

Ministerio de Agricultura
República de Perú

**ESTUDIO PREPARATORIO
SOBRE EL
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES
EN
LA REPÚBLICA DEL PERÚ**

**INFORME FINAL
INFORME DEL ESTUDIO DE
PREFACTIBILIDAD
II-6 INFORME DEL PROYECTO
(RÍO YAUCA)
(Versión Pública)**

Marzo de 2013

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Yachiyo Engineering Co., Ltd.
Nippon Koei Co., Ltd
Nippon Koei Latin America – Caribbean Co., Ltd.



Mapa del Área del Estudio

Abreviaturas

Abreviaturas	Nombre oficial o significado
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ALA	Autoridad Local del Agua
B/C	Relación Costo Beneficio (Costo Benefit Ratio)
GDP	PBI (Producto Bruto Interno) (Gross Domestic Product)
GIS	Sistema de información geográfica (Geographic Information System)
DGAA	Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	Dirección General de Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPM	Dirección General de Programación Multianual del Sector Público
DNEP	Dirección Nacional de Endeudamiento Público
DRA	Dirección Regional de Agricultura
EIA	Estudio de impacto ambiental (Environmental Impact Assessment)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
F/S	Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
GORE	Gobiernos Regionales
HEC-HMS	Sistema de Modelado Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica
HEC-RAS	Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System)
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGV	Impuesto General a Ventas
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística
INGEMMET	Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
IRR	Tasa Interna de Retorno (Internal Rate of Return - IRR)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
JNUDRP	Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú

L/A	Acuerdo de Préstamo (Loan Agreement)
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAG	Ministerio de Agricultura
M/M	Minuta de Discusiones (Minutes of Meeting)
NPV	VAN (Valor Actual Neto) (NET PRESENT VALUE)
O&M	Operación y mantenimiento (Operation and maintenance)
OGA	Oficina General de Administración
ONERRN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI	Oficina de Programación e Inversiones
PE	Proyecto Especial Chira-Piura
PES	PSA (Pago por Servicios ambientales) (Payment for Environmental Services)
PERFIL	Estudio del Perfil
Pre F/S	Estudio de prefactibilidad
PERPEC	Programa de Encauzamiento de Ríos y protección de Estructura de Captación
PRONAMACHIS	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PSI	Programa de Sub Sectorial de irrigaciones
SCF	Factor de conversión estándar
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
UF	Unidades Formuladoras
VALLE	Llanura aluvial, llanura de valle
VAT	Impuesto al valor agregado (Value added tax)

ESTUDIO PREPARATORIO
SOBRE EL
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES
EN
LA REPÚBLICA DEL PERÚ

Informe Final
Informe del Estudio de Prefactibilidad
II-6 Informe del Proyecto
(Río Yauca)

ÍNDICE

Mapa del Área del Estudio

Abreviaturas

1. RESUMEN EJECUTIVO	1-1
1.1 Nombre del Proyecto	1-1
1.2 Objetivo del Proyecto	1-1
1.3 Balance Oferta y Demanda.....	1-1
1.4 Medidas estructurales	1-2
1.5 Medidas no estructurales	1-3
1.5.1 Reforestación y recuperación vegetal.....	1-3
1.5.2 Plan de control de sedimentos	1-3
1.6 Asistencia técnica	1-4
1.7 Costos.....	1-4
1.8 Resultados de la evaluación social	1-4
1.9 Sostenibilidad del PIP.....	1-6
1.10 Impacto Ambiental.....	1-7
1.11 Plan de ejecución	1-8
1.12 Instituciones y administración	1-9
1.13 Marco Lógico.....	1-10
2. ASPECTOS GENERALES.....	2-1
2.1 Nombre del Proyecto	2-1
2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora	2-1
2.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios	2-1

2.4	Marco conceptual (marco de afinidad).....	2-4
2.4.1	Antecedentes.....	2-4
2.4.2	Leyes y reglamentos, políticas y guías relacionadas con el Programa.....	2-6
3.	IDENTIFICACIÓN.....	3-1
3.1	Diagnóstico de la Situación Actual.....	3-1
3.1.1	Naturaleza.....	3-1
3.1.2	Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio.....	3-2
3.1.3	Agricultura.....	3-8
3.1.4	Infraestructuras.....	3-12
3.1.5	Daños reales de las inundaciones.....	3-12
3.1.6	Resultados de las visitas a los sitios del Estudio.....	3-15
3.1.7	Situación actual de la vegetación y reforestación.....	3-21
3.1.8	Situación actual de la erosión del suelo.....	3-26
3.1.9	Análisis de descarga.....	3-36
3.1.10	Análisis de inundaciones.....	3-41
3.2	Definición de Problema y Causas.....	3-47
3.2.1	Problemas de las medidas de control de inundaciones en el Área del Estudio.....	3-47
3.2.2	Causas de los problemas.....	3-47
3.2.3	Efectos de los problemas.....	3-48
3.2.4	Árbol de causas y efectos.....	3-49
3.3	Objetivo del Proyecto.....	3-51
3.3.1	Medidas de solución al problema principal.....	3-51
3.3.2	Impactos esperados por el cumplimiento del objetivo principal.....	3-52
3.3.3	Árbol de medidas – objetivos – impactos.....	3-52
4.	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN.....	4-1
4.1	Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto (Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto).....	4-1
4.2	Análisis de Demanda y oferta.....	4-1
4.3	Planeamiento Técnico de las Alternativas.....	4-3
4.3.1	Medidas estructurales.....	4-3
4.3.2	Medidas no estructurales.....	4-14
4.3.2.1	Reforestación y recuperación vegetal.....	4-14
4.3.2.2	Plan de control de sedimentos.....	4-18
4.3.3	Asistencia técnica.....	4-19
4.4	Costos.....	4-23
4.4.1	Estimación de costos (a precios privados).....	4-23

4.4.2	Estimación de costos (a precios sociales).....	4-24
4.5	Resultados de la evaluación social	4-24
4.5.1	Costos a precios privados	4-24
4.5.2	Costos a precios sociales	4-29
4.5.3	Conclusiones de la evaluación social	4-30
4.6	Análisis de sensibilidad	4-30
4.7	Sostenibilidad del PIP.....	4-33
4.8	Impacto Ambiental.....	4-33
4.8.1	Metodología.....	4-34
4.8.2	Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio ambientales.....	4-35
4.8.3	Planes de Manejo Socio ambiental.....	4-38
4.8.4	Plan de Seguimiento y Control.....	4-39
4.8.5	Presupuesto para la gestión de impacto ambiental.....	4-41
4.8.6	Conclusiones y recomendaciones.....	4-42
4.9	Plan de ejecución	4-42
4.10	Instituciones y administración	4-46
4.11	Marco lógico de la opción seleccionada finalmente.....	4-50
4.12	Plan a Mediano y Largo Plazo.....	4-51
4.12.1	Plan general de control de inundaciones	4-51
4.12.2	Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación	4-62
4.12.3	Plan de control de sedimentos	4-63
5.	CONCLUSIONES	5-1

Lista de Tablas

Tabla 1.3-1	Análisis de Demanda y oferta	1-1
Tabla 1.8-1	Monto medio correspondiente a la reducción de daños al año (costos a precios privados)	1-5
Tabla 1.8-2	Monto medio correspondiente a la reducción de daños al año (costos a precios sociales)	1-5
Tabla 1.8-3	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados).....	1-6
Tabla 1.8-4	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales)	1-6
Tabla 1.9-1	Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes	1-7
Tabla 1.11-1	Plan de ejecución	1-8
Tabla 1.13-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente	1-10
Tabla 3.1.2-1	Distritos alrededor del Río Yauca y su área	3-2
Tabla 3.1.2-2	Variación de la población urbana y rural	3-2
Tabla 3.1.2-3	Número de hogares y de familias	3-3
Tabla 3.1.2-4	Ocupación	3-3
Tabla 3.1.2-5	Índice de la pobreza	3-3
Tabla 3.1.2-6	Tipo de viviendas	3-5
Tabla 3.1.2-7	Variación del PIB por cápita (2001-2009)	3-8
Tabla 3.1.3-1	Datos básicos de las comisiones de regantes.....	3-9
Tabla 3.1.3-2	Siembra y ventas de los principales cultivos.....	3-10
Tabla 3.1.4-1	Datos básicos de infraestructuras de riego	3-12
Tabla 3.1.5-1	Situación de los daños de inundaciones	3-13
Tabla 3.1.5-2	Datos de daños.....	3-13
Tabla 3.1.5-3	Desastres en la Región de Arequipa.....	3-14
Tabla 3.1.7-1	Lista de las formaciones vegetales representativas de la Cuenca del Río Yauca	3-21
Tabla 3.1.7-2	Superficie de las formaciones vegetales frente a la superficie de la cuenca(Cuenca del Río Yauca)	3-22
Tabla 3.1.7-3	Porcentaje de las zonas de vida ecológicas frente a la superficie de las cuencas (Cuenca del Río Yauca)	3-22
Tabla 3.1.7-4	Superficie forestal perdida hasta 2005	3-22
Tabla 3.1.7-5	Variación de las formaciones vegetales entre 1995 y 2000	3-23
Tabla 3.1.7-6	Reforestación ejecutada entre 1994 y 2003	3-24
Tabla 3.1.8-1	Lista de informaciones recolectadas	3-26
Tabla 3.1.8-2	Superficie según altitudes	3-27

Tabla 3.1.8-3	Pendientes y superficie	3-27
Tabla 3.1.8-4	Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada.....	3-28
Tabla 3.1.8-5	Pendientes según altitudes del Río Yauca	3-31
Tabla 3.1.9-1	Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Yauca)	3-36
Tabla 3.1.9-2	Período de toma de datos pluviales (cuenca del Río Yauca).....	3-37
Tabla 3.1.9-3	Precipitaciones con período de retorno de 24 horas (cuenca del Río Yauca)	3-39
Tabla 3.1.9-4	Precipitaciones con período de retorno de 24 horas (Punto de referencia: Estación San Francisco Alto).....	3-39
Tabla 3.1.9-5	Hietograma según precipitaciones probables.....	3-40
Tabla 3.1.9-6	Caudal probable en los puntos de control	3-41
Tabla 3.1.9-7	Caudal de inundaciones según períodos de retorno (Caudal pico: Punto de referencia)	3-41
Tabla 3.1.10-1	Datos básicos del levantamiento de los ríos	3-42
Tabla 3.1.10-2	Metodología análisis de desbordamiento	3-43
Tabla 3.2.1-1	Problemas y medidas de conservación de las obras de control de inundaciones	3-47
Tabla 3.2.2-1	Causas directas e indirectas del problema principal	3-48
Tabla 3.2.3-1	Efectos directos e indirectos del problema principal	3-49
Tabla 3.3.1-1	Medidas de solución directas e indirectas al problema	3-51
Tabla 3.3.2-1	Impactos directos e indirectos	3-52
Tabla 4.2-1	Análisis de la demanda y oferta.....	4-1
Tabla 4.2-2	Demanda y oferta según puntos	4-2
Tabla 4.3.1-1	Perfil del levantamiento topográfico	4-4
Tabla 4.3.1-2	Aspectos y criterios de evaluación	4-5
Tabla 4.3.1-3	Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras	4-7
Tabla 4.3.1-4	Comparación de alternativas	4-9
Tabla 4.3.1-5	Caudal de crecidas de diseño y libre bordo.....	4-12
Tabla 4.3.1-6	Planificación y diseño de las obras prioritarias de control de inundaciones.....	4-13
Tabla 4.3.2.1-1	Criterios de evaluación para la elección de las especies forestales.....	4-15
Tabla 4.3.2.1-2	Elección de las especies forestales	4-16
Tabla 4.3.2.1-3	Metrado para el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal(A lo largo del río)	4-16
Tabla 4.3.2.1-4	Costo unitario de las plantas.....	4-17
Tabla 4.3.2.1-5	Costo de ejecución de reforestación.....	4-17
Tabla 4.3.2.2-1	Lineamientos básicos del Plan de Control de Sedimentos.....	4-18
Tabla 4.3.3-1	Presupuesto de la Asistencia Técnica.....	4-21
Tabla 4.4.1-1	Tabla de resumen de costo directo de obras (a precios privados)	4-23

Tabla 4.4.1-2	Costo de Proyecto (a precios privados).....	4-23
Tabla 4.4.2-1	Tabla resumen del costo directo de obras (a precios sociales).....	4-24
Tabla 4.4.2-2	Costo de Proyecto (a precios sociales).....	4-24
Tabla 4.5.1-1	Variables del cálculo del monto de pérdidas de inundaciones.....	4-25
Tabla 4.5.1-2	Monto estimado de pérdidas (a precios privados).....	4-26
Tabla 4.5.1-3	Estimación del monto medio anual de de reducción de pérdidas.....	4-27
Tabla 4.5.1-4	Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (Precios privados).....	4-27
Tabla 4.5.1-5	Indicadores de evaluación del análisis de la relación costo-beneficio y sus características.....	4-28
Tabla 4.5.1-6	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados).....	4-29
Tabla 4.5.2-1	Monto estimado de pérdidas (a precios sociales).....	4-29
Tabla 4.5.2-2	Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (a precios sociales).....	4-30
Tabla 4.5.2-3	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales).....	4-30
Tabla 4.6-1	Métodos del análisis de sensibilidad.....	4-31
Tabla 4.6-2	Casos sometidos al análisis de sensibilidad e indicadores económicos.....	4-31
Tabla 4.6-3	Resultados del Análisis de Sensibilidad de TIR, B/C y VAN.....	4-32
Tabla 4.7-1	Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes.....	4-33
Tabla 4.8-1	Puntos de Obras.....	4-34
Tabla 4.8.1-1	Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold.....	4-34
Tabla 4.8.1-2	Grados de significancia de impactos (Valor de los Impactos).....	4-34
Tabla 4.8.2-1	Matriz de Reconocimiento del Impacto Ambiental (Período construcción).....	4-35
Tabla 4.8.2-2	Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida (Etapa de Construcción) –Yauca.....	4-36
Tabla 4.8.2-3	Matriz de Identificación de Impactos (Etapa de Operación).....	4-37
Tabla 4.8.2-4	Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida (Etapa de Operación) – Yauca.....	4-37
Tabla 4.8.3-1	Impactos Ambientales Identificados y sus medidas propuestas.....	4-39
Tabla 4.8.4-1	Monitoreo de Calidad del Agua y Parámetros Biológicos.....	4-39
Tabla 4.8.4-2	Monitoreo de Calidad del Aire.....	4-40
Tabla 4.8.4-3	Monitoreo de Calidad del Ruido.....	4-40
Tabla 4.8.4-4	Monitoreo de Calidad del Agua (Etapa de Operación).....	4-41
Tabla 4.8.5-1	Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental.....	4-41
Tabla 4.9-1	Plan de ejecución.....	4-45
Tabla 4.10-1	Presupuesto del PSI (2011).....	4-48

Tabla 4.10-2	Planilla del PSI	4-49
Tabla 4.11-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente	4-50
Tabla 4.12.1-1	Plan de construcción de diques en la cuenca del río Yauca	4-54
Tabla 4.12.1-2	Costo directo de obras (a precios privados)	4-55
Tabla 4.12.1-3	Costo de Proyecto (a precios privados).....	4-56
Tabla 4.12.1-4	Costo de Proyecto (a precios sociales).....	4-56
Tabla 4.12.1-5	Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada	4-57
Tabla 4.12.1-6	Costo de obras de excavación de lecho para 50 años (a precios privados).....	4-59
Tabla 4.12.1-7	Costo de obras de excavación de lecho para 50 años (a precios sociales).....	4-59
Tabla 4.12.1-8	Monto de daños para inundaciones de diferentes períodos de retorno (a precios privados)	4-60
Tabla 4.12.1-9	Promedio anual de reducción de daños	4-60
Tabla 4.12.1-10	Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)	4-61
Tabla 4.12.1-11	Monto de daños de las inundaciones de diferentes períodos de retorno (a precios sociales)	4-61
Tabla 4.12.1-12	Promedio anual de reducción de daños	4-62
Tabla 4.12.1-13	Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales).....	4-62
Tabla 4.12.2-1	Plan General de la forestación en aguas arriba de las Cuencas.....	4-63
Tabla 4.12.3-1	Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta..	4-64

Lista de Figuras

Figura 1.12-1	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)	1-9
Figura 1.12-2	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)	1-9
Figura 3.1.1-1	Ríos seleccionados para el Estudio	3-1
Figura 3.1.2-1	Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2009/2008)	3-6
Figura 3.1.2-2	Contribución de las regiones al PIB	3-7
Figura 3.1.2-3	PIB per cápita (2009)	3-7
Figura 3.1.3-1	Área sembrada	3-10
Figura 3.1.3-2	Rendimiento.....	3-11
Figura 3.1.3-3	Ventas	3-11
Figura 3.1.6-1	Visita al Sitio del Estudio (Río Yauca)	3-17
Figura 3.1.6-2	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Yauca).....	3-18
Figura 3.1.6-3	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 2 (Río Yauca).....	3-19
Figura 3.1.6-4	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Yauca).....	3-20
Figura 3.1.7-1	Mapa forestal de la Cuenca del Río Yauca	3-25
Figura 3.1.8-1	Superficie según altitudes	3-27
Figura 3.1.8-2	Pendientes y superficie	3-28
Figura 3.1.8-3	Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada	3-28
Figura 3.1.8-4	Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada	3-29
Figura 3.1.8-5	Mapa de Isoyetas de la Cuenca del Río Yauca	3-29
Figura 3.1.8-6	Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas	3-30
Figura 3.1.8-7	Pendientes según altitudes del Río Yauca	3-31
Figura 3.1.8-8	Tierras andesíticas y basálticas derrumbadas	3-32
Figura 3.1.8-9	Producción de sedimentos de las rocas sedimentarias	3-32
Figura 3.1.8-10	Invasión de cactus	3-32
Figura 3.1.8-11	Movimiento de los sedimentos en el cauce	3-33
Figura 3.1.8-12	Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario	3-34
Figura 3.1.8-13	Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales de magnitud similar al de fenómeno de El Niño (período de retorno de 1:50 años)	3-35
Figura 3.1.8-14	Producción de sedimentos de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)....	3-36
Figura 3.1.9-1	Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Pisco)	3-37
Figura 3.1.9-2	Mapa de isoyetas (cuenca del Río Yauca)	3-38
Figura 3.1.9-3	Mapa de isoyetas de precipitaciones con período de retorno de 50 años (cuenca del Río	

Yauca)	3-39
Figura 3.1.9-4 Hidrograma del Río Yauca	3-41
Figura 3.1.10-1 Idea del modelo unidimensional	3-42
Figura 3.1.10-2 Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento	3-44
Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Yauca	3-45
Figura 3.1.10-4 Alcance de desbordamiento del Río Yauca	3-46
Figura 3.2.4-1 Árbol de causas y efectos	3-50
Figura 3.3.3-1 Árbol de medidas – objetivos – impactos.....	3-53
Figura 4.3.1-1 Resultados de selección de las obras prioritarias de control de inundación en el río Yauca	4-6
Figura 4.3.1-2 Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Yauca.....	4-10
Figura 4.3.1-3 Sección normal del dique.....	4-12
Figura 4.3.2.1-1 Diagrama Conceptual Forestación en las estructuras ribereñas	4-14
Figura 4.3.2.1-2 Ubicación del diseño del plan de forestación en la estructura ribereña.....	4-15
Figura 4.3.2.2-1 Obras de control de sedimentos.....	4-19
Figura 4-9.1-1 Ciclo de proyecto en SNIP	4-43
Figura 4.9.1-2 Instituciones relacionadas con SNIP	4-44
Figura 4.10-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)	4-47
Figura 4.10-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)	4-47
Figura 4.10-3 Organigrama del PSI.....	4-49
Figura 4-12.1-1 Definición de la alineación del dique	4-52
Figura 4-12.1-2 Plano do del Río Yauca.....	4-53
Figura 4-12.1-3 Sección longitudinal del Río Yauca.....	4-54
Figura 4-12.1-4 Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Yauca	4-55
Figura 4-12.1-5 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Yauca)	4-58
Figura 4-12.3-1 Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Yauca	4-65

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Nombre del Proyecto

“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementación de Medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Yauca, Departamento Arequipa”

1.2 Objetivo del Proyecto

El impacto final que el Proyecto contempla alcanzar es aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones y fomentar el desarrollo socioeconómico local.

1.3 Balance Oferta y Demanda

Se calculó el nivel de agua teórico en el caso de discurrir el caudal de inundaciones de diseño basándose en los datos del levantamiento transversal del río ejecutado con un intervalo de 500m, en la cuenca del río Yauca, suponiendo un caudal de inundaciones de diseño igual al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. Luego, se determinó la altura del dique como la suma del nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique.

Ésta es la altura requerida del dique para controlar los daños provocados por las inundaciones de diseño y constituye el indicador de la demanda de la comunidad local.

La altura del dique existente o la altura del terreno actual es la altura requerida para controlar los daños de las inundaciones actuales, y constituye el indicador de la oferta actual.

La diferencia entre la altura del dique de diseño (demanda) y la altura del dique o terreno actual constituye, la diferencia o brecha que hay entre la demanda y la oferta.

En la Tabla 4.2-2 se presentan los promedios del nivel de agua de inundaciones calculado con período de retorno de 50 años; de la altura requerida del dique (demanda) para controlar el caudal sumando el nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique; de la altura del dique o del terreno actual (oferta), y la diferencia entre estas dos últimas (diferencia entre demanda-oferta) del río. Luego, en la Tabla 1.3-1 se presentan los valores en cada punto. La altura del dique o del terreno actual es mayor que la altura requerida del dique, en determinados puntos. En estos, la diferencia entre la oferta y demanda se consideró nula.

Tabla 1.3-1 Análisis de la demanda y oferta

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
Río Yauca	187.54	183.01	179.03	0.80	179.83	0.21	0.40

1.4 Medidas estructurales

Las medidas estructurales constituyen un tema que deben ser analizados en el plan de control de inundaciones que abarque toda la cuenca. Los resultados del análisis se presentan en el apartado 4.12 “Plan de mediano y largo plazo”. Dicho plan propone construir diques para el control de inundaciones de toda la cuenca. Sin embargo, en el caso de la cuenca del río Yauca, se requiere implementar un gran proyecto invirtiendo un costo sumamente alto, mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar esta propuesta. Por lo tanto, suponiendo que los diques para controlar las inundaciones de toda la cuenca serán construidos progresivamente dentro de un plan de mediano y largo plazo, aquí se enfocó el estudio en las obras más urgentes y prioritarias para el control de inundaciones.

(1) Caudal de inundaciones de diseño

La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas elaborada por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) recomienda realizar el análisis comparativo de diferentes períodos de retorno: 25 años, 50 años y 100 años para el área urbana, y 10 años, 25 años y 50 años para el área rural y las tierras agrícolas.

Considerando que el presente Proyecto se orienta a la protección del área rural y de las tierras agrícolas, el caudal de inundaciones de diseño se determinó en el valor establecido para las inundaciones con período de retorno de 50 años en la Guía mencionada.

(2) Selección de las obras de control de inundaciones prioritarias

Se aplicaron los cinco criterios siguientes para la selección de las obras de control de inundaciones prioritarias.

- Demanda de la comunidad local (basada en los daños históricos de inundaciones)
- Falta de la capacidad hidráulica (incluyendo los tramos afectados por la socavación)
- Condiciones de la zona adyacente (condiciones del área urbana, tierras de cultivo, etc.)
- Condiciones de inundación (extensión de del agua desbordada conforme los resultados del análisis de inundaciones)
- Condiciones sociales y ambientales (infraestructuras locales importantes)

Los resultados del levantamiento del río Yauca, del reconocimiento en sitio, del estudio de la capacidad hidráulica, del análisis de inundaciones, y de las entrevistas a la comunidad local (necesidades de las comisiones de regantes, gobiernos locales, daños históricos de inundaciones, etc.) fueron sometidos a una evaluación integral, aplicando los cinco criterios de evaluación antes indicados. Así se seleccionaron en total seis puntos críticos (con mayor puntaje en la evaluación) que necesitan de medidas de control de inundaciones.

Concretamente, dado que el levantamiento del río, la evaluación de la capacidad hidráulica y el

análisis de desbordamiento han sido realizados a cada 500 metros de intervalo (sección), la evaluación integral se realizó también para tramos de 500 metros. Estos tramos fueron evaluados en escalas de 1 a 3 (0 punto, 1 punto y 2 puntos), y los tramos cuya suma superaron 6 puntos, han sido seleccionados como sitios prioritarios. El límite interior (6 puntos) ha sido determinado tomando en cuenta también el presupuesto disponible del Proyecto en general.

1.5 Medidas no estructurales

1.5.1 Reforestación y recuperación vegetal

(1) Políticas básicas

El plan de reforestación y recuperación de la vegetación que responde al objetivo del presente Proyecto puede ser dividido en: i) la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales, y ii) la reforestación en la cuenca alta. La primera tiene efecto directo sobre la prevención de inundaciones manifestando su impacto en corto tiempo, mientras que la segunda requiere de alto costo y largo período para su implementación, tal como se indicará más tarde en el apartado 4.12 “Plan de mediano y largo plazo”, y es poco viable para ser ejecutada en el marco del presente Proyecto. Por lo tanto, aquí se enfocó el estudio en la primera alternativa.

(2) Sobre la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales

Esta alternativa propone plantar árboles a lo largo de las estructuras fluviales, incluyendo los diques y las obras de protección de márgenes.

- **Objetivo:** Reducir el impacto del desbordamiento del río cuando ocurre una crecida inesperada o por el estrechamiento del río por la presencia de obstáculos, mediante franjas de vegetación entre el río y los elementos a ser protegidos.
- **Metodología:** Crear franjas vegetales de un determinado ancho entre las estructuras fluviales y el río.
- **Ejecución de obras:** Plantar vegetación en una parte de las estructuras fluviales (diques, etc.)
- **Mantenimiento después de la reforestación:** El mantenimiento será asumido por las comisiones de regantes a su iniciativa propia.

El ancho, el largo y la superficie de la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales son, 11m, 4,4km y 4,9ha respectivamente.

1.5.2 Plan de control de sedimentos

El plan de control de sedimentos debe ser analizado dentro del plan general de la cuenca. Los resultados del análisis se presentan en el apartado 4.12 “Plan de mediano y largo plazo”. En resumen el plan de control de sedimentos de la cuenca entera requiere de un elevado costo de inversión, que va mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar este plan.

Con respecto al control de sedimentos en la cuenca baja, el análisis de variación del lecho ha puesto

de manifiesto que el volumen de sedimentos de entrada y el volumen de variación del lecho son muy reducidos y casi no inciden al curso del río del tramo inferior del Río Yauca. Por lo tanto, se considera innecesario tomar medidas de control de sedimentos.

1.6 Asistencia técnica

Con base en las propuestas técnicas de medidas estructurales y no estructurales, se propone incorporar también en el presente Proyecto la asistencia técnica a modo de reforzar las medidas tomadas.

El objetivo de la asistencia técnica es “mejorar la capacidad y el nivel técnico de la comunidad local, como medida de gestión de riesgos para reducir los daños de inundaciones en los valles seleccionados”.

Se propone diseñar la asistencia técnica propia de la cuenca del río Yauca, con el fin de ofrecer capacitación adaptada a las características propias de esta cuenca. Los beneficiarios serán los representantes de las comisiones y grupos de regantes de la cuenca del río Yauca, los empleados de los gobiernos locales (provinciales y distritales), representantes de la comunidad local, etc.

Se seleccionarán como participantes de la capacitación, a las personas con capacidad de replicar y difundir lo aprendido en los cursos a los demás miembros de la comunidad, a través de las reuniones de las organizaciones a las que pertenecen.

1.7 Costos

A continuación se detallan los costos del presente Proyecto

1.8 Evaluación social

(1) Beneficios

Los beneficios del control de inundaciones vienen a ser la reducción de las pérdidas de inundaciones que se lograría con la implementación del Proyecto y se determina por la diferencia entre los montos de pérdida sin y con el Proyecto. Concretamente, para determinar los beneficios, se calcula primero el monto de pérdidas por inundaciones de diferentes períodos de retorno (entre 2 y 50 años), suponiendo que las obras de control de inundaciones tendrán una vida útil de 50 años, y luego se determina el monto medio anual de reducción de pérdidas a partir de los montos de pérdidas de diferentes períodos de retorno. En las Tablas 1.8-1 y 1.8-2 se presentan los montos medio anuales de reducción de pérdidas que se lograrían al implementar el presente Proyecto, expresados en los costos a precios privados y costos a precios sociales.

**Tabla 1.8-1 Monto medio correspondiente a la reducción de daños al año
(costos a precios privados)**

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
YAUCA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0.500	0	0	
	5	0.200	0	0	0	0.300	0	0	
	10	0.100	1,695	7	1,688	844	0.100	84	84
	25	0.040	2,569	1,005	1,564	1,626	0.060	98	182
	50	0.020	11,497	2,028	9,469	5,517	0.020	110	292

**Tabla 1.8-2 Monto medio correspondiente a la reducción de daños al año
(costos a precios sociales)**

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
YAUCA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0.500	0	0	
	5	0.200	0	0	0	0.300	0	0	
	10	0.100	2,150	9	2,141	1,071	0.100	107	107
	25	0.040	3,313	1,341	1,972	2,057	0.060	123	230
	50	0.020	12,092	2,653	9,439	5,706	0.020	114	345

(2) Resultados de la evaluación social

El objetivo de la evaluación social en el presente Estudio es evaluar la eficiencia de las inversiones en las medidas estructurales aplicando el método de análisis de la relación costo-beneficio (B/C) desde el punto de vista de la economía nacional. Para ello, se determinaron los indicadores de evaluación económica (relación B/C, Valor Actual Neto –VAN, y tasa interna de retorno económico –TIR).

Se estimaron los beneficios del período objeto de la evaluación, de los primeros 15 años desde el inicio del Proyecto. Dado que de estos 15 años, dos corresponden al período de ejecución de las obras, la evaluación se realizó para los 13 años siguientes a la terminación de las obras.

En las Tablas 1.8-3 y 1.8-4 se muestran los costos a precios privados y los costos a precios sociales arrojados en la evaluación social del presente Proyecto. Se observa que el proyecto arrojará suficiente

efecto económico.

Tabla 1.8-3 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (costos a precios privados)

Tabla 1.8-4 Evaluación social(B/C, VAN, TIR) (costos a precios sociales)

La evaluación social puso de manifiesto que el proyecto de la cuenca del Río Yauca no arrojará impacto económico palpable en términos de costos a precios sociales. A continuación se presentan los efectos positivos del Proyecto que son difícilmente cuantificables en valores económicos.

- ① Contribución al desarrollo económico local al aliviar el temor por la suspensión de las actividades económica y daños.
- ② Contribución al incremento de oportunidades de empleo local por las obras de construcción del proyecto.
- ③ Refuerzo de la conciencia de la población local por los daños de las inundaciones y otros desastres.
- ④ Contribución al incremento de ingresos por la producción agrícola estable, al aliviarse los daños de inundaciones.
- ⑤ Subida del precio de las tierras de cultivo

Así, la evaluación social pone de manifiesto que el proyecto no arrojará un impacto económico palpable, y aun cuando se tome en cuenta otros impactos no cuantificables monetariamente, se considera poco viable ejecutar el Proyecto.

1.9 Análisis de la sostenibilidad

El presente Proyecto será cogestionado por el gobierno central (a través de la DGIH), comisiones de regantes y los gobiernos regionales, y el costo del Proyecto será cubierto con los respectivos aportes de las tres partes. Por lo general el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 10 % y los gobiernos regionales el 10 %. Sin embargo, los porcentajes de los aportes de estas dos últimas son decididos mediante discusiones entre ambas partes. Por otro lado, la operación y mantenimiento (OyM) de las obras terminadas es asumida por las comisiones de

regantes. Por lo tanto, la sostenibilidad del Proyecto depende de la rentabilidad del Proyecto y de la capacidad de OyM de las comisiones de regantes.

En la Tabla 1.9-1 se presentan los datos del presupuesto de las comisiones de regantes de la cuenca del Río Yauca en los últimos años.

Tabla 1.9-1 Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes

Ríos	Presupuesto anual			(En soles)
	2006	2007	2008	Promedio de 3 años
Yauca	114,482.12	111,102.69	130,575.40	118,720

(1) Rentabilidad

El Proyecto del Río Yauca es poco rentable y, por lo tanto, poco viable. El monto de inversión en este río se estima en 20,9 millones de soles a precios privados, la relación B/C es de 0,13, la TIR es nula, y la VAN es de -13,0 millones de soles. Estas cifras demuestran la muy baja eficiencia económica del proyecto.

(2) Costo de operación y mantenimiento

El costo anual de operación y mantenimiento requerido para el proyecto, teniendo como año base al año 2008 se estima en 88.864 soles, que corresponde al 0,5 % del costo de construcción del proyecto en la cuenca del Río Yauca. Por otro lado, el promedio de los gastos de operación en los últimos cuatro años de las comisiones de regantes es de 118.720.

Al considerar que el costo anual de operación y mantenimiento representa un 75,9 % del presupuesto anual de las comisiones de regantes, el proyecto sería suficientemente sostenible a juzgar de la capacidad financiera de estas comisiones para mantener y operar las obras construidas.

Como conclusión, el proyecto es poco efectivo económicamente, además que las comisiones de regantes difícilmente pueden sufragar los costos de mantenimiento. Por lo tanto, el proyecto es poco viable.

1.10 Impacto Ambiental

Se revisó y se evaluó el impacto ambiental positivo y negativo asociado la implementación del presente Proyecto y se plantearon las medidas de prevención y mitigación de dichos impactos. La evaluación ambiental preliminar (EAP) se llevó a cabo entre diciembre de 2010 y enero de 2011 por una firma consultora registrada en el Ministerio de Agricultura (CIDES Ingenieros S.A.) en la cuenca del Río Yauca. El informe de dicha evaluación está siendo evaluada actualmente por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Agricultura.

Los procedimientos de revisión y evaluación del impacto al entorno natural y social del Proyecto son los siguientes. En primer lugar, se revisó el calendario de ejecución de las obras de construcción de las estructuras fluviales, y se procedió a elaborar la matriz de Leopold.

Se evaluó el impacto a nivel ambiental (entorno natural, biológico y social) y a nivel del Proyecto (fase de construcción y fase de mantenimiento). Se determinaron los niveles cuantitativos del impacto ambiental cuantificando el impacto en términos de la naturaleza del impacto, posibilidad de manifestación, magnitud (intensidad, alcance, duración y reversibilidad).

El EAP puso de manifiesto que el impacto ambiental que se manifestaría por la implementación del presente Proyecto en las fases de construcción y de mantenimiento, en su mayoría, no es muy marcado, y aunque lo fuera, éste puede ser prevenido o mitigado al implementar adecuadamente el plan de gestión del impacto ambiental.

Por otro lado, el impacto positivo es muy marcado en la fase de mantenimiento, lo cual se manifiesta a nivel socioeconómico y ambiental, concretamente, en la mayor seguridad y menor vulnerabilidad, mejor calidad de vida y utilización de tierras.

1.11 Plan de ejecución

La Tabla 1.11-1 presenta el plan de ejecución del Proyecto.

Tabla 1.11-1 Plan de ejecución

ITEMS	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1 ESTUDIO PERFIL/EVALUACIÓN SNIP	ESTUDIO								EVALUACIÓN																			
2 ESTUDIO FACTIBILIDAD/EVALUACIÓN SNIP					ESTUDIO				EVALUACIÓN																			
3 NEGOCIACIÓN DE CREDITO EN YENES																												
4 SELECCIÓN DE CONSULTOR																												
5 SERVICIO DE CONSULTOR (DISEÑO DETALLADO, ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS PARA LICITACIÓN)									DISEÑO/DOCUMENTO DE LICITACIÓN								SUPERVISIÓN DE OBRA											
6 SELECCIÓN DE CONSTRUCTOR																												
7 EJECCIÓN DE OBRAS																												
1) CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS																												
2) REFORESTACIÓN																												
3) SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA																												
4) CAPACITACIÓN PREVENTIVA DE DESASTRES																												
8 CULMINACIÓN DE OBRAS/ENTREGA A JUNTAS DE USUARIOS																												

1.12 Instituciones y administración

Las instituciones y su administración en la etapa de inversión y la de operación y mantenimiento luego de la inversión se presentan en las Figura 1.12-1 y 1.12-2.

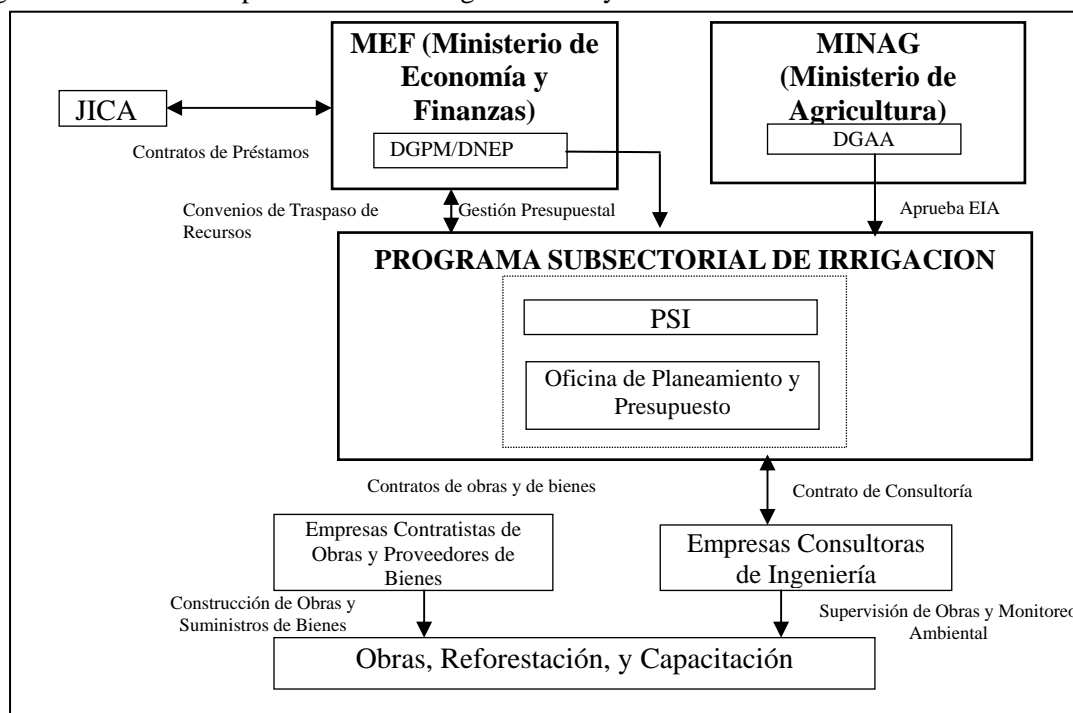


Figura 1.12-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)

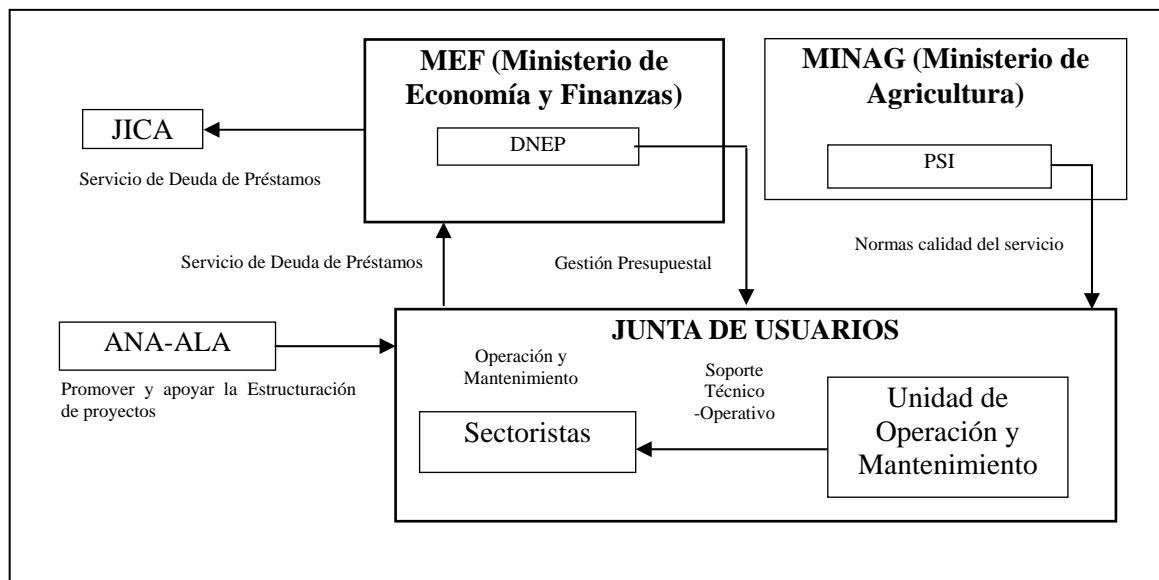


Figura 1.12-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)

1.13 Marco Lógico

En la Tabla 1.13-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.

Tabla 1.13-1 Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente

Resumen narrativo	Indicadores verificables	Medios de verificación de indicadores	Condiciones preliminares
Meta superior			
Promover el desarrollo socioeconómico local y contribuir al bienestar social de la población.	Mejorar la productividad local, generar más empleos, aumentar ingresos de la población y reducir el índice de la pobreza	Datos estadísticos publicados	Estabilidad socioeconómica y política
Objetivos			
Aliviar la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones	Tipos, cantidad y distribución de las obras de control de inundaciones, población y área beneficiaria	Monitoreo del calendario anual de obras y del plan financiero, fiscalización de ejecución de presupuesto.	Asegurar el presupuesto necesario, intervención activa de los gobiernos central y regional, municipalidades, comisiones de regantes, comunidad local, etc.
Resultados esperados			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, prevención de destrucción de caminos, protección de canales de riego, control de la erosión de márgenes, seguridad de la Presa Poechos	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, frecuencia de destrucción de caminos, avance de la erosión de márgenes, erosión aguas abajo de la presa.	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes locales	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los organismos superiores.
Actividades			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, prevención de daños a los caminos, construcción de 28 obras, incluyendo las destinadas a la seguridad de la presa	Revisión del Diseño Detallado, informes de obras, gastos ejecutados	Asegurar el presupuesto de obras, Diseño Detallado/ejecución de obras/supervisión de obras de buena calidad
Componente B: Medidas no estructurales			
B-1 Reforestación y recuperación vegetal	Área reforestada, área de bosques ribereños	Informes de avance de obras, monitoreo rutinario por la comunidad local	Apoyo de consultores, ONGs, comunidad local, concertación y cooperación de la comunidad de la cuenca baja
B-2 Sistema de alerta temprana	Equipos instalados, estado de operación, frecuencia de alertas emitidas, estado de transmisión de información	Informes de avance de obras, monitoreo por entidad pública y comunidad local	Funcionamiento adecuado de equipos, debida capacitación del personal, comunicación y promoción, OyM de equipos y programas
Componente C: Educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades	Número de sesiones de seminarios, prácticas, capacitación, taller,	Informes de avance, monitoreo por gobiernos locales y comunidad	Predisposición de los actores a participar, asesoría por consultores y ONGs
Gestión de ejecución del Proyecto			
Gestión del Proyecto	Diseño Detallado, orden de inicio de las obras, supervisión de obras, operación y mantenimiento	Planos de diseño, plan de ejecución de obras, pliego de estimación de costos, especificaciones de las obras, contratos, informes de gestión de obras, manuales de mantenimiento	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 Nombre del Proyecto

“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementación de Medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Yauca, Departamento Arequipa”

2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora

(1) Unidad formuladora

Nombre: Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura

Responsable: Orlando Hernán Chirinos Trujillo

Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica

Dirección: Av. Benavides N° 395 Miraflores, Lima12 – Perú

Teléfono: (511)4455457/6148154

Correo electrónico: ochirinos@minag.gob.pe

(2) Unidad ejecutora

Nombre: Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura

Responsable: Ing. Jorge Zúñiga Morgan

Director Ejecutivo

Dirección: Jr. Emilio Fernandez N° 130 Santa Beatriz, Lima-Perú

Teléfono: (511)4244488

Correo electrónico: postmast@psi.gob.pe

2.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios

A continuación se indican las instituciones y entidades involucradas en el presente Proyecto, así como los beneficiarios.

