



**REPÚBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**



**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS
MULTISECTORIALES**

MEJORAMIENTO DEL CANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DE LA IRRIGACIÓN SISA

(Estudio a nivel de Perfil)



VOLUMEN I EL PROYECTO

**Resumen Ejecutivo
Informe Principal**

Lima, Enero 2010

MODULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Proyecto: “Mejoramiento del Canal de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa”.

La zona de estudio involucra la cuenca del Río Sisa, la misma que involucra las provincias de Picota y Bellavista, en el departamento de San Martín. Las obras del proyecto están ubicadas en los distritos de San Hilarión, San Cristóbal, Caspisapa, Picota, San Pablo y Bellavista.

1.2 UNIDAD FORMULADORA (UF) y UNIDAD EJECUTORA (UE)

- Unidad formuladora:

Gerencia Regional de Desarrollo Económico - Gobierno Regional San Martín

El presente estudio a nivel de Perfil ha sido elaborado por la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en atención de la solicitud de apoyo cursada por la Junta de Usuarios del Huallaga Central y la Comisión de Regantes del Canal de la Margen Izquierda del río Sisa.

- Unidad ejecutora:

Gobierno Regional San Martín – Sede Central

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1. Antecedentes del proyecto

Como antecedentes de este proyecto, podemos mencionar que se han desarrollado dos proyectos, el primero a nivel de expediente técnico, desarrollado en mayo de 1999 *Prolongación del Canal Principal Margen Izquierda Irrigación Sisa*. Este proyecto consideraba tierras en las localidades de Picota y Pucacaca en la margen izquierda del río Huallaga para lo cual se usaría como fuente el río Sisa, mediante la prolongación del canal de la margen izquierda por unos 20 Km.

El segundo proyecto es, *Irrigación de la Margen Izquierda y Derecha del Río Sisa*, este proyecto plantea la incorporación al riego de más de 17 000 ha, en ambos márgenes del mencionado río. Los cultivos planteados para este proyecto eran los tradicionales de la zona (arroz, soya, caña, maíz, tabaco y algodón).

MODULO II IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, a lo largo de las áreas regadas por el canal margen izquierda del río Sisa (que abarcan las provincias de Picota y Bellavista), los cultivos, especialmente el arroz, se producen en dos campañas, con bajos rendimientos en la campaña complementaria; esto debido a la falta de agua producto de la pérdida de eficiencia de riego que se presenta por el no revestimiento del canal de conducción. Si bien se habla de dos campañas agrícolas, éstas son *teóricas* puesto que el cultivo de arroz se siembra y se cosecha durante todo el año, siendo este un impedimento para poder contabilizar la producción por campaña, distribución del recurso hídrico y el cobro de la tarifa de agua, la cual se torna desordenada por presentarse en el campo situaciones de siembra en algunas parcelas y de cosecha en otras aledañas, en un mismo periodo de tiempo.

Dentro del área del proyecto, existen 6 550 ha con potencial agrícola, en las cuales sólo se cultivan productos como arroz (principal cultivo de la zona), maíz amarillo, frijol, yuca, pastos y en una menor área papaya. Entre los cultivos que han merecido el interés de los agricultores en los últimos años por su adaptación y rentabilidad se encuentran el cacao y el piñón, entre otros, pero con muy poca extensión e iniciativa de producción.

Asimismo, existen terrenos con aptitud agrícola que no se explotan (en la zona de San Pablo cerca de la bocatoma Sisa, cerca de 1 000 ha) debido a que éstos se encuentran en zonas con mayor altitud al paso del canal de riego, lo que hace imposible el traspaso del recurso hídrico a dichas tierras.

2.1.1 Zonificación y ubicación del área de estudio

El departamento de San Martín tiene como capital a la ciudad de Moyobamba, una de las más antiguas del oriente peruano. Su creación política data del 07 de julio de 1857 y políticamente se ha dividido en 10 provincias y 77 distritos.

Dentro de este departamento se ubica la cuenca del río Sisa, en la cual se propone la elaboración de un proyecto de irrigación, con el fin de mejorar y complementar el riego de terrenos de cultivo ubicados en los distritos de Picota, Caspisapa, San Cristóbal y San Hilarión, en la provincia de Picota; y, San Pablo y Bellavista en la provincia de Bellavista, sobre una superficie de 950 ha.

2.1.2 Diagnóstico socioeconómico

- Población

La población del área del proyecto forma parte de la población de los distritos de Picota, Caspisapa, San Cristóbal y San Hilarión, en la provincia de Picota; y los distritos de San Pablo y Bellavista, en la provincia Bellavista, la población de estos distritos suman, según el Censo del INEI, al 2 007, 38 878 habitantes.

Dicha población, representa el 5,33% del total del departamento de San Martín y el 44,6%, del total de las provincias de Picota y Bellavista.

Según género, el 48%, de la población dentro del área del proyecto son mujeres y el 52% son hombres. Se puede notar también que del total poblacional del área del proyecto el 78%, es población urbana y el 22%, es población rural. El área de los distritos involucrados comprenden una superficie de 1 075,95 Km², lo que determina una densidad poblacional de 36,13 habitantes por Km²; mayor, en comparación con el índice de densidad poblacional provincial que sólo alcanza 8,51 habitantes por Km²; pero menor, que el mismo índice a nivel departamental, el cual alcanza los 14,22 habitantes por Km².

El contingente poblacional presenta una pirámide de edades normal para zonas de escaso desarrollo socioeconómico, caracterizado por un contingente de población joven en la base, que luego se va estrechando a partir de los 25 años, lo que revelaría una importante emigración de jóvenes en la búsqueda de mejores oportunidades de trabajo o de preparación. No obstante, existe una proporción del contingente que no emigra constituyéndose en la fuente de reemplazo de la fuerza laboral requerida en el lugar. Así, la pirámide de edades revelaría una fuerte emigración de jóvenes del área de estudio hacia zonas de mayor grado de desarrollo relativo, donde encontrarían mejores condiciones de superación personal ya sea, en el área laboral como de estudios superiores técnicos o universitarios. Las zonas preferidas serían las de Tarapoto e incluso las ciudades de Chiclayo y Cajamarca, que se encuentra a poca distancia de la zona del proyecto; aunque, también se encuentra como fuentes receptoras de emigrantes la ciudad de Lima.

- Distribución espacial. Población urbana y rural

La población urbana del distrito de Cochabamba no es significativa. Según los resultados del Censo de 2 007, el 78% del total se considera población urbana y un 22%, es la población rural. Estos resultados siguen la misma tendencia de población urbana y rural para el caso provincial y departamental; así, a nivel de la provincia de Picota y Bellavista, la población rural representa el 42% del total poblacional, mientras que la urbana es el 58%. Lo mismo sucede, a nivel departamental, donde la población urbana es sólo el 65% de la población total mientras que la población rural representa el 35% de la población total.

- Población Económicamente Activa

La Población Económicamente Activa del área de referencia está formada por un contingente de 15 709 habitantes, según el Censo del 2 007. El sector agropecuario ocupa el 52% de la PEA, que se constituye, de esta manera, es la principal fuente de trabajo, siguiéndole; con una importancia relativa marcadamente menor, las ramas de actividad económica de comercio y reparación de vehículos; y el comercio al por menor.

- Necesidades básicas insatisfechas

El área del Proyecto posee 9 185 viviendas, de las cuales 6 313 tienen alumbrado eléctrico y sólo 5 038, tienen servicio de abastecimiento de agua dentro de la vivienda. El resto se abastece de pilones, camiones, pozos, ríos e incluso de sus vecinos.

2.1.3 Diagnóstico agroeconómico

- Área beneficiada

El área beneficiada del proyecto forma parte de la superficie de cultivo de los distritos dentro del ámbito del proyecto, provincias de Picota y Bellavista, departamento de San Martín. El área del proyecto, tiene una superficie bruta total de 7 047 ha, cultivadas principalmente con arroz, localizadas bajo el dominio del canal de la margen izquierda del río Sisa con una longitud de 49,2 km, de los cuales 9,0 km son revestidos.

En el área del proyecto, se ha identificado tres (3) paisajes: i) Llanura fluvial actual del río Sisa; ii) Llanura fluvial actual del río Huallaga y iii) Llanura aluvial de piedemonte. Estas unidades están bien definidas por las formas, características del relieve así como por los factores y procesos de formación. Las formas de tierra y la topografía varían desde superficies planas a ligeramente inclinadas.

Asimismo, se han determinado cinco (5) unidades cartográficas de suelos; que ocupan una superficie bruta total de 7 047 ha, de las que 492 ha, constituyen áreas misceláneas (centros poblados, cochas, meandros abandonados, etc.) y 6 555 ha representan el área irriable y cultivable del canal de la margen izquierda.

Cada una de estas unidades, presenta características propias y ocupan paisajes fisiográficos definidos. Los suelos predominantes corresponden a los suelos San Hilarión que ocupan 2 427,8 ha, y representan el 34,5 % del área total evaluada.

