



GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO TECNIFICADO MAYOR





**Estado Plurinacional
de Bolivia**

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
VICEMINISTERIO DE RECURSOS
HÍDRICOS Y RIEGO**

**GUÍA PARA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE
RIEGO TECNIFICADO MAYOR**

BOLIVIA, 2014

Título:

Guía para la Elaboración de Proyectos de Riego Tecnificado Mayor

Depósito legal:

4-1-131-14 P.O

ISBN:

978-99974-807-5-0

Autor:

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)

Edición, diseño y diagramación:

Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO)

La elaboración de este documento fue realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), con el apoyo y asistencia técnica de la Cooperación Sueca y Alemana, a través del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), ejecutado en Bolivia por la GIZ.

Participaron en la elaboración del presente documento los siguientes profesionales: Abdel Patiño, Carlos Montaña, Hernán Montaña, Daniel Vega, Carlos Flores, Zulema Gutiérrez y otros.

Está permitida la reproducción del presente documento, siempre que se cite la fuente.

Bolivia, abril, 2014

ÍNDICE

Introducción	1
Parte I Estudio de Identificación (EI-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor).....	3
Contenido del Estudio de Identificación de un Proyecto de Riego Tecnificado Mayor (EI-Proyecto Tecnificado Mayor)	5
Anexos al Estudio de Identificación.....	17
Planos.....	18
Parte II Estudio Técnico Económico Social y Ambiental (TESA-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor)	19
Contenido del Estudio Técnico Económico Social y Ambiental de un Proyecto de Riego Tecnificado Mayor	22
Anexos al Estudio TESA.....	31
Planos.....	32

INTRODUCCIÓN

Este documento forma parte de un conjunto de Guías Técnicas para la elaboración de proyectos de riego que fueron aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 367 del primero de octubre de 2013, como un instrumento técnico normativo para la implementación de proyectos de riego. Todas las entidades públicas o privadas relacionadas con la preparación e implementación de proyectos de riego deben aplicar este instrumento.

El Estudio de Identificación para proyectos de riego tecnificado mayor debe lograr productos que permitan evaluar sí:

- El proyecto propone una solución viable para el uso y aprovechamiento más eficiente del agua en la producción agrícola, mediante la construcción o el mejoramiento de un sistema de riego tecnificado.
- Esta solución es técnica y socialmente aceptable, económicamente rentable, ecológicamente sostenible y no existen factores de riesgo que impidan su ejecución.

Sus resultados específicos son:

- Diseños preliminares de las obras principales y complementarias, concluidos
- Costos de inversión, supervisión y Acompañamiento/Asistencia Técnica y los aportes de la entidad financiera, promotora y de los usuarios, definidos.
- Funcionamiento del futuro sistema de riego, definido. Sus costos, sus resultados productivos y otros impactos: identificados.
- Indicadores de evaluación socioeconómica y financiera: VANP, VANS, TIRP, TIRS y Relaciones de Costo Eficiencia, determinados.
- Organización de beneficiarios para la implementación del proyecto, definida.
- Términos de referencia para el estudio TESA, preparados.

El estudio debe identificar los posibles riesgos en la ejecución del proyecto y, de ser necesario, proponer alternativas para resolverlos antes de su ejecución.

Los componentes del proyecto deben ser definidos participativamente con los beneficiarios y sus estudios necesariamente elaborados por un equipo de especialistas con amplia experiencia en la preparación de proyectos de riego tecnificado.

PARTE I

Estudio de Identificación (El-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor)

CONTENIDO DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE UN PROYECTO DE RIEGO TECNIFICADO MAYOR

(EI-PROYECTO TECNIFICADO MAYOR)

CARÁTULA

Debe incluir como mínimo los nombres de la entidad promotora, nombre del proyecto que haga mención a la acción a efectuarse, el objeto o motivo de la acción y la ubicación del proyecto (departamento, municipio y comunidad), lugar, mes y año de elaboración.

En la primera hoja deben incluirse obligatoriamente los nombres de los responsables y autores del documento, por tema desarrollado.

FICHA TÉCNICA

Elaborar la ficha técnica del proyecto, según formato y contenido dado en el **Anexo 1** de la Guía.

RESUMEN EJECUTIVO

- Breve descripción del contexto de ubicación del proyecto: cuenca de aporte y zona de riego.
- Justificación: identificar los problemas que se pretende solucionar y los beneficios esperados por la población objetivo (hombres y mujeres).
- Objetivo y alcance.
- Describir las alternativas analizadas del sistema de riego propuesto, la alternativa técnica elegida y las obras prediseñadas (tipos, cantidades, características de cada obra) y su relación con las zonas de riego y población beneficiaria.
- Presentar el costo total del proyecto de riego expresado en bolivianos.
- Criterios socioeconómicos, financieros y técnicos para la toma de decisión de continuar con el estudio TESA del proyecto.
- Emitir una opinión fundamentada que recomiende la elaboración del TESA o la postergación del proyecto.

1. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

1.1 Ubicación del área del proyecto

- Localización: departamento, provincia, municipio, comunidad o comunidades beneficiarias.
- Ubicación geográfica: límites del área del proyecto, latitud, longitud, altitud, incluyendo la cuenca a la que pertenece la fuente de agua y el área de riego. Utilizar la clasificación oficial de cuencas del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), disponible en su página web: www.cuencasbolivia.org

- Vías de acceso: distancia y tiempo de viaje desde la capital de departamento más próxima, estado de conservación de la vía. Presentar mapa de ubicación regional, departamental y nacional con las vías de acceso.
- Adjuntar lámina de ubicación del área del proyecto, tomando como base cartas geográficas IGM escala 1:50.000, nombre y número de cartas IGM.

1.2 Características de la cuenca de aprovechamiento

- Datos generales: superficie, altitud máxima y mínima y población de la cuenca. Adjuntar mapa de la cuenca.
- Características meteorológicas: lluvias medias en la cuenca, temperaturas, humedad relativa, vientos y otros, correspondientes a la estación meteorológica más representativa (nombre y ubicación de la estación). Adjuntar al estudio.
- Características biofísicas: fisiografía, pendientes, uso actual del suelo, cobertura vegetal e infraestructura, zona agroecológica.
- Características socioeconómicas: actividades económicas que tienen relación con los recursos hídricos (agropecuaria, forestal, minería, hidrocarburos y otras diferenciadas por género).
- Problemas identificados de manera diferenciada (hombres y mujeres) y su influencia en el proyecto (contaminación minera, sedimentación, contaminantes orgánicos persistentes y otros).

1.3 Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios

Tomando como base la información primaria obtenida en el área del proyecto y complementada con información secundaria de fuentes oficiales (INE, VRHR, PDM, etc.), describir:

- Comunidades involucradas en el proyecto.
- Población beneficiaria del proyecto (número de habitantes, hombres y mujeres), población económicamente activa; índice de pobreza, pertenencia cultural, lista de beneficiarios del sistema de riego (familias).
- Tenencia de la tierra de los beneficiarios y tamaño medio del área cultivable por familia (ha/familia).
- Actividades económicas principales de los beneficiarios, ingresos, migración.

1.4 Características fisiográficas y agroclimáticas del área de riego del proyecto

- Descripción de las características topográficas del área de riego respecto a las fuentes de agua, diferencias de altura para generar la presión u otras alternativas.
- Información agroclimática: precipitaciones medias mensuales, temperaturas medias mínimas y medias máximas, horas sol, humedad relativa y viento. Referidas a la estación meteorológica más próxima, nombre y ubicación de la estación. Adjuntar al estudio.