(1) Ministerio de Agricultura (MINAG)

El MINAG, como gestor de los recursos naturales de las cuencas para impulsar el desarrollo agrícola en cada una de ellas, asume la responsabilidad de mantener la sostenibilidad económica, social y ambiental en beneficio del desarrollo de la agricultura.

Para cumplir efectiva y eficientemente dicho objetivo, el MINAG está emprendiendo desde 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC). Los programas de prevención de desastres fluviales que están llevando a cabo los gobiernos regionales son financiados con los recursos del PERPEC.

1) Oficina de Administración (OA)

- Asume la gestión y ejecución del presupuesto del Programa.
- Planifica la preparación de las guías de gestión y de asuntos financieros.

2) Dirección General de Infraestructura Hidráulica, DGIH)

- Asume el estudio, control e implementación del programa de inversión.
 - Elabora las guías generales del programa en colaboración con la OPI.
- 3) Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI)
- Realiza la evaluación preliminar el programa de inversión.
 - Asume la gestión del programa y la ejecución del presupuesto del programa.
 - Planifica la preparación de las guías de gestión y de asuntos financieros.
- 4) Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI)
- Ejecuta el programa de inversión aprobado por la OPI y DGPM.
- (2) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)
- 1) Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM)
- Se encarga de aprobar las obras de inversión pública conforme los procedimientos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para evaluar la relevancia y la factibilidad, de tramitar la solicitud del desembolso del presupuesto estatal y el préstamo de JICA.
- (3) Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
- Es una institución del gobierno del Japón cuyo objetivo es contribuir al desarrollo socioeconómico de los países en desarrollo a través la cooperación internacional. JICA ha extendido la asistencia financiera para la ejecución de los estudios de prefactibilidad y de factibilidad del presente Proyecto.
- (4) Gobiernos Regionales (GORE)
- Los gobiernos regionales asumen el fomento del desarrollo regional integral y sostenible siguiendo los planes y programas estatales y regionales, procurando aumentar las inversiones públicas y privadas, generar oportunidades de empleo, defender los derechos de los habitantes y garantizar la igualdad de oportunidades.
- La participación de los gobiernos regionales con su posible aporte financiero, es un factor indispensable para asegurar la sostenibilidad del Proyecto.
- El Proyecto Especial Chira Piura, Gobierno Regional Piura implementado por el gobierno regional de Piura incluye también el Río Chira que es el Área del presente Estudio.
- (5) Comisión de Regantes
- Existen actualmente 3 comisiones de regantes en la Cuenca del Río Yauca, quienes han manifestado su fuerte deseo porque se ejecuten las obras de construcción de diques, protección de márgenes, reparación de las bocatomas, etc. ya que actualmente están sufriendo grandes daños por las inundaciones de los ríos. A continuación se presenta una breve reseña de las comisiones en la Cuenca del Río Yauca (Para más detalles, véase el apartado 3.1.3). Actualmente, la operación y mantenimiento de los diques, obras de protección de márgenes, bocatomas y canales de riego relacionados con las tierras agrícolas y los sistemas de riego en la cuenca, son realizados principalmente por las comisiones de regantes y sus integrantes, asistidos por los gobiernos

locales.

Número de bloques de riego:	3
Número de comisiones de regantes:	3
Área bajo riego:	1.614 ha
Beneficiarios:	557 productores

(6) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Es un organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, y tiene a su cargo realizar todas las actividades relacionadas con la meteorología, hidrología, medio ambiente y meteorología agrícola. Participa en el monitoreo de aire a nivel global, contribuyendo al desarrollo sostenible, seguridad y bienestar nacional, y recopila las informaciones y datos de las estaciones de observación meteorológica e hidrológica.

(7) Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

INDECI es el ente rector y coordinador del Sistema Nacional de Defensa Civil y asume la responsabilidad de organizar y coordinar la comunidad, elaborar planes y controlar el desarrollo de los procesos de la gestión de riesgos de desastres. Tiene como objetivo evitar o aliviar la pérdida de la vida humana por desastres naturales y humanos y prevenir la destrucción de bienes y del medio ambiente.

(8) Autoridad Nacional del Agua (ANA)

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es un ente técnico-normativo a cargo de promover las políticas, planes, programas y reglamentos relacionados con el uso sostenible de los recursos hídricos en todo el país.

Sus funciones abarcan la gestión sostenible de estos recursos, así como el mejoramiento del marco técnico y legal sobre el monitoreo y evaluación de las operaciones de acueducto en cada región. A la par de mantener y promover el uso sostenible de los recursos hídricos, se encarga de llevar a cabo los estudios necesarios y elaborar los principales planes de mantenimiento, programas de cooperación económica y técnica nacional e internacional.

(9) Direcciones Regionales de Agricultura (DRAs)

Las direcciones regionales de agricultura cumplen las siguientes funciones bajo el respectivo gobierno regional.

- 1) Elaborar, aprobar, evaluar, implementar, controlar y administrar las políticas nacionales de agricultura, planes sectoriales, así como los planes y políticas regionales propuestas por las municipalidades.
- 2) Controlar las actividades y servicios agrícolas ajustándolos a las políticas y reglamentos relacionados, así como al potencial regional.

- 3) Participar en la gestión sostenible de los recursos hídricos de acuerdo con el marco general de la cuenca, así como con las políticas de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- 4) Promover la reconversión de rubros, desarrollo del mercado, exportación y consumo de los productos agrícolas e agroindustriales.
- 5) Promover la gestión del programa de riego, obras de construcción y reparación de riego, así como el manejo adecuado y la conservación de los recursos hídricos y del suelo.

2.4 Marco conceptual (marco de afinidad)

2.4.1 Antecedentes

(1) Trasfondo del Estudio

La República del Perú (en lo sucesivo “Perú”) es un país expuesto al alto riesgo de desastres naturales como terremotos, Tsunami, etc., entre las que se figuran las inundaciones. En particular, El Niño que se produce con un intervalo de varios años ha ocasionado los mayores desbordes de ríos y avalanchas en diferentes lugares del país. El desastre más grave que se ha tenido en los últimos años a raíz de El Niño, ocurrió en la época de lluvias 1982-1983 y 1997-1998. En particular, en el período 1997-1998, las inundaciones, derrumbes etc. dejaron pérdidas del orden de 3.500 millones de dólares en todo el país. Las inundaciones más recientes ocurrieron a finales de enero de 2010, en la cercanía del patrimonio mundial Machupichu a raíz de intensas lluvias que interrumpieron el tránsito de la vía férrea y de las carreteras, dejando aisladas a aproximadamente 2.000 personas.

En este contexto, el gobierno central ha implementado los Planes de Contingencia Fenómeno el Niño I y II en los años 1997-1998, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MINAG) con el fin de reconstruir las infraestructuras hidráulicas arrasadas por dicho fenómeno. Luego, la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) del Ministerio de Agricultura (MINAG) inició en 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructura de Captación (PERPEC) con el fin de proteger los poblados, tierras de cultivo, infraestructuras agrícolas, etc. ubicados dentro de las zonas de riesgo de inundaciones. Dicho programa consistió en el apoyo financiero al gobierno regional para ejecutar las obras de protección de márgenes. En el plan multianual de PERPEC entre 2007-2009 se habían propuesto ejecutar un total de 206 obras de protección de márgenes en todo el país. Dichos proyectos habían sido diseñados para soportar las inundaciones con un período de retorno de 50 años, pero todas las obras han sido pequeñas y puntuales, sin llegar a dar una solución cabal e integral para el control de inundaciones. Así, todavía se sigue sufriendo daños cada vez que ocurren inundaciones en diferentes lugares.

Así, el MINAG elaboró el Proyecto de Protección de Valles y Poblaciones Rurales y Vulnerables ante Inundaciones” dirigidos a nueve cuencas hidrográficas de las cinco regiones. Sin embargo, ante la limitada disponibilidad de las experiencias, técnicas y recursos financieros para implementar un estudio de preinversión para un proyecto de control de inundaciones de tal magnitud, solicitó el apoyo a JICA para la implementación de dicho estudio. En respuesta a dicha solicitud, JICA y el MINAG sostuvieron discusiones, bajo la premisa de implementarlo en el esquema del estudio

preparatorio para la formulación de un proyecto de préstamo de AOD de JICA, sobre el contenido y el alcance del estudio, el calendario de implementación, las obligaciones y compromisos de ambas partes, etc. plasmando las conclusiones en las Minutas de Discusiones (en lo sucesivo, "M/D") que fueron firmadas el 21 de enero y el 16 de abril de 2010. El presente Estudio fue implementado fundamentándose en dichas M/D.

(2) Antecedentes

El Informe del Estudio de Perfil a nivel del Programa para el presente Proyecto dirigido a **nueve cuencas** de cinco regiones ha sido elaborado por la DGIH y entregado a la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) el 23 de diciembre de 2009, y aprobado el 30 del mismo mes. Posteriormente, la DGIH presentó el informe al Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) el 18 de enero de 2010. El 19 de marzo la DGPM comunicó a la DGIH los resultados de la revisión y las correspondientes observaciones.

El Equipo de Estudio de JICA inició el estudio en Perú el 5 de septiembre de 2010. Al inicio, el se había propuesto incluir en el estudio a nueve cuencas, de las cuales una, la del Río Ica, fue excluida a propuesta del Perú, quedando ocho cuencas. Estas ocho cuencas fueron divididas en dos grupos: cinco cuencas del Grupo A y tres cuencas del Grupo B. El estudio para el primer grupo fue asignado a JICA y el segundo a la DGIH. El Grupo A incluye las cuencas de los ríos Chira, Cañete, Chincha, Pisco y Yauca, mientras que el Grupo B incluye las de los ríos Cumbasa, Majes y Camana.

El Equipo de Estudio de JICA realizó el estudio de perfil de las cinco cuencas del Grupo A, con un nivel de precisión del prefactibilidad y entregó a DGIH el Informe del Programa del grupo A y los informes de los proyectos de las cinco cuencas a finales de junio de 2011. Asimismo, ya se inició el estudio de factibilidad, omitiendo el estudio de prefactibilidad.

En cuanto a las cuencas del Grupo B cuyo estudio le corresponde a DGIH, se realizó el estudio de perfil entre mediados de febrero y principios de marzo de 2011 (y no a nivel de prefactibilidad como se había establecido en la Minuta de Reuniones), donde la cuenca del río Cumbaza fue excluido porque se vio que no manifestaría un efecto económico. El informe sobre las cuencas de los ríos Camaná y Majes fue entregado a OPI, y se recibieron las observaciones oficiales de OPI a través de DGIH el 26 de abril, indicando que el estudio realizado para estas dos cuencas no satisfacía el nivel de precisión requerido y que era necesario realizar nuevamente el estudio. Asimismo, se indicó realizar un solo estudio para ambos ríos por pertenecer a una sola cuenca hidrográfica (Majes-Camaná).

Por otro lado, debido a la política de austeridad anunciada el 31 de marzo, previo a la asunción del gobierno por el nuevo presidente el 28 de julio, se ha visto que es sumamente difícil obtener nuevo presupuesto, la DGIH ha solicitado a JICA el 6 de mayo para que se realizara los estudios de prefactibilidad y factibilidad de la cuenca Majes-Camaná.

JICA aceptó esta solicitud y decidió llevar a cabo el estudio de la cuenca mencionada modificando por segunda vez la Minuta de Reuniones (véase la Segunda Enmienda de la Minuta de Reuniones sobre el Informe Inicial, Lima, 22 de julio de 2011.)

Así, el Equipo de Estudio de JICA inició en agosto el estudio de prefactibilidad para la cuenca mencionada, terminándolo a finales de noviembre.

El presente informe corresponde al estudio de prefactibilidad del proyecto de la cuenca Yauca, de cinco cuencas del Grupo A. Se contempla terminar el estudio de factibilidad de la cuenca Majes-Camaná a mediados de enero de 2012, y también el estudio de factibilidad para todas las cuencas seleccionadas en las mismas fechas.

Cabe recordar que la DGIH tramitó el 21 de julio, el registro a SNIP de las cuatro de las cinco cuencas correspondientes a JICA (excepto Yauca), fundamentándose en los informes de proyectos a nivel de prefactibilidad (según cuencas). La DHIG decidió descartar el río Yauca por considerar que su impacto económico es bajo.

2.4.2 Leyes y reglamentos, políticas y guías relacionadas con el Programa

El presente programa ha sido elaborado de conformidad con las siguientes leyes y reglamentos, políticas y guías.

- (1) Ley de Recursos Hídricos N° 29338

Artículo 75.- Protección del agua

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios.

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar, para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de Cuenca donde se originan las aguas. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua.

Artículo 119.- Programas de control de avenidas, desastres e inundaciones

La Autoridad Nacional, conjuntamente con los Consejos de Cuenca respectivos, fomenta programas integrales de control de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por inundaciones o por otros impactos del agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.

Dentro de la planificación hidráulica se fomenta el desarrollo de proyectos de infraestructura para aprovechamientos multisectoriales en los cuales se considera el control de avenidas, la protección contra inundaciones y otras medidas preventivas.

- (2) Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338

Artículo 118°.- De los programas de mantenimiento de la faja marginal

La Autoridad Administrativa del Agua, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, gobiernos regionales, gobiernos locales y organizaciones de usuarios de agua promoverá el desarrollo de programas y proyectos de forestación en las fajas marginales para su protección de la acción erosiva de las aguas.

Artículo 259°.- Obligación de defender las márgenes

Constituye obligación de todos los usuarios defender, contra los efectos de los fenómenos naturales, las márgenes de las riberas de los ríos en toda aquella extensión que pueda ser influenciada por una bocatoma, ya sea que ésta se encuentre ubicada en terrenos propios o de terceros. Para este efecto, presentarán los correspondientes proyectos para su revisión y aprobación por la Autoridad Nacional del Agua.

- (3) Ley de Agua

Artículo 49. Las inversiones en las medidas preventivas para la protección de cultivos son menores que los costos de medidas de recuperación y de rehabilitación. Es importante dar mayor prioridad a estas medidas de protección que son más económicas y muy beneficiosas para el Estado, y que contribuye al ahorro de los gastos públicos.

Artículo 50. En el caso de que el costo de las medidas de protección de diques y canales de riego corre a cargo de las unidades productivas familiares o cuando supera la capacidad de pago de los usuarios, el Gobierno podrá sufragar parte de este costo.

- (4) Plan Estratégico Sectorial Multianual del Ministerio de Agricultura para el período 2007-2011 (RM N° 0821-2008-AG)

Promueve las obras de construcción y reparación de las infraestructuras de riego con la premisa de disponer de recursos hídricos suficientes y su uso adecuado.

- (5) Ley Orgánica de Ministerio de Agricultura, N° 26821

En su Artículo 3 se estipula que el sector agrícola asume la responsabilidad de ejecutar las obras fluviales y el manejo de aguas agrícolas. Esto supone que las obras fluviales y el manejo de recursos hídricos con fines agrícolas correrán a cargo de dicho sector.

(6) Lineamientos de Política Agraria para el Perú – 2002, por la Oficina de Políticas del MING)

Título 10 Políticas sectoriales

“La agricultura constituye una actividad productiva de alto riesgo por su vulnerabilidad frente a los fenómenos climáticos, que puede ser previsto y mitigado. ... El costo de los daños a las infraestructuras, cultivos y el ganado puede ser un impedimento para el desarrollo de la agricultura, y como consecuencia, redundando en el empeoramiento del entorno local, regional y nacional.

(7) Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación, PERPEC

La DGIH del MINAG ha iniciado en 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC) con el fin de proteger a las comunidades, tierras e instalaciones agrícolas y otros elementos de la región de los daños de las inundaciones, extendiendo el apoyo financiero a las obras de protección de márgenes ejecutadas por los gobiernos regionales.

3. IDENTIFICACIÓN

3.1 Diagnóstico de la Situación Actual

3.1.1 Naturaleza

(1) Ubicación

En la Figura 3.1.1-1 se presenta el mapa de ubicación de la cuenca del Río Yauca, incluida en el Área del presente Estudio.



Figura 3.1.1-1 Ríos seleccionados para el Estudio

(2) Descripción general de las cuencas

El Río Yauca recorre a aproximadamente 460 km al sur de la Capital Lima, siendo el río que está más al sur entre los cinco ríos seleccionados, y pertenece a la Región de Arequipa. La superficie de la cuenca alcanza 4.300 km², y se caracteriza porque va aumentando su ancho en dirección de la cuenca alta. Las altitudes de más de 4.000 msnm solo representa un 10 % del total, y el 60 % está constituida por las altitudes entre 2.000 y 4.000 msnm. En su

cuenca baja, el río discurre con pendiente media de 1/100 con un ancho medio de 200 metros.

Las precipitaciones anuales son de 500 mm aproximadamente a altitudes entre 2.000 y 3.000 msnm, aunque se desconocen los detalles puesto que no se disponen de datos completos de monitoreo. El caudal medio es el más reducido de entre los cinco ríos, por lo que se deduce que las precipitaciones también son relativamente bajas.

La vegetación está constituida por pajonal en la cuenca alta, matorrales en la cuenca media, y desiertos en las cuencas media y baja. Las tierras agrícolas solo representan el 1 % de la cuenca, y se distribuyen solo en algunas áreas a lo largo del río de la cuenca baja. El principal cultivo es olivo, cuya producción ocupa casi la totalidad de las tierras agrícolas en esta cuenca.

3.1.2 Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio

(1) División administrativa y superficie

El Río Yauca se ubica en la Provincia de Caravelí, Región de Arequipa. En la Tabla 3.1.2-1 se muestran los distritos alrededor del Río Yauca y su respectiva área.

Tabla 3.1.2-1 Distritos alrededor del Río Yauca y su área

Región	Provincia	Distrito	Área (km ²)
Arequipa	Caravelí	Yauca	556.30
		Jaquí	424.73

(2) Población y el número de hogares

En la Tabla 3.1.2-2 se muestra la variación de la población en el período 1993-2007. De la población de 1.708 habitantes en 2007, el 84 % (2.844 habitantes) vive en la zona urbana y el 16 % (549 habitantes) en la zona rural.

La población de Yauca no ha variado, pero se observa una reducción de la población rural. En el distrito de Jaquí, se ha reducido la población tanto urbana como rural.

Tabla 3.1.2-2 Variación de la población urbana y rural

Distrito	Población Total 2007					Población Total 1993					Variación (%)	
	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	Rural
Yauca	1.442	84 %	266	16 %	1.708	1.370	81 %	321	19 %	1.691	0,4 %	-1,3 %
Jaquí	1.402	83 %	283	17 %	1.685	2.016	81 %	482	19 %	2.498	-2,6 %	-3,7 %
Total	2.844	84 %	549	16 %	3.393	3.386	81 %	803	19 %	4.189	-1,2 %	-2,7 %

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993.

En la Tabla 3.1.2-3 se muestra el número de hogares y de miembros por familia. Cada hogar tiene en promedio 3.5 miembros en Yauca y 3,7 en Jaqui. Cada familia tiene en promedio 3,4 miembros en Yauca y 3,5 en Jaqui.

Tabla 3.1.2-3 Número de hogares y de familias

Variables	Distrito	
	Yauca	Jaqui
Población (habitantes)	1,708	1,685
Número de hogares	492	461
Número de familias	499	483
Miembros por hogar (personas/hogar)	3.47	3.66
Miembros por familia (personas/familia)	3.42	3.49

(3) Ocupación

En la Tabla 3.1.2-4 se muestra la lista de las ocupaciones de los habitantes locales desglosadas según sectores. En Yauca, el sector primario absorbe el 39 % de la mano de obra, mientras que el sector terciario absorbe 51 %, con predominancia del segundo. En Jaqui, el sector primario ocupa el 55 % de la mano de obra y el sector terciario el 35 %, con predominancia del primero.

Tabla 3.1.2-4 Ocupación

	Distrito			
	Yauca		Jaqui	
	人	%	人	%
Pob. Económicamente activa	688	100	604	100
Sector primario	269	39.1	334	55.3
Sector secundario	68	9.9	56	9.3
Sector terciario	351	51.0	214	35.4

* Sector primario: agricultura, ganadería, forestal y pesca; secundario: minería, construcción, manufactura; terciario: servicios y otros

4) Índice de la pobreza

En la Tabla 3.1.2-5 se muestra el índice de la pobreza.

El 28.2 % de la población (956 habitantes) pertenece al segmento de pobres y el 4.4 % (150 habitantes) al segmento de la extrema pobreza.

Tabla 3.1.2-5 Índice de la pobreza

	Distrito				Total	%
	Chincha Alta		Tambo de Mora			
	Personas	%	Personas	%		
Población regional	1,708	100	1,685	100	3,393	100
En pobre	449	26.3	507	30.1	956	28.2
En extrema pobreza	71	4.2	79	4.7	150	4.4

5) Tipo de viviendas

Las paredes de las viviendas están construidas en un 55 % con ladrillos o cemento y el 24 % con adobe y barro. El piso es de tierra o cemento en un 95 %.

La cobertura de servicio público de agua potable es de 66 % en Yauca y de 68 % en Jaqui, mientras que la cobertura del servicio público de alcantarillado es de 63 % en Yauca y de 22 % Jaqui (con relativo retraso en Jaqui). La electrificación alcanza un 78 % en promedio.

Tabla 3.1.2-6 Tipo de viviendas

Variable/Indicador	Distritos			
	Yauca		Jaqui	
	Hogares	%	Hogares	%
Número de hogares				
Viviendas comunes con residentes	492	59,3	461	79,2
Materiales de las paredes				
Ladrillos o cemento	262	53,3	265	57,5
Adobe y barro	133	27	100	21,7
Bambúes + barro o madera	44	8,9	68	14,8
Otros	53	10,8	28	6,1
Materiales del piso				
Tierra	136	27,6	160	34,7
Cemento	315	64	290	62,9
Cerámicas, parquet, madera de calidad	38	7,7	10	2,2
Otros	3	0,6	1	0,2
Sistema de agua potable				
Red pública dentro de la vivienda	325	66,1	313	67,9
Red pública dentro del edificio	27	5,5	49	10,6
Pilones de uso público	4	0,8		
Alcantarillado y letrinas				
Red alcantarillado dentro de la vivienda	308	62,6	99	21,5
Red alcantarillado dentro del edificio	19	3,9	27	5,9
Pozo negro o ciego	23	4,7	147	31,9
Electricidad				
Servicio eléctrico público	422	85,8	321	69,6
Número de miembros				
Viviendas comunes con residentes	499	100	483	100
Artefactos electrodomésticos				
Más de tres	198	39,7	136	28,2
Servicios de comunicación				
Teléfonos fijos y móviles	241	48,3	7	1,4

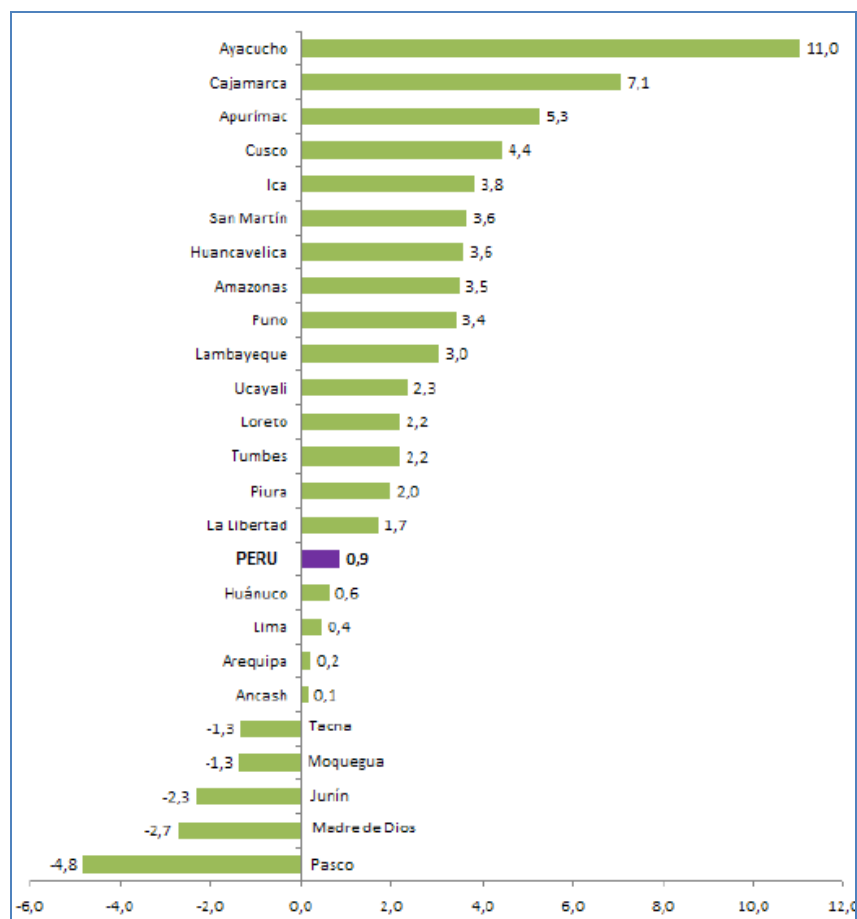
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

6) PIB

El PIB del Perú en 2009 ha sido de S./392.565.000.000.

La tasa de crecimiento del mismo año ha sido de + 0,9 % comparado con el año precedente que ha sido el pésimo nivel alcanzado en los últimos 11 años.

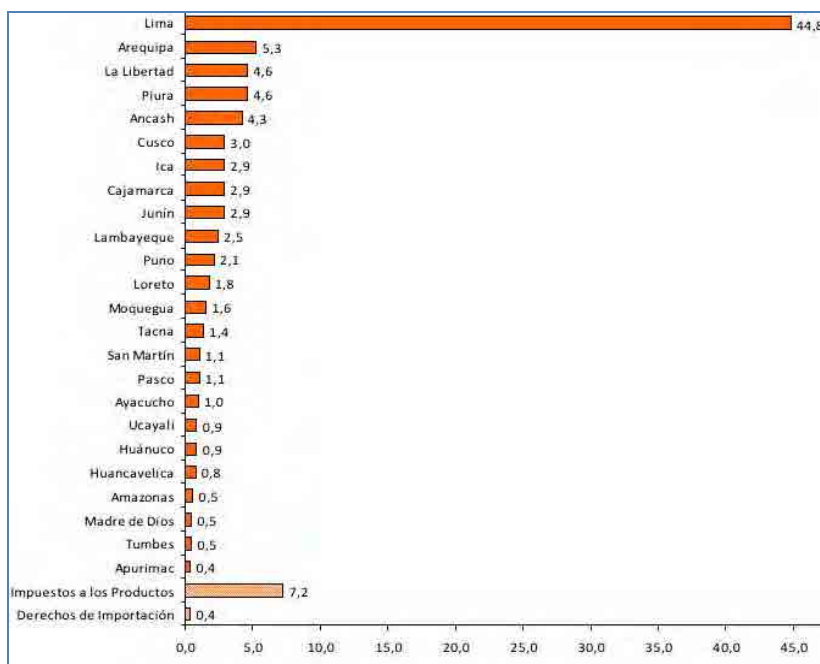
Desglosado según regiones, Ica registró un crecimiento del 3,8 %, Piura 2,0 %, Lima 0,4 % y Arequipa 0,2 %. En particular las regiones Ica y Piura registraron cifras que superaron el promedio nacional.



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

Figura 3.1.2-1 Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2009/2008)

A continuación se muestra la contribución de cada región al PIB. La Región de Lima representa casi la mitad del total, es decir 44,8 %. Arequipa contribuyó 5,3 %, Piura 4,6 % e Ica 2,9 %. Los impuestos y aranceles contribuyeron 7,2 % y 0,4 %, respectivamente

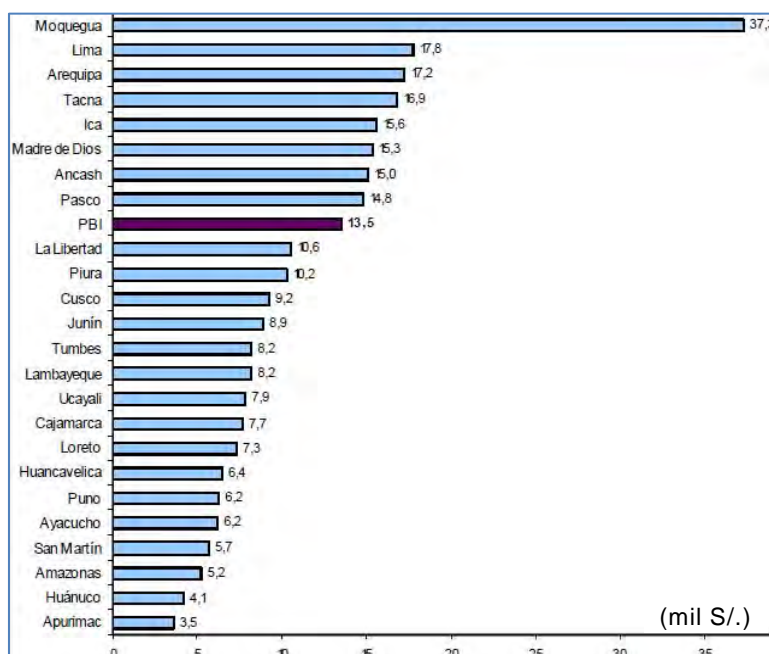


Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

Figura 3.1.2-2 Contribución de las regiones al PIB

El PIB per cápita en 2009 ha sido de S/.13.475.

Según regiones, se tienen los siguientes datos: Lima S/.17.800, Arequipa S/.17.200, Ica S/.15.600 y Piura S/.10.200. Las tres primeras regiones superaron el promedio nacional, no así Piura.



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

Figura 3.1.2-3 PIB per cápita (2009)

En la Tabla 3.1.2-7 se muestra la variación a lo largo del año el PIB per cápita según regiones, en los últimos 9 años (2001-2009)

El promedio nacional del PIB aumentó un 44 % en los nueve años desde 2001 hasta 2009. Las cifras según regiones son: +83,9 % para Ica, +54,2 % para Arequipa, +48,3 % para Piura y +42,9 % para Lima.

Las cifras de la Tabla 3.1.2-7 han sido determinadas teniendo como año base a 1994.

Tabla 3.1.2-7 Variación del PIB por cápita (2001-2009)

(Año base 1994, S/.)

Departamentos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007P/	2008P/	2009E/	Crecimiento Acumulado 2001-2009 (%)
Cusco	2 194	2 086	2 195	2 565	2 768	3 071	3 340	3 554	3 685	67,9
Ica	4 055	4 259	4 343	4 663	5 214	5 582	6 025	7 265	7 457	83,9
La Libertad	3 162	3 316	3 483	3 410	3 697	4 216	4 586	4 874	4 895	54,8
Ucayali	3 063	3 149	3 203	3 411	3 584	3 754	3 846	4 007	4 039	31,9
Moquegua	10 405	11 967	12 670	13 455	13 882	13 794	13 606	14 201	13 865	33,3
Arequipa	5 387	5 766	5 895	6 143	6 488	6 807	7 786	8 379	8 308	54,2
Apurímac	1 216	1 278	1 334	1 400	1 494	1 619	1 653	1 691	1 770	45,5
Piura	2 733	2 780	2 847	3 049	3 192	3 472	3 780	4 007	4 052	48,3
San Martín	2 026	2 059	2 094	2 232	2 393	2 476	2 655	2 870	2 928	44,5
Ayacucho	1 788	1 870	1 942	1 900	2 045	2 207	2 448	2 640	2 896	61,9
Amazonas	1 835	1 910	1 996	2 081	2 212	2 349	2 510	2 684	2 761	50,5
Madre de Dios	4 441	4 708	4 550	4 846	5 171	5 215	5 617	5 878	5 564	25,3
Cajamarca	2 493	2 731	2 947	2 968	3 165	3 113	2 864	3 094	3 295	32,2
Ancash	4 037	4 703	4 772	4 876	4 999	5 089	5 408	5 852	5 827	44,3
Tumbes	2 744	2 802	2 873	3 018	3 385	3 212	3 427	3 594	3 611	31,6
Lima	6 451	6 579	6 700	6 925	7 284	7 817	8 520	9 314	9 220	42,9
Puno	2 105	2 236	2 234	2 270	2 365	2 460	2 617	2 731	2 800	33,0
Lambayeque	2 941	3 046	3 132	2 959	3 164	3 300	3 615	3 882	3 963	34,8
Junín	3 245	3 311	3 350	3 527	3 505	3 856	4 072	4 379	4 248	30,9
Loreto	2 827	2 917	2 936	2 995	3 079	3 192	3 287	3 402	3 429	21,3
Huánuco	1 678	1 694	1 833	1 866	1 890	1 915	1 942	2 050	2 044	21,8
Pasco	5 137	5 552	5 481	5 634	5 644	6 062	6 711	6 729	6 349	23,6
Tacna	6 004	6 124	6 382	6 643	6 782	6 941	7 256	7 458	7 253	20,8
Huancavelica	2 700	2 632	2 683	2 697	2 864	3 014	2 903	2 959	3 039	12,5
PBI	4 601	4 765	4 890	5 067	5 345	5 689	6 121	6 643	6 625	44,0

Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

3.1.3 Agricultura

A continuación se resumen la situación actual de la agricultura en cada cuenca, incluyendo las comisiones de regantes, rubros de cultivo, el área sembrada, rendimiento, ventas, etc.

(1) Sectores de Riego

En la Tabla 3.1.3-1 se presentan los datos básicos de las comisiones de regantes. Existen en la cuenca del Río Yauca, tres sectores de riego, tres comisiones de regantes con 557 beneficiarios. La superficie manejada por estos sectores suma un total de 1,614 hectáreas.

Tabla 3.1.3-1 Datos básicos de las comisiones de regantes

Sectores de Riego	Comisión de Regantes	Áreas bajo Riego		Nº de Beneficiarios	Río
		ha	%		
Yauca	Yauca	523	32	350	Yauca
Mochica	Mochica	456	28	57	
Jaqui	Jaqui	635	39	150	
Total		1.614	100	557	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Yauca, Octubre 2010

(2) Principales cultivos

En la Tabla 3.1.3-2 se muestra la variación entre 2004 y 2009 de la superficie sembrada y del rendimiento de los principales cultivos.

En la cuenca del Río Yauca, el olivo representa un 70 % del área sembrada y entre 80 y 90 % de las ganancias, siendo el cultivo clave de esta región.

Las ganancias del período 2007-2008 han sumado en total S/.24.808.192, duplicándose en comparación con los años precedentes, gracias al aumento de la cosecha de olivos.

Tabla 3.1.3-2 Siembra y ventas de los principales cultivos

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Olivo	Sup. sembrada (ha)	1,002	1,002	1,002	1,162	SD
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	6,009	4,846	3,604	11,635	SD
	Cosecha (Kg)	6,021,018	4,855,692	3,611,208	13,519,870	
	Precio unitario (S./kg)	1.41	1.75	1.90	1.70	1.90
	Ventas (S./)	8,489,635	8,497,461	6,861,295	22,983,779	
Alfalfa	Sup. sembrada (ha)	328	347	309	290	257
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	31,160	28,096	33,074	32,480	28,674
	Cosecha (Kg)	10,220,480	9,749,312	10,219,866	9,419,200	7,369,218
	Precio unitario (S./kg)	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10
	Ventas (S./)	919,843	974,931	1,021,987	941,920	736,922
Algodón	Sup. sembrada (ha)	56	53	85	77	85
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	2,035	1,990	2,693	3,297	2,760
	Cosecha (Kg)	113,960	105,470	228,905	253,869	234,600
	Precio unitario (S./kg)	2.20	2.00	2.70	2.54	1.82
	Ventas (S./)	250,712	210,940	618,044	644,827	426,972
Maíz (amarillo)	Sup. sembrada (ha)	20	163	110	33	13
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	6,633	7,752	6,719	7,202	8,005
	Cosecha (Kg)	132,660	1,263,576	739,090	237,666	104,065
	Precio unitario (S./kg)	0.52	0.50	0.70	1.00	0.70
	Ventas (S./)	68,983	631,788	517,363	237,666	72,846
Batata	Sup. sembrada (ha)	10	16	22	23	11
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	7,583	7,792	7,710	7,611	10,127
	Cosecha (Kg)	75,830	124,672	169,620	175,053	111,397
	Precio unitario (S./kg)	0.59	0.60	0.75	0.83	0.92
	Ventas (S./)	44,740	74,803	127,215	145,294	102,485
Otros	Sup. sembrada (ha)	27	147	46	29	95
Total	Sup. sembrada (ha)	2,522	3,189	3,037	2,864	
	Cosecha (Kg)	49,052,450	47,090,300	47,103,115	56,176,725	41,216,009
	Ventas (S./)	42,792,095	41,282,962	47,588,416	66,174,879	35,998,549

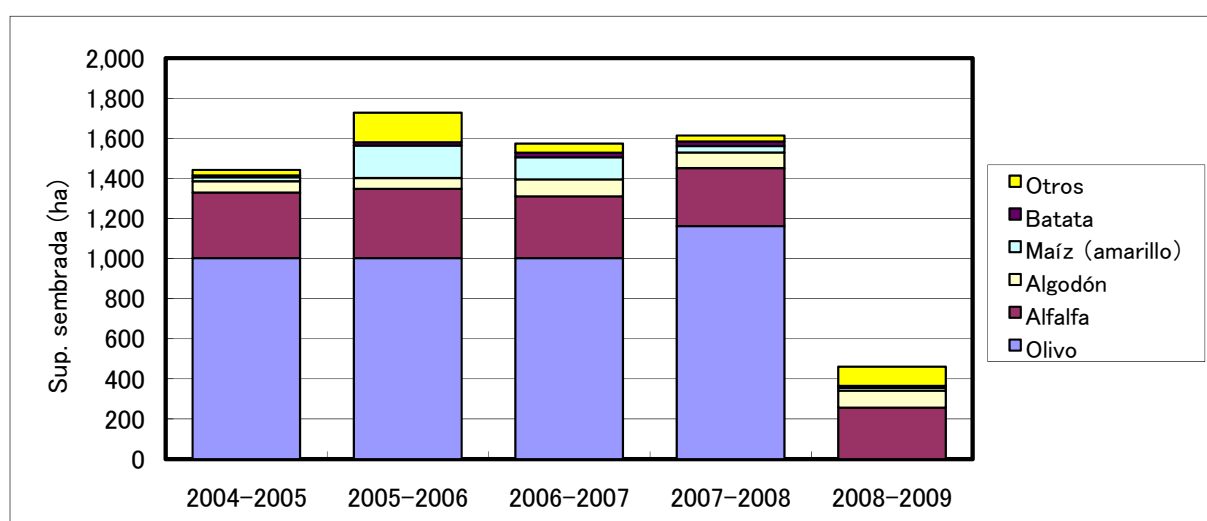


Figura 3.1.3-1 Superficie sembrada

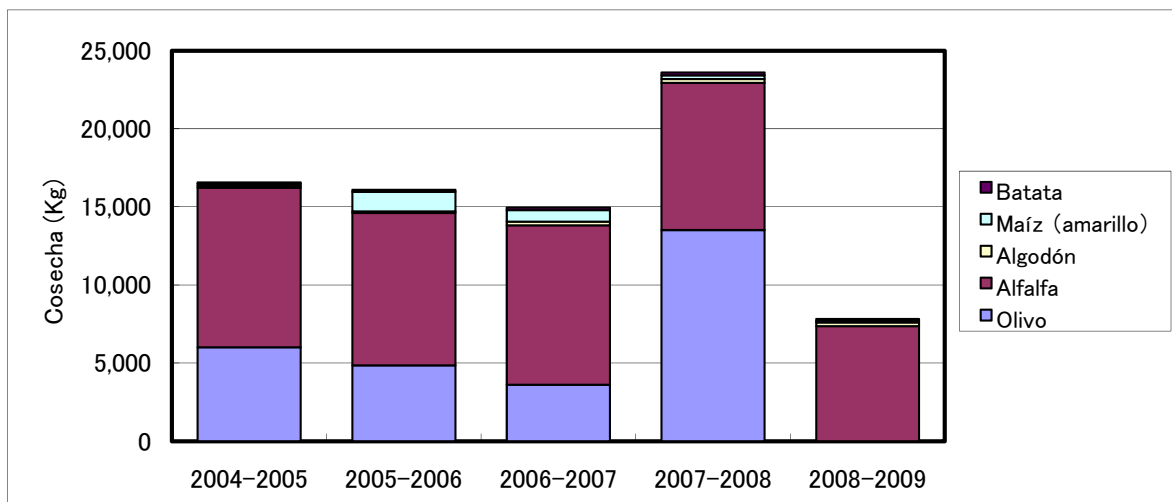


Figura 3.1.3-2 Cosecha

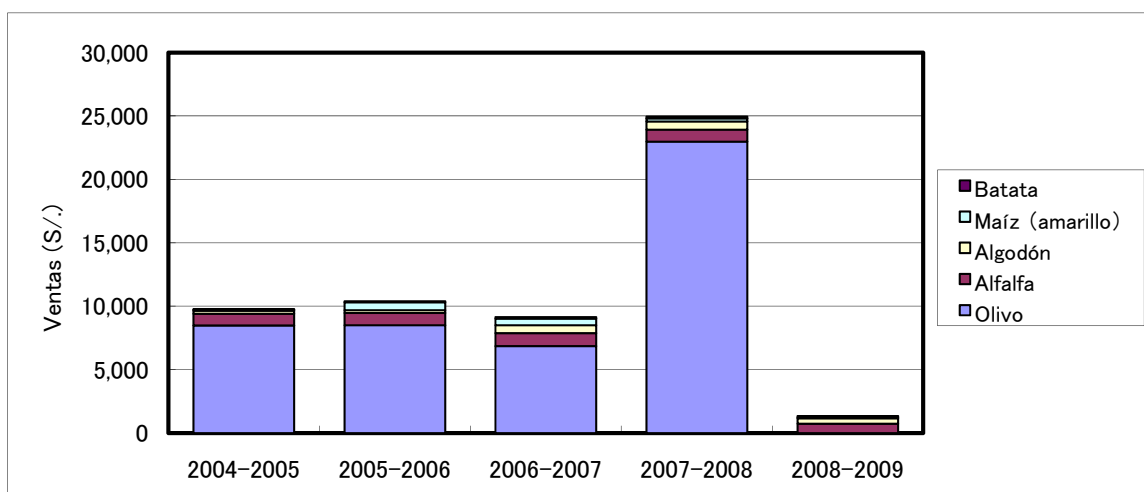


Figura 3.1.3-3 Ventas

3.1.4 Infraestructuras

(1) Infraestructuras viales

Existen en la cuenca del Río Yauca 48 bocatomas, de las cuales dos son permanentes.

Los canales de derivación, de primero, segundo y tercer orden suman en total 191,96 km, de los cuales 24,14 km (12,6 %) están revestidos.

