



**Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura en Pequeñas Áreas de Riego en Costa Rica**

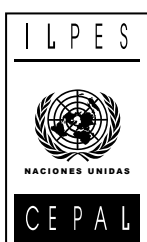


Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

# **Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Infraestructura en Pequeñas Áreas de Riego en Costa Rica**

San José, Costa Rica

Abril, 2012



La formulación de esta Guía Metodológica de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura en Pequeñas Áreas de Riego en Costa Rica, correspondió a un equipo de trabajo del Área de Inversiones Públicas de MIDEPLAN, coordinado por Francisco Tula Martínez y Danny Martínez Montero las funcionarias del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) Flor Carvajal Álvarez, Andrea Benach Sánchez, Patricia Quirós Quirós, Vivian Herrera C y los funcionarios Gerardo Brenes Chaves, Oscar Centeno Viales y Álvaro González, así como el valioso apoyo del Área de Proyectos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social del Centro de Planificación de América Latina (ILPES/CEPAL) representado en Juan Francisco Pacheco y los consultores Eduardo Contreras y Alejandro Gálvez. En la revisión de la guía también se contó con la cooperación de los funcionarios de la Unidad de Inversiones Públicas del MIDEPLAN y de las diferentes Unidades Ejecutoras institucionales, así como el apoyo financiero para la formulación y publicación del Programa PRODEV/BID, a través del proyecto CT No. ATN/OC 10841 CR. Este esfuerzo se complementó con la validación de las instituciones, con lo cual permitió obtener importantes aportes, como producto de la experiencia y el interés de los profesionales, que nos permite orientar el proceso y la aplicación de la guía por las instituciones públicas, con el objetivo primordial de generar las mejores condiciones de planificación, ejecución y la evaluación de los proyectos de interés de la sociedad.

### **Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica**

Diseño y Diagramación: Unidad de Comunicación

Abril, 2012. San José, Costa Rica.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, siempre que se consigne la fuente de información.

Teléfono (506) 22812749 o (506)2281-2700 / Fax (506) 2281-2708

E-mail: [inversiones@mideplan.go.cr](mailto:inversiones@mideplan.go.cr) web: [www.mideplan.go.cr](http://www.mideplan.go.cr)

Dirección: Edificio Adriático, del Automercado 75 este y 200 metros norte, Barrio Dent, San Pedro de Montes de Oca.

Esta Guía se publicó con la colaboración del Proyecto PRODEV-BID-CR. El contenido es responsabilidad exclusiva del MIDEPLAN y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista del BID.

# Contenido

SIGLAS	7
FICHA TÉCNICA	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO 1: FORMULACIÓN DEL PROYECTO	11
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
1.1. Nombre del proyecto	11
1.2. Antecedentes	11
1.3. Identificación del problema	11
1.4. Situación base optimizada	12
1.5. Identificación de alternativas de solución al problema	12
1.6. Alternativas de solución	12
1.7. Postulación y Selección de alternativas	12
1.8. Objetivos del proyecto	13
1.9. Resultados Esperados	13
1.10. Determinación del área de influencia	13
1.11. Ubicación de la población afectada	14
1.12. Condiciones de accesibilidad	14
1.13. Condiciones socioeconómicas y aspectos demográficos de la población afectada	14
1.14. Características administrativas e institucionales	14
1.15. Mapa del área de influencia	14
1.16. Beneficiarios del Proyecto	15
2. ANÁLISIS DE MERCADO	15
2.1 Senara como Facilitador	15
2.1.1 Caracterización de los productos del Proyecto	15
2.1.2 Caracterización del mercado de los productos actuales	15
2.1.3. Conceptualización del mercado	15
2.1.4. Distancias	15
2.1.5. Canales de Comercialización	15
2.1.6. Precios históricos de referencia	16
2.1.7. Descripción de Infraestructura de Riego	16
2.1.8. Análisis de la demanda hídrica	16
2.1.9. Análisis de la Oferta hídrica	16
2.1.10. Balance entre oferta y demanda hídrica	16
2.2 Senara como responsable	16
2.2.1 Descripción de la Infraestructura de Riego	16
2.2.2 Análisis de la demanda hídrica	16
2.2.3 Análisis de la Oferta	17
2.2.4. Balance entre oferta y demanda hídrica	17
2.2.5. Análisis de precios y tarifas	17
2.3. Análisis Técnico	17
2.3.1 Tamaño	17
2.3.2. Localización del proyecto	17
2.3.3. Área de influencia	18
2.3.4. Análisis y estimación de la población objetivo	18
2.3.5. Mapa del área de estudio	19
2.3.6. Demanda de agua de los cultivos	20
2.3.7. Disponibilidad de agua para el proyecto (Oferta)	21
2.3.8. Demanda insatisfecha del Proyecto	21
2.3.9. Componentes del Proyecto.	22
2.3.10. Tecnología	22
2.3.11. Ingeniería	22
2.3.12. Costos de proyecto:	22

2.4. ANÁLISIS DE RIESGO A DESASTRES.	25
2.4.1 Análisis de emplazamiento de sitio	25
2.4.2 Identificación de vulnerabilidades	26
2.4.3 Cuantificación de riesgo a desastres del proyecto	26
2.4.4 Costos y beneficios por mitigación	26
2.5. ANÁLISIS AMBIENTAL	27
2.5.1. Identificación y valoración de impactos ambientales	27
2.5.2. Medidas mitigación y amortiguamiento.	27
2.5.3. Costos de las medidas de mitigación y amortiguamiento	28
2.6. ANÁLISIS LEGAL Y ADMINISTRATIVO	28
2.6.1. Aspectos legales	28
2.6.2. Organización y estructura administrativa	29
2.6.3. Planificación y programación de la ejecución del proyecto	29
2.6.4. Valoración de riesgos institucionales del proyecto (SEVRI)	29
CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL PROYECTO	30
1.1. EVALUACIÓN FINANCIERA	30
1.1.1 Senara como Facilitador:	30
1.1.1.1 Costos del proyecto	30
1.1.1.2. Proyectos con ingresos	31
1.1.2.1. Ingresos para los agricultores.	31
1.1.2.2 Flujo Financiero	32
1.1.2.3.- Indicadores financieros o de rentabilidad del proyecto	32
1.1.2.4 Senara como ejecutor:	33
1.1.2.5. Ingresos para SENARA.	33
1.1.2.6 Flujo Financiero	33
1.1.3 Análisis de Costos (Cuando no se tienen ingresos)	33
1.1.3.1 Tasa Social de Descuento (TSD)	33
1.1.3.2 Flujo de Costos	34
1.1.4. Evaluación Económica Social	34
1.1.4.1. Identificación de Costos de inversión y operación.	35
1.1.4.3. Cálculo de los Precios Sociales	35
1.1.4.4. Costos Económicos Sociales	35
1.1.4.5. Beneficios Sociales	36
1.1.4.6. Método para la determinación de los beneficios por incremento de excedente de los productores agropecuarios.	36
1.1.4.7. Flujo de la situación con proyecto.	36
1.1.4.8. Selección de rubros.	36
1.1.4.9. Definición del calendario de adopción.	37
1.1.4.10. Flujo de la situación sin proyecto optimizada.	37
1.1.4.11 Flujo Económico Social	38
1.1.4.12 Cálculo de Indicadores	38
1.1.4.13. Determinación del tamaño óptimo.	38
1.2. ANÁLISIS DE RIESGO EN LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO.	38
2. IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE VARIABLES RIESGOSAS	38
3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES RIESGOSAS	38
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXO I: MARCO TEÓRICO.	45
ANEXO II.-Formalidades para la presentación del documento del estudio del proyecto de inversión.	48
ANEXO III: Método del árbol de problemas y árbol de efectos	49

## Presentación

El mejoramiento de las condiciones de vida de la población está ligado al desarrollo de la economía, donde la intervención del Estado es fundamental para estimular el proceso del desarrollo nacional, siendo los proyectos de inversión pública una variable o instrumento vital para el funcionamiento de una economía moderna orientada a resultados. La formulación de proyectos de inversión adecuados en el área de servicios de nutrición y alimentación es primordial, lo que conlleva disponer de herramientas apropiadas para su identificación, formulación y evaluación.

Los recursos destinados a la inversión pública son limitados, por eso el uso de estos deberán someterse a un análisis que permita garantizar el mejor uso por las instituciones. Este análisis de los proyectos en la fase de preinversión corresponde a los estudios de: perfil, pre-factibilidad, factibilidad y diseño, para determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto. La tarea consiste en identificar los proyectos formularlos y evaluarlos para seleccionar la opción más rentable desde el punto de vista de costo beneficio. Es en las etapas de la fase de preinversión donde se dan los elementos necesarios y suficientes para la toma de decisiones referidas a la ejecución del proyecto en el futuro sobre si se debe llevar a cabo o no dicha inversión.

El proceso de ordenamiento de la información técnica y de los recursos del Estado destinados a la formación de capital público o inversión pública, tiene como propósito contribuir a una gestión por resultados y facilitar la toma de decisiones en la implementación de los proyectos. La inversión pública es uno de los instrumentos más utilizados por el Estado para estimular el crecimiento y el desarrollo; lo cual implica fortalecer las acciones en las instituciones, para el establecimiento de políticas públicas en hechos reales, como es la creación de bienes y servicios que ayuden a satisfacer necesidades para mejorar la calidad de vida de la población y promover el bienestar social en el país.

En el marco del SNIP y con la cooperación de ILPES / CEPAL, PRODEV / BID y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), se emite esta “Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de Infraestructura en Pequeñas Áreas de Riego en Costa Rica”, con el propósito de facilitar el estudio de proyectos de inversión pública, para orientar las tareas de las instituciones públicas en la elaboración de los estudios de preinversión, partiendo desde la etapa de perfil. No obstante, su naturaleza y magnitud, así como la confiabilidad y profundidad de las variables que se analizan en esta etapa de la preinversión, es lo que permitirá definir el grado de avance del estudio de preinversión que se requiera (prefactibilidad y factibilidad). Esta guía permitirá iniciar y elaborar el documento a nivel de perfil, así como facilitar condiciones para el establecimiento de términos de referencia, en caso de que el proyecto requiera avanzar hacia las etapas de prefactibilidad y factibilidad. La aplicación y desarrollo de los capítulos de la presente guía, queda sujeta a la naturaleza y al tamaño de cada proyecto que SENARA ejecute, sirviendo de orientación para la formulación de proyectos.

La guía metodológica se resume en dos capítulos: formulación del proyecto y evaluación; donde el desarrollo de cada uno de los temas señalados en los capítulos determina la viabilidad, factibilidad y utilidad de los bienes y servicios que se desean alcanzar con la ejecución del proyecto. Se presenta los conceptos básicos y contenidos para la elaboración de un estudio de preinversión, a nivel de perfil (pero también orienta si se requiere un nivel de prefactibilidad o factibilidad), de un proyecto de inversión pública de riego, y como productos de la evaluación realizada, esta sirve de apoyo a los tomadores de decisiones. El gran reto es lograr que los proyectos de riego sean inversiones realmente sostenibles; por ello, es elemental la participación, la capacitación y el fortalecimiento de las unidades ejecutoras relacionadas con la operación y el mantenimiento.

La Dirección Nacional de Inversiones Públicas de MIDEPLAN y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), tiene la expectativa de que esta Guía Específica permita impulsar la formulación y evaluación de perfiles de proyectos, técnicamente bien sustentados, que incrementen, de manera significativa, la inversión de calidad en servicios de riego.

Roberto Gallardo Núñez  
Ministro

Bernal Soto Zúñiga  
Gerente General



## SIGLAS

CAE:	Costo Anual Equivalente
Ct:	Costos del año t del proyecto.
DJCA:	Declaración Jurada de Compromisos Ambientales
EsIA:	Estudio de Impacto Ambiental
IAP:	Impacto Ambiental Potencial
ICAP:	Instituto Centroamericano de Administración Pública
IDA	Instituto de Desarrollo Agrario
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIDEPLAN:	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MIIA:	Matriz de Importancia de Impacto Ambiental
MINAE:	Ministerio de Ambiente y Energía
PNIP:	Plan Nacional de Inversión Pública
P-PGA:	Pronóstico - Plan de Gestión Ambiental
PSMONC:	El precio social de la mano de obra no calificada
R C/E:	Relación beneficio/costo y relación costo/efectividad
R: B/C:	Relación Beneficio Costo
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento
SETENA:	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SEVRI:	Sistema Específico de Valoración del Riesgo Institucional
SNIP:	Sistema Nacional de Inversión Pública
T:	Años correspondientes a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n.
TIR:	Tasa Interna de Retorno
TSD:	Tasa Social de Descuento
VAC:	Valor Actual de los Costos
VAN:	Valor Actual Neto
VAP:	Viabilidad Ambiental Potencial



## FICHA TÉCNICA

El estudio del proyecto debe contener la ficha técnica, la cual permite resumir la información general sobre la naturaleza del proyecto, por lo que representa una descripción de los datos más relevantes orientados a dar a conocer sus componentes y con ello justificar la factibilidad para la ejecución. Se requiere que la ficha técnica del estudio del proyecto, incorpore al menos la siguiente información:

- a) **Nombre del proyecto:** es la denominación de la naturaleza del proyecto, debe ser clara, breve y precisa; definiendo su cobertura temática y geográfica (proceso, objeto, institución responsable y localización), se recomienda ajustarlo una vez que se hayan establecido los objetivos del proyecto.
- b) **Descripción del proyecto:** corresponde a una descripción general que refleja en qué consiste el proyecto, destacando las características principales. Se deberá explicar cuál es la problemática que pretende atacar, identificando causas y efectos, así como sus objetivos, las acciones que ejecutará para resolver la problemática y los principales componentes que conlleva su ejecución.
- c) **Sector a que pertenece:** el proyecto de inversión debe ser ubicado en el sector Productivo al cual pertenece la institución.
- d) **Localización geográfica:** se refiere a la localización geográfica del proyecto, considerando aspectos como la división político administrativa y de regionalización territorial del país (región, provincia, cantón, distrito barrio y poblado).
- e) **Institución ejecutora:** se debe señalar la Unidad Ejecutora Institucional u organización de la Sociedad de Usuarios de Agua (SUA), que tendrá a cargo el proyecto, indicando su capacidad para ejecutarlo, así como si cuenta con las condiciones de emprender la fase de operación. Comprende una descripción de los aspectos más importantes de la organización, marco institucional donde operará el proyecto y la forma de organización para administrar la ejecución y la operación.
- f) **Unidad que elaboró el documento del proyecto:** señalar la unidad, departamento o dirección de la institución que elaboró o contrató los estudios de preinversión del proyecto.
- g) **Beneficiarios de riego directos e indirectos:** es una descripción cualitativa y cuantitativa de la población objetivo que se va a beneficiar directa e indirectamente con el proyecto de riego. Se incluye de una manera breve quiénes son, dónde están y cuántas son las personas o entidades que se beneficiarían con la operación del proyecto.
- h) **Costos e Ingresos totales del proyecto:** corresponde a la inclusión de los costos e ingresos totales del proyecto, tanto de la inversión como de operación y mantenimiento del proyecto.
- i) **Identificación de fuentes del financiamiento:** se debe señalar el financiamiento requerido y la fuente de financiamiento estudiada que podrá aportar los recursos para la ejecución y operación del proyecto. En caso de requerir endeudamiento público, se debe realizar una breve descripción de los términos y condiciones del financiamiento en cuanto a monto, plazo, tasas de interés, entre otros aspectos.
- j) **Cronograma del proyecto:** es la estimación de las fechas de inicio de la ejecución y finalización de cada una de las actividades para la realización de las etapas de acuerdo con el ciclo de vida del proyecto; lo que permite contar con el horizonte del proyecto durante el proceso de generación del bien o prestación del servicio.
- k) **Principales restricciones y limitaciones:** se debe explicar en forma breve y concisa cuales son las principales restricciones, limitaciones o amenazas que puede presentar el proyecto, en relación con las etapas que se requieren realizar de acuerdo con el ciclo de vida. El propósito es facilitar la toma de decisiones para la promoción, negociación, financiamiento, ejecución y operación del proyecto.

# INTRODUCCIÓN

Los proyectos de riego tienen dentro de sus objetivos, reducir la brecha que existe entre la oferta y la demanda de agua para la producción agrícola, pecuaria y la piscicultura<sup>1</sup>, así como propiciar un desarrollo y crecimiento económico de la zona donde se ejecuta el proyecto. Debido a que en Costa Rica la agricultura tradicional es de secano, es decir, terrenos sin riego en los que la producción se obtiene en base a las lluvias (desde mayo a noviembre), pero hay algunos productos para los que la mejor temporada de precios se da en marzo o abril, en otros en diciembre, aparece entonces la necesidad de riego, al menos para garantizar cierta seguridad en torno a esas fechas. En términos más generales, podemos entender este tipo de proyectos como una contribución a la seguridad alimentaria e hídrica del país, entendida esta como el acceso de la población al recurso agua, de manera suficiente, segura y asequible para satisfacer sus necesidades de agroproducción.<sup>2</sup>

En este primer esfuerzo, se trabajará pensando fundamentalmente en proyectos de riego en pequeña escala, en su formulación y evaluación e identificar la cuota de recuperación (en caso de tener esta política).

Las obras de riego en general, entregan beneficios para los sectores agrícola (agricultores de distinto tamaño e intermediarios), pecuario y piscicultura, en general podemos hablar de inversiones hidroproductivas. Sin embargo la inversión implica elevados costos, tanto privados como sociales, En un entorno económico de recursos escasos resulta entonces necesario contar con metodologías de formulación de proyectos y evaluación ex ante como la aquí presentada, de manera de facilitar y orientar decisiones de inversión pública en materia de riego.

El objetivo de esta guía es apoyar la formulación y evaluación ex ante de proyectos de riego a pequeña escala. Para la evaluación se propone trabajar con el método del presupuesto que se describe en el capítulo de Evaluación de Alternativas de Proyecto. Para una mejor comprensión de temas generales relativos a la Evaluación de Proyectos, en el Anexo I se presenta el marco teórico de la guía de forma resumida. El fin último de esta metodología es tener una herramienta común de comparación y priorización para la mejor asignación de los recursos del sector.

---

<sup>1</sup> *En el caso de los proyectos de drenaje, se generan un bien público, por lo que los impactos son múltiples.*

<sup>2</sup> *Molden, D. (ed.) Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute (2007)*

# CAPITULO 1: FORMULACIÓN DEL PROYECTO

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el presente capítulo se describe la formulación de un proyecto de riego, incluyendo la identificación del problema, el diagnóstico (para el cual proponemos apoyarnos en el método del árbol del problema), la identificación de acciones y la búsqueda de soluciones alternativas. En síntesis, se presenta un método mediante el cual se puede realizar la identificación del proyecto.

Las etapas iniciales de un proyecto se generan a raíz del diagnóstico de un problema, el que normalmente presenta distintas alternativas de solución. La metodología que se describe a continuación permite ordenar el proceso de identificación del problema y la discusión acerca del diagnóstico del mismo, y permite levantar distintas alternativas de solución a nivel de ideas.

### 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del proyecto debe identificar su naturaleza, acción principal, ser claro, breve y conciso. La nominación considera cuatro elementos; proceso, objeto, institución responsable del proyecto y localización geográfica de la Sociedad de Usuarios de Agua (SUA).

Los proyectos de riego se identificarán de acuerdo a las siguientes tipologías:

- a) **Construcción:** Corresponde a la materialización de una infraestructura que no existe a la fecha. Por lo tanto se ubican aquí todos los proyectos de creación de obras nuevas destinadas a la captación, derivación, conducción y regulación de aguas para los cultivos, ganadería y piscicultura.
- b) **Ampliación:** Contempla los proyectos que tienen por objeto aumentar la capacidad de la infraestructura de riego y obras de distribución consisten en redes de canales secundarios y terciarios así como sistemas presurizados, sin modificación de lo existente, en la medida que el emplazamiento físico y/o geográfico lo permita.
- c) **Reposición:** Implica la renovación parcial o total de infraestructura de riego ya existente, con o sin cambio de la capacidad y/o calidad del mismo. Se ubicará aquí todo proyecto que signifique reponer tanto la obra en funcionamiento como su equipamiento.
- d) **Habilitación:** Modificación de una obra ya existente con la finalidad de adecuarla a las normas predeterminadas. Se incluirá aquí todo proyecto modernización y automatización del funcionamiento de la obra.

- e) **Equipamiento:** Consiste en la adquisición y/o instalación de nuevos elementos en una obra de riego existente. No se incluye bajo este proceso el equipamiento normal e indispensable de un proyecto de construcción, pues tal equipamiento debe estar incluido en el proyecto de construcción inicial (es un ítem específico dentro del presupuesto del original proyecto). Se incluirá aquí la compra de equipos (bombas sumergibles, centrifugas y equipo adicional) adicionales a los ya existentes de las obras que se encuentran en funcionamiento.
- f) **Reparación o Remodelación:** Corresponde a proyectos cuyo fin es lograr que una determinada instalación disponible se adapte para brindar con calidad y eficiencia el servicio de riego. Se incluirá aquí todos aquellos proyectos que involucren remodelar y/o reparar infraestructura de riego existente.

