



Gobierno  
de Chile

gob.cl

Ministerio de  
Hacienda

Gobierno de Chile

Ministerio de  
Desarrollo  
Social y  
Familia

Gobierno de Chile

# **Instructivo para proyectos de inversión de riego**

**MDSF-DIPRES**

**Junio, 2024**

## Contenido

1. Antecedentes .....	2
2. Objetivo y alcance del Instructivo .....	3
3. Definición de niveles de complejidad .....	3
4. Tipos de obras del subsector riego y nivel de complejidad .....	5
5. Instrucciones específicas por tipo de proyecto.....	5
5.1. Postulación a etapas del ciclo de vida.....	5
6. Metodología de formulación y evaluación de proyectos.....	6
6.1. Enfoque costo - beneficio / método del presupuesto .....	6
6.2. Enfoque costo beneficio / ahorros de costos de operación y mantención .....	9
Anexo 1.....	10

## 1. Antecedentes

Las y los Senadores y Diputados de la Comisión Especial Mixta de Presupuestos y el Gobierno, representado por el Ministro de Hacienda y la Directora de Presupuestos, suscribieron un protocolo de acuerdo en el marco de la Ley de Presupuestos del Sector Público 2023. En el ámbito de la Inversión Pública, en el numeral I.2, se indicó lo siguiente:

*“En este mismo ámbito, en base a una propuesta conjunta entre la Dirección de Presupuestos y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, y en el marco del Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, se presentará una propuesta de modificación a la metodología de evaluación social en materia de pequeños embalses, a fin de reducir los tiempos de tramitación, la cual deberá presentarse a más tardar en julio del año 2023”.*

En atención al requerimiento establecido en el protocolo, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego (CNR) en la sesión N°258 del 30 de enero de 2023 acordó por unanimidad la configuración *“de una mesa de trabajo que permita la conformación del Plan de Obras Medianas y Menores de Riego, en la que se incorpore la modificación de las metodologías de evaluación del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.”*

Ambos requerimientos tienen como antecedente las recomendaciones entregadas por la Mesa Nacional del Agua, instancia que sesionó entre octubre de 2019 y diciembre de 2021, y definió desafíos en 12 ejes temáticos, uno de los cuales fue el de financiamiento. Entre las recomendaciones que entregó la mesa técnica que abordó este eje se encuentra la siguiente:



*“Establecer mecanismos especiales para que el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) evalúe diferenciadamente proyectos medianos de bajo impacto territorial, con el objetivo de contar con una nueva metodología de evaluación dentro del SNI para obras medianas de bajo impacto, como canales medianos, impulsiones, obras de infiltración, compuertas telemétricas, etc. para ser realizadas en plazo menor a 3 años, dado que estas obras pueden ser construidas en un año”.*

Para dar curso a esta recomendación, en un trabajo liderado por la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) que contó con la participación de del Ministerio de Desarrollo Social y Familia y la Comisión Nacional de Riego, durante 2022 se desarrolló el estudio “Nuevas Metodologías de Proyectos Hídricos”, el que estableció entre sus objetivos *“asesorar en la estandarización de tipologías de proyecto, de modo de distinguir proyectos que, por su naturaleza, características y/o alcance, puedan ser factibles de ser gestionados de modo simplificado en el SNI”.*

A partir de los resultados y recomendaciones de ese estudio, se desarrollaron las instrucciones que a continuación se detallan y que están orientadas a la presentación, formulación y evaluación de proyectos de riego que ingresan a revisión en el Sistema Nacional de Inversiones.

## 2. Objetivo y alcance del Instructivo

El objetivo del presente instructivo es establecer indicaciones relacionadas con la postulación de iniciativas de inversión del subsector riego, aplicando el principio de proporcionalidad, según la complejidad de la obra, tanto en lo relacionado con las etapas del ciclo de vida que se deba desarrollar, como también en materia de formulación y evaluación del proyecto.

Cabe destacar que este trabajo no solo aplica a obras de pequeños embalses, sino que considera a todas las obras de riego financiadas mediante el DFL 1.123, según su nivel de complejidad, ya sean de competencia regional o nacional.