Los suelos predominantes se caracterizan por presentar textura fina, franco, franco arcilloso a franco limoso, bien estructurados, profundos, sin modificador textural. Así, en general, los suelos de toda el área del proyecto, presentan características físicas y morfológicas adecuadas para el riego, sin embargo existen áreas que presentan problemas de drenaje, especialmente en las áreas vecinas a los ríos Sisa y Huallaga (mayores detalles en el anexo 4 Agrología).

2.1.4 Producción agrícola

- Cédula de cultivos

La superficie cultivada actual del área de estudio comprende 6 550 ha, totalmente sembradas en Primera Campaña, con la presencia de una campaña complementaria de 2 220 ha.; básicamente el cultivo preponderante es el arroz en su variedad capirona, este cultivo alcanza las 3 500 ha y en la segunda campaña se siembran 2 000 ha y se cultiva durante todo el año bajo un sistema de siembra mecanizado.

En su totalidad estas áreas se cultivan bajo riego, mas el recurso hídrico es insuficiente sobre todo en la campaña complementaria y en las zonas más alejadas, debido a que durante el recorrido por el canal se pierde gran cantidad de agua debido a las filtraciones por no estar éste revestido; asimismo se presentan problemas de conducción debido al crecimiento de maleza a los largo del trazo del canal.

Otros cultivos, pero de menor importancia son el fríjol, la yuca, el maíz amarillo y los pastos ; mientras que la papaya se presentan como un importante cultivo alternativo con

una alta rentabilidad y fuerte demanda interna y externa, lamentablemente no son explotados en gran escala y sólo se presentan en pequeñas parcelas aisladas. Asimismo, cabe resaltar que existen más de 2 000 ha que no son cultivadas.

- Rendimientos por hectárea

Como respuesta a inadecuadas dotaciones de agua que reciben los cultivos y las prácticas culturales que también son insuficientes e ineficientes, los rendimientos por hectárea no son los óptimos comparados con otras zonas con las mismas características climáticas y de suelos.

- Análisis de las variables de la producción actual

Los volúmenes de producción de mayor relevancia y de interés comercial están constituidos por el arroz con 38 500 toneladas, los pastos con 1 500 toneladas, el frijol con 665 toneladas, entre otros.

El valor neto total de producción de la producción agrícola actual en las 6 555 ha, se calcula en S/. 3 869 600 (producto de la formación de un valor bruto equivalente a S/. 26 760 730 y un costo total equivalente a S/. 22 891 030. Siendo el arroz el cultivo que contribuye más en la conformación de este valor neto con una participación de 91%.

Variables de la Producción Actual

CULTIVOS	Superficie Cultivada (ha)	Volumen de Producción (Kg.)	Valor Bruto de Producción (S/.)	Costo Total de Producción (S/.)	Valor Neto de Producción (S/.)
Agricultura Bajo Riego					
Arroz	5500.00	38 500 000	24 757 162.71	21 227 778.00	3 529 384.71
Frijol	700.00	665 000	1 562 816.68	1 293 101.71	269 714.97
Maíz Amarillo	70.00	140 000	75 761.70	63 258.30	12 503.40
Yuca	50.00	550 000	142 931.13	118 017.00	24 914.13
Pastos	50.00	1 500 000	141 797.55	121 932.00	19 865.55
Papayo	50.00	300 000	80 260.61	66 943.80	13 316.81
No cultivadas	2355.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	8 775.00		26 760 730.38	22 891 030.81	3 869 699.57

Fuente: Elaboración propia.

Este resultado económico determina un valor neto promedio por hectárea para los agricultores sumamente bajo, equivalente a S/. 36.74 mensuales, menos de un dólar diario y ubica al agricultor promedio en un estrato socioeconómico bajo, lo que convierte a la agricultura en una actividad de subsistencia o básicamente para atender necesidades de autoabastecimiento familiar.

2.1.5 Infraestructura de Riego Existente¹

Las tierras de cultivo de este sistema de irrigación son regadas con aguas del río Sisa que desembocan en el Huallaga por su margen izquierda, la captación de la irrigación Sisa es mediante 4 compuertas, 2 por la margen izquierda y 2 por la margen derecha del mismo río.

La infraestructura de riego actual es de tipo permanente, su captación es lateral con cuatro compuertas deslizantes, dos a cada una de las márgenes, presenta seis ventanas de captación, con seis rejillas metálicas que evitan el ingreso de material flotante que trae el río, tres en la margen izquierda de medidas 2.25 mts x 1.3 mts y tres en la margen derecha de dimensiones 2.05 mts x 1.3 mts, el accionamiento de las rejillas en las ventanas de la bocatoma es manual.

Su canal de derivación tiene una capacidad máxima estimada de conducción de 6.00m³/s y tiene una longitud total de 49.2 Km., de los cuales 9.00 Km., son revestidos y 40.20 Km., están sin revestir, en regular estado de conservación e irriga a 6 000 ha, y beneficia a 588 usuarios, es de sección trapezoidal. Esta infraestructura se construyó en el año 1983 por el Proyecto Especial Huallaga Central Bajo Mayo, con la participación de los usuarios y tiene las siguientes características.

- a. Bocatoma: ubicada en el sector de Riego Sisa, distrito de San Pablo, sirve para el represamiento y elevación del nivel del agua que abastece a los Sub-sectores de riego margen izquierda y margen derecha de la irrigación Sisa; esta constituido por seis pilares para el sostenimiento del puente carrozable que comunica ambas márgenes del río Sisa, siendo los dos laterales de encauzamiento, contruidos en concreto armado.

Es una estructura de tipo permanente, su captación es lateral con cuatro compuertas deslizantes, dos a cada una de las márgenes, presenta seis ventanas de captación con seis rejillas metálicas que evitan el ingreso del material flotante que trae el río.

Presenta un barraje móvil de concreto armado de 53.0 mts., de largo y 3.80 mts., de altura con tres compuertas de segmento de 13.20 mts., de ancho por 3.80 mts., de alto y dos compuertas de segmento de 3.10 mts., de ancho por 3.80 mts., de alto para limpia,

El sistema de captación ha sido diseñado para un caudal de 6.00 m³/seg., en la margen izquierda y 5.00 m³/seg., en la margen derecha; siendo el mecanismo de las compuertas de segmento de barraje móvil y de las deslizantes de las bocas de captación, de accionamiento electromecánico, controlados desde una casa de fuerza de 10 Kw., de potencia.

Posterior a este sistema continúa una cámara de carga para terminar con conducto cubierto de 70 mts., de longitud para ambas márgenes.

¹ Fuente: Informe Técnico N° 025-2009-ALAH-C-A.T./JLGL, Informe Situacional de la Infraestructura de Riego Existente en la Cuenca del Río Sisa, preparado por el Ing. José Luis Garro Ludeña.

- b. Canal de derivación margen izquierda: se origina en la bocatoma San Pablo, su capacidad máxima estimada de conducción es de 6.00 m³/seg., y tiene una longitud total de 49.2 Km., de los cuales 9.00 Km., son revestidos y 40.20 Km., están sin revestir en regular estado de conservación e irriga 6 000 ha, y beneficia a 588 usuarios. La dirección predominante en su recorrido es de norte a sur.

Sus principales problemas son: pérdidas de agua por filtración debido a la naturaleza rústica, con la presencia de piedras y una abundante vegetación en su recorrido, lo que implica un adecuado mantenimiento del canal.

- c. Tomas laterales, el canal derivador margen izquierda tiene 9 tomas prediales y 52 tomas laterales de primer orden, 76 tomas laterales de segundo orden, 19 tomas laterales de tercer orden y 1 toma lateral de cuarto orden, que atienden con el riego a 588 usuarios, coberturando un promedio de 6 000 ha. Se debe mencionar que las tomas laterales y prediales que se derivan del canal de derivación principal son compuertas metálicas con volante y mecanismo de izaje y el resto con compuertas metálicas tipo tarjeta.
- d. Obras de arte, se han evaluado las siguientes estructuras 01 desarenador, 80 alcantarillas tipo ARMCO, 12 alcantarillas tipo MARCO, 4 aliviaderos, 11 canoas-badenes, 14 entregas, 33 pasarelas, 23 puentes vehiculares, 3 pico de pato, 4 rápidas, 1 aliviadero y 3 caídas verticales.

El canal de derivación tiene un longitud de 49.2 Km., de los cuales 9.00 Km., son revestidos y 40.20 Km., son sin revestir. La parte revestida es de concreto simple en sección trapezoidal, bastante erosionada y deteriorada en sus paños, con permanente colmatación de materiales finos y en el fondo del canal, lo que origina deficiencias en la conducción y distribución del agua de riego.

Las tomas parcelarias con compuertas metálicas con mecanismo de izaje con falta de mantenimiento y sin estructuras de medición, lo que dificulta la distribución del agua de riego y reparto equitativo en función al área a regar.

Las obras de arte se encuentran deterioradas, mayormente en los canales laterales originando colmatación del canal; así también, muchas de las transiciones de entrada y salida de estas obras han colapsado porno haber control del caudal de diseño.