Tabla 3.1.4-1 Datos básicos de infraestructuras de riego

JUNTA DE USUARIOS	COMISION DE REGANTES	BOCATOMA			CANAL DE DERIVACION			CANAL DE PRIMER ORDEN			CANAL SEGUNDO ORDEN			CANAL TERCER ORDEN			TOTAL DEL SISTEMA								
		Nº	TIPO (cantidad)		Nº	Revestido (km)	sin Revestido (km)	Longitud Total (km)	Nº	Revestido (km)	sin Revestido (km)	Longitud Total (km)	Nº	Revestido (km)	sin Revestido (km)	Longitud Total (km)	Nº	Revestido (km)	sin Revestido (km)	Longitud Total (km)	Nº Totales de Canales	Revestido (km)	sin Revestido (km)	Longitud Total (km)	
Sub Distrito de Riego Acari	Chavía	1	1		1	2.708	1.372	4.080	1	0.000	1.336	1.336	1	0.00	2.50	2.50					0.000	2	2.71	2.71	5.42
	Acari Bajo	10	1	9	10	4.882	10.673	15.555	5	4.562	6.324	10.886	1	0.00	2.50	2.50					0.000	16	9.44	19.50	28.94
	Acari Pueblo	1	1	0	1	2.540	0.000	2.540	1	4.000	0.000	4.000	7	2.48	14.49	16.96	2	0.000	0.842	0.842	11	9.02	15.33	24.34	
	Chocavento	2		2	2	0.250	1.850	2.100	2	4.500	6.000	10.500				0.00				0.000	4	4.75	7.85	12.60	
	Molino	3	1	2	3	6.360	1.125	7.485	2	3.300	3.200	6.500	1	0.00	0.60	0.60					0.000	6	9.66	4.92	14.58
	Huarato Amato	8			8	1.800	15.847	17.647				0.000				0.00				0.000	8	1.80	15.85	17.65	
	Visija	2		2	2	3.000	2.350	5.350	2	0.000	1.500	1.500				0.00				0.000	4	3.00	3.85	6.85	
	Malco	3		3	3	2.700	11.827	14.527				0.000				0.00				0.000	3	2.70	11.83	14.53	
	Huanca	12		12	12	0.000	36.430	36.430				0.000				0.00				0.000	12	0.00	36.43	36.43	
	SUBTOTAL	42	4	38	42	24.24	81.47	105.71	13	16.36	18.36	34.72	9	2.48	17.58	20.06	2	0.00	0.84	0.84	66	43.08	118.26	161.34	
Bella Union	Lateral 1	1	1		1	17.75	2.053	19.803												1	17.75	2.05	19.80		
	Lateral 2	1	1					0	1	5.584	3.216	8.8	5	2.476	5.497	7.973				0	6	8.06	8.71	16.77	
	Lateral 3	1	1					0	1	2.35	6.35	8.7	4	1.25	4.79	6.04				0	5	3.60	11.14	14.74	
	SUBTOTAL	4	4	0	1	17.75	2.05	19.80	3.00	16.76	9.57	26.33	13.00	5.18	16.99	22.16	0.00	0.00	0.00	0.00	17	39.69	28.61	68.29	
Sub Distrito de Riego Yauca	Yauca	9	2	7	9	5.75	15.55	21.30	9	1	7.96	8.96	3	0.65	3.91	4.56				21	7.40	27.42	34.82		
	Mochica	1	0	1	1	2.50	11.00	13.50	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00				1	2.50	11.00	13.50		
	Jaqui	13	0	13	13	14.24	27.72	41.96	5	0	4.35	4.35	0	0.00	0.00	0.00				18	14.24	32.07	46.31		
	San Luis Palca	11	0	11	11	0.00	35.80	35.80	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00				11	0.00	35.80	35.80		
	Lampalla	12	0	12	12	0.00	48.82	48.82	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00				12	0.00	48.82	48.82		
	Cuesta Chaqui	2		2	2	0.00	12.70	12.70	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00				2	0.00	12.70	12.70		
SUBTOTAL	48	2	46	48	22.49	151.59	174.08	14	1	12.31	13.31	3	0.65	3.91	4.56	0	0	0	0	65	24.14	167.81	191.95		
TOTAL	94	10	84	91	64.48	235.117	299.597	30	34.121	40.236	74.357	25	8.302	38.478	46.78	2	0	0.842	0.842	148	106.903	314.673	421.576		

2) PERPEC

No existe en la cuenca del Río Yauca ningún proyecto implementado o PERPEC entre 2006 y 2009.

3.1.5 Daños reales de las inundaciones

(1) Daños a nivel nacional

En la Tabla 3.1.5-1 se muestra la situación actual de los daños de inundaciones en los últimos cinco años (2003-2007) en todo el país. Como se puede observar, anualmente decenas a centenas de miles de habitantes se ven perjudicados por las inundaciones.

Tabla 3.1.5-1 Situación de los daños de inundaciones

		Total	2003	2004	2005	2006	2007
Desastres ocurridos	Casos	1,458	470	234	134	348	272
Víctimas	personas	373,459	118,433	53,370	21,473	115,648	64,535
Victimas de pérdida de viviendas	personas	50,767	29,433	8,041	2,448	6,328	4,517
Fallecidos	personas	46	24	7	2	9	4
Viviendas destruidas parcialmente	Viviendas	50,156	17,928	8,847	2,572	12,501	8,308
Viviendas destruidas totalmente	Viviendas	7,951	3,757	1,560	471	1,315	848

Fuente : Compendio estadísticos de SINADECI

Perú ha sido azotado por grandes desastres de las lluvias torrenciales provocadas por el fenómeno de El Niño. En la Tabla 3.1.5-2 se muestran los daños sufridos en los años 1982-1983 y 1997-1998 cuyo efecto ha sido sumamente grave. El número de víctimas ha sido de aproximadamente 6.000.000 habitantes y la pérdida económica alcanzó un total de aproximadamente US\$ 1.000.000.000 en 1982-1983. Asimismo, el número de víctimas en 1997-1998 ha alcanzado aproximadamente 502.461 habitantes con una pérdida económica de US\$ 1.800.000.000. Cabe recalcar que los daños de 1982-1983 han sido tan serios que provocó una reducción del 12 % del PNB.

Tabla 3.1.5-2 Datos de daños

Daños	1982-1983	1997-1998
Personas que perdieron viviendas	1.267.720	—
Número de victimas	6.000.000	502.461
Lesionados	—	1.040
Fallecidos	512	366
Desaparecidos	—	163
Viviendas destruidas parcialmente	—	93.691
Viviendas destruidas totalmente	209.000	47.409
Escuelas destruidas parcialmente	—	740
Escuelas destruidas totalmente	—	216
Hospitales y centros de salud destruidos parcialmente	—	511
Hospitales y centros de salud destruidos totalmente	—	69
Tierras agrícolas dañadas (ha)	635.448	131.000
Cabezas de ganado perdidas	2.600.000	10.540
Puentes	—	344
Caminos (km)	—	944

Daños	1982-1983	1997-1998
Pérdida económica (\$)	1.000.000.000	1.800.000.000

“-“: Sin datos

(2) Desastres en las cuencas objeto del presente Estudio

En la Tabla 3.1.5-3 se resumen los daños de desastres ocurridos en la región de Arequipa, a la que pertenece el presente Estudio.

Tabla 3.1.5-3 Desastres en la Región de Arequipa

Años	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Media
ALUD																1	1	
ALUVION											5						5	
DERRUMBE						1	1	1								1	4	
DESIZAMIENTO		1		1	1	2	1	1	4	3	4	2			1	2	23	
HUAYCO	6	1	7	14	3	2	4				2	2	1		9	3	54	
TOTAL DESASTRES DE SEDIMENTOS	6	2	7	15	4	5	6	2	4	3	11	4	1	0	10	7	87	5
TOTAL INUNDACIONES	3	1	42	6	44	2	15	3	1	2	2	3	0	1	3	3	131	8

3.1.6 Resultados de las visitas a los sitios del Estudio

El Equipo de Estudio de JICA realizó varias visitas técnicas a las cuencas seleccionadas, e identificó los desafíos para el control de inundaciones a través de estas visitas técnicas y las entrevistas a las autoridades de los gobiernos regionales y a las asociaciones de regantes sobre los daños sufridos en el pasado y los problemas que afrontan cada cuenca.

(1) Entrevistas

○ Puente de la cuenca más baja

- El principal cultivo es el olivo.
- 400 árboles de olivo de aproximadamente 100 años de edad fueron derrumbados por el desbordamiento del río hace dos años.
- El lecho del río se elevó por las inundaciones de El Niño de 1998.
- El nivel máximo de agua fue alcanzado durante El Niño de 1983, alcanzando el extremo superior de las pilas del puente sobre la Carretera Panamericana.

○ San Francisco

- Donde se observa el árbol de olivo pequeño desde aquí aguas abajo, es donde fue afectada por las inundaciones del año pasado.
- Los olivos pueden ser cosechados recién ocho años después de plantar los árboles. Los árboles de 20 o 30 años de edad ofrecen mayor cosecha. Existen también árboles de 100 y 500 años de edad.
- De un árbol se obtiene una cosecha de entre 200 y 250 kg/año. Existen 100 árboles por hectárea. El kilo se comercializa a 3,5 soles.
- El sector de la cuenca baja tiene una extensión aproximada de 400 hectáreas.

○ Bocatoma de Mochica

- Se toman 1700 L/s.
- Existen 580 hectáreas de olivares en el sector de la cuenca media.
- El volumen de cosecha es de 80 Kg/año por árbol (máximo 200 Kg). En un año de cosecha abundante, una hectárea puede rendir hasta 10.000 Kg.
- Existe una presa en Ayacucho, aguas arriba, desde donde se descarga el agua por un mes entre agosto y septiembre.
- La capacidad total de la presa es de $23 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- La presa data de 120 años desde su construcción y presenta grietas y fugas de agua. Esta presa había sido utilizado hasta 2006 por Yauca y otra comunidad más, a las que se agregó otra nueva comunidad recientemente. Ya no puede abastecer a más comunidades.
- El MINAG determina el período de descarga de agua desde la presa.
- Se espera poder dar máximo uso al agua explotada. Conviene controlar el escape de agua desde el lecho del río.
- La terraza fluvial es utilizada sin autorización para la producción agrícola, lo cual constituye un problema.

- El lecho sigue elevándose.
- Puente en el tramo angosto (Último puente en la cuenca alta del Río Yauca)
 - Desde este puente hacia arriba pertenece al sector de Jaqui.
 - Existen 490 hectáreas de olivares. Existen 14 bocatomas.
 - Las inundaciones destruyen las bocatomas dejando fuera de operación.
- Toma de agua
 - El agua de las inundaciones llega hasta la altura de los olivares.
 - El canal aguas arriba de la toma queda destruido por las inundaciones.
 - El volumen de agua se viene disminuyendo en los últimos 15 años, tanto es así que los productores empezaron a plantar olivos hasta cerca del lecho.
 - Todos los canales de Jaqui son de mampostería, y quedan destruidos cada vez que ocurre una inundación. Todos los 14 canales han sido destruidos con la misma frecuencia (no se da el caso de que algunos quedan destruidos y otros sin destruir).
- Bocatoma para agua potable
 - Se terminó de construir el año pasado.
- Planta de purificación
 - Se terminó de construir muy recientemente.
 - Actualmente no se está realizando el tratamiento químico.
 - El agua es utilizada para el consumo humano en Jaqui, aguas abajo.

(2) Descripción de la visita a los sitios del Estudio

En la Figura 3.1.6-1 se presentan las fotografías de los principales sitios visitados.

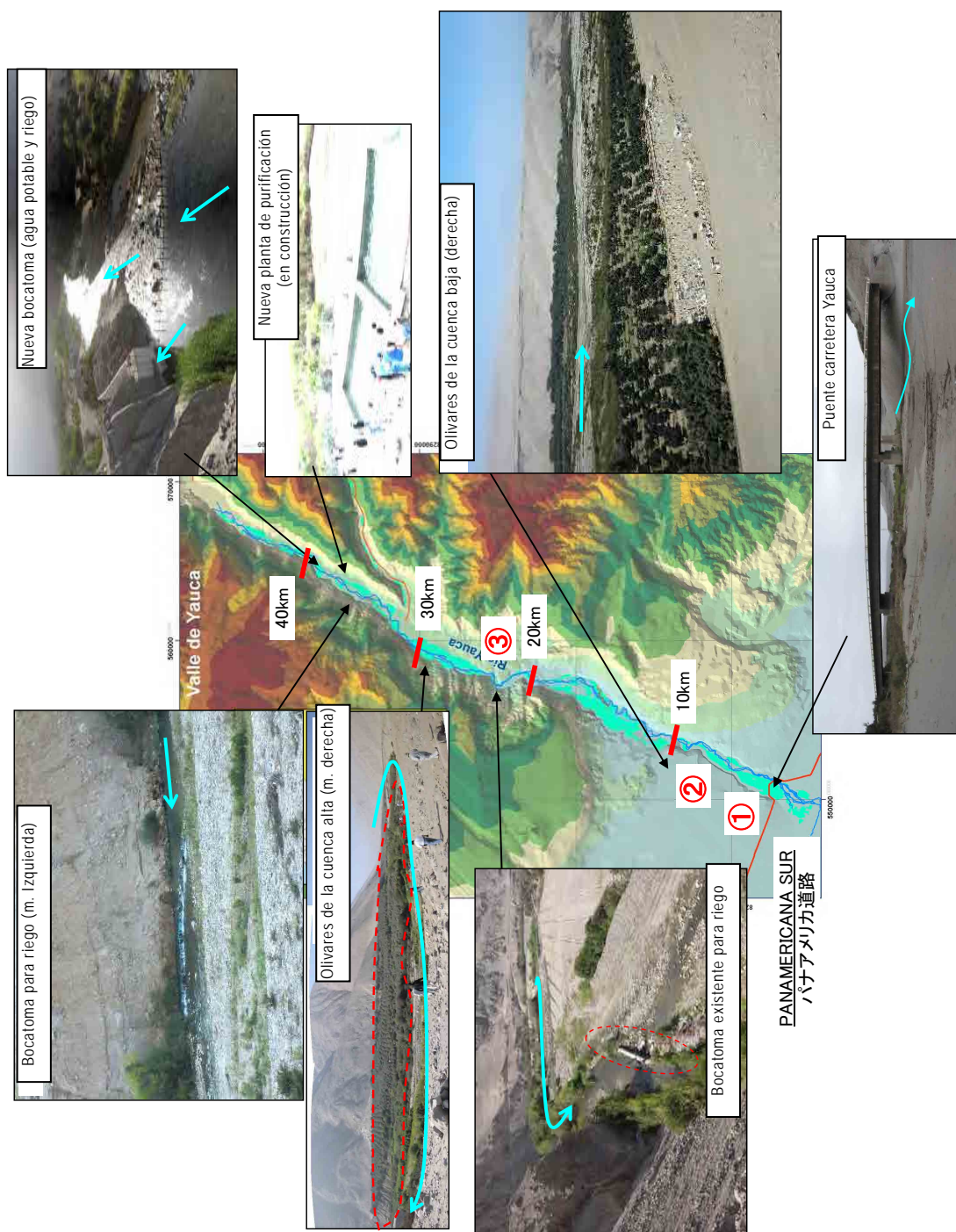


Figura 3.1.6-1 Visita al Sitio del Estudio (Río Yauca)

(3) Desafíos y medidas

A continuación se plantean los desafíos y posibles medidas de solución para el control de inundaciones que se conciben en este momento, con base en los resultados de las visitas técnicas realizadas.

1) Desafío 1: Zona anegable (km 7,0 cuenca baja)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • Principal cultivo de la cuenca del Río Yauca es el olivo. • El área urbana está a una elevación relativamente alta por lo que el riesgo directo de inundaciones y desbordamiento es reducido. Los elementos a proteger son los olivares e instalaciones hidráulicas relacionadas. • El dique es construido empírica y parcialmente, pero las margen están erosionadas y las inundaciones pueden afectar los olivares.
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Tierras agrícolas (principal cultivo: olivo)
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar el dique existente. • Ejecutar las obras de protección de márgenes (control de erosión de las márgenes) • Construir reservorios de retardación



Figura 3.1.6-2 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Yauca)

2) Desafío 2 : Punto de toma de agua en la cuenca media (km 25,0)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • La terraza fluvial de la margen opuesta empezó a ser cultivada recientemente, y se ejecutó el terraplenado a lo largo de esta terraza. Por lo tanto, el desbordamiento se produce en la margen derecha. • Como principales problemas que deben ser solucionados se mencionan el impacto de las inundaciones a la bocatoma, erosión de la margen derecha donde pasa la carretera.
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Olivares (de esta zona y cuenca baja)
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar la bocatoma • Ejecutar las obras de protección de márgenes (control de erosión de la margen derecha) • Construir reservorios de retardación (comprando las tierras de la margen opuesta)

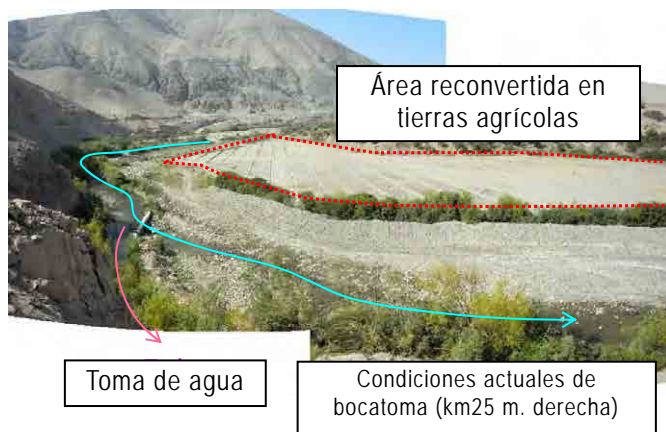


Figura 3.1.6-3 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 2 (Río Yauca)

3) Desafío 3: Punto de toma de agua en la cuenca alta (km 27,0 cuenca alta)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • Existen numerosas tomas relativamente simples. • Algunas de las tomas quedan destruidas y requieren ser reparadas cada vez que ocurre una inundación.
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Olivares (de esta zona y de la cuenca baja)
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Construir reservorios de retardación (para reducir el caudal pico de inundaciones) • Construir una bocatoma (integrar las pequeñas obras existentes)

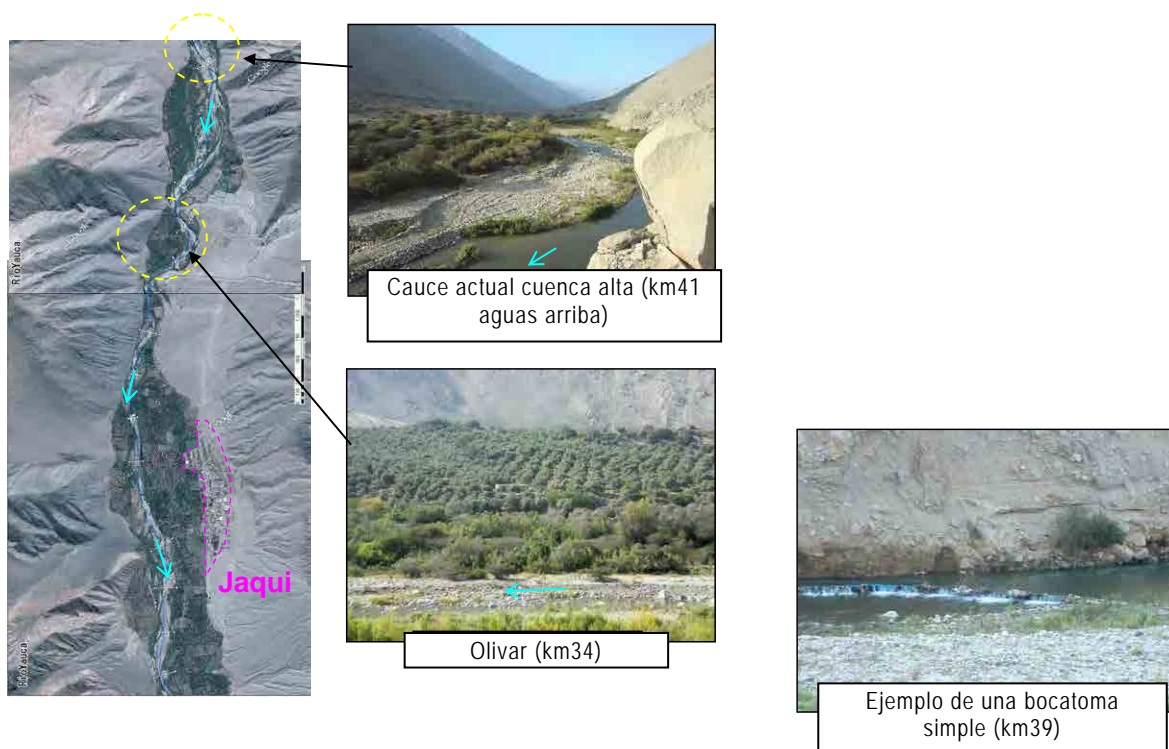


Figura 3.1.6-4 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Yauca)

3.1.7 Situación actual de la vegetación y reforestación

(1) Vegetación actual

De acuerdo con el Mapa Forestal 1995 y sus aclaratorias, las cuencas de los ríos Cañete, Chincha, Pisco y Yauca se extienden desde las costas hasta la región andina, presentando diferentes coberturas vegetales según las altitudes. Desde la costa hasta 2.500 msnm (Cu, Dc) se caracteriza por su escasa vegetación. Salvo las orillas de los ríos se extienden zonas principalmente de herbáceos y cactus o sin vegetación. En las zonas algo más altas, apenas se distribuyen en forma dispersa los matorrales. Entre 2.500 y 3.500 msnm se desarrollan los matorrales gracias a las precipitaciones que ocurren en estas zonas. Más allá, vuelven a desaparecer la vegetación debido a las bajas temperaturas y se extienden las zonas principalmente de herbáceos. Aún en los matorrales, la altura máxima de los árboles es de 4 metros aproximadamente. Sin embargo, en las orillas de los ríos se desarrollan árboles altos incluso en las zonas áridas.

Tabla 3.1.7-1 Lista de las formaciones vegetales representativas de la Cuenca del Río Yauca

Clasificación	Denominación	Altitudes	Precipitaciones	Vegetación representativa
1) Cu	Áreas cultivadas de la Región Costera	Región costera	Casi nula	Áreas cultivadas a lo largo de los ríos
2) Dc	Desierto costero	Entre 0 y 1.500m	Casi nula, con algunas zonas con frecuentes neblinas	Casi nula, excepto hierbas en la zona con frecuentes neblinas
3) Ms	Matorral seco	Entre 1.500 y 3.900m	Entre 120 y 220mm	Cactus e hierbas
4) Msh	Matorral subhúmedo con desarrollo de herbáceo	Centro norte, entre 2.900 y 3.500 msnm Región andina, entre 2.000 y 3.700 msnm	Entre 220 y 1.000 mm	Especies siempreverdes con menos de 4 m de altura.
5) Mh	Matorral húmedo	Norte, entre 2.500 y 3.400 msnm Sur, entre 3.000 y 3.900 msnm	Entre 500 y 2.000 mm	Especies siempreverdes con menos de 4 m de altura.
6) Cp	Césped de puna	3.800 msnm	(Sin datos)	Hierbas gramíneas
7) Pj	Pajonal	Entre 3.200 y 3.300 m Centro sur, hasta 3.800 mm	En la zona lluviosa del sur: menos de 125 mm Vertiente este: más de 4.000 mm	Hierbas gramíneas
8) N	Nevada		—	—

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en el Mapa Forestal 1995.

(2) Superficie de las formaciones vegetales

En el presente Estudio se determinó el porcentaje de la superficie que ocupa cada formación vegetal frente a la superficie total de la cuenca, sobreponiendo los resultados del estudio de INRENA de 1995 al GIS (véase las Tablas 3.1.7-2 y las Figuras 3.7.2-1). Luego, se calculó la suma de las superficies de cada zona de vida ecológica, distinguiendo el desierto costero (Cu, Dc), matorral seco (Ms), matorrales (Msh, Mh), y el pajonal/césped de puna (Cp, Pj). En la Tabla 3.1.7-3 se muestra el porcentaje de cada zona de vida ecológica frente a la superficie total de cada cuenca. Se observa que el desierto ocupa un 20 % del total, el matorral seco un 10 % y el pajonal/césped de puna un 50 %. Los matorrales ocupan entre 10 y 20 %. Los matorrales se distribuyen en zonas de condiciones sumamente

desfavorables para el desarrollo de bosques densos, razón por la que la superficie de los matorrales en sí tampoco es extensa. De esta manera se deduce que las condiciones naturales en las cuatro cuencas de los ríos Cañete, Chincha, Pisco y Yauca. En particular, las bajas precipitaciones, el suelo poco fértil y la pendiente acentuada son los factores de limitación para el crecimiento de la vegetación, sobre todo de especies arbóreas altas.

Tabla 3.1.7-2 Superficie de las formaciones vegetales frente a la superficie de la cuenca (Cuenca del río Yauca)

Cuencas	Cobertura vegetal								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	Total
(Superficie de la cobertura vegetal: hectáreas)									
Cuenca Río Yauca	69,48	1.433,26	990,99	730,67	234,49	428,64	435,04	0,00	4,322,57
(Porcentaje frente a la superficie de la cuenca: %)									
Cuenca Río Yauca	1,6	33,2	22,9	16,9	5,4	9,9	10,1	0,0	100,0

(Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA con base en el informe de INRENA 1995)

Tabla 3.1.7-3 Porcentaje de las zonas de vida ecológicas frente a la superficie de la cuenca (Cuenca del río Yauca)

Cuencas	Zonas de vida ecológica					Total
	Desiertos, etc. (Cu, Dc)	Matorrales secos (Ms)	Matorrales (Msh, Mh)	Césped y pajonales (Cp, Pj)	Nevada (N)	
(Porcentaje frente a la superficie de la cuenca: %)						
Yauca	34,8	22,9	22,3	20,0	0,0	100,0

(Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA con base en el informe de INRENA 1995)

(3) Variación de la superficie forestal

Hasta ahora no se ha realizado un estudio detallado sobre la variación de la superficie forestal en el Perú. Sin embargo, en el Plan Nacional de Reforestación Perú 2005 – 2024 (Anexo 2) del INRENA, aparece la superficie forestal desaparecida según departamentos hasta el año 2005. En lo que respecta a las regiones incluidas en el presente Estudio (Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica, Lima, Piura), la información referida solo cubre una parte. No existen los datos correspondientes al Departamento de Arequipa.

Tabla 3.1.7-4 Superficie forestal perdida hasta 2005

Departamentos	Superficie (ha)	Superficie forestal pérdida acumulada (ha) y porcentaje de la superficie perdida frente a la superficie departamental	Uso posterior a la corta	
			Superficie subutilizada (ha)	Superficie utilizada (ha)
Arequipa	6.286.456	-	-	-

(Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005)

Se analizó la variación de las formaciones vegetales según cuencas, sobreponiendo los datos del estudio del FAO realizado en 2005 (elaborados a partir de las imágenes de satélite de 2000) y los resultados del estudio de INRENA de 1995 (elaborados con base en las imágenes de satélite de 1995). (Véase la Tabla 3.1.7-5).

Al analizar la variación de la superficie de cada formación vegetal, se observa que se han reducido la

vegetación de las s zonas áridas (desierto y cactus: Cu, Dc y Ms) y la Césped y Pajonal (Cp y Pj), y aumentaron la zona árida (desierto: Dc) y los matorrales (Msh, Mh).

Tabla 3.1.7-5 Variación de las formaciones vegetales entre 1995 y 2000

Cuencas	Formaciones vegetales								
	Cu		Cu		Cu		Cu		Cu
(Superficie de la cobertura vegetal: hectáreas)									
Yauca (a)	-20,22	33,63	-10,87	34,13	21,15	-42,62	-15,20	—	4.322,57
Superficie actual (b)	69,48	1,433,26	990,99	730,67	234,49	428,64	435,04	0,00	4.322,57
Porcentaje frente a la superficie actual (a/b) %	-29,1	+2,3	-1,1	+4,7	+9,0	-9,9	-3,5	-	

(Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en los estudios realizados por INRENA (1995), y FAO (2005))

(4) Situación actual de la reforestación

Tal como se indicó anteriormente, las condiciones climáticas de la Cuenca del Río Yauca no favorecen el desarrollo de especies arbóreas altas, por lo que casi no se distribuye la vegetación natural, salvo en las orillas de los ríos donde la napa freática está a poca profundidad.

De esta manera, debido a la dificultad de encontrar áreas aptas para el desarrollo de los árboles, en no se han realizado hasta ahora grandes proyectos de reforestación estas áreas objeto del presente Estudio. Al menos, no se conoce ningún proyecto de reforestación con fines comerciales.

En las cuencas baja y media, se plantan los árboles principalmente para tres objetivos: i) reforestación a lo largo del río para la prevención de desastres; ii) para proteger las tierras agrícolas de los vientos y arena; y, iii) como cercos perimetrales de las viviendas. En todo caso, la superficie es sumamente reducida. La especie más plantada es eucalipto, y le sigue Casuarinaceae. Es muy poco común el uso de especies nativas. Por otro lado, en la zona altoandina, se realizan la reforestación para la producción de leñas, protección de las tierras agrícolas (contra el frío y la entrada del ganado), y para la protección de las áreas de recarga de acuíferos. Las especies plantadas son en su mayoría eucalipto y pino. Muchos de los proyectos de reforestación en la zona altoandina han sido ejecutados en el marco del programa de PRNAMACHIS (actualmente, AGRORURAL). Dicho programa consiste en la entrega de plántones a la comunidad por AGRORURAL, los cuales son plantados y manejados por los productores. Existe también un programa de reforestación implementado por el gobierno regional, pero de magnitud reducida. En este caso, el programa establece que la necesidad de lograr el consenso de la comunidad para la selección de las áreas a reforestar. Sin embargo, por lo general, la mayoría de los agricultores quieren tener mayor extensión de tierra para cultivar, y se demora en lograr el consenso para emprender la reforestación. Otro factor de limitación es el clima frío en las altitudes de 3.800 msnm o más. En general, casi no se ha podido recolectar información sobre los proyectos de reforestación ejecutados hasta la fecha, ya que los archivos no estaban disponibles debido al proceso de la reforma institucional.

En el Plan Nacional de Reforestación (INRENA, 2005) aparece los datos de la reforestación realizada

entre 1994 y 2003 según departamentos (antigua división administrativa). Se extrajeron los datos de los antiguos departamentos que se incluyen en el presente Estudio (Tabla 3.1.7-6). Se observa que la superficie reforestada aumentó en 1994, para luego decrecer drásticamente. Arequipa, Ica y Lima se ubican en la zona costera donde las precipitaciones son extremadamente reducidas y, por lo tanto, hay pocas zonas apropiadas para la reforestación, además que su demanda tampoco es alta.

Tabla 3.1.7-6 Reforestación ejecutada entre 1994 y 2003

(Unidad: ha)

Departamentos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Arequipa	3.758	435	528	1.018	560	632	nr	37	282	158	7.408

Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005

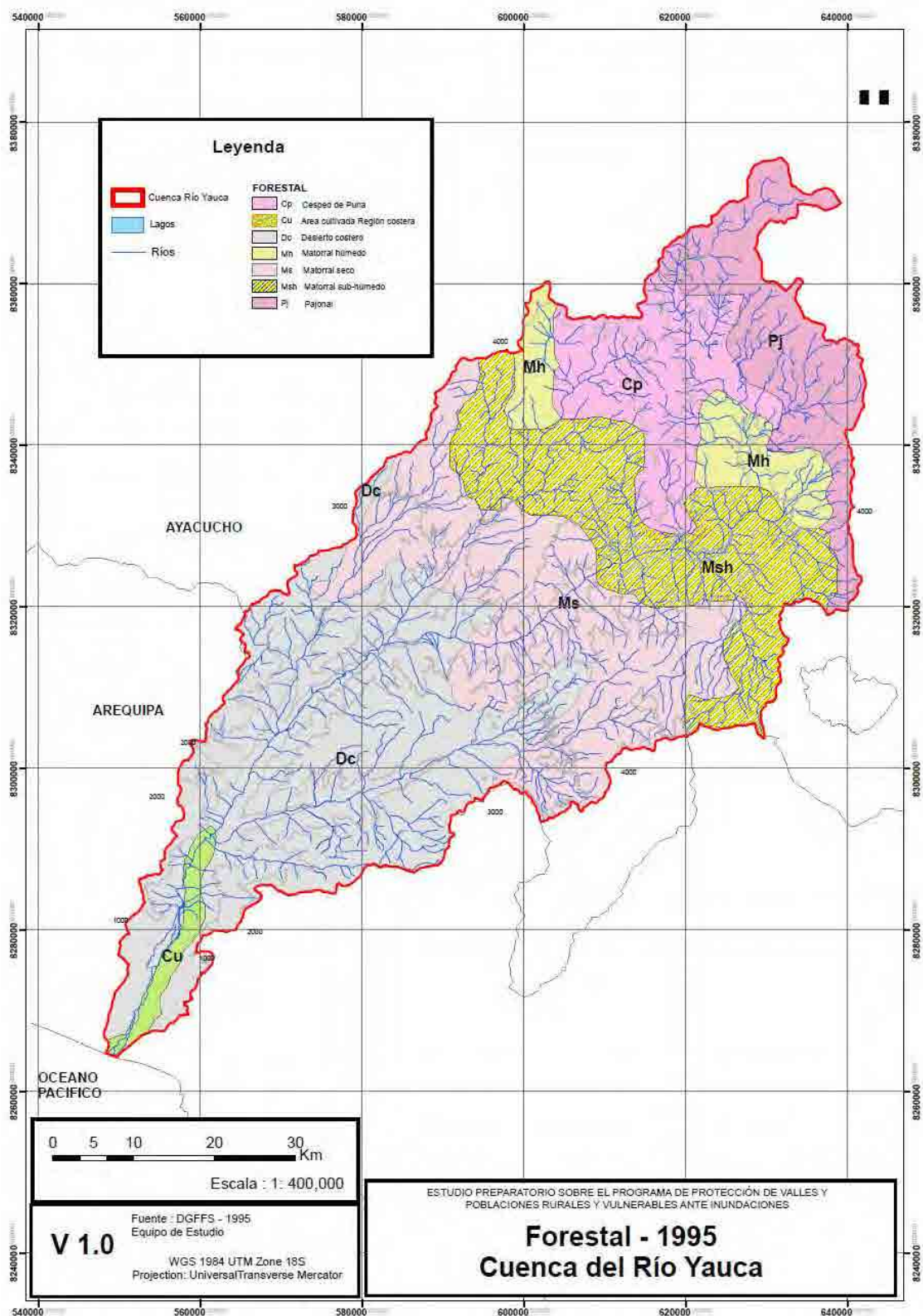


Figura 3.1.7-1 Mapa forestal de la Cuenca del Río Yauca

3.1.8 Situación actual de la erosión del suelo

(1) Recolección de información y elaboración de datos básicos

1) Recolección de información

En el presente Estudio se recolectaron los datos e informaciones que se indican en la siguiente Tabla 3.1.8-1 con el fin de conocer la situación actual de la producción de sedimentos dentro del Área del Estudio.

Tabla 3.1.8-1 Lista de informaciones recolectadas

	Formatos	Elaborado por:
Mapa topográfico (Escala 1/50.000)	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa topográfico (Escala 1/100.000)	Shp,dxf	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa geológico (Escala 1/250.000)	SHP	Geologic data systems
Mapa geológico (Escala 1/100.000)	Shock Wave	INGEMMET
Datos de malla de 30 m	Text	NASA
Datos de los ríos	SHP	ANA
Datos de las cuencas	SHP	ANA
Mapa de riesgo potencial de erosión	SHP	ANA
Mapa de suelos	SHP	INRENA
Mapa de cobertura vegetal	SHP2000 PDF1995	DGFFS
Datos de precipitación	Text	Senami

2) Elaboración de datos básicos

Se elaboraron los siguientes datos utilizando los materiales recolectados. Los detalles se presentan en el Anexo 6.

- Mapa de cuencas hidrográficas (zonificación por valles de tercer orden)
- Mapa de pendiente
- Mapa geológico
- Mapa de erosión y de pendientes
- Mapa de erosión y órdenes de los valles
- Mapa de suelos
- Mapa de isoyetas

(2) Análisis de las causas de la erosión del suelo

1) Características topográficas

i) Superficie según altitudes

En la Tabla 3.1.8-2 y en la Figura 3.1.8-1 se presenta la superficie según altitudes de cada cuenca.

Tabla 3.1.8-2 Superficie según altitudes

Altitud (msnm)	Área (Km ²)
	Yauca
0 – 1000	332,79
1000 – 2000	575,82
2000 – 3000	1302,58
3000 – 4000	1504,8
4000 – 5000	602
5000 – Más	0,55
TOTAL	4318,54
Altitud máxima	5060,00

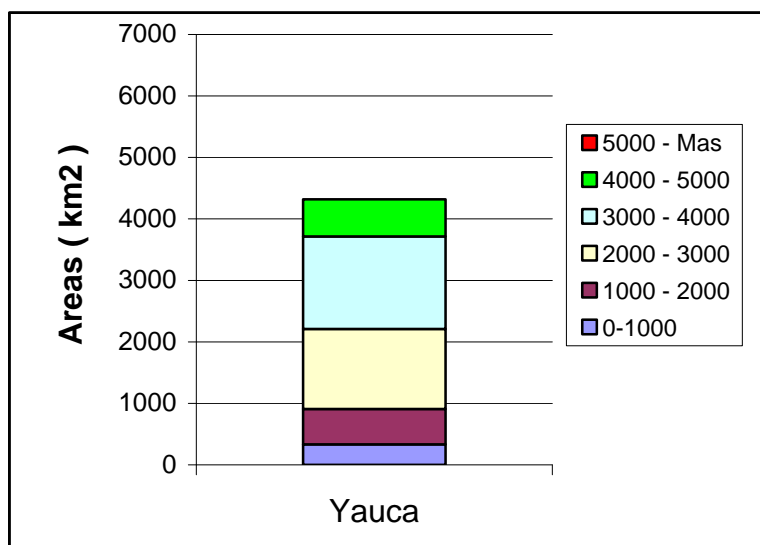


Figura 3.1.8-1 Superficie según altitudes

ii) Zonificación según pendientes

En la Tabla 3.1.8-3 y en la Figura 3.1.8-2 se muestran las pendientes de cada cuenca.

Tabla 3.1.8-3 Pendientes y superficie

Pendiente de la cuenca (%)	Yauca	
	Área (km ²)	Porcentaje
0 - 2	79,01	2%
2 - 15	1190,19	28%
15 - 35	1591,21	37%
Más de 35	1458,13	34%
TOTAL	4318,54	100%

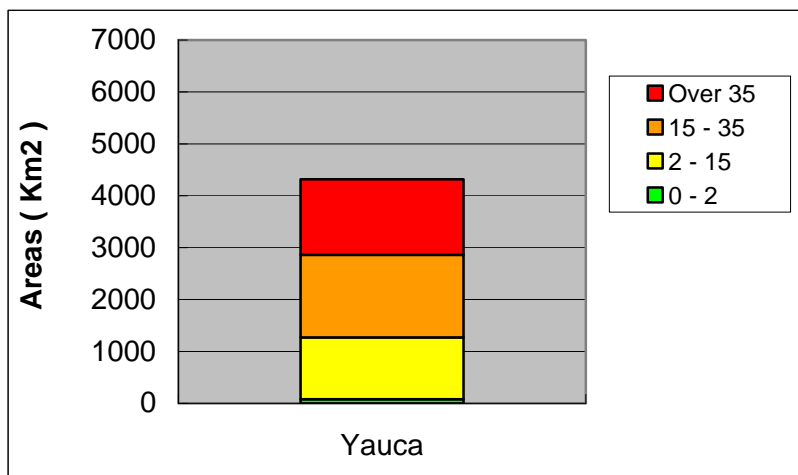


Figura 3.1.8-2 Pendientes y superficie

iii) Pendiente del lecho

En la Tabla 3.1.8-4 y la Figura 3.1.8-3 se muestran la pendiente de cada uno de los ríos y la longitud de las quebradas incluyendo los tributarios. En la Figura 3.1.8-4 se muestra la relación general del movimiento de los sedimentos y la pendiente del lecho. Se dice que los tramos con más de 33,3 % de inclinación tienden a producir mayor cantidad de sedimentos, y en las laderas con pendientes entre 3,33 % y 16,7 %, se acumulan los sedimentos con mayor facilidad.

Tabla 3.1.8-4 Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada

Pendiente del lecho (%)	Yauca
0,00 - 1,00	39,13
1,00 - 3,33	312,82
3,33 - 16,67	1687,19
16,67 - 25,00	352,42
25,00 - 33,33	185,78
33,33 - Más	226,92
TOTAL	2804,26

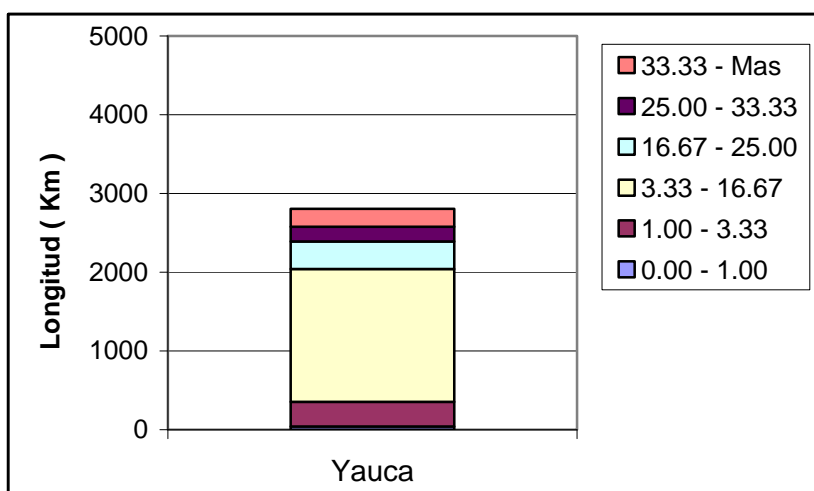


Figura 3.1.8-3 Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas

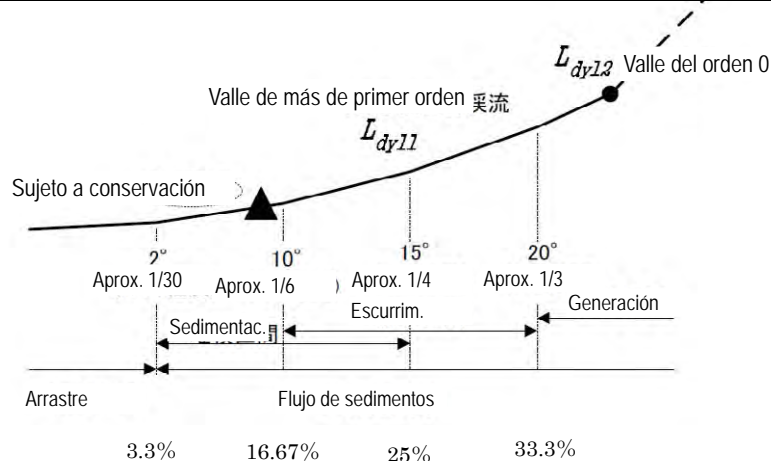


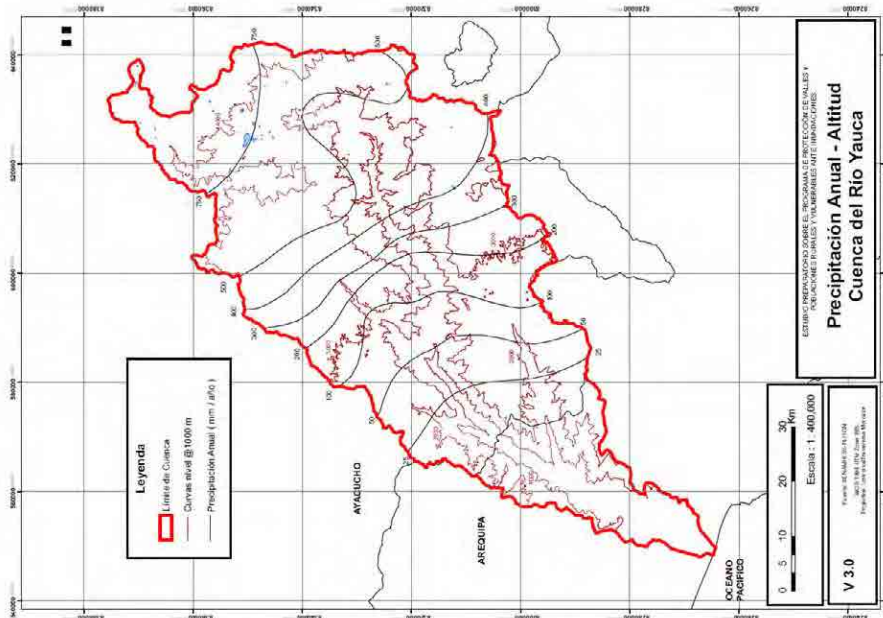
Figura 3.1.8-4 Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos

2) Precipitaciones

En el litoral del Pacífico se extiende una zona árida (Costa) de entre 30 y 50 km de ancho y aprox. 3.000 km de largo. Esta región pertenece a la zona de clima Chala donde la temperatura media anual rodea los 20 °C, y casi no llueve a lo largo del año.