### 1.2. ANTECEDENTES

Se deben describir los motivos que han originado el problema, una síntesis de la situación actual de los beneficiarios potenciales de riego y como al solucionar el problema, el grupo de productores se beneficiará. A modo de ejemplo: solicitudes por parte de algunos de los involucrados (agricultores, instituciones públicas, etc).

Se incluirán los antecedentes y cualquier otra información previa relevante y directamente relacionada al estudio: estudios previos relacionados, entrevistas con expertos, recopilación bibliográfica (incluye al menos estudios anteriores a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad, según corresponda).

### 1.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En este sentido, la primera cuestión a resolver en el análisis es la de identificar el problema central, esto significa buscar la forma como se debe expresar comprensivamente la cuestión que deseamos resolver.

Esto no es una tarea simple, debido que la mayoría de las veces la información inicial que se tiene respecto de un problema es informal y variada o son ideas no muy elaboradas presentadas por autoridades o ciudadanos.

No es extraño que un “problema” sea presentado como “falta de tal o cual proyecto” o “falta un embalse” expresiones que no describen un problema como tal. Lo que corresponde frente a estas situaciones es preguntarse “por qué” hace falta el embalse, o el proyecto que sea. Del mismo modo, podemos encontrarlos con una variada gama de reclamos relacionados con alguna situación, tales como: agricultores reclamando por la falta de seguridad de riego. Esto implica tener que ordenar y priorizar los problemas que se presentan, para ello es necesario analizarlos en detalle, buscar cual es realmente el problema que vamos a

abordar y qué elementos constituyen causas y cuáles son los efectos. Para estos efectos se incluye el método del Árbol de Problemas (se describe en el Anexo III).

## 1.4. SITUACIÓN BASE OPTIMIZADA

La definición de la situación base optimizada tiene como principal objetivo acercarnos a una justa estimación de los beneficios, ya que si se compara una situación actual sin optimizar con una situación con proyecto teóricamente óptima se estará sobre estimando los beneficios del proyecto. Una forma de ver la optimización de la situación actual, es a través de las acciones identificadas por medio del árbol de objetivos (Medios) (ver anexo III). Algunas de esas acciones, en general las de bajo costo, pueden definirse como necesarias incluso en la situación sin proyecto. Por ejemplo: capacitación a usuarios sobre técnicas de riego, programas de transferencia tecnológica sobre cultivos, etc. Una contribución adicional de la definición de la situación base optimizada, es la de constituirse por sí misma en una alternativa al proyecto en caso de que éste no se ejecute o se postergue su inversión.

La situación actual optimizada debe referirse a cualquier mejora que pueda realizarse en la zona del proyecto en caso de no ejecutarse el mismo, y que mejore la situación de la población objetivo respecto a los mismos objetivos del proyecto. Por ejemplo, si el proyecto de riego pretende mejorar el ingreso de los agricultores, la situación actual optimizada incorporará desde mejoras tecnológicas, pasando por programas de fortalecimiento organizativo, hasta mejoras en la comercialización de productos que terminen mejorando la rentabilidad de las fincas, parcelas o unidades productivas.

Acercándonos más a la realidad, habrá que observar que, cuando la situación actual optimizada se refiere a acciones que ejecutan otras instituciones públicas o privadas, el considerar este escenario como una alternativa real de proyecto se diluye, y por este motivo será recomendable que la situación optimizada considere elementos que están a la alcance de la institución que ejecuta la inversión, es decir, en este caso, será recomendable que la situación actual optimizada se refiera a optimización del uso del agua, ya sea con mejoramiento de la infraestructura existente y/o tecnificación del riego, dentro de lo que sea factible de acuerdo a las atribuciones del SENARA.

## 1.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA

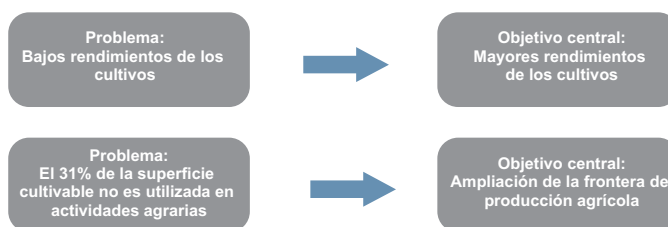
Los medios para solucionar un problema se encuentran relacionados con el ataque a sus causas, es decir, los medios constituyen las vías de solución (alternativas de proyecto). En el caso de los efectos, se trata de revertirlos transformándolos en objetivos.

La manera más sencilla de definir los objetivos es a través de la identificación de la situación deseada, es decir, de la situación problema solucionado.

Ejemplo Proyecto de Riego

Por ejemplo: en el caso de un proyecto de riego, supongamos que este tiene dos objetivos centrales del proyecto que se derivan de dos situaciones problemáticas (bajos rendimientos de los cultivos e inutilización de tierras aptas para riego) por solucionar, es decir, el logro de altos rendimientos de los cultivos de la zona y la habilitación de tierras con riego.

Relación entre objetivo y problema central



## 1.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

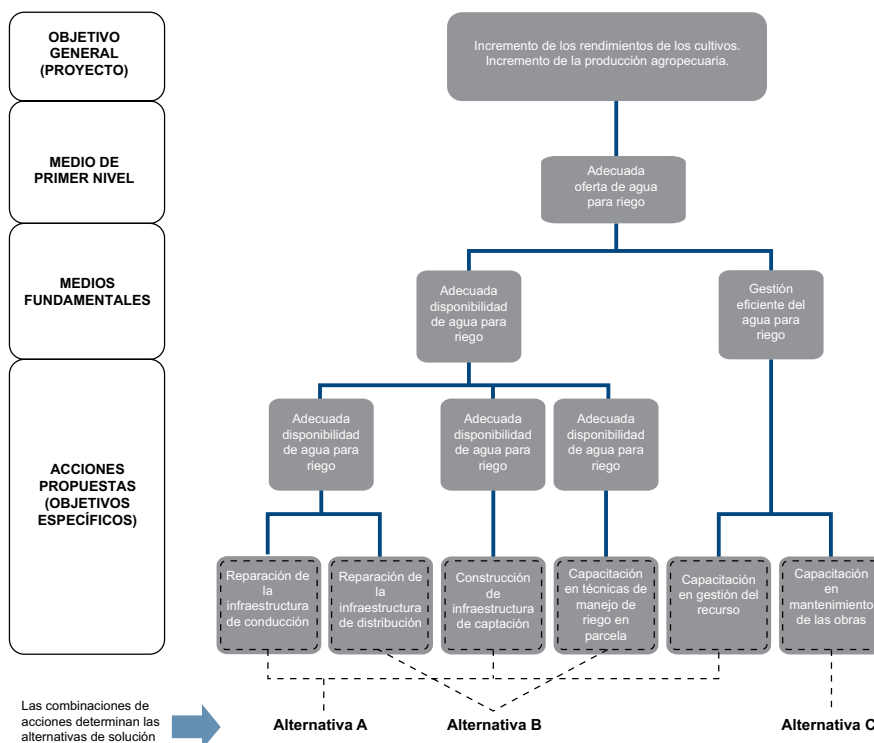
Una vez identificas las causas y los efectos del problema, es más fácil explicar las razones por las cuales es necesario ejecutar el proyecto, esto conlleva a definir diferentes alternativas u opciones de solución al problema planteado.

## 1.7. POSTULACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Luego de formular las respectivas alternativas para la solución del problema, se debe seleccionar aquella que resulte más viable, indicando el sistema de riego seleccionado y sus componentes.

A continuación, se presenta un ejemplo de construcción de alternativas para un proyecto de riego:

Figura 1: Diseño de alternativas de proyecto a partir de los árboles.



Fuente: Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de riego grandes y medianos. Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. Dirección General de Programación Multianual del Sector Público. 2003.

## 1.8. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El Objetivo general y los objetivos específicos son la guía del estudio y constituyen la proyección al futuro de una situación que los afectados consideran deseable, debiendo abarcar la alternativa de solución en forma general y estar en correspondencia con el problema. El "Objetivo General" es una hipótesis de trabajo que centra el análisis del proyecto.

Los objetivos deben ser:

- Realistas, es decir, se deben poder alcanzar con los recursos disponibles dentro de las condiciones generales dadas.
- Eficaces, es decir, no sólo deben responder a los problemas presentes, sino a aquellos que existirán en el tiempo futuro en que se ubica el objetivo.
- Coherentes, si el cumplimiento de un objetivo no imposibilita el cumplimiento de otro.
- Cuantificables, es decir, que puedan ser medibles en el tiempo.
- Claros, deben ser redactados en forma clara, comprensiva

y sencilla, de modo que enuncien el logro que se espera con el proyecto.

También es necesario describir los objetivos específicos, estos son las soluciones concretas que el proyecto debe alcanzar en un tiempo determinado. El objetivo específico es el logro de una situación deseable y son aquellos por medio de los cuales se cumple el objetivo general.

## 1.9. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados son los logros que se obtendrán durante y después de la ejecución del proyecto, es el producto que se obtiene al alcanzar los objetivos específicos propuestos, deben ser concretos y verificables y estar coherentes con la metodología planteada.

## 1.10. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia es más específica que el área de estudio y generalmente es aquella área donde el problema afecta directamente a la población y donde deberá plantearse la alternativa de

solución, es en la cual el proyecto genera impacto. Así, el área de influencia será, por lo general, un subconjunto del área de estudio (que se asocia más bien a alguna división geográfico – administrativa). Para la determinación de los límites de esta área es necesario definir a priori, de acuerdo al problema, algunas de las características más relevantes del servicio a entregar. En este sentido, que los beneficiarios efectivamente tengan acceso significa que el área determinada tenga las condiciones mínimas para que la población pueda obtener, sin mayores dificultades, los beneficios que el proyecto pretende ofrecer de acuerdo a lo recomendado por las autoridades del sector y al tipo de problema detectado. Así, el área de influencia puede ser igual al área de estudio o puede ser un subconjunto de ella, dependiendo de los límites que se fijen para ambas.

La importancia de definir claramente el área de influencia, radica en que ésta marca los límites dentro de los cuales un proyecto podría constituir una solución real para la población afectada por el problema (En este caso el área de influencia directa son aquellas áreas de riego efectivo). Para identificación de ésta área, es recomendable considerar los siguientes factores: Ubicación geográfica de la población afectada, tomando en cuenta, región, provincia, cantón, distrito barrio o comunidad; Condiciones de accesibilidad favorables en toda su extensión; Condiciones socioeconómicas y aspectos demográficos de la población; Características administrativas e institucionales; Mapa del Área de influencia.

### 1.11. UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA

Es el segmento de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto para satisfacer la necesidad identificada, también llamada población carente, es necesario tener conocimiento de la ubicación geográfica de la población afectada por el problema, tanto la que está siendo afectada directamente, como la que lo está siendo indirectamente.

### 1.12. CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD

El área de influencia de un proyecto debería abarcar, dentro de lo posible, una zona geográfica homogénea y que presente condiciones de acceso favorables en toda su extensión. De no presentar estas condiciones, habrá que analizar si existen los medios que permitan facilitar el acceso, de tal forma que esta condición no interfiera en el desarrollo del proyecto. Además, el área de influencia debe contemplar límites dentro de los cuales el acceso sea igualitario para toda la población del área definida<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> A modo de ejemplo, en proyectos de drenaje, la construcción de las obras desencadena otras, tales como vías de acceso, para consolidar los asentamientos humanos.

## 1.13. CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS Y ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LA POBLACIÓN AFECTADA

El área de influencia debe abarcar una zona en la cual las condiciones socioeconómicas de la población afectada sean preferiblemente homogéneas. Es decir, donde los niveles de ingreso de la mayor parte de la población sean similares (dentro de un rango determinado), de modo que se justifique la inversión pública y se mejoren las condiciones de la población. Ello con el objeto que la propuesta de servicio a entregar se adecue a las condiciones que ese nivel de ingresos genera, sin embargo se debe considerar y evaluar las características de las zonas carentes y deprimidas, donde el SENARA también desarrolla proyectos.

### 1.14. CARACTERÍSTICAS ADMINISTRATIVAS E INSTITUCIONALES

Cuando el área de estudio no sea igual al área de influencia y especialmente cuando esta última tenga características administrativas diferentes, será importante considerar el ámbito de acción administrativo para definir el área de influencia del proyecto.

### 1.15. MAPA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la identificación del área de influencia del proyecto dentro del mapa del área de estudio ya confeccionado, se requiere de lo siguiente:

- Tal como se mencionó anteriormente, es necesario definir a priori, de acuerdo al problema detectado, algunas características del servicio a entregar con el proyecto. Usualmente éstas incluirán la definición de la población objetivo, edad de esa población..
- Marcar en el mapa del área de estudio, la zona geográfica correspondiente al área de influencia que se pretende abarcar de acuerdo a lo determinado en el punto anterior.
- Verificar que la zona definida en el punto b) presente, en lo posible, condiciones de acceso favorables en toda su extensión, es decir que toda la población objetivo pueda acceder al servicio sin dificultades a puerta de finca. De no ser así, identificar las condiciones que habría que mejorar para que el acceso sea favorable y posible para la población objetivo.
- Toda la información obtenida en los tres puntos anteriores tendría que quedar reflejada en el mapa del área de influencia, identificando aunque sea de manera general sus límites geográficos, vías de acceso y la zona carente de ellos.

## 1.16. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Para su descripción se requiere de mayor precisión sobre sus características personales y sociales: edad, sexo, número de personas que conforman su grupo familiar, características educativas o laborales, estado civil y aquellas relativas a su localización física: región, cantón, distrito, barrio y poblado. El punto de partida es la definición del área de estudio y el área de influencia del proyecto. Posteriormente, el área en estudio debe subdividirse en sectores de riego, de acuerdo a la extensión y heterogeneidad que ésta presente. A partir de esa caracterización, se recomienda elaborar un listado de unidades productivas (fincas, parcelas u otras).

La estratificación debe realizarse esencialmente con base en la información proporcionada por el Directorio de fincas y establecimientos agropecuarios y por el Censo Agropecuario del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), del directorio de fincas y establecimientos agropecuarios y antecedentes previos recopilados en la zona, complementado con criterios de tamaño (grandes, pequeños y medianos productores agropecuarios).

Los antecedentes sociales de los involucrados pueden ser estudiados con la información del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), Municipalidades y otras fuentes públicas. Estas fuentes son complementarias y útiles para caracterizar la población en sus aspectos socio-económicos..

La información primaria debería permitir caracterizar las fincas agropecuarias y sus agricultores (beneficiarios)

## 2. ANÁLISIS DE MERCADO

El estudio de mercado de los proyectos de SENARA está determinado por dos escenarios:

- 1) SENARA como facilitador del proyecto. En este caso SENARA no sería el dueño de la inversión del proyecto, si no los beneficiarios del mismo, además estos deben darle el mantenimiento y mejoras a través del tiempo.
- 2) Senara como ejecutor y responsable del proyecto. En este caso Senara es el dueño de las inversiones del proyecto y el responsable de brindar el mantenimiento y mejoras a través del tiempo.

### 2.1 SENARA COMO FACILITADOR

#### 2.1.1 Caracterización de los productos del Proyecto

Por medio del estudio de mercado se busca determinar el comportamiento de la demanda, la oferta y los precios sobre los cuales operará el proyecto, así como la estrategia de promoción y mercadeo que utilizarán los productores para la comercialización de sus productos.

#### 2.1.2 Caracterización del mercado de los productos actuales

En este ítem se presentan los productos (propuestos en la cédula de cultivo) que se van a comercializar con el proyecto y se debe incluir el comportamiento de la oferta y demanda a través del año, la unidad de comercialización, precio de venta en finca, CENADA, Ferias del Agricultor. Este capítulo proyecta la potencialidad de los productos agropecuarios que resultarán con el proyecto.

#### 2.1.3. Conceptualización del mercado

Se deben describir las principales características demográficas, geográficas, económicas, culturales, históricas del origen y antiguos pobladores del cantón e institucionales presentes en el área de influencia, y en la medida relacionadas con el comportamiento de los beneficiarios (agricultores o ganaderos) y su influencia en la alternativa de proyecto seleccionada.

Los aspectos demográficos incidirán en las proyecciones de demanda, lo mismo las económicas. En el caso de las características culturales, estas tienen particular relevancia para modelar cómo los agricultores a lo largo del tiempo irán incorporando las nuevas tecnologías de riego.

#### 2.1.4. Distancias

Se estiman las distancias que puedan tener los productores miembros de la SUA para comercializar sus productos y para comprar los materiales e insumos necesarios para su producción.

#### 2.1.5. Canales de Comercialización

Los Canales de Distribución son el conjunto de empresas o individuos que participan en la comercialización y distribución del bien o servicio a medida que éste se desplaza del productor al consumidor final.

En este apartado se indican los canales de comercialización posibles para las actividades de producción agropecuarias del proyecto, tomando en cuenta la siguiente clasificación:

- Canal Directo: El productor o fabricante vende el producto o servicio directamente al consumidor sin intermediarios.
- Canal indirecto: Existen intermediarios entre el proveedor y el usuario o consumidor final. El tamaño de los canales de distribución se mide por el número de intermediarios que forman el camino que recorre el producto. Dentro de los canales indirectos se puede distinguir entre canal corto y canal largo.

### 2.1.6. Precios históricos de referencia

Se estudia el comportamiento de los precios históricos de venta en finca, de los productos agropecuarios del proyecto, así como su respectiva zona de estudio. Con el fin de proponer un precio justo para realizar la proyección financiera y determinar los ingresos actuales e ingresos proyectados de los productores miembros de la SUA del proyecto en estudio.

### 2.1.7. Descripción de Infraestructura de Riego

Es la descripción del sistema de riego que permita habilitar un área productiva de pequeños, medianos y grandes productores (según indicación de políticas institucionales) y garantizar el servicio de riego en suficiente en cantidad, calidad y forma continuada. Determinar la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

### 2.1.8. Análisis de la demanda hídrica

Descripción cuantitativa de los beneficiarios que van a utilizar el proyecto, quienes son, de que calidad son y cuántos son. Se debe de proyectar la demanda para el horizonte de planeamiento del proyecto.

Se determinan las cantidades del bien que los consumidores están dispuestos a adquirir y que justifican la realización de los programas de producción. Se debe cuantificar la necesidad real o psicológica de una población de consumidores, con disposición de poder adquisitivo suficiente y con gustos definidos para adquirir un producto que satisfaga sus necesidades. Debe comprender la evolución de la demanda actual del bien, y el análisis de ciertas características y condiciones que sirvan para explicar su probable comportamiento a futuro.

Tipos de Productores	Cantidad de productores	Número de hectáreas	Tipo de Cultivo
Pequeño			
Mediano			
Grande			

### 2.1.9. Análisis de la Oferta hídrica

En este apartado se debe describir de forma sencilla cual es la capacidad instalada del sistema de riego del proyecto, cantidad de metros cúbicos de agua por productor, numero de hectáreas y ciclo de cultivo. Con el fin de satisfacer las necesidades de agua del proyecto.

Se cuantifican las cantidades que suministran los productores del bien que se va a ofrecer en el mercado, se debe analizar las condiciones y capacidad de producción de las empresas productoras más importantes de la zona, se analiza la situación actual y futura, y se deberá proporcionar las bases para prever las

posibilidades del proyecto en las condiciones de competencia existentes.

Tipo de Cultivo	Numero de Ha	Demanda unitaria	Demanda/ciclo	Demanda total

### 2.1.10. Balance entre oferta y demanda hídrica

Comparar la cantidad de productores del proyecto que requieren el servicio versus productores que se van a beneficiar con el proyecto.

## 2.2 SENARA COMO RESPONSABLE

### 2.2.1 Descripción de la Infraestructura de Riego

Implementación de la infraestructura requerida para la aplicación de riego que permita habilitar un área productiva de pequeños, medianos y grandes productores y así garantizar el servicio de riego en suficiente en cantidad, calidad y de forma continuada. Determinar la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

### 2.2.2 Análisis de la demanda hídrica

Descripción cuantitativa de los beneficiarios que van a utilizar el riego del proyecto, quienes son, de que calidad son y cuántos son. Se debe de proyectar la demanda para el horizonte de planeamiento del proyecto.

Se determinan las cantidades del bien que los consumidores están dispuestos a adquirir y que justifican la realización de los programas de producción. Se debe cuantificar la necesidad real o psicológica de una población de consumidores, con disposición de poder adquisitivo suficiente y con gustos definidos para adquirir un producto que satisfaga sus necesidades. Debe comprender la evolución de la demanda actual del bien, y el análisis de ciertas características y condiciones que sirvan para explicar su probable comportamiento a futuro.

Tipos de Productores	Cantidad de productores	Numero de hectáreas	Tipo de Cultivo
Pequeño			
Mediano			
Grande			

### 2.2.3 Análisis de la Oferta

En este apartado se debe describir de forma sencilla cual es la capacidad instalada del sistema de riego del proyecto, cantidad de metros cúbicos de agua por productor, numero de hectáreas y ciclo de cultivo. Con el fin de satisfacer las necesidades de agua del proyecto.