## 3. Definición de niveles de complejidad<sup>1</sup>

Para estimar el nivel de complejidad de la obra se utilizó un modelo elaborado con la aplicación del método “Proceso Analítico Jerárquico” (AHP por sus siglas en inglés), mediante el cual se identificaron y ponderaron los factores y subfactores<sup>2</sup> que aportan a la complejidad de una obra.

<sup>1</sup> En esta sección se presenta un resumen del modelo desarrollado, para mayor detalle ver Anexo 1.

<sup>2</sup> En la calibración del modelo, tanto en la identificación de factores y subfactores, estimación de ponderaciones y definición y calibración de las escalas de medición, participaron profesionales relacionados con el sector de recursos hídricos de las siguientes instituciones: Dirección de Obras Hidráulicas - MOP; Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales - MOP; Comisión Nacional de Riego; Dirección General de Obras Públicas – MOP; Subsecretaría de Evaluación Social - MDSF.

El modelo de complejidad definido utiliza las variables “riesgo de la obra” y “costo de la obra”, según la siguiente función:

$$IC_i = \alpha_1 * Riesgo_i + \alpha_2 * Costo_{inv}_i$$

Donde:

$IC_i$  = índice de complejidad de la obra  $i$ .

$Riesgo_i$  = nivel de riesgo de la obra  $i$ .

$Costo_{inv}_i$  = índice costo de inversión de la obra  $i$ .

$\alpha_1$  y  $\alpha_2$  = ponderadores del nivel de riesgo y del índice de costo de la obra, respectivamente, siendo  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ . El estudio estimó un valor de 0,5 para cada ponderador.

El nivel de riesgo fluctúa en un rango entre 0 y 1 y se estima a partir de 4 tipos de riesgos y sus respectivos ponderadores (obtenidos mediante el método AHP; para detalles, revisar la Tabla 8 del Anexo 1).

**Tabla 1. Niveles de riesgo y ponderadores asociados**

Riesgo	Ponderador
Territorial	0,274
Técnico	0,188
Ambiental	0,394
Obtención de Permisos Sectoriales Complejos No Ambientales	0,144

Fuente: “Nuevas Metodologías de Proyectos Hídricos (DGOP-MOP, 2022)”

En tanto, el índice de costos también fluctúa entre 0 y 1 y se obtiene según el tramo en el cual se ubica el costo total de la obra, de acuerdo con lo presentado en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Tramos del costo total de un proyecto**

Intensidad del Costo	Tramos del costo (UF)	Valor índice
Extremo	Sobre 1.271.000	1
Muy alto	495.001 a 1.270.000	0,518
Alto	132.001 a 495.000	0,279
Moderado	56.701 a 132.000	0,159
Bajo	19.001 a 56.700	0,087
Muy bajo	Menor o igual a 19.000	0,056
Nulo	0	0

Fuente: “Nuevas Metodologías de Proyectos Hídricos (DGOP-MOP, 2022)”

Mediante la aplicación del concepto de umbral global, se estimaron los rangos para cada nivel de complejidad según se presenta a continuación.

**Tabla 3. Niveles de complejidad de obra según escala de complejidad**

Nivel de Complejidad	Rango
Baja	0 - 20%
Media	20,1 - 40%
Alta	40,1 - 100%

De esta manera, al momento de evaluar una obra de riego en el SNI, se aplicará el modelo de complejidad, según las características y riesgos asociados a ella, obteniéndose como resultado un índice de complejidad que permitirá clasificarla en alguno de los 3 niveles presentados.

#### 4. Tipos de obras del subsector riego y nivel de complejidad

A continuación, se presentan los diferentes tipos de obras de riego con su respectivo nivel de complejidad, bajo condiciones estándar.

**Tabla 4. Características de las obras según nivel de complejidad**

Complejidad baja	Complejidad media	Complejidad alta
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tranque H&lt;15m</li> <li>• Conducción</li> <li>• Obras de arte</li> <li>• Telemetría y telecontrol</li> <li>• Pozos</li> <li>• Obras de infiltración</li> <li>• Obras de drenaje</li> <li>• Sistemas pequeños de reutilización de aguas servidas</li> <li>• Desalación en baja escala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalse H&lt;15m</li> <li>• Conducción</li> <li>• Impulsión</li> <li>• Unificación de bocatoma</li> <li>• Obras de drenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalse H&gt;15m</li> </ul>

\*H: altura de muro

Sin perjuicio de lo anterior, se deberá realizar el cálculo del indicador de complejidad para verificar la clasificación de la iniciativa.