Las altitudes entre 2.500 y 3.000 msnm pertenece al clima Quechua, donde presentan precipitaciones anuales entre 200 y 300 mm. Más allá de esta zona, entre las altitudes de 3.500 y 4.500 msnm se extiende una región natural denominada Suni, caracterizada por su esterilidad. Las precipitaciones en esta región ocurren anualmente 700 mm de lluvias.

En la Figura de 3.1.8-5 se presentan los mapas de isoyetas (precipitaciones anuales) de la cuenca del Río Yauca.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA con base en los datos de SENAMHI

Figura 3.1.8-5 Mapa de Isoyetas de la Cuenca del Río Yauca

Las precipitaciones anuales en el área sujeta al análisis de inundaciones oscilan entre 0 y 25 mm. Las precipitación media anual en la zona de 3000 - 4000 msnm de la parte norte oscilan entre 500 y 750mm.

3) Erosión

A continuación se presentan las características de erosión de las cuencas en general.

Las cuencas se dividen en tres grandes regiones naturales: Costa, Sierra/Suni, y Puna. En la Figura 3.1.8-6 se muestra el respectivo clima y las precipitaciones. Se observa que la región más susceptible a la erosión es Sierra/Suni donde predomina la topografía acentuada sin cobertura vegetal.

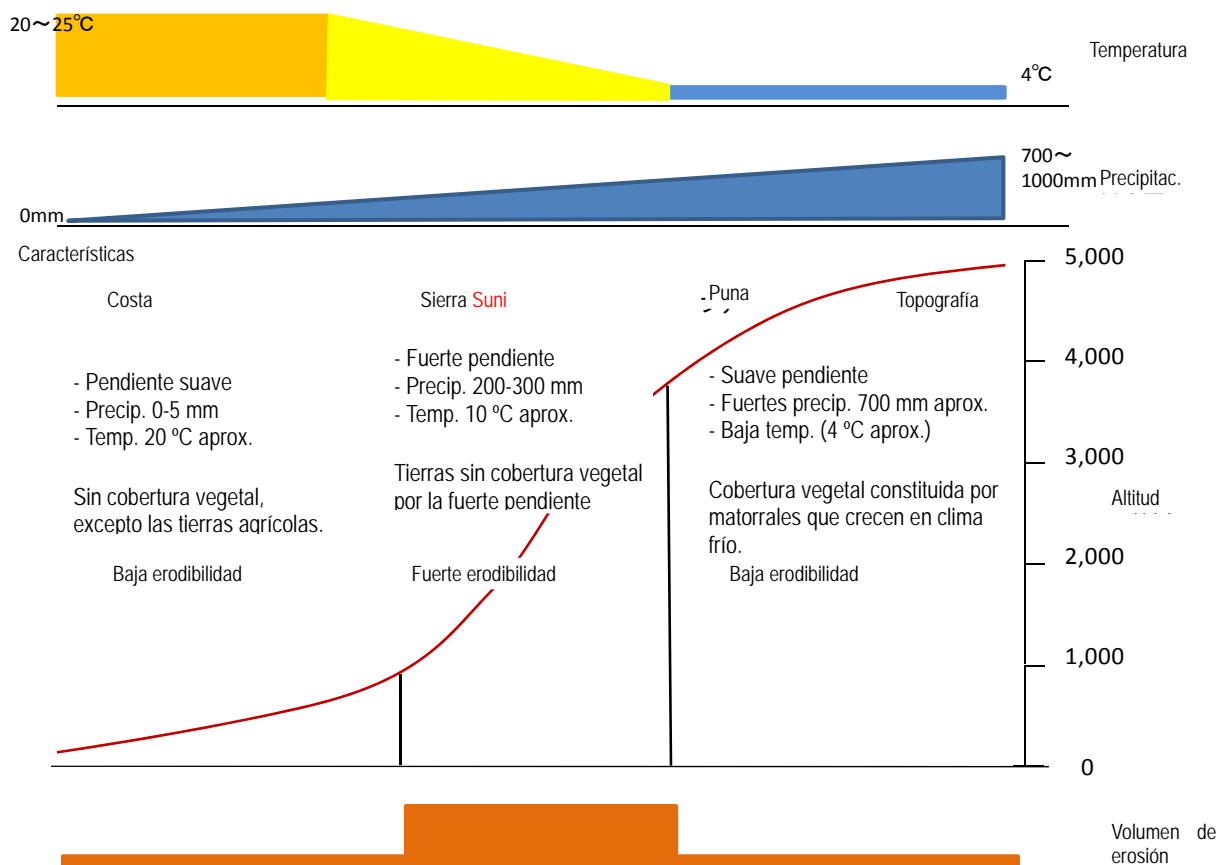


Figura 3.1.8-6 Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas

(3) Identificación de las zonas más erodibles

El mapa de erosión preparado por Ana toma en cuenta la geología, pendiente de laderas y precipitaciones. Se dice que la profundidad de erosión depende de la pendiente de laderas, y en este sentido el mapa de erosión y el mapa de pendientes son congruentes. Así, se deduce que las zonas erodibles según el mapa de erosión son donde se produce con mayor frecuencia la erosión dentro de la correspondiente cuenca. A continuación se describen las tendencias según cuencas.

Entre 1.000 y 3.000 msnm se encuentran numerosas laderas con más de 35 grados de inclinación. Se observa que la topografía en esta cuenca es menos acentuada que las cuencas Cañete, Chíncha y Pisco. Dentro de esta cuenca, entre 1.000 y 2.000 msnm, el 76 % de las laderas son de más de 35 grados de inclinación y se considera que estas zonas son susceptibles a la erosión.

Tabla 3.1.8-5 Pendientes según altitudes del Río Yauca

Altitude	Pendiente				Total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Más de 35	
0 - 1000	21.13	106.81	86.07	118.78	332.79
Ratio	6%	32%	26%	36%	100%
1000 - 2000	1.48	40.14	94.66	439.54	575.82
Ratio	0%	7%	16%	76%	100%
2000 - 3000	14.72	350.89	399.92	538.08	1303.61
Ratio	1%	27%	31%	41%	100%
3000 - 4000	25.07	498.75	686.54	295.34	1505.7
Ratio	2%	33%	46%	20%	100%
4000 - 5000	17.56	194.38	324.82	67.24	604
Ratio	3%	32%	54%	11%	100%
5000 - Mas	0.15	0.22	0.1	0.18	0.65
Ratio	23%	34%	15%	28%	100%
Total	80.11	1191.19	1592.11	1459.16	4322.57
Ratio	2%	28%	37%	34%	100%

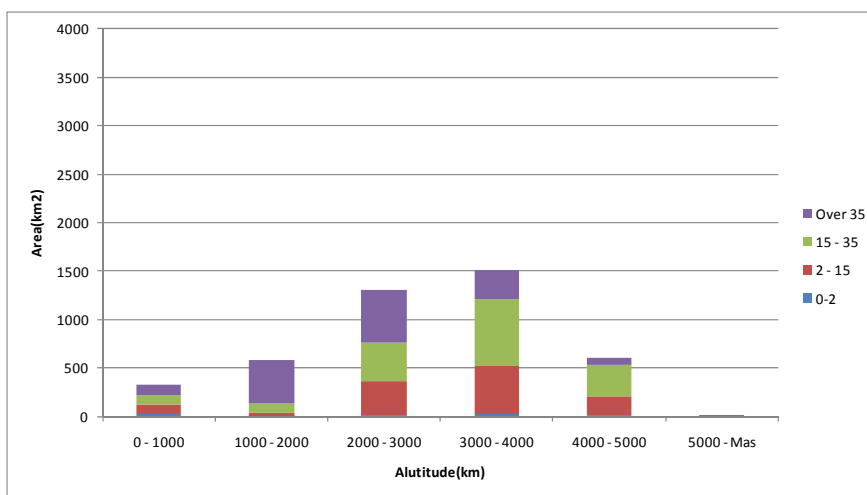


Figura 3.1.8-7 Pendientes según altitudes del Río Yauca

(4) Producción de los sedimentos

1) Resultados del estudio geológico

Se realizó el estudio en campo en las cuencas altas de los ríos Pisco y Cañete . Se considera que las condiciones en el Río Yauca son casi similares. A continuación se presentan los resultados.

- En la ladera de las montañas se observan la formación de depósito de materiales clásticos desprendidos por el derrumbe o por la erosión eólica.
- Los patrones de producción se difieren según la geología de la roca base. Si la roca base es andesítica o basáltica, el mecanismo consiste principalmente en la caída de grandes gravas y fracturación (véase la Figura 3.1.8-8 y Figura 3.1.8-9).
- No se observa vegetación enraizada (Figura 3.1.8-10) probablemente por el arrastre de sedimentos en tiempo ordinario. En las diaclasas de la capa de roca andesítica, etc. donde ocurre poco movimiento de sedimentos, se ha observado el desarrollo de algas y cactus.
- En casi todos los cauces se observó la formación de las terrazas bajas. En estos lugares, los sedimentos arrastrados de las laderas no entran directamente al cauce, sino que se depositan sobre la terraza. Por este motivo, la mayor parte de los sedimentos que entran al río, probablemente sean aportados por los depósitos de las terrazas erosionadas o sedimentos acumulados debido a la alteración del lecho (véase la Figura 3.1.8-11).
- En la cuenca alta se observó menos terrazas y los sedimentos arrastrados de las laderas entran directamente al río, aunque su cantidad es sumamente reducida.



Figura 3.1.8-8 Tierras andesíticas y basálticas derrumbadas



Figura 3.1.8-9 Producción de sedimentos de las rocas sedimentarias



Figura 3.1.8-10 Invasión de cactus



Figura 3.1.8-11 Movimiento de los sedimentos en el cauce

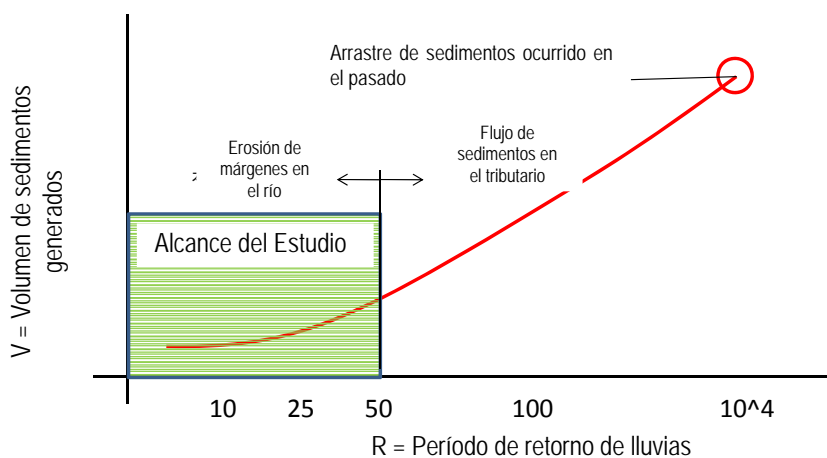
2) Movimiento de los sedimentos (en el cauce)

En las quebradas se desarrollan las terrazas. El pie de estas terrazas se contactan directamente con los canales y desde estos lugares los sedimentos vuelven a ser arrastrados y transportados con un caudal ordinario (incluyendo pequeñas y medianas crecidas en la época de lluvias).

3) Proyección de la producción y arrastre de sedimentos

Se prevé que la cantidad de producción y arrastre de sedimentos varía dependiendo de la magnitud de los factores como las precipitaciones, caudal, etc.

Dado que no se ha realizado un levantamiento secuencial cuantitativo, ni un estudio comparativo, aquí se presentan algunas observaciones cualitativas para un año ordinario, un año con precipitaciones de la magnitud de fenómeno de El Niño y un año con crecidas extraordinarias. El alcance del presente Estudio está enfocado a las precipitaciones con período de retorno de 50 años, tal como se indica en la siguiente Figura, lo cual equivale a precipitaciones que producen el flujo de sedimentos desde los tributarios.



Fenómeno de El Niño

i) Un año ordinario

- Casi no se producen los sedimentos desde las laderas.
- Los sedimentos se producen por el choque de la corriente de agua contra el depósito de sedimentos desprendidos de las laderas y depositados al pie de las terrazas.
- Se considera que el arrastre de sedimentos se produce por el siguiente mecanismo: los sedimentos acumulados en los bancos de arena dentro del cauce son empujados y transportados aguas abajo por el cambio del cauce durante las crecidas pequeñas (véase la Figura 3.1.8-12).

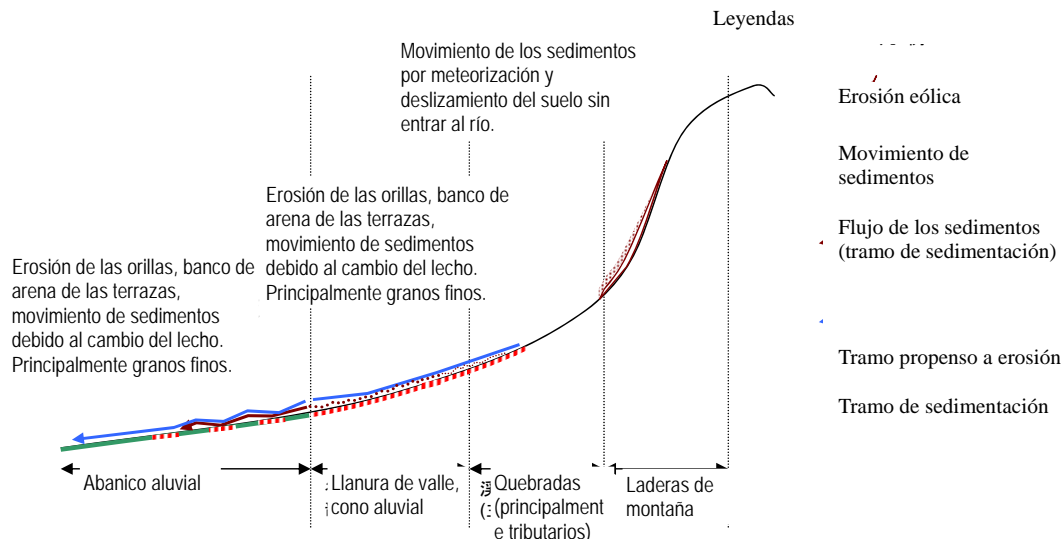


Figura 3.1.8-12 Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario

ii) Cuando ocurren lluvias torrenciales de similar magnitud a El Niño (período de retorno de 50 años)

De acuerdo con las entrevistas realizadas en la localidad, cada vez que ocurre el fenómeno de El Niño se produce el flujo de sedimentos en los tributarios. Sin embargo, dado que el cauce tiene suficiente capacidad para regular los sedimentos, la influencia en la cuenca baja es reducida.

- La cantidad de los sedimentos arrastrada varía dependiendo de la cantidad de agua que discurre por las laderas.
- El flujo de sedimentos desde los tributarios llega a entrar al río principal.
- Dado que el cauce tiene suficiente capacidad para regular los sedimentos, la influencia en la cuenca baja es reducida.

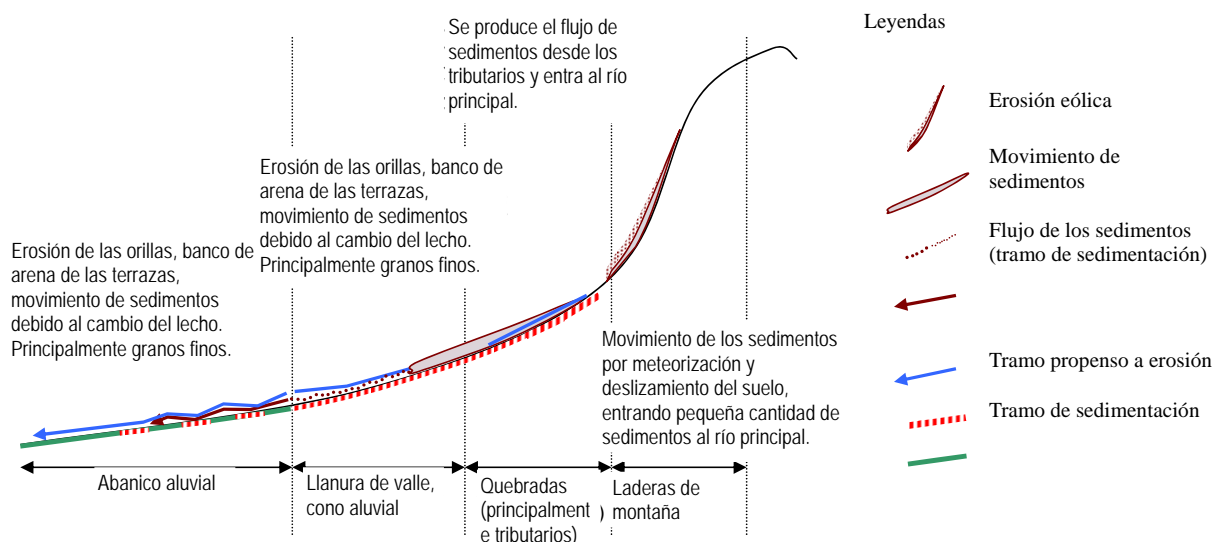


Figura 3.1.8-13 Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales de magnitud similar al de fenómeno de El Niño (período de retorno de 1:50 años)

iii) Crecidas de enorme magnitud (que puedan dar lugar a la formación de terrazas similares a las existentes actualmente), con período de retorno de 1:10.000 años

En la región de Costa, las precipitaciones diarias con 100 años de probabilidad son de aproximadamente 50 mm, por lo que actualmente muy raras veces se producen el movimiento de tierras arrastras por el agua. Sin embargo, precisamente porque ordinariamente ocurren pocas lluvias, una vez ocurridas las lluvias torrenciales, existe un alto potencial de arrastre de sedimentos por las aguas.

Si suponemos que ocurren lluvias con extremadamente bajas probabilidades, por ejemplo, 1:10.000 años, se estima que se generaría la siguiente situación (véase la Figura 3.1.8-14).

- Arrastre de sedimentos de las laderas, por la cantidad congruente con la cantidad de agua.
- Arrastre de sedimentos excedentes desde el talud y pie de las laderas por la cantidad congruente con la cantidad de agua, provocando movimiento de tierras que puedan cerrar las quebradas o cauces.
- Destrucción de las presas naturales de los cauces cerrados por los sedimentos, flujo de sedimentos por la destrucción de bancos de arena.
- Formación de terrazas y aumento de sedimentos en los cauces en la cuenca baja debido a la entrada de gran cantidad de sedimentos.
- Desbordamiento de agua en el tramo entre el cono aluvial y las secciones críticas, que puede alterar el cauce.

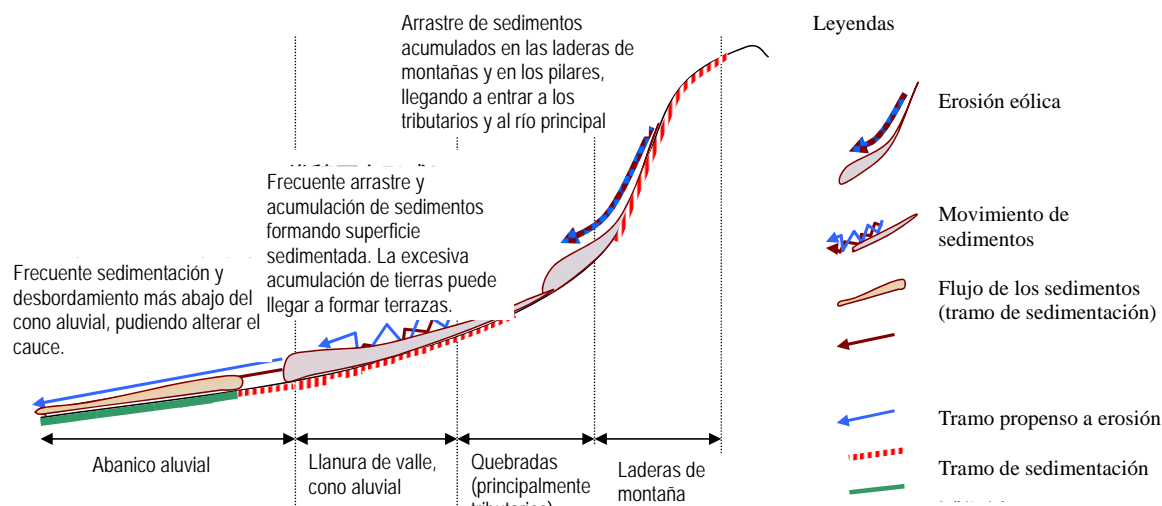


Figura 3.1.8-14 Producción de sedimentos de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)

3.1.9 Análisis de descarga

(1) Datos de precipitaciones

1) Sistema de monitoreo actual de precipitaciones

Se revisó el sistema actual de la toma de datos de precipitaciones que se utilizan en el análisis de descarga, a la par de recoger y procesar los datos pluviales necesarios para dicho análisis.

Los datos de las precipitaciones fueron obtenidos de SENAMHI y de ELECT.PERU.

En las Tablas 3.1.9-1~2 y en la Figura 3.1.9-1 se indican los puntos de monitoreo de precipitaciones y los datos recogidos según período.

En la cuenca del Río Yauca se está realizando el monitoreo en 7 estaciones (incluyendo las inoperativas actualmente), por un periodo máximo de 47 años desde 1964 hasta 2010.

Tabla 3.1.9-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Yauca)

NOMBRE DE ESTACION	CODIGO DE ESTACION	LONGITUD [° ' '']	LATITUD [° ' '']	ALTURA [msnm]	PERIODO
YAUCA	000743	74°31'01.0"	15°40'01.0"		1964-1976,1979-1982
CARHUANILLAS	157220	73°44'01.0"	15°08'01.0"	3,000	1967-1968,1971-1987
CHAVIÑA	000742	73°50'01.0"	14°59'01.0"	3,310	1964-1982
CORA CORA	000743	73°47'01.0"	15°01'01.0"	3,172	1964, 1966-1984, 1987-1988,1991, 1993-2010
SANCOS	000740	73°57'01.0"	15°04'01.0"	2,800	1964-1980
TARCO	157216	73°45'01.0"	15°18'01.0"	3,300	1967-1969, 1971-1973

Tabla 3.1.9-2 Período de toma de datos pluviales (cuenca del Río Yauca)

YAUCA	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
YAUCA																																																				
CARHUANILLAS																																																				
ACHAVIÑA																																																				
CORACORA																																																				
CORACORA 2																																																				
SANCOS																																																				
TARCO																																																				

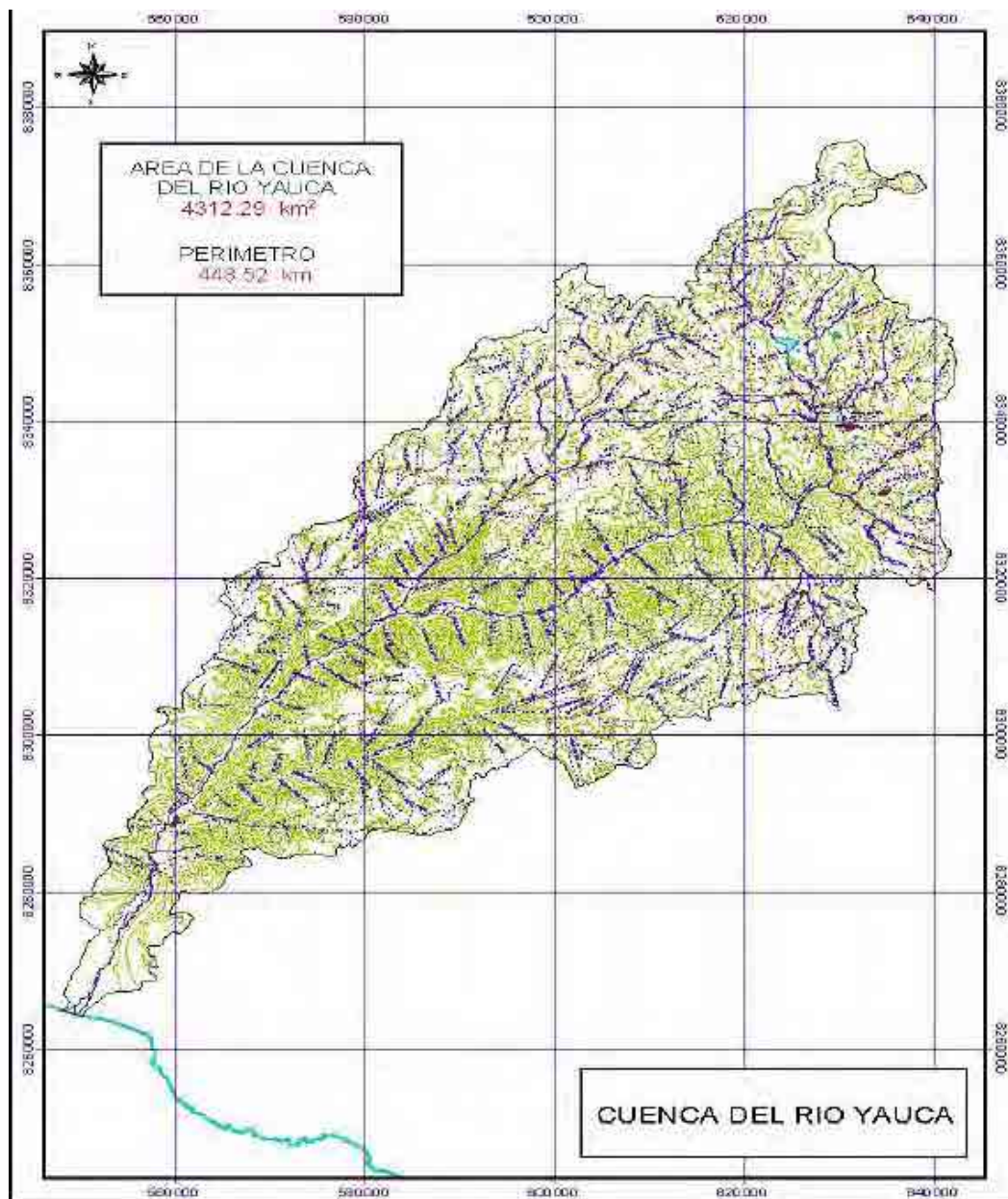


Figura 3.1.9-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Yauca)

2) Mapa de isoyetas

A continuación se presentan los mapas de isoyetas de la precipitación anual (promedio de diez años) elaborados por SENAMHI utilizando los datos recogidos en el período 1965 –1974.

En la Figura 3.1.9-2 se presenta el mapa de isoyetas de la cuenca del Río Yauca.

En la cuenca del Río Yauca se observa que la precipitación anual varía considerablemente

dependiendo de las zonas, con un mínimo de 25 mm y máximo de 750 mm. La precipitación es baja en la cuenca baja y se va incrementando a medida que se va acercando a la cuenca alta, aumentando las altitudes.

La precipitación anual en la cuenca baja, sujeta a control de inundaciones, es reducida oscilando entre 25 y 50 mm.

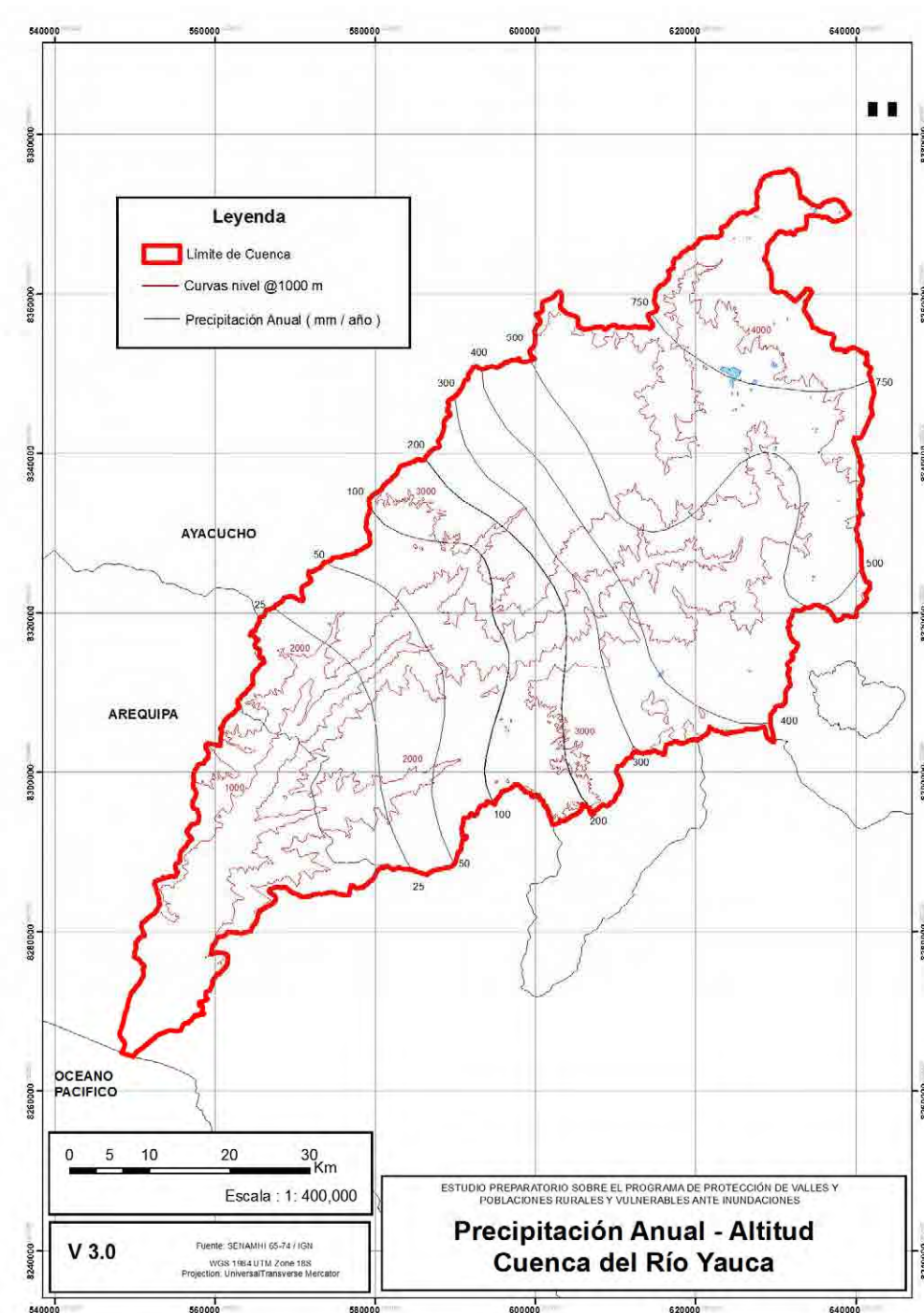


Figura 3.1.9-2 Mapa de isoyetas (cuenca del Río Yauca)

(2) Análisis de precipitaciones

1) Metodología

Se realizó el cálculo estadístico hidrológico utilizando los datos de precipitaciones recogidos de las diferentes estaciones, para determinar la precipitación con período de retorno de 24 horas en cada estación.

Se probaron varios modelos de distribución de períodos de retorno y se adoptó el modelo más apropiado. Así, la precipitación con período de retorno de 24 horas se determinó con este modelo. Los modelos de estadísticas hidrológicas probados fueron los siguientes.

- Distribución normal o gaussiana
- Distribución log-normal de 3 parámetros
- Distribución log-normal de 2 parámetros
- Distribución gamma de 2 ó 3 parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución de Gumbel
- Distribución generalizada del valor extremo

2) Resultados de análisis de precipitaciones del período de retorno – t

A continuación se presenta las precipitaciones en diferentes estaciones y en el punto de referencia de cada cuenca, según períodos de retorno.

La precipitación observada en las estaciones de la cuenca del Río Yauca, ha sido mayor de 40 mm con un máximo de 84 mm.

En la Tabla 3.1.9-3 se muestra la precipitación con período de retorno de 24 horas de cada estación, y en la Figura 3.1.9-3 se presenta el mapa de isoyetas de precipitaciones con período de retorno de 50 años.

Tabla 3.1.9-3 Precipitaciones con período de retorno de 24 horas (cuenca del Río Yauca)

NOMBRE DE ESTACION	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]						
	PT_2	PT_5	PT_10	PT_25	PT_50	PT_100	PT_200
CARHUANILLAS	26.0	42.0	54.0	70.0	84.0	98.0	114.0
CHAVIÑA	32.0	42.0	48.0	54.0	59.0	62.0	66.0
CORA CORA	28.0	36.0	41.0	46.0	49.0	52.0	54.0
SANCOS	34.0	48.0	57.0	67.0	74.0	80.0	86.0
TARCO	20.0	32.0	41.0	54.0	65.0	77.0	91.0

**Tabla 3.1.9-4 Precipitación de 24 horas para diferentes períodos de retorno
(Punto de referencia: Estación San Francisco Alto)**

Período de retorno (años)	Precipitación máxima de 24 horas (mm)
5	28
10	33
25	39
50	45
100	50

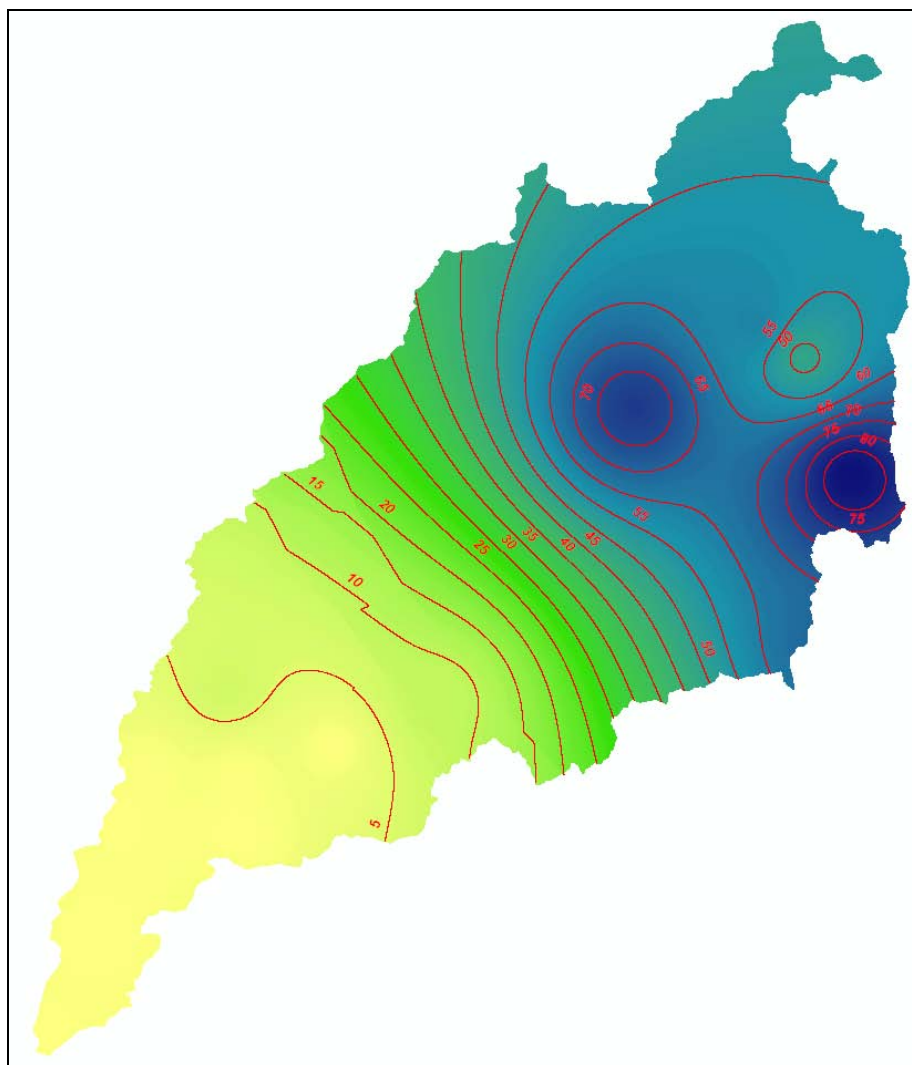


Figura 3.1.9-3 Mapa de isoyetas de precipitaciones con período de retorno de 50 años (cuenca del Río Yauca)

Tabla 3.1.9-5 Pluviografía de diferentes períodos de retorno

Años	Horas										Precipitación total (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	1	2	3	4	3	3	2	2	1	1	22
10	1	2	3	5	4	3	3	2	2	1	26.5
25	2	3	4	6	4	4	3	3	2	1	31.3
50	2	3	5	7	5	4	4	3	2	1	36.2
100	2	4	5	8	6	5	4	3	2	2	40.2

(3) Análisis de caudal de descarga

1) Monitoreo de caudal

Se revisó el sistema actual de la toma de datos del caudal que se utilizan en el análisis de descarga, a la par de recoger y procesar los datos de monitoreo de caudal necesarios para dicho análisis.

Se recogieron los datos de caudal de DGIH, comisiones de regantes, Autoridad Nacional del Agua, ANA y del Proyecto Especial Chira – Piura.

2) Análisis de caudal de descarga

Se realizó el cálculo estadístico hidrológico utilizando los datos de la descarga máxima anual recogidos y procesados en los puntos de referencia, para determinar el caudal con diferentes probabilidades. En la Tabla 3.1.9-6 se muestra el caudal probable con períodos de retorno entre 2 y

100 años.

Tabla 3.1.9-6 Caudal probable en los puntos de control

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	60 años	100 años
Río Yauca San Francisco Alto	41	81	116	171	219	273

3) Análisis de caudal de crecidas con período de retorno t-años

a) Metodología

El caudal probable de inundación se analizó utilizando el modelo HEC-HMS, con el que se preparó la hietografía de diferentes períodos de retorno, y se calculó el caudal pico.

Para la precipitación utilizada en el análisis, se utilizó la hietografía de diferentes períodos de retorno preparada en el análisis de precipitación. La hietografía se determinó tomando como referencia el caudal pico estimado en el análisis de descarga.

b) Resultados de análisis

En la Tabla 3.1.9-7 se muestra el caudal de inundaciones con períodos de retorno de entre 2 y 100 años de la cuenca del Río Yauca.

En la Figura 3.1.9-4 se presenta la hidrografía según periodos de retorno. Dado que las cifras de las Tablas 3.1.9-6 y 3.1.9-7 son muy similares, para el análisis de inundaciones se aplicaron las cifras de la Tabla 3.1.9-7 que coinciden con la hidrografía.

**Tabla 3.1.9-7 Caudal de inundaciones según períodos de retorno
(Caudal pico: Punto de referencia)**

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Yauca San Francisco Alto	24	37	90	167	263	400

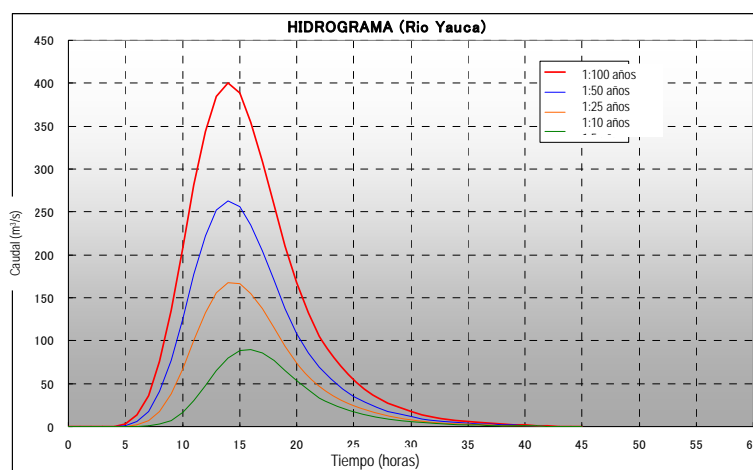


Figura 3.1.9-4 Hidrograma del Río Yauca

3.1.10 Análisis de inundaciones

(1) Levantamiento de los ríos

Previo al análisis de inundaciones, se llevó a cabo el levantamiento transversal del Río Yauca y el levantamiento longitudinal de los diques. En la Tabla 3.1.10-1 se presentan los resultados del levantamiento de los cinco ríos objeto del Estudio.

Con el fin de obtener los datos topográficos para el análisis de las zonas de inundación, se utilizaron

complementariamente los resultados de la medición real indicados en la Tabla 3.1.10-1 utilizando los datos de imágenes satelitales.

Tabla 3.1.10-1 Datos básicos del levantamiento de los ríos

Levantamiento	Unidad	Cantidad	Notas
1. Levantamiento de puntos de control			
Río Yauca	No.	5	
2. Levantamiento transversal de diques			
Río Yauca	km	45	Intervalo de 250 m, solo una margen
3. Levantamiento transversal de los ríos			
Río Yauca	km	31.9	Intervalo 500 m 91 líneas x 0.35 km
4. Mojoneros			
Tipo A	No.	5	Cada uno de los puntos de control
Tipo B	No.	25	25km x un punto/ km
Subtotal		30	

(2) Métodos de análisis de inundaciones

Dado que la DGIH realizó el análisis de inundación del estudio de perfil a nivel de programa utilizando el modelo HEC-RAS, se decidió para el presente Estudio, revisar y modificar, si es necesario, y utilizar este método.

1) Bases de análisis

Normalmente, para el análisis de desbordamiento se utilizan tres métodos siguientes.

- ① Modelo unidimensional de flujo variado
- ② Modelo de tanques
- ③ Modelo bidimensional horizontal de flujo variado

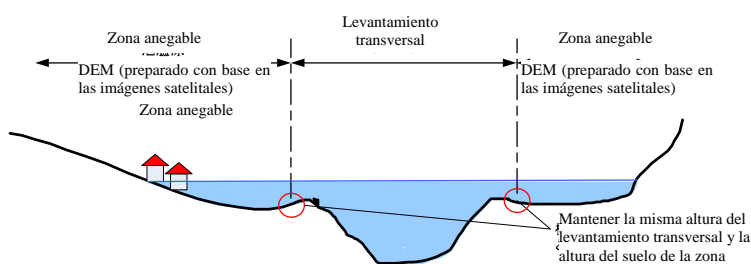


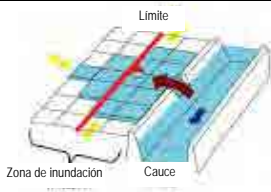


Figura 3.1.10-1 Idea del modelo unidimensional

El tiempo y el costo requerido por cada método varían considerablemente, por lo que se seleccionará el método más eficiente que garantice el grado de precisión requerido para la elaboración del mapa de zonas anegables.

En la Tabla 3.1.10-2 se muestran las características de cada método de análisis. De los resultados de simulación realizada por DGIH, se sabe que los ríos tienen una pendiente entre 1/100 y 1/300, por lo que inicialmente se había seleccionado el modelo unidimensional de flujo variado suponiendo que las inundaciones son del tipo gravedad. Sin embargo, se consideró la posibilidad de que el agua desbordada se extienda dentro de la cuenca en la cuenca baja, por lo que para este estudio se decidió utilizar el modelo bidimensional horizontal de régimen variable para obtener resultados más precisos.