Se cuantifican las cantidades que suministran los productores del bien que se va a ofrecer en el mercado, se debe analizar las condiciones y capacidad de producción de las empresas productoras más importantes de la zona, se analiza la situación actual y futura, y se deberá proporcionar las bases para prever las posibilidades del proyecto en las condiciones de competencia existentes.

Tipo de Cultivo	Numero de Ha	Demanda unitaria	Demanda/ciclo	Demanda total
-----------------	--------------	------------------	---------------	---------------

### 2.2.4. Balance entre oferta y demanda hídrica

En este punto se compara la cantidad de productores del proyecto que requieren el servicio versus productores beneficiados con la ejecución del proyecto.

### 2.2.5. Análisis de precios y tarifas

Los ingresos para SENARA provienen de las tarifas que se cobran a los productores, se diferencian por tipo de tecnología de riego a utilizar en la operación del proyecto.

Ítem	Tarifa por Gravedad (¢/Ha/año)	Tarifa por bombeo (¢/m3)
Cuota Recuperación de Inversiones (CRI)		
Cuota Operación por Mantenimiento (COM)		
Total		

## 2.3. ANÁLISIS TÉCNICO

### 2.3.1 Tamaño

Con la información de oferta y demanda de agua para el proyecto, y el resto de la información del diagnóstico tendiente a determinar el déficit, se procede a la definición del tamaño del proyecto, que será aquel que permita eliminar o disminuir el déficit, considerando las alternativas de proyecto técnicamente factibles.

### 2.3.2. Localización del proyecto

En este tipo de proyectos de riego, la localización queda determinada por la zona productiva a beneficiar, detallando la región, provincia, cantón, distrito, poblado, coordenadas geográficas (anexar mapa de ubicación) y las fuentes de agua disponibles. Es posible, que dada la zona a beneficiar, más de una localización sea identificada, en ese caso, esas localizaciones alternativas deben ser pasadas a la etapa de evaluación, en la que se define cuál resultará seleccionada, en base a un análisis de costos y beneficios.

Es importante determinar las características y limitantes que presenta la situación productiva actual de la zona de influencia del proyecto y los servicios presentes que interesen al proyecto. Esta información sirve de base para definir la situación sin proyecto, que será a su vez, el punto de referencia sobre el cual se medirán y valorarán los beneficios directos del proyecto.

La caracterización de la situación productiva actual se obtiene -generalmente- mediante la realización de encuestas a los agricultores de la zona del proyecto, abarcando al menos los siguientes aspectos:

#### a) Tipo de productor<sup>4</sup>

Es posible definir tipos de agricultores en función del tamaño de su propiedad, explotación y nivel tecnológico utilizado. Si en el área del proyecto existen zonas de riego, se debe señalar los métodos de riego utilizados y su eficiencia de aplicación (relación entre el agua a la entrada de la finca y el agua que efectivamente queda retenida en la zona radicular)

En Costa Rica se han definido las Fincas Agropecuarias (el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) trabaja con esta categoría). Este concepto se refiere a la superficie total de los terrenos dedicados a los diferentes usos.

Estas fincas se diferencian por el régimen de tenencia, es decir, los acuerdos o derechos en virtud de los cuales el productor tiene o utiliza la tierra que conforma su finca agropecuaria. Una finca puede explotarse con arreglo a una o varias formas de tenencia, y en el caso de que sea más de una, se indica por separado la superficie de explotación bajo cada una de las formas de tenencia.

El tema se investiga especialmente a través del censo agropecuario y se divide la tenencia en las siguientes clases:

<sup>4</sup> Algunas definiciones y conceptos presentados en este capítulo, y en el capítulo 7, se basan en "Estudio análisis para el mejoramiento del proceso de evaluación de proyectos de riego. Tomo I: Análisis de la forma de aplicación del método del presupuesto y estandarización de su procedimiento de aplicación". Universidad de Chile. 2007. Estudio no publicado desarrollado por estos consultores para la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile.

- 1) Tierra con propietario registrado: productores que poseen título sobre la (tierra propia) y aquellos que aún sin título de propiedad son utilizadas por el productor sin pago de renta.
  - 2) Extensión de tierra de otras personas: arriendos y otras formas de pago por la propiedad.
- b) **Estructura de uso de suelos (cultivos y otras actividades) y demanda de agua**
- La estructura de cultivo y de otros usos como el pecuario, corresponde a la proporción que ocupan los diversos tipos de cultivos o la ganadería en una superficie determinada, durante la estación de lluvias y ocasionalmente en la época seca.
  - Si la zona de influencia del proyecto es extensa, es probable encontrar una gran variedad de tipos de suelos, tipos de productores e incluso, condiciones de clima que definen distintos agro-climas; por lo tanto, la estructura de cultivo puede ser distinta en cada finca. Para simplificar este análisis se recomienda definir "fincas modelo". Estas representan la explotación de un agricultor promedio de determinadas características (capacidad empresarial, nivel tecnológico y tamaño de la propiedad, entre otros), en función de las condiciones de clima y suelo presentes en su finca. El número de fincas modelo existentes será función del tipo de productor y de la variedad de condiciones de clima y suelo existentes en el área de influencia del proyecto.
  - Para cada finca modelo se define la estructura de cultivo, sus problemas fitosanitarios, densidades de siembra, estado de las plantaciones en base a la encuesta realizada en terreno, lo cual determinará por una parte, los costos agrícolas asociados y por otra, la demanda potencial de agua de la zona del proyecto.
  - En lo que respecta a la demanda actual de agua, ésta se determina en base a los requerimientos de agua para riego. La demanda de agua para riego se determina a nivel de fincas (demanda de agua de los cultivos), a nivel de bocatoma y de sistema de riego.

### 2.3.3. Área de influencia

En este tipo de proyectos de riego, la localización queda determinada por la zona productiva a beneficiar, detallando la región, provincia, cantón, distrito, poblado, coordenadas geográficas (anexar mapa de ubicación). Es posible, que dada la zona a beneficiar, más de una localización sea identificada, en ese caso, esas localizaciones alternativas deben ser pasadas a la etapa de evaluación, en la que se define cuál resultará seleccionada, en base a un análisis de costos y beneficios.

Es importante determinar las características y limitantes que presenta la situación productiva actual de la zona de influencia del proyecto y los servicios presentes que interesen al proyecto. Esta información sirve de base para definir la situación sin proyecto, que será a su vez, el punto de referencia sobre el cual se medirán y valorarán los beneficios directos del proyecto.

### 2.3.4. Análisis y estimación de la población objetivo

Identificado un problema o percibida una necesidad social, es necesario ahondar en su análisis para conocer adecuadamente la población asociada a dicha necesidad y determinar el tipo y cantidad de producto (bienes o servicios) requerido para su satisfacción. Para ello es necesario: a) Análisis de la población y b) Estimación de la población.

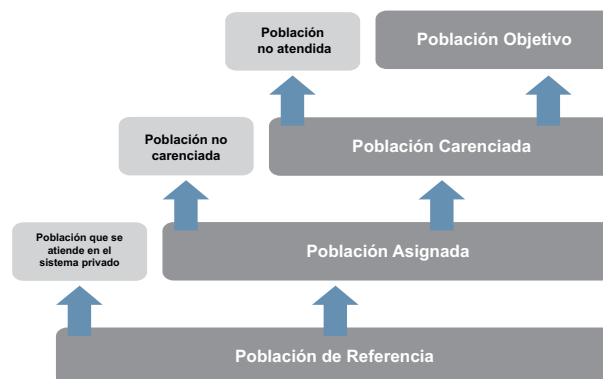
#### a) Análisis de la población

Identificar, caracterizar y cuantificar la "población carente" actual, delimitarla en una referencia geográfica, estimar su evolución para los próximos años y definir, en calidad y cantidad, los bienes o servicios necesarios para atenderla. Es el primer paso que nos permite conocer la demanda.

En el proceso de análisis para la determinación de la demanda social, podemos identificar, de mayor a menor, tres tipos de poblaciones:

- Población de Referencia: Es una cifra de población global, que tomamos como marco de referencia para cálculo, comparación y análisis de la demanda.
- Población Afectada: Es el segmento de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto (agua para fines agropecuarios con cierto nivel de seguridad). También llamada población carente.
- Población Objetivo: Es aquella parte de la población afectada a la que el proyecto, una vez examinados los criterios y restricciones, está en condiciones reales de atender.

Figura 2: Diferentes tipos de población



Fuente: ILPES/DPPI.

Naturalmente, el ideal es que la población objetivo sea igual a la población afectada. Es decir, que el proyecto pueda atender efectivamente a la totalidad de la población necesitada. No obstante, restricciones de índole tecnológica, financiera, cultural, institucional, de disponibilidad o cantidad del recurso en las fuentes (usos alternativos) generalmente hacen que la demanda supere la capacidad de atención. Por lo que esto hará necesario, aplicar criterios de factibilidad y definir prioridades para atender el porcentaje de población carente que permitan los recursos disponibles.

#### b) Definición del área de estudio

Aquí se explica como definir las áreas geográficas que delimitarán el análisis del problema detectado. La importancia de este análisis radica en que permite identificar los límites de referencia donde el problema afecta directa o indirectamente. Es decir, el área de estudio es aquella zona geográfica que sirve de referencia para contextualizar el problema, entrega los límites para el análisis y facilita su ejecución.

En este punto se entregan algunos elementos fundamentales en la definición del área de estudio. En primer lugar, se analizan los factores a considerar en la definición de ésta y, en segundo lugar, se dan las pautas a seguir para la construcción de un mapa de localización que permita visualizar claramente el área de estudio y sus principales características.

Definir claramente el área de estudio facilita en gran medida la elaboración de un buen diagnóstico. Esta área es la que precisa, en primera instancia, los límites geográficos para cuantificar y dimensionar el problema en estudio.

Para proceder al análisis de un problema, éste debe circunscribirse, previamente a un área geográfica determinada. Para ello, se deben tener en cuenta algunas consideraciones:

Generalmente un problema se manifiesta en una comunidad determinada y responde a una necesidad de los habitantes de esa comunidad. La cual, solicita ante los organismos competentes la ejecución de acciones tendientes a la solución del problema. En este caso, cuando la detección del problema proviene de una comunidad organizada, puede identificarse fácilmente el área directamente afectada por el mismo, la cual puede corresponder a una localidad, un barrio o sector, o a una agrupación de barrios o sectores.

En otros casos, la delimitación del área afectada por el problema no es tan simple, ya que no existen, por ejemplo, límites claramente definidos entre localidades o sectores, o simplemente no se tiene referencia del nivel espacial del alcance del problema o necesidad que manifiesta la comunidad. En estos casos deben utilizarse criterios que permitan hacer una correcta delimitación del área afectada por el problema.

Un área funciona como una unidad urbana homogénea cuando se dan una o varias de las siguientes características:

- Condiciones socioeconómicas de la población y características físico-espaciales homogéneas.
- La delimitación del área responde a un ámbito de actuación de una asociación de vecinos. (Criterio para aplicar en áreas densamente pobladas).
- Constituye un área previamente planificada para el funcionamiento como unidad urbana.
- Constituye una localidad rural, Posee límites naturales (cursos de agua, topografías, etc.) y/o límites físico-espaciales (vías de jerarquía superior, grandes equipamientos urbanos tales como parques, áreas industriales, etc.)
- Corresponde a una zona aislada.
- Cualquier otro tipo de criterio pertinente.

#### 2.3.5 Mapa del área de estudio

Una vez que se han analizado los puntos mencionados anteriormente, se debe llevar toda esta información a un mapa del área de estudio. Deben quedar reflejados los siguientes datos:

- 1) Los límites del área de estudio. Indicar cada uno de los límites identificados, especificando de que tipo de límite se trata (accidente geográfico, límite administrativo, límite urbano, etc.)
- 2) La ubicación de establecimientos del proyecto. Señalar cada uno de los establecimientos de la red identificada. Cuando sea posible, indicar además las distancias entre establecimientos en términos de tiempo de recorrido.
- 3) La ubicación de la población. Señalar la ubicación de los distintos grupos poblacionales identificados, así como su clasificación socioeconómica si es posible. Esto puede hacerse a nivel de unidades vecinales u otro tipo de zonas.
- 4) Las vías de acceso. Representar y describir las principales vías de comunicación, carreteras y caminos de acceso y su transitabilidad en la época seca y la estación de lluvias, que utilizan los distintos grupos poblacionales afectados por el problema.

Es la base sobre la que se levantará los escenarios de situación actual optimizada y situación con proyecto para cada una de las alternativas a evaluar. Se requiere obtención de información general, captura de información primaria, y estudios de suelos, agroclima, hidrología, situación agrícola, pecuaria, ambiental y socio-económica.

En los proyectos de riego se deben recopilar antecedentes tales como la existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y

perspectivas de desarrollo a futuro, características de la organización y de las negociaciones en conflictos agrarios (Ejemplo en asentamientos del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA)) entre otras. Este análisis general debe ser previo a la captura de información primaria, de hecho con estos antecedentes generales se delimita el universo sobre el que se trabajará en captura de información; así también delimitará la información que se requerirá recabar para el análisis técnico y que se describe en ese capítulo.

Dentro de los antecedentes iniciales (sobre los que se profundiza en capítulos posteriores) se debe recopilar información sobre:

- i) Consideraciones de orden legal y administrativas: condición jurídica de los terrenos donde se construirán las obras. En este punto se profundiza en el capítulo de Análisis legal y administrativo.
- ii) Características generales de los beneficiarios; Efectuar un análisis FODA de la SUA y la posibilidad de realizar aportes, existencia de organizaciones de los beneficiarios en torno a los recursos hídricos (Ej.: sociedades de usuarios), la tierra o de otra naturaleza, situación de la tenencia de la tierra y concesiones de agua. Este punto se profundiza en 1.3.6, análisis de los involucrados.
- iii) Programas de apoyo; se refiere a iniciativas de apoyo a la producción agrícola y pecuaria que desarrollan instituciones públicas (Ejemplo: Instituto de Desarrollo Agrario (IDA)) y privadas en el área del proyecto, tales como: transferencia tecnológica, investigación y apoyo crediticio.

La información bibliográfica referida a los aspectos agroeconómicos se debe obtener de la revisión de publicaciones de instituciones como: SENARA, Universidades, IMN, Sociedades de Usuarios de Agua, Instituto Nacional de Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencias de Servicios Agropecuarios (ASAS) (con "extensionistas" del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)).

Es necesario efectuar visitas a terreno, orientadas a la recopilación de antecedentes y para interiorizarse de la realidad actual que presenta el área del proyecto. En esas visitas se debe tomar contacto con autoridades del sector agropecuario, Sociedades de Usuarios de Agua, y otras instituciones públicas y privadas de la zona. El objetivo de esta captura general de información con base en entrevistas, es conocer las tendencias locales de producción, mercados, adopción de tecnología por parte de los usuarios, entre otros aspectos; lo que resulta de utilidad para la construcción de las curvas de adopción tecnológica y tasas de incorporación al riego que se detallan más adelante (Definición de la situación con proyecto).

### 2.3.6. Demanda de agua de los cultivos

La demanda de agua de los cultivos se obtiene a través de su evapotranspiración real que corresponde al agua que requiere un cultivo para realizar sus procesos fisiológicos (formación de tejidos y transpiración) más aquella que se evapora en el terreno circundante a él.

La evapotranspiración real de un cultivo se obtiene de la siguiente expresión:

$$ETr = Kc \times ETo$$

Donde;

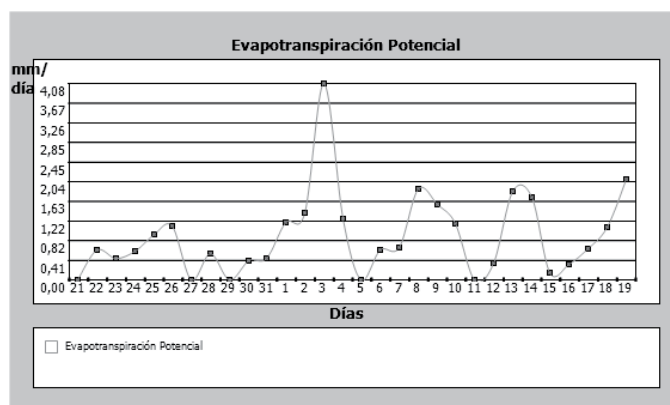
ETr = Evapotranspiración real del cultivo (mm por mes o por día)

Kc = Coeficiente característico de cada cultivo. Es variable a través del tiempo según la etapa de desarrollo fisiológico del cultivo.

ETo = Evapotranspiración potencial. Es una cifra referencial que corresponde a la demanda hídrica de un cultivo bajo y denso. Por lo general, la literatura indica una pradera de trébol, sin limitaciones de manejo sanitario ni de disponibilidad de agua.

Las ETo se miden por áreas geográficas en estaciones de medición. A modo de ejemplo, se muestra una serie estadística de evapotranspiración potencial medida en una estación de medición.

Figura 3: Ejemplo de serie estadística de evapotranspiración



La ET potencial también se puede calcular a partir de fórmulas que relacionan algunas variables climáticas (esto se describe en el manual 56 de la FAO). Para llevar la ET potencial a real, se usa el factor Kc que está tabulado en este mismo manual.

Para determinar la demanda de agua de los cultivos de una área determinada se requiere conocer además, la estructura de cultivos y la eficiencia de aplicación de los métodos de riego utilizados. Con esta información se determinan las tasas de riego.

La ecuación que relaciona la tasa de riego con la evapotranspiración real, precipitaciones efectivas y eficiencia de riego es la siguiente:

$$Tr = \sum_{i=1}^n \frac{(Etri - Pe) \times Pi \times f}{Nri}$$

Donde;

Tr	= Tasa de riego en litros/seg/ha
Etri	= Evapotranspiración real del cultivo i
Pe	= Precipitación efectiva en mm/mes
Pi	= Ponderación del cultivo i
F	= factor de conversión de unidades = 1/259,2
Nri	= Eficiencia de aplicación del método de riego asociado al cultivo i <sup>5</sup>
N	= número de cultivos

La tasa de riego considera la demanda de agua de la estructura de cultivo por sobre sus necesidades netas e incluye por tanto, los excedentes asociados a la ineficiencia propia de las tecnologías de riego a nivel de finca. Las necesidades netas de los cultivos corresponden a la evapotranspiración real, ajustada por los aportes de las precipitaciones que quedan almacenadas en el suelo y en la zona radicular de los cultivos (precipitación efectiva).

Con las tasas de riego estimadas, se puede determinar el volumen total de agua requerida por los cultivos en el área a nivel de fincas.

El volumen anterior puede ser determinado para la actual estructura de cultivos o para la propuesta en la situación con proyecto, lo que podría significar un déficit, aunque en los meses de abundantes precipitaciones es posible que no exista tal déficit (si es que existe posibilidad de almacenamiento, lo que puede no ser efectivo en algunos proyectos). En la aplicación de este método a la estructura de cultivos futura esperada, de la situación con proyecto, si se identifica demanda de seguridad hídrica por una mayor cantidad de agua, podría significar un déficit con mayor probabilidad.

### 2.3.7. Disponibilidad de agua para el proyecto (Oferta)

A partir de la información recolectada, se debe realizar un análisis de la oferta del recurso hídrico para fines de riego. Por lo que se debe considerar:

- Identificación de las fuentes de agua utilizadas por los productores actualmente, incorporando todos los aportes (ríos y precipitaciones) Caracterizadas en relación a

5 *Corresponde a la relación que existe entre el agua a la entrada de la finca y el agua que efectivamente queda retenida en la zona. Este parámetro indica cuánta agua del volumen total que se aplica por unidad de superficie se utiliza para regar el suelo. La eficiencia con que los agricultores aplican su dotación de agua de riego a sus suelos depende de dos factores: el manejo del agua durante el riego y las características hídricas del suelo que se está regando.*

volúmenes captados.

- Infraestructura de riego: obras de captación, red de canales, tanques de regulación nocturna, sistemas presurizados (Utilizados para proyectos en pequeñas áreas de riego) drenajes, incluyendo un diagnóstico del estado en que se encuentran.
- Operación y mantenimiento del sistema de riego: revestimiento de canales, técnicas de riego, determinación de eficiencias, costos de operación y de mantenimiento del sistema.
- Capacidad y estado de conservación de la infraestructura de riego existente; identificar las técnicas de riego utilizadas y determinar la eficiencia con la que actualmente se efectúa el riego; los costos de operación y mantenimiento en que se incurren. Se deben identificar las ineficiencias técnicas en los mecanismos de provisión utilizados. Es probable que una restricción de oferta sea producto de una ineficiencia en conducción y distribución o en el tipo de riego

Operación de la organización de usuario existente y su funcionamiento, buscando identificar posibles ineficiencias en el mecanismo de asignación (una posible causa de déficit podría ser en la gestión de la unidad encargada) o en aspectos económicos como la inadecuada tarificación del servicio

El objetivo es conocer mes a mes, la oferta de agua disponible, es decir, los caudales en (lt/s u otra medida), en las bocatomas de las obras de distribución.

### 2.3.8. Demanda insatisfecha del Proyecto

Las proyecciones de demanda y oferta permiten obtener el déficit, o demanda insatisfecha. Esto es: la diferencia entre la cantidad demandada de agua, y la oferta.