1.5 Situación actual de la producción agropecuaria

Describir el sistema de producción agropecuaria actual caracterizando los roles de hombres y mujeres (utilizando la metodología de incorporación de temas transversales en proyectos de riego del **Anexo 13** de la Guía):

- Cultivos atemporal, bajo riego y actividad pecuaria.
- Calendario agrícola.
- Nivel tecnológico del promedio de la población beneficiaria; indicar elementos como tipo de labranza (manual, con yunta, mecanizada); uso de semillas, pesticidas, abonos y/o fertilizantes; métodos de riego (por inundación, melgas, otros).
- Identificación de tareas diferenciadas por género (aplicar metodología dada en **Anexo 13** de la Guía).
- Acceso a créditos y/o asistencia técnica.
- Acceso a mercados o ferias cercanas.
- Mapeo de las instituciones, programas y proyectos de desarrollo productivo presentes en el área del proyecto.
- Valor de la producción agrícola bajo riego (cultivos, área en hectáreas, rendimientos estimados en toneladas por hectárea, costos de producción, precios e ingresos) para la situación sin proyecto, según formato **Anexo 10** de la Guía. Adjuntar al estudio.

1.6 Disponibilidad y calidad del agua

- Fuentes de agua para el proyecto: describir las características de las fuentes de agua (superficial o subterránea) que se pretenden aprovechar y/o las que se utilizan actualmente. Incluir tabla con aforos, indicando lugar, fecha, caudal y método empleado para la medición.
- Condiciones de disponibilidad del agua en el ámbito de la cuenca, acuerdos de uso – acceso a la fuente de agua entre los diferentes actores que establecen derechos de agua en caudales y frecuencias.
- Calidad del agua: realizar el análisis físico – químico con fines de riego y, adicionalmente, solicitar la determinación de sólidos disueltos, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables de la o las fuentes de agua, efectuado por un laboratorio reconocido. El reporte debe ser anexado al estudio. (Ver ejemplo de reporte en el **Anexo 2** de la Guía).
- Identificar conflictos existentes por el acceso y uso del agua (describir actores, intereses y necesidades).

1.7 Características de suelos

Hacer una descripción general de las características de los suelos a nivel de reconocimiento, tomando en cuenta los criterios señalados en el **Anexo 3** de la Guía.

A nivel de parcelas de cultivo, establecer las características edafológicas de cada clase identificada y obtener una muestra de suelo para análisis en laboratorio a fin de determinar los parámetros de riego tecnificado, en base a las siguientes variables:

- Clase textural de los suelos (F, A, Y).
- Contenido de humedad a CC y PMP.
- Densidad aparente (g/cm^3).
- Profundidad de la capa arable (m).

- Velocidad de infiltración (cm/h) recomendable método del infiltrómetro de doble anilla (para riego por aspersión).

Los resultados de laboratorio deben ser adjuntados al estudio.

1.8 Descripción de la gestión del sistema de riego actual (si corresponde)

Para conocer las características de la gestión del agua para riego en los sistemas existentes, es necesario realizar visitas a la zona del proyecto y, mediante recorridos de campo, talleres comunitarios con los usuarios, recoger información respecto a los siguientes puntos:

1.8.1.- Descripción de la infraestructura actual

- Tipos de infraestructura existente.
- Estado actual de funcionamiento.
- Análisis y estimación de las eficiencias de captación, conducción y distribución.

1.8.2.- Características de la organización social para riego

- Formas de organización existente (asociación, comité, comunidad de base, sindicato, otros).
- Conformación de la directiva: sistema de cargos para riego.
- Gestión interna: formas de elección, responsabilidades por cargos para la operación y mantenimiento, sanciones, mecanismos de resolución de conflictos y aportes.

1.8.3.- Derechos de agua de riego

- Formas de expresión de los derechos: se requiere determinar el derecho de uso de agua que cada beneficiario tiene en el sistema y cómo se expresa en la práctica.
- Formas de adquisición de los derechos.
- Obligaciones de los beneficiarios para la gestión del sistema.
- Lista de beneficiarios con derechos (familias).

1.8.4.- Operación del sistema y modalidad de distribución de agua

- Calendario de riegos: describir el inicio y final del periodo de riego.
- Actividades de operación del sistema: describir las actividades y los responsables del manejo de la infraestructura y periodos de funcionamiento.
- Formas de distribución del agua: entrega por turnos, caudales, volúmenes, cargos relacionados con la distribución, formas de control y sanciones.

1.8.5.- Actividades de mantenimiento del sistema de riego

- Descripción de las actividades para el mantenimiento de la infraestructura de riego: periodos, fechas, responsables de su organización, sanciones por incumplimiento, otros.

- Aportes para el mantenimiento: en dinero, jornadas de trabajo, formas de cumplimiento diferenciados por género.

1.8.6.- Descripción del riego a nivel de parcela

- Uso de caudales (l/s) o volúmenes (m³).
- Método de riego superficial, (surcos, melgas, bancos, otros).
- Tipos y épocas de riego (riego para preparación de terreno, al cultivo y otros).
- Densidades y marco de plantación (plantas/ha).
- Profundidad media de raíces de los cultivos (m).
- Frecuencia de riego (días) y tiempos de aplicación (horas).
- Láminas de riego (mm).
- Estimación de la eficiencia de aplicación.

1.8.7.- Descripción del área de riego

Determinar el área de riego considerando los usos familiares del agua que permitan identificar:

- Área regable (ha), adjuntar croquis.
- Área media regada anualmente (ha).
- Área regada en invierno y verano (ha).

1.9 Situación ambiental actual y de riesgos

Describir la situación ambiental actual y de riesgos del área del proyecto: cuenca de aporte, fuentes de agua, área de riego e infraestructura. Contaminación, erosión, salinización, deforestación, uso de agroquímicos, vida vegetal y animal y otros. Aplicar el instrumento sectorial sobre Cambio Climático y Riesgo (CCR) y adjuntar los resultados al estudio.

1.10 Condiciones para la introducción de riego tecnificado

En base a la información obtenida en la fase de diagnóstico, es necesario realizar un análisis de las condiciones mínimas para que un sistema de riego tecnificado funcione bajo gestión de los mismos usuarios. Esta verificación de condiciones debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Existe predisposición y consenso para el cambio tecnológico?
- ¿Existe predisposición para introducir cambios en sus esquemas de distribución: mayores frecuencias de riego, uso de caudales pequeños, tiempos de aplicación más largos y actualización del padrón de usuarios con derechos?
- ¿Qué capacidades tienen los usuarios para operar y mantener el sistema tecnificado?
- ¿Existe suficiente desnivel para lograr presiones adecuadas para el funcionamiento del sistema tecnificado?

- ¿Es necesario utilizar bombas para generar presiones y caudales?
- ¿La calidad del agua permite introducir riego tecnificado?
- ¿Existe potencial para introducir cultivos rentables bajo riego tecnificado?

1.11 Identificación de problemas, potencialidades y justificación del proyecto

- Describir el origen de la idea de proyecto, sus antecedentes relevantes, analizar y valorar el nivel de participación respecto al cambio tecnológico de riego superficial a riego tecnificado.
- Con participación diferenciada de hombres y mujeres beneficiarios/as, identificar los problemas o necesidades que se quiere resolver con el proyecto.
- Identificación de los principales riesgos del proyecto.
- Justificar el proyecto como la medida más conveniente para resolver los problemas identificados a partir de la mejor utilización de los recursos disponibles. Describir la situación en caso de no ejecutarse el proyecto.
- Validación de la idea del proyecto por los usuarios.

2. EL PROYECTO

Establecer en forma participativa con hombres y mujeres el alcance del proyecto, tomando en cuenta los resultados del diagnóstico.