Tabla 3.1.10-2 Metodología análisis de desbordamiento

Métodos de análisis	Modelo unidimensional de flujo variado	Modelo de tanques	Modelo bidimensional horizontal de flujo variado
Concepto básico de la definición de la zona de inundación	En este método se considera que la zona de inundación forma parte del cauce del río, y se determina la zona de inundación calculando el nivel de agua del cauce en función del caudal máximo de inundación.	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se considera la zona de inundación como un cuerpo cerrado. A este cuerpo de agua cerrado se le denomina “taque” (<i>pond</i>) en el que el nivel de agua es uniforme. Se determina la zona de inundación en función de la relación entre el caudal desbordado del río y entrado a la zona de inundación, y las características topográficas de dicha zona (nivel de agua – capacidad – superficie).	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se determina la zona de inundación analizando el flujo bidimensional del comportamiento del agua desbordada que entró a la zona de inundación.
Planteamiento	 <p>El cauce y la zona de inundación como un conjunto</p> <p>Zona de inundación Cauce</p>	 <p>Zona de inundación</p>	 <p>Limite</p> <p>Zona de inundación Cauce</p>
Características	Es aplicable a las inundaciones en el que el agua desbordada discurre por la zona de inundación por gravedad; es decir, a las inundaciones tipo corriente. En este método se debe manejar el área de análisis como una área desprotegida (sin diques).	Aplicable a las inundaciones tipo estancadas en las que el agua desbordada no se extienden por la presencia de montañas, colinas, terraplenes, etc. El nivel de agua dentro de este cuerpo cerrado se mantiene uniforme, sin pendiente ni velocidad de flujo. En el caso de existir varios terraplenes continuo dentro de la misma zona de inundación, puede ser necesario aplicar el modelo de tanques en serie distinguiendo la región interna.	Básicamente, es aplicable a cualquier tipo de inundaciones. Además del área máxima de inundación y el nivel de agua, este método permite reproducir la velocidad de flujo y su variación temporal. Es considerado como un método preciso en comparación con otros métodos, y como tal, es aplicado frecuentemente en la elaboración de los mapas de riesgo de inundaciones. Sin embargo, por su naturaleza, la precisión de análisis está sujeto al tamaño de las cuadrículas del modelo de análisis.

2) Método de análisis de desbordamiento

En la Figura 3.1.10-2 se muestra el esquema conceptual del modelo bidimensional horizontal del régimen variable.

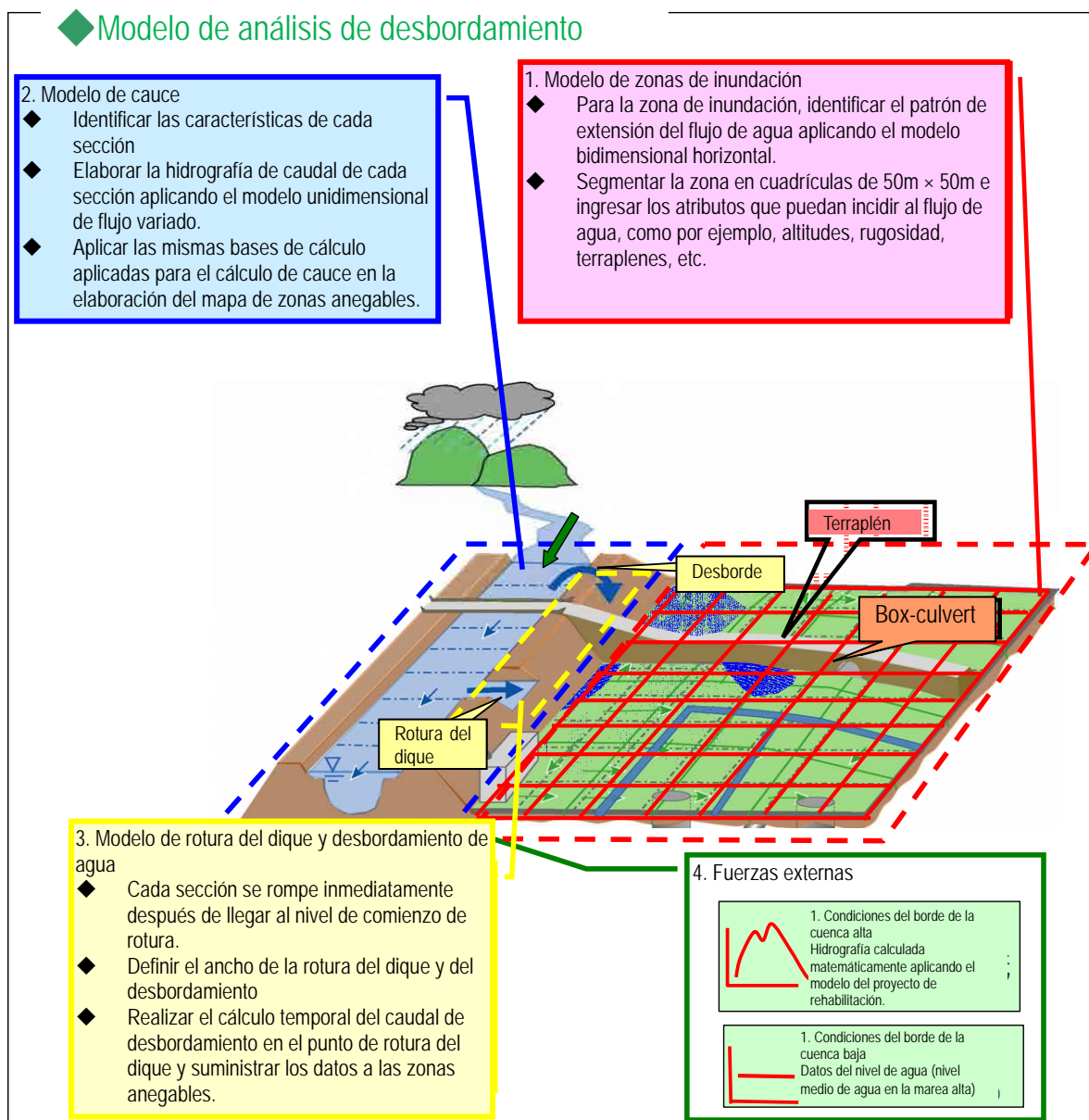


Figura 3.1.10-2 Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento

(3) Análisis de caudal de descarga

Se estimó la capacidad hidráulica actual de los cauces con base en los resultados del levantamiento de los ríos y aplicando el método HEC-RAS, cuyos resultados se muestran en la Figura 3.1.10-3. En esta figura se presenta también los caudales de inundaciones de diferentes períodos de retorno, lo que permite evaluar en qué lugares de la cuenca de Río Yauca de pueden ocurrir desbordamiento con qué magnitud de caudal de inundaciones.

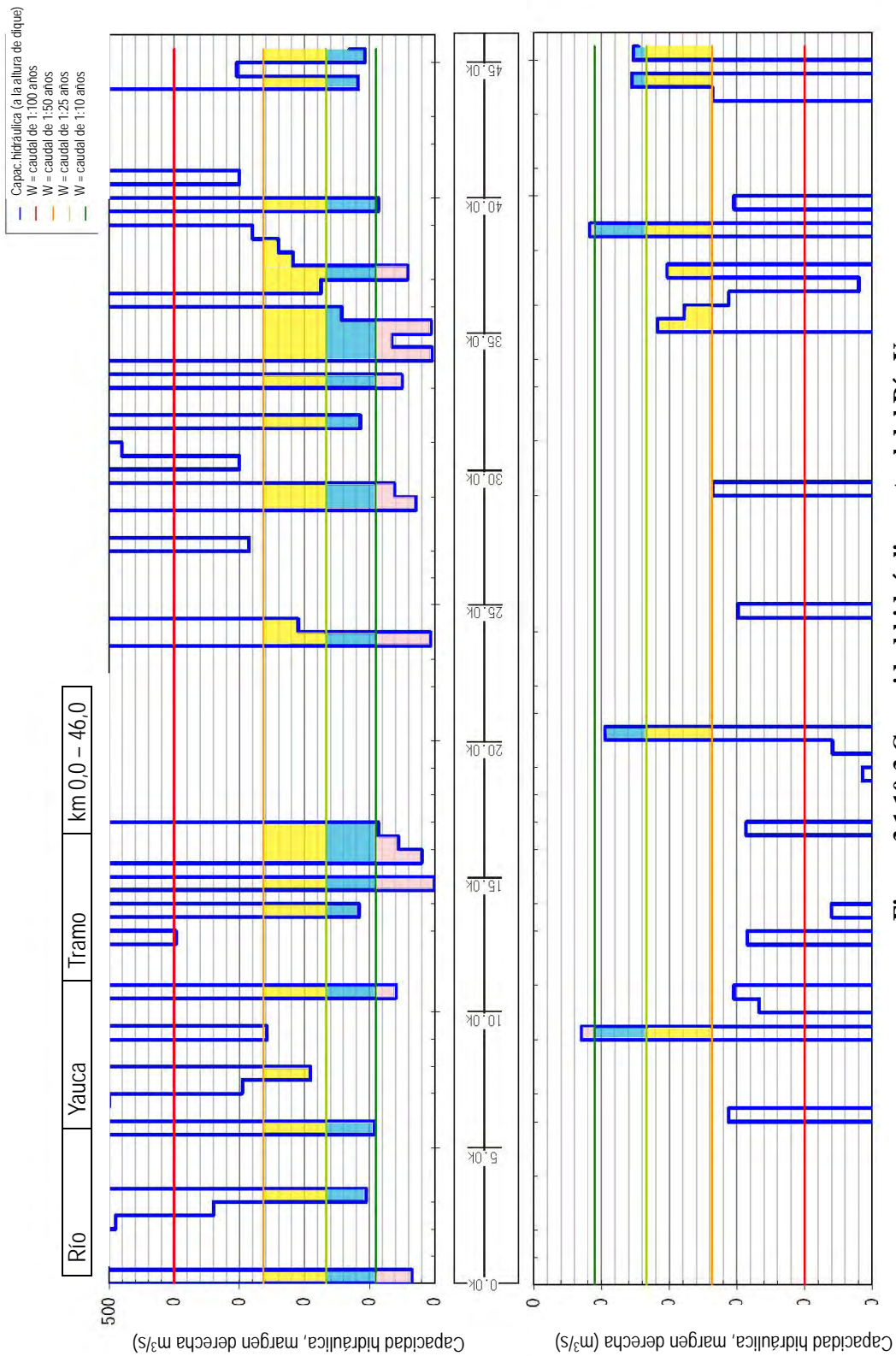


Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Yauca

(4) Alcance del desbordamiento

A modo de referencia, en las 3.1.10-4 se muestran los resultados del cálculo de alcance de desbordamiento en cada cuenca frente al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.

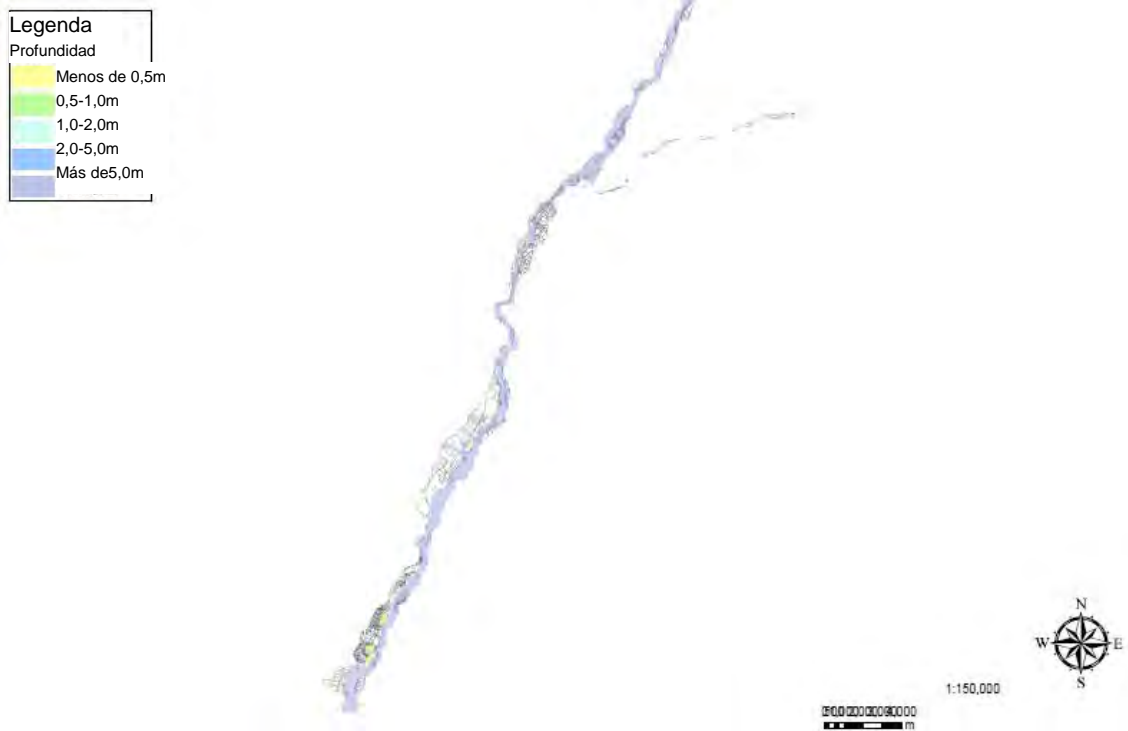


Figura 3.1.10-4 Alcance de desbordamiento del Río Yauca (inundaciones con período de 50 años)

3.2 Definición de Problema y Causas

3.2.1 Problemas de las medidas de control de inundaciones en el Área del Estudio

Con base en los resultados del estudio en el Río Yauca, se identificaron el problema principal sobre el control de inundaciones, así como las estructuras a ser protegidas, cuyos resultados se resumen en la Tabla 3.2.1-1.

Tabla 3.2.1-1 Problemas y medidas de conservación de las obras de control de inundaciones

Problemas		Desbordamiento			Erosión del dique	Erosión de márgenes	Bocatoma inoperativa	Obra de derivación inoperativa
		Sin diques	Sedimentación en el lecho	Falta de ancho				
Estructuras a ser protegidas	Tierras agrícolas	○	○	○	○	○	○	○
	Canales de riego					○	○	
	Área urbana	○		○				○
	Carreteras					○		
	Puentes		○					

3.2.2 Causas de los problemas

A continuación se indican el problema principal, así como sus causas directas e indirectas para el control de inundaciones en el Área del Estudio.

(1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones

(2) Causas directas e indirectas

En la Tabla 3.2.2-1 se muestran las causas directas e indirectas del problema principal.

Tabla 3.2.2-1 Causas directas e indirectas del problema principal

Causa directa	1. Caudal excesivo de inundaciones	2. Desbordamiento	3. Mantenimiento insuficiente de las obras de control	4. Insuficientes actividades comunitarias para el control de inundaciones
Causas indirectas	1.1 Frecuente ocurrencia de clima extraordinaria (El Niño, etc.)	2.1 Falta de obras de control de inundaciones	3.1 Falta de conocimientos y técnicas de mantenimiento	4.1 Falta de conocimientos y técnicas de prevención de inundaciones
	1.2 Precipitaciones extraordinarias en las cuencas alta y media	2.2 Falta de recursos para la construcción de las obras	3.2 Falta de capacitación en mantenimiento	4.2 Falta de capacitación en prevención de inundaciones
	1.3 Cobertura vegetal casi nula en las cuencas alta y media	2.3 Falta de planes de control de inundaciones en las cuencas	3.3 Falta de reparación de los diques y márgenes	4.3 Falta del sistema de alerta temprana
	1.4 Excesivo arrastre de sedimentos desde las cuencas alta y media	2.4 Falta de diques	3.4 Falta de reparación de obras de toma y de derivación	4.4 Falta de monitoreo y recolección de datos hidrológicos
	1.5 Reducción de la capacidad hidráulica de los ríos por alteración de pendientes, etc.	2.5 Falta del ancho del cauce	3.5 Uso ilegal del lecho para fines agrícolas	
		2.6 Acumulación de sedimentos en los lechos	3.6 Falta de presupuesto de mantenimiento	
		2.7 Falta de ancho en el punto de construcción del puente		
		2.8 Elevación del lecho en el punto de construcción del puente		
		2.9 Erosión de los diques y márgenes		
		2.10 Falta de capacidad para el diseño de las obras		

3.2.3 Efectos de los problemas

(1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones.

(2) Efectos directos e indirectos

En la Tabla 3.2.3-1 se muestran los efectos directos e indirectos del problema principal.

Tabla 3.2.3-1 Efectos directos e indirectos del problema principal

Efectos directos	1. Daños agrícolas	2. Daños directos a la comunidad	3. Daños de las infraestructuras sociales	4. Otros daños económicos
Efectos indirectos	1.1 Daños de cultivos y ganado	2.1 Pérdida de viviendas y propiedades privadas	3.1 Destrucción de caminos	4.1 Interrupción de tráfico
	1.2 Pérdida de las tierras agrícolas	2.2 Pérdida de establecimientos industriales y existencias	3.2 Pérdida de puentes	4.2 Costos de prevención de inundaciones y evacuación
	1.3 Destrucción de los canales de riego	2.3 Accidentes y pérdida de la vida humana	3.3 Daños en las infraestructuras de agua potable, electricidad, gas y comunicación	4.3 Costos de reconstrucción y medidas de emergencia
	1.4 Destrucción de las obras de toma y derivación	2.4 Pérdida comercial		4.4 Pérdida de trabajo por los habitantes locales
	1.5 Erosión de diques y márgenes			4.5 Reducción de ingresos de la comunidad
				4.6 Degradación de la calidad de vida
				4.7 Pérdida del dinamismo económico

(2) Efecto final

El efecto final del problema principal es el Impedimento del desarrollo socioeconómico comunitario de la zona afectada.

3.2.4 Árbol de causas y efectos

En la Figura 3.2.4-1 se presenta el árbol de causas y efectos elaborado con base en los resultados del análisis mencionado.

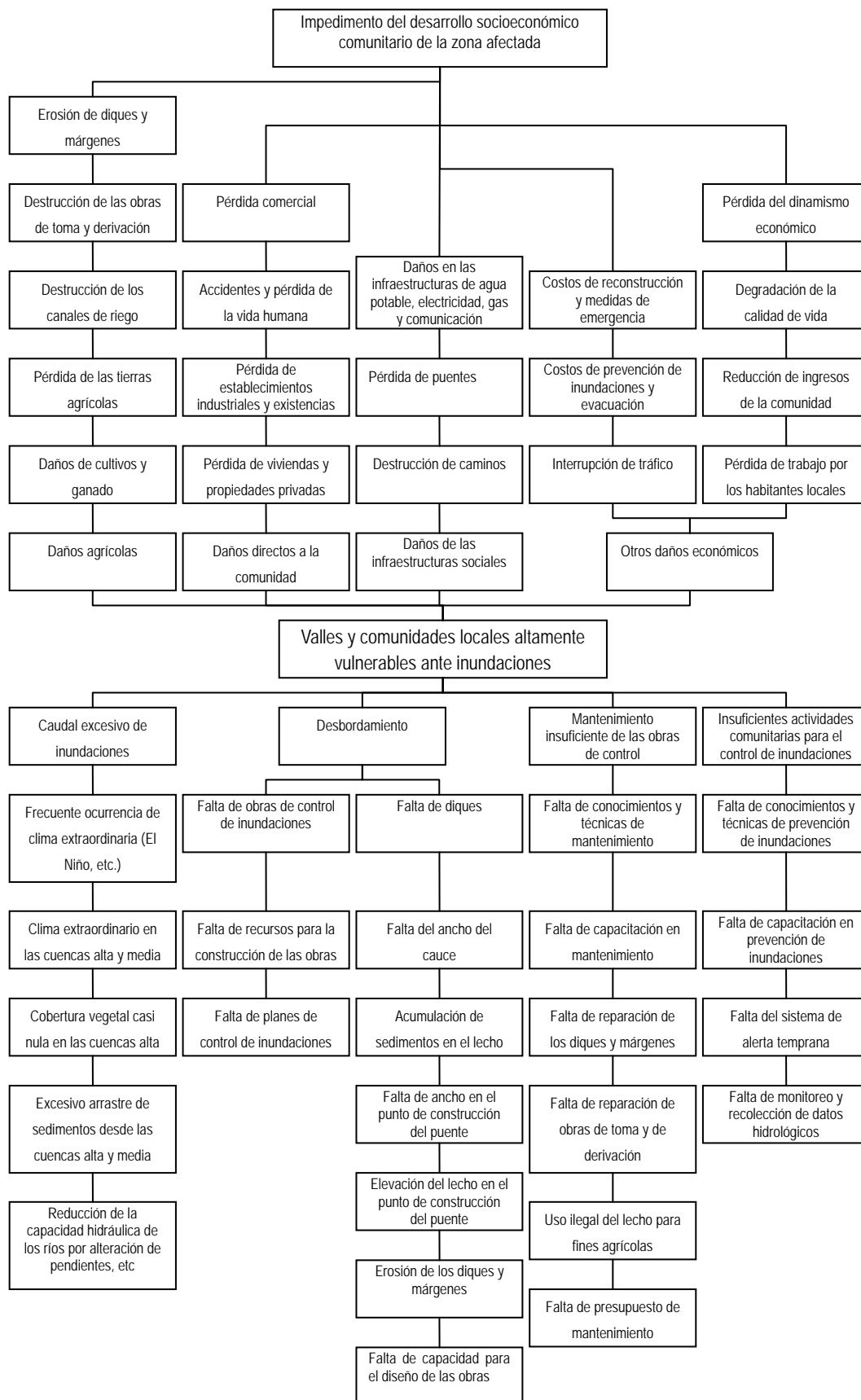


Figura 3.2.4-1 Árbol de causas y efectos

3.3 Objetivo del Proyecto

El impacto final que el Proyecto contempla alcanzar es aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones y fomentar el desarrollo socioeconómico local.

3.3.1 Medidas de solución al problema principal

(1) Objetivo principal

Aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones.

(2) Medidas directas e indirectas

En la Tabla 3.3.1-1 se plantean las medidas de solución directas e indirectas al problema.

Tabla 3.3.1-1 Medidas de solución directas e indirectas al problema

Medida directa	1. Analizar y aliviar el caudal excesivo de inundaciones	2. Prevenir desbordamiento	3. Cumplimiento cabal de mantenimiento de las obras de control de inundaciones	4. Incentivar la prevención de inundaciones comunitaria
Medidas indirectas	1.1 Analizar el clima extraordinaria (El Niño, etc.)	2.1 Construir obras de control de inundaciones	3.1 Reforzar conocimientos y técnicas de mantenimiento	4.1 Reforzar conocimientos y técnicas de prevención de inundaciones
	1.2 Analizar precipitaciones extraordinarias en las cuencas alta y media	2.2 Proporcionar recursos para la construcción de las obras	3.2 Reforzar capacitación en mantenimiento	4.2 Ejecutar capacitación en prevención de inundaciones
	1.3 Plantar vegetación en las cuencas alta y media	2.3 Elaborar planes de control de inundaciones en las cuencas	3.3 Mantener y reparar los diques y márgenes	4.3 Construir el sistema de alerta temprana
	1.4 Aliviar el excesivo arrastre de sedimentos desde las cuencas alta y media	2.4 Construir diques	3.4 Reparar las obras de toma y de derivación	4.4 Reforzar el monitoreo y recolección de datos hidrológicos
	1.5 Tomar medidas para aliviar la reducción de la capacidad hidráulica de los ríos por alteración de pendientes, etc.	2.5 Ampliar el ancho del cauce	3.5 Controlar el uso ilegal del lecho para fines agrícolas	
		2.6 Excavación del lecho	3.6 Aumentar el presupuesto de mantenimiento	
		2.7 Ampliar el río en el punto de construcción del puente		
		2.8 Dragado en el punto de construcción del puente		
		2.9 Controlar la erosión de los diques y márgenes		
		2.10 Reforzar la capacidad para el diseño de las obras		

3.3.2 Impactos esperados por el cumplimiento del objetivo principal

(1) Impacto final

El impacto final que el Proyecto contempla alcanzar es aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones y fomentar el desarrollo socioeconómico local.

(2) Impactos directos e indirectos

En la Tabla 3.3.2-1 se plantean los impactos directos e indirectos esperados al cumplir el objetivo principal para el logro del impacto final.

Tabla 3.3.2-1 Impactos directos e indirectos

Impactos directos	1. Alivio de los daños agrícolas	2. Alivio de los daños directos a la comunidad	3. Alivio de los daños infraestructuras sociales	4. Alivio de otros daños económicos
Impactos indirectos	1.1 Alivio de los daños de cultivos y ganado	2.1 Prevención de la pérdida de viviendas y propiedades privadas	3.1 Prevención de la destrucción de caminos	4.1 Prevención de la interrupción de tráfico
	1.2 Alivio de la pérdida de tierras agrícolas	2.2 Prevención de la pérdida de establecimientos industriales y existencias	3.2 Prevención de la pérdida de puentes	4.2 Reducción de costos de prevención de inundaciones y evacuación
	1.3 Prevención de la destrucción de los canales de riego	2.3 Prevención de accidentes y de la pérdida de la vida humana	3.3 Alivio de los daños en las infraestructuras de agua potable, electricidad, gas y comunicación	4.3 Reducción de los costos de reconstrucción y medidas de emergencia
	1.4 Prevención de la destrucción de las obras de toma y derivación	2.4 Alivio de la pérdida comercial		4.4 Aumento del empleo de la comunidad local
	1.5 Alivio de la erosión de diques y márgenes			4.5 Aumento ingresos de la comunidad
				4.6 Mejoría de la calidad de vida
				4.7 Desarrollo de las actividades económicas

3.3.3 Árbol de medidas – objetivos – impactos

En la Figura 3.3.3-1 se presenta el árbol de medidas – objetivos – impactos.

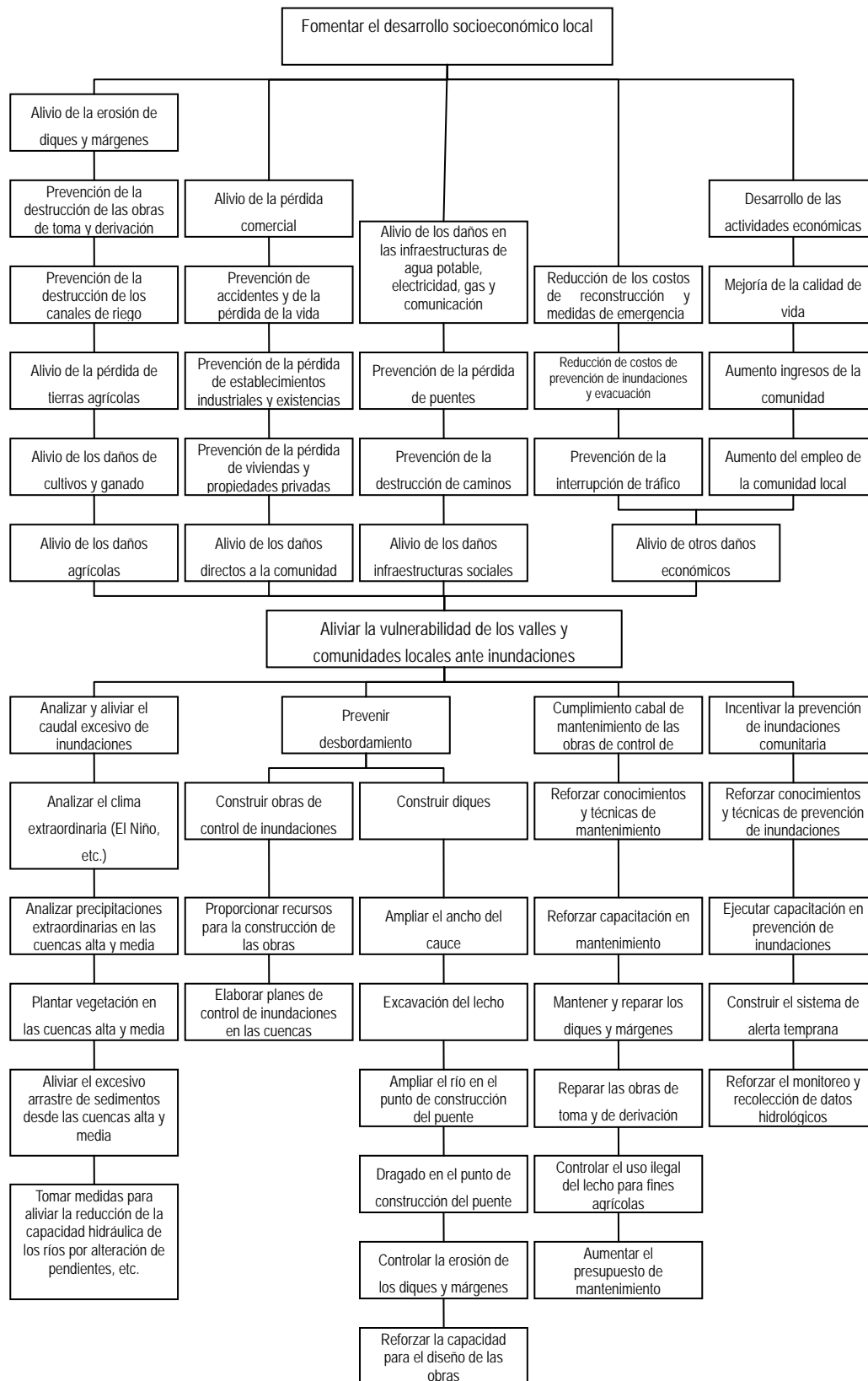


Figura 3.3.3-1 Árbol de medidas – objetivos – impactos

4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

4.1 Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto

El horizonte de evaluación del Proyecto será de 15 años al igual que el horizonte aplicado en el Informe de Perfil del Programa.

4.2 Análisis de Demanda y oferta

Se calculó el nivel de agua teórico en el caso de discurrir el caudal de inundaciones de diseño basándose en los datos del levantamiento transversal del río ejecutado con un intervalo de 500m, en la cuenca del cada río, suponiendo un caudal de inundaciones de diseño igual al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. Luego, se determinó la altura del dique como la suma del nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique.

Ésta es la altura requerida del dique para controlar los daños provocados por las inundaciones de diseño y constituye el indicador de la demanda de la comunidad local.

La altura del dique existente o la altura del terreno actual es la altura requerida para controlar los daños de las inundaciones actuales, y constituye el indicador de la oferta actual.

La diferencia entre la altura del dique de diseño (demanda) y la altura del dique o terreno actual constituye, la diferencia o brecha que hay entre la demanda y la oferta.

En la Tabla 4.2-1 se presentan los promedios del nivel de agua de inundaciones calculado en “3.1.9 Análisis de descarga” con período de retorno de 50 años; de la altura requerida del dique (demanda) para controlar el caudal sumando el nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique; de la altura del dique o del terreno actual (oferta), y la diferencia entre estas dos últimas (diferencia entre demanda-oferta) del río. Asimismo, en la Tabla 4.2-2 se presentan, a modo de ejemplo, estos valores en cada punto. La altura del dique o del terreno actual es mayor que la altura requerida del dique, en determinados puntos. En estos, la diferencia entre la oferta y demanda se consideró nula.

Tabla 4.2-1 Análisis de la demanda y oferta

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
Río Yauca	187.54	183.01	179.03	0.80	179.83	0.21	0.40

Tabla 4.2-2 Demanda y oferta según puntos

Marca de Kilometraje (km)	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con periodo de retorno de 50 años ③	Borodo libre dique ④	Altura requerida dique (demanda) ⑤=③+④	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda ①	M. derecha ②				M. izquierda ⑥=⑤-①	M. derecha ⑦=⑤-②
0.0	4.97	2.94	2.11	0.80	2.91	0.00	0.00
0.5	3.27	1.76	2.37	0.80	3.17	0.00	1.41
1.0	10.87	3.64	3.10	0.80	3.90	0.00	0.26
1.5	4.97	4.97	4.10	0.80	4.90	0.00	0.00
2.0	5.80	7.83	4.90	0.80	5.70	0.00	0.00
2.5	7.47	7.31	6.96	0.80	7.76	0.30	0.45
3.0	14.25	8.72	8.61	0.80	9.41	0.00	0.69
3.5	37.20	10.24	10.62	0.80	11.42	0.00	1.17
4.0	27.20	14.89	13.45	0.80	14.25	0.00	0.00
4.5	41.61	16.73	15.01	0.80	15.81	0.00	0.00
5.0	48.40	18.05	17.08	0.80	17.88	0.00	0.00
5.5	49.60	21.82	20.69	0.80	21.49	0.00	0.00
6.0	66.64	22.59	22.57	0.80	23.37	0.00	0.78
6.5	26.15	27.58	26.44	0.80	27.24	1.10	0.00
7.0	31.56	30.44	29.54	0.80	30.34	0.00	0.00
7.5	35.06	33.45	33.74	0.80	34.54	0.00	1.09
8.0	55.64	36.76	36.54	0.80	37.34	0.00	0.58
8.5	92.42	42.03	40.95	0.80	41.75	0.00	0.00
9.0	47.78	51.89	43.97	0.80	44.77	0.00	0.00
9.5	46.33	47.03	47.70	0.80	48.50	2.16	1.47
10.0	63.63	57.95	50.05	0.80	50.85	0.00	0.00
10.5	54.18	54.90	54.33	0.80	55.13	0.95	0.23
11.0	58.49	57.64	58.23	0.80	59.03	0.55	1.39
11.5	67.51	65.23	62.01	0.80	62.81	0.00	0.00
12.0	78.41	69.53	64.45	0.80	65.25	0.00	0.00
12.5	80.32	87.31	68.29	0.80	69.09	0.00	0.00
13.0	71.34	71.52	71.17	0.80	71.97	0.63	0.45
13.5	83.84	83.32	75.46	0.80	76.26	0.00	0.00
14.0	79.35	78.03	78.67	0.80	79.47	0.12	1.45
14.5	94.44	83.42	83.15	0.80	83.95	0.00	0.53
15.0	103.94	85.08	86.11	0.80	86.91	0.00	1.83
15.5	91.45	93.23	90.89	0.80	91.69	0.24	0.00
16.0	103.13	94.80	95.66	0.80	96.46	0.00	1.66
16.5	101.27	99.13	99.45	0.80	100.25	0.00	1.12
17.0	105.25	104.77	105.16	0.80	105.96	0.71	1.19
17.5	117.49	114.65	109.53	0.80	110.33	0.00	0.00
18.0	115.48	124.95	112.85	0.80	113.65	0.00	0.00
18.5	120.59	118.49	117.47	0.80	118.27	0.00	0.00
19.0	122.18	122.34	121.71	0.80	122.51	0.32	0.17
19.5	128.61	130.38	127.62	0.80	128.42	0.00	0.00
20.0	132.85	134.29	132.42	0.80	133.22	0.37	0.00
20.5	136.79	141.05	137.34	0.80	138.14	1.34	0.00
21.0	146.87	158.06	141.99	0.80	142.79	0.00	0.00
21.5	152.18	167.34	147.07	0.80	147.87	0.00	0.00
22.0	166.56	166.11	151.74	0.80	152.54	0.00	0.00
22.5	167.23	176.01	157.30	0.80	158.10	0.00	0.00
23.0	200.98	174.62	162.00	0.80	162.80	0.00	0.00
23.5	179.36	168.30	167.46	0.80	168.26	0.00	0.00
24.0	192.88	172.51	172.67	0.80	173.47	0.00	0.96
24.5	177.96	190.53	177.87	0.80	178.67	0.71	0.00
25.0	207.59	202.14	183.38	0.80	184.18	0.00	0.00
25.5	207.43	215.11	188.96	0.80	189.76	0.00	0.00
26.0	238.50	207.55	193.98	0.80	194.78	0.00	0.00
26.5	208.54	208.50	201.43	0.80	202.23	0.00	0.00
27.0	217.45	208.19	208.06	0.80	208.86	0.00	0.68
27.5	222.97	215.11	213.55	0.80	214.35	0.00	0.00
28.0	231.57	220.68	219.73	0.80	220.53	0.00	0.00
28.5	237.11	230.00	226.05	0.80	226.85	0.00	0.00
29.0	233.54	236.00	233.35	0.80	234.15	0.61	0.00
29.5	243.36	239.69	239.11	0.80	239.91	0.00	0.22
30.0	247.66	246.30	246.24	0.80	247.04	0.00	0.74
30.5	254.22	253.31	252.58	0.80	253.38	0.00	0.07
31.0	262.98	262.55	258.54	0.80	259.34	0.00	0.00
31.5	268.93	264.18	264.74	0.80	265.54	0.00	1.37
32.0	271.56	271.80	270.59	0.80	271.39	0.00	0.00
32.5	294.15	281.23	277.73	0.80	278.53	0.00	0.00
33.0	289.54	285.00	283.63	0.80	284.43	0.00	0.00
33.5	314.58	292.43	291.29	0.80	292.09	0.00	0.00
34.0	301.91	300.00	298.40	0.80	299.20	0.00	0.00
34.5	309.96	303.26	304.17	0.80	304.97	0.00	1.71
35.0	309.63	308.91	309.80	0.80	310.60	0.97	1.69
35.5	316.12	315.88	316.26	0.80	317.06	0.94	1.18
36.0	321.67	322.81	321.73	0.80	322.53	0.86	0.00
36.5	327.48	342.42	326.88	0.80	327.68	0.20	0.00
37.0	333.64	332.74	333.85	0.80	334.65	1.01	1.90
37.5	340.40	339.28	339.41	0.80	340.21	0.00	0.93
38.0	350.09	345.56	345.70	0.80	346.50	0.00	0.93
38.5	351.81	352.28	352.26	0.80	353.06	1.25	0.78
39.0	386.18	358.72	357.64	0.80	358.44	0.00	0.00
39.5	364.24	363.43	364.22	0.80	365.02	0.78	1.59
40.0	371.86	370.50	369.82	0.80	370.62	0.00	0.12
40.5	376.35	375.80	375.71	0.80	376.51	0.16	0.71
41.0	384.23	389.63	381.90	0.80	382.70	0.00	0.00
41.5	395.43	406.83	388.05	0.80	388.85	0.00	0.00
42.0	406.80	394.91	393.12	0.80	393.92	0.00	0.00
42.5	410.39	408.45	399.38	0.80	400.18	0.00	0.00
43.0	405.33	418.83	404.79	0.80	405.59	0.26	0.00
43.5	410.55	423.82	410.54	0.80	411.34	0.78	0.00
44.0	417.99	417.91	418.22	0.80	419.02	1.04	1.11
44.5	438.95	424.57	424.52	0.80	425.32	0.00	0.75
45.0	431.48	431.34	431.86	0.80	432.66	1.18	1.32
45.5	438.56	438.49	438.89	0.80	439.69	1.12	1.20
46.0	447.75	446.76	446.80	0.80	447.60	0.00	0.84
Promedio	187.54	183.01	179.03	0.80	179.83	0.21	0.40

4.3 Planeamiento Técnico de las Alternativas

4.3.1 Medidas estructurales

Como medidas estructurales, ha sido necesario elaborar un plan de control de inundaciones para toda la cuenca. En la sección posterior 4.12 “Plan de mediano y largo plazo”, 4.12.1 “Plan General de Control de Inundaciones” se detallan los resultados del análisis. Dicho plan propone construir diques para el control de inundaciones de toda la cuenca. Sin embargo, en el caso de la cuenca del río Majes-Camaná, se requiere implementar un gran proyecto invirtiendo un costo sumamente alto, mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar esta propuesta. Por lo tanto, suponiendo que los diques para controlar las inundaciones de toda la cuenca serán construidos progresivamente dentro de un plan de mediano y largo plazo, aquí se enfocó el estudio en las obras más urgentes y prioritarias para el control de inundaciones.

(1) Caudal de inundaciones de diseño

La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas elaborada por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) recomienda realizar el análisis comparativo de diferentes períodos de retorno: 25 años, 50 años y 100 años para el área urbana, y 10 años, 25 años y 50 años para el área rural y las tierras agrícolas.

Considerando que el presente Proyecto se orienta a la protección del área rural y de las tierras agrícolas, el análisis comparativo se hará para las inundaciones de diseño con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años. El caudal de inundaciones de diseño se definió en las inundaciones máximas de período de retorno de 50 años siguiendo lo estipulado en la Guía.

Período de retorno de 10 años	90 m ³ /s
Período de retorno de 25 años	167 m ³ /s
Período de retorno de 50 años	263 m ³ /s

(2) Levantamiento topográfico

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico en los lugares seleccionados para la ejecución de las medidas estructurales (Tabla 4.3.1-1). El diseño preliminar de las obras de control se basó en estos resultados de levantamiento topográfico.

Tabla 4.3.1-1 Perfil del levantamiento topográfico

Ríos	Ubicación (No.)	Instalaciones	Lv. Topo.	Levantamiento transversal (S=1/200)		
			(ha)	No. de línea	Long. media (m)	Long. total (m)
Yauca	Ya-1	Dique	5.0	11	50.0	550
	Ya-2	Dique & excavación	10.0	6	200.0	1,200
	Ya-3	Dique	12.5	26	50.0	1,300
	Ya-4	Reservorio	10.0	6	200.0	1,200
	Ya-5	Dique	2.5	6	50.0	300
	Ya-6	Dique	2.0	5	50.0	250
Total			42.0	60		4,800

(3) Selección de las obras de control de inundaciones prioritarias

1) Lineamientos básicos

Para la selección de las obras prioritarias de control de inundaciones, se basaron en los siguientes elementos.

- Demanda de la comunidad local (basada en los daños históricos de inundaciones)
- Falta de la capacidad hidráulica (incluyendo los tramos afectados por la socavación)
- Condiciones de la zona adyacente (condiciones del área urbana, tierras de cultivo, etc.)
- Condiciones de inundación (extensión de del agua desbordada conforme los resultados del análisis de inundaciones)
- Condiciones sociales y ambientales (importantes instalaciones locales, etc.)

Se realizó una evaluación integral de los cinco elementos antes mencionados tomando en cuenta los resultados del levantamiento del río, estudio en campo, evaluación de la capacidad hidráulica, análisis de desbordamiento, entrevistas (a las comisiones de regantes, autoridades locales, datos históricos de los daños de inundación, etc.) y se seleccionaron los sitios donde se deben ejecutar las obras prioritarias de control de inundación (sitios que han tenido mayor puntaje en la evaluación integral).

Concretamente, dado que el levantamiento del río, la evaluación de la capacidad hidráulica y el análisis de desbordamiento han sido realizados a cada 500 metros de intervalo (sección), la evaluación integral se realizó también para tramos de 500 metros. Estos tramos fueron evaluados en escalas de 1 a 3 (0 punto, 1 punto y 2 puntos), y los tramos cuya suma superaron 6 puntos, han sido seleccionados como sitios prioritarios. El límite interior (6 puntos) ha sido determinado tomando en cuenta también el presupuesto disponible del Proyecto en general.

En la Tabla 4.3.1-2 se presentan los aspectos evaluados y los criterios de evaluación.