Normalmente la proyección de demanda de agua puede ser creciente, en la medida que se considere en la proyección aumentos en la superficie de cultivo o cambios en la estructura de cultivos (hacia cultivos que requieren mayor cantidad de agua o mayor seguridad de riego).

En el caso de la oferta, de no haber proyectos complementarios en marcha, que razonablemente se estime que se puedan llevar a cabo, la cantidad de agua ofertada podría permanecer constante a lo largo del tiempo. De ser así, el déficit o necesidad insatisfecha debería ser creciente en el tiempo, si es que la demanda se proyectó de forma también creciente.

### 2.3.9. Componentes del Proyecto.

Los componentes son agrupaciones temáticas en que se puede subdividir un proyecto, mediante la reunión de las actividades comunes que tienen el propósito de alcanzar un producto específico o resultado.

Las acciones que se identifican en el árbol de objetivos de un proyecto de riego, se pueden agrupar en categorías o temáticas de: infraestructura, capacitación y transferencia tecnológica.

Cada uno de estos grupos o componentes del proyecto, se puede relacionar la organización y la estructura organizacional necesaria para el desarrollo del proyecto. A modo de ejemplo, si se identifican como necesarias las componentes antes mencionadas (infraestructura, capacitación y transferencia tecnológica) considerando la muy diferente naturaleza de estas 3 componentes, se podrían designar responsables distintos para cada una de ellas, todos reportando al responsable del proyecto en su conjunto.

### 2.3.10. Tecnología

Se deberá describir los Protocolos y procedimientos de prestación (algunos son definidos a lo interno de la SUA) que conllevan el servicio; así como la tecnología que se utilizará en la construcción y operación del proyecto.

Más allá de las alternativas identificadas en el análisis del árbol de objetivos, a través de los medios y acciones, será necesario analizar sub alternativas tecnológicas tales como: alternativas de materiales para la construcción del proyecto dependiendo del tamaño de la obra, y de su capacidad de generar agua para riego, se podrán identificar alternativas técnicas de riego a implementar por los productores.

Las alternativas tecnológicas de riego (aspersión o por goteo) que se analicen, deberán cumplir, no solo con satisfacer la demanda establecida cerrando así el déficit (o reduciéndolo) sino además deberán cumplir con los requerimientos que se deriven del análisis ambiental y el de riesgo a desastres que se presentan más adelante en los puntos 2.4 y 2.5.

### 2.3.11. Ingeniería:

La ingeniería está relacionada con los aspectos técnicos del proyecto, de este estudio se derivan las necesidades de equipo y maquinaria. La ingeniería consiste en realizar una serie de actividades que tienen por objeto obtener información necesaria para la adopción de los procesos de producción adecuados, se debe seleccionar la tecnología a utilizar incluyendo técnicas, procesos y prácticas, además se debe determinar los insumos, materias primas y obras civiles.

Una vez que se determinan las obras civiles es necesario especificar la maquinaria y equipo que se utilizara en el proyecto, esto con el fin de determinar el volumen de la inversión en este rubro.

### 2.3.12. Costos de proyecto:

En este apartado se deben los costos de inversión, operación y mantenimiento de las obras, durante los años que corresponda.

#### Costos de Inversión:

Son las inversiones de riego necesarias para la puesta en marcha del proyecto, estas inversiones son estimadas por los ingenieros agrícolas y/o civiles en la sección técnica del documento de factibilidad y que se detallan a continuación:

- Construcción de obras civiles: Estas son divididas en tres partes: la conducción principal, la red de distribución y el riego parcelario, corresponden a los costos de construcción de embalses; canales de riego (matrices, derivados y sub derivados), con sus obras de diseño asociadas (bocatomas, sifones, puentes, entre otras) y revestimientos.
- Valor de los terrenos: Corresponden al costo de oportunidad de los terrenos para la ejecución y operación del proyecto, por ejemplo, los que serán inundados con la construcción de un embalse o que serán ocupados por los canales de riego o drenes que se construyan.
- Ingeniería y administración: En esta categoría se incluyen todas las actividades y recursos humanos para administrar e inspeccionar la construcción, montaje y puesta en marcha de las obras civiles, así como la supervisión de los servicios de ingeniería del proyecto durante la operación del mismo.
- Maquinaria y Equipo: Se incluye el equipamiento, como lo son instrumentos, mobiliario, máquinas, herramientas y vehículos, necesarios para la operación del proyecto y que se encuentran definidos en el estudio técnico e ingeniería.
- Imprevistos: Se toma en cuenta todo imprevisto, específicamente para cubrir contingencias físicas durante la ejecución y operación del proyecto, mismo que no será mayor al 10%.
- Costos asociados a la reducción de riesgos que se determinen como necesarios en el análisis de riesgo a desastres

### Resumen de costos de inversión

Rubros	Costos de inversión
Construcción de obras civiles	
Valor de los terrenos	
Ingeniería y administración	
Maquinaria y Equipo	
Reducción de riesgos	
Medidas de mitigación	
Imprevistos	
Otros	
<b>Costo total de inversión</b>	

### Costos de Operación

Son los costos necesarios en que se debe incurrir para mantener y operar los activos generados por el proyecto, dentro de los cuales se pueden incluir los siguientes: de producción, administrativos y otros costos.

- Costos de Producción: Este rubro corresponde a la estructura de costos de producción de la o las diferentes actividades agropecuarias propuestas para el proyecto bajo riego. El cuadro que se presenta corresponde al desglose de los costos de producción de cada actividad productiva.
- Costos Administrativos: Es el desglose de gastos en los que incurre la S.U.A para la administración de los recursos y la gestión contable del proyecto, dentro de los que se encuentran: papelería, artículos de oficina, cargas sociales, salarios, seguros etc.
- Otros Costos: Se contabiliza el pago de canon. Se presenta un cuadro con el costo de agua según el rango de litros por segundo. Otros cuadros con los cálculos de la depreciación, cálculo de la amortización y los intereses del préstamo según el plazo definido para la vida útil del proyecto y capital de trabajo.
- Gastos financieros: costo por el financiamiento del proyecto.

### Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento de las obras de riego corresponden a los honorarios del personal o servicios contratados, encargado de las inspecciones técnicas periódicas, las labores de mantenimiento y conservación, tales como: limpieza de canales, drenes y embalses, consumo de energía. Los costos de conservación contemplan gastos en personal, equipos y materiales de forma tal que se pueda ir conservando y/o reparando la obra ante posibles deterioros debido al clima, sismos, o por la acción

propia del uso a lo largo del tiempo. El objetivo de estas actividades es mantener el sistema en condiciones óptimas para su operación.

### Resumen de Costos de operación y mantenimiento

Rubros	Costos de operación y mantenimiento
-Costos de operación	
	Costos de producción
	Costos de administración
	Costos financieros
	Otros costos
-Costos de mantenimiento	
<b>Costo total de operación y mantenimiento.</b>	

#### 2.3.13. Criterio de la comunidad: análisis de involucrados.

El análisis de involucrados es un ámbito dentro de la preparación y evaluación de proyectos que nos permite conocer los comportamientos que seguirán, en diferentes momentos quienes están relacionados con un proyecto. Este análisis considera no solo a los beneficiarios (productores agropecuarios) tratados en el punto anterior, sino a todas las personas y las organizaciones, públicas o privadas relacionadas con el proyecto.

Los beneficios de este análisis son: fijar estrategias a seguir de acuerdo con los resultados del análisis con cada involucrado e identificar cual alternativa de solución es mejor recibida por ellos.

En la etapa de planeación de un proyecto este análisis de involucrados puede jugar un rol importante en la comprensión de estas dinámicas. El cuidado que se preste a esto puede significar en parte el éxito o fracaso del proyecto. Es en esta etapa donde se debe detectar como se movilizarán los distintos actores según sus intereses y por lo tanto los enfoques participativos son fundamentales para obtener mayor certidumbre.

El paso de una posición neutra a otra de compromiso (movilización de los actores) no se manifiestan hasta la ejecución del proyecto. La dificultad de esto es que si hay mucha resistencia de parte de los involucrados, puede obligar a cambios en el proyecto.

Esto significa introducir modificaciones a algo ya establecido y acordado, lo que puede tener incidencias sobre los costos del proyecto o puede significar mermas en la satisfacción que pretende el proyecto. Por lo tanto, avistar tempranamente las posición que adoptará cada involucrado permite que sea más fácil la gestión futura de quién dirija el proyecto.

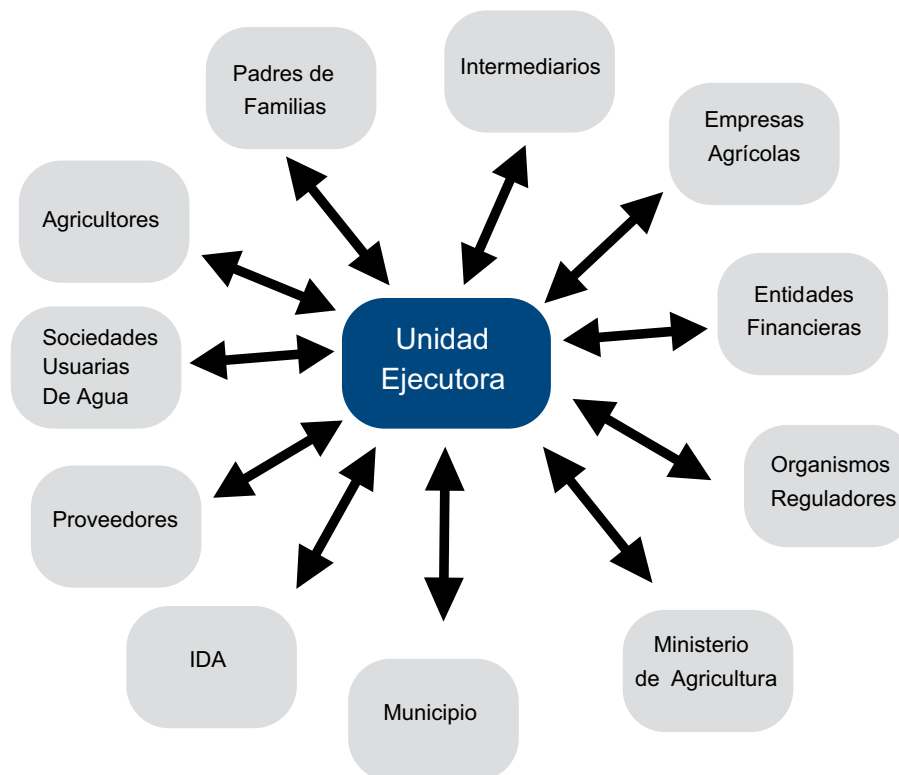
Para este tipo de análisis de involucrados se pueden seguir los pasos siguientes:

- 1) Identificar involucrados.
- 2) Clasificar involucrados.
- 3) Definir para cada uno:
  - Posición.
  - Fuerza.
  - Intensidad del involucrado.
- 4) Comparar alternativas.
- 5) Generar estrategias.

Descripción de los pasos para el análisis de involucrados.

- i) Identificar los involucrados: Esto significa conocer que actor se movilizará en relación al proyecto, no sólo debe tenerse en cuenta la posición actual, sino que debe también considerarse la futura. Es conveniente utilizar un listado de actores, el que se puede obtener a partir del conocimiento del grupo que está haciendo el proyecto o, utilizando un análisis de relaciones de acuerdo con el diseño del proyecto, generar una lista de actores. Una vez hecho el listado es recomendable expresarlo en un diagrama (ver figura 4).
- El diagrama permite visualizar los distintos actores involucrados y cuáles podrían ser las categorías de actores a utilizar dependiendo de las características comunes de cada actor.
- ii) Clasificar los involucrados; significa agruparlos de acuerdo a ciertas características como: si pertenecen a instituciones públicas, privados, organizaciones o la relación que tengan con el proyecto si se refiere al entorno o si son internos al proyecto (contratistas y empleados). Si están cercanos o lejanos al proyecto y toda otra característica que pueda ser de utilidad.
  - iii) Definir posición; esto indicará cuál es el apoyo u oposición al proyecto o alternativa de proyecto por parte del involucrado, se utilizará signo positivo o negativo en la comparación de las alternativas.
  - iv) Definir fuerza; esto se hace de acuerdo al involucrado y su poder para afectar el proyecto. Esto nos muestra la importancia que el involucrado tiene para el proyecto.
  - v) Definir intensidad; indica el grado de involucramiento que se tenga con el proyecto, es la importancia que el involucrado le da al proyecto.
  - vi) Comparación de alternativas; para esto se construye un análisis de Fuerza e Intensidad para cada involucrado en cada alternativa, lo que permite tener una aproximación sobre la alternativa que tiene más apoyo.
  - vii) Generar estrategias; significa que con la información que se obtiene de la comparación entre alternativas, dependiendo del interés de quién realice o beneficie el proyecto, se deben

**Figura 4: Identificación de involucrados**



diseñar acciones que permitan algún nivel de convergencia, acuerdo o mayor aceptación de una alternativa frente a otras.

Este análisis no debe entenderse como estático, debe considerar todas las fases del ciclo del proyecto. Por otra parte, un buen análisis permite los enfoques participativos desde el inicio de la planeación del proyecto.

## 2.4. ANÁLISIS DE RIESGO A DESASTRES.

El análisis de riesgo a desastres parte de la revisión de la situación del sitio geográfico escogido del proyecto, considerando la alternativa seleccionada, la definición del área de influencia y la posible localización geográfica del proyecto. El objetivo es determinar los riesgos a desastres ante posibles amenazas del sitio seleccionado como las vulnerabilidades del entorno y aquellas que puede generar la propia intervención del proyecto. El propósito es identificar las amenazas y vulnerabilidades que puede ocasionar riesgo a desastres, así como el establecimiento de las medidas de mitigación que requieren ser asumidas para reducir el riesgo y con ello garantizar la “seguridad, calidad y la sostenibilidad en el tiempo y el espacio” de la inversión, con el fin de obtener los bienes y servicios que se plantea alcanzar con la ejecución del proyecto.

La identificación de los peligros o amenazas y la vulnerabilidad del sitio, sean estos orientados a la reducción por eventos naturales, socio-naturales, antrópicos y tecnológicos, requiere de intervenciones de prevención y mitigación de los impactos a que está expuesto y de los que podría producir el proyecto. Este análisis conlleva en primera instancia, la determinación de las probabilidades de riesgo a desastres de acuerdo con la tipología para Costa Rica que se hace presente en el área de influencia del proyecto, proceso que se conoce como emplazamiento del sitio.

El propósito es identificar las inversiones requeridas, calcular los costos y beneficios que implica mantener la vida útil de los bienes o servicios, no generar daños adicionales a la población y su patrimonio, evitar posibles sobrecostos de mantenimiento y reparación, y garantizar el cumplimiento de los objetivos para los cuales fue concebido el proyecto.

La identificación de riesgo a desastres se debe realizar al inicio del proyecto cuando se identifica el área de influencia y se ha definido el sitio del mismo, aspectos que debe ser considerados en las diferentes fases de análisis del proyecto, como el ambiental, técnico, mercado, legal y administrativo, entre otros.

En Estudios a nivel de perfil el análisis de riesgo a desastres debe seguir lo estipulado en la “Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inver-

sión pública” de MIDEPLAN<sup>6</sup>, en sus modificaciones posteriores y en las Normas Técnicas, Lineamientos y Procedimientos de Inversión Pública que establece anualmente MIDEPLAN. Para estudios de pre factibilidad y factibilidad deben realizarse los estudios específicos dependiendo del tipo de obra que contemple el proyecto.

### 2.4.1 Análisis de emplazamiento de sitio

Existen metodologías que facilitan la identificación de los peligros naturales o socio-naturales, por lo que recomendamos utilizar la “Matriz de Análisis de Emplazamiento de Sitio a Amenazas Naturales y Socio-naturales para un Proyecto de Inversión Costa Rica”, elaborada por el Área de Inversiones del MIDEPLAN, con el apoyo de la Unidad de Planificación Institucional de la CNE<sup>7</sup>, la cual consiste en una guía para valorar los principales eventos de amenazas del país e indicadores; permitiendo con su aplicación una valoración del sitio a través de indicadores referentes que facilita las condiciones para el análisis de vulnerabilidad del proyecto.

El resultado de análisis de emplazamiento de sitio del proyecto debe ser complementado con el estudio de amenazas (tecnológicas y endógenas) que puede generar el propio proyecto o bien por su exposición a las mismas.

Análisis para proyectos de riego

En el caso de proyectos de riego, el análisis de emplazamiento debe considerar todas las variables definidas en la Matriz antes mencionada. Sin embargo es particularmente relevante en la fase de inversión analizar:

La probabilidad de deslizamientos o deslaves es particularmente relevante en la etapa de construcción de los canales de riego. Por lo tanto si el proyecto involucra estas obras, se deberán analizar por lo tanto todas las variables definidas en la “Matriz de Análisis de Emplazamiento de Sitio a Amenazas Naturales y Socio-naturales para un Proyecto de Inversión Costa Rica” para definir esta probabilidad: Evidencias de deslizamientos previos, tipo de suelos, pendiente del terreno registro histórico de precipitaciones, antecedentes de movimientos sísmicos y vegetación predominante.

6 Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Área de Inversiones Públicas. Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública: Costa Rica / Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. San José, CR: MIDEPLAN, 2010.

7 Matriz de análisis de emplazamiento de sitio a amenazas de desastre para Costa Rica es un instrumento elaborado, considerando experiencias desarrolladas por la Universidad de Ingeniería en Nicaragua, el MEF / Perú y la Unidad de Preinversión de SEGEPLAN en Guatemala.

También el emplazamiento de estas obras de construcción de presas y canales, debe considerar las probabilidades de riesgos sísmicos y volcánicos, de inundaciones y avalanchas hídricas.

Por la naturaleza de las obras en la etapa de inversión, si bien se deben analizar, son menos incidentes los riesgos asociados a sequías y riesgos eólicos.

Respecto a la etapa de operación:

Siguen siendo válidos los riesgos identificados precedentemente para la etapa de inversión, pero adquieren mayor relevancia los riesgos asociados a inundaciones o sequías, y avalanchas hídricas.

A modo ilustrativo:

La Comisión Económica para Latinoamérica y el Caribe – CEPAL realizó una valoración de daños económicos, sociales y ambientales de la Tormenta Noel en República Dominicana en el año 2007. Se determinó que los sectores más afectados fueron: agricultura (siendo los agricultores los beneficiarios de este tipo de proyectos), electricidad, agua potable y saneamiento básico. La infraestructura relacionada con el recurso hídrico, transporte y energía fue particularmente afectada, impactando a sectores relevantes como agricultura, energía, agua potable y alcantarillado.

Extraído de [www.indrhi.gob.do](http://www.indrhi.gob.do)

#### 2.4.2 Identificación de vulnerabilidades

El análisis del emplazamiento de sitio del proyecto, nos da las condiciones para realizar la identificación de las vulnerabilidades que presenta el proyecto, y consecuentemente definir las gestiones que deben ser llevadas a cabo (como parte del proyecto) para gestionar esos riesgos:

- a) Gestión prospectiva: es el proceso a través del cual se adoptan con anticipación medidas o acciones de planificación orientadas a reducir la generación de nuevas vulnerabilidades o peligros.
- b) Gestión correctiva: son las medidas o acciones de anticipación que buscan reducir la vulnerabilidad existente del proyecto. A modo de ejemplo: reubicación de comunidades en riesgo, reconstrucción de edificaciones vulnerables, construcción de diques y muros, limpieza de canales, dragados continuos de ríos, así como acciones de capacitación, participación y concertación.
- c) Gestión reactiva: constituyen las alternativas o actividades que se orientan a la reposición y dar respuesta a los daños sufridos como producto del evento generador del desastre.

#### 2.4.3 Cuantificación de riesgo a desastres del proyecto

Es la valoración de probabilidades de pérdidas y daños a los cuales se podría enfrentar el proyecto como producto de las vulnerabilidades existentes al materializarse el evento o peligro de amenaza. Las probabilidades están relacionadas con posibles daños o pérdidas humanas, materiales, infraestructura, ambientales y servicios, entre otros.

En este sentido, se facilita cuantificar las posibles pérdidas y daños que se podrían presentar ante un posible evento generador del desastre. Estas pérdidas, desde un punto de vista económico, pueden estimarse como:

Pérdidas esperadas = Probabilidad del evento \* Monto de los daños o pérdidas

En el caso de riego, un desastre posible durante la etapa de operación del proyecto es el de inundación, debido a lluvias que excedan la capacidad de la obra. Este costo podría cuantificarse a partir del periodo de recurrencia de una lluvia de esa magnitud. Por ejemplo: si se trata de un periodo de recurrencia de 100 años (cada 100 años ocurren lluvias de esa magnitud), la probabilidad será 1/100. Luego la pérdida esperada será el producto de dicha probabilidad, por el daño económico que se le causaría a la agricultura, el comercio, y las familias en caso de inundación.

Otro desastre posible es la ocurrencia de deslizamientos, eventos sísmicos y volcánicos, inundaciones y avalanchas hídricas los que son de particular impacto si se generan durante la etapa de inversión del proyecto

#### 2.4.4 Alternativas de reducción de riesgos

Este tipo de eventos, en particular los recién señalados para la etapa de inversión, debiesen minimizarse mediante una adecuada localización, y si el emplazamiento seleccionado aún estuviera bajo estos riesgos, entonces debiesen estar considerados en el diseño de Ingeniería, de forma de minimizar los efectos durante la operación del proyecto.