2.1.6 Situación actual de la eficiencia de riego

De la situación actual de la infraestructura de riego descrita en el apartado previo, se ha calculado la eficiencia de riego en la situación actual considerando tres componentes: eficiencia de aplicación, de distribución y de conducción. El producto de estas tres eficiencias nos da la eficiencia de riego.

La eficiencia de aplicación se ha estimado en 40%

La eficiencia de conducción se ha estimado en 85%

La eficiencia de distribución se ha estimado en 85%

Así, para la situación actual se ha calculado una eficiencia total de riego de igual a 30%.

Eficiencias de Riego en la Situación Actual

Tipo de Eficiencia	Valor (%)
Eficiencia de Aplicación	40.00
Eficiencia de Conducción	85.00
Eficiencia de Distribución	85.00
Eficiencia de Riego	28.90

Fuente: Anexo 2 Hidrología.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL Y SUS CAUSAS

Partiendo del análisis de la situación actual se puede establecer que la situación negativa de la zona de estudio es el incipiente desarrollo de la actividad agrícola, debido al bajo aprovechamiento de los recursos de agua y suelo, lo que determina el estancamiento de la capacidad productiva y del proceso de desarrollo socioeconómico del área del proyecto.

Esta situación se manifiesta en el hecho que las 6 555 ha con potencial agrícola, sólo se cultivan 4 200 ha, las cuales presentan una condición agrícola bajo riego frágil, representada por la condición del canal de la margen izquierda el cual es en tierra (50 Km.), que no asegura la dotación del recurso hídrico en las cantidades y frecuencias necesarias para un completo desarrollo de los cultivos, lo que es la causa principal de los bajos rendimientos obtenidos, sobretodo en las campañas agrícolas complementarias.

Asimismo, se puede notar que el cultivo de arroz es el principal cultivo desarrollado, el cual no presenta altos niveles de rentabilidad (representado por su valor neto de producción anual calculado en el apartado 2.1.4); esto ahonda el nivel económico de la población sobre la cual no se fomenta el cambio de cédula de cultivos, hacia otros más rentables como el piñón, la papaya o el cacao, entre otros; cultivos con mayores niveles de rentabilidad, con acceso a mercados extranjeros y con posibilidades de industrialización y por ende mayor valor agregado.

2.2.1 Definición del problema central

La principal fuente de agua del área del proyecto es el río Sisa. Este es captado a través de la bocatoma Sisa, ubicada en el distrito de San Pablo para ser derivado a los canales principales tanto de la margen izquierda, como la margen derecha. El presente proyecto implica el Canal de la Margen Izquierda, con una extensión de 50 Km. que irriga el área del proyecto, a través de 45 Canales Laterales, organizados en 25 Comités de Riego.

Actualmente se cuenta, con la bocatoma Sisa en buen estado, mas el canal principal es en tierra (más del 80% de su recorrido), lo que degrada la eficiencia del riego y no permite dotar de la adecuada cantidad de recurso a los cultivos.

El área del proyecto cuenta con recursos de agua y suelos aptos para la agricultura intensiva que, sin embargo, son aprovechados inadecuadamente y de manera insuficiente pues, no se cuenta con una adecuada infraestructura de conducción, lo que se traduce en una agricultura con bajos niveles de eficiencia técnica y económica.

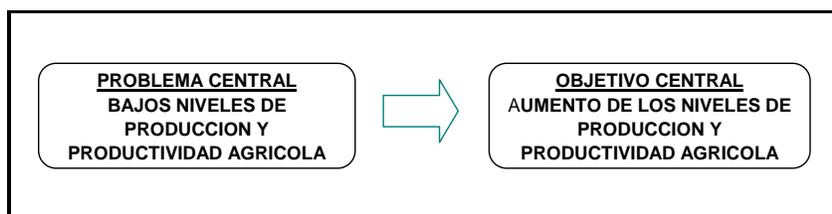
En consecuencia, la manifestación más evidente del problema se considera que son los bajos niveles de producción y productividad de la actividad agrícola en la provincia de Picota y Bellavista.

2.3 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO Y SUS MEDIOS

2.3.1 Definición del objetivo central

El objetivo central o propósito del proyecto está asociado con la solución del problema central. De esta forma, el objetivo central es:

Definición del Objetivo Central



2.3.2 Clasificación de los medios fundamentales

Los medios fundamentales pueden ser imprescindibles o no imprescindibles. Un medio fundamental es imprescindible cuando constituye el eje de la solución y es necesario que se lleve a cabo al menos una acción para realizarlo.

El medio fundamental 1 se considera imprescindible. Del análisis de las relaciones que existen entre los medios fundamentales podemos concluir lo siguiente: El medio fundamental 1 presenta una relación de complementariedad con el medio fundamental 2.

2.3.3 Planeamiento de acciones

Para el planeamiento de las acciones, se ha considerado la viabilidad que deben tener las mismas.

Medio Fundamental 1

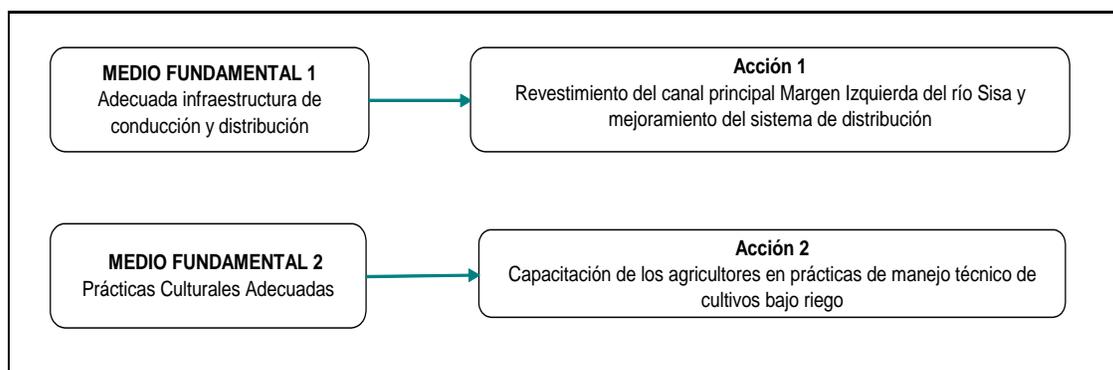
Acción 1: Revestimiento del Canal Principal de la Margen Izquierda del Río Sisa y mejoramiento del sistema de distribución

Medio Fundamental 2

Acción 2: Capacitación de los agricultores en prácticas de manejo técnico de cultivos bajo riego.

Las acciones se consideran COMPLEMENTARIAS, debido a que cuando se llevan a cabo en forma conjunta se lograrán mejores resultados.

Árbol de Medios Fundamentales y Acciones



La alternativa de solución se presenta como, *alternativa única de solución*, por cuanto, se ha considerado que lo que se requiere, fundamentalmente, es el revestimiento del canal principal, el mejoramiento del sistema de distribución y la capacitación de los agricultores.

Cabe resaltar que para el revestimiento del Canal Principal de la Margen Izquierda del río Sisa, se han planteado *dos alternativas constructivas*: la primera, que implica el **revestimiento y rehabilitación** del canal, según las condiciones de las secciones del mismo; y la segunda, que implica el **revestimiento total** del canal de la margen izquierda del río Sisa.

Así existen dos alternativas constructivas de solución, para el presente proyecto:

- a. *Alternativa Constructiva 1: Revestimiento y Rehabilitación del Canal Principal + Mejoramiento del Sistema de Distribución + Obras de Arte + Capacitación*
- b. *Alternativa Constructiva 2: Revestimiento Total del Canal Principal + Mejoramiento del Sistema de Distribución + Obras de Arte + Capacitación*

2.4 HORIZONTE DE EVALUACIÓN

La etapa de preinversión del proyecto se estima en 1 año, pues se espera que en este primer año se realice el expediente técnico; se redacten los términos de referencia para la licitación de la obras, y se convoque a concurso público. A este año debe sumarse la etapa de inversión; así, para las obras civiles se estima un periodo de diez meses, puesto que debido a las características de la zona y las obras a realizarse están se desarrollarán en este tiempo, con corte de la disponibilidad hídrica y por etapas. Así, la operación del proyecto se inicia en el año 3, sin embargo, para alcanzar la estabilidad de la producción total necesariamente se debe de considerar un período de operación del proyecto, al menos de 9 años de producción plena, llegando a un horizonte de planeamiento de 12 años, período que se considera razonable para este tipo de proyectos de mediana maduración.

MODULO III FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

3.1 OFERTA Y DEMANDA DE AGUA

3.1.1 Análisis de la Oferta de Agua

Como se cuenta con información acerca de las descargas medias mensuales en el punto de control denominado San Pablo, se ha calibrado el modelo de Témez. En el Cuadro 19, se muestra los parámetros finales de la calibración del modelo P – E para la subcuenca San Pablo y el índice de calidad de ajuste = 0.87, que el Consultor considera que es un valor aceptable y por eso permite la simulación de los caudales de esa subcuenca con suficiente confiabilidad.