Tabla 4.3.1-2 Aspectos y criterios de evaluación

Aspectos de evaluación	Descripción	Criterios de evaluación
Demanda de los habitantes locales	<ul style="list-style-type: none"> ● Daños de inundaciones en el pasado ● Demanda de los habitantes y productores locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Tramos que han tenido grandes inundaciones en el pasado y que hay una gran demanda por parte de la comunidad local (2 puntos) • Demanda de los habitantes locales (1 punto)
Falta de capacidad hidráulica del río (tramos socavados)	<ul style="list-style-type: none"> ● Posibilidad de desbordarse el río por falta de la capacidad hidráulica ● Posibilidad de derrumbarse el dique por socavación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tramos de capacidad hidráulica particularmente reducida (que se desborda con crecidas con período de retorno de 10 años o menos) (2 puntos) • Tramos de reducida capacidad hidráulica (período de retorno de menos de 25 años) (1 punto)
Condiciones de las áreas circundantes	<ul style="list-style-type: none"> ● Tierras de cultivo grandes, etc. ● Zona urbana, etc. ● Evaluación de las tierras e infraestructuras cercanas al río. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tramos donde se extienden grandes tierras de cultivo (2 puntos) • Tramos donde existen tierras de cultivo con poblados mezclados, o gran área urbana (2 puntos) • La misma configuración que lo anterior, pero con menor escala (1 punto)
Condiciones de desbordamiento	<ul style="list-style-type: none"> ● Magnitud de desbordamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Donde el desbordamiento se extiende en superficie extensa (2 puntos) • Donde el desbordamiento se limita en una determinada área (1 punto)
Condiciones socio-ambientales (estructuras importantes)	<ul style="list-style-type: none"> ● Bocatomas del sistema de riego, agua potable, etc. ● Puentes y caminos principales (Carretera Panamericana, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Donde existen infraestructuras importantes para la zona (2 puntos) • Donde existen infraestructuras importantes (pero menos que las primeras) para la zona (caminos regionales, pequeñas bocatomas, etc.) (1 punto)

2) Resultados de selección

En la Figura 4.3.1-1 se muestran los resultados de la evaluación en cada tramo del río, así como los resultados de selección de las obras prioritarias de control de inundación.

【CRITERIO DE SELECCION (Río Yauca)】

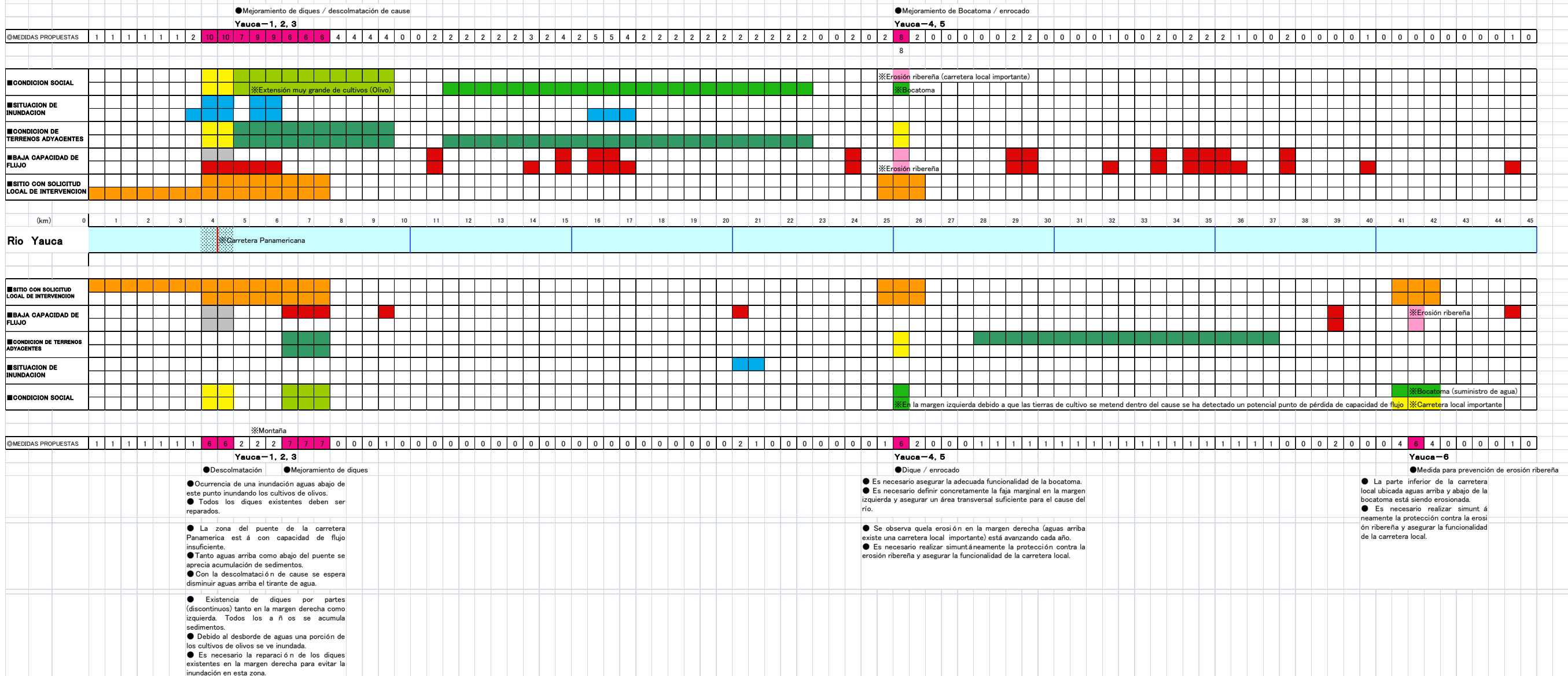


Figura 4.3.1-1 Resultados de selección de las obras prioritarias de control de inundación en el río Yauca

3) Fundamentos de selección

En la Tabla 4.3.1-3 se presentan los fundamentos de selección de cada obra.

Tabla 4.3.1-3 Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras

No	Ubicación de obras	Fundamentos de selección
Ya-1		<p>El Río Yauca se caracteriza por su tendencia de desbordarse el agua a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha.</p> <p>El dique existente en este tramo puede destruirse por la erosión causada durante las crecidas, debiendo por lo tanto ejecutar las obras de reparación y de protección de márgenes.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El agua desbordada desde el tramo inferior a este sitio arrasó el olivar. ● Tramo donde se debe reparar el dique existente. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tierras agrícolas de la margen derecha del tramo en cuestión.
Ya-2	km3,5-km7,5 (margen derecha)	<p>El agua se desborda a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha.</p> <p>Se requiere ejecutar la descolmatación del lecho para mantener la capacidad hidráulica necesaria alrededor del puente.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tramo angosto (donde está el puente camino) en el que la capacidad hidráulica es reducido. ● Tramo en el que se han acumulado los sedimentos en el tramo superior debido a la angostura. ● Tramo en el que se puede reducir el nivel de agua en el tramo superior por la descolmatación del lecho. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tierras agrícolas de la margen derecha del tramo en cuestión.
Ya-3		<p>El agua se desborda a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha.</p> <p>El dique existente en este tramo puede destruirse por la erosión causada durante las crecidas, debiendo por lo tanto ejecutar las obras de reparación y de protección de márgenes.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los diques a ambas márgenes son parciales. Anualmente se amontonan los sedimentos de manera empírica. ● Las inundaciones arrasan parte de los olivares. ● Tramo donde se requiere reparar los diques existentes para controlar el desbordamiento en la margen derecha. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tierras agrícolas de la margen derecha del tramo en cuestión.
Ya-4	km25,0-km25,7 (total)	<p>La bocatoma de este tramo no está funcionando adecuadamente por la acumulación de sedimentos. La propiedad privada de la margen izquierda se extiende hacia el río, acelerando más la entrada directa del flujo de crecida a la bocatoma que está al lado opuesto. Por lo tanto, es necesario modificar la</p>

		<p>sección del curso del río considerando el régimen hídrico del tramo en su conjunto.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Tramo donde es importante proteger el funcionamiento de la bocatoma. ●Tramo donde es importante mantener la sección del río demarcando la parte del río de la margen izquierda. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○Bocatoma
Ya-5		<p>Este tramo traza una curva y el flujo rápido de la margen derecha está causando la erosión de la margen. De no tomarse alguna medida adecuada, la margen erosionada puede perturbar la circulación del camino regional ubicado en el tramo superior de la margen derecha. Por lo tanto, se considera necesario tomar medidas de control de erosión, como por ejemplo, las obras de protección de márgenes para proteger el camino.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Erosión progresiva de la margen derecha (en el tramo superior se ubica el camino principal) ●Tramo en el que debe realizar simultáneamente las obras de control de erosión de márgenes y de conservación del funcionamiento del camino regional. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○Camino regional de la margen derecha del tramo en cuestión.
Ya-6	km40,9-km41,3 (margen izquierda)	<p>La bocatoma ubicada en la cuenca alta del Río Yauca es una obra importante para asegurar el agua potable para la población local. Sin embargo, la erosión sigue afectando la margen izquierda aguas arriba de la bocatoma, afectando también la circulación del camino regional ubicado en el tramo superior de la margen izquierda. Por lo tanto, es urgente tomar medidas de control de erosión en este tramo.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Tramo donde la base del camino que recorre aguas arriba y abajo de la bocatoma se encuentra erosionada. ●Tramo en el que debe realizar simultáneamente las obras de control de erosión de márgenes y de conservación del funcionamiento del camino regional. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○Bocatoma ○Camino regional de la margen izquierda del tramo en cuestión

4) Comparación de alternativas

En la Tabla 4.3.1-4 se presenta una comparación de alternativas par la selección de las obras prioritarias de control de inundaciones.

Tabla 4.3.1-4 Comparación de alternativas

No	Ubicación de obras	Propuesta adoptada	Propuesta rechazada
Ya-1 Ya-2 Ya-3	km3,5–km7,5 (total)	Propuesta de construcción de dique y descolmatación Consiste en asegurar la capacidad hidráulica aprovechando efectivamente el dique existente. En el tramo del puente Panamericana se realizará la descolmatación no así la ampliación del cauce.	Propuesta de construcción de dique y ampliación del río Consiste en asegurar la capacidad hidráulica aprovechando efectivamente el dique existente. En el tramo del puente Panamericana se realizará también la ampliación del cauce. El puente constituye el cuello de botella, por lo que la ampliación del río en este tramo permitirá dejar fluir las crecidas, pero la ampliación de este tramo no es viable.
Ya-4 Ya-5	km25,0–km25,7 (total)	Propuesta de protección de la bocatoma y control de erosión La bocatoma existente no está funcionando adecuadamente por la acumulación de sedimentos. La propiedad privada de la margen izquierda se extiende hacia el río, acelerando más la entrada directa del flujo de crecida a la bocatoma que está al lado opuesto. Por lo tanto, es necesario modificar la sección del río considerando el régimen hídrico del tramo en su conjunto. En la margen derecha aguas arriba de este tramo recorre una carretera. Es necesario tomar alguna medida de control de erosión ribereña, como por ejemplo la protección de margen.	Propuesta de ampliación del río Consiste en mantener la fluidez del agua aprovechando aún más las tierras de cultivo de la margen izquierda. Actualmente, es necesario actuar de manera oportuna porque el propietario está ampliando su tierra de cultivo con recursos propios. Es probable que no se llegue a un acuerdo con el propietario (problema del terreno.)
Ya-6	km40,9–km41,3 (margen izquierda)	Propuesta de protección de la bocatoma y control de erosión Consiste en construir obras de control de erosión de la arenisca, aguas arriba, para proteger la bocatoma (del sistema de agua potable), así como la circulación de la carretera regional.	Propuesta de ampliación del río Consiste en mantener la fluidez del agua aprovechando aún más las tierras de cultivo de la margen derecha. Es probable que no se llegue a un acuerdo con el propietario (problema del terreno.)

(4) Ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones

En la Figura 4.3.1-2 se indica la ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones en la cuenca de Río Yauca.

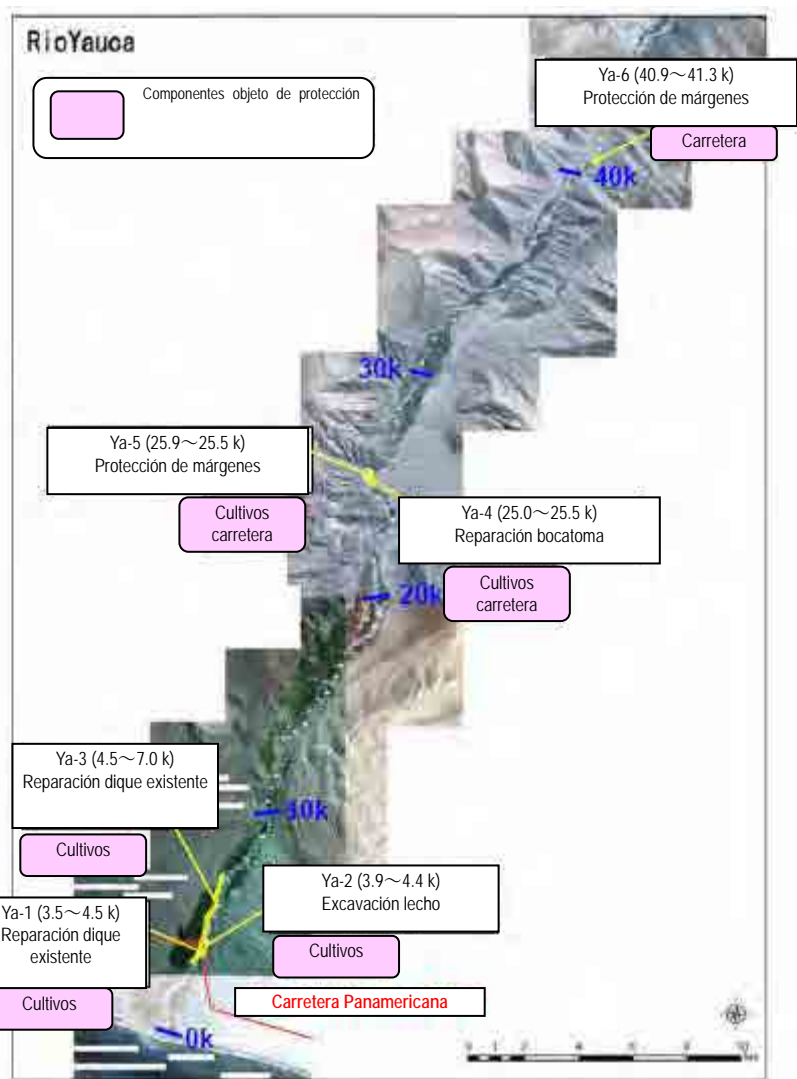


Figura 4.3.1-2 Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Yauca

(5) Planificación y diseño de obras

1) Sección normal del dique

i) Ancho de la corona (Normas para caminos regionales)

El ancho de la corona del dique se definió en 4 metros, considerando la estabilidad del dique frente a las crecidas de diseño, ancho del dique existente, ancho del camino de acceso o de comunicación local.

ii) Estructura de los diques

La estructura del dique ha sido diseñada en forma empírica, tomando en cuenta los desastres históricos, condiciones del suelo, condiciones de las zonas circundantes, etc.

Los diques son de tierra en todas las cuencas. Si bien es cierto que se observa alguna diferencia en su estructura según zonas, se puede resumir de la siguiente manera, con base en la información proporcionada por los administradores entrevistados.

- ① La pendiente del talud es en su mayoría de 1:2 (relación vertical: horizontal), pudiendo variar su forma según ríos y zonas.
- ② Los materiales del dique son obtenidos del lecho del río de la zona. Por lo general son de arena/ grava ~ suelo arenoso con grava, de reducida plasticidad. En cuanto a la resistencia

de los materiales, no se puede esperar un alto grado de cohesividad.

- ③ La cuenca del Río Cañete está constituido por suelo gravoso con pedrecillas de tamaño variado, relativamente bien compactado.
- ④ El tramo inferior de la presa Sullana del Río Chira está constituido por suelo arenoso con limo. Los diques han sido diseñados con estructura tipo “zonal” donde se colocan los materiales relativamente poco permeables entre el dique y el río, y los materiales altamente permeables detrás del dique. Sin embargo, en realidad dada la dificultad de obtener los materiales poco permeables, se escuchó que no se está haciendo una rigurosa clasificación granulométrica de materiales al momento de la ejecución de las obras.
- ⑤ Al investigar los tramos afectados, no se han encontrado diferencias significativas en los materiales del dique o en el suelo entre los tramos rotos y no rotos del dique. Por lo tanto, la principal causa de la destrucción ha sido el desbordamiento del agua.
- ⑥ Existen espigones en los ríos Chira y Cañete, y muchos de ellos están destruidos. Estos están constituidos por grandes piedras, con relleno de arena y tierra en algunos casos, por lo que la destrucción puede haber sido provocado por la pérdida del material de relleno.
- ⑦ Existen obras de protección de márgenes ejecutadas con grandes piedras en la desembocadura del Río Pisco. Esta estructura es sumamente resistente según la información del administrador. Los materiales han sido obtenidos de canteras que están a 10 km aproximadamente del sitio.

Por lo anterior, se propone que el dique tenga la siguiente estructura.

- ① Los diques serán conformados con los materiales disponibles localmente (lecho o márgenes del río). En este caso, el material sería suelo de arena y grava o suelo arenoso con grava, de alta permeabilidad.
- ② La pendiente de talud del dique será de entre $30^\circ \sim 35^\circ$ (ángulo de fricción interna) si se va a trabajar con suelo arenoso poco cohesivo. La pendiente estable de talud de un terraplén ejecutado con materiales no cohesivos se determina como: $\tan\theta = \tan\phi/n$ (Donde “ θ ” es pendiente de talud; “ ϕ ” es ángulo de fricción interna y “ n ” es factor de seguridad 1,5).
La pendiente estable necesaria para un ángulo de fricción interna de 30° se determina como: $V:H=1:2,6$ ($\tan\theta=0,385$).
Tomando en cuenta este valor teórico, se adoptó una pendiente de talud de 1:3,0 que es menos inclinado que los diques existentes, considerando los resultados del análisis de descarga, el tiempo prolongado del caudal de crecidas de diseño (más de 24 horas), el hecho de que muchos de los diques con pendiente de 1:2 han sido destruidos, y la resistencia relativa en caso de desbordamiento por crecidas anormales.
- ③ El talud del dique por el lado del río deberá ser protegida, porque debe soportar un flujo de agua veloz debido a la pendiente relativamente acentuada del lecho. Esta protección será ejecutada utilizando bolones o piedras grandes que son fáciles de conseguir localmente, dado que es difícil conseguir bloques de hormigón continuos.
El tamaño del material se determinó entre 30cm y 1m de diámetro, con un espesor mínimo de protección de 1m, aunque estos valores serán determinados en base en la velocidad de flujo de cada río.

iii) Libre bordo del dique

El dique es conformado con materiales de tierra, y como tal, por lo general es una estructura sumamente débil ante desbordamiento. Por lo tanto, se requiere prevenir que el agua se desborde, a una crecida menor a la crecida de diseño, siendo necesario mantener un determinado libre bordo ante un eventual aumento de nivel de agua por las olas producidas por el viento durante las crecidas, oleaje, salto hidráulico, etc. Asimismo, es necesario que los diques tengan suficiente

altura para garantizar la seguridad de las actividades de vigilancia y control de inundaciones, eliminación de troncos y otros materiales arrastrados, etc.

En la Tabla 4.3.1-5 se muestran las pautas aplicadas en Japón en relación con el libre bordo. Si bien es cierto que en el Perú no existe una norma sobre el libre bordo, se ha decidido aplicar las mismas normas aplicadas en Japón considerando que los ríos de ambos países se asemejan.

Tabla-4.3.1-5 Caudal de crecidas de diseño y libre bordo

Caudal de crecidas de diseño	Altura a agregar al nivel de crecidas de diseño
Menos de 200 m ³ /s	0,6m
Más de 200 m ³ /s, menos de 500 m ³ /s	0,8m
Más de 500 m ³ /s, menos de 2,000 m ³ /s	1,0 m
Más de 2,000 m ³ /s, menos de 5,000 m ³ /s	1,2 m
Más de 5,000 m ³ /s, menos de 10,000 m ³ /s	1,5 m
Más de 10,000 m ³ /s	2,0 m

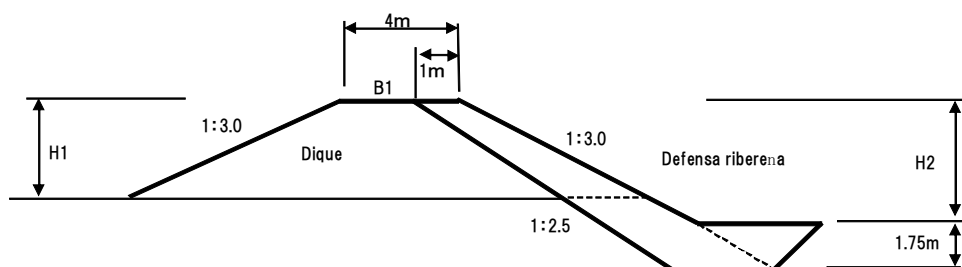


Figura 4.3.1-3 Sección normal del dique

2) Principales pautas de la planificación y diseño de las obras prioritarias de control de inundaciones

En la Tabla 4.3.1-6 se presentan las principales pautas de planificación y diseño de las obras prioritarias de control de inundaciones.

Tabla 4.3.1-6 Planificación y diseño de las obras prioritarias de control de inundaciones

Ríos	Puntos críticos			Problemas	Elementos a proteger	Medidas propuestas	Descripción del plan y diseño de cada obra
Río Yauca	1	4.5k más abajo	Río de desbordamiento	El agua desbordada desde el tramo inferior a este sillo arrasó el olivar.	Cultivos (olivos)	• Reparación dique	El Río Yauca se caracteriza por su tendencia de desbordarse el agua a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha. El dique existente en este tramo puede destruirse por la erosión causada durante las crecidas, debiendo por lo tanto ejecutar las obras de reparación y de protección de márgenes. ● El agua desbordada desde el tramo inferior a este sillo arrasó el olivar. ● Tramo donde se debe reparar el dique existente.
	2	4.1km	Estructura de represa	Falta de capacidad hidráulica en el sillo del puente de la Carretera Panamericana. Sedimentación aguas arriba y abajo del puente.		• Descolmatación de cauce	El agua se desborda a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha. Se requiere ejecutar la descolmatación del lecho para mantener la capacidad hidráulica necesaria alrededor del puente. ● Tramo angosto (donde está el puente camino) en el que la capacidad hidráulica es reducido. ● Tramo en el que se han acumulado los sedimentos en el tramo superior debido a la angostura. ● Tramo en el que se puede reducir el nivel de agua en el tramo superior por la descolmatación del lecho.
	3	4.5-7.0k	Río de desbordamiento Bocanoma	Los diques a ambas márgenes son parciales. Anualmente se amontonan los sedimentos de manera empírica. Las inundaciones arrasan parte de los olivares.		• Reparación dique	El agua se desborda a la altura de 7km desde la desembocadura hacia abajo, inundando las tierras de cultivo de la margen derecha. El dique existente en este tramo puede destruirse por la erosión causada durante las crecidas, debiendo por lo tanto ejecutar las obras de reparación y de protección de márgenes. ● Los diques a ambas márgenes son parciales. Anualmente se amontonan los sedimentos de manera empírica. ● Las inundaciones arrasan parte de los olivares. ● Tramo donde se requiere reparar los diques existentes para controlar el desbordamiento en la margen derecha.
	4	25.0k	Bocanoma	Se quiere maximizar el funcionamiento de la bocanoma existente. La margen opuesta está siendo utilizada para la producción agrícola.	Cultivos (olivos) Carretera	• Reparación bocanoma	La bocanoma de este tramo no está funcionando adecuadamente por la acumulación de sedimentos. La propiedad privada de la margen izquierda se extiende hacia el río, acelerando más la entrada directa del flujo de crecida a la bocanoma que está al lado opuesto. Por lo tanto, es necesario modificar la sección del curso del río considerando el régimen hídrico del tramo en su conjunto. ● Tramo donde es importante proteger el funcionamiento de la bocanoma. ● Tramo donde es importante mantener la sección del río demarcando la parte del río de la margen izquierda.
	5	25.0k	Bocanoma	Erosión progresiva de la margen derecha (en el tramo superior se ubica el camino principal)		• Protección de márgenes	Este tramo traza una curva y el flujo rápido de la margen derecha está causando la erosión de la margen. De no tomarse alguna medida adecuada, la margen erosionada puede perturbar la circulación del camino regional ubicado en el tramo superior de la margen derecha. Por lo tanto, se considera necesario tomar medidas de control de erosión, como por ejemplo, las obras de protección de márgenes para proteger el camino. ● Erosión progresiva de la margen derecha (en el tramo superior se ubica el camino principal) ● Tramo en el que debe realizarse simultáneamente las obras de control de erosión de márgenes y de conservación del funcionamiento del camino regional.
	6	41.1k	Bocanoma	Tramo donde la base del camino que recorre aguas arriba y abajo de la bocanoma se encuentra erosionada.	Carretera	• Protección de márgenes	La bocanoma ubicada en la cuenca alta del Río Yauca es una obra importante para asegurar el agua potable para la población local. Sin embargo, la erosión sigue afectando la margen izquierda aguas arriba de la bocanoma, afectando también la circulación del camino regional ubicado en el tramo superior de la margen izquierda. Por lo tanto, es urgente tomar medidas de control de erosión en este tramo. ● Tramo donde la base del camino que recorre aguas arriba y abajo de la bocanoma se encuentra erosionada. ● Tramo en el que debe realizarse simultáneamente las obras de control de erosión de márgenes y de conservación del funcionamiento del camino regional.

4.3.2 Medidas no estructurales

4.3.2.1 Reforestación y recuperación vegetal

(1) Políticas básicas

El Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal que satisfaga el objetivo del presente Proyecto puede clasificarse en: i) la reforestación a lo largo de las obras fluviales; y ii) la reforestación en la cuenca alta. La primera contribuye directamente al control de inundaciones y manifiesta su efecto en corto tiempo. La segunda requiere de una enorme inversión y un tiempo prolongado, tal como se detallará en el apartado posterior 4.12 “Plan de mediano y largo plazo”, 4.12.2 “Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal”, lo que hace que sea poco viable implementar en el marco del presente Proyecto. Por lo tanto, aquí se enfoca el análisis solo en la opción i).

(2) Plan de reforestación a lo largo de las estructuras fluviales

Esta propuesta consiste en plantar los árboles a lo largo de las estructuras fluviales, tales como obras de protección de márgenes, diques, etc.

- (i) Objetivo: Reducir el impacto del desbordamiento del río cuando ocurre una crecida inesperada o por el estrechamiento del río por la presencia de obstáculos, mediante franjas de vegetación entre el río y los elementos a ser protegidos.
- (ii) Metodología: Crear franjas vegetales de un determinado ancho entre las estructuras fluviales y el río.
- (iii) Ejecución de obras: Plantar vegetación en una parte de las estructuras fluviales (diques, etc.)
- (iv) Mantenimiento después de la reforestación: El mantenimiento será asumido por las comisiones de regantes a su iniciativa propia.

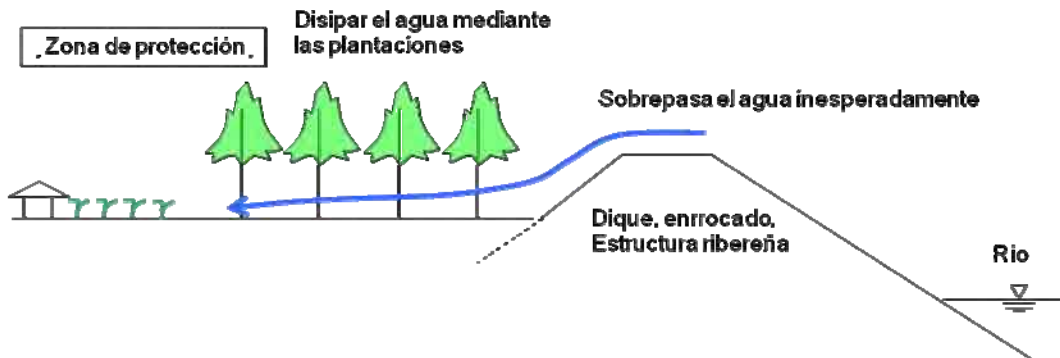


Figura 4.3.2.1-1 Diagrama Conceptual Forestación en las estructuras ribereñas (Tipo A)

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

(3) Metrado para el plan de forestación

1) Estructura (ubicación de la forestación)

En el Perú la ubicación de la forestación más comunes es la de triángulos equiláteros, en el presente proyecto también utiliza este modelo plantando los árboles en un intervalo de 3 metros. En caso que se realice este método, se espera que los árboles lleguen a tener la función de detener o amortiguar hasta piedras de 1m de diámetro, por lo que se cuadruplicará las filas aumentando la efectividad. Sin embargo el objetivo principal es evitar las inundaciones que sobrepase el límite, en caso que la inundación choque directamente con los plantones sembrados, se podría esperar buenos resultados.

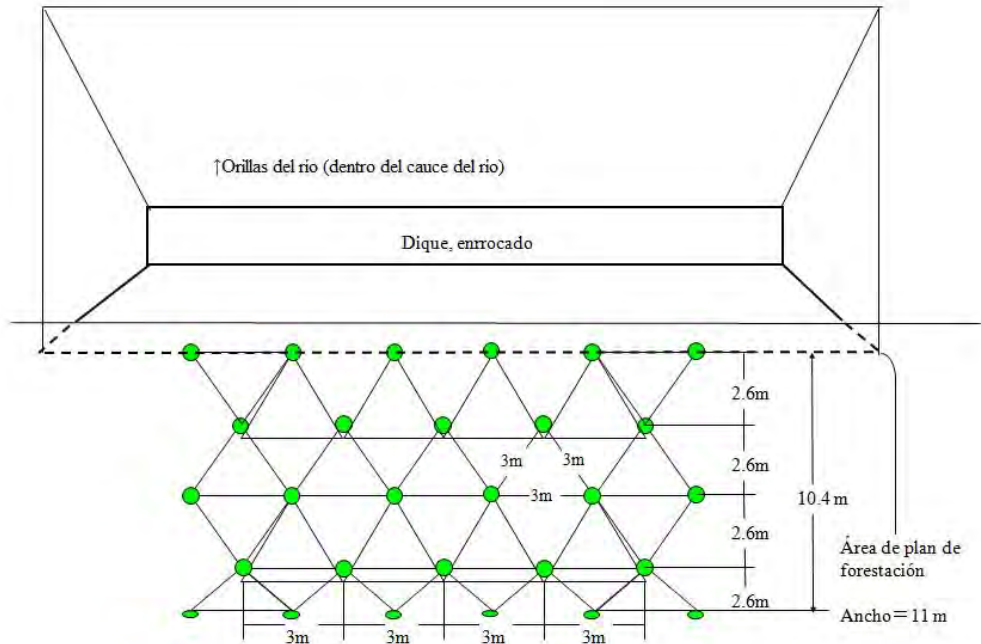


Figura 4.3.2.1-2 Ubicación del diseño del plan de forestación en la estructura ribereña
(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

2) Especies a forestar

Se seleccionaron las especies a plantar a lo largo de los ríos aplicando los siguientes criterios y sometiendo a una evaluación integral.

- 1 Que sean especies arbóreas que por sus propiedades puedan crecer a lo largo del río (preferentemente especies autóctonas de la zona);
- 2 que sean especies cuyos plántones puedan producirse en almácigos;
- 3 que sean especies de madera o frutas útiles;
- 4 que sean especies demandadas por la comunidad local
- 5 que sean especies nativas (preferentemente pero no indispensable)

Después de realizar el reconocimiento en campo, se elaboró, primero, una lista de las especies plantadas o autóctonas de cada zona, y luego una lista de las especies cuyos plántones puedan producirse en almácigos, según las entrevistas a los productores de plántones.

Se dio prioridad a la aptitud a las condiciones locales y a los antecedentes de producción de plántones, dejando al segundo plano su utilidad y demanda o si son especies nativas o no. En la Tabla 4.3.2.1-1 se muestran los criterios de evaluación.

Tabla 4.3.2.1-1 Criterios de evaluación para la elección de las especies forestales

		Criterios para la evaluación				
		1. Adaptación a la zona	2.Experiencia de producción de plántones	3. Uso	4. necesidad de los pobladores	5.Especie local
Puntos de evaluación	A	Verificación in situ (crecimiento natural o reforestada)	Mayor producción	Posibilidad de uso como madera y obtención de los frutos	Necesidad por el comité de Usuarios de agua , entre otros	Especie local
	B	No se ha verificado el crecimiento in situ, sin embargo se adapta en la zona	Producción esporádica	Posibilidad de uso como madera u obtención de los frutos	NO hay necesidad por el Comité de Usuarios de agua	No es especie local
	C	Ninguna de las anteriores	Posible la reproducción pero no es usual	No tiene uso como madera ni fruto	—	—
	D	Desconocido	No se producen	Desconocido	—	—

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Los resultados de la evaluación para la selección de las especies forestales se muestran en la tabla 4.3.2.1-2. El símbolo © marca las principales especies, ○ son las especies que se plantarían con una proporción de 30% a 50%. Esta proporción es para evitar daños irreversibles como es el caso de las plagas lo cuales pueden aniquilar todos los árboles.

Tabla 4.3.2.1-2 Elección de las especies forestales

Cuenca de Yauca: Eucalipto (©), Huarango (○), Casuarina (○)

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

La Cuenca del río Yauca será forestada con Eucalipto. El Eucalipto es un árbol que tiene experiencia de forestación en estas zonas, es una especie que se adapta en la zona y tiene alta demanda por los Comités de Usuarios de agua. El Huarango (*Prosopis limensis*: es como lo conocen en el norte del Perú, proviene de otra semilla) es una especie nativa de la región sur del Perú. Se encuentra plantado a lo largo de la carretera Panamericana. La especie Casuarina se ha plantado por esta zona para la protección de los fuertes vientos y la arena, sobre todo las zonas que se ubican las granjas.

3) **Metrado del Plan de forestación**

En los sitios de obras de protección de márgenes, diques y embalses de arena que serán construidos a lo largo de los ríos, se proyecta reforestar adoptando la disposición descrita en el literal apartado (a). El bosque tendrá 11 metros de ancho, y dentro del embalse de arena, se plantarán los árboles a excepción de la ruta normal de agua.

El volumen de Reforestación y Recuperación vegetal en la Cuenca del río Yauca se muestra en la Tabla 4.3.2.1-3.

Tabla 4.3.2.1-3 Metrado para el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal (A lo largo del río)

N°	Ubic margen	Largo (m)	Ancho (m)	Área (ha)	Cantidad (unid)	Distribución según especies (unidades)			
						Eucalipto	Huarango	Casuarina	(m)
Ya-1	General	1.000	11	1,1	3.256	1.628	977	651	3.256
Ya-2	General			0,0	0	—	—	—	—
Ya-3	General	2.500	11	2,8	8.288	4.144	2.486	1.658	8.288
Ya-4		0	11	0,0	0	—	—	—	—
Ya-5	Derecho	500	11	0,6	1.776	888	533	355	1.776
Ya-6	Derecho	400	11	0,4	1.184	592	355	237	1.184
Cuenca Yauca Total		4.400		4,9	14.504	7.252	4.351	2.901	14.504

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

4) **Lugares sujetos al Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal**

En los lugares sujetos al Plan de Reforestación/Recuperación Vegetal a lo largo de las obras fluviales, la disposición de las estructuras es similar en todos los sitios. Para su disposición, véase el apartado 4.3.1.3(2).

5) **Costos de ejecución del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal**

Los costos de ejecución de obras para el Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal fueron estimados de la siguiente manera:

- Costo unitario de los plántones (precio unitario de plánton + transporte)
- Costo de mano de obra

Los proveedores de plántones pueden ser i) AGRO-RURAL o ii) proveedores privados. Para la reforestación a lo largo de los ríos se compararán a los proveedores privados.

Para la estimación del costo unitario de mano de obra, se propone aplicar el costo unitario de mano de obra común para la reforestación de las riberas.

(i) Costo unitario de los plántones

El costo unitario de los plántones se definió como se indica en la Tabla 4.3.2.1-4, con base en la información obtenida a través de las entrevistas a los proveedores privados. Dado que los precios de los plántones y el costo de transporte varía dependiendo de las empresas, se aplicó el promedio.

Tabla 4.3.2.1-4 Costo unitario de las plantas

(ii) Costo de mano de obra

El rendimiento del trabajo de reforestación se determinó en 40 árboles / persona día, según la información recogida a través de las entrevistas a AGRO-RURAL y a las comisiones de regantes. En la reforestación de riberas, el costo unitario de mano de obra será de 33,6 soles / hombre-día, en la cuenca alta se determinó en 16,8 soles / hombre – día, que corresponde a la mitad de la primera.

(iii) Costo de ejecución de reforestación

En la Tabla 4.3.2.1-5 se muestra el costo directo de ejecución de obras necesarias para el Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal en las riberas.

Tabla 4.3.2.1-5 Costo de ejecución de reforestación

6) Calendario de trabajo

Dado que los bosques ribereños forman parte de las estructuras fluviales, su reforestación estará sujeta al mismo plan de ejecución de obras. Lo ideal es iniciar la plantación inmediatamente antes o al inicio de la época de lluvias, y terminar un mes antes de esta época para favorecer la supervivencia de las plantas. Sin embargo dado que casi no llueve en la zona ribereña, en este caso no existe gran diferencia entre la época de lluvias y seca. Por lo tanto, si bien es cierto que convendría realizar el trasplante en las fechas cuando suben el nivel de agua del río, tampoco habría problema aunque se realizara este trabajo cuando el nivel de agua esté bajo, si por razones del calendario de ejecución de las estructuras fluviales así lo requiera. Solo se requerirá regar durante tres meses después del trasplante utilizando un sistema sencillo de riego por gravedad (con mangueras), hasta que suba el nivel de agua del río.

4.3.2.2 Plan de Control de Sedimentos

(1) Importancia del Plan de Control de Sedimentos

A continuación se presentan los problemas de control de inundaciones en las cuencas seleccionadas. Algunos de ellos se relacionan con el control de sedimentos. En el presente Proyecto se está elaborando un plan de control de inundaciones integral que cubre tanto la cuenca alta como la cuenca baja. El estudio para la elaboración del Plan de Control de Sedimentos abarcó la totalidad de la cuenca.

- Las crecidas provocan el desbordamiento e inundaciones.
- Los ríos tienen una pendiente acentuada de entre 1/30 y 1/300. La velocidad de flujo es alta, así también la capacidad de transporte de sedimentos.
- La acumulación de gran cantidad de sedimentos arrastrados y la consecuente elevación del lecho agravan más los daños de inundaciones.
- Hay una gran cantidad de sedimentos acumulados sobre el lecho formando doble banco de arena. La ruta de agua y el sitio de mayor impacto de las aguas son inestables, provocando alteración de rutas y consecuentemente, también del sitio de mayor impacto de las aguas.
- Las riberas son muy erodibles, provocando la reducción de las tierras agrícolas adyacentes, destrucción de los caminos regionales, etc., por lo que deben ser debidamente protegidas.
- Las grandes piedras y rocas causan daños o destrucción de las bocatomas.

(2) Plan de Control de Sedimentos (medidas estructurales)

Se analizó el plan de control de sedimentos apropiado para el patrón actual de movimiento de los sedimentos. En la Tabla 4.3.2.2-1 se plantean los lineamientos básicos.

Tabla 4.3.2.2-1 Lineamientos básicos del Plan de Control de Sedimentos

Condiciones	Año ordinario	Precipitaciones de período de retorno de 50 años
Arrastre de sedimentos	Erosión de márgenes y variación del lecho	Erosión de márgenes y variación del lecho Flujo de sedimentos desde las quebradas
Medidas	Control de erosión→Protección márgenes Control de variación de lecho→compactación de piso, bandas (compactación de piso en el cono aluvial, bandas)	Control de erosión→ protección de márgenes Control de variación de lecho→compactación de piso, bandas (compactación de piso en el cono aluvial, bandas) Flujo de sedimentos→ protección de ladera, presas de control de sedimentos

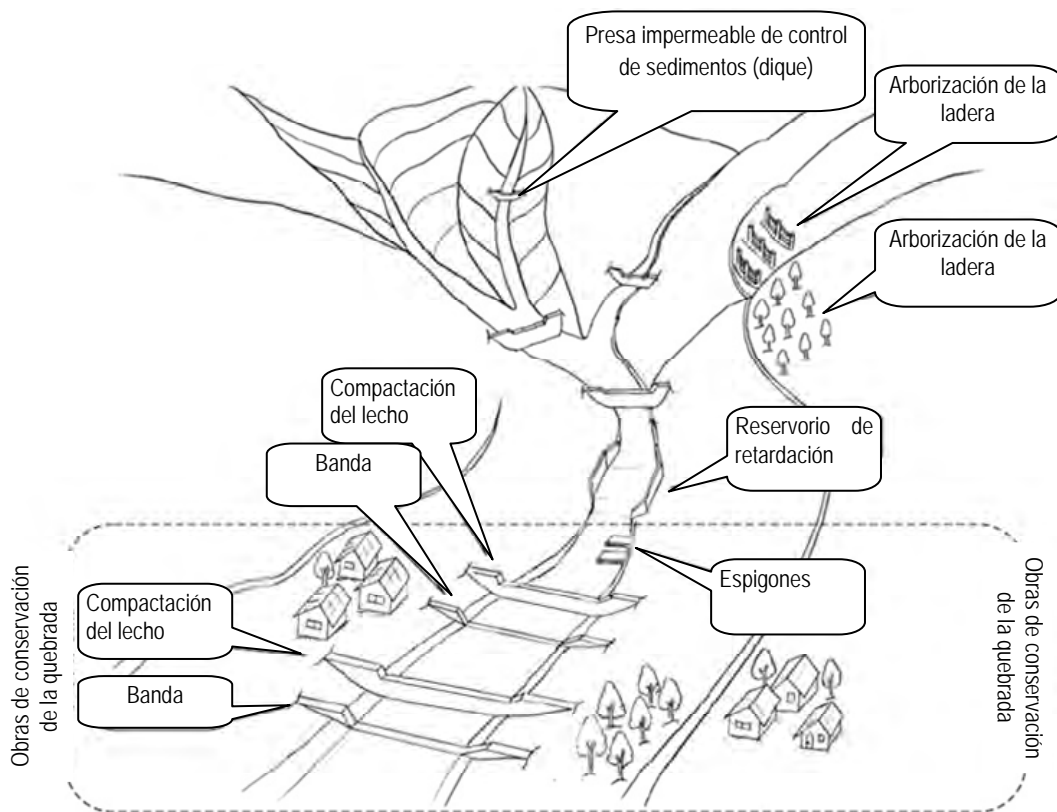


Figura 4.3.2.2-1 Obras de control de sedimentos

1) Plan de control de sedimentos en la cuenca alta

En la sección posterior 4.12 “Plan de mediano y largo plazo” 4.12.3 “Plan de control de sedimentos” se detalla sobre el plan de control de sedimentos que cubre toda la cuenca alta. Este plan requerirá de un tiempo sumamente largo y un enorme costo, lo que hace que sea poco viable su implementación. Por lo tanto, deberá ser ejecutado de manera progresiva en mediano y largo plazo.

2) Plan de control de sedimentos en la cuenca baja

Se observó que en el caso de construir las presas de control de sedimentos que cubre toda la cuenca, se requerirá invertir un enorme costo. Por lo tanto, se realizó el mismo cálculo reduciendo el alcance solo a la cuenca baja del río. En este proceso, se tomaron en cuenta los resultados del análisis de variación de lecho, también incluido en el presente Estudio.

A continuación se presentan los resultados del análisis de la variación del lecho en el Río Yauca.

Volumen total de sedimentos arrastrados (en miles de m ³)	1.192
Promedio anual de sedimentos arrastrados (en miles de m ³)	23,8
Volumen total de variación de lecho (en miles de m ³)	685
Promedio anual de variación de la altura del lecho (m)	0,1

El impacto sobre el lecho del río en la cuenca baja es casi nulo, por lo que se considera innecesario tomar medidas especiales de control de sedimentos.

4.3.3 Asistencia Técnica

En base a las propuestas de medidas para la prevención contra las inundaciones, propone un componente de asistencia técnica C para realizar el fortalecimiento de capacidades para la gestión de riesgo por inundaciones en el Programa.

(1) Objetivo del Componente

El objetivo del componente es “Capacidad adecuada de poblaciones locales y técnicos en aplicación de la gestión de riesgo para reducir daños por inundaciones en las cuencas” en el Programa.

(2) Área de Objetivos

El área objetivo de la implementación del presente componente es Yauca.