A modo de ejemplo: en un proyecto de riego, una alternativa podría ser reforzar las bases y fundaciones de la presa de derivación con estándares por sobre lo estrictamente exigido por las normas, o construir obras anexas como lagunas de disipación de energía para el control de posibles inundaciones en la zona.

#### 2.4.5 Costos y beneficios por mitigación

De acuerdo a las alternativas establecidas, cada una de ellas se cuantificará para definir los costos de inversión, operación y los beneficios tendientes a reducir los efectos de las amenazas identificadas en el proyecto.

Esta cuantificación son los insumos que se considerarán con los otros costos y beneficios del proyecto, en la elaboración del flujo de fondos, para realizar las evaluaciones: financiera, costos y económico-social del proyecto; con el propósito de conocer la calidad del mismo y su importancia en el desarrollo nacional.

## 2.5. ANÁLISIS AMBIENTAL

En el proceso de análisis o de evaluación de impacto ambiental las instituciones deben identificar los impactos que el proyecto podría generar en el ambiente, así como las medidas de intervención que dichos impactos requerirían y sus costos, los cuales deben ser llevados a las evaluaciones: financiera, costos y económica social del proyecto. Esto permite minimizar errores de estimación de costos, escoger las alternativas que más se adecuan al medio ambiente para asegurar la armonización del proyecto con la protección de los recursos naturales.

La metodología que se debe utilizar para identificar y valorar los impactos corresponde a la indicada en el Decreto Ejecutivo 32966 Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Anexo 2 “Instructivo para la Valoración de Impactos Ambientales”, donde se establece la elaboración de la Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA) que corresponde a un resumen claro de los efectos del proyecto y su significancia. La metodología puede aplicarse a cualquiera de las etapas de la fase de preinversión; la diferencia en el producto que se obtiene radica en el tipo, fuente y calidad de la información que se utiliza para analizar los impactos del proyecto y el tiempo dedicado a realizar el estudio.

La viabilidad ambiental potencial (VAP) del proyecto en la preinversión, es otorgada por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y los estudios deben contener la siguiente información:

Si el proyecto se encuentra en etapa de perfil, se debe:

- Categorizar el proyecto de acuerdo con su Impacto Ambiental Potencial (IAP) y en caso de que el proyecto requiera únicamente el perfil para su ejecución deberá presentar la viabilidad ambiental aprobada por SETENA.

Si el proyecto se encuentra en etapa de prefactibilidad, se debe:

- Elaborar los estudios requeridos para completar el Documento D1 o D2 dependiendo de la categoría del IAP (incluirlo como anexo al estudio del proyecto).
- Presentar el D1 o D2 a SETENA para su análisis y evaluación.
- Presentar el resultado de la calificación de Significancia de Impacto Ambiental que emite dicha institución, donde se especifica el documento a elaborar para obtener la viabilidad ambiental (Declaración Jurada de

Compromisos Ambientales (DJCA), Pronóstico - Plan de Gestión Ambiental (P-PGA) o Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

Si el proyecto se encuentra en etapa de factibilidad, se debe:

- Elaborar la DJCA, P-PGA o EsIA de acuerdo con la resolución de SETENA en la etapa de prefactibilidad (incluirlo como anexo al estudio del proyecto).
- Someter el documento a evaluación de dicha institución y presentar la resolución donde acepta o rechaza la viabilidad ambiental del proyecto.

### 2.5.1. Identificación y valoración de impactos ambientales

El impacto ambiental se puede definir como el efecto que una actividad, obra o proyecto o alguna de sus acciones y componentes tiene sobre el ambiente o sus elementos constituyentes. Sus efectos pueden ser de tipo positivo o negativo, directo o indirecto, acumulativo o no, reversible o irreversible, extenso o limitado, entre otras características. Se diferencia del daño ambiental en la medida y el momento en que el impacto ambiental es evaluado en un proceso ex – ante, de forma tal que puedan considerarse aspectos de prevención, mitigación y compensación para disminuir su alcance en el ambiente (Decreto Ejecutivo 31849-MINAET-S-MOPT-MAG-MEIC).

La identificación y valoración de los impactos ambientales debe realizarse de acuerdo con la metodología que se especifica en el Decreto Ejecutivo 32966-MINAET, Anexo 2; en la cual se identifican las actividades potencialmente impactantes en los factores ambientales potencialmente impactados, para el período de construcción y la fase de operación.

Los impactos se valoran de acuerdo con su importancia, la cual considera los siguientes elementos: naturaleza (impacto beneficioso o perjudicial), extensión (área de influencia), persistencia (permanencia del efecto), sinergia (potenciación de la manifestación), efecto, recuperabilidad, intensidad, momento, reversibilidad, acumulación y periodicidad. Esta valoración permite clasificar los impactos en irrelevantes o compatibles, moderados, severos y críticos.

### 2.5.2. Medidas mitigación y amortiguamiento.

Una vez valorados los impactos, se procede a determinar las medidas de intervención que se requerirá, de acuerdo con los lineamientos indicados en el Anexo 2 del Decreto Ejecutivo 32966 MINAET; donde se señala:

- a) Medidas protectoras que evitan la apariencia del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, traslado, tamaño, materias primas, entre otros).
- b) Medidas correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre:

- 1) Procesos productivos (técnicos, entre otros).
- 2) Condiciones de funcionamiento (filtros, insonorizaciones, normas de seguridad, entre otros).
- 3) Factores del medio como agente transmisor (auspiciar dispersión atmosférica, dilución, entre otros).
- 4) Factores del medio como agente receptor (aumento de caudal, oxigenación de las aguas, entre otros).
- 5) Otros parámetros (modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia).

c) Medidas compensatorias de impactos irrecuperables e inevitables, que no inciden en la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero sí pueden compensar de alguna manera, la alteración del factor (, creación de zonas verdes, entre otras).

Si se obtienen varias medidas para reducir o eliminar el impacto ambiental, se debe elegir la alternativa que mejor se ajuste al medio, ya que en términos de eficiencia (generación de beneficios directos contra costos ambientales) asegura en parte la preservación de esa medida. Adicionalmente, si las medidas no logran los efectos ambientales requeridos, es posible que se deban realizar algunos ajustes al proyecto que garanticen la sostenibilidad ambiental del mismo, es decir, modificar aspectos del estudio técnico (tamaño, localización o tecnología).

### 2.5.3. Costos de las medidas de mitigación y amortiguamiento

La estimación del costo de las medidas de intervención que se llevarán a cabo, se realizan de acuerdo con las exigencias del medio. Esto implica que la inversión debe considerar todos los costos de las modificaciones y obras complementarias y en las etapas de operación y mantenimiento todos aquellos costos relacionados con planes de monitoreo y obras adicionales, si fueran necesarias. Estos costos deben ser incorporados en las evaluaciones financiera y económico social, representando así, entre 5% a 10% del costo total del proyecto (dependiendo del tipo de proyecto), como parte de la responsabilidad ambiental y social que el Estado debe garantizar a los ciudadanos.

## 2.6. ANÁLISIS LEGAL Y ADMINISTRATIVO

Estos estudios indican claramente la planificación, programación de la ejecución del proyecto y la organización idónea que responda al marco legal existente para llevar a cabo el proyecto y se aplica durante su ejecución y operación.

### 2.6.1. Aspectos legales

El objetivo es lograr que el proyecto se adecue a las normas legales vigentes, así como identificar las características del marco legal relacionado con la implementación del proyecto. Es necesario revisar, analizar y evaluar la legislación existente relacionada con el proyecto (leyes, decretos, reglamentos, códigos,

normas, entre otras), requisitos legales (patentes, salud pública, laborales, municipales, ambientales, entre otros aspectos) que se consideren pertinentes para el proyecto.

Este análisis se debe hacer para evitar futuros problemas legales que impidan cumplir con la realización de las actividades. Se debe tener en cuenta al menos los siguientes cuerpos legales que regulan el uso del agua:

Ley de Aguas No. 276 del 26 de agosto de 1942, la que dispone y prioriza sus aprovechamientos; En la concesión de aprovechamientos especiales de aguas públicas, se observará según dicha ley, el siguiente orden de referencias:

- I) Cañerías para poblaciones cuyo control quede a cargo del Ministerio de Salubridad Pública.
  - II) Abastecimiento de poblaciones, servicio domésticos, abrevaderos, lecherías y baños.
  - III) Abastecimiento de ferrocarriles y medio de transporte.
  - IV) Desarrollo de fuerzas hidráulicas o hidroeléctricas para servicios públicos
  - V) Beneficios de café, trapiches, molinos y otras fábricas.
  - VI) Riego
  - VII) Desarrollo de fuerzas hidráulicas o hidroelectricidad para servicios particulares.
  - VIII) Canales de navegación; y
  - IX) Estanques para viveros.
- (Artículo 27 Ley de Aguas No. 276)

Además hay Leyes particulares sectoriales regulan los servicios públicos de agua, como la Ley del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (A y A) en materia de abastecimiento de agua para consumo humano (Ley No. 2766);, la Ley de creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en materia de abastecimiento de electricidad (Ley No. 449);, bajo el uso eficiente de la fuerzas hidráulicas y por último la institución más reciente, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), para el servicio de riego, materia de este guía (Ley No. 6877 del 4 de julio de 1983 y sus reformas.

La información sobre aprovechamiento de agua en concesiones o inscripción según corresponda, se encuentran en el Registro Nacional de Aprovechamiento de Aguas y cauces con un historial de 60 años de registro y administrado por el Departamento de Aguas.

También se debe considerar La Ley Orgánica del Ambiente No 7554: Promulgada el 04 de octubre de 1995, que declara que el agua es de dominio público, su conservación y su uso son de interés social. La misma Ley define que el agua es un bien de utilidad pública y su utilización para el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier uso. Esta utilización deberá primar en caso de que existiere conflicto sobre los usos del agua.

### 2.6.2. Organización y estructura administrativa

Se refiere a la estructura organizativa y administrativa que se requiere implementar para llevar a cabo el proyecto y el grado de responsabilidad y autoridad sobre el mismo, estableciendo un resumen de lo que implica la ejecución administrativa del proyecto, diseñar la estructura organizativa básica y ubicar la responsabilidad gerencial.

La etapa de ejecución del proyecto comprende las actividades relativas a la construcción de obras físicas y a las labores previas, incluyendo cómo se distribuyen las responsabilidades o divisiones de la entidad, describiendo cada una de las funciones y aportando el organigrama (si la construcción la lleva a cabo la administración).

En la etapa de operación del proyecto se debe hacer un detalle de los diferentes departamentos de la entidad que administrará el proyecto, indicando si se efectuará una implementación progresiva de la organización o se comenzará con la que será definitiva en sus lineamientos generales. Es útil presentar un organigrama para tener una visión completa de toda la organización.

En el caso de proyectos de riego, se deberá especificar al menos qué actividades en cada etapa son de responsabilidad de SENARA y cuáles de las Sociedades Usuarias de agua, deberes de las SUA, atribuciones que les compete a la asamblea general, conformación de la junta directiva (nombres, número de cédula de los integrantes de la junta directiva y el comité de vigilancia), responsabilidades del Juez de Agua o de alguna otra institución pública o privada.

### 2.6.3. Planificación y programación de la ejecución del proyecto

El proceso de planificación y programación de la ejecución del proyecto consiste en definir las actividades que requieren cada uno de los componentes del proyecto de acuerdo con los objetivos. Se prepara un listado de las actividades requeridas para ejecutar el proyecto y se define la secuencia de actividades para luego proceder a asignar los recursos humanos, el tiempo de ejecución y el costo de cada actividad. Se debe presentar un cronograma con el desglose de todas las actividades del proyecto.

### 2.6.4. Valoración de riesgos institucionales del proyecto (SEVRI)

El proyecto debe considerar lo relacionado con el Sistema Específico de Valoración del Riesgo Institucional (SEVRI), según las Directrices Generales de la Contraloría General de La República para el establecimiento y funcionamiento del SEVRI, publicado en la Gaceta 134 del 12 de julio de 2005. Se deben contemplar los siguientes aspectos:

- Identificación y valoración de los principales procesos del proyecto.
- Establecer los procedimientos para cada uno de los procesos identificados.
- Evaluar los procedimientos conforme al portafolio de riesgos.
- Definir la magnitud de riesgos y el orden de prioridad de atención de las actividades críticas del proyecto.
- Incorporar las alternativas de solución y el cálculo de los costos que conlleva la implementación de las actividades relacionadas con el SEVRI, lo cual debe considerarse en los costos, ingresos y beneficios.

# CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera se puede llevar a cabo desde dos puntos de vista:

Evaluación desde el punto de vista de SENARA como facilitador: este escenario significa estimar la rentabilidad del proyecto para los productores, con el objetivo de valorar la conveniencia para ellos de invertir en el proyecto. Resulta ser un tema relevante, debido a que el agua tendrá un costo para los agricultores, por tal razón esta inversión debe ayudar en el incremento de sus ingresos, más aún en el caso que el proyecto se ejecute vía concesión a inversionistas privados o en el caso que sea SENARA quien invierta y luego cobre por el servicio. Recordando que la evaluación es la que va a depender de la naturaleza, el tipo y la magnitud de cada

Evaluación desde el punto de vista de SENARA como ejecutor y responsable del proyecto: Es relevante para el análisis de la sustentabilidad del proyecto, analizando si las tarifas cubren o no los costos de inversión, operación y mantenimiento.

### 1.1.1 Senara como Facilitador:

En este escenario corresponde hacer un flujo financiero desde la perspectiva de que los productores donde el análisis se realiza bajo el concepto de beneficio incremental, para lo cual se desarrollan 3 escenarios, a saber: situación actual, situación propuesta y situación incremental. Donde se valora los ingresos de los productores por sus actividades agropecuarias, los costos de producción, mantenimiento asociado al sistema y demás rubros que valoren la actividad:

- A) Situación Actual: Es la situación económica actual de los beneficiarios, se muestra la proyección financiera sin proyecto.
- B) Situación Proyectada: Se refiere a la situación económica de los beneficiarios proyecta con la ejecución del proyecto. En este punto se toma en cuenta el 100% de la inversión, se refleja el flujo de caja incremental junto con el TIR incremental como indicador financiero, se establece el porcentaje de cobro para los beneficiarios del proyecto y el periodo de recuperación.
- C) Situación Proyectada final: Es la situación final con proyecto (con la inversión final a pagar por la SUA) en este punto se establece el monto que los beneficiarios deben pagar (Cuota) por el proyecto, determinando de esta forma si las tarifas cubren o no los costos de inversión, operación y mantenimiento.

### 1.1.1.1 Costos del proyecto

En este apartado se deben los costos de inversión, operación y mantenimiento de las obras, durante los años que corresponda.

#### Costos de Inversión:

Son las inversiones de riego necesarias para la puesta en marcha del proyecto, estas inversiones son estimadas por los ingenieros agrícolas y/o civiles en la sección técnica del documento de factibilidad y que se detallan a continuación:

- Construcción de obras civiles: Estas son divididas en tres partes: la conducción principal, la red de distribución y el riego parcelario, corresponden a los costos de construcción de embalses; canales de riego (matrices, derivados y sub derivados), con sus obras de diseño asociadas (bocatomas, sifones, puentes, entre otras) y revestimientos.
- Valor de los terrenos: Corresponden al costo de oportunidad de los terrenos para la ejecución y operación del proyecto, por ejemplo, los que serán inundados con la construcción de un embalse o que serán ocupados por los canales de riego o drenes que se construyan.
- Ingeniería y administración: En esta categoría se incluyen todas las actividades y recursos humanos para administrar e inspeccionar la construcción, montaje y puesta en marcha de las obras civiles, así como la supervisión de los servicios de ingeniería del proyecto durante la operación del mismo.
- Maquinaria y Equipo: Se incluye el equipamiento, como lo son instrumentos, mobiliario, máquinas, herramientas y vehículos, necesarios para la operación del proyecto y que se encuentran definidos en el estudio técnico e ingeniería.
- Imprevistos: Se toma en cuenta todo imprevisto, específicamente para cubrir contingencias físicas durante la ejecución y operación del proyecto, mismo que no será mayor al 10%.
- Costos asociados a las medidas de mitigación.
- Costos asociados a la minimización de riesgos.

Cuando la inversión en infraestructura de riego es ejecutada y pertenece a SENARA, los costos de inversión anteriormente mencionados se incluirán en la evaluación desde el punto de vista de la institución, en cuyo caso serán irrelevantes y no se tomarán en cuenta en la evaluación desde el punto de vista de los productores. Caso contrario, en donde estas obras fuesen asumidas y pertenecen a los productores, la evaluación si incluiría estos costos de inversión.

### Costos de Operación:

Son los costos necesarios en que se debe incurrir para mantener y operar los activos generados por el proyecto, dentro de los cuales se pueden incluir los siguientes: de producción, administrativos y otros costos.

- **Costos de Producción:** Este rubro corresponde a la estructura de costos de producción de la o las diferentes actividades agropecuarias propuestas para el proyecto bajo riego. El cuadro que se presenta corresponde al desglose de los costos de producción de cada actividad productiva.
- **Costos Administrativos:** Es el desglose de gastos en los que incurre la S.U.A para la administración de los recursos y la gestión contable del proyecto, dentro de los que se encuentran: papelería, artículos de oficina, cargas sociales, salarios, seguros etc.
- **Otros Costos:** Se contabiliza el pago de canon. Se presenta un cuadro con el costo de agua según el rango de litros por segundo. Otros cuadros con los cálculos de la depreciación, cálculo de la amortización y los intereses del préstamo según el plazo definido para la vida útil del proyecto y capital de trabajo.

### Costos de Mantenimiento:

Los costos de mantenimiento de las obras de riego corresponden a los honorarios del personal o servicios contratados, encargado de las inspecciones técnicas periódicas, las labores de mantenimiento y conservación, tales como: limpieza de canales, drenes y embalses, consumo de energía. Los costos de conservación contemplan gastos en personal, equipos y materiales de forma tal que se pueda ir conservando y/o reparando la obra ante posibles deterioros debido al clima, sismos, o por la acción propia del uso a lo largo del tiempo. El objetivo de estas actividades es mantener el sistema en condiciones óptimas para su operación.

#### Resumen Costos de producción por actividad

*Costos por actividades sin proyecto	Costos año 1
Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	
Actividad 5	

\*Dependerá del número de actividades del proyecto, máximo evaluar 5 actividades.

*Costos por actividades con proyecto	Costos año 1
Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	
Actividad 5	

#### Resumen Costos de Operación del total del proyecto

Rubro	Costos sin proyecto	Costos con proyecto	Costos Incrementales (Con-Sin)
Mantenimiento/ año			
Costos Administrativos			
Costos de Producción			
Canon			
Depreciación			
Costos Financieros			

### 1.1.2. Proyectos con ingresos

#### 1.1.2.1. Ingresos para los agricultores.

La evaluación económica privada (financiera) de proyectos considera los flujos anuales actuales de los productores miembros de la SUA y los flujos de caja proyectados que les generarían si el proyecto se llegara a ejecutar. De esta manera, los beneficios del proyecto (ingresos) corresponderán a aquellos adicionales (incrementales) que provengan de la venta de los productos agropecuarios que se producirán en el área de acuerdo a los rendimientos por hectárea. En otras palabras, se consideran los beneficios incrementales del proyecto valorados a precios en finca o precios de mercado y actualizados por la tasa de descuento privada pertinente para estas inversiones y actividades.

El flujo de caja privado de beneficios que así se obtenga, define la situación con proyecto. A estos flujos, se les debe restar los flujos de caja de beneficios de la situación base optimizada, para así obtener el flujo de caja privado relevante que sería el incremental (la diferencia en beneficios y costos de las situaciones con y sin proyecto).

A continuación se presenta un ejemplo de flujo de caja. La última columna "Flujo de Caja" es la resultante de los beneficios netos menos los costos de operación y mantención (O y M) y las inversiones.

Los beneficios netos son los incrementales antes mencionados, provienen de la diferencia de excedentes (márgenes) para los agricultores en la situación futura con proyecto (SF) y la situación actual optimizada (SAO), donde dicha SAO es la que se obtiene con las mejoras que se puedan hacer a la situación actual sin optimizar (tal y como se observa en el momento del análisis)

#### Resumen de Ingresos sin Proyecto

*Ingresos por actividades sin proyecto	Ingreso año 1.
Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	
Actividad 5	

\*Dependerá del número de actividades del proyecto, máximo evaluar 5 actividades.

#### Resumen de Ingresos con Proyecto

*Ingresos por actividades con proyecto	Ingreso año 1.
Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	
Actividad 5	

\*Dependerá del número de actividades del proyecto, máximo evaluar 5 actividades.

#### Cuadro Resumen

Resumen	Ingresos primer año
Total Ingresos Con proyecto	
Total Ingresos sin Proyecto	
Ingresos Incrementales	

#### 1.1.2.2 Flujo Financiero

La elaboración del flujo financiero incorpora los costos de inversión, los costos de operación en que se incurrirá durante la vida útil del proyecto y todos los ingresos que se generarán para la sostenibilidad del mismo. Estos deberán ser expresados a precios de mercado, desglosados por año y registrados en forma monetaria de acuerdo con el momento en el que se generan.