Parámetros de Calibración del modelo Témez para la Subcuenca San Pablo

Parámetro	Valor	
$\beta = \alpha$	0.502	[-]
$H_{max} = \phi$	142.021	mm
C	0.001	[-]
L_{max}	881.892	mm
$H_o = S_o$	42.126	mm
$f_o = Q_o$	10.411	m ³ /s
$\rho =$	0.870	

Fuente: Anexo 2 Hidrología

Con los parámetros de calibración del modelo P – E para la subcuenca San Pablo, y la precipitación media mensual de esta subcuenca, se ha generado las descargas medias mensuales en el punto de control San Pablo para un periodo de registros de 45 años a partir del año 1964 al 2008.

En el siguiente Cuadro, se muestra las descargas medias mensuales generadas en el punto de control San Pablo.

Serie Generada de las Descargas Medias Mensuales en el punto de control San Pablo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic	Año [mm]
1964	7.31	26.57	41.96	56.90	37.07	15.79	6.66	22.97	20.59	23.15	20.20	9.33	24.04
1965	13.32	32.58	27.42	59.01	35.07	19.19	11.41	22.69	21.08	28.85	20.66	14.83	25.51
1966	11.70	18.38	18.29	20.94	21.89	13.40	7.98	12.47	38.42	26.76	19.42	14.25	18.66
1967	9.51	14.23	47.70	37.63	19.53	8.02	7.36	31.48	43.17	34.27	16.98	11.67	23.46
1968	12.61	24.91	16.24	15.44	18.43	14.77	12.02	11.88	32.57	37.80	23.74	12.43	19.40
1969	13.42	22.16	32.10	24.82	24.64	18.55	10.27	8.81	20.55	20.31	16.08	17.99	19.14
1970	22.05	35.98	48.20	35.65	24.57	15.97	10.70	17.14	25.70	25.20	29.49	46.87	28.13
1971	26.41	30.38	42.98	31.03	19.77	13.07	14.32	9.62	21.33	19.02	9.99	6.26	20.35
1972	11.08	16.59	58.74	46.05	21.30	15.13	10.28	6.80	24.08	32.15	18.87	7.51	22.38
1973	20.62	40.68	38.16	34.45	21.91	15.78	13.39	9.47	30.22	21.88	22.53	20.42	24.13
1974	13.63	17.27	14.33	49.26	30.88	20.70	17.23	17.08	21.48	30.71	24.05	23.63	23.35
1975	18.39	33.48	44.80	27.81	41.37	35.81	18.24	11.04	14.50	19.01	14.43	7.78	23.89
1976	29.40	35.10	35.25	29.06	19.45	12.41	7.39	9.25	19.50	25.58	19.34	13.49	21.27
1977	13.67	37.55	59.80	38.18	47.25	42.93	23.81	20.05	37.64	28.56	21.20	14.40	32.09
1978	10.59	21.82	32.95	46.29	31.95	13.54	5.16	4.65	10.95	29.64	19.77	9.41	19.73
1979	16.89	27.16	64.49	48.74	31.23	15.82	7.77	9.75	15.08	18.14	20.04	14.11	24.10
1980	19.64	31.29	29.73	20.83	21.06	16.38	11.94	15.19	14.61	40.09	27.59	15.01	21.95
1981	10.63	35.13	34.12	47.41	32.45	18.95	9.94	8.86	12.02	24.39	15.99	10.94	21.74
1982	10.04	21.11	18.86	34.30	25.43	16.40	12.15	33.18	36.44	30.28	43.98	36.18	26.53
1983	82.31	68.89	66.67	43.29	24.57	13.29	6.39	3.13	5.93	17.12	20.22	29.11	31.74
1984	17.73	13.40	20.17	32.73	23.16	19.99	12.45	9.78	7.27	8.22	5.97	3.02	14.49
1985	4.50	10.75	25.61	32.14	19.98	11.57	7.69	11.28	27.83	23.66	18.77	12.31	17.17
1986	11.69	13.40	19.02	30.71	27.33	12.43	8.37	6.61	6.34	7.05	10.74	7.56	13.44
1987	8.46	16.11	13.49	23.62	15.06	8.51	8.73	6.21	5.01	7.02	11.40	8.44	11.00
1988	7.15	17.53	26.64	28.09	33.11	18.62	7.32	5.37	11.83	18.54	14.69	10.04	16.58
1989	12.20	36.02	49.30	31.77	35.43	24.29	10.90	14.83	15.26	24.91	17.34	7.01	23.27
1990	5.08	28.66	35.85	22.02	30.15	33.49	22.39	11.46	21.75	32.38	33.02	26.70	25.25
1991	13.83	26.23	27.33	28.84	23.24	14.80	6.95	6.28	5.68	14.33	21.36	15.69	17.05
1992	7.66	8.89	18.82	28.45	18.26	14.81	12.40	8.63	23.53	22.18	13.92	9.37	15.58
1993	12.82	43.75	81.14	48.03	30.90	20.72	12.67	19.59	12.77	17.10	16.71	12.45	27.39
1994	7.33	20.68	43.75	44.30	28.23	37.14	32.15	18.98	26.16	21.94	24.56	27.96	27.76
1995	18.68	12.55	43.42	34.26	18.89	9.95	5.05	3.87	29.34	30.42	28.51	21.64	21.38
1996	16.01	17.77	24.44	28.02	17.44	8.39	5.30	15.27	23.03	36.24	24.89	27.95	20.40
1997	15.61	47.06	33.60	38.38	35.01	16.16	4.73	16.78	48.17	27.25	12.18	9.29	25.35
1998	7.09	25.68	47.85	58.15	37.69	23.72	11.58	7.71	19.49	25.12	16.22	9.13	24.12
1999	22.23	55.74	39.32	29.75	51.03	38.00	19.17	13.02	20.95	23.06	23.50	15.11	29.24
2000	18.63	29.62	26.79	42.65	26.20	15.15	14.49	13.25	24.64	25.27	13.91	21.40	22.67
2001	14.73	14.37	58.73	76.20	62.01	28.83	15.67	18.95	15.75	39.69	28.72	42.16	34.65
2002	23.60	13.88	10.98	37.72	24.98	13.17	19.76	14.67	11.64	21.82	15.57	7.48	17.94
2003	8.63	10.62	20.25	24.63	17.62	17.72	11.70	8.62	14.51	19.00	31.80	42.04	18.93
2004	21.81	13.92	13.68	18.70	24.39	17.85	9.77	14.22	18.84	24.00	24.14	22.32	18.64
2005	15.14	34.23	34.79	67.96	35.89	14.27	7.24	4.22	7.65	18.93	29.36	26.58	24.69
2006	24.62	26.80	34.46	33.62	23.68	13.78	12.63	8.26	11.50	15.15	14.87	9.00	19.03
2007	4.76	2.31	29.21	26.31	42.67	23.49	8.26	5.37	27.67	42.34	37.16	19.92	22.46
2008	10.60	18.44	44.30	36.14	23.27	14.23	7.64	8.15	36.63	29.06	24.00	22.57	22.92
n	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Min.	4.50	2.31	10.98	15.44	15.06	8.02	4.73	3.13	5.01	7.02	5.97	3.02	11.00
Máx.	82.31	68.89	81.14	76.20	62.01	42.93	32.15	33.18	48.17	42.34	43.98	46.87	34.65
Prom.	15.64	25.55	35.46	36.67	28.34	18.38	11.54	12.37	20.87	24.61	20.84	17.17	22.29
Dev. Est.	11.81	12.98	15.96	13.01	9.75	8.06	5.53	6.72	10.44	8.19	7.44	10.31	4.88
Var	0.76	0.51	0.45	0.35	0.34	0.44	0.48	0.54	0.50	0.33	0.36	0.60	0.22
Q75	10.04	16.11	24.44	28.09	21.30	13.54	7.64	8.15	12.77	19.01	15.99	9.33	19.03
Q80	8.59	14.17	19.94	27.51	19.94	13.27	7.35	6.76	11.79	18.86	14.84	9.10	18.65
Q90	7.22	12.89	17.06	22.66	18.61	11.91	6.50	5.37	7.42	15.93	12.87	7.53	16.77

3.1.2 Análisis de la Demanda de Agua

- Cálculo de la Demanda de Agua

El requerimiento bruto de agua para el riego para cada cultivo, se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$RBAR = \frac{(ET_o * K_c - P_{Er}) * 10 * A}{E_r}$$

Donde:

- RBAR = Requerimiento total neto de agua para riego [1000 m³/mes]
- A = Área Cultivada de cada cultivo [ha]
- ET_o = Evapotranspiración potencial [mm/mes]
- K_c = Coeficiente mensual de uso consuntivo [-]
- P_{Er} = Precipitación Efectiva reducida [mm]
- E_r = Eficiencia de riego [-]

a. Demanda de agua actual

Actualmente en la situación actual en la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, aproximadamente las áreas bajo riego son de 4,200 ha y están instalados cultivos de Arroz, Frijol, Maíz, Yuca, Pastos y Frutales, en el Cuadro siguiente se presenta la cedula de cultivos de la Situación Actual, en donde observamos que el cultivo principal es el arroz que se siembra 3,500 ha en la primera campaña y 2,000 ha en la segunda campaña.