En la etapa de la ejecución hay que coordinar la implementación entre las autoridades de las cinco cuencas. Sin embargo, cada autoridad tiene que ejecutar las actividades en consideración con las características de cada cuenca para realizar la implementación adecuada.

(3) Poblaciones Objetivas

Las poblaciones serán representantes de las asociaciones de regantes y otros grupos comunitarios, los gobiernos provinciales y distritales y de la comunidad local de la cuenca del Río Yauca, considerando la limitada capacidad para recibir a los beneficiarios de este componente.

Los participantes son quienes tienen una capacidad para difundir los contenidos de la asistencia técnica a las poblaciones locales en las cinco cuencas.

Además hay que considerar la participación de mujeres porque pocas mujeres participan en las oportunidades de la asistencia técnica hasta ahora.

(4) Actividades

Para realizar el objetivo de la asistencia técnica, las cuatro actividades propone los siguientes: “Curso de conocimiento para actividades de defensa ribereña”, “Curso para prevención y comportamiento post-inundaciones”, “Curso para manejo de cuencas (laderas) para medidas contra sedimentación fluvial” y “Curso para red de informaciones de gestión de riesgos ante inundaciones” en este componente.

1) Actividad 1 “Curso de conocimiento para actividades de defensa ribereña”

- *Curso/Taller: Operación y mantenimiento de Obras*

El objetivo de esta actividad es capacitar los locales relacionados sobre una adecuada operación y mantenimiento de las obras de protección ribereña que se ejecuten con el Programa de Infraestructura de prevención y protección de valles.

- *Curso-Taller: Manejo de plantas ribereñas*
(Prevención y mitigación de tipos de erosión)
(Manejo de recursos naturales)

Ejecutar una sensibilización a la población vulnerable para proteger la flora en los ríos. En particular hay que considerar una actividad de ganaderos porque los ganados afectan mucho a la flora como los cebos de ganados.

2) Actividad 2 “Curso para prevención y comportamiento post-inundaciones”

- *Reunión-Taller: Formular el Plan de Gestión de Riesgo*

Para realizar gestión de riesgo de inundaciones, los beneficiarios como la Población Local, Junta de Usuarios, Gobiernos Distritales, Provinciales y Regionales tienen que elaborar un plan de gestión de riesgo en consideración de las características locales de cada cuenca.

- *Curso detallado*
(Zonificación Ecológica)
(Gestión de Riesgos)
(Gestión de Recursos)

(Formulación de Proyectos)

3) Actividad 3 “Curso para manejo de cuencas (laderas) para medidas contra sedimentación fluvial”

- Técnicas de conservación de valles (laderas)

(Producción de Plantones Forestales)

(Instalación de Plantaciones Forestales)

(Manejo y Conservación de Recursos Forestales)

En vista que el arrastre de los suelos erosionados en las laderas, contribuyen en la colmatación de los cauces de los ríos, se es necesario realizar acciones de capacitación y sensibilización a las poblaciones asentadas en las partes medias y bajas de la cuenca a efectos que ejecuten actividades de conservación de suelos en coordinación con el Programa.

- *Difusión de afiches y tríptico*

Difundir esta técnica mediante la distribución de afiches (almanaques y otras presentaciones) y trípticos a full color para complementar las actividades de ‘Días de campo en ejecución de técnicas de conservación de laderas’.

(5) Costos y Período

Los costos de las actividades se presentan en la Tabla 4.3.3-1. El monto del costo es S. / 129.170 en total.

El período de las actividades es dos años aproximadamente aunque hay que considerar los procesos de las medidas Estructurales y No-Estructurales para la prevención contra inundaciones en el Programa.

Tabla4.3.3-1 Presupuesto de la Asistencia Técnica

(6) Plan de la Implementación

La Dirección de General de Infraestructura Hidráulica (DGIH-MINAG) ejecuta este componente como la unidad ejecutora en cooperación con Dirección Regional de Agricultura (DRA), las Juntas de Usuarios y las Instituciones relacionadas. Para ejecutar las actividades eficientemente hay que considerar los siguientes:

- Para la implementación del presente componente, la DGIH-MINAG coordinará acción con la Unidad de Gestión Central responsable de cada cuenca, y las direcciones regionales de agricultura (DRA).
- Para la administración y gestión del Proyecto, la DGIH-MINAG coordinará acciones con PSI-MINAG (Programa Subsectorial de Irrigaciones que tiene ricas experiencias en proyectos similares).
- Considerando que existen algunos gobiernos locales que han iniciado la elaboración del plan de gestión de crisis similar a través del respectivo comité de defensa civil, bajo el asesoramiento del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y gobiernos locales, la DGIH-MINAG deberá realizar la coordinación para que estos planes sean congruentes con los planes existentes en cada cuenca.
- Los cursos de capacitación serán gestionados y administrados por las asociaciones de regantes (en particular la unidad de desarrollo de capacidades y comunicación) con la colaboración de los gobiernos locales de cada cuenca, para apoyar el desarrollo oportuno en cada localidad.

- Los instructores y los facilitadores de los cursos serán asumidos por los expertos de las direcciones de atención a desastres de cada gobierno provincial, ANA, AGRORURAL, INDECI, etc. y los consultores (nacionales e internacionales)

4.4 Costos

4.4.1 Estimación de costos (a precios privados)

(1) Componentes de los costos del Proyecto

Los costos del Proyecto incluyen los siguientes componentes:

- ① Costos directos de obras = Suma total de la cantidad de obras según tipos \times precio unitario
- ② Obras provisionales comunes = ① \times 10 %
- ③ Costo de construcción - 1 = ① + ②
- ④ Misceláneos = ③ \times 15%
- ⑤ Beneficios = ③ \times 10%
- ⑥ Costo de construcción -2 = ③ + ④ + ⑤
- ⑦ Impuestos = ⑥ \times 18 % (IGV)
- ⑧ Costo de construcción = ⑥ + ⑦
- ⑨ Costo de medidas ambientales = ⑧ \times 1%
- ⑩ Costo de diseño detallado = ⑧ \times 5%
- ⑪ Costo de supervisión de obras = ⑧ \times 10%
- ⑫ Costo del Proyecto = ⑧ + ⑨ + ⑩ + ⑪

(2) Costos directos de obras

En la Tabla 4.4.1-1 se presenta la tabla de resumen del costo directo de obras de las medidas estructurales para la cuenca del Río Yauca.

(3) Costos del Proyecto

El costo del Proyecto se estima en 20,9 millones de soles tal como se muestra en la Tabla 4.4.1-2. Aquí se incluyen los costos de reforestación y recuperación vegetal, construcción del sistema de alerta temprana y de asistencia técnica. El costo de operación y mantenimiento anual de las obras terminadas se supone en 0,5 % del costo del Proyecto.

Tabla 4.4.1-1 Tabla de resumen de costo directo de obras (a precios privados)

Tabla 4.4.1-2 Costo de Proyecto (a precios privados)

4.4.2 Estimación de costos (a precios sociales)

(1) Costos directos de obras

En la Tabla 4.4.2-1 se presenta la tabla de resumen del costo directo de obras de las medidas estructurales para la cuenca del Río Yauca. El costo directo de obras a precios privados fueron convertidos en precios sociales aplicando el factor de conversión.

(2) Costos del Proyecto

El costo del Proyecto se estima en 16,8 millones de soles tal como se muestra en la Tabla 4.4.2-2. Aquí se incluyen los costos de reforestación y recuperación vegetal, construcción del sistema de alerta temprana y de asistencia técnica, previa conversión desde los precios privados.

Tabla 4.4.2-1 Tabla resumen del costo directo de obras (a precios sociales)

Tabla 4.4.2-2 Costo de Proyecto (a precios sociales)

4.5 Evaluación social

4.5.1 Costos a precios privados

(1) Beneficios

Los beneficios del control de inundaciones vienen a ser la reducción de las pérdidas de inundaciones que se lograría con la implementación del Proyecto y se determina por la diferencia entre los montos de pérdida sin y con el Proyecto. Concretamente, para determinar los beneficios que se lograrían con la construcción de obras, se calcula primero el monto de pérdidas por inundaciones de diferentes períodos de retorno (entre 2 y 50 años), suponiendo que las obras de control de inundaciones tendrán una vida útil de 50 años, y luego se determina el monto medio anual de reducción de pérdidas a partir de los montos de pérdidas de diferentes períodos de retorno. La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas, 4.1.2p-105) establece similares procedimientos.

A continuación se describen los procedimientos para determinar los beneficios concretos.

- ① Determinar el monto de pérdidas de inundaciones en el área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre sin el Proyecto para cada período de retorno (entre 2 y 50 años).
- ② Luego, determinar el monto de pérdidas de inundaciones en el área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre al construir las obras prioritarias de control de inundaciones (Yauca 1 al 6).
- ③ Determinar la diferencia entre el ① y el ②. A esto se le suman los beneficios de otras obras diferentes a los diques (bocatomas, protección de caminos y presas, etc.) para determinar el total de beneficios.

Se considerarán como “beneficios del Proyecto” a la suma del monto de pérdidas directas provocadas por el desbordamiento y de las pérdidas indirectas provocadas por la destrucción de las estructuras en los tramos vulnerables (pérdida de tierras de cultivo, interrupción del tráfico, etc.).

1) Método de cálculo del monto de pérdidas

En el presente Estudio se determinó el monto de pérdida por daños directos e indirectos para las variables que se indican en la Tabla 4.5.1-1.

Tabla 4.5.1-1 Variables del cálculo del monto de pérdidas de inundaciones

Pérdidas	VARIABLES	Descripción
(1) Directas	① Cultivos	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos de la época de crecidas. El monto de pérdida de cultivo por las inundaciones se determina multiplicando el % de daños según la profundidad de agua y el número de días inundadas. • Tierras agrícolas e infraestructuras agrícolas (canales, etc.) • Se determina el monto de pérdida de los cultivos multiplicando el % de daños según la profundidad de agua y el número de días de inundación por el monto de bienes agrícolas afectados por el arrastre de sedimentos.
	② Obras hidráulicas	<ul style="list-style-type: none"> • Monto de pérdida debido a la destrucción de las estructuras hidráulicas (bocatomas, canales, etc.)
	③ Infraestructuras viales	<ul style="list-style-type: none"> • Los daños de inundación relacionados con las infraestructuras viales se determina por los daños sufridos en el sector de transporte.
	④ Viviendas	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones residenciales e industriales Se calcula aplicando el coeficiente de pérdida según la profundidad de inundación. Viviendas: edificaciones residenciales e industriales Artículos domésticos: muebles, artefactos electrodomésticos, ropa, vehículos, etc. Los daños de inundación sufridos por las viviendas, edificaciones comerciales, activos y existencias se determinan aplicando el coeficiente de pérdida según la profundidad de inundación.
	⑤ Infraestructuras públicas	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el monto de pérdida de los caminos, puentes, alcantarillado, infraestructuras urbanas, centros educativos, iglesias y otros establecimientos públicos. • Determinar el monto de pérdida de las obras públicas aplicando al monto de pérdida de activos generales el coeficiente correspondiente
	⑥ Servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructuras de energía eléctrica, gas, agua potable, ferrocarril, comunicación telefónica, etc.
(2) Indirectas	① Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar la pérdida ocasionada por la interrupción de suministro de agua de riego por los daños de las estructuras hidráulicas. • Determinar el costo de construcción y reparación de las estructuras hidráulicas como costo de años directos.
	② Interrupción de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar la pérdida ocasionada por la interrupción de tránsito debido a los daños de los caminos inundados. • Determinar el costo de reparación y construcción de caminos como costo directo de daños.

A. Pérdida directa

La pérdida directa se determina multiplicando el coeficiente de daños según profundidad de inundación al valor de activos.

B. Pérdida indirecta

La pérdida indirecta se determina tomando en cuenta el impacto de las bocatomas y caminos dañados. A continuación se presenta los procedimientos del cálculo.

a. Daños de las presas

El monto de pérdida debido a los daños de la presa se calcula sumando la pérdida directa (rehabilitación y construcción de la presa) más el monto de pérdida indirecta (pérdida de cosecha debido la interrupción del suministro de agua de riego).

① Cálculo del costo de infraestructuras

Costo de la obra = costo de construcción por unidad de agua tomada × tamaño (caudal,

longitud de la obra)

Costo unitario de construcción de la obra: para las bocatomas y canales, se requiere recoger información sobre el volumen de toma de agua de la obra existente, y el costo de ejecución de obras (construcción o reparación) y se calcula el costo unitario analizando la correlación entre los dos.

Se dedujo que la obra se destruye totalmente por el caudal con período de retorno caudal de 10 años.

② Pérdida de cultivo

Se determina las ganancias anuales según cultivos producidos en el distrito de riego correspondiente

Beneficio anual = (venta de los cultivos – costo) × frecuencia de cosecha al año

Venta de cosechas = área sembrada (ha) × rendimiento (kg/ha) × precio unitario de transacción

Costo = costo unitario (s./ha) × área sembrada (ha)

b. Daños de las infraestructuras viales

Se determina la pérdida debido a la interrupción del tránsito.

Monto de pérdida = pérdida directa + pérdida indirecta

Pérdida directa: costo de construcción de los caminos (construcción, rehabilitación)

Pérdida indirecta: costo de pérdida de oportunidad debido a los daños de los caminos (depreciación del vehículo + pérdida por los gastos del personal)

Se deduce un período intransitable de 5 días (en el Perú, por lo general se demora cinco días para terminar de rehabilitar un camino provisional)

2) Monto de pérdidas según períodos de retorno

En la Tabla 4.5.1-2 se muestran los montos de pérdidas generadas por desastres de diferentes períodos de retorno, con y sin el Proyecto, en la Cuenca del río Yauca.

Tabla 4.5.1-2 Monto estimado de pérdidas (a precios privados)

千ソールス		
Caso ケース	t 確率年	Yauca
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	0
	5	0
	10	1,695
	25	2,569
	50	11,497
Total		15,761
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	0
	5	0
	10	7
	25	1,005
	50	2,028
Total		3,040

3) Monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir con el Proyecto

Se determinó el monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto por la suma total del monto anual medio de pérdida según caudal ocurrido multiplicando el monto de reducción de pérdida según caudal ocurrido por las probabilidades de crecidas correspondientes.

Considerando que las inundaciones ocurren probabilísticamente, el beneficio anual se determina como promedio del monto anual de reducción de pérdidas. A continuación se presentan los procedimientos del cálculo.

Tabla 4.5.1-3 Estimación del monto medio anual de de reducción de pérdidas

Probabilidades	Monto de pérdida			Pérdida media del tramo	Probabilidades del tramo	Monto medio anual de reducción de pérdidas
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Reducción de pérdidas			
1/1			$D_0 = 0$	$(D_0+D_1)/2$	$1-(1/2) = 0,500$	$d_1 = (D_0+D_1)/2 \times 0,67$
1/2	L_1	L_2	$D_1 = L_1-L_2$			
1/5	L_3	L_4	$D_2 = L_3-L_4$	$(D_1+D_2)/2$	$(1/2)-(1/5) = 0,300$	$d_2 = (D_1+D_2)/2 \times 0,300$
1/10	L_5	L_6	$D_3 = L_5-L_6$			
1/20	L_7	L_8	$D_4 = L_7-L_8$	$(D_2+D_3)/2$	$(1/5)-(1/10) = 0,100$	$d_3 = (D_2+D_3)/2 \times 0,100$
1/30	L_9	L_{10}	$D_5 = L_9-L_{10}$			
1/50	L_{11}	L_{12}	$D_6 = L_{11}-L_{12}$	$(D_3+D_4)/2$	$(1/10)-(1/20) = 0,050$	$d_4 = (D_3+D_4)/2 \times 0,050$
1/100	L_{13}	L_{14}	$D_7 = L_{13}-L_{14}$			
				$(D_4+D_5)/2$	$(1/20)-(1/30) = 0,017$	$d_5 = (D_4+D_5)/2 \times 0,017$
				$(D_5+D_6)/2$	$(1/30)-(1/50) = 0,013$	$d_6 = (D_5+D_6)/2 \times 0,013$
				$(D_6+D_7)/2$	$(1/50)-(1/100) = 0,010$	$d_7 = (D_6+D_7)/2 \times 0,010$
Monto medio previsto anual de reducción de pérdidas			$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+d_7$			

En la Tabla 4.5.1-4 se presentan los resultados del cálculo del monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir al implementar el Proyecto en la cuenca del Río Yauca.

Tabla 4.5.1-4 Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (Precios privados)

s/1000

Cuenca	Período de retorno	Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被害 軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合①	事業を実施した場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
YAUCA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0.500	0	0	
	5	0.200	0	0	0	0.300	0	0	
	10	0.100	1,695	7	1,688	844	0.100	84	84
	25	0.040	2,569	1,005	1,564	1,626	0.060	98	182
	50	0.020	11,497	2,028	9,469	5,517	0.020	110	292

(2) Evaluación social

1) Objetivo e indicadores de evaluación

El objetivo de la evaluación social en el presente Estudio es evaluar la eficiencia de las inversiones en las medidas estructurales aplicando el método de análisis de la relación costo-beneficio (B/C) desde el punto de vista de la economía nacional. Para ello, se determinaron los indicadores de evaluación económica (relación B/C, Valor Actual Neto –VAN, y tasa interna de retorno económico –TIR). La tasa interna de retorno (TIR) es un indicador que expresa la eficiencia de la inversión en el proyecto. Se define como la tasa de descuento para equiparar el valor actual del costo generado por el proyecto al valor actual de beneficio. Es la tasa de descuento necesario para que el Valor Actual Neto (VAN) sea

de cero y la relación de B/C de uno, e indica el porcentaje de beneficio que genera dicha inversión. La tasa interna de retorno utilizada en la evaluación económica se denomina “tasa interna de retorno económico (TIRE). El precio del mercado es convertido en el precio económico (costos a precios sociales) eliminando el impacto de la distorsión del mercado.

La TIR, relación B/C y el VAN se determinan aplicando las expresiones matemáticas indicadas en la siguiente Tabla. Cuando la TIR haya sea mayor que la tasa social de descuento, la relación B/C sea mayor a uno y el VAN mayor a cero, se considera que dicho proyecto es eficiente desde el punto de vista del crecimiento de la economía nacional.

Tabla 4.5.1-5 Indicadores de evaluación del análisis de la relación costo-beneficio y sus características

Indicadores	Definición	Características
Valor Actual Neto (VAN)	$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> - Permite comparar la magnitud del beneficio neto generado con el proyecto. - Varía dependiendo de la tasa social de descuento.
Relación costo-beneficio (B/C)	$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$	<ul style="list-style-type: none"> - Permite comparar la eficiencia de la inversión por la magnitud de beneficio por unidad de inversión. - Varía dependiendo de la tasa social de descuento.
Tasa de retorno interno económica (TIR)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> - Permite conocer la eficiencia de la inversión comparando con la tasa social de descuento. - No varía dependiendo de la tasa social de descuento.
Donde, Bi: beneficio al año “i” / Ci: costo al año “i” / r: tasa social de descuento (11 %) / n: años de evaluación.		

2) Precondiciones

A continuación se plantean las precondiciones de cada uno de los indicadores utilizados en la evaluación económica.

i) Período de evaluación

El período de evaluación se define entre 2013 y 2027 (15 años después de iniciadas las obras de construcción). El cronograma tentativo de la ejecución del Proyecto es el siguiente.

2012: Diseño Detallado

2013–2014: Construcción

2013–2027: Período de evaluación

ii) Factor de conversión estándar (FCE)

El factor de conversión estándar (FCE) es la relación entre los precios socioeconómicos establecidos en la frontera y los precios privados nacionales de todos los bienes de la economía de un país, sirve para convertir los precios de los bienes y servicios comprados en el mercado local en precios económicos. En el presente Estudio se utilizaron los siguientes valores de FCE.

Diques 0,804

Gaviones 0,863

Bocatomas 0,863

En la conversión de los precios del mercado a los precios socioeconómicos, no se tomó en cuenta el IGV.

iii) Otras condiciones preliminares

Nivel de precios: 2011

Tasa social de descuento: 10 %

Costo anual de mantenimiento: 0,5 % del costo de construcción

3) Análisis de la relación costo-beneficio (B/C)

Se compararon el costo total y el beneficio total de las obras de control de inundaciones convertidos en valores actuales aplicando la tasa social de descuento. En este caso el costo total es la suma del costo de construcción y de operación y mantenimiento de las obras, y el beneficio total es el monto de pérdida que se redujo gracias a las obras. Para ello, se estableció como año base para la conversión en el valor actual al momento en que se efectuará la evaluación, y el período de evaluación durante los siguientes 15 años desde el comienzo de las obras del Proyecto. Se determinó el costo total sumando el costo de construcción y el costo de operación y mantenimiento de las obras convertidas en valores actuales; y el beneficio total sumando el promedio del monto anual de reducción de pérdidas convertido en valores actuales.

En la Tabla 4.5.1-6 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios privados.

Tabla 4.5.1-6 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados)

4.5.2 Costos a precios sociales

(1) Beneficios

1) Monto estimado de pérdidas según desastres de diferentes períodos de retorno

En la Tabla 4.5.2-1 se presentan los montos de pérdidas con y sin el Proyecto, estimados para desastres de diferentes períodos de retorno en la cuenca del Río Yauca.

Tabla 4.5.2-1 Monto estimado de pérdidas (a precios sociales)

千ソールス		
Caso ケース	t 確率年	Yauca
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	0
	5	0
	10	2,150
	25	3,313
	50	12,092
	Total	17,555
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	0
	5	0
	10	9
	25	1,341
	50	2,653
	Total	4,003

2) Monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir con el Proyecto

En la Tabla 4.5.2-2 se presentan los resultados del cálculo del monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir al implementar el Proyecto en la cuenca del Río Yauca.

**Tabla 4.5.2-2 Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto
(a precios sociales)**

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
YAUCA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0	0	
	5	0.200	0	0	0	0	0	0	
	10	0.100	2,150	9	2,141	1,071	0.100	107	107
	25	0.040	3,313	1,341	1,972	2,057	0.060	123	230
	50	0.020	12,092	2,653	9,439	5,706	0.020	114	345

(2) Evaluación social

En la Tabla 4.5.2-3 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios sociales.

Tabla 4.5.2-3 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales)

4.5.3 Conclusiones de la evaluación social

La evaluación social puso de manifiesto que el proyecto de la cuenca del Río Yauca no arrojará impacto económico palpable en términos de costos a precios sociales. A continuación se presentan los efectos positivos del Proyecto que son difícilmente cuantificables en valores económicos.

- ① Contribuye al desarrollo económico local al reducirse el temor por el estancamiento o daños de las actividades económicas.
- ② contribuye a la generación de oportunidades de empleo por la ejecución de obras contempladas en el Proyecto.
- ③ Mayor conciencia de la comunidad local sobre los riesgos de las inundaciones y otros desastres.
- ④ Incremento del ingreso por agricultura más estable, gracias a la reducción de los daños de inundaciones.
- ⑤ Subida del precio de las tierras de cultivo

4.6 Análisis de sensibilidad

(1) Objetivo

Se realizó el análisis de sensibilidad con el fin de responder a la incertidumbre por el posible cambio de las condiciones socioeconómicas en el futuro. Para el análisis costo beneficio, se requiere prever la variación del costo y del beneficio del proyecto, sujeto a la evaluación, hacia el futuro. Sin embargo, no es una tarea fácil realizar proyectar de manera acertada de un proyecto público, puesto que éste se caracteriza porque el largo período requerido desde su planificación hasta la puesta en operación, y por la larga vida útil de las obras puestas en operación, a lo que se suman la intervención de un sin número de factores inciertos que afectan el futuro costo y beneficio del proyecto. Así, no

pocas veces se obtienen resultados de análisis discordantes con la realidad cuando las precondiciones o la hipótesis aplicadas no concuerdan con la realidad. Por lo tanto, para compensar la incertidumbre del análisis de costo beneficio, conviene reservar un amplio margen de tolerancia, evitando un resultado absoluto y único de un solo escenario. El análisis de sensibilidad constituye una respuesta a esta situación.

El objetivo del análisis de sensibilidad es dar a los resultados del análisis costo beneficio un determinado margen que permita gestionar adecuadamente la implementación del proyecto, rendir cuentas ante la población, y lograr mayor precisión y fiabilidad de los resultados de la evaluación del proyecto.

(2) Análisis de sensibilidad

1) Descripción general del análisis de sensibilidad

Existen tres métodos del análisis de sensibilidad, como las que se indican en la Tabla 4.6-1.

Tabla 4.6-1 Métodos del análisis de sensibilidad

Métodos	Descripción	Productos
Análisis de sensibilidad de las variables	Consiste en cambiar una solo variable (precondición o hipótesis) predeterminada, para evaluar cómo afecta al resultado del análisis.	Margen de los valores arrojados por el análisis al variar una precondición o hipótesis.
Alternativas mejores y peores	Consiste en definir los casos en que se empeoran o se mejoran los resultados del análisis al cambiar las principales precondiciones e hipótesis preestablecidas, para evaluar el margen de los resultados del análisis.	Margen de los valores arrojados por el análisis al variar las principales precondiciones o hipótesis
Monte Carlo	Consiste en conocer la distribución de probabilidad de los resultados del análisis usando la simulación Monte Carlo de números aleatorios de las precondiciones e hipótesis preestablecidas.	Distribución probabilística de los resultados al varía todas las principales precondiciones e hipótesis

2) Descripción del análisis de sensibilidad

En el presente Proyecto se adoptó el método de análisis de sensibilidad de las variables utilizado comúnmente en las inversiones en obras públicas. A continuación se presentan los escenarios y los indicadores económicos que se utilizaron en el análisis de sensibilidad.

Tabla 4.6-2 Casos sometidos al análisis de sensibilidad e indicadores económicos

Indicadores	Margen de variación según factores	Indicadores económicos a evaluarse
Costo de construcción	En caso de aumentar el costo de construcción por 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Beneficio	En caso de reducirse el beneficio por 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Tasa social de descuento	En caso de aumentar y reducirse la tasa social de de descuento por 5 %, respectivamente.	VAN, B/C

3) Resultados del análisis de sensibilidad

En la Tabla 4.6-3 se muestran los resultados del análisis de sensibilidad de cada caso evaluado, a precios privados y sociales.

Tabla 4.6-3 Resultados del análisis de sensibilidad de TIR, B/C y VAN

	Cuenca	Variables	Caso base	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
				Incremento de costos 5%	Incremento de costos 10%	Reducción de beneficios 5%	Reducción de beneficios 10%	Incremento de tasa de descuento 5%	Reducción de tasa de descuento 5%
Precios privados	YAUCA	IRR (%)	-	-	-	-	-	-	-
		B/C	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.12
		NPV(s)	-17,059,601	-17,998,368	-18,937,135	-17,145,388	-17,231,175	-16,296,088	-17,760,074
Precios sociales	YAUCA	IRR (%)	-	-	-	-	-	-	-
		B/C	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.10	0.18
		NPV(s)	-13,083,633	-13,838,957	-14,594,281	-13,184,775	-13,285,917	-12,649,776	-13,357,212

(3) Evaluación del análisis de sensibilidad

Se realizó el análisis de sensibilidad del impacto del Proyecto en términos del cambio socioeconómico, a precios tanto privados como sociales. Según dicho análisis, aun cuando los costos, beneficios y la tasa de descuento sufran un determinado grado de variación, su impacto sobre los niveles de TIR, B/C y VAN es reducido, y sigue siendo un Proyecto con alto impacto económico.

4.7 Análisis de sostenibilidad

El presente Proyecto será cogestionado por el gobierno central (a través de la DGIH), comisiones de regantes y los gobiernos regionales, y el costo del Proyecto será cubierto con los respectivos aportes de las tres partes. Por lo general el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 10 % y los gobiernos regionales el 10 %. Sin embargo, los porcentajes de los aportes de estas dos últimas son decididos mediante discusiones entre ambas partes. Por otro lado, la operación y mantenimiento (OyM) de las obras terminadas es asumida por las comisiones de regantes. Por lo tanto, la sostenibilidad del Proyecto depende de la rentabilidad del Proyecto y de la capacidad de OyM de las comisiones de regantes.

En la Tabla 4.7-1 se presentan los datos del presupuesto de las comisiones de regantes en los últimos años.

Tabla 4.7-1 Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes

Ríos	Presupuesto anual			(En soles)
	2006	2007	2008	Promedio de 3 años
Yauca	114,482.12	111,102.69	130,575.40	118,720

1) Rentabilidad

El Proyecto del Río Yauca es poco rentable y, por lo tanto, poco viable. El monto de inversión en este río se estima en 20,9 millones de soles a precios privados, la relación B/C es de 0,13, la TIR es nula, y la VAN es de -13,0 millones de soles. Estas cifras demuestran la muy baja eficiencia económica del proyecto.

2) Costo de operación y mantenimiento

El costo anual de operación y mantenimiento requerido para el proyecto, teniendo como año base al año 2008 se estima en 88.864 soles, que corresponde al 0,5 % del costo de construcción del proyecto en la cuenca del Río Yauca. Por otro lado, el promedio de los gastos de operación en los últimos cuatro años de las comisiones de regantes es de 118.720.

Al considerar que el costo anual de operación y mantenimiento representa un 75,9 % del presupuesto anual de las comisiones de regantes, el proyecto sería suficientemente sostenible a juzgar de la capacidad financiera de estas comisiones para mantener y operar las obras construidas.

Como conclusión, el proyecto es poco efectivo económicamente, además que las comisiones de regantes difícilmente pueden sufragar los costos de mantenimiento. Por lo tanto, el proyecto es poco viable.

4.8 Impacto Ambiental

En este acápite se desarrollará la identificación, descripción y evaluación de los impactos positivos y negativos de los proyectos y el planeamiento de medidas de mitigación de los mismos. La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) del Proyecto ha sido realizado por una firma consultora registrada (CIDES Ingenieros S.A.) para las seis cuencas desde diciembre de 2010 hasta enero de 2011 y desde septiembre hasta octubre de 2011. Actualmente está siendo evaluada por Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Agricultura. Este acápite está elaborado con los datos y resultados de las EAPs de cada cuenca, y por las visitas de campo por parte del Equipo de Estudios de JICA.

Las obras planeadas son Mejoramiento de diques existentes, Conformación de dique, Descolmatación de cauces, Defensa contra socavación, Mejoramiento/Reparación de bocatomas y partidor, y Ampliación de cauce. En la Tabla 4.8-1 se describe los “Puntos de Obras” a considerarse en el presente acápite de Impacto Ambiental de la cuenca del Río Yauca en estudio.

Tabla 4.8-1 Puntos de Obras

		Puntos de Obras		Objetos	Medidas	Dimensiones	Ambito objeto
Río Yauca	Ya 1	4.5k	Punto de inundación	Cultivos (Olivo)	Reparación de diques existentes	Ancho de la parte superior ; 4.0m Altura ; 2.0m Gradiente ; 1:2 Longitud ; 1,000m	3.5km ~ 7.5 km (totalidad)
	Ya 2	4.1k	Punto angosto		Descolmatación del cauce	Ancho de la excavación ; 100m Profundidad de la excavación ; 1.0m Longitud ; 500m	
	Ya 3	4.5-7.0k	Punto de inundación Bocatoma	Reparación de diques existentes	Ancho de la parte superior ; 4.0m Altura ; 2.0m Gradiente ; 1:2 Longitud ; 2,500m		
	Ya 4	25.0k	Bocatoma	Cultivos (Olivo)	Reparación de bocatoma	Ancho de la presa ; 100m Altura de la presa ; 3.0m Grosor de la presa ; 2.0m	25.0km ~ 25.7km (totalidad)
	Ya 5	25.0k	Bocatoma	Carretera	Defensa contra la socavación	Altura ; 2.0m Gradiente ; 1:2 Longitud ; 500m	40.9km ~ 41.3km (hacia M.I.)
	Ya 6	41.1k	Bocatoma	carretera	Defensa contra la socavación	Altura ; 2.0m Gradiente ; 1:2 Longitud ; 400m	

Fuente: Equipo Estudios de JICA

4.8.1 Metodología

Para la identificación de los impactos ambientales de las obras a ejecutarse en las diversas cuencas, se procedió a desarrollar matrices de identificación de impactos por cuenca.

Primero se determinó las operaciones y actividades de cada proyecto en base a las actividades típicas de construcción de “obras hidráulicas” y posteriormente se determinó el tipo de actividades concretas que se ejecutarían para cada una de las obras que se desarrollarán a lo largo de las cuencas. Luego para evaluación de los Impactos Socio-Ambientales se empleó la matriz de tipo “Leopold”.

La identificación se desarrolló a nivel ambiental y a nivel de proyecto; y la evaluación tomó en cuenta a la naturaleza, probabilidad de ocurrencia, magnitud, valor total del impacto y dio como resultado el valor o grado de significancia de los Impactos. En las Tablas 4.8.1-1 se aprecia la escala de valoración empleada:

Tabla 4.8.1-1 Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold

Indice		Descripción	Valoración
Naturaleza “Na”		Establece si el cambio de cada acción sobre el medio es positivo o negativo.	Positivo (+): beneficioso
			Negativo (-): perjudicial
Probabilidad de ocurrencia “P.O”		Incorpora la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente.	Alta (> 50%) = 1,0
			Media (10 – 50%) = 0,5
			Baja (1– 10%) = 0,2
Magnitud	Intensidad “In”	Indica la magnitud del cambio del factor ambiental. Refleja el grado de alteración del factor sobre su condición base.	Insignificante (2)
			Intensidad moderada (5).
			Alteración extrema (10).
	Extensión “Ex”	Expresa la superficie afectada por las acciones del proyecto o el alcance global sobre el factor ambiental.	Área de influencia indirecta: 10
			Área de influencia directa: 5
			Área que ocupa la obra: 2
	Duración “Du”	Se refiere al periodo de tiempo durante el cual persisten los cambios ambientales.	> 10 años: 10
			5 – 10 años: 5
1 – 5 años: 2			
Reversibilidad “Rev”	Se refiere a la capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrios similar o equivalente a la inicial	Irreversible: 10	
		Parcialmente: 5	
		Reversible: 2	

Fuente: Elaboración Propia en base de EAPs de 5 cuencas

Tabla 4.8.1-2 Grados de significancia de impactos (Valor de los Impactos)

SIA	Grado de significancia
≤15	Poco significativo
15,1 – 28	Significativo
≥ 28	Muy significativo

Fuente: Elaboración Propia en base de EAPs

4.8.2 Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio ambientales

En la siguiente matriz de percepción de impactos (en las etapas de construcción /operación) en la cuenca del Río Yauca, elaborada con base en el análisis del informe de la Evaluación Ambiental Preliminar

En la cuenca del Río Yauca, de acuerdo a los resultados de identificación de impactos para la etapa constructiva, se han hallado un total de 67 interacciones, de las cuales 65 (97%) corresponden a impactos cuyo efecto será percibido de manera negativa y 2 (3%), cuyos efectos serán percibidos de manera positiva. Cabe señalar que de los 65 impactos negativos sólo 14 han sido cuantificados como significativos y 2 como muy significativos. Para la identificación y obtención de los resultados presentados de la evaluación de los impactos de la etapa de construcción de cada una de las obras desarrolladas en la cuenca del Río Yauca se desarrolló la siguiente matriz de identificación de impactos en la Tabla 4.8.2-1, donde “P” significa :Impacto Positivo y N: Impacto Negativo.

Tabla 4.8.2-1 Matriz de Identificación de Impactos (Etapas de Construcción)

Medio	Componente	Factores ambientales	Obra	1-6	1-6	1-6	4	1,4,5	1 y 4	1-6	1-6	1-6	1-6	Total negativos	Total positivos	
			Actividad	Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Desviación de cauces (ataquias)	Excavación y relleno en riberas	Excavación y relleno en cauces	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal			Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	8	0	
		Emisiones gaseosas			N	N	N	N	N	N	N	N	N	9	0	
	Ruido	Ruido			N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	0	
		Fertilidad			N						N	N		3	0	
	Suelo	Capacidad de uso mayor			N						N	N		3	0	
		Calidad del agua superficial				N	N	N						4	0	
	Agua	Cantidad de agua superficial							N			N		2	0	
		Morfología fluvial				N	N	N			N			4	0	
	Fisiografía	Morfología terrestre			N							N		2	0	
		Flora terrestre			N							N		2	0	
Biótico	Flora	Flora acuática			N	N	N			N			4	0		
		Fauna terrestre			N						N		2	0		
	Fauna	Fauna acuática			N	N	N			N			4	0		
		Paisaje visual								N	N			2	0	
Socio económico	Estético	Calidad de vida	P								N	N	3	1		
		Vulnerabilidad - Seguridad												0	0	
	Social	PEA	P											0	1	
		Uso actual de la tierra												0	0	
Económico													0	0		
													0	0		
Total				2	8	7	7	7	3	10	9	3	4	4	62	2
Porcentaje de negativos y positivos															97 %	3 %

Fuente: “Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto Construcción de Defensas Ribereñas para el Control de Despordees e Inundaciones del Río Yauca”

Tabla 4.8.2-2 Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida (Etapa de Construcción) –Yauca

		Acciones del proyecto	Cuenca de Río Yauca														
			Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Desviación de cauces (ataguías)	Excavación y relleno en riberas	Excavación y relleno en cauces	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos				
			Puntos de Obras:	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya4-6	Ya1,2,3	Ya1,3,4,5,6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6			
		Factores Ambientales															
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)	0.0	-15.0	-11.5	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0				
		Emisiones gaseosas	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-15.0	-11.5	0.0	-11.5	-11.5				
	Ruido	Ruido	0.0	-12.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0				
		Suelo	Estabilidad	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0			
	Agua	Capacidad de uso mayor	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0				
		Calidad del agua superficial	0.0	0.0	-17.5	-15.0	-23.0	-14.5	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
	Fisiografía	Cantidad de agua superficial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0				
Morfología fluvial		0.0	0.0	-12.0	-26.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Biótico	Flora	Morfología terrestre	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0				
		Flora terrestre	0.0	-24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0				
Socio económico	Social	Flora acuática	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0				
		Fauna terrestre	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0				
Económico	Económico	Fauna acuática	0.0	0.0	-12.0	-11.5	-17.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0				
		Paisaje visual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0				
		Calidad de vida	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	-17.5	-17.5					
		Vulnerabilidad-Seguridad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
		PEA	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
		Uso actual de la tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Evaluación Ambiental Preliminar (EAP)

Durante el período de operación y mantenimiento se prevén 38 interacciones, de las cuales 6 (16 %) corresponden a impactos negativos, y 32 (84 %) a impactos positivos. De los seis impactos negativos cuatro son fuertes y dos son muy fuertes. El método de conteo de puntajes es el mismo aplicado para el período de ejecución de obras de construcción antes descrito.

Tabla 4.8.2-3 Matriz de Identificación de Impactos (Etapa de Operación)

			Reparación de diques existentes 1	Descolmatación del cauce 2	Reparación de diques existentes 3	Reparación de bocatoma 4	Protección de márgenes 5	Protección de márgenes 6	Total negativos	Total positivos
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)							0	0
		Emisiones gaseosas							0	0
	Ruido	Ruido							0	0
	Suelo	Estabilidad					P	P	0	2
		Capacidad de uso mayor							0	0
	Agua	Calidad del agua superficial				P	P	P	0	3
Cantidad de agua superficial		P	P	P	P			0	4	
Fisiografía	Morfología fluvial	N	N	N				3	0	
	Morfología terrestre							0	0	
Biótico	Flora	Flora terrestre							0	0
		Flora acuática							0	0
	Fauna	Fauna terrestre							0	0
		Fauna acuática	N	N	N				3	0
Socio económico	Social	Paisaje visual	P	P	P		P	P	0	5
		Calidad de vida	P	P	P	P	P	P	0	6
		Vulnerabilidad-Seguridad	P	P	P	P	P	P	0	6
	Económico	PEA							0	0
		Uso actual de la tierra	P	P	P	P	P	P	0	6
Total			7	7	7	5	6	6	6	32
%									16 %	84 %

Tabla 4.8.2-4 Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida (Etapa de Operación) – Yauca

			Cuenca de Río Yauca					
			Ya1 (Reparación de diques existentes)	Ya2 (Descolmatación del cauce)	Ya3 (Reparación de diques existentes)	Ya4 (Reparación de bocatoma)	Ya5 (Protección de márgenes)	Ya6 (Protección de márgenes)
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Emisiones gaseosas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ruido	Ruido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Suelo	Estabilidad	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	31.0
		Capacidad de uso mayor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Agua	Calidad del agua superficial	0.0	0.0	0.0	28.0	31.0	31.0
Cantidad de agua superficial		26.0	31.0	26.0	26.0	0.0	0.0	
Fisiografía	Morfología fluvial	-25.5	-30.5	-25.5	0.0	0.0	0.0	
	Morfología terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Biótico	Flora	Flora terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Flora acuática	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fauna	Fauna terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Fauna acuática	-25.5	-30.5	-25.5	0.0	0.0	0.0
Socio económico	Social	Paisaje visual	36.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0
		Calidad de vida	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0
		Vulnerabilidad-Seguridad	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0
	Económico	PEA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Uso actual de la tierra	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Evaluación Ambiental Preliminar (EAP)

Leyenda General para la escala de colores de la calificación de los impactos de las Tablas 4.8.2-2 a 4.8.2-4

Impactos positivos			Impactos negativos		
	0 – 15	Poco significativos		0 – 15	Poco significativos
	15,1 – 28	Significativos		15,1 – 28	Significativos
	28,1 a más	Muy significativos		28,1 a más	Muy significativos

Durante la etapa constructiva las acciones que generarán los impactos negativos más significativos en la Cuenca del Río Yauca son: “Preparación y despeje de sitios de obra”, y la “Excavación y relleno en cauces”. La “Preparación y despeje de sitios de obra” ocasionará una modificación significativa de la morfología terrestre, mientras que la “Excavación y relleno en cauces” ocasionará la modificación significativa de la morfología fluvial.

Además de estas dos obras, la “generación de gran cantidad de materiales de excavación y dragado” constituye un gran impacto en la cuenca del Río Yauca.

Los dos impactos positivos identificados durante la etapa constructiva, para todas las cuencas, están relacionados a la contratación de mano de obra local, la cual ocasionará una mejora de la calidad de vida para los beneficiarios y a su vez una mejora en el indicador de población económicamente activa.

Durante la etapa de operación la obra de infraestructura hidráulica que ocasionará los impactos ambientales negativos más significativos, es la “Descolmatación de cauces”, que ocasionará una modificación de la morfología fluvial y con ello una reducción en las condiciones de habitabilidad del río, lo que impactará directamente en la fauna acuática.

Los impactos positivos más significativos están relacionados a todas las obras a construir en la cuenca de los ríos y están relacionados directamente con la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia, la mejora del “Uso actual de la tierra”, y la mejora en las condiciones de seguridad y reducción de vulnerabilidad a nivel social y ambiental.

4.8.3 Planes de Manejo Socio ambiental

El objetivo de los Planes de Manejo Socio ambiental es internalizar los impactos ambientales positivos como negativos significativos y muy significativos, asociados a las etapas de construcción y operación del proyecto, de manera que se garantice la prevención y/o mitigación de los impactos negativos significativos y muy significativos, la conservación del patrimonio ambiental y la sostenibilidad de los proyectos.

En la etapa de construcción, en los proyectos de la Cuenca del Río Yauca se han planteado las siguientes medidas: “Programa de contratación local”, “Programa de manejo y control de sitios de obra”, “Programa de desviación de cauces”, “Manejo de excavaciones y relleno en riberas”, “Manejo de excavaciones y relleno en cauces”, “Manejo de canteras”, “Manejo de DME”, “Normas de campamento y estadía en obra” y “Manejo de actividades de transporte”. Durante las etapas de operación, se han considerado el desarrollo de actividades en relación al “Manejo de cauces y fauna acuática” donde se deberá desarrollar acciones de acondicionamiento de cauce aguas debajo de los puntos de intervención para reducir probabilidad de erosión y brindar condiciones de habitabilidad para especies de fauna acuática.