#### Esquema de Flujo

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año..10
Costos de Inversión							
Construcción							
Equipamiento							
Capital de Trabajo							
Costos de Operación							
Producción							
Administración							
Mantenimiento							
Costos Totales							
Ingresos							
Actividad No.1							
Actividad n...5							
Ingresos Totales							
Utilidad Bruta							
Impuesto sobre la renta							
Utilidad Neta							
+ Depreciación							
Pago de préstamo							
+ Capital de Trabajo							
+ Valor de Rescate							
+ Préstamo							
Flujo Financiero Neto							
Tasa de Actualización (TBP)							
Indicadores							
VAN							
TIR							
Relación B/C							
Relación C-E							
Período de Rec. Inversión							

#### 1.1.2.3.- Indicadores financieros o de rentabilidad del proyecto

Los indicadores a calcular con el flujo del proyecto son los mencionados en el punto 4 del Anexo I (Marco Teórico), y corresponden al VAN, TIR e IVAN<sup>8</sup>. Para el caso de la evaluación privada y evaluación social, su cálculo posee ciertas variaciones que se mencionan a continuación.

Estos indicadores se deberán calcular para la evaluación desde el punto de vista del SENARA, desde el punto de vista de los agricultores, o para ambas, según sea el caso.

<sup>8</sup> Es posible utilizar otros como la razón beneficio costo, aún cuando este es redundante con el VAN ya que lleva a la misma toma de decisión

#### 1.1.2.4 Senara como ejecutor:

En este escenario se toman los costos de inversión, operación y mantenimiento calculados en el punto 1.1.1.1 para elaborar el flujo financiero

#### 1.1.2.5. Ingresos para SENARA.

Los ingresos para SENARA provienen de las tarifas, las cuales se que diferencian por tipo de tecnología de riego y servicio prestado.

**Tabla de Tarifas de riego.**

Item	Tarifa por Gravedad (¢/Ha/año)	Tarifa por bombeo (¢/m3)
Cuota Recuperación de Inversiones (CRI)		
Cuota Operación por Mantenimiento (COM)		
Total		

Para cuantificar los ingresos, se deberá cuantificar entonces el número de usuarios por tipo de sistema de riego y principalmente la cantidad de hectáreas de cada usuario, debido a que la tarifa está ligada directamente a un cobro por hectárea. A modo de ejemplo, el siguiente cuadro, muestra para el DRAT una cartera de usuarios de riego por gravedad de 936 con un área de 25.740,64 ha, 41 usuarios de riego por bombeo con un área de 1.463,02 ha y 14 usuarios de piscicultura con un área de 713.50 ha; para un total de 991 usuarios y un total de área de 27,917.16 ha.

#### 1.1.2.6 Flujo Financiero

La elaboración del flujo financiero incorpora los costos de inversión, los costos de operación en que se incurrirá durante la vida útil del proyecto y todos los ingresos que se generarán para la sostenibilidad del mismo. Estos deberán ser expresados a precios de mercado, desglosados por año y registrados en forma monetaria de acuerdo con el momento en el que se generan.

**Esquema de Flujo**

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año n
Costos de Inversión							
+ Préstamo							
Construcción							
Equipamiento							
Costos de Operación							
Administración							
Mantenimiento							
Otros							
-Pago de préstamo							

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año n
Costos Totales							
Ingresos							
CRI							
COM							
+ Valor de Rescate							
Ingresos Totales							
Flujo Financiero Neto							
Tasa de Actualización (Tasa Social de Descuento)							
Indicadores							
VAN							
TIR							
Relación B/C							
Relación C-E							
Período de Rec. Inversión							

#### 1.1.3 Análisis de Costos (Cuando no se tienen ingresos)

Este tipo de análisis, se hace para proyectos públicos en los que resulta difícil estimar y evaluar los beneficios. No es el caso de este sector en el que se está proponiendo estimar beneficios sociales pero de todas formas se presenta, como para apoyar un análisis de costos si en algún proyecto se decidiera trabajar solamente con esta base..

##### 1.1.3.1 Tasa Social de Descuento (TSD)

La tasa social de descuento (TSD) en los diversos enfoques de la tradición de Evaluación Social de Proyectos, refleja el verdadero costo para la sociedad de utilizar una unidad adicional de capital en un proyecto y es utilizada para convertir los flujos futuros de beneficios que obtendrá la comunidad y costos sociales de un proyecto, en valor presente. Hacer esto tiene dos objetivos: determinar la conveniencia para el país de ejecutar un determinado proyecto y comparar entre proyectos con distinta estructura temporal de sus flujos. Cabe señalar que dentro de los costos considerados, no se incluye explícitamente el riesgo de los proyectos.

Dicho costo se puede asociar, por una parte, al consumo presente sacrificado y por otra, a las inversiones alternativas que dejarán de hacerse debido al proyecto.

Esta TSD, para el caso de Costa Rica, se ha establecido en 12%<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de Inversión Pública. Costa Rica. MIDEPLAN. 2010

### 1.1.3.2 Flujo de Costos

Este flujo consiste en proyectar solamente los costos de inversión (típicamente en el periodo  $t=0$ ) y operación y mantenimiento (incluyendo el rubro de los costos de conservación) (que se generarían desde  $t = 1$  hasta  $t = n$ ).

#### Ejemplo de evaluación con base a costos Evaluación Económica Social

Costo de Inversión Inicial	Anual	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 19	Año 20
Equipamiento	502.419.575,26	502.419.575,26	-	-	-	-	-
Contrucción	2.791.219.862,58	2.791.219.862,58	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	27.912.198,63						27.912.198,63
<b>Costo de Mantenimiento</b>							
Mantenimiento de obras	139.560.993,23		139.560.993,23	139.560.993,23			
Mantenimiento equipos	10.048.392,51		10.048.392,51	10.048.392,51		10.048.392,51	10.048.392,51
Total costo de mantenimiento	149.609.384,63						
<b>Costo de Operación</b>							
Total de sueldos y salarios	232.800.000,00		232.800.000,00	232.800.000,00		232.800.000,00	232.800.000,00
Total de servicios básicos	3.300.000,00		3.300.000,00	3.300.000,00		3.300.000,00	3.300.000,00
Otros	23.280.000,00		23.280.000,00	23.280.000,00		23.280.000,00	23.280.000,00
Total de costos de operación	259.380.000,00						
Flujo de Efectivo		3.293.639.437,84	408.989.384,63	408.989.384,63	...	269.428.391,51	297.340.590,13

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.3.3. Cálculo de Indicadores (VAC, CAE)

El costo anual equivalente (CAE) se utiliza cuando estamos evaluando un proyecto en el que no se consideran ingresos, ya sea porque los ingresos no se ven afectados entre la situación con o sin proyecto, o bien porque no ha sido posible medirlos.

Se puede calcular para comparar proyectos, o para comparar entre diferentes alternativas de un mismo proyecto que tengan diferentes costos de operación e inversión.

$$CAE = VPC \times \frac{r \times (1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

En esta fórmula, el VPC es el valor presente de los costos del proyecto.

$$VPC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

donde:

- C<sub>i</sub> : Costo del período *i*
- i* : período
- n* : Vida útil del proyecto
- r* : tasa de descuento

### 1.1.4. Evaluación Económica Social

La evaluación social tiene por objeto determinar si el país mejora su bienestar como consecuencia de ejecutar un proyecto. Para ello compara la situación con proyecto del país con la situación sin proyecto para el país, calculando a partir del flujo diferencial entre ambas situaciones, los indicadores de rentabilidad pertinentes. En esta guía, se propone que el enfoque sea de costo-beneficio (VAN social, TIR social, etc), para decidir sobre su conveniencia, lo que resulta factible aplicando el método del presupuesto descrito en los capítulos anteriores.

Al realizar la evaluación social se analizan, en primer lugar, los efectos que los proyectos tienen en los mercados de los bienes o servicios que serían directamente producidos o utilizados por el proyecto. Estos efectos directos se clasifican en beneficios y costos y para estimarlos, se definen las cantidades de bienes que produciría o utilizaría el proyecto por unidad de tiempo; luego esas unidades se valoran de acuerdo con los beneficios o costos que el país obtiene debido a la disponibilidad o utilización de cada unidad adicional. De esta manera, los valores obtenidos reflejan la verdadera valoración que el país le asigna a los bienes y servicios producidos y utilizados por el proyecto.

El valor que le asigna la sociedad a cada unidad producida o utilizada por el proyecto es su precio social, que se estima a partir del precio de mercado del bien producido o insumido, ajustado por las distorsiones existentes en ese mercado. De no existir distorsiones, el precio de mercado refleja adecuadamente el precio social del bien.

Una vez estimados los efectos directos del proyecto, se agregan los efectos que el proyecto tendría sobre la disponibilidad de bienes y servicios que no han sido considerados al estimar estos efectos; son los llamados efectos indirectos y externalidades, los que se incorporan en el flujo de evaluación si existe una cuantificación de éstos. Los efectos intangibles obviamente no se incorporan en el cálculo del indicador, pero deben ser explícitamente mencionados para que sean tomados en cuenta en el momento de la decisión de las inversiones por parte de las autoridades correspondientes.

#### 1.1.4.1. Identificación de Costos de inversión y operación.

Los costos, tanto de inversión como de operación que se identifican desde un punto de vista social, son los mismos que se identifican desde el punto de vista del SENARA y de los productores agropecuarios, solo que haciendo la debida corrección de acuerdo a los precios sociales que se explican más adelante.

Adicionalmente, pueda que sea necesario identificar efectos indirectos (que se explican a continuación) los que desde el punto de vista social podrían ser tanto costos como beneficios..

#### Consideración de los efectos indirectos y externalidades.

Los efectos indirectos se presentan cuando el proyecto modifica un precio de mercado de los bienes producidos por sus beneficiarios, y este efecto redundará en variación de precios en mercados de bienes sustitutos y complementarios. En la evaluación privada no deben incluirse estos efectos, sin embargo, en la medida que puedan cuantificarse y valorarse, deberán incluirse como costo o beneficio en la evaluación social. Estos efectos se presentan en mercados distorsionados. Un ejemplo sería, un proyecto que induce la sustitución de hortalizas por frutales; el efecto del alza en el precio de las hortalizas por menor oferta local. Cabe mencionar que si los mercados sustitutos o complementarios son competitivos el efecto indirecto no existirá, y el precio de las hortalizas, en el ejemplo, no variará por ser a nivel nacional irrelevante la variación de la oferta.

Las externalidades se refieren a efectos que se generan físicamente en el medio y no afectan a la población objetivo del proyecto. En el caso de externalidades ambientales o culturales, si por estas se cobra una compensación, esta se internaliza y pasa a ser un costo directo del proyecto. Si no están internalizadas y son posibles de cuantificar y valorar, las externalidades deben incluirse en la evaluación social del proyecto.

#### 1.1.4.3. Cálculo de los Precios Sociales

Se deberá contar con los precios sociales, o con los correspondientes factores de corrección (FC) para su estimación. Si se cuenta con los FC, se calcularán los precios sociales a partir de la siguiente relación general:

$$\text{Precio Social} = \text{FC} * \text{Precio de Mercado.}$$

La inversión en obras civiles, agrícolas y los costos de producción agrícolas deben ser ajustados a sus valores sociales; para ello se debe descontar a los costos privados el monto de impuestos y aranceles de importación y luego, ajustarlos por sus respectivos precios sociales, para ello se requerirá al menos los precios sociales de los siguientes insumos:

- Mano de obra calificada (MOC)
- Mano de obra no calificada (MONC)
- Componente no transable (NOTRANS)
- Componente transable (TRANS)

Estos deberán ser proporcionados por MIDEPLAN o podrán ser calculados con metodologías existentes por la propia institución (SENARA). Mientras no se cuente con esos precios sociales, se deberá evaluar estos insumos considerando que el precio social para todos es igual al precio de mercado..

#### 1.1.4.4. Costos Económicos Sociales

Estimación de costos sociales directos

Los principales ítems de costos involucrados en la ejecución de un proyecto de riego son los siguientes:

- Inversión (obras civiles, inversiones agrícolas, programas de transferencia tecnológica)
- Costos de operación y mantenimiento
- Costos de producción agrícola
- Costo alternativo del agua
- Costos ambientales (costo de las medidas mitigatorias y compensatorias)

La inversión en obras civiles, agrícolas y los costos de producción agrícola deben ser ajustados a sus valores sociales; para ello se debe descontar a los costos privados el monto de impuestos y aranceles de importación y luego, desglosarlos en los siguientes

- Mano de obra calificada (MOC)
- Mano de obra no calificada (MONC)
- Componente no transable (NOTRANS)
- Componente transable (TRANS)

Posteriormente, dichos ítems son ajustados a su valor social mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Costo social} = \text{MOC} * \text{FMOC} + \text{MONC} * \text{FMONC} + \text{NOTRANS} + \text{TRANS} * \text{Fd}$$

Donde,

FMOC = Factor de corrección social de la mano de obra calificada

FMONC = Factor de corrección social de la mano de obra no calificada

Fd = Factor de corrección social del precio de la divisa

De no existir precios sociales ni factores de corrección para los productos e insumos del proyecto, los ítems anteriores podrán ser calculados por la propia institución.

#### Estimación de otros beneficios y costos

Los proyectos de riego normalmente generan externalidades sobre la infraestructura vial, posibilidades de control de crecidas, cambios en el nivel freático, sobre actuales usuarios del agua que serán afectados y futuros usuarios indirectos.

#### 1.1.4.5. Beneficios Sociales

En términos generales, en la ejecución de un proyecto de riego es posible identificar los siguientes beneficios sociales:

- Una mayor y más rentable producción agropecuaria de la zona del proyecto, producto de cultivar una mayor superficie, cambiar a cultivos más rentables o aumentar sus rendimientos. Para determinar este beneficio, se cuantificarán las diferencias de excedentes agrícolas para los beneficiarios, entre la situación con proyecto (o situación futura) y la situación base optimizada, según el método que se indica a continuación en 1.3.3.1. Además habrá que diferenciar entre aquellos productos transables de los que no lo son; en el primer caso, corresponde que se corrija el precio internacional (FOB) por el factor de corrección social de la divisa.
- 
- Valor residual de las obras. Corresponde al costo de oportunidad o mejor uso alternativo del remanente de las obras atingentes al proyecto al final del período de evaluación. Esto significa, estimar los beneficios futuros posteriores al último año de análisis provenientes del mejor proyecto que utilice parcial o totalmente la infraestructura remanente (actualizados al último año del horizonte de evaluación). Si el mejor proyecto es continuar operando la infraestructura de riego, una forma de estimar ese valor residual es como la perpetuidad del flujo de caja del último año, es decir, el valor residual sería igual a dicho flujo dividido por la tasa de descuento. Otro método, más conservador en este caso (dadas las largas vidas útiles de las obras), es considerar que el valor residual es igual al valor de la inversión.

#### 1.1.4.6. Método para la determinación de los beneficios por incremento de excedente de los productores agropecuarios.

Para la etapa de evaluación de las alternativas de proyecto se deberá construir un flujo de (el tiempo de evaluación se determina según el proyecto) evaluación del proyecto. Para construir

ese flujo se utiliza la información detallada de la situación base, además de la estimación de rendimientos y precios de los cultivos nuevos que se incorporarán en las fincas modelo gracias a la mayor oferta hídrica (situación con proyecto).

#### 1.1.4.7. Flujo de la situación con proyecto.

A partir de la definición de la situación con proyecto, se debe poder estimar el flujo de beneficios (ingresos por venta de productos agrícolas) para cada uno de los diez años de horizonte de evaluación, a partir de los cuales se calcularán los indicadores de rentabilidad.

Una forma de hacer esta proyección, es construir una estructura de cultivos para el último año de evaluación, y posteriormente suponer, para cada tipo de explotación, una línea de adopción de esa estructura y tecnología que complete los años intermedios, partiendo desde el año 1 (el primer año de operación luego de concluida la inversión), con los beneficios respectivos al interior de la unidad productiva en cada uno de esos años,

Determinación de la estructura de cultivos en el último año de evaluación.

Este análisis es parte de la definición del proyecto, de la situación futura deseada, por lo tanto es un análisis distinto al ya realizado en el estudio de mercado que caracteriza la situación actual, tanto de la oferta como de la demanda.

#### 1.1.4.8. Selección de rubros.

El estudio de mercado, y la definición de la comercialización y precios de productos, tanto para la situación actual agropecuaria, como para las situaciones optimizada y futura con proyecto, nos permitiría la determinación de aquellos productos que son potencialmente atractivos y para los cuales se propondrá su incorporación o intensificación en el área de influencia en el proyecto.

En ausencia de dicho estudio de mercado, es posible seleccionar rubros según el potencial productivo de los mismos. Para la estimación de productividad será conveniente considerar el balance hídrico para la situación con proyecto y, teniendo en cuenta los antecedentes de:

- a) Clima, suelo, y balance hidrológico de los cultivos presentados en el capítulo de diagnóstico de la situación actual; obtener un grupo de rubros que se estima podrían representar genéricamente la estructura futura de uso del suelo. Los rubros podrán ser seleccionados comparando zonas agroecológicamente similares que ya cuentan con riego.
- b) La estructura productiva actual de la finca o zona de estudio.

Otro factor relevante lo constituyen las referencias justificadas que hagan prever la instalación de compradores potenciales (Ej: agroindustrias). De cualquier manera, será necesario ra-

tificar esta cartera de rubros posibles con expertos en agronomía y proyecciones económicas de los rubros. Al respecto se recomienda estructurar entrevistas con expertos de SENARA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) y de las universidades.

El nivel de rendimiento que se obtenga de los rubros agrícolas considerados en rigor podría ser distinto para los diferentes tipos de fincas definidos. Sin embargo, si consideramos que los proyectos de fortalecimiento pueden eliminar esas restricciones en el largo plazo, a través de transferencia de tecnología, créditos o subsidios, perfectamente se podrá suponer que en el año 10 los resultados promedio de los distintos tipos de fincas sean similares.

En el caso de las explotaciones ganaderas la diferencia en la realidad puede ser relevante, sin embargo, es necesario tener en consideración que la mayor producción ganadera se debe a un mejoramiento en la producción de forrajes, los que, al igual que en el presente método del presupuesto para el caso de los proyectos de riego; por no existir precios de mercado que reflejen el costo de oportunidad; debemos recurrir a valorar los beneficios a través de la producción de carne y leche. En esa línea, debemos ser cuidadosos en valorar los beneficios de mayor producción de carne y leche que efectivamente son producto del proyecto de riego, es decir, no será recomendable considerar sistemas de producción pecuarios que se basen en forma importante en compra de concentrados u otros alimentos no provenientes del suelo que se afectará por el proyecto de riego.

#### 1.1.4.9. Definición del calendario de adopción.

Cuando ya se ha determinado la estructura de cultivos para el año 10 (no todos los proyectos se evalúan a 10 años, esto depende de si se trata de cultivos perennes o de ciclo corto), corresponde proyectar la evolución desde la situación actual y la definida para el periodo de operación del proyecto. El ritmo con que se haga evolucionar la estructura de cultivos actual hacia la proyectada, dependerá de factores como precios, tecnología disponible, crédito, entre otros; y por tanto es muy difícil de prever. En este punto se pretende entregar visiones tentativas de cómo podría estructurarse esa línea de adopción, según tipo de productor agropecuario o tipo de finca. Estas recomendaciones deberían ser contrastadas con las opiniones que puedan aportar los informantes calificados para los proyectos específicos.

Para los agricultores grandes se puede esperar una rápida adopción, la que dependerá también de la diferencia de rentabilidad entre la situación actual optimizada y la situación con proyecto. Si se van a suponer transacciones de tierras, en la práctica, se puede asumir que quienes compren tierras adopten la nueva estructura desde que se hacen del recurso. Si no se consideran transacciones de tierra, es decir, grandes agricultores que conservan sus tierras, sería razonable suponer un cambio más gradual, en el que el cambio total podría ser posterior a que las fincas experimentales o pilotos vayan mostrando resultados, lo que puede requerir dos, tres o más temporadas después del

inicio de la operación del proyecto de riego; el hecho que su sistema productivo esté desde antes en marcha y con rentabilidades aceptables puede retrasar las decisiones de cambio. Para el caso de proyectos que aumentan la superficie regada en las fincas o la seguridad del riego (cuando en la situación base ya hay cierto nivel de seguridad de riego), habrá menor cambio de estructura, y de darse ésta, debería ser más gradual ya que los aumentos de rentabilidad esperados serían menores.

En el caso de los medianos productores se puede considerar un comportamiento de seguimiento respecto a los grandes. Así desde el tercer año, cuando ya las inversiones de los agricultores grandes van dando sus frutos, o cuando ya se van ejecutando inversiones en agroindustrias o haciéndose más visibles los canales de comercialización para los nuevos productos, se puede esperar que vayan paulatinamente cambiando sus rubros históricos por los nuevos. En torno a cinco años ya podría lograrse la estructura definitiva en este segmento.