#### 5. Instrucciones específicas por tipo de proyecto

##### 5.1. Postulación a etapas del ciclo de vida

Según el nivel de complejidad, las iniciativas deberán realizar las siguientes etapas del ciclo de vida de proyectos:

**Tabla 5. Etapas del ciclo de vida de un proyecto según nivel de complejidad de la obra**

Nivel de Complejidad	Perfil	Perfil avanzado <sup>3</sup>	Prefactibilidad	Factibilidad	Diseño	Ejecución
Baja	-	X	-	-	X	X
Media	X		X		X	X
		X		X	X	X
Alta	X		X	X	X	X

- Las obras de nivel de complejidad baja podrán postular directamente desde un perfil avanzado a Diseño, considerando que este tipo de proyectos no requieren un levantamiento de información y justificación mayor; o alternatively, el diseño podrá ser realizado con recursos propios de la institución formuladora y/o financiera, no requiriendo postular a dicha etapa en el SNI, aunque en este caso se deberá presentar como antecedente el diseño terminado y aprobado para la recomendación de la etapa de Ejecución.
- A su vez, las obras de nivel de complejidad medio podrán postular desde la etapa de perfil a Prefactibilidad, luego diseño y finalmente ejecución; o alternatively, desde un perfil avanzado, postular a factibilidad, luego diseño y finalmente a ejecución. Lo anterior dependerá tanto de la robustez de los antecedentes de base como de la necesidad de profundizar en aquellos aspectos que podrían presentar incertidumbre, como derechos de agua, estudios ambientales, entre otros.
- Finalmente, las obras de complejidad alta deberán cumplir con todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto de inversión pública de manera secuencial, a saber: Prefactibilidad, Factibilidad, Diseño y finalmente Ejecución, a partir de un perfil, de acuerdo con la metodología vigente.

Estas definiciones permitirán acortar significativamente los plazos totales en la formulación de las iniciativas de inversión para obras medianas y menores, resguardando que se formulen con niveles adecuados de información y certidumbre que garanticen la eficiencia y eficacia en los recursos utilizados, en función de su complejidad.

## 6. Metodología de formulación y evaluación de proyectos

### 6.1. Enfoque costo - beneficio / método del presupuesto

Para los proyectos cuyo principal beneficio es el **aumento de la producción agrícola**, tanto por aumento de la superficie de riego como por aumento de la seguridad de riego, se aplicará el **enfoque costo-beneficio a través del método del presupuesto**, según la Metodología de Riego vigente en el SNI.

<sup>3</sup> Se entenderá por perfil avanzado aquel cuyo diagnóstico incorpora un análisis de alternativas, fundamentado con información obtenida de análisis previos, como podría ser un estudio integral de riego para un determinado territorio.

No obstante, dependiendo de su nivel de complejidad, se considerarán las siguientes simplificaciones en el desarrollo de la preinversión:

**Tabla 6. Contenidos mínimos de preinversión, según nivel de complejidad<sup>4</sup>**

N°	REQUISITOS DE INFORMACIÓN	Nivel de Complejidad		
		Baja complejidad	Media complejidad	Alta complejidad
<b>1</b>	<b>FORMULACIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>Fuente de Información</b>		
1.1	<b>Diagnóstico de la situación actual</b>	Secundarias (CIREN – Censos – SII (REA) – OUAs – Estudios oficiales)	Primaria y/o secundaria	Primarias (estudio específico)
1.1.1	Identificación del problema	Propia (formulador)	Propia (formulador)	Prefactibilidad
1.1.2	Descripción del Área de Influencia			
1.1.3	Estudio de Mercado	ODEPA, INIA, regantes, CIREN	Último estudio desarrollado (actualización con información secundaria)	Evaluación agroecológica
1.1.4	Universo Predial	CIREN		
1.1.5	Encuesta Simple	-		
1.1.6	Estratificación predial y Nivel Tecnológico	Secundarias (CIREN – Censos – SII (REA) – OUAs – Estudios oficiales)		
1.1.7	Análisis de la Oferta			
a.-	<i>Estadísticas hidrológicas de los caudales medios mensuales para mínimo los últimos 30 años, de forma tal que consideren los eventos de sequía.</i>	BNA DGA Q mensual Trasposición Canales: DT01-02 y Q porteo	BNA DGA ajustado/ Red agroclimática nacional	Análisis de cuenca hidrológica