2.1. Objetivos, componentes y resultados del proyecto

- Indicar el objetivo general y específicos del proyecto de riego tecnificado, sus componentes y actividades necesarias para su implementación.
- Presentar el Marco Lógico del proyecto según ejemplo dado en **Anexo 4** de la Guía.

2.2 Oferta de agua

- Estimar la disponibilidad de agua del proyecto siguiendo los criterios presentados en el **Anexo 5** de la Guía: Estudio hidrológico.
- Para determinar la oferta neta de agua para el proyecto, considerar otras demandas de agua (derechos de terceros, abrevadero, agua para consumo humano, etc.) y un **caudal ecológico**.
- Realizar el estudio de crecidas del río o fuente(s) de agua a ser aprovechada(s) por el proyecto, siguiendo los criterios indicados en el **Anexo 5** de la Guía.
- En caso de aprovechamiento de aguas subterráneas, recopilar información de aprovechamientos similares (pozos) y realizar sondeos geoelectrónicos en los posibles sitios de emplazamiento.

2.3 Producción agrícola con proyecto

Describir la situación de la producción agrícola esperada con el proyecto, tomando en cuenta las expectativas de hombres y mujeres orientadas a la seguridad alimentaria y/o comercialización de excedentes, considerando los siguientes aspectos:

- Posibles áreas agrícolas para implementar riego tecnificado.
- Escenarios de la producción agropecuaria con proyecto en función de la información disponible del mercado local. Analizar otras alternativas de producción.
- Cédula de cultivos y calendario agrícola con proyecto: cultivos, superficies regadas, rendimientos.
- Valor de la producción agrícola bajo riego en función de la información disponible del mercado (fluctuación de precios, temporalidad de la oferta de los productos en el mercado).

2.4 Demanda de agua, balance hídrico y cálculo del área de riego incremental

- Estimar eficiencias de captación, conducción, distribución y aplicación del riego. Presentar un cuadro comparativo de las situaciones sin y con proyecto.
- Aplicando el programa ABRO 02 versión 3.1 del VRHR, calcular las Áreas Bajo Riego Óptimo en las situaciones sin y con proyecto, para las cédulas de cultivos definidas en los acápite anteriores, mediante el balance entre la oferta y demanda de agua.
- En caso de agua regulada, se define el calendario agrícola en relación con la propuesta de operación del embalse.
- Determinar el área de riego incremental como efecto directo del proyecto.

El reporte del ABRO se debe adjuntar al estudio.

2.5 Diseño agronómico

Sobre la base de información de cultivos y las características de los suelos, desarrollar el diseño agronómico tomando en cuenta los criterios técnicos del **Anexo 6** de la Guía y determinar los siguientes parámetros de riego:

- Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
- Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular.
- Lámina de agua fácilmente aprovechable.
- Lámina bruta de riego.
- Frecuencia de riego.
- Selección del tipo de emisor (aspersión o goteo).
- Espaciamiento entre emisores.
- Área de cobertura del emisor y precipitación horaria.
- Tiempos de aplicación.

Compatibilizar los parámetros técnicos de riego (caudales, tiempos de aplicación y frecuencias de riego) con las modalidades de distribución de agua (gestión social o esquemas de distribución de agua preestablecidos).

2.6 Diseño de la gestión para riego tecnificado

En sistemas de riego existentes, es necesario establecer los criterios técnicos y sociales que permitan introducir cambios en las modalidades de gestión de riego superficial a tecnificado (caudales, tiempos de riego y frecuencias), con los siguientes aspectos a tomar en cuenta:

- Elaborar lista de usuarios con derechos de agua y potenciales beneficiarios.
- Elaborar una propuesta que compatibilice el riego actual con la nueva forma de entrega de agua (caudales, tiempos de aplicación, frecuencias de riego), según derechos de agua.
- Proponer un esquema preliminar de distribución de agua (caudales pequeños, tiempos largos y frecuencias de riego acorde a las necesidades hídricas de los cultivos) para riego simultáneo.
- Verificar las condiciones de gestión necesarios a la estructura de la organización (cargos), funciones y responsabilidades para la operación y mantenimiento del sistema tecnificado, tomando como base las formas de organización existentes para riego.

2.7 Diseño participativo de la infraestructura de riego tecnificado

- Realizar junto a los beneficiarios el análisis de alternativas técnicas de solución del problema que motiva el proyecto.
- Fundamentar la solución elegida sobre consideraciones de funcionalidad, costo y capacidad de gestión de los usuarios.
- Describir de manera general las obras que comprende el proyecto. Realizar los diseños hidráulicos y estructurales preliminares de las obras planteadas según sus características, aplicando los criterios técnicos dados en el **Anexo 7** de la Guía. Además, el diseño de obras debe tomar en cuenta criterios de gestión, sociales, económicos y ambientales.

El alcance requerido de los estudios, según tipo de obra, se resume a continuación:

2.7.1 Diseño preliminar de la presa

- Analizar alternativas de posibles lugares de emplazamiento y tipos de presa de acuerdo al acceso, geología, topografía, materiales de construcción, costos, facilidad de construcción y requerimientos de operación y mantenimiento. Determinar la altura de la presa basándose en la operación simulada del embalse, con datos de volumen de agua disponible, demanda de agua, pérdidas por evaporación e infiltración, volumen muerto (agua y sedimentación) y bordo libre.

Topografía

- Efectuar el levantamiento topográfico del vaso y elaborar sus curvas altura-área y altura-volumen con curvas de nivel cada metro ó 0,50 m. Levantamiento del sitio de presa a detalle, hasta una distancia mínima de 200 metros aguas abajo del eje de la presa. (Ver ejemplo de Términos de Referencia en el Anexo 7 de la Guía).

Hidrología aplicada

- Presentar cálculos del volumen aprovechable de los escurrimientos de la cuenca.
- Efectuar el tránsito de la crecida para el diseño del vertedor de excedencias.

- Estimar los volúmenes de ingreso de sedimentos al embalse.
- Determinar el volumen total, volumen útil y volumen muerto.
- Determinar el bordo libre de acuerdo con datos hidrológicos y de viento. Determinar altura de la presa.

Geología y geotecnia

- Efectuar estudios geológicos de campo y gabinete. Identificar fallas y la existencia de suelos calcáreos en el vaso y sitio de presa. Realizar sondeos geofísicos y excavar calicatas en el lugar del eje de la presa para identificar estratigrafía del terreno y analizar posibilidades de fundación.
- Realizar un mínimo de tres perforaciones a diamantina y pruebas de permeabilidad Lugeon, Lefranc o equivalentes, según el tipo de terreno de fundación y altura de la presa.
- Efectuar el estudio geotécnico y ensayos de mecánica de suelos de los materiales constituyentes del terreno de fundación y de los bancos de préstamo, que permitan el diseño seguro de las obras de infraestructura.

Diseño hidráulico y estructural

- Determinar el tipo de presa: tierra, homogénea o zonificada, enrocado, hormigón (gravedad, arco o contrafuertes). Los principales parámetros de decisión son: topografía, geología, geotecnia, presencia cercana de materiales de construcción, accesibilidad y costos de construcción.
- En el caso de presas de tierra o enrocado, efectuar análisis de estabilidad de taludes, según estados de carga detallados en el **Anexo 7**.
- En el caso de presas de gravedad y contrafuertes, realizar análisis de estabilidad al volcamiento, asentamiento, deslizamiento y tensiones máximas de trabajo en el hormigón.

Diseño preliminar del vertedor de excedencias

- Definir tipo de vertedor. En presas de tierra con caudales de crecida pequeños, analizar el uso de estructuras combinadas de vertedor y obra de toma.
- Diseño hidráulico preliminar del vertedor y obras complementarias (rápidas de desfogue, estructuras de disipación, canal de salida al río).