Para los pequeños agricultores se requerirá la operación de programas de transferencia tecnológica y crédito. Si se trata de rubros anuales que no requieran alta inversión (por ejemplo hortalizas) y se considera transferencia de tecnología, estos podrán ser adoptados en proporción importante al segundo o tercer año de operación del proyecto; si además se va generando un efecto demostrativo, y existen cadenas de comercialización, se podrá considerar que desde el quinto año se pueda lograr su superficie estimada en la gran mayoría de los agricultores de este segmento. En este segmento hay que considerar también un tiempo para adoptar, además de la nueva estructura, el nivel tecnológico que permita alto rendimiento y, fundamentalmente, los volúmenes aceptables de productos de alta calidad.

#### 1.1.4.10. Flujo de la situación sin proyecto optimizada.

Una vez definida la optimización de la situación actual o sin proyecto deberán incluirse los costos y los beneficios de ésta para obtener el balance para el año 0 de evaluación del proyecto.

Resumiendo, el balance del año cero deberá incluir:

- Costos de la unidad productiva: Costos actuales y proyectados de los sistemas de producción, margen bruto de la producción de cultivos y ganado, costos de administración general de la finca, costos asociados a la implementación de la situación optimizada dentro de la finca.
- Costos adicionales a los de la unidad productiva: Costos de mantenimiento de la estructura hídrica actual que será modificada con la existencia del proyecto, costos de transferencia tecnológica o subsidios necesarios para optimizar la situación actual.
- Beneficios en las unidades productivas: Ingreso de los agricultores por la venta de los productos "en la puerta de la finca".

- Beneficios y costos indirectos y externalidades: Se deberán considerar cuando se estima que serán modificados con la ejecución del proyecto, por ejemplo, uso alternativo actual del agua.

Agregando los costos y beneficios mencionados se obtiene un valor del flujo neto para el año cero, este excedente neto (suponiendo que el saldo sea positivo) proyectado hacia el futuro, nos da la base contra la que se deben comparar los excedentes de la situación con proyecto, de forma que los beneficios netos del proyectos sean los incrementales, es decir, el aumento en los excedentes que logra el proyecto respecto a los de la situación base optimizada.

En cuanto a la determinación de los excedentes en la situación sin proyecto optimizada, se sugiere diferenciar los excedentes posibles según tipos de fincas identificadas en el área de influencia del proyecto (en el capítulo de análisis técnico se explica la idea de las fincas tipo), de forma que se puedan caracterizar Costos Totales para las fincas tipo *i*, y Beneficios totales para las fincas tipo *i* (ídem hasta tipo *n* donde “*n*” es el número de fincas tipo identificadas para el proyecto),

#### 1.1.4.11 Flujo Económico Social

El flujo económico social, se construye con los beneficios por aumento de excedente (con proyecto versus sin proyecto) y los costos de inversión, operación y mantenimiento debidamente corregidos con los factores de conversión a precios sociales, los indicadores de rentabilidad se deberán calcular utilizando la Tasa Social de Descuento (TSD).

#### 1.1.4.12 Cálculo de Indicadores

Los indicadores que se calculan para la evaluación económico social, son los mismos indicadores VAN y TIR ya comentados anteriormente. De hecho esos son los que se presentan calculados en el ejemplo de la tabla 6 anterior.

Para diferenciarlos de los indicadores de la evaluación privada, se les puede denominar VANE (VAN económico) y TIRE (TIR económica)

#### 1.1.4.13. Determinación del tamaño óptimo.

Si bien un proyecto puede ser rentable ( $VAN > 0$ ), esto no asegura que el tamaño propuesto sea el más conveniente desde la perspectiva de la eficiencia económica. Por esta razón y cuando se considere necesario, durante la evaluación de proyectos de riego se debe estudiar su tamaño óptimo, con el objeto de explicitar el posible trade off entre el tamaño óptimo en eficiencia económica y la cobertura sobre la población objetivo.

Para ello, se debe determinar aquel tamaño que maximiza el VAN, en otras palabras, establecer, en base a los antecedentes técnicos y económicos, cuál es la superficie más conveniente de incorporar al proyecto en cuanto a eficiencia de la inversión.

Situaciones de cobertura mayor que impliquen VAN mayor que cero pero menor que el del tamaño óptimo económicamente, estarán implicando un subsidio desde zonas más rentables hacia zonas (sub proyectos) que en realidad tienen rentabilidad negativa. Corresponderá a las autoridades decidir la cobertura que se considerará en definitiva, pero en la evaluación será necesario dejar explícito el mencionado trade off.

Para establecer el tamaño óptimo, lo que se recomienda es aplicar la metodología descrita, para distintos tamaños de superficie a la cual se le puede garantizar la seguridad hídrica. Para cada uno de esos tamaños, aplicando la metodología, se deberá determinar un VAN, la superficie que determine el VAN mayor, será la del tamaño óptimo del proyecto.

## 1.2. ANÁLISIS DE RIESGO EN LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

Este punto describe el procedimiento que se debe seguir para incorporar la incertidumbre en la evaluación de proyectos de riego. Tal como se ha señalado, el método propuesto para medir beneficios corresponde al Método del Presupuesto, por lo que el procedimiento propuesto se centra en este método.

### 1.2.1. Identificación preliminar de variables riesgosas

El primer paso consiste en identificar las variables que poseen un componente de incertidumbre y que es probable que afecten la rentabilidad del proyecto bajo análisis.

El analista debe concentrarse en aquellas variables que tengan un efecto sobre el flujo de caja del proyecto; es decir, variables que afecten tanto los beneficios como los costos generados por el proyecto. Si bien esto depende de cada caso en particular, es posible señalar a modo de ejemplo las siguientes variables que el analista debe estudiar:

- Costos de inversión del proyecto.
- Beneficios por mayor producción agrícola:
  - Precios de venta de los cultivos.
  - Rendimientos de los cultivos.
  - Estructura de cultivos.
- Superficie bajo riego.
- Tasa de incorporación al riego (Tasa de crecimiento de los flujos en el tiempo).
- Tiempo de construcción de la obra

### 1.2.2. Análisis de Sensibilidad de las variables riesgosas

Una vez identificadas las variables con un grado importante de incertidumbre, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad que permita cuantificar el efecto que tiene cada variable sobre la rentabilidad final del proyecto.

Este análisis permite al evaluador centrar la búsqueda y recopilación de información sólo en aquellas variables que tienen un efecto importante sobre la rentabilidad del proyecto.

Se sugiere sensibilizar cada variable aumentando o disminuyendo su valor en un 10% sobre el valor utilizado en la evaluación bajo certidumbre. Una vez efectuado esto se registra el VAN del proyecto al modificar la variable bajo análisis y se calcula el cambio porcentual en el VAN del proyecto siguiendo la siguiente expresión:

$$\Delta\%VAN = \frac{VAN(\pm 10\%) - VAN\ base}{VAN\ base}$$

Donde  $\Delta\%VAN$  es el cambio porcentual en el VAN del proyecto al modificar la variable bajo análisis,  $VAN(\pm 10\%)$  es el VAN del proyecto al modificar en un  $\pm 10\%$  el valor de la variable y  $VAN\ base$  es el VAN del proyecto calculado con el "valor bajo certidumbre" de la variable.

Una vez calculado el cambio porcentual del VAN del proyecto se calcula la elasticidad del VAN con respecto a la variable bajo análisis, para lo cual se utiliza la siguiente expresión:

$$Elasticidad_{VAN,X} = \frac{\Delta\%VAN}{\pm 10\%} \quad (4.15)$$

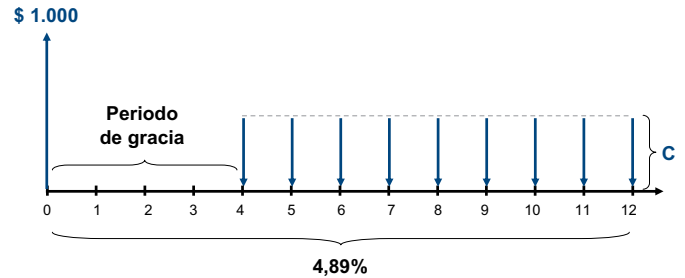
Con esta información se priorizan las variables riesgosas del proyecto y se seleccionan para pasar a la etapa de recopilación de información, sólo aquellas variables que muestren un impacto significativo sobre la rentabilidad del proyecto. Para estas, se puede analizar si es conveniente reducir la variabilidad (comprar certidumbre), a modo de ejemplo, mediante seguros y contratos. Existen otros métodos más sofisticados de análisis de riesgo, que no se incluyen en esta primera versión de Guía Metodológica: simulación, opciones reales, Value at Risk y otros.

### 1.3. ANÁLISIS DE FINANCIAMIENTO

Los bancos son las principales fuentes de complementación del financiamiento de un proyecto. Normalmente un préstamo se paga en cuotas iguales, aunque hay algunas excepciones con pagos del principal al final del período del crédito o con amortizaciones constantes. Algunos préstamos tienen un periodo de gracia que permiten al deudor no empezar a pagar o pagar sólo los intereses hasta que pase ese tiempo. El tipo de interés a pagar puede ser fijo o variable durante la duración del préstamo, en el caso de una tasa variable esta puede depender de un índice de tasa de interés (ej. LIBOR), la inflación, y otras condiciones, lo que hará que los pagos que realiza el deudor tengan una variabilidad probabilística dependiendo de los cambios posibles de las variables que determinan el tipo de interés. La tasa también puede ser expresada como un porcentaje real o nominal.

Veamos el tratamiento de un préstamo en el flujo de costos y beneficios de un proyecto. Se considerará que las tasas son constantes. Si se contrata un préstamo de \$ 1.000 a 12 años, con 4 años de gracia sin pagos, con cuotas anuales constantes y una tasa fija de 4,88% anual.

Los flujos que deberá pagar el deudor los podemos representar gráficamente en los 12 años que dura el préstamo:



Luego, la suma del valor de las cuotas actualizadas con la tasa del crédito al periodo 0 debe ser igual al monto del préstamo:

$$P = \sum_{t=4}^{12} \frac{C}{(1+r)^t} = \frac{C}{(1+r)^3} \sum_{t=1}^9 \frac{1}{(1+r)^t} = \frac{C}{(1+r)^3} \frac{(1+r)^9 - 1}{r(1+r)^9}$$

$$C = (1+r)^3 P \frac{r(1+r)^9}{(1+r)^9 - 1}$$

$$C = (1+0,0489)^3 \times 1000 \times \frac{0,0489 \times (1+0,0489)^9}{(1+0,0489)^9 - 1} = 161,45$$

El detalle del pago de intereses y amortizaciones del préstamo es:

Periodo	Deuda (Dt)	Interés (It) It = r Dt	Amortización (At) At = C - It	Cuota C
1	1000,0	0,0	0,0	0,0
2	1048,8	0,0	0,0	0,0
3	1100,0	0,0	0,0	0,0
4	1153,7	56,3	105,1	161,5
5	1048,5	51,2	110,3	161,5
6	938,3	45,8	115,7	161,5
7	822,6	40,2	121,3	161,5
8	701,3	34,2	127,2	161,5
9	574,1	28,0	133,4	161,5
10	440,7	21,5	139,9	161,5
11	300,7	14,7	146,8	161,5
12	153,9	7,5	153,9	161,5
13	0,0			

Como podemos ver en la tabla anterior, mientras transcurre el periodo de gracia el deudor no paga cuotas, pero la deuda se incrementa en cada semestre según la tasa de interés. Transcurrido el periodo de gracia se empieza a pagar las cuotas semestrales de 161,5, y se calcula la componente de pago de interés y de amortización. Como la amortización es positiva, el saldo impago de la deuda para el siguiente semestre se rebaja en el monto de la amortización anterior. Se puede calcular que el pago de amortizaciones es igual a la deuda que se había acumulado al final del periodo de gracia, 1153,7.

En la evaluación privada de un proyecto, los flujos del préstamo en  $t=0$ , y los de amortización e intereses en los periodos siguientes, deben ser considerados.

En el caso de la evaluación social, todos los flujos relacionados con el préstamo, son una transferencia entre agentes de la economía, si es que se trata de un banco local, y por lo tanto no se considerarán, ya que no agregan ni restan valor al proyecto. Sin embargo, si el proyecto se financia con deuda externa, ya sea con un banco extranjero, o con un organismo internacional multilateral (Ej.: BID o Banco Mundial), los flujos relacionados con la deuda sí deben ser considerados en aquel caso en que se considere un crédito específico para el proyecto (sin el crédito se contrata sí y solo sí el proyecto se ejecuta).

## BIBLIOGRAFÍA

Ayala y Cabrera (2007) “Estudio de Factibilidad Habilitación La Ligua –Petorca”, Informe Técnico para la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. República de Chile

Contreras, Eduardo, “Evaluación social de Inversiones Públicas: Enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica”. Serie Manuales CEPAL. Número 37. Naciones Unidas, (diciembre de 2004). ISBN:92-1-322605-5. ISSN impreso 1680-886X. ISSN electrónico: 1680-8878. Editor: CEPAL

Contreras, Eduardo y Diez, Christian, “Diseño y Evaluación de Proyectos: Un enfoque integrado”. Versión preliminar de libro en proceso de edición. 2010.

Decreto Ejecutivo 31849–MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC “Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental”. San José, Costa Rica. 28 de junio de 2004.

Decreto Ejecutivo 32966–MINAE “Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental”. San José, Costa Rica. 20 de febrero de 2006.

Decreto Ejecutivo 33797 MJ-MOPT el Datum Horizontal Oficial para Costa Rica. San José, Costa Rica. 30 de marzo de 2007.

Decreto Ejecutivo 34582-MP-PLAN “Reglamento Orgánico del Poder Ejecutivo” (Sectorialización). San José, Costa Rica. Gaceta 126 del 01 de julio de 2008.

Decreto Ejecutivo 34694 -PLAN-H “Reglamento para la Constitución y Funcionamiento del Sistema Nacional de Inversión Pública”. San José, Costa Rica. 20 de julio de 2008.

Decreto Ejecutivo 35098-PLAN “Plan Nacional de Inversión Pública 2009-2010” (PNIP 2009-2010). San José, Costa Rica. Marzo de 2009.

Decreto Ejecutivo 35375 “Normas Técnicas, Lineamientos y Procedimientos de Inversión Pública”. San José, Costa Rica. 20 de julio de 2009.

MIDEPLAN, Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública - Costa Rica. Área de Inversiones. Unidad de Inversiones Públicas. San José, Costa Rica. Noviembre, 2009

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) Perú: Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de riego grandes y medianos. Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. Dirección General de Programación Multianual del Sector Público. 2003

Ortegón, Edgar; Pacheco, Juan Francisco; Roura Horacio. Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Instituto Latinoamericano y

del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) Área de proyectos y programación de inversiones. Santiago, Chile, agosto del 2005.

Rosales, Ramón. Formulación y Evaluación de Proyectos. Guía a nivel de perfiles. San José, Costa Rica. ICAP, 2008.

Rosales, Ramón. La Formulación y la Evaluación de Proyectos con énfasis en el sector agrícola. San José, Costa Rica. EUNED, 2005.

Universidad de Chile – Departamento de Ingeniería Industrial. Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile. Estudio análisis para el mejoramiento del proceso de evaluación de proyectos de riego. Tomo I: Análisis de la forma de aplicación del método del presupuesto y estandarización de su procedimiento de aplicación. Marzo de 2007



# ANEXOS



## ANEXO I: MARCO TEÓRICO.

### 1.-Métodos de valoración del agua.

Para determinar los beneficios del agua se pueden usar varios métodos, dentro de esos dos han sido más trabajados: método del valor incremental de la tierra (estimación de los aumentos en el valor de la tierra); y método del presupuesto (estimación del valor actual neto de los aumentos de la producción agrícola, o pecuaria<sup>10</sup>).

#### Método del valor incremental de la tierra

Consiste en atribuir al recurso agua la diferencia que existe entre el valor de la tierra, de igual calidad y localización, en condiciones de riego o de secano. Considera, por lo tanto, que el valor presente de los beneficios de las futuras dotaciones de agua que recibirá el área, corresponde a la diferencia de precios existentes entre las tierras de riego y de secano, bajo las condiciones aludidas. El precio de las tierras con riego se considera libre de mejoras, (de infraestructura, por ejemplo); es decir, el precio (o aumento) refleja los retornos producidos por la disponibilidad de agua, y no por efecto de las mejoras.

#### Método del presupuesto

Consiste en la determinación de los beneficios netos que se obtendrán por aumento de la productividad de la tierra, debido al proyecto. En otras palabras, consiste en determinar el diferencial de beneficios y costos agrícolas que se producen en la situación sin y con proyecto. Puede aplicarse tanto para una evaluación privada como para una social, corrigiéndose, para este último caso, las distorsiones que existan en los mercados, aplicando los precios sociales.

Los beneficios agrícolas se estiman sobre la base de proyecciones de precios y producciones por hectárea. Las producciones agrícolas y pecuarias, por hectárea para cada cultivo, pueden hacerse basadas en la información de los últimos años, lo más desagregada posible. Estos datos son, en general, promedios zonales y, por tanto, subestiman los aumentos de producción debido a la incorporación de nuevas tecnologías.

Para la situación con proyecto se debe realizar la proyección de los patrones de cultivo, de rendimientos y producciones por hectárea, que permitirá la materialización del proyecto. Dado que lo que se desea es estimar el beneficio neto anual, se deben tener en cuenta todos los costos requeridos para obtener la producción agrícola (por ejemplo, fertilizantes, salarios, etc.), y restarlos de los ingresos brutos. De este modo, se obtiene el beneficio neto atribuible al uso de agua.

En el costo deben incluirse todos los elementos necesarios para llevar adelante la producción; incluso debe computarse el retorno para el empresario, el que debe ser calculado sobre la base de lo que podría ganar en la mejor alternativa que tenga.

<sup>10</sup> Se podría extender el método a la piscicultura.

Para utilizar este método de evaluación los beneficios y costos deben ser proyectados en forma anual y, con el uso de la tasa de descuento, se obtiene el valor presente del beneficio neto. La dificultad reside en seleccionar valores apropiados para la proyección.

Es claro que los flujos considerados en la evaluación son dependientes de variables aleatorias (caudales disponibles, precipitaciones, etc.), por lo cual el valor que se utilice en el proyecto será válido sólo para la serie estadística usada, y como ésta no tiene por que repetirse de igual forma en el futuro, se puede estar sobre o subestimando los verdaderos beneficios netos del proyecto en análisis. Por eso será muy relevante un análisis de riesgo de la evaluación que se haga.

### 2.- Identificación de beneficios y costos

#### 2.1.- Efectos directos

Los efectos directos de un proyecto de riego están dados por:

- la mayor disponibilidad de agua
- la regularidad y oportunidad con que este recurso es entregado a los cultivos.

Los efectos directos generan beneficios y costos en el mercado de los productos agrícolas y de los insumos utilizados en la actividad agrícola y en la ejecución del proyecto, respectivamente.

#### a) Beneficios directos

Los beneficios directos de un proyecto de riego se traducen en una mayor renta económica debido a una mayor y más rentable producción agropecuaria de la zona del proyecto, producto de cultivar una mayor superficie, cambiar a cultivos más rentables o aumentar sus rendimientos (una misma área puede ser explotada de forma más intensiva en un periodo de tiempo dado).

#### b) Costos directos

La estimación de los costos directos involucrados en los proyectos de riego no presenta mayores dificultades.

En términos generales, corresponden a la inversión y a la mayor utilización de recursos e insumos debido a la ejecución del proyecto. También son costos, aquellos beneficios que se obtenían antes de ejecutar el proyecto y que posteriormente, debido a su materialización, ya no se percibirán; como así también el costo asociado a la relocalización de personas o poblados que debido a la magnitud del proyecto ven interferida su actividad en el lugar (este costo se da más bien en grandes proyectos).

Los costos directos de un proyecto de riego corresponden a los ítems de costos de inversión (en obras civiles y agrícolas), programas de transferencia tecnológica, costos de operación y mantenimiento y costos de producción agrícola.

## 2.2.- Efectos indirectos

Un proyecto puede ocasionar también efectos indirectos (positivos o negativos) no considerados en la evaluación privada<sup>11</sup>, pero que deben ser incluidos en la evaluación social. Estos se producen por el hecho de que, como consecuencia del proyecto, se ven afectados otros mercados considerados en la estimación de los precios sociales. Son los mercados de bienes relacionados con los que el proyecto produciría o con los que el proyecto utilizaría como insumo. Se incluyen aquí los mercados de bienes sustitutos y los de bienes complementarios.

Se debe tener presente que para que existan efectos indirectos, se requiere que el proyecto ocasione un cambio en el precio de mercado de los bienes que produce o utiliza y como consecuencia de ello, se vean afectadas las cantidades transadas en los mercados de bienes sustitutos o complementarios y que esos mercados, además, estén distorsionados.

## 2.3.- Externalidades

Las externalidades corresponden a efectos que se originan a partir del proceso productivo de un proyecto y cuyas consecuencias recaen en personas distintas a los beneficiarios directos del proyecto en cuestión, sin que éstos últimos internalicen dichos efectos.