Cedula de Cultivo en la Situación Actual – Sin Proyecto

Cultivo	Area [ha]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Arroz	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500			2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Frijol	500		500	500	500	500	500		200	200	200	200	200
Maiz	50		50	50	50	50			20	20	20	20	
Yuca	50	50	50	50	50	50	50	50	50				
Pastos	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Frutales	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Total	4,200	3,650	4,200	4,200	4,200	4,200	650	150	2,370	2,320	2,320	2,320	2,300

Fuente: Anexo 2 Hidrología

Demanda de Agua Bruta para la Situación Actual – Sin Proyecto [1000 m³/mes]

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Arroz	11,692.2	5,104.5	4,723.5	3,306.9	3,008.1	0.0	0.0	5,817.0	4,263.0	4,396.3	5,793.3	4,147.8	52,252.7
Frijol	0.0	0.0	177.5	384.4	284.2	0.0	0.0	183.9	222.8	395.3	263.6	0.0	1,911.8
Maiz	0.0	6.4	17.8	64.8	101.2	0.0	0.0	26.3	22.3	52.8	62.4	0.0	354.1
Yuca	100.5	25.4	17.8	3.2	46.6	61.3	82.7	85.8	0.0	0.0	0.0	0.0	423.4
Pastos	111.6	34.9	27.7	12.0	55.7	69.6	91.5	95.7	65.9	65.6	99.7	120.0	850.0
Frutales	78.4	6.4	0.0	0.0	28.4	44.8	65.1	65.9	35.4	32.3	65.9	85.1	507.7
Total	11,982.7	5,177.8	4,964.2	3,771.5	3,524.2	175.7	239.4	6,274.5	4,609.3	4,942.3	6,285.1	4,352.8	56,299.5

Fuente: Anexo 2 Hidrología

b. Demanda de agua con Proyecto

De acuerdo al estudio agrológico de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, el área agrícola es de 6,555 ha, en el Cuadro siguiente se presenta la cedula de cultivos de la Situación Con Proyecto, con los siguientes cultivos: Arroz, Frijol, Maíz. Yuca, Pastos y Frutales, predominando el cultivo de Arroz con 5,000 ha en la en la primera campaña y 4,000 ha en la segunda campaña.

Cedula de Cultivo en la Situación Futura – Con Proyecto

Cultivo	Area [ha]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Arroz	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000			4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Frijol	755		755	755	755	755	755		500	500	500	500	500
Maiz	100		100	100	100	100			50	50	50	50	
Yuca	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
Pastos	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Frutales	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Total	6,555	5,700	6,555	6,555	6,555	6,555	1455	700	5,250	5,150	5,150	5,150	5,100

Fuente: Anexo 2 Hidrología

Demanda de Agua Bruta para la Situación Futura – Con Proyecto [1000 m³/mes]

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Arroz	10,021.9	4,375.3	4,048.8	2,834.5	2,578.4	0.0	0.0	6,980.4	5,115.6	5,275.6	6,952.0	4,977.3	53,159.7
Frijol	0.0	0.0	160.8	348.3	257.5	0.0	0.0	275.8	334.2	593.0	395.5	0.0	2,365.0
Maiz	0.0	7.7	21.3	77.8	121.4	0.0	0.0	39.5	33.4	79.2	93.7	0.0	474.1
Yuca	120.6	30.5	21.3	3.9	55.9	73.6	99.3	102.9	0.0	0.0	0.0	0.0	508.0
Pastos	133.9	41.9	33.2	14.5	66.8	83.5	109.8	114.8	79.1	78.7	119.7	144.0	1,020.0
Frutales	470.2	38.7	0.0	0.0	170.5	268.9	390.6	395.2	212.1	194.0	395.5	510.3	3,045.9
Total	10,746.7	4,494.2	4,285.4	3,278.9	3,250.6	425.9	599.7	7,908.6	5,774.4	6,220.4	7,956.2	5,631.7	60,572.7

Fuente: Anexo 2 Hidrología

3.1.3 Balance Hídrico

En la Sección 3.2.3 del Anexo 2 Hidrología, se ha generado las descargas medias mensuales en el punto de Control San Pablo, para el periodo 1964 – 2008, a partir de esta información se ha obtenido la disponibilidad hídrica al 75% de probabilidad y en la Sección 4.6 del mismo, se ha estimado la demanda hídrica para riego para la situación actual (sin proyecto) y para la situación futura (con proyecto); con esta información es posible hacer los balances hídricos respectivos para cada situación a fin de establecer la existencia de un superávit o déficit hídrico.

De la oferta hídrica disponible en el punto de control San Pablo hay un acuerdo entre las Irrigaciones de la Margen Izquierda y Margen Derecha de la Irrigación Sisa de repartirse el agua en 50% para cada margen, A partir de este acuerdo se ha estimado la disponibilidad de agua para la Margen Izquierda. (Ver siguiente Cuadro).

Disponibilidad Hídrica para la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa [1000 m³/mes]

Oferta Hídrica	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Q75%	m ³ /s	10.0	16.1	24.4	28.1	21.3	13.5	7.6	8.1	12.8	19.0	16.0	9.3	
Q75%	1000 * m ³ /mes	26,898.6	38,963.2	65,455.1	72,811.2	57,043.2	35,088.7	20,472.8	21,823.6	33,090.1	50,918.3	41,450.6	25,001.6	489,016.9
Q75% para M. I.	1000 * m ³ /mes	13,449.3	19,481.6	32,727.5	36,405.6	28,521.6	17,544.4	10,236.4	10,911.8	16,545.0	25,459.1	20,725.3	12,500.8	244,508.4
Q75% para M. D.	1000 * m ³ /mes	13,449.3	19,481.6	32,727.5	36,405.6	28,521.6	17,544.4	10,236.4	10,911.8	16,545.0	25,459.1	20,725.3	12,500.8	244,508.4

Fuente: Anexo 2 Hidrología

En los Cuadros siguientes, se presenta el Balance Hídrico para la situación actual (Sin Proyecto) y para la situación futura (Con Proyecto) respectivamente.

a. Balance Hídrico en Situación Actual

Balance Hídrico, Situación Actual – Sin Proyecto [1000 m³/mes]

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Oferta	13,449.3	19,481.6	32,727.5	36,405.6	28,521.6	17,544.4	10,236.4	10,911.8	16,545.0	25,459.1	20,725.3	12,500.8	244,508.4
Demanda	11,982.7	5,177.8	4,964.2	3,771.5	3,524.2	175.7	239.4	6,274.5	4,609.3	4,942.3	6,285.1	4,352.8	56,299.5
Superavit	1,466.5	14,303.8	27,763.3	32,634.1	24,997.4	17,368.7	9,997.0	4,637.3	11,935.7	20,516.8	14,440.2	8,148.0	188,208.9
Deficit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Anexo 2 Hidrología

b. Balance Hídrico con Proyecto

Balance Hídrico, Situación Futura – Con Proyecto [1000 m³/mes]

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Oferta	13,449.3	19,481.6	32,727.5	36,405.6	28,521.6	17,544.4	10,236.4	10,911.8	16,545.0	25,459.1	20,725.3	12,500.8	244,508.4
Demanda	10,746.7	4,494.2	4,285.4	3,278.9	3,250.6	425.9	599.7	7,908.6	5,774.4	6,220.4	7,956.2	5,631.7	60,572.7
Superavit	2,702.6	14,987.4	28,442.1	33,126.6	25,271.0	17,118.5	9,636.7	3,003.2	10,770.7	19,238.7	12,769.1	6,869.1	183,935.7
Deficit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Anexo 2 Hidrología

Del balance hídrico en la situación actual y futura, observamos que en ningún mes del año se presentan déficits.

3.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El presente proyecto Mejoramiento del Canal de la Margen Izquierda del Río Sisa, desarrollado a nivel de perfil, está orientado principalmente a mejorar la eficiencia de riego y distribución del caudal de demanda de agua en el canal de 50 km. de longitud, con incidencia en 7,050 ha agrícolas, de las cuales 6,500 ha, actualmente son desarrolladas y por ende propiciar el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores asentados en las localidades de Nueva Esperanza, San Pablo, José Pardo, Nuevo Chimbote, Caserío Egipto, Caspizapa La Unión y San Hilarión. Dentro de esta

concepción, el proyecto propone sobre la base del desarrollo del canal existente, la proyección del revestimiento de concreto de la sección telescópica del canal en toda su longitud, con capacidad para conducir inicialmente un caudal máximo de diseño de 6.0 m³/s. y al final un caudal mínimo de 3.0 m³/s. Para lo cual, el proyecto contempla mantener el trazo del canal existente y la ubicación de las obras de arte existentes dispuestas a lo largo del canal, como: conductos cubiertos, caídas, rápidas, tomas laterales y sifón en los cruces de quebradas.