Diseño preliminar de la obra de toma y desfogue de fondo

- Definir tipo de obra de toma y necesidad de desfogue de fondo. Realizar el diseño hidráulico y estructural preliminar de la obra de toma y del desfogue de fondo.
- Describir los factores de riesgo de falla de la presa y componentes durante su vida útil.

2.7.2 Diseño preliminar de la obra de captación

- Definir sitio de captación de acuerdo al límite superior del área de riego.
- Describir condiciones constructivas en el sitio de captación. Excavar un mínimo de dos calicatas para inspección geotécnica. Efectuar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos para la obtención de parámetros de diseño según **Anexo 7**.

- Elegir tipo de obra de captación (presa derivadora, toma tirolesa, toma directa, galería filtrante u otras), presentando argumentos a favor de la elección. Diseño preliminar de la obra de captación para avenidas máximas de período de retorno de 50 ó 100 años. Adjuntar planos de la obra, en escala 1:100.
- Determinar si hay requerimientos de protección de la obra. Efectuar los diseños preliminares y estimar sus volúmenes. Describir los factores de riesgo de falla de la obra de captación.

2.7.3 Diseño preliminar de canales, tuberías de conducción y obras de arte

- Efectuar el diseño preliminar de canales, tuberías de conducción y obras de arte, tomando como caudal referencial de diseño las demandas máximas estimadas con el paquete ABRO y la operación del sistema de riego. El régimen de flujo debe ser subcrítico para canales.
- En el caso de canales de aducción, los caudales de diseño se estimarán en función del escurrimiento de las cuencas de aporte y el tamaño económico del canal.
- Para el diseño geométrico debe realizarse un recorrido de campo, tomando en consideración la configuración topográfica, área regable y distribución de las parcelas de cultivo. Las características topográficas pueden ser obtenidas de imágenes satelitales, cartas IGM y apoyo de GPS.
- Los lugares donde se necesiten obras de arte (acueductos, pasos de quebrada, sifones, alcantarillas, túneles y otros) deben ser referenciados con GPS y demarcados mediante referencias fijas (mojones, estacas o monumentos de cemento).
- Adjuntar planos del trazo preliminar y ubicación de obras de arte en escalas adecuadas utilizando como base informativa cartas IGM 1:50,000, fotos aéreas y datos de campo levantados con GPS. Describir los factores de riesgo para la ejecución de los canales, tubería de conducción y obras de arte.

2.7.4 Diseño preliminar de red de distribución en la zona de riego

- Estimar los requerimientos de infraestructura necesarios en la zona de riego: tuberías principales, secundarias y laterales; cabezales de riego, cajas de distribución y de válvulas, aspersores y/o goteros. Elaborar un esquema hidráulico en el que se resuman la ubicación y dimensiones de las obras en la zona de riego.
- Presentar la zona de riego en mapas a escalas adecuadas, utilizando como base informativa cartas IGM 1:50,000, fotos aéreas y datos de campo levantados con GPS. Indicar posibles sectores no aptos para riego.
- Describir los factores de riesgo que afecten a la infraestructura en la zona de riego.

2.7.5 Acceso y materiales de construcción

- Inventariar el estado de las vías de acceso necesarias e identificar caminos por abrir o mejorar. Determinar derechos de uso de vías de acceso.
- Identificar y referenciar con GPS bancos de préstamo para las obras propuestas. Excavar calicatas hasta de 5 m de profundidad para determinar las características del material. Efectuar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. Estimar volúmenes de material de los bancos. Estimar costos de explotación y transporte. Anexar autorización del municipio para la explotación de bancos de préstamo y áridos.

- Establecer posibilidades de explotación de los bancos identificados. En casos de ubicación en terrenos privados, concertar con los dueños su utilización.

2.7.6 Indemnizaciones

- Cualquier uso de terreno, agua o materiales ajenos, tiene un costo. Una estimación de este costo, en base a consultas en la región, debe incluirse en el presupuesto del proyecto.
- Determinar todos los requerimientos de posibles indemnizaciones (área inundada, derecho de paso de canales o tuberías, explotación de bancos de préstamo).
- Estimar la magnitud de indemnizaciones en superficie, volumen y costos.
- Identificar si las indemnizaciones pueden convertirse en factores de riesgo para la ejecución del proyecto.
- Consultar la predisposición de los afectados a indemnización o compensación.

3. ACOMPAÑAMIENTO/ASISTENCIA TÉCNICA

Identificar necesidades de Acompañamiento/Asistencia Técnica para las etapas de ejecución y post ejecución del proyecto de riego tecnificado, tomando como referencia la Guía de Acompañamiento/Asistencia Técnica en Proyectos de Riego.

4. MEDIDAS AMBIENTALES Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En base a la situación ambiental, posibles efectos del Cambio Climático y análisis de riesgos identificados, aplicar los siguientes instrumentos:

- Ficha Ambiental.
- Instrumento Cambio Climático y Riesgo (CCR), (ver **Anexo 14**).
- Como resultado del análisis, incluir en el proyecto medidas concretas de protección del medio ambiente y de adaptación al Cambio Climático para la sostenibilidad del proyecto (forestación, diques de retención de sedimentos, zanjias de infiltración, diseño de estructuras resistentes a eventos o situaciones extremas y otros), con cargo al presupuesto del proyecto.
- El consultor del EI presentará la ficha ambiental y la documentación necesaria para el trámite de categorización y licencia ambiental. La ficha ambiental debe ser elaborada y firmada por un profesional inscrito en el Registro Nacional de Consultores Ambientales (RENCA), con registro actualizado.
- El consultor ambiental también deberá realizar un análisis de la situación ambiental respecto del proyecto, identificará los principales riesgos ambientales y presentará recomendaciones para la etapa del estudio TESA.
- En caso de que la problemática ambiental supere las posibilidades de financiamiento por parte del proyecto, recomendar la preparación de un plan de manejo integral de la cuenca (PMIC).

5. PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

5.1 Presupuesto de obras

- Estimar el presupuesto general de las obras civiles en base a los cálculos métricos y precios unitarios referenciales de la alternativa seleccionada, según formato del **Anexo 9a**, desagregado por componentes.
- Calcular los cálculos métricos de todas las obras componentes del proyecto en base a planos de diseños preliminares, adjuntando las respectivas planillas de cálculo.
- Según las condiciones particulares del proyecto, desagregar el costo total dos: aporte de la entidad financiera y aporte comunal. Los precios de los materiales de construcción son puestos en obra. El análisis debe ser realizado según el ejemplo dado en el **Anexo 8**.
- El presupuesto debe incluir los costos de las medidas ambientales y de adaptación al Cambio Climático.

5.2 Presupuesto de Acompañamiento/Asistencia Técnica

Presentar el presupuesto estimado según formato dado en **Anexo 9b**.

5.3. Presupuesto de supervisión de obras

Presentar el presupuesto estimado según formato dado en **Anexo 9c**.

5.4 Estructura financiera del proyecto

Especificar los aportes globales propuestos para todos los componentes del proyecto (entidad financiera, gobernación, municipio, comunidad y otros).

6. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y FINANCIERA

Efectuar la evaluación socioeconómica y financiera utilizando la tasa oficial actualizada del Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE), ver página web www.vipfe.gob.bo Realizar análisis de sensibilidad.

7. ACUERDOS Y COMPROMISOS INSTITUCIONALES

Presentar los documentos legales, compromisos institucionales, derechos de uso del agua, aportes de contraparte y otros, según lista dada en el **Anexo 11** de la Guía.

8. FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO

Describir los principales factores de riesgo identificados a lo largo del estudio, que deberán considerarse para asegurar la factibilidad del proyecto:

- Resumir los factores de riesgo.
- Definir los hitos críticos de cada factor de riesgo, cuyo cumplimiento debe verificarse durante el estudio TESA a fin de asegurar que los mismos no pongan en peligro la ejecución del proyecto.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Presentar conclusiones que sustenten la recomendación de continuar con el TESA, postergar o abandonar el proyecto, considerando sus aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales. Describir los aspectos del proyecto que requieren una atención especial en la fase del TESA.
- Incluir recomendaciones respecto a la implementación de medidas de reducción de riesgos puntuales, o la formulación de un proyecto de manejo integral de cuencas (MIC), cuando fuera pertinente.

ANEXOS AL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN

1. Datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa, viento, etc.).
2. Estudios hidrológicos (incluir mediciones de campo).
3. Cálculo del Área Bajo Riego Óptimo (ABRO).
4. Informe de geología.
5. Informe de geotecnia. Análisis de mecánica de suelos.
6. Reportes de análisis de suelos agrícolas según su aptitud para riego.
7. Memorias de cálculos hidráulicos y estructurales.
8. Agroeconomía: costos de producción y valor neto de la producción.
9. Cómputos métricos.
10. Presupuestos de obras, supervisión y de Acompañamiento/Asistencia Técnica.
11. Evaluación privada y socioeconómica.
12. Ficha ambiental.
13. Instrumento de Adaptación al Cambio Climático y de Reducción del Riesgo de Desastres (CCR).
14. Documentos de compromisos institucionales.
15. Fotografías con su respectiva descripción.
16. Respaldos magnéticos de todo el estudio con archivos originales, (Word, Excel, CAD u otros programas utilizados en el estudio).

PLANOS

Todos los planos deben ser georeferenciados con coordenadas UTM, e incluir bancos de nivel (BM), cotas, progresivas, perfiles, secciones, firmas de los responsables y fecha. Deben codificarse con la numeración n/N, donde n es el número de orden y N el número total de planos. Preferentemente deben tener tamaño DIN A1 (59.4 x 84.1 cm), o DIN A2 (42 x 59.4 cm) o DIN A3 (29.7 x 42 cm) y contener además de los dibujos, todas las notas aclaratorias y dimensiones **legibles**, que guarden relación con el tamaño del plano. Como mínimo, se deben presentar los siguientes planos:

1. Plano general de ubicación de las obras proyectadas, incluyendo croquis de las vías de acceso sobre cartas IGM escala 1:50.000.
2. Planos de obras de regulación: embalse, presa, vertedor de excedencias, obra de toma, planos estructurales, geológico y otros.
3. Planos de la obra de captación (presa derivadora, toma tirolesa, galería filtrante, u otra) con todos sus componentes.
4. Planos de canales principales y secundarios, si corresponde.
5. Red de tuberías de distribución incluyendo planimetría y dimensionamiento (elevaciones, longitudes y diámetros).
6. Cámaras de carga, rompepresión, inspección, hidrantes, líneas de aspersión o goteo y caja de válvulas.
7. Detalle del cabezal y caseta de bombeo.
8. Planos de obras de arte: puentes acueducto, sifones, pasos de quebradas y otros.
9. Obras complementarias: vertedores laterales, desarenadores, repartidores, puentes carreteros, muros de contención, muros de encauce y otros.
10. Plano geológico y de ubicación de bancos de préstamo.
11. Planta y perfil de la tubería de conducción principal.
12. Planos de obras de regulación: reservorios, estanques, vertedor de excedencias, obra de desfogue, planos estructurales y otros.
13. Esquema de red de tuberías de distribución.

En caso necesario se debe presentar planos adicionales de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

PARTE II

Estudio Técnico Económico Social y Ambiental (TESA-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor)

INTRODUCCIÓN

Este documento forma parte de un conjunto de Guías Técnicas para la elaboración de proyectos de riego que fueron aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 367 del primero de octubre de 2013, como un instrumento técnico normativo para la implementación de proyectos de riego. Todas las entidades públicas o privadas relacionadas con la preparación e implementación de proyectos de riego deben aplicar este instrumento.

El estudio Técnico Económico Social y Ambiental (TESA) debe lograr los siguientes resultados específicos:

- Condiciones mínimas para la ejecución exitosa del proyecto, verificadas frente a los factores de riesgo y avances en cuanto al logro de los hitos críticos mencionados en el estudio de identificación.
- Documentos de compromiso necesarios para la ejecución de las obras (convenios, cartas, actas).
- Diseño conceptual definitivo del sistema de riego tecnificado, concertado y aprobado con los beneficiarios.
- Diseños definitivos de las obras del proyecto y pliegos de especificaciones técnicas, elaborados.
- Propuesta de funcionamiento del futuro sistema de riego acorde al escenario de producción agrícola previsto, definida.
- Propuesta de Acompañamiento/Asistencia Técnica para que los beneficiarios puedan asumir sus responsabilidades en las fases de ejecución y post ejecución.
- Costos de obras, supervisión y Acompañamiento/Asistencia Técnica, aportes de la entidad financiera, entidad promotora y beneficiarios, definidos.
- Indicadores de evaluación socioeconómica y financiera: VANP, VANS, TIRP, TIRS y relaciones de costo eficiencia, determinados.

En resumen, el estudio TESA sigue el siguiente proceso:

- Se complementan o actualizan los datos básicos del EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor. Los responsables del TESA deben validar la información de dicho estudio.
- Se inicia con los estudios a nivel de diseño final de la alternativa técnica elegida en el EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor.
- Se profundizan los estudios técnicos complementarios realizados en el EI-Proyecto Mayor para temas específicos, a fin de contar con un mayor detalle para el diseño final.
- Se verifica la solución de las observaciones o problemas identificados durante la preparación del EI-Proyecto Mayor.
- Se coordina y acuerda con los beneficiarios, de manera participativa, el diseño conceptual del futuro sistema de riego, el diseño de obras, el funcionamiento del futuro sistema de riego, con la definición de la nueva forma de distribución del agua a partir de los derechos de agua existentes y el aporte comunal.
- Se establecen compromisos comunales e institucionales para la ejecución del proyecto.

CONTENIDO DEL ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SOCIAL Y AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE RIEGO TECNIFICADO MAYOR (TESA—PROYECTO TECNIFICADO MAYOR)

CARÁTULA

Debe incluir como mínimo los nombres de la entidad promotora, nombre del proyecto que haga mención a la acción a efectuarse, el objeto o motivo de la acción y la ubicación del proyecto (departamento, municipio y comunidad), lugar, mes y año de elaboración.

En la primera hoja deben incluirse obligatoriamente los nombres de los responsables y autores del documento, por tema desarrollado.

FICHA TÉCNICA

Elaborar la ficha técnica del proyecto, según formato y contenido dado en el **Anexo 1** de la **Guía**.

RESUMEN EJECUTIVO

- Breve descripción del contexto de ubicación del proyecto: cuenca de aporte y zona de riego.
- Justificación: identificar los problemas que se pretende solucionar y los beneficios esperados por la población objetivo (hombres y mujeres).
- Objetivos y alcances del proyecto.
- Costo del proyecto en bolivianos: costos de ejecución de obras, supervisión, indemnizaciones, medidas de acompañamiento, medidas de mitigación ambiental y Adaptación al Cambio Climático.
- Indicadores socioeconómicos y financieros del proyecto: inversión por hectárea, inversión por familia, VANP y VANS.
- Conclusiones del estudio: emitir una recomendación fundamentada para la ejecución del proyecto, considerando los factores analizados en el estudio.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 Ubicación

- Ubicación política-administrativa: departamento, provincia, municipio, comunidad(es).
- Ubicación geográfica: límites del área del proyecto, latitud, longitud, altitud, incluyendo la cuenca de la fuente de agua y el área de riego. Utilizar la clasificación oficial de cuencas del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) disponible en su página web (www.riegobolivia.org), (www.cuencasbolivia.org).