<sup>4</sup> Las siguientes siglas son utilizadas para nombrar las diferentes fuentes de información: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN); Servicio de Impuestos Internos (SII), reavalúo (REA); Organizaciones de Usuarios/as de Aguas (OUAs); Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA); Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); Dirección General de Aguas (DGA), Banco Nacional de Aguas (BNA); Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA). Así también, DT refiere a Documentos Técnicos de la CNR asociados a la postulación a concurso de la Ley N°18.450.

b.-	<i>Análisis de frecuencia con las estadísticas hidrológicas para determinar el caudal medio mensual para cada probabilidad de excedencia.</i>	Análisis de frecuencia	Análisis probabilístico incluyendo cambio climático	Análisis probabilístico incluyendo cambio climático
c.-	<i>Curvas de variación estacional con los caudales medios mensuales para cada una de las probabilidades de excedencia.</i>	Análisis de frecuencia	Curva de variación	Curva de variación
d.-	<i>Determinación del Caudal Ecológico Mínimo (el necesario para asegurar la supervivencia de un ecosistema acuático preestablecido).</i>	Según DAA existentes	Según DAA existentes y EIA	Según DAA existentes/legal/ Caudal Ambiental/RCA
1.1.8	Análisis de la Demanda	Atlas agroclimático + Censo agrícola	Último estudio desarrollado (actualización con información secundaria)	Evaluación agroecológica + estimación con Cambio Climático
1.1.9	<i>Déficit o Balance Hídrico</i>			
1.2	<b>Optimización de la Situación actual</b>	Análisis interno	Último estudio desarrollado (actualización con información secundaria)	Evaluación agroecológica
1.3	<b>Situación Con Proyecto</b>	Análisis interno		Evaluación agroecológica
1.4	<b>Análisis de Alternativas</b>	Análisis interno	Último estudio desarrollado + ingeniería base	Elaboración de proyectos
1.3	<b>Evaluación Social de Proyectos</b>			
1.3.1	Análisis Costo - Beneficio	Secundarias (CIREN – Censos – SII (REA) – OUAs – Estudios oficiales)	Primaria y/o secundaria	Primaria (estudio específico)





## 6.2. Enfoque costo beneficio / ahorros de costos de operación y mantención

Las obras que generen como principal beneficio el **ahorro de costos de operación y mantención**, de acuerdo con la metodología de riego vigente, también se evalúan por **enfoque costo-beneficio**, con las mismas disposiciones de simplificación de la Tabla N°6.

En este sentido, aquellas que presenten un costo menor a 50.000 UTM, valorizadas a diciembre del año anterior, podrán estimar el ahorro de costos mediante consultas directas a las organizaciones de usuarios/as de aguas, incluyendo entre los gastos tanto los financiados directamente como los que se puedan imputar a uso de maquinaria y mano de obra propia, y se eximen de necesariamente estimar beneficios por aumento de producción agrícola.

Estas simplificaciones permitirán reducir tiempo y costos en el desarrollo de etapas individuales de proyectos de complejidad media y baja, manteniendo niveles adecuados de certeza en la información.



## Anexo 1

### MODELO DE COMPLEJIDAD OBRAS DE RIEGO

El modelo de complejidad utilizado fue el desarrollado en el estudio “*Nuevas Metodologías de Proyectos Hídricos*”, realizado por la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) en el periodo 2021-2022, con la participación de profesionales de la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura, de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y de la División de Evaluación Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, tanto en las contrapartes técnicas como en la conformación del equipo de expertos para la calibración del modelo.

La propuesta de clasificación de los proyectos según su nivel de complejidad se estableció mediante un Proceso Analítico Jerárquico (PAJ o *Analytical Hierarchy Process, AHP*), herramienta utilizada ampliamente para el apoyo en la toma de decisión sobre infraestructura, a través de un enfoque de Análisis Multi-Criterio (AMC).

El Modelo de Complejidad integra riesgos y costos y permite asignar un puntaje agregado a los proyectos, determinando así la complejidad de una obra en específico.