Las externalidades pueden ser positivas o negativas, ya sea que correspondan a beneficios o costos que el proyecto haga incurrir a terceros. Es el caso en el cual el proyecto, por ejemplo, por el hecho de producir, contamina el medio ambiente ocasionando un perjuicio a la comunidad y por lo tanto, un costo. Es importante tener en cuenta que si quien ocasiona la externalidad negativa paga su costo, dicha externalidad se expresa en los flujos de evaluación como un costo directo y no como una externalidad.

En la medida que el agua que utilice el proyecto tenga costo de oportunidad, lo correcto es considerarlo como un costo directo agrícola del proyecto. Como en general no existe un mercado del agua y en ese caso su precio es cero debiera incluirse como una externalidad sobre los otros mercados que compitan por el uso del agua (potenciales regantes fuera de la zona del proyecto, agua potable, generación hidroeléctrica, otros) durante el horizonte de evaluación. Este efecto externo será positivo en la medida que con el proyecto aumente la disponibilidad de agua a otros usuarios y negativo si acaso disminuye.

## 2.4.- Efectos intangibles

Existe un conjunto de beneficios y costos derivados de los proyectos que resultan difíciles de medir o incluso a veces difíciles de identificar, a los cuales se les denomina efectos intangibles. Si bien por su propia naturaleza estos efectos no son valorables monetariamente, deben tomarse en cuenta en la decisión

<sup>11</sup> Algunos de efectos indirectos sí podrían estar incluidos en la evaluación privada, en la medida que la legislación ambiental los considere, y en la medida de que establezca – si corresponde – medidas de compensación y mitigación.

de realizar o no el proyecto, pues afectan el bienestar de la comunidad. Es el caso de la distribución regional del ingreso, la estética, movilidad social y otros, características que el proyecto puede afectar.

## 3.- Horizonte de Evaluación

Corresponde al período de tiempo en que analizan los efectos del proyecto. Generalmente debiese coincidir con los años de vida útil económica de las obras. En el caso de obras de riego, es común utilizar un valor igual a 30 años. En el caso del SENA-RA se trabaja con 10 años. Dado que la vida útil de las obras es mayor que ese periodo, todos los beneficios netos adicionales, que podrían obtenerse con posterioridad al término de la vida útil del proyecto, deben incorporarse como beneficio en ese momento del tiempo, esto es lo que se conoce como valor residual.

## 4.- Indicadores Económicos

La conveniencia de ejecutar o no un proyecto pueden determinarse comparando los beneficios y costos de cada alternativa de proyecto, con los beneficios y costos de la situación sin proyecto optimizada. Para ello, se requiere construir flujos de beneficios netos diferenciales para cada año del horizonte de evaluación. Con esta información se calculan distintos indicadores de rentabilidad, como los que se mencionan a continuación.

### 4.1.- Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto refleja el flujo de beneficios netos que genera un proyecto descontando estos flujos a la tasa de interés pertinente para el inversionista. En otras palabras, este indicador mide, en moneda de hoy, cuanta más riqueza se obtiene por invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en la alternativa que rinde la tasa de descuento. De esta manera, una inversión será rentable en la medida que el VAN sea mayor que cero.

Para calcular el VAN de un proyecto se utiliza la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i}$$

donde: Bi: Beneficio del período i  
Ci: Costo del período i  
i: período  
n: Vida útil del proyecto  
r: tasa de descuento

La alternativa de solución más conveniente será aquella que muestra el mayor VAN. Si el valor actual neto de las alternativas analizadas resulta negativo, significa que la situación base se transforma en la alternativa de solución más conveniente para los problemas detectados.

Es conveniente señalar que además de las conclusiones que se puedan obtener a partir de este indicador, en el momento de decidir sobre la ejecución del proyecto, se deben considerar los beneficios y costos que no fue posible valorar económicamente, conocidos como efectos intangibles.

El VAN puede ser calculado tanto desde un punto de vista privado como desde un punto de vista social.

#### 4.2.- Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa de interés que hace el VAN igual a cero. De acuerdo a este indicador, es conveniente realizar una inversión cuando la tasa de interés pertinente para el inversionista es menor que la TIR; es decir, cuando utilizar el capital en inversiones alternativas al proyecto genera menor rentabilidad que invertirlo en el proyecto.

Es importante destacar que la TIR no es un indicador útil para decidir entre proyectos mutuamente excluyentes, pues aunque un proyecto tenga una TIR superior a la de otro, su VAN puede ser menor; por tanto, si se utiliza el criterio TIR para decidir qué proyecto ejecutar, se estaría seleccionando aquel que reporta menor riqueza para el inversionista.

#### 4.3.- Índice de Rentabilidad - Inversión (IVAN)

El indicador IVAN permite ordenar y seleccionar los mejores proyectos dentro de una cartera de proyectos independientes, cuando existen restricciones de capital. El IVAN representa la rentabilidad del proyecto por unidad monetaria invertida y se calcula como:

$$IVAN = VAN / IO$$

## **ANEXO II.- FORMALIDADES PARA LA PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO DEL ESTUDIO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.**

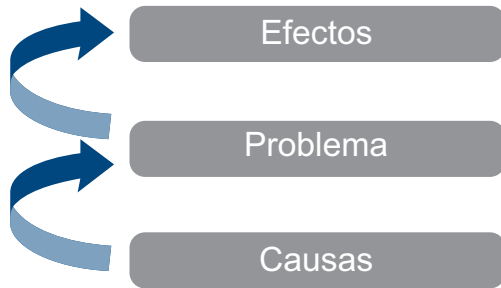
Los resultados de la aplicación de la presente guía, se recomienda presentarlos de acuerdo a la siguiente estructura:

- Portada: Debe contener nombre de la institución, nombre del proyecto, nivel del proyecto (perfil, prefactibilidad, factibilidad) y fecha en la que se presenta el documento.
- Índice: Indicando los títulos y subtítulos de cada apartado.
- Ficha Técnica: Su contenido corresponde a lo descrito en el punto 10.1 anterior de esta guía.
- Introducción: Señalar los aspectos generales, el objetivo del proyecto y la descripción de los principales aspectos de cada apartado.
- Contenido: Corresponde al desarrollo de cada apartado del documento del proyecto, siguiendo los capítulos y pasos de la guía.
- Recomendaciones: Descripción de los principales resultados del estudio y cuáles serían las acciones a implementar como parte de la toma de decisiones, para continuar con el proceso para la ejecución indicando las etapas del ciclo de vida que corresponda.
- Bibliografía: Mencionar los documentos e informes utilizados en la formulación del estudio.
- Anexos: Son aquellos aportes significativos que refuerzan el proyecto.

## ANEXO III: MÉTODO DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS Y ÁRBOL DE EFECTOS

Esquemáticamente la lógica causal entre causas, problema y efectos se puede representar de la siguiente manera.

Ordenamiento lógico de causas, problemas y efectos



Fuente: DPPI/ILPES

En este orden se presentan dos cosas: en primer lugar, detectar el problema y en segundo lugar, analizar el problema.

Tal como se ha dicho, en el “origen de las ideas de proyectos” están las principales fuentes que nos permiten detectar un problema. El análisis es otra cosa, esto implica un trabajo especulativo e indagatorio de quienes están encargados de la preparación de proyectos, lo que es necesario complementar con la visión de quienes estarían siendo los afectados por el proyecto.

Por otro lado, es necesario ante un sin número de problemas, que se presentan alrededor de una situación, definir la prioridad de cada uno de los problemas. Esto significa, indicar cuál es la importancia de un problema respecto de otro. También es necesario descubrir y señalar las relaciones entre problemas, algunos tendrán una relación causal, o sea, un problema provoca otro y habrá otros que no estarán relacionados. De esta manera, tendremos un problema central (el de mayor importancia o prioridad) a abordar con las debidas relaciones causales y también podremos discriminar sobre algunos problemas que no están relacionados (criterio de selectividad) y que pueden formar parte de otro análisis.

Del mismo modo hay que conocer si los problemas que se presentan son reales (están ocurriendo en el momento) o son problemas potenciales (que pueden ocurrir en el futuro) que pueden derivarse de una situación existente y cuya manifestación tiene un horizonte mayor en el tiempo. Este conocimiento respecto de las características de los problemas nos permite tener también una idea sobre la prioridad, respecto de cuál es el problema a abordar. Los inminentes (reales) los tendremos que resolver antes y programar adecuadamente la búsqueda de solución de los potenciales.

Para estos efectos se incluye el método del Árbol de Problemas (se describe más adelante) que nos ayuda en el análisis de los problemas y elementos sobre cómo abordar la participación.

El diagnóstico es una herramienta para reconocer las necesidades y los intereses de la población objetivo (Beneficiarios Directos e Indirectos).

Los diagnósticos pueden hacerse de manera específica para cada proyecto o pueden ser documentos generales, como planes de acción, del cual se desprende un grupo de proyectos.

Para definir el problema, se debe señalar la ubicación geográfica. El área afectada por el problema es aquella zona en la que la existencia del problema se da de manera directa, a pesar de que no se tenga contemplado llevar a cabo ninguna acción directa sobre la misma. Es importante resaltar que esta área no será necesariamente el área atendida por el proyecto, ya que pueden coincidir o no.

El árbol del problema, causas y efectos.

Según Iván Silva Lira<sup>12</sup> el método que se presentará es una alternativa entre varias posibles. Sin embargo, por su gran sencillez, es el más adecuado para iniciar el proceso analítico de identificación de un proyecto de inversión. Esto es organizar el análisis a partir de una “lluvia de ideas” en torno a una “situación problema” y poder construir un árbol de problemas. El método es muy flexible, eficiente y efectivo, siempre y cuando los participantes que se reúnan para aplicarlo también lo sean.

Se sugieren los siguientes pasos a seguir:

- 1) Dada la manifestación de una situación problema: hay que analizar e identificar lo que se considere como problemas principales de la situación analizada. Esto debido a, como se ha explicado anteriormente, la normal existencia de múltiples causas que pueden explicar el problema y los efectos que se derivan de ello.
- 2) En términos de análisis se recomienda que a partir de una primera “lluvia de ideas” establecer cuál es, a juicio del grupo de analistas, el problema central que afecta a la comunidad analizada. En esto lo que se aplica son los criterios de prioridad y selectividad.
- 3) Definir los efectos más importantes del problema en cuestión, de esta forma se analiza y verifica su importancia. Se trata, en otras palabras, de tener una idea del orden y gravedad de las consecuencias que tiene el problema que se ha detectado lo cual hace que se amerite la búsqueda de soluciones.
- 4) Anotar las causas del problema central detectado. Esto significa buscar qué elementos están o podrían estar provocando el problema.

<sup>12</sup> “Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local”, tercer Curso Internacional de “Preparación, Evaluación y gestión de Proyectos de Desarrollo Local”. ILPES.

- 5) Una vez que tanto el problema central, las causas y los efectos están identificados se construyen los “Diagramas del árbol de efectos y causas” del problema.
- 6) Es necesario revisar la validez e integridad del árbol dibujado, todas las veces que sea necesario. Esto es, asegurarse que las causas representen causas y los efectos representen efectos, que el problema central este correctamente definido y que las relaciones (causales) estén correctamente expresadas.
- 7) Para la elaboración del árbol de causas y efectos se sugiere seguir los siguientes pasos:

Definir el problema central

Formular el problema central en estado negativo.

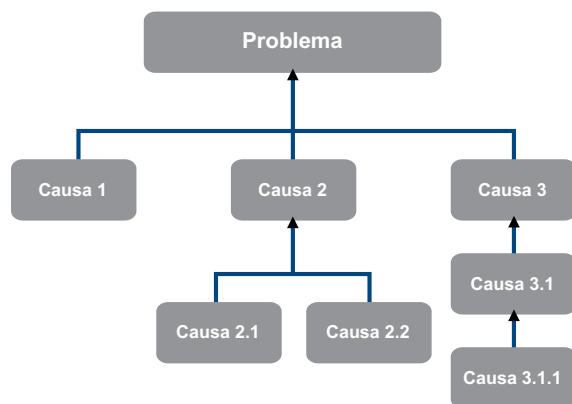
Centrar el análisis de causas y efectos en torno a un solo problema central. Lo que permite acotar el análisis y ser más efectivo en recomendar soluciones.

No confundir el problema con la ausencia de una solución. No es lo mismo decir falta una planta de tratamiento (falta de solución), que decir que existen “Alta tasa de enfermedades por condiciones ambientales” en un área específica (problema).

Gráfica del árbol de causas

A partir del problema central, hacia abajo, se identifican y se sigue la pista a todas las causas que pueden originar el problema. Es muy importante tratar de determinar el encadenamiento que tienen estas causas. En particular, es muy importante tratar de llegar a las causales primarias e independientes entre sí que se piensa que están originando el problema. Mientras más raíces se puedan detectar en el árbol de causas, más cerca se estará de las posibles soluciones que se deben identificar para superar la condición restrictiva que se ha detectado. En la figura se muestra el árbol de causas:

Figura 1: Árbol de Causas



Fuente: DPPI/ILPES

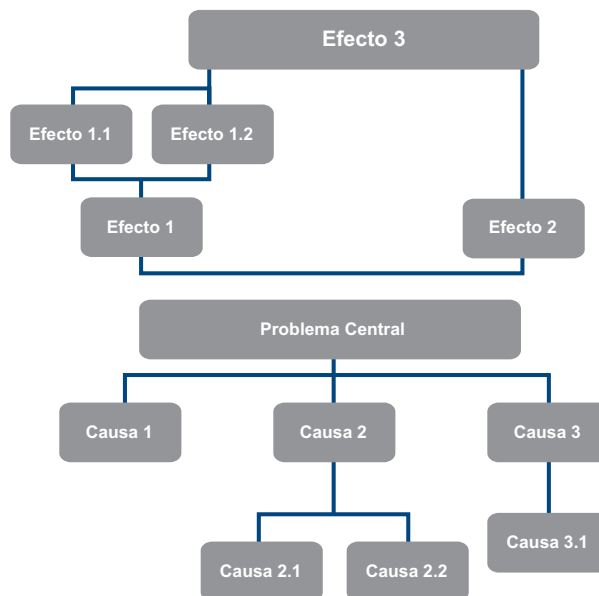
En otras palabras, en la medida que se resuelvan las últimas causales del encadenamiento (causa 1, causa 2.1, causa 2.2 y causa 3.1.1), se puede decir que, analíticamente, se está contribuyendo a superar positivamente la condición negativa planteada. Así, por ejemplo, si la causa única 3.1.1 se supera implicará que, “automáticamente”, se resuelven las causales 3.1 y 3. De un modo similar, para superar la condición 2 es preciso, levantar las restricciones 2.1 y 2.2. Y, así, sucesivamente.

Análisis de efectos del problema.

En este punto se trata de explicar qué es lo que sucedería ante la persistencia del problema, es decir, ante la no implementación de un proyecto que lo solucione. Es necesario que se tome en cuenta el mayor número de efectos posibles.

Teniendo presentes estas indicaciones, se construye un diagrama que representa el problema central con sus efectos, de forma tal que además permita visualizar la importancia que tiene el problema, esto como se indica en la siguiente ilustración.

Figura 2: Árbol de efectos



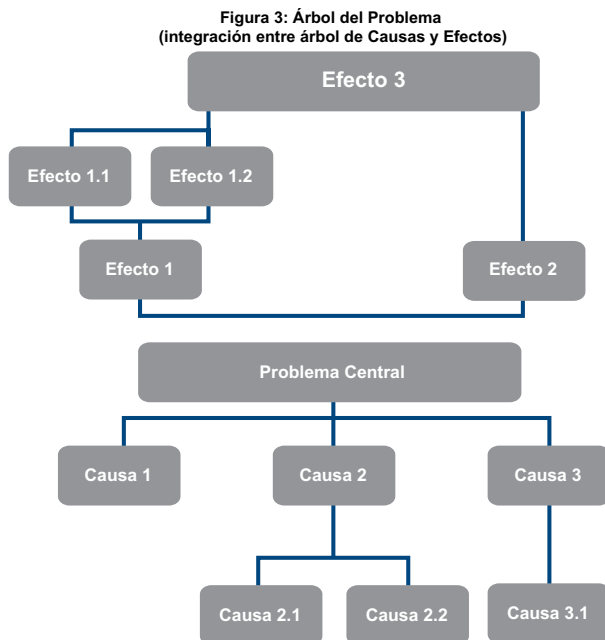
Fuente: DPPI/ILPES

Como se puede observar, una vez identificado el problema central se grafican los efectos hacia arriba, algunos de los cuales podrán estar encadenados y/o dar origen a varios otros efectos, para ello hay que seguir un orden causal ascendente. Esto quiere decir que el efecto 1, de primer nivel, provoca el efecto 1.1 y el efecto 1.2 de segundo nivel, esto es el “encadenamiento de los efectos”. Si se determina que los efectos son importantes y se llega, por tanto, a la conclusión que el problema amerita una solución se procede al análisis de las causas que lo están ocasionando.

Construcción del árbol de causas y efectos.

Finalmente se unen en un solo árbol las causas y los efectos:

Una vez que se han identificado las causas y efectos del problema central, el paso siguiente es integrarlas en un solo cuadro, este cuadro representa el resumen de la situación del problema analizado. Es importante señalar que, en esta primera etapa de la preparación de un proyecto, todos los planteamientos, además de contribuir a ordenar el camino a seguir en el desarrollo de las alternativas de solución que se pueda proponer, se hacen en términos de hipótesis de trabajo que se deben corroborar o rechazar en función de la profundización de los estudios que necesariamente hay que hacer, incluido en esto la consulta a los afectados a través de métodos participativos.



Fuente: DPPI/ILPES

Identificación alternativas de solución al problema.

Los medios para solucionar un problema se encuentran relacionados con el ataque a sus causas, es decir, los medios constituyen las vías de solución (alternativas de proyecto). En el caso de los efectos, se trata de revertirlos transformándolos en objetivos. La manera más sencilla de definir los objetivos es a través de la identificación de la situación deseada, es decir, de la situación problema solucionada.

Los objetivos son las guías del estudio y constituyen la proyección al futuro de una situación que los afectados consideran deseable. El "Objetivo central" es una hipótesis de trabajo que centra el análisis del proyecto.

Los objetivos deben ser:

- Realistas, es decir, se deben poder alcanzar con los recursos disponibles dentro de las condiciones generales dadas.
- Eficaces, es decir, no sólo deben responder a los problemas presentes, sino a aquellos que existirán en el tiempo futuro en que se ubica el objetivo.
- Coherentes, si el cumplimiento de un objetivo no imposibilita el cumplimiento de otro.
- Cuantificables, es decir, que puedan ser medibles en el tiempo.

A partir de la identificación del problema es posible determinar el objetivo general, que corresponde, frente al problema, en términos de una acción positiva con el fin de contar con un punto de referencia para la definición de propósitos más específicos y la búsqueda de posibles alternativas de solución.

También es necesario describir los objetivos específicos, estos son las soluciones concretas que el proyecto debe alcanzar en un tiempo determinado. El objetivo específico es el logro de una situación deseable.

El árbol de medios y fines

Para la elaboración del también llamado árbol de objetivos<sup>13</sup> se sugiere seguir los siguientes pasos:

- i) Cambiar todas las condiciones negativas del árbol de problemas a condiciones positivas que se estime que son deseadas y viables de ser alcanzadas. Al hacer esto, todas las que eran causas en el árbol de problemas se transforman en medios en el árbol de objetivos, los que eran efectos se transforman en fines y lo que era el problema central se convierte en el objetivo central o propósito del proyecto. Haciendo el símil con el revelado de una fotografía, el árbol de problemas es el negativo y el árbol de objetivos es el positivo que se obtiene a partir de aquel. Como se puede comprender, si el segundo no es más que poner en blanco el primero, es muy importante haber confeccionado bien el árbol de causas y efectos, para poder llegar a buenos fines y medios. La importancia, además, radica en que de este último se deben deducir las alternativas de solución para superar el problema.

<sup>13</sup> Véase Ortigón, Pacheco y Roura, 2005, citando Documento de Iván Silva Lira, "Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local", ILPES.

- ii) Una vez que se ha construido el árbol de objetivos es necesario examinar las relaciones de medios y fines que se han establecido para garantizar la validez e integridad del esquema de análisis. Si al revelar el árbol de causas y efectos se determinan inconsistencias es necesario volver a revisarlo para detectar las fallas que se puedan haber producido. Si se estima necesario, y siempre teniendo presente que el método debe ser todo lo flexible que sea necesario, se deben modificar las formulaciones que no se consideren correctas, se deben agregar nuevos objetivos que se consideren relevantes y no estaban incluidos y se deben eliminar aquellos que no eran efectivos.

De acuerdo a lo dicho para el árbol de problemas y lo mencionado en los puntos anteriores (a y b); "lo que antes eran efectos ahora son fines y las que antes eran las causas que provocaban el problema ahora son los medios para resolverlo", resulta tremendamente importante, por que si las causas han sido bien identificadas, se está muy cerca de identificar correctamente los medios y definir las alternativas, para la resolución del problema y obtención de los fines que persiga el proyecto. De aquí, la importancia de que las causas se ramifiquen todo lo que sea posible para tener mucho más desagregadas las posibles vías de solución al problema en estudio.

Figura 4: Árbol del Medios y Fines