- Vías de acceso: distancia y tiempo de viaje desde la capital de departamento más próxima, distancia a los principales mercados de productos, estado de conservación de la vía. Presentar mapa de ubicación regional, departamental y nacional con las vías de acceso.
- Adjuntar lámina de ubicación del área del proyecto, tomando como base cartas geográficas IGM escala 1:50.000, nombre y número de cartas IGM.

1.2 Antecedentes y justificación del proyecto

- Breve resumen del origen del proyecto y de los estudios efectuados.
- Describir el problema a solucionar y las potencialidades a desarrollar.
- Justificar la necesidad y conveniencia de ejecutar el proyecto.
- Explicar la solución planteada y los beneficios esperados.
- Confirmar el interés de las comunidades beneficiarias y su voluntad para aportar en la ejecución de la obra mediante documentos formales, según lista dada en el **Anexo 11** de la Guía.

1.3 Objetivos, metas y actividades del proyecto

Indicar de forma resumida:

- El objetivo general.
- Los objetivos específicos.
- Los resultados a alcanzar.
- Las actividades a ejecutarse.

Elaborar el Marco Lógico del proyecto según formato dado en el **Anexo 4** de la Guía

2. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN

Presentar un análisis crítico del Estudio de Identificación (EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor) que concluya en:

- La necesidad de actualizar y/o complementar la información básica para el estudio TESA. Las actualizaciones o modificaciones propuestas deben ser desarrolladas en los respectivos capítulos del estudio TESA.
- La necesidad de actualizar todos los compromisos institucionales y de los beneficiarios para la ejecución del proyecto, presentados en el EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor.
- La suficiencia de los estudios técnicos (topografía, geología, hidrología, geotecnia, suelos, calidad de aguas y otros) del EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor para el diseño final de las obras del proyecto.
- La verificación de los factores de riesgo y avances en cuanto al logro de los hitos críticos mencionados en el EI-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor, para la ejecución exitosa del proyecto.

3. EL PROYECTO - DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

Establecer en forma participativa con hombres y mujeres el alcance del proyecto, tomando en cuenta los resultados del diagnóstico.

3.1 Diseño conceptual participativo del futuro sistema de riego tecnificado

En este capítulo se resumen las principales decisiones tomadas participativamente con los beneficiarios del proyecto sobre los diferentes componentes del sistema de riego tecnificado: fuentes de aprovechamiento de agua, futura producción agrícola, infraestructura de riego, modalidad de gestión y/o nueva distribución de agua en el sistema, organización de los beneficiarios, y otros aspectos importantes de la situación con proyecto.

3.2 Fuentes de aprovechamiento y oferta de agua

Actualizar el estudio hidrológico del Estudio de Identificación (EI-Proyecto de Riego Tecnificado Mayor).

- Describir las fuentes de agua a ser aprovechadas.
- Presentar los datos hidrometeorológicos e hidrológicos definitivos y el estudio de oferta de agua a nivel mensual.
- Realizar un análisis de calidad del agua con fines de riego tecnificado. El análisis debe ser realizado por laboratorios especializados y reconocidos. Comparar los resultados con los del estudio EI-Proyecto Riego Tecnificado Mayor.
- En caso de aprovechamiento de aguas subterráneas, confirmar los resultados del estudio hidrogeológico del EI-Proyecto Mayor, según los criterios dados en el **Anexo 5** de la Guía. En caso necesario, realizar estudios complementarios.

3.3 Futura producción agrícola

Describir la situación de la producción agrícola esperada con proyecto, considerando los siguientes aspectos:

- Posibles escenarios de la producción agropecuaria con proyecto en función del contexto local, información de mercado y ventajas comparativas, tomando en cuenta las expectativas de hombres y mujeres orientados a la seguridad alimentaria y/o comercialización de excedentes.
- Definir la cédula y calendario de cultivos con proyecto: cultivos, superficies regadas, rendimientos.
- Estimar costos de producción e ingresos para las situaciones “sin proyecto” y “con proyecto”.

3.4 Demanda de agua, balance hídrico y cálculo del área de riego incremental

Según la cédula de cultivos definida,

- Calcular las Áreas Bajo Riego Óptimo en las situaciones sin y con proyecto, y determinar el área incremental como efecto directo del proyecto, mediante el balance entre la oferta y demanda de agua, aplicando el programa ABRO 02 versión 3.1 del VRHR.

Para este fin:

- Estimar y justificar eficiencias de captación, conducción, distribución y aplicación del riego. Presentar un cuadro comparativo de las situaciones sin y con proyecto.
- Considerar otras demandas de agua en la zona de riego: derechos de terceros, abrevadero, agua para consumo humano, etc.
- Establecer el caudal ecológico mínimo a nivel mensual de la fuente de aprovechamiento de agua.

3.5 Diseño agronómico

- Verificar y, en su caso, actualizar el estudio agronómico del proyecto El-Riego Tecnificado Mayor, a partir del cual establecer los parámetros de riego definitivos del proyecto.
- Con la participación de los beneficiarios, compatibilizar los parámetros técnicos de riego (caudales, tiempos de aplicación y frecuencias de riego) con las nuevas modalidades de distribución de agua.

3.6 Gestión del futuro sistema de riego

Describir el funcionamiento del futuro sistema de riego tecnificado, tal como se acuerde en un proceso participativo con los beneficiarios, basado en la propuesta de producción agrícola, definición de derechos de agua, modalidad de distribución de agua, requerimientos de mantenimiento de obras y capacidades de los beneficiarios para cumplir con todas las exigencias de gestión.

- Derechos de agua: presentar detalles sobre la definición y distribución de los derechos de agua y los acuerdos relacionados.
- Operación y distribución del agua: describir la operación de la infraestructura y la modalidad de distribución de agua en el sistema, definiendo caudales de entrega, tiempos de aplicación y frecuencias de riego.
- Mantenimiento: describir las actividades requeridas para mantenimiento y reparación de los equipos y accesorios de todos los componentes del sistema de riego tecnificado.
- Organización de los regantes: tipo, estructura y funciones.
- Costos de funcionamiento: presentar un presupuesto anual para el funcionamiento del futuro sistema de riego (operación, mantenimiento y gestión interna).

3.7 Diseño final de obras

- Según los resultados de la revisión del El-Proyecto Mayor, actualizar, complementar o modificar las memorias técnicas de los cálculos estructurales, hidráulicos y planos de diseño. Incluir todas las memorias de cálculo y planos, según los alcances indicados en el **Anexo 7** de la Guía.
- A continuación se describen los requerimientos mínimos del TESA para el diseño de las principales obras.

3.7.1 Diseño de la presa

Preparar el diseño final de la presa tomando como base la alternativa elegida en el EI-Proyecto Mayor. En caso muy necesario considerar otros lugares y tipos de presa.

Topografía

- Verificar en campo, detalladamente, la topografía del vaso y la existencia de BMs.
- Verificar curvas altura-área y altura-volumen obtenidas en el EI-Proyecto Mayor.
- En caso necesario, realizar levantamientos complementarios siguiendo las especificaciones del **Anexo 7**.

Hidrología aplicada

Confirmar los resultados del estudio EI-Proyecto Mayor y, en caso necesario, complementarlos y actualizarlos.