Este modelo se presenta en forma aditiva de la siguiente manera:

$$IC_i = \alpha_1 * Riesgo_i + \alpha_2 * Costoinv_i$$

Donde:

$IC_i$  = índice de complejidad de la obra  $i$ .

$Riesgo_i$  = nivel de riesgo de la obra  $i$ , que corresponde a la sumatoria de los valores de escala de medida de los 15 indicadores del Modelo de Riesgo.

$Costoinv_i$  = índice costo de inversión de la obra  $i$ , corresponde al valor de escala de medida del costo de inversión del proyecto.

$\alpha_1$  y  $\alpha_2$  = ponderadores del nivel de riesgo y del índice de costo de la obra, respectivamente, siendo  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

- **Estimación índice de costos**

Se clasifica el proyecto según el tramo en el cual se encuentre su costo total, como se define en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Tramos del costo total de un proyecto**

Intensidad del Costo	Tramos del costo (UF)	Valor índice $Costoinv_i$
Extremo	Sobre 1.271.000	1
Muy alto	495.001 a 1.270.000	0,5182
Alto	132.001 a 495.000	0,2786
Moderado	56.701 a 132.000	0,1592
Bajo	19.001 a 56.700	0,0874
Muy bajo	Menor o igual a 19.000	0,0560
Nulo	0	0

- **Estimación del índice de riesgo**

Se definieron cuatro criterios de riesgo, contruidos a su vez por los subcriterios que se despliegan a continuación, con sus respectivas ponderaciones:

**Tabla 8. Criterios y subcriterios de riesgo**

Riesgo/Subcriterio	Ponderador
<b>Riesgo técnico</b>	
Estudios de ingeniería.	3,8%
Trabajos de terreno.	8,2%
Dificultad para aplicar la metodología de evaluación de los beneficios.	1,6%
Construcción del proyecto – obra civil.	5,2%
<b>Riesgo territorial</b>	
Influencia de otros grupos de interés que compiten por el uso del agua (asociaciones de regantes, gremios, entre otros).	6%
Influencia de organizaciones ambientales.	6,4%
Influencia de Centros Sociales, Comunitarios o Comunales.	2,8%
Influencia de comunidades indígenas (históricas o culturales).	12,2%
<b>Riesgo ambiental normativo (RCA)*</b>	
Aprobación ambiental (DIA/EIA)*.	39,4%
<b>Riesgo de obtención de permisos sectoriales complejos</b>	
Dirección General de Aguas (DGA).	3,2%
Corporación Nacional Forestal (CONAF).	3,2%
Servicio Agrícola Ganadero (SAG).	0,6%
Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).	3%
Expropiaciones.	3,4%
Permisos de privados (accesos y servidumbres).	1%

\*Resolución de Calificación Ambiental (RCA), Declaración de Impacto Ambiental (DIA), Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).



- **Escalas de medición**

Para la aplicación del modelo, se requiere contar con escalas de medición de cada uno de los subcriterios presentados, las que fueron desarrolladas utilizando el método analítico – jerárquico. Para un mayor detalle, revisar el Informe 1 del estudio “Nuevas Metodologías de Proyectos Hídricos”, DGOP 2022.

- **Estimación de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$**

Los ponderadores del riesgo y el costo del modelo de complejidad fueron estimados según criterio de experto, establecidos en 0,5 y 0,5 respectivamente.

- **Establecimiento de umbrales para la categorización del nivel de complejidad**

Los rangos del índice de complejidad para determinar los niveles bajo, medio y alto fueron estimados mediante el concepto de “Umbral Teórico”, el cual es calculado a través del principio de razón de cambio. Este principio es aplicado en la ubicación del punto de equilibrio o centro de gravedad entre los niveles adyacentes previamente identificados por los expertos participantes de la calibración del modelo AHP.

- **Aplicación y ajustes del modelo de complejidad**

El modelo de complejidad fue aplicado a una cartera de 32 diversas obras hídricas, con el fin de analizar la coherencia de sus resultados. A partir de ello, se ajustaron los rangos iniciales definidos por el umbral teórico, precisando la amplitud de la categoría complejidad media, obteniendo los resultados definitivos según se indica a continuación:

**Tabla 9. Niveles de complejidad de obra según escala de complejidad**

<b>Nivel de Complejidad</b>	<b>Rango</b>
Baja	0 - 20%
Media	20,1 - 40%
Alta	40,1 - 100%