3.2.1 Alternativa 1

Esta alternativa contempla recuperar en el canal, la mayor parte de los tramos existentes revestidos de concreto, proponiendo el mejoramiento de la rasante del canal en toda su longitud mediante el remplazo de la losa de fondo, además del tratamiento de fisuras en los taludes y sellado de juntas principalmente; complementando en los tramos de sección en tierra, con nuevo revestimiento de concreto; además de la rehabilitación y mejoramiento de las obras de arte existentes.

La rasante de la conducción con proyecto se inicia a la cota 296.48 msnm, (Km 0+000) culminando el revestimiento a la cota 258.00 msnm, (Km 49+016), continuando con un tramo de sección en tierra hasta su entrega al río Huallaga aproximadamente en el Km 50+000). En cuanto a la recuperación de 35 tramos de canal revestidos existentes, estos suman una longitud total de 10,867.54 m, previendo dentro de estos demoler 118 pequeños tramos en condición de colapso, los que suman una longitud total de 2,388.58 m. En consecuencia se prevé recuperar una longitud de canal actualmente revestido de 8,478.96 m, incluyendo el reemplazo de la base del canal, limpieza y eliminación de sellado de juntas de contracción antiguas y sellado de las juntas de contracción.

El revestimiento proyectado, incluye los 26 tramos de canal actualmente en tierra los que sumados dan una longitud total de 37,905.55 m, y más la longitud total que hacen los tramos revestidos a demoler equivalente a 2,388.58 m. En conclusión el proyecto prevé revestir un total de 40,294.13 m, de canal. Asimismo, el proyecto contempla la recuperación de las obras de arte existentes ubicadas en el desarrollo de la conducción haciendo una longitud total de 243.38 m, además del reemplazo de las obras de toma existentes, incluyendo la obra civil y compuertas.

Desde el punto de vista constructivo, se proyecta realizar el revestimiento del canal aplicando concreto ciclópeo de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2+30\%$ de PG, de espesor 0.075 m en los taludes y de 0.10m de espesor en la base, con juntas transversales de contracción espaciadas cada 3.0 m, selladas con material elastomérico. Previamente se deberá eliminar una capa de material orgánico de 0.30 m de espesor, compactándose la base para luego de ser necesario rellenar y compactar la base y zona de taludes previendo un sobre ancho de 0.30 m; excedente de material que será eliminado con herramienta manual hasta alcanzar la forma de la sección del canal.

3.2.2 Alternativa 2

Esta alternativa contempla realizar en el canal la eliminación total del revestimiento de concreto existente, proponiendo el revestimiento de la sección del canal en toda la longitud del canal, complementado con nuevas obras de arte.

3.3 COSTOS

3.3.1 Costos a Precios Privados

a. Costos de Inversión

La inversión total asciende a S/. 29 505 621, para la Alternativa I, de los cuales S/. 19 826 755, corresponden a los costos directos y S/. 9 678 865, a los costos indirectos. La inversión total promedio por hectárea asciende a S/. 4 501 por hectárea. Asimismo, para la alternativa II la inversión asciende a S/. 33 499 872, de los cuales S/. 22 517 937, corresponden a los costos directos y S/. 10 981 935, a los costos indirectos. La inversión total promedio por hectárea asciende a S/. 5 110 por hectárea.

Presupuesto de obras por Alternativa de Solución
(Precios privados)

DESCRIPCION	COSTO TOTAL	
	Alternativa I	Alternativa II
COSTOS DE OBRAS CIVILES	19 826 755.95	22 517 937.40
Obras provisionales	134 970.33	134 970.33
Trabajos preliminares	840 987.13	730 482.68
Movimiento de tierras	7 298 524.02	8 670 461.40
Concretos	7 955 674.91	9 237 795.00
Misceláneos	2 471 938.80	2 466 039.20
Obras de arte	928 356.24	1 055 238.91
Mitigación de Impactos Ambientales	196 304.51	222 949.88
OTROS COSTOS	9 678 865.23	10 981 935.29
Gastos Generales (10 % del Costo Directo)	1 982 675.59	2 251 793.74
Utilidad (8.0 % del Costo Directo)	1 586 140.48	1 801 434.99
Supervisión (5.0% del Costo Directo)	991 337.80	1 125 896.87
Estudios Definitivos (3% del Costo Directo)	594 802.68	675 538.12
Impuesto General a las Ventas (19%)	4 445 158.68	5 048 521.56
Capacitación	78 750.00	78 750.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	29 505 621.18	33 499 872.69

Fuente: Presupuesto de Obras. Elaboración Propia.

Para la alternativa I, los costos de inversión se distribuyen, aproximadamente, en un 18.5%, en el rubro de costos de mano de obra; un 48.6%, para el rubro de bienes no transables, un 32.9%, para bienes transables.

Para la alternativa II, los costos de inversión se distribuyen, aproximadamente, en un 17.3%, en el rubro de costos de mano de obra; un 49.3%, para el rubro de bienes no transables, un 33.4%, para bienes transables.

b. Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento para la situación con proyecto, básicamente serán solventados por los beneficiarios. Como se puede ver en el siguiente cuadro, los costos de mantenimiento se reducen en la situación con Proyecto, puesto que las actividades destinadas a limpieza de canal y limpieza de maleza, disminuyen debido al

revestimiento del canal. El detalle de los costos de operación y mantenimiento, la situación actual y con proyecto se observan en los cuadros 9 y 11 del Anexo Evaluación Económica.

Costos de Operación y Mantenimiento
(Precios Privados)

DESCRIPCION	COSTO TOTAL	
	Actual	Con Proyecto
I. Operación	136 400.00	136 400.00
II. Mantenimiento	22 275.00	11 550.00
III. Gastos de Administración	65 340.00	115 830.00
3.1 De la Junta de Usuarios	5 940.00	10 530.00
3.1 De la Comisión de Regantes	59 400.00	105 300.00
3.2 Autoridad Locas de Aguas	11 200.75	13 189.00
TOTAL (Comp. Ing. Junta de Usuarios)	235 215.75	276 969.00
IV. Canon de Agua	23 521.58	27 696.90
V. Amortización	0.00	27 696.90
VI. Gravamen Junta Nacional de Usuarios	2 352.16	2 769.69
TOTAL	261 089.48	335 132.49

Fuente: Elaboración Propia.

c. Costos Incrementales

Los costos incrementales tanto de operación y mantenimiento, como los propios de la actividad agrícola y los costos de inversión se muestran en los siguientes cuadros, para cada una de las alternativas de solución.

Flujo de Costos Incrementales Alternativa I
(Precios Privados)

Año	Costos de Inversión	Costos de Producción			Costos de Operación y Mantenimiento			Costos Incrementales Totales
		Con Proyecto	Sin Proyecto	Incremental	Con Proyecto	Sin Proyecto	Incremental	
1	622 365	23 038 312	23 038 312	0	261 089	261 089	0	622 365
2	28 883 256	23 186 542	23 186 542	0	261 089	261 089	0	28 883 256
3	0	45 137 184	23 335 724	21 801 460	335 132	261 089	74 043	21 875 503
4	0	43 101 330	23 485 867	19 615 463	335 132	261 089	74 043	19 689 506
5	0	43 365 178	23 636 976	19 728 202	335 132	261 089	74 043	19 802 245
6	0	43 254 048	23 789 057	19 464 991	335 132	261 089	74 043	19 539 034
7	0	43 239 658	23 942 117	19 297 541	335 132	261 089	74 043	19 371 584
8	0	43 239 658	24 096 161	19 143 497	335 132	261 089	74 043	19 217 540
9	0	43 239 658	24 251 196	18 988 462	335 132	261 089	74 043	19 062 505
10	0	43 239 658	24 407 229	18 832 429	335 132	261 089	74 043	18 906 472
11	0	43 239 658	24 564 266	18 675 392	335 132	261 089	74 043	18 749 435
12	0	43 239 658	24 722 313	18 517 345	335 132	261 089	74 043	18 591 388

Fuente: Elaborado en base al Anexo 7 Evaluación Económica

Flujo de Costos Incrementales Alternativa II
(Precios Privados)

Año	Costos de Inversión	Costos de Producción			Costos de Operación y Mantenimiento			Costos Incrementales Totales
		Con Proyecto	Sin Proyecto	Incremental	Con Proyecto	Sin Proyecto	Incremental	
1	703 101	23 038 312	23 038 312	0	261 089	261 089	0	703 101
2	32 796 772	23 186 542	23 186 542	0	261 089	261 089	0	32 796 772
3	0	45 137 184	23 335 724	21 801 460	335 132	261 089	74 043	21 875 503
4	0	43 101 330	23 485 867	19 615 463	335 132	261 089	74 043	19 689 506
5	0	43 365 178	23 636 976	19 728 202	335 132	261 089	74 043	19 802 245
6	0	43 254 048	23 789 057	19 464 991	335 132	261 089	74 043	19 539 034
7	0	43 239 658	23 942 117	19 297 541	335 132	261 089	74 043	19 371 584
8	0	43 239 658	24 096 161	19 143 497	335 132	261 089	74 043	19 217 540
9	0	43 239 658	24 251 196	18 988 462	335 132	261 089	74 043	19 062 505
10	0	43 239 658	24 407 229	18 832 429	335 132	261 089	74 043	18 906 472
11	0	43 239 658	24 564 266	18 675 392	335 132	261 089	74 043	18 749 435
12	0	43 239 658	24 722 313	18 517 345	335 132	261 089	74 043	18 591 388

Fuente: Elaborado en base al Anexo 7 Evaluación Económica

3.4 BENEFICIOS

a. Valor Bruto, Costo y Valor Neto de la Producción

Los volúmenes de producción Con Proyecto, adquieren un valor comercial y el valor bruto de producción sería equivalente a US\$ 54 262 861. Debido al mejoramiento de las prácticas culturales, los costos de producción aumentarán a US\$ 43 239 657, a pleno desarrollo. Los resultados económicos reflejados en el valor neto de producción agrícola, son relativamente importantes. Estos ascienden a US\$ 11 023 203, a pleno desarrollo.