- Cálculos de los volúmenes mensuales aprovechables de los escurrimientos de la cuenca.
- Estudio de crecidas y su tránsito para el diseño del vertedor de excedencias, siguiendo los criterios indicados en el **Anexo 5** de la Guía.
- Volúmenes de ingreso de sedimentos al embalse.
- Bordo libre de acuerdo con datos hidrológicos y de viento.
- Altura de la presa mediante la operación simulada del embalse, volumen útil y volumen muerto.

Geología y geotecnia

Verificar los estudios de geología del EI-Proyecto Mayor. En caso necesario, realizar estudios geológicos complementarios de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

Verificar el estudio geotécnico y ensayos de mecánica de suelos del EI-Proyecto Mayor. En caso necesario complementar con ensayos adicionales tanto de los materiales constituyentes del terreno de fundación como de los bancos de préstamo.

Diseño hidráulico y estructural

Preparar los diseños finales hidráulico y estructural de la presa, aplicando los conceptos detallados en el **Anexo 7**.

Diseño del vertedor de excedencias

Realizar los cálculos hidráulicos y estructurales a nivel de diseño final, según el tipo de vertedor de excedencias definido; aplicar los criterios dados en el **Anexo 7**.

Diseño de la obra de toma y detalles

Realizar los diseños hidráulicos y estructurales definitivos de la obra de toma y del desfogue de fondo, según los criterios dados en el **Anexo 7**.

3.7.2 Diseño de la obra de captación

- Confirmar con visitas de campo la selección del sitio de emplazamiento de la obra de captación de acuerdo al límite superior del área de riego. En caso necesario, excavar calicatas para inspección geotécnica y efectuar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos para la obtención de parámetros de diseño.
- Definir el tipo de obra de captación y efectuar el diseño definitivo de la misma, para avenidas máximas de un período de retorno igual o mayor a 100 años.
- Establecer requerimientos de protección de la obra de captación y realizar los correspondientes diseños finales.

3.7.3 Diseño de canales, tuberías de conducción y obras de arte

- Efectuar el levantamiento topográfico completo de las franjas de desarrollo de los canales y tuberías de conducción en anchos variables de 10 a 50 metros, según el tamaño de los canales y/o diámetro de las tuberías y características topográficas del terreno, siguiendo los alcances dados en el **Anexo 7** de la Guía.
- Realizar un relevamiento geológico de todo el trazo de los canales y preparar el respectivo plano de detalle en el que se señalen las características geológicas locales de los terrenos atravesados. En caso necesario, se tomarán muestras para la clasificación geotécnica del tipo de suelos.
- Efectuar el diseño definitivo de los canales, tubería de conducción y obras de arte, según los caudales establecidos y modalidad de distribución de agua del sistema de riego.
- En el caso de canales de aducción, los caudales de diseño se estimarán en función del escurrimiento de las cuencas de aporte.
- El diseño geométrico de los canales debe efectuarse mediante un recorrido detallado de campo, tomando en consideración la topografía, las características geológicas del terreno, el área regable, la distribución de las parcelas de cultivo, sitios arqueológicos, turísticos, cementerios y otros. En caso necesario, efectuar cálculos de estabilidad de taludes de los terrenos en ladera que sean atravesados.
- Los sitios de emplazamiento de las obras de arte (acueductos, pasos de quebrada, sifones, alcantarillas, túneles y otros) deben ser exactamente referenciados con coordenadas UTM y el establecimiento de *Bench Marks* (BMs). Los diseños geométricos y estructurales deben tomar en consideración las características topográficas y geológicas de los sitios de emplazamiento de estas obras.
- Para obras de arte menores (caídas, repartidores, acueductos de menos de 4 m, pasos vehiculares y peatonales, aforadores, compuertas, etc.) sólo presentar número de obras y diseños tipo.

3.7.4 Diseño de la red de distribución en la zona de riego

- Realizar los diseños finales de la infraestructura necesaria en la zona de riego: reservorios, tanques de regulación, tuberías principales, secundarias y laterales, cabezales de riego, cajas de distribución y de válvulas, hidrantes, aspersores y/o goteros, tomando en cuenta los criterios de operación del sistema.

- Elaborar un esquema hidráulico utilizando como base informativa cartas IGM 1:50,000, fotos aéreas y datos de campo en el que se resuman la ubicación y dimensiones de las obras en la zona de riego.
- Describir los factores de riesgo que puedan afectar la infraestructura en la zona de riego.

3.7.5 Acceso y materiales de construcción

- Verificar el estado de las vías de acceso y la necesidad de abrir o mejorar caminos. Determinar derechos de uso de vías de acceso. Incluir en el proyecto el costo de apertura y mantenimiento de los caminos durante la ejecución del proyecto.
- Verificar la ubicación y magnitud de los bancos de préstamo para las distintas obras. En caso necesario, excavar calicatas de hasta 3 m de profundidad para determinar las características del material y efectuar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. Estimar volúmenes de material de los bancos, costos de explotación y transporte.

3.7.6 Indemnizaciones y/o compensaciones

Verificar los acuerdos establecidos para el uso de terrenos, agua y materiales necesarios, así como las indemnizaciones y/o compensaciones acordadas. Actualizar y/o establecer acuerdos e incluir en el presupuesto del proyecto sus eventuales costos.

Precisar todos los requerimientos de posibles indemnizaciones (área inundada, derecho de paso de canales, extracción de agregados y otros) y determinar su magnitud y costos.

Identificar si las indemnizaciones pueden convertirse en factores de riesgo para la ejecución del proyecto. Consultar predisposición de los afectados a indemnización o compensación.

4. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- Modalidad de ejecución de las obras (en general para un proyecto TESA se aplica la modalidad de ejecución licitada).
- Marco institucional, responsabilidades y tareas, así como la organización del trabajo.
- Proceso constructivo: presentar una propuesta de ejecución de las obras, en lo posible identificar cuellos de botella para el proceso constructivo y proponer alternativas de solución.
- Aporte comunal: definición de las modalidades del aporte comunal, tomando en cuenta las formas tradicionales de colaboración, evitando desigualdades (en los casos de: mujeres jefas de familia, personas de tercera edad).
- Eventuales trabajos adicionales y sus costos a consecuencia de demandas de uso de agua durante el proceso de construcción.
- Estrategia de organización del trabajo comunitario en concordancia con la propuesta de Acompañamiento/Asistencia Técnica.

5. ACOMPAÑAMIENTO/ASISTENCIA TÉCNICA

- Definir los alcances del servicio de Acompañamiento/Asistencia Técnica, tomando en cuenta aspectos de género, interculturalidad y conflictos y, en función a la complejidad del proyecto, la magnitud de las obras y la experiencia en gestión de riego de los beneficiarios, que permita el

cambio tecnológico de riego superficial a tecnificado, con énfasis en el desarrollo de capacidades de los beneficiarios para la autogestión del sistema. Este alcance debe establecerse tomando en cuenta la Guía para el Acompañamiento/Asistencia Técnica en Proyectos de Riego.

- Analizar la propuesta de Acompañamiento/Asistencia Técnica planteada en el EI-Proyecto Mayor y complementarla con medidas que se consideren necesarias para las fases de ejecución y puesta en operación.
- Describir la estrategia de ejecución de los servicios de acompañamiento y definir los servicios profesionales necesarios para la organización del trabajo.

6. MEDIDAS AMBIENTALES Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Aplicar los siguientes instrumentos:

- Ficha de Impacto Ambiental
- Instrumento sobre Cambio Climático y Riesgo (CCR), (ver **Anexo 14**).
- Actualizar la Ficha de Impacto Ambiental y preparar la documentación necesaria para el trámite de categorización y licencia ambiental por la entidad promotora. De la misma manera, actualizar el estudio de Cambio Climático y de Riesgo de desastres con la información actualizada obtenida para el proyecto TESA.
- De acuerdo con la categorización de la Ficha de Impacto Ambiental, se debe presentar el análisis de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que formarán parte del proyecto. En muchos casos, la autoridad responsable pedirá un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), el cual deberá ser parte de los resultados del TESA.
- Resumir resultados del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y su presupuesto.
- Verificar las medidas de protección y de adaptación para la sostenibilidad del proyecto, identificadas en la etapa EI-Proyecto Mayor (forestación, diques de retención de sedimentos, zanjas de infiltración y otros), con cargo al presupuesto del proyecto.