A continuación se presentan las medidas de mitigación asociadas a los impactos negativos que mitigan o los impactos positivos que potencian. Se deberán tomar estos Planes de Manejo Socio ambiental correspondientes a los puntos de obras donde se generarán los impactos negativos significativos/muy significativos.

Tabla 4.8.3-1 Impactos Ambientales Identificados y sus medidas propuestas

Componente	Descripción del Impacto	Medidas	Periodo
Físico	Afectación a la Calidad del agua superficial	Programa de Desviación de Cauces	Etapa de construcción
		Manejo de excavaciones y relleno de rivera	
	Manejo de excavaciones y relleno de cauce		
	Manejo de excavaciones y relleno de rivera		
Afectación a la Morfología fluvial	Manejo de excavaciones y relleno de cauce	Manejo de Canteras	
Afectación a la Morfología terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra	Manejo de DME	
Emissiones de Material particulado (PM-10)	Manejo de Canteras	Manejo de DME	
Biológico	Afectación a la Fauna acuática	Manejo de excavaciones y relleno de cauce	Etapa de Operación y Mantenimiento
	Afectación a la Fauna terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra	Etapa de construcción
	Afectación a la Flora terrestre	Manejo de DME	
	Programa de Manejo y control de sitios de obra		
Social	Afectación a la Calidad de vida	Normas de Campamento y Estadía de Obra	Etapa de construcción
	Mejora de la Calidad de vida	Manejo de Actividades de Transporte	
	Incremento de la PEA	Programa de Contratación de M.O. Local	

Fuente: Equipo Estudios de JICA

4.8.4 Plan de Seguimiento y Control

El plan de seguimiento y control tiene 2 tipos de actividades:

1. Seguimiento: constituyen actividades de verificación de las medidas de manejo planteadas
2. Control: Comprenden las actividades de monitoreo y medición para el cumplimiento de la normativa ambiental sean Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) o Límites Máximos Permitibles (LMAs). Y el seguimiento y control se deben ejecutar por la responsabilidad del titular del proyecto o un tercero bajo la supervisión del titular¹.

Etapa de Construcción

Durante el período de construcción, además de darle seguimiento al plan de gestión del impacto ambiental, se realizará el monitoreo de los siguientes aspectos.

Calidad del Agua y Parámetros Biológicos:

Se deberá hacer un control de calidad de agua y de parámetros biológicos, aguas de cerca y aguas debajo de los puntos de intervención. En la Tabla 4.8.4-1 se aprecia las especificaciones a seguir:

Tabla 4.8.4-1 Monitoreo de Calidad del Agua y Parámetros Biológicos

Indicador	Detalle
Parámetros de evaluación	Caudal
	Calidad: Temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales (ECAS Categoría 4)
	Biológico: Índices de diversidad: Shannon; Pielou; riqueza y abundancia.
Puntos de evaluación	50 metros aguas arriba de puntos de intervención
	50 metros aguas abajo de puntos de intervención
	100 metros aguas abajo de puntos de intervención
Frecuencia de evaluación	Trimestral
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaboración Propia

¹ Ley General del Ambiente (Ley No. 28611), Artículos 74 y 75 determinen que todo titular de operaciones de proyecto es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades, y deben adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora de los mismos. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión.

Calidad de Aire:

Durante el análisis de impactos, en los proyectos a desarrollarse en las cuencas, no se registraron impactos significativos en las actividades concernientes a las obras de infraestructura hidráulica, no obstante, el levantamiento de polvo y las emisiones de contaminantes atmosféricos siempre llega a afectar el área de trabajo y por ende la salud de los trabajadores y habitantes de la zona. Eso por esto que se plantea el monitoreo de la Calidad del aire como un punto indispensable en el plan de control.

Tabla 4.8.4-2 Monitoreo de Calidad del Aire

Indicador	Detalle
Puntos de monitoreo	Un punto en zonas de trabajos. Un punto en una cantera alejada del río (la más grande y/o cercano a un zonas de viviendas) Un punto en un D.M.E. (El más grande y/o cercano a un zonas de viviendas)
Colocación de Puntos	Dos estaciones por punto de monitoreo: En barlovento y Sotavento (A favor y en contra del viento)
Parámetro a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> - Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10) / 2,5 micras (PM-2,5) - Monóxido de carbono (CO) - Dióxido de nitrógeno (NO₂) - Ozono (O₃) - Plomo (Pb) - Dióxido de azufre (SO₂) - Sulfuro de hidrógeno (H₂S)
Frecuencia de medición	Trimestral
Normas de comparación o referencia	D.S N° 074-2001-PCM, Estándares nacionales de calidad ambiental de aire
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaboración Propia

Calidad de ruido

Del mismo modo, se plantea un monitoreo de la calidad del ruido en los receptores potenciales ubicados en las cercanías de los puntos de emisión de ruido por cada frente de trabajo, en el cuadro siguiente (Tabla 4.8.4-3) se aprecia las especificaciones a seguir:

Tabla 4.8.4-3 Monitoreo de Calidad del Ruido

Indicador	Detalle
Puntos de monitoreo	El monitoreo de los niveles de contaminación acústica, se realizará en los receptores potenciales ubicados en las cercanías de los puntos de emisión de ruido por cada frente de trabajo. Se monitoreará un punto por cada receptor potencial.
Parámetro a evaluar	Nivel de presión sonora continuo equivalente: "Leq ", expresado en decibeles dB
Normas recomendadas por los especialistas ambientales que deberá cumplir la instrumentación a utilizar para la	IEC 651/804 – Internacional
	IEC 61672- Nueva Norma: Sustituye a las IEC651/804
	ANSI S 1.4 – América
Frecuencia de medición	El monitoreo de ruido se realizará cada dos meses hasta finalizar las obras
Normas de comparación o referencia	Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA) – D.S. N° 085-2003-PCM
Zona de Aplicación Según Reglamento	Zona Residencial
Valores máximos permitidos en zona residencial (Expresados en LAeqT*)	Horario Diurno (7:01 – 22:00 hrs.): 60 decibeles
	Horario Nocturno (22:01 – 7:00 hrs.): 50 decibeles
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaboración Propia

Etapas de operación

En cuanto al impacto de las obras (descolmatación, terraplenado, etc.) sobre la topografía fluvial y al hábitat de los seres acuáticos, se considera necesario realizar el monitoreo de calidad de agua fluvial y la biodiversidad acuática durante el período de mantenimiento.

Tabla 4.8.4-4 Monitoreo de Calidad del Agua (Etapa de Operación)

Indicador	Detalle
Parámetros de evaluación	Caudal
	Calidad: Temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales (ECAS Categoría 4)
	Biológico: Índices de diversidad: Shannon; Pielou; riqueza y abundancia.
Puntos de evaluación	50 metros aguas arriba de puntos de intervención
	50 metros aguas abajo de puntos de intervención
	100 metros aguas abajo de puntos de intervención
Duración	Durante la operación
Frecuencia de evaluación	Primeros 2 años: trimestral
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaboración Propia

(2) Plan de Cierre o Abandono

Se han realizado Planes de Cierre o Abandono para cada cuenca, los cuales se ejecutarán al término de las actividades constructivas y consiste en la desinstalación de todas las obras temporales y la restauración de las áreas intervenidas y/o afectadas a consecuencia de la ejecución de las obras. La restauración comprende el retiro de suelos contaminados, la disposición final del material de desecho, la restitución de la morfología del suelo y la restauración con cobertura vegetal de los sitios intervenidos.

(3) Participación Ciudadana

Se han realizado Planes de participación ciudadana para cada cuenca, los cuales deberán ejecutarse antes y durante las construcción, así como al finalizar las obras. Las actividades a recomendarse serían:

- Antes de actividades de construcción:
 - Talleres de difusión en las localidades del área de influencia acerca del proyecto y los beneficios que tendrá para la población local.
 - Adicionalmente en los lugares públicos se podrán afiches indicando el periodo de ejecución del proyecto, sus principales objetivos y los beneficiados.
- Durante la construcción:
 - Difusión de los avances en la construcción de las obras en coordinación con la población local en asambleas u otros espacios de comunicación.
 - Identificación e implementación de propuestas de solución a posibles quejas de la población que pudieran presentarse durante la ejecución de las obras. Las medidas de solución propuestas deberán ser consensuadas previamente con la población.
- Al finalizar las obras
 - Talleres para informar acerca del término de la obra. Se invitará a autoridades locales y público en general y se efectuará una transferencia de los bienes, es decir se entregará la obra culminada a la población.

4.8.5 Presupuesto para la gestión de impacto ambiental

A continuación se presentan los costos directos de las medidas propuestas anteriormente para mitigar los impactos ambientales en la cuenca del Río Yauca. En todo caso, es necesario calcular más detalladamente el presupuesto de estas medidas para cada cuenca en la etapa del diseño detallado.

Tabla 4.8.5-1 Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental

4.8.6 Conclusiones y recomendaciones

(1) Conclusiones

Según las Evaluaciones Ambientales Preliminares, en relación a los impactos en la etapa de construcción y en la etapa de operación, la mayoría de los impactos identificados se caracterizan por ser de significancia leve. Los de impacto negativo significativos y muy significativos son controlables o mitigables, siempre que se realicen los Planes de Manejo Ambiental de la manera adecuada.

Asimismo, se tienen impactos positivos significativos, especialmente en la etapa de operación. Estos son: la mejora en la seguridad y reducción de vulnerabilidad a nivel social y ambiental, la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia y la mejora del “Uso actual de la tierra”.

(2) Recomendaciones

- 1) En cuanto al calendario de ejecución de obras, se recomienda iniciar el Proyecto en la época seca. Asimismo, es importante elaborar el calendario de ejecución de obras tomando en cuenta el ciclo agrícola de la zona, puesto que muchos de los sitios se encuentran cerca de las tierras de cultivo. De esta manera, se puede minimizar el impacto sobre los habitantes locales que deben transportar las maquinarias agrícolas y los cultivos.
- 2) En cuanto al tema de los terrenos, se debe tomar las siguientes medidas en el caso de que no se tenga claramente identificados los tramos donde se ejecutarán las obras. La DGIH del MINAG, como ejecutor del Proyecto, deberá: ① definir claramente los tramos de proyecto, inmediatamente después de terminar el E/F; y ② identificar las tierras y los usuarios incluidos en los terrenos a ser utilizados para el Proyecto. Posteriormente, deberá obtener los terrenos necesarios cumpliendo los procedimientos estipulados en la Ley General de Expropiación. En el caso de que el terreno sea de propiedad comunitaria, se deberá negociar con la comunidad local correspondiente y lograr un consenso.
- 3) En cuanto a los procedimientos relacionados con la conservación del patrimonio cultural, la DGIH deberá obtener el CIRA antes de iniciar el Proyecto, cumpliendo los trámites estipulados para tal fin, inmediatamente después de la terminación del E/F.
- 4) En cuanto al enfoque de género, hasta ahora se ha visto que hay un determinado porcentaje de mujeres que participan en las actividades de las comisiones de regantes, no así en los talleres de desarrollo de capacidades. Por lo tanto, es necesario tomar alguna medida para promover la participación de la mujer en los componentes del presente Proyecto, como por ejemplo, la educación en prevención de desastres, desarrollo de capacidades, etc. Por ejemplo, tomando en cuenta que existen algunos grupos de mujeres en todas las cuencas del Proyecto, se puede convocar a las mujeres en los talleres que se organicen a través de estos grupos. También es necesario considerar el horario de trabajo de las mujeres y escoger las fechas y horas que les sean fáciles para ellas participar.
- 5) Finalmente, se indican las acciones que deben realizar para que DGIH obtenga la licencia ambiental necesaria para el Proyecto. Al mes de abril de 2011, la DGAA –MINAG está evaluando el informe de la evaluación ambiental preliminar (EAP) para determinar la categoría del Proyecto. En el caso de que sea clasificado como Categoría I, será expedida la licencia ambiental. En el caso de que sea clasificado como Categoría II ó III, se requiere realizar la EIA-sd o EIA-d según indique la DGAA, debiendo obtener la licencia ambiental antes de finalizar la etapa de E/F.

4.9 Plan de ejecución

En el plan de ejecución del Proyecto se revisará el cronograma preliminar que incluye los siguientes componentes. Para la etapa de pre-inversión: ① la ejecución completa de los estudios de pre-factibilidad y de factibilidad para obtener la aprobación de SNIP en la etapa de pre-inversión; Para la etapa de inversión: ② la firma del acuerdo de préstamos (L/A), ③ la selección de consultor, ④ servicio de consultoría (diseño detallado y elaboración de especificaciones técnicas), ⑤ selección de constructor y ⑥ ejecución de obras. Para la etapa post-inversión: ⑦ terminación y entrega de las obras a las asociaciones de regantes y comienzo de la etapa de operación y mantenimiento.

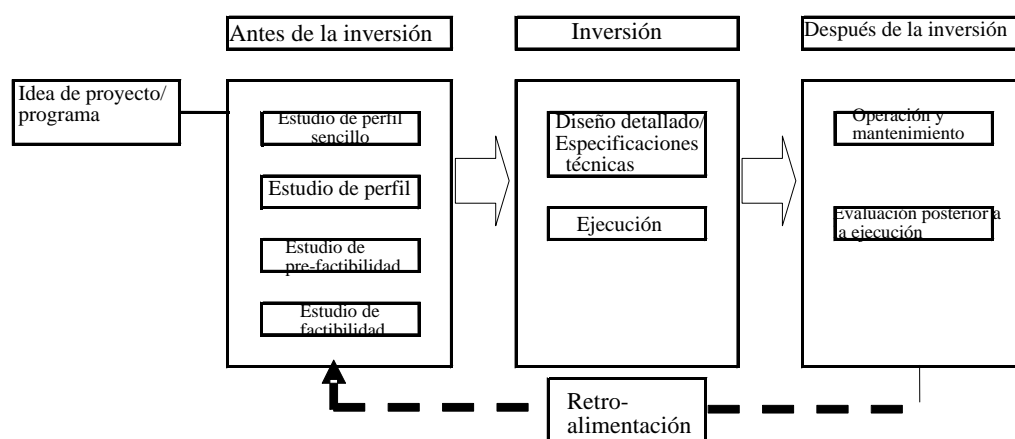
(1) Examen por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

En Perú está en operación el Sistema Nacional de Inversión Pública (en adelante llamado SNIP) que examina la justificación y factibilidad de los proyectos de inversión pública, y será aplicado al presente Proyecto.

En SNIP, entre los estudios previos a una investigación, que se realizarán en 3 etapas: estudio de perfil (estudio sobre el resumen de proyecto), pre-factibilidad y factibilidad. SNIP fue creado según la Ley No.27293 (publicada el 28 de junio de 2000) con el propósito de lograr un uso eficiente de los recursos públicos en la inversión pública y establece los principios, procedimiento, métodos y reglamentos técnicos a cumplir por los gobiernos central/regionales en los planes de inversión pública planeados y ejecutados por los mismos.

SNIP, como se describe abajo, a todos los proyectos de obras públicas les obliga realizar en 3 etapas estudios previos a la inversión: estudio de perfil, pre-factibilidad y factibilidad), y tenerlos aprobados. Sin embargo, a raíz de la modificación de la Ley en abril de 2011, se consideró innecesaria la ejecución del estudio de pre-factibilidad de la etapa intermedia, y a cambio se exige realizar un estudio basado en la información primaria durante el estudio de perfil. El grado de precisión requerido a lo largo de todas las etapas del estudio casi no ha variado antes y después de esta modificación.

Ciclo de proyecto

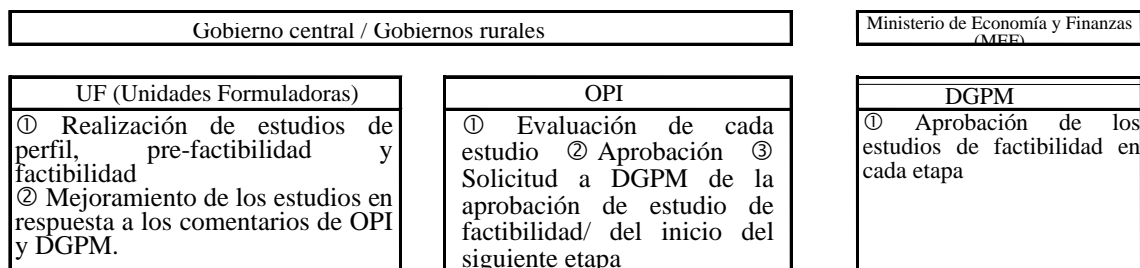


(Fuente: DGPM HP)

Figura 4.9-1 Ciclo de proyecto en SNIP

Para llevar adelante el presente Proyecto, que es un proyecto compuesto de varios programas, se requiere realizar estudios previos a la inversión a nivel de programa y tenerlos aprobados.

Aunque el procedimiento es algo distinto en cada etapa, en los trámites de SNIP, la unidad de formación de proyectos (UF) lleva a cabo los estudios de cada etapa, la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) evalúa y aprueba los estudios presentados de UF y solicita a la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (en adelante llamada DGPM) la aprobación de los estudios de factibilidad y del inicio de siguientes estudios. Finalmente DPGM evalúa, determina y aprueba la justificación de la inversión pública en cuestión.]



(Véase Directiva No.001-2009-EF/68.01.)

Figura 4.9-2 Instituciones relacionadas con SNIP

Ante los comentarios de las autoridades examinadoras (OPI y DGPM) dados a UF, es necesario que ésta prepare las respuestas correspondientes y mejore los estudios. Puesto que dichas autoridades admiten oficialmente las solicitudes una vez obtenidas las respuestas definitivas, hay muchos casos en que tardan varios meses desde la terminación del informe de los estudios hasta la finalización del examen.

(2) Contrato de préstamo en yen

Una vez presentados los informes de los estudios de factibilidad y examinados en SNIP, se inician las deliberaciones sobre el préstamo en yen. Se supone un periodo de 6 meses para los trámites de aplicación.

(3) Procedimiento de la ejecución del proyecto

Luego de la evaluación de los documentos por el SNIP y firmado un acuerdo de préstamo entre Japón (JICA) y la contraparte peruana, se seleccionará un consultor. El servicio de consultoría comprende la elaboración de diseño detallado y de las especificaciones técnicas, la selección de constructor y la supervisión de las obras. A continuación se presenta el período requerido para cada proceso. En la Tabla 4.9-1 se presenta el cronograma general del Proyecto.

- (1) Selección de consultor: 3 meses, selección de constructor: 3 meses
- (2) Elaboración de diseño detallado y especificaciones técnicas y periodo de la obra
 - ① Obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras
 - Elaboración de diseño detallado y especificaciones técnicas: 6 meses
 - Periodo de la obra: 2 años
 - ② Fortalecimiento de las capacidades
 - Se ejecutará en el mismo periodo de obra de instalaciones fluviales.
 - Elaboración de diseño detallado y especificaciones técnicas: 6 meses
 - Periodo de la obra: 2 años

Tabla 4.9-1 Plan de ejecución

ITEMS	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016									
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12				
1 ESTUDIO PERFIL/EVALUACIÓN SNIP					ESTUDIO								EVALUACIÓN															
2 ESTUDIO FACTIBILIDAD/EVALUACIÓN SNIP					ESTUDIO								EVALUACIÓN															
3 NEGOCIACIÓN DE CREDITO EN YENES																												
4 SELECCIÓN DE CONSULTOR																												
5 SERVICIO DE CONSULTOR (DISEÑO DETALLADO, ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS PARA LICITACIÓN)													DISEÑO/DOCUMENTO DE LICITACIÓN			SUPERVISIÓN DE OBRA												
6 SELECCIÓN DE CONSTRUCTOR																												
7 EJECCIÓN DE OBRAS																												
1) CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS																												
2) REFORESTACIÓN																												
3) SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA																												
4) CAPACITACIÓN PREVENTIVA DE DESASTRES																												
8 CULMINACIÓN DE OBRAS/ENTREGA A JUNTAS DE USUARIOS																												

4.10 Instituciones y administración

(1) Perfil del organismo ejecutor

Las instituciones peruanas relacionadas con la ejecución y administración del Proyecto son el Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía y Finanzas y Comisión de Regantes, siendo los siguientes los roles de cada institución.

Ministerio de Agricultura (MINAG)

- El Ministerio de Agricultura (MINAG) es el responsable de la ejecución de los programas y la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) se encarga de la administración técnica de los programas. La Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) se dedica a la coordinación, administración y supervisión de los programas de inversión.
- En la etapa de inversión, la dirección de proyectos de DGIH se dedica al cálculo del costo de proyectos, diseño detallado y supervisión de la ejecución de obras. La dirección de estudios realiza estudios para la formación de proyectos y planeamiento.
- La Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) del Ministerio de Agricultura es el ente responsable de los exámenes de estudios de pre-factibilidad y factibilidad en la etapa previa a la inversión en proyectos de DGIH y solicita la aprobación a la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- La Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG) junto con la Dirección Nacional de Endeudamiento Público (DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas se dedica a la administración financiera. Asimismo, ejecuta el presupuesto para las licitaciones, encargo de obras, contratación, adquisición, etc. del Ministerio de Agricultura.
- La Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) se encarga de examinar y aprobar la evaluación del impacto medioambiental en la etapa de inversión.

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

- La Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) aprueba los estudios de factibilidad. También confirma y aprueba las condiciones de los contratos de préstamo en yen. En la etapa de inversión, da comentarios técnicos antes de la ejecución de proyectos.
- La administración financiera está a cargo de la Dirección Nacional del Endeudamiento Público (DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas y la Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG).
- La Dirección Nacional del Endeudamiento Público (DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas administra los egresos en la etapa de inversión y la de operación posterior a la inversión.

Comisión de Regantes

- Se encarga de la operación y mantenimiento de las instalaciones en la etapa de operación posterior a la inversión.

La relación entre las instituciones involucradas en la ejecución del Proyecto se muestra en las Figura 4.10-1 y 4.10-2.

En el presente Proyecto, la etapa de inversión (ejecución del Proyecto) le corresponde al PSI del MINAG. El PSI está realizando actualmente los proyectos de JBIC, etc. y en el caso de iniciar un nuevo proyecto, conforma la Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) correspondiente, quien se encarga de seleccionar a la firma consultora, contratar los servicios de construcción, supervisar las obras, etc. En la siguiente figura se describe la estructuración de las diferentes instancias que intervienen en la etapa de ejecución del Proyecto.

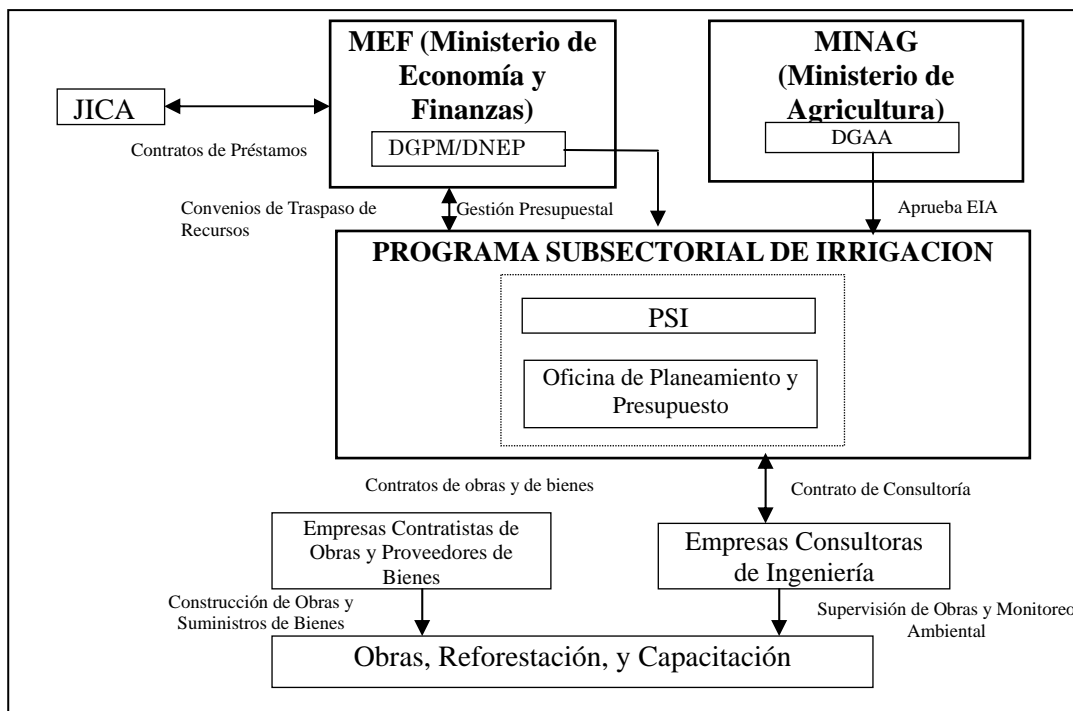


Figura 4.10-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)

Las principales operaciones en la etapa post-inversión, consisten en la operación y mantenimiento de las obras construidas y el reembolso del préstamo. La OyM de las obras será asumida por la respectiva comisión de regantes. Asimismo, ellas deben sufragar los costos de construcción en modalidad de créditos. A continuación se esquematiza la relación de las diferentes organizaciones que intervienen en la etapa posterior a la implementación del Proyecto.

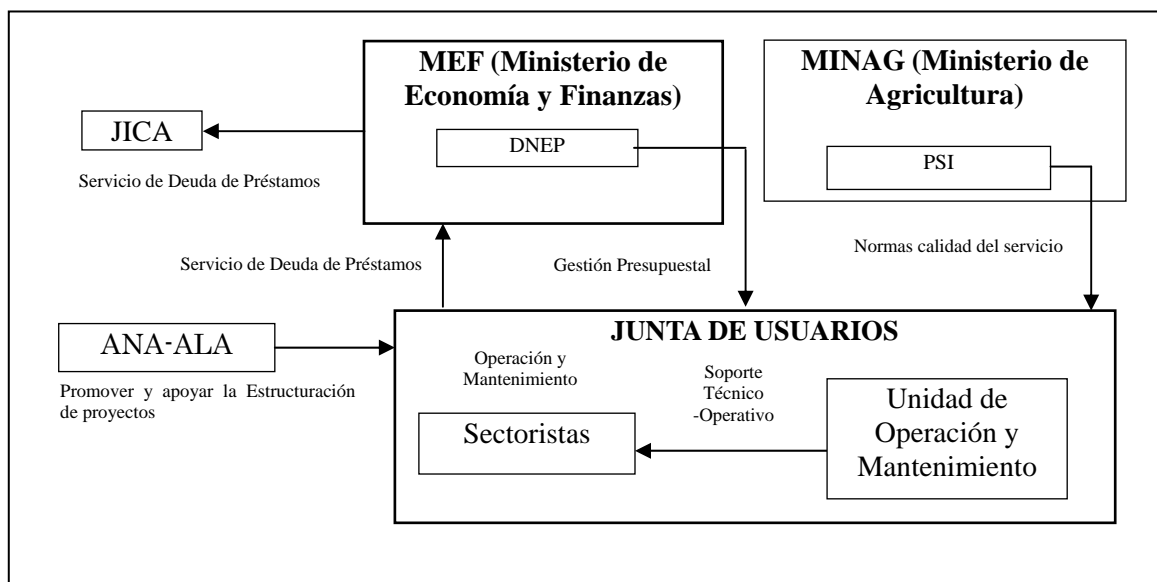


Figura 4.10-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)

(2) DGIH

1) Rol y funciones

La Dirección General de Infraestructura Hidráulica es la encargada de proponer las políticas públicas, la estrategia y los planes orientados al fomento del desarrollo de la infraestructura

hidráulica, en concordancia con la Política Nacional de Recursos Hídricos y la Política Nacional del Ambiente.

El desarrollo de Infraestructura Hidráulica comprende estudios, obras, operación, mantenimiento y gestión de riesgos en la construcción, habilitación, mejoramiento y ampliación de presas, bocatomas, cauces fluviales, canales de riego, drenes, medidores, tomas, pozos de agua subterránea y modernización de riego parcelario.

2) Principales funciones a su cargo

- a. Coordinar con las oficinas de planificación y presupuesto para el desarrollo de la infraestructura hidráulica y proponer las políticas sectoriales y de gestión sobre el desarrollo de infraestructura. Monitorizar y evaluar la implementación de las políticas sectoriales relacionadas con el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- b. Proponer las normas de intervención del gobierno, región o provincias como parte de las políticas sectoriales.
- c. Verificar y priorizar las necesidades de la infraestructura hidráulica.
- d. Promover y desarrollar los proyectos de inversión pública a nivel de perfil de la infraestructura hidráulica.
- e. Elaborar las normas técnicas para la ejecución de los proyectos de infraestructura hidráulica.
- f. Promover el desarrollo tecnológico de la infraestructura hidráulica.
- g. Elaborar las normas técnicas de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

(3) PSI

1) Función

El Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) se encarga de ejecutar los proyectos de inversión. Para cada proyecto se conforma su respectiva unidad de gestión.

2) Principales funciones a su cargo

- a. El Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI, adscrito al ministerio de Agricultura, es un organismo con autonomía administrativa y financiera. Asume la responsabilidad de coordinar, gestionar y administrar las instituciones participantes en los proyectos con el fin de cumplir las metas y objetivos propuestos en los proyectos de inversión
- b. Asimismo, coordina los desembolsos frente al financiamiento de los organismos de cooperación externa, como JICA.
- c. La Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento del PSI se encarga de contratar servicios, elaborar los programas de inversión, así como los planes de ejecución de proyectos. Estos trabajos de preparación de proyectos son ejecutados contratando los consultores “inhouse”.
- d. Asimismo, convoca a los contratistas, y realiza la licitación, ejecuta las obras, e implementa los proyectos de suministro, etc.
- e. La gestión de contratos es asumida por la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento.

3) Presupuesto

En la Tabla 4.10-1 se muestra el presupuesto del PSI para el año 2011.

Tabla 4.10-1 Presupuesto del PSI (2011)

Programas / Proyectos / Actividades	PIM (S/.)
Programa JBIC (Acuerdo de Préstamo EP-P31)	69.417.953
Programa - PSI Sierra (Acuerdo de Préstamo 7878-PE)	7.756.000
Obras por administración directa	1.730.793
Fondo de Reconstrucción del Sur (FORSUR)	228.077
Proyecto de Conversión de Cultivos (ARTRA)	132.866
Programa de Riego Tecnificado (PRT)	1.851.330
Actividad- 1.113819 pequeños agricultores...	783.000
Gestión del Programa de PSI (Gastos corrientes)	7.280.005
TOTAL	89.180.024

4) Organización

El PSI está integrado por 235 empleados, de los cuales 14 son asignados para los proyectos de JBIC, y bajo ellos están trabajando 29 técnicos y asistentes.

Tabla 4.10-2 Planilla del PSI

Nivel central	Datos del 31 de mayo de 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Sede central	61	43	104
Oficina Zonal LIMA	12	24	36
Oficina Zonal AREQUIPA	14	12	26
Oficina Zonal CHICLAYO	17	13	30
Oficina Zonal TRUJILLO	13	26	39
TOTAL	117	118	235

En la Figura 4.10-3 se presenta el organigrama del PSI:

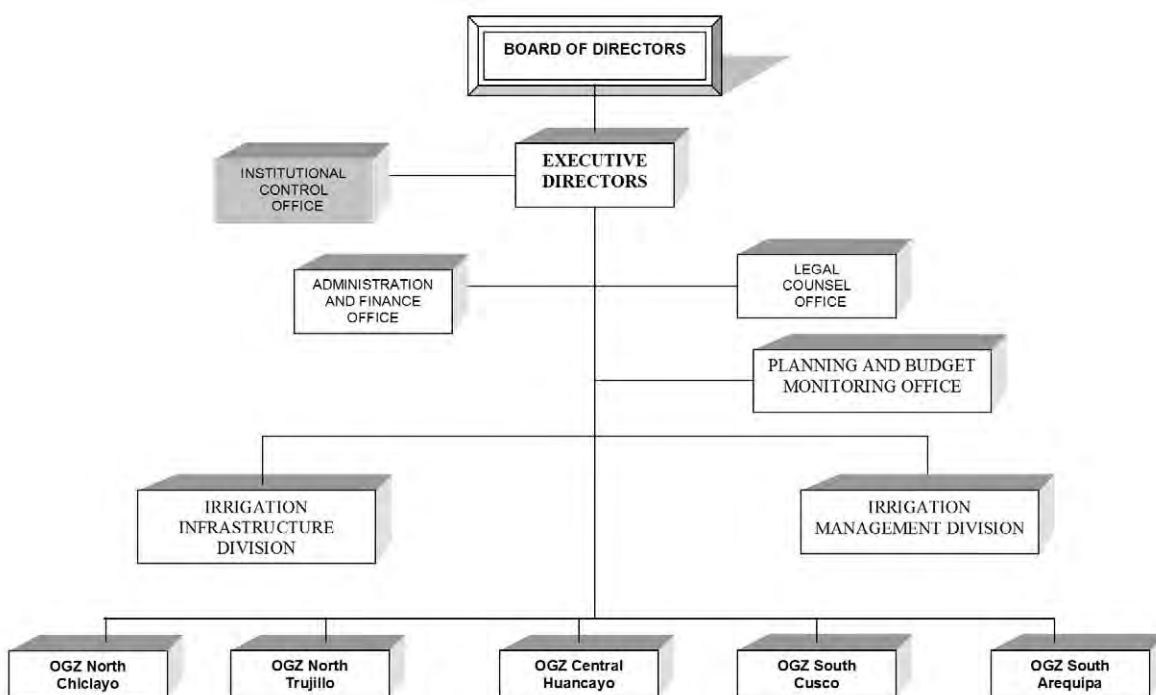


Figura 4.10-3 Organigrama del PSI

4.11 Marco lógico de la opción seleccionada finalmente

En la Tabla 4.11-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.

Tabla 4.11-1 Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente

Resumen narrativo	Indicadores verificables	Medios de verificación de indicadores	Condiciones preliminares
Meta superior			
Promover el desarrollo socioeconómico local y contribuir al bienestar social de la población.	Mejorar la productividad local, generar más empleos, aumentar ingresos de la población y reducir el índice de la pobreza	Datos estadísticos publicados	Estabilidad socioeconómica y política
Objetivos			
Aliviar la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones	Tipos, cantidad y distribución de las obras de control de inundaciones, población y área beneficiaria	Monitoreo del calendario anual de obras y del plan financiero, fiscalización de ejecución de presupuesto.	Asegurar el presupuesto necesario, intervención activa de los gobiernos regional y municipalidades, comisiones de regantes, comunidad local, etc.
Resultados esperados			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, prevención de destrucción de caminos, protección de canales de riego, control de la erosión de márgenes, seguridad de la Presa Poechos	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, frecuencia de destrucción de caminos, avance de la erosión de márgenes, erosión aguas abajo de la presa.	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes locales	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los organismos superiores.
Actividades			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, prevención de daños a los caminos, construcción de 28 obras, incluyendo las destinadas a la seguridad de la presa	Revisión del Diseño Detallado, informes de obras, gastos ejecutados	Asegurar el presupuesto de obras, Diseño Detallado/ejecución de obras/supervisión de obras de buena calidad
Componente B: Medidas no estructurales			
B-1 Reforestación y recuperación vegetal	Área reforestada, área de bosques ribereños	Informes de avance de obras, monitoreo rutinario por la comunidad local	Apoyo de consultores, ONGs, comunidad local, concertación y cooperación de la comunidad de la cuenca baja
B-2 Sistema de alerta temprana	Equipos instalados, estado de operación, frecuencia de alertas emitidas, estado de transmisión de información	Informes de avance de obras, monitoreo por entidad pública y comunidad local	Funcionamiento adecuado de equipos, debida capacitación del personal, comunicación y promoción, OyM de equipos y programas
Componente C: Educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades	Número de sesiones de seminarios, prácticas, capacitación, taller,	Informes de avance, monitoreo por gobiernos locales y comunidad	Predisposición de los actores a participar, asesoría por consultores y ONGs
Gestión de ejecución del Proyecto			
Gestión del Proyecto	Diseño Detallado, orden de inicio de las obras, supervisión de obras, operación y mantenimiento	Planos de diseño, plan de ejecución de obras, pliego de estimación de costos, especificaciones de las obras, contratos, informes de gestión de obras, manuales de mantenimiento	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

4.12 Plan de mediano y largo plazo

Hasta aquí se han propuesto solo las medidas de control de inundación que deben ser ejecutadas con mayor urgencia, debido a la limitación del presupuesto disponible para el presente Proyecto. Sin embargo, existen otras medidas que deben ser realizadas oportunamente en el marco del plan a largo plazo. En esta sección se hablará sobre el plan de control de inundaciones de mediano y largo plazo.

4.12.1 Plan general de control de inundaciones

Existen diversas formas de controlar las inundaciones en toda la cuenca, como por ejemplo, la construcción de presas, reservorios, diques o combinación de estos.

En cuanto a la propuesta de construir una presa, al suponer que la presa reduzca el caudal máximo de crecidas con período de retorno de 10 años, hasta el caudal de período de retorno de 50 años, la capacidad requerida de la presa sería muy grande, calculándose en 3,7 millones de m³ para el Río Yauca. Aguas arriba del abanico aluvial está conformado por quebradas y es difícil encontrar topografía apta para construir una presa. De esta manera, si se quiere construir una presa, resultaría en una presa sumamente alta, lo que implica un costo sumamente elevado (varios mil millones de soles).

Además, se demoraría entre tres y cinco años para la identificación del sitio de presa, levantamiento, estudio geológico, estudio de materiales y diseño conceptual. El impacto sobre el entorno local es inmenso. Por lo tanto, se considera poco adecuado incluir el análisis de la opción presa dentro del presente Estudio.

De la misma manera, la opción de construir un reservorio sería poco viable por las mismas razones expuestas para la presa, porque se necesitaría construir un reservorio de gran capacidad, y es difícil encontrar un sitio adecuado ya que la mayor parte de las tierras planas a lo largo del río aguas abajo del abanico aluvial está siendo utilizada para fines agrícolas. De este modo, su análisis ha sido descartado del presente Estudio.

Por lo tanto, enfocaremos nuestro estudio en la construcción de diques por ser la opción más viable.

(1) Plan del curso del río

1) Capacidad hidráulica

Se calculó la capacidad hidráulica del actual cauce del río con base en los resultados del levantamiento longitudinal y transversal del río, cuyos resultados se presentan en la Figura 3.1.10-3, 3.1.10.

2) Características del desbordamiento

Se realizó el análisis de desbordamiento del Río Yauca. En la Figura 3.1.10-4, 3.1.10 se muestran las condiciones de desbordamiento para caudales con probabilidades de 50 años. El Río Yauca se caracteriza porque los desbordamientos ocurren desde 7 km de la desembocadura hacia abajo inundando las tierras de cultivo que se extienden en la margen derecha.

3) Nivel de crecidas de diseño y la sección estándar del dique

El nivel de crecidas de diseño se determinó en el nivel de agua de crecidas con período de retorno de 50 años, y la sección estándar del dique será como se determina en el apartado 4.3.1, 5), 1). En la Tabla 4.2-1, 4.2 se muestra el nivel teórico de crecidas de diseño y la altura requerida de la corona del dique.

4) Alineación de los diques

Considerando las condiciones actuales de los diques existentes se definió la alineación de los nuevos diques. Básicamente, se adoptó el ancho del río más amplio posible con el fin de incrementar la capacidad hidráulica y el efecto de retardación. En la Figura 4.12.1-1 se explica esquemáticamente el cauce actual y el método de definición de la alineación de un tramo donde el cauce actual tiene mayor anchura. En un tramo normal, la corona del dique tendrá una altura igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, mientras que en los tramos donde el río tiene mayor anchura, se construirán doble diques, con la alineación del dique interior congruente y continuo con los tramos normales aguas arriba y abajo. La altura de la corona será igual al nivel de agua de inundaciones con período de retorno de 50 años. La altura de la corona del dique externo será igual al nivel de agua de crecidas con

período de retorno de 50 años, de tal manera que en el caso de que el río se desborde del dique interno, el espacio abierto entre los dos diques sirva para almacenar los sedimentos y retardar el agua.

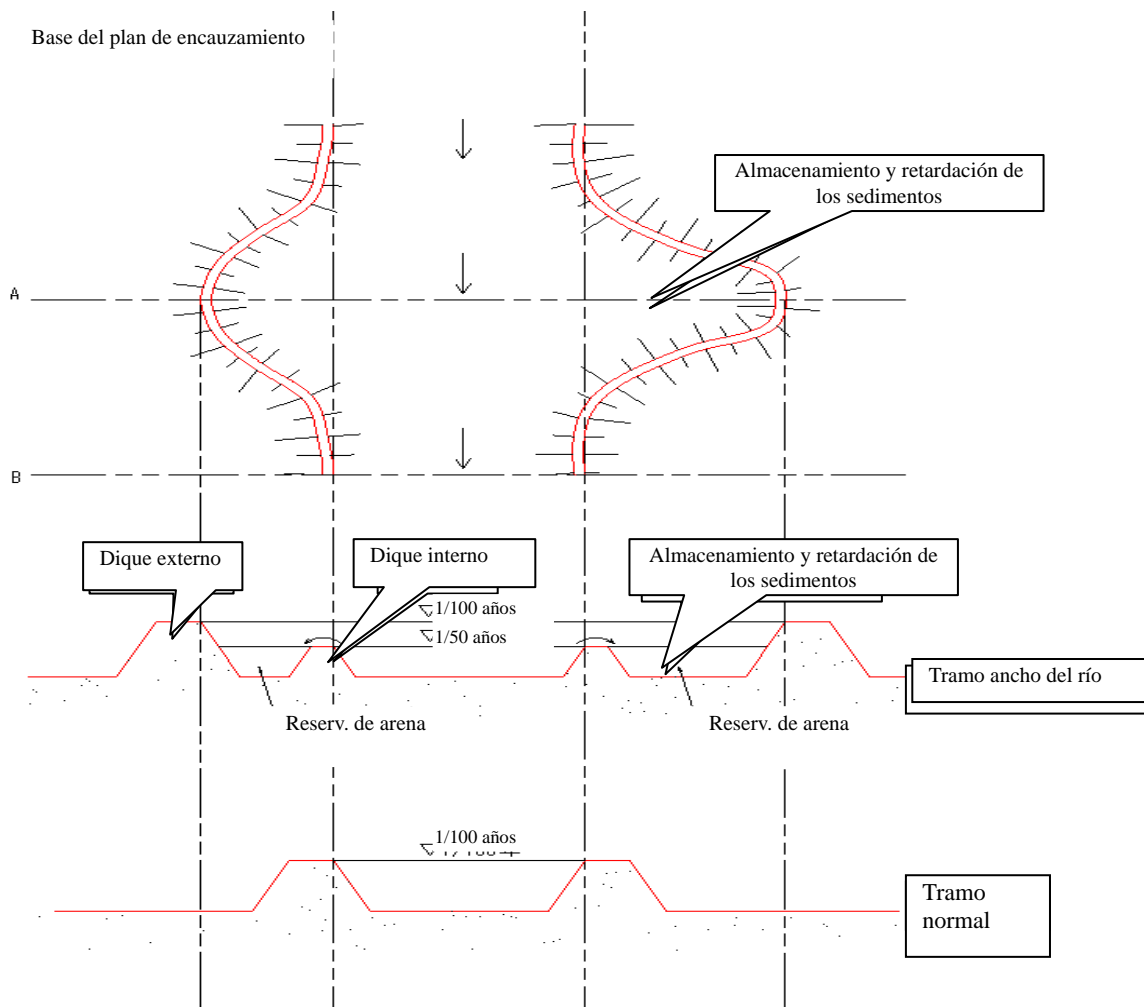


Figura 4.12.1-1 Definición de la alineación del dique

5) Plano de planta y sección del río

En las Figuras Figura 4.12.1-2 y Figura 4.13.1-3 se presenta el plano de planta y la sección longitudinal del río Chinchá.