VARIABLES DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON PROYECTO
(A Precios Privados)

CULTIVOS	Superficie Cultivada (ha)	Volumen de Producción (Kg.)	Valor Bruto de Producción (S/.)	Costos de Producción (S/.)	Valor Neto de Producción (S/.)
Arroz	9 000.00	74 700 000	48 035 326.10	38 497 500.00	9 537 826.10
Frijol	1 255.00	1 631 500	3 834 188.59	3 185 238.64	648 949.95
Maíz Amarillo	150.00	375 000	202 933.13	174 879.00	28 054.13
Yuca	100.00	1 300 000	337 837.21	274 266.00	63 571.21
Pastos	100.00	4 000 000	378 126.79	307 463.66	70 663.14
Papayo	250.00	2 000 000	535 070.73	378 675.00	156 395.73
Cacao	200.00	200 000	792 571.54	329 000.00	463 571.54
Piñón	50.00	326 500	146 807.46	92 635.63	54 171.84
Total	11 105.00		54 262 861.55	43 239 657.93	11 023 203.62

Fuente: Elaboración propia.

Mayores detalles del análisis de la producción con proyecto se muestran en los Cuadros 30 al 40, del Anexo de Evaluación Económica.

b. Beneficios Incrementales

Los Beneficios incrementales se detallan a continuación, y son los mismos para ambas alternativas puesto que ambas tienen el mismo alcance:

Flujo de Beneficios Incrementales para ambas Alternativas de Solución
(A precios privados)

Año	Beneficios Agrícolas a precios privados		
	Con Proyecto	Sin Proyecto	Incremental
1	3 869 699.57	3 869 699.57	0.00
2	3 894 597.33	3 894 597.33	0.00
3	8 002 556.02	3 919 655.29	4 082 900.73
4	10 125 683.10	3 944 874.47	6 180 808.63
5	10 390 007.86	3 970 255.91	6 419 751.96
6	10 824 894.65	3 995 800.65	6 829 094.00
7	10 851 649.75	4 021 509.76	6 830 140.00
8	11 023 203.62	4 047 384.27	6 975 819.35
9	11 023 203.62	4 073 425.26	6 949 778.36
10	11 023 203.62	4 099 633.80	6 923 569.82
11	11 023 203.62	4 126 010.97	6 897 192.65
12	11 023 203.62	4 152 557.85	6 870 645.77

Fuente: Elaborado en base al Anexo 7 Evaluación Económica

3.5 ORGANIZACIÓN Y GESTION

3.5.1 Unidad Ejecutora del Proyecto

El rol de la Unidad Ejecutora del Proyecto, consiste en que su responsabilidad debe comprender también los aspectos del desarrollo agrícola del proyecto que se inicia mucho antes que concluyan las obras civiles, propiciando acciones de promoción, difusión y fortalecimiento de las instituciones que brindan servicios de apoyo a la producción. En consecuencia, la Unidad Ejecutora debe convertirse en una entidad dinámica que organice y oriente esfuerzos para alcanzar, en el plazo más corto posible, las metas del proyecto. Por ello, se plantea que la unidad ejecutora sea la Sub Gerencia de Estudios y Obras, perteneciente a la Gerencia Regional de Infraestructura, del Gobierno Regional de San Martín.

3.5.2 Organización de Usuarios

a. Organización y Funciones

Los usuarios del agua con fines agrícolas están organizados adecuadamente para realizar actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego y de distribución del agua. Asimismo, poseen instituciones concordantes con las Normas Legales vigentes relacionadas con el tema de organizaciones de usuarios de agua con fines de riego.

La organización de usuarios cumple con todos los requisitos legales para su funcionamiento, existen una Comisión de Regantes y 25 Comités de Riego.

En la Irrigación se notará una fuerte presencia de la Comisión de Regantes Margen Izquierda del Río Sisa, quien es la que ejecuta las programaciones y turnos de riego y realiza la cobranza de las tarifas para cubrir los costos de la operación y mantenimiento de la infraestructura mayor. La Comisión será apoyada por los Comités de Riego para un mejor desempeño de sus actividades, como lo es realizar la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.

Sin embargo, se requiere que la Comisión de Regantes tenga mucha presencia en las programaciones y turnos de riego y en la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego principal y de la red de canales de distribución de sus respectivas jurisdicciones.

Asimismo, deben participar activamente en la cobranza de las tarifas de agua, para lo cual deben contar con una capacidad operativa mínima, de modo que les permita coordinar las actividades diarias.

- Tarifa de Agua

La modalidad que existe actualmente no es precisamente el de la tarifa de agua, no obstante, para los efectos de estudio, se ha estructurado en análisis, basados en información de los agricultores de la Margen Izquierda del Río Sisa, resultado de lo cual se determina un monto actual por concepto de administración, operación y mantenimiento del orden de los S/. 261 089 equivalente a S/. 39.8/ha.

Los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego Con proyecto, no sólo incluyen los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego sino también incluye costos como el Canon del Agua, Componente Amortización, Gravamen Junta Nacional de Usuarios, entre otros lo que hacer que el monto proyectado ascienda a S/. 335 132, para la operación y mantenimiento de infraestructura que permitirá el riego de 6 555 ha, lo que da un equivalente de S/. 51.13/ha.

El volumen total de agua consumida actualmente se ha estimado en 56.3 MMC, por lo que el costo actual del agua asciende a S/. 0,0046 por m³. Con Proyecto, el consumo de agua será de 60.57 MMC, por lo que el monto de la tarifa de agua es igual a S/. 0,0055 por m³. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los montos de la tarifa de agua, según sea el caso:

Tarifa por uso de agua superficial con fines agrarios, actual y con proyecto
(a precios privados)

CONCEPTO	ACTUAL		CON PROYECTO	
	MONTO (S/.)	TARIFA (S/. x m3).	MONTO (S/.)	TARIFA (S/. x m3)
Costos de Operación y Mantenimiento	224 015.00	0.003979	263 780.00	0.004355
Administración Técnica de Aguas	11 200.75	0.000199	13 189.00	0.000218
Componente Ingreso Junta de Usuarios	235 215.75	0.004178	276 969.00	0.004573
Componente Canon de Agua	23 521.58	0.000418	27 696.90	0.000457
Componente Amortización	0.00	0.000000	27 696.90	0.000457
Gravamen Junta Nacional de Usuarios	2 352.16	0.000042	2 769.69	0.000046
TOTAL	261 089.48	0.004638	335 132.49	0.005533

3.6 EVALUACIÓN PRIVADA Y SOCIAL

3.6.1 Evaluación Privada

a. Rentabilidad Privada

La rentabilidad, a precios privados, arroja valores significativos para los indicadores de las Alternativas planteadas. El VAN de la Alternativa I es positivo, siendo de S/. 5 661 748. La Tasa Interna de Retorno (11%) es de 15.97% y la relación B/C es de 1.05.

Así mismo, la Alternativa II presenta resultados significativos también, pero menores en comparación con la primera alternativa; así, el VAN es de S/. 2 412 716, el TIR (11%) de -12.93% y la relación beneficio costo es de 1.02 a 1.00.

Mayores detalles pueden observarse en los Cuadros 13 y 15, del Anexo de Evaluación Económica, con el resumen siguiente:

Indicadores de la rentabilidad del proyecto
(a precios privados)

Indicador de Rentabilidad	Alternativa I	Alternativa II
Tasa Interna de Retorno (%)	15.97	12.93
Valor Presente Neto (S/.)	5 661 748.55	2 412 716.48
Relación Beneficio-Costo	1.05	1.02

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2 Evaluación Social

a. Rentabilidad Social

Como consecuencia del proceso de ajuste de los flujos de costos y beneficios a precios privados, para su conversión a precios sociales, la rentabilidad de las alternativas de solución, que benefician a 6 555 ha mejora.

Para la alternativa I, la TIR es de 28.25%, el VAN equivalente a S/. 15 983 468 y la relación Beneficio/Costo 1.19 a 1.00.

Para la alternativa II, la TIR es de 24.20%, el VAN equivalente a S/. 13 510 394 y la relación Beneficio/Costo 1.16 a 1.00.

Indicadores de la rentabilidad del proyecto
(a precios sociales)

Indicador de Rentabilidad	Alternativa I	Alternativa II
Tasa Interna de Retorno (%)	28.25	24.20
Valor Presente Neto (S/.)	15 983 468.76	13 510 394.53
Relación Beneficio-Costo	1.19	1.16

Fuente: Elaboración Propia.

Estos indicadores indican que la mejor alternativa de solución es la Alternativa I

3.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad de la rentabilidad del Proyecto se ha realizado sobre los resultados a precios privados y sociales; y teniendo en cuenta como procedimiento, recalculan los indicadores disminuyendo los beneficios y aumentando los costos de inversión, los costos de producción y costos de operación y mantenimiento, en porcentajes de 5, 10, 15 y 20%.

El otro procedimiento del análisis de sensibilidad es determinar el porcentaje de aumento máximo de los costos de inversión, o disminución máxima de beneficios o un efecto simultáneo de costos y beneficios, de modo que la TIR iguale la Tasa de Descuento de 11%, el VAN, se hace igual a cero y la Relación Beneficio/Costo igual a la unidad.

3.7.1 Sensibilidad de la Rentabilidad a Precios Sociales

La rentabilidad, a precios sociales, de la alternativa seleccionada, puede soportar un aumento máximo de los costos de inversión equivalente a 89.37%; una disminución equivalente a 16.29%, para los beneficios y, en un efecto simultáneo en el mismo sentido de ambas variables, el resultado es de 13.78%, de modo que la TIR, igual al costo de oportunidad del capital (11%), el VAN, se hace igual a cero y la Relación B/C, igual a la unidad.

Indicadores de soportabilidad de la rentabilidad del proyecto
(a precios sociales)

INDICADORES DE SOPORTABILIDAD	VALOR (%)
MÁXIMO AUMENTO DE COSTOS DE INVERSION	89.37
MÁXIMA DISMINUCIÓN DE BENEFICIOS	16.29
EFFECTO SIMULTANEO	13.78

Para la alternativa seleccionada, los resultados indican que, en el caso de una disminución de beneficios equivalente al 15%, la rentabilidad del Proyecto, medida a precios sociales, se mantiene favorable; así, en el caso de una disminución de los beneficios, la TIR es de 12.51% y el VAN, es equivalente a S/. 1 268 235.

Sensibilidad de la rentabilidad del proyecto ante cambios en los beneficios
(a precios sociales)

Indicador de Rentabilidad	Disminución de Beneficios			
	5%	10%	15%	20%
Tasa Interna de Retorno (%)	23.27	18.06	12.51	6.44
Valor Presente Neto (S/.)	11 078 391.11	6 173 313.46	1 268 235.81	-3 636 841.84

Frente a un aumento de 20%, en los costos de inversión, la rentabilidad del Proyecto a precios sociales, se mantiene favorable, ya que, la TIR, es de 22.65% y el VAN, es de S/. 12 406 705, demostrando que a precios sociales, la rentabilidad del proyecto es más sensible a la disminución de los beneficios, según se muestra el cuadro siguiente.

Sensibilidad de la rentabilidad del proyecto ante cambios en los costos de inversión
(a precios sociales)

Indicador de Rentabilidad	Aumento de los Costos de Inversión			
	5%	10%	15%	20%
Tasa Interna de Retorno (%)	26.69	25.24	23.90	22.65
Valor Presente Neto (S/.)	15 089 277.84	14 195 086.91	13 300 895.99	12 406 705.07

3.8 MATRIZ DEL MARCO LÓGICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Cuadro
Matriz del Marco Lógico

	OBEJTIIVOS	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Adelanto del nivel socioeconómico de la población de Picota y Bellavista	El valor neto de producción agropecuaria anual por hectárea aumenta de S/. 440.99 a un monto de S/. 992.63.	Informes del BCRP, Informes del PNUD, Planes de Desarrollo Concertado.	Condiciones económicas favorables para la producción agrícola
PROPOSITO	Aumento de los Niveles de Producción y Productividad Agrícola en las provincias de Picota y Bellavista	<p>El rendimiento de arroz aumenta de 7 090 Kg/ha, a un promedio de 8 300 Kg/ha, en un año de operación.</p> <p>El rendimiento de maíz amarillo aumenta de 2 026 Kg/ha, a un promedio de 2 500 Kg/ha, en un año de operación.</p> <p>El rendimiento de frijol aumenta de 962 Kg/ha, a un promedio de 1 300 Kg/ha, en un año de operación.</p> <p>El rendimiento de yuca aumenta de 11 142 Kg/ha, a un promedio de 13 000 Kg/ha, en un año de operación.</p> <p>El rendimiento de pastos aumenta de 30 387 Kg/ha, a un promedio de 40 000 Kg/ha, en un año de operación.</p>	- Informe de la Unidad Ejecutora del proyecto acerca de la Evaluación Expost del Proyecto.	Ausencia de alteraciones climatológicas y atmosféricas
COMPONENTES	Adecuada infraestructura de aprovechamiento del agua de riego	Revestimiento de 40 Km. de Canal y Mejoramiento de 8.50 Km. de Canal.	Informes y reportes del proceso de construcción de las obras.	Optima aplicación y calidad de los recursos físicos, materiales y humanos.
	Incremento del Nivel Tecnológico de la Actividad Agrícola.	Los 671 agricultores beneficiados son capacitados en prácticas de manejo técnico de cultivos y técnicas de riego parcelario.	Informe de cursos ejecutados. Informe de talleres participativos e interinstitucionales.	
ACCIONES	Revestimiento del Canal Principal Margen Izquierda del Río Sisa y Mejoramiento del Sistema de Distribución	S/. 19 630 451, para el revestimiento y mejora de 48.5 Km. de canal; y la construcción y rehabilitación de obras de arte.	Informes y reportes de montos ejecutados por el Proyecto.	Asignaciones presupuestales oportunas y según los requerimientos.
	Capacitación de los agricultores en prácticas de manejo técnico de cultivos bajo riego.	S/. 78 750, para el desarrollo de talleres participativos para uso adecuado del agua de riego en parcela y en riego tecnificado	Planes de Cultivos para todo el sistema. Plan de capacitación ejecutado y Plan de Operación y Mantenimiento del sistema de irrigación.	

MÓDULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- (1) El área de influencia del proyecto presenta características y niveles socioeconómicos relativamente bajos. Los niveles y condiciones socio económicas de los habitantes de las provincias de Picota y Bellavista, son bajos por la falta de fuentes de trabajo y bajos niveles de ingresos debido al escaso desarrollo de la principal actividad económica que es la actividad agrícola.
- (2) La causa que explica el nivel de atraso socioeconómico es la ausencia de una infraestructura adecuada para el aprovechamiento del recurso hídrico, pues existe una baja eficiencia en el suministro de agua que permita un aprovechamiento sostenible de los recursos de agua y suelos existentes, permitiendo potenciar las fronteras de producción.
- (3) El área del Proyecto, comprende 6 555 ha, de las cuales 4 200 ha se encuentran en producción bajo riego deficiente. Con el proyecto se garantiza dotaciones adecuadas de agua para dichas hectáreas e implementar al riego 2 355 ha adicionales, que se encuentran en descanso y en seco.
- (4) El problema central se ha definido como la baja producción y productividad agrícolas, siendo las causas crítica la inadecuada infraestructura de aprovechamiento del agua de riego y el bajo nivel tecnológico de la actividad agrícola.
- (5) Las alternativas planteadas han sido orientadas a aumentar la eficiencia de distribución del escaso recurso hídrico y así poder irrigar 6 555 ha físicas de cultivos a los largo del área de influencia del Canal de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa. Este objetivo puede lograrse mediante el desarrollo de las obras del presente Proyecto. El costo total de inversión de esta Alternativa es de S/. 29 505 621 (equivalente a S/. 4 501 por hectárea).
- (6) La Rentabilidad de la Alternativa elegida, expresada en la TIR, a precios privados, es de 15.97%, con un VAN de S/. 5 661 749. La rentabilidad social presenta una TIR equivalente a 28.25%, con un VAN social equivalente a S/. 15 983 469.
- (7) Los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego mayor y menor serán cubiertos por los agricultores en un 100%, compromisos que son asumidos por ellos con la finalidad de asegurar la sostenibilidad del Proyecto.

4.2. RECOMENDACIONES

- (1) Se recomienda profundizar el análisis y evaluación de las Alternativas en términos de sus alcances y de sus costos y beneficios, en la siguiente etapa de estudio.
- (2) Se recomienda la aprobación del presente estudio de perfil del Proyecto Mejoramiento del Canal de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa y continuar con la siguiente etapa del ciclo del PIP.