En caso de que la problemática ambiental supere las posibilidades de financiamiento por parte del proyecto, recomendar la preparación de un plan de manejo integral de la cuenca (PMIC).

7. PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

Presentar los presupuestos de los distintos componentes del proyecto TESA y su estructura financiera para su uso en la evaluación económica-social (ver ejemplos en **Anexo 9a**).

7.1 Cálculos métricos

Preparar planillas de cálculo de volúmenes de todas las obras diseñadas, con sus respectivos croquis.

7.2 Precios unitarios

Preparar análisis de precios unitarios de todos los ítems que forman parte del proyecto según las condiciones particulares del mismo, desagregando el costo total en dos: aporte de la entidad financiera y aporte comunal, aplicando la siguiente estructura de costos:

- Costo en obra de materiales de construcción.
- Costos de mano de obra calificada y no calificada.
- Costos de equipos y herramientas.
- Gastos generales.
- Utilidad de la empresa contratista.
- Impuestos a las transacciones (IT) y a las utilidades de las empresas (IUE).

Ver modelo de análisis de precios unitarios en el **Anexo 8**.

El presupuesto debe incluir costos de medidas ambientales, de adaptación al Cambio Climático, medidas de protección de la cuenca de aporte, indemnizaciones y otros.

7.3 Presupuesto de obras

Presentar el presupuesto general de las obras según formato del **Anexo 9a** de la Guía, que se desagrega por módulos y aportes (entidad financiera y beneficiarios).

7.4 Presupuesto de acompañamiento

Presentar presupuesto de acompañamiento según formato del **Anexo 9b** de la Guía.

7.5 Presupuesto de supervisión

Presentar el presupuesto de supervisión según formato **Anexo 9c** de la Guía.

7.6 Presupuesto consolidado del proyecto

- Presentar un cuadro resumen con los resultados del cálculo de los costos de ejecución de las obras, costos de preinversión y costos de supervisión.
- Establecer las posibles fuentes de financiamiento, entidades participantes y aporte comunitario.
- Incluir los costos de mitigación del impacto ambiental o los costos del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental EEIA, según la categorización que haya recibido el proyecto.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CRONOGRAMA

- Adjuntar las especificaciones técnicas de ejecución de las obras del proyecto según los ítems de construcción. Utilizar las Especificaciones Técnicas para proyectos de riego del VRHR, disponibles en la página web www.riegobolivia.org, complementadas con especificaciones para obras especiales, en caso necesario.
- Presentar el cronograma general tentativo de ejecución del proyecto, estableciendo en lo posible su ruta crítica.

9. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y FINANCIERA

- Sobre la base de los datos ajustados y actualizados obtenidos en el TESA, se actualiza igualmente la evaluación económica efectuada en el EI-Proyecto Mayor.
- Efectuar la evaluación socioeconómica y financiera utilizando la tasa oficial actualizada del Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE); ver página web www.vipfe.gob.bo
- Realizar análisis de sensibilidad.
- Calcular los parámetros de costo de inversión por hectárea y costo de inversión por familia.

10. ACUERDOS Y COMPROMISOS INSTITUCIONALES

Presentar los documentos legales, compromisos institucionales, derechos de uso del agua, aportes de contraparte y otros, según lista dada en el **Anexo 11** de la Guía

11. FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO

Verificar si los principales factores de riesgo identificados en el EI-Proyecto Mayor, han sido superados y no representan ningún obstáculo para la ejecución del proyecto.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con el análisis ambiental y de riesgos realizado, indicar si se requiere la formulación e implementación de un proyecto de manejo integral de cuencas (PMIC) antes de la ejecución del proyecto de riego propuesto.
- Presentar conclusiones que sustenten la recomendación de ejecutar o postergar el proyecto, considerando sus aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.
- Describir los aspectos del proyecto que requieren una atención especial antes y durante la fase de ejecución

ANEXOS AL ESTUDIO TESA

1. Datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa, viento, etc.).
2. Estudios hidrológicos (incluir mediciones de campo).
3. Cálculo del Área Bajo Riego Óptimo (ABRO).
4. Informe de geología.
5. Informe de geotecnia. Análisis de mecánica de suelos.
6. Reportes de análisis de suelos agrícolas según su aptitud para riego.
7. Memorias de cálculos hidráulicos y estructurales.
8. Agroeconomía: costos de producción y valor neto de la producción.
9. Cómputos métricos.

10. Presupuestos de obras, supervisión y de Acompañamiento/Asistencia Técnica.
11. Evaluación privada y socioeconómica.
12. Ficha ambiental.
13. Instrumento de Adaptación al Cambio Climático y de Reducción del Riesgo de Desastres (CCR)
14. Documentos de compromisos institucionales.
15. Fotografías con su respectiva descripción.
16. Respaldos magnéticos de todo el estudio con archivos originales, (Word, Excel, CAD u otros programas utilizados en el estudio).

PLANOS

Todos los planos deben ser georeferenciados con coordenadas UTM, e incluir bancos de nivel (BM), cotas, progresivas, perfiles, secciones, firmas de los responsables y fecha. Deben codificarse con la numeración n/N, donde n es el número de orden y N el número total de planos. Preferentemente deben tener tamaño DIN A1 (59.4 x 84.1 cm) o DIN A2 (42 x 59.4 cm) o DIN A3 (29.7 x 42 cm) y contener además de los dibujos, todas las notas aclaratorias y dimensiones **legibles** que guarden relación con el tamaño del plano. Como mínimo, se deben presentar los siguientes planos:

1. Plano general de ubicación de las obras proyectadas, incluyendo croquis de las vías de acceso sobre cartas IGM escala 1:50.000.
2. Planos de obras de regulación: embalse, presa, vertedor de excedencias, obra de toma, planos estructurales, geológico y otros.
3. Planos de la obra de captación (presa derivadora, toma tirolesa, galería filtrante, u otra) con todos sus componentes.
4. Planos de canales principales y secundarios, si corresponde.
5. Planos de obras de arte: puentes acueducto, sifones, pasos de quebradas y otros.
6. Obras complementarias: vertedores laterales, desarenadores, repartidores, puentes carreteros, muros de contención, muros de encauce y otros.
7. Plano geológico y de ubicación de bancos de préstamo.
8. En caso necesario se debe presentar planos adicionales de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
9. Planta y perfil de la tubería de conducción principal.
10. Planos de obras de regulación: reservorios, estanques, vertedor de excedencias, obra de desfogue, planos estructurales y otros.
11. Planos de red de tuberías de distribución.
12. Cámaras de carga, rompedor, inspección, hidrantes, líneas de aspersión o goteo y caja de válvulas.
13. Plano de ubicación del cabezal y caseta de bombeo.

En caso necesario se debe presentar planos adicionales de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

Con el apoyo de:



Ejecutado por:



Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego
(VRHR)
Calle Héroes del Acre N° 1978
esquina Conchitas
Teléfono: 2113239
La Paz - Bolivia
www.riegobolivia.org

Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable
PROAGRO
Av. Sánchez Bustamante N°509,
(entre calles 11 y 12 de Calacoto)
Telf./fax: +591 (2) 2115180
La Paz-Bolivia
www.proagro-bolivia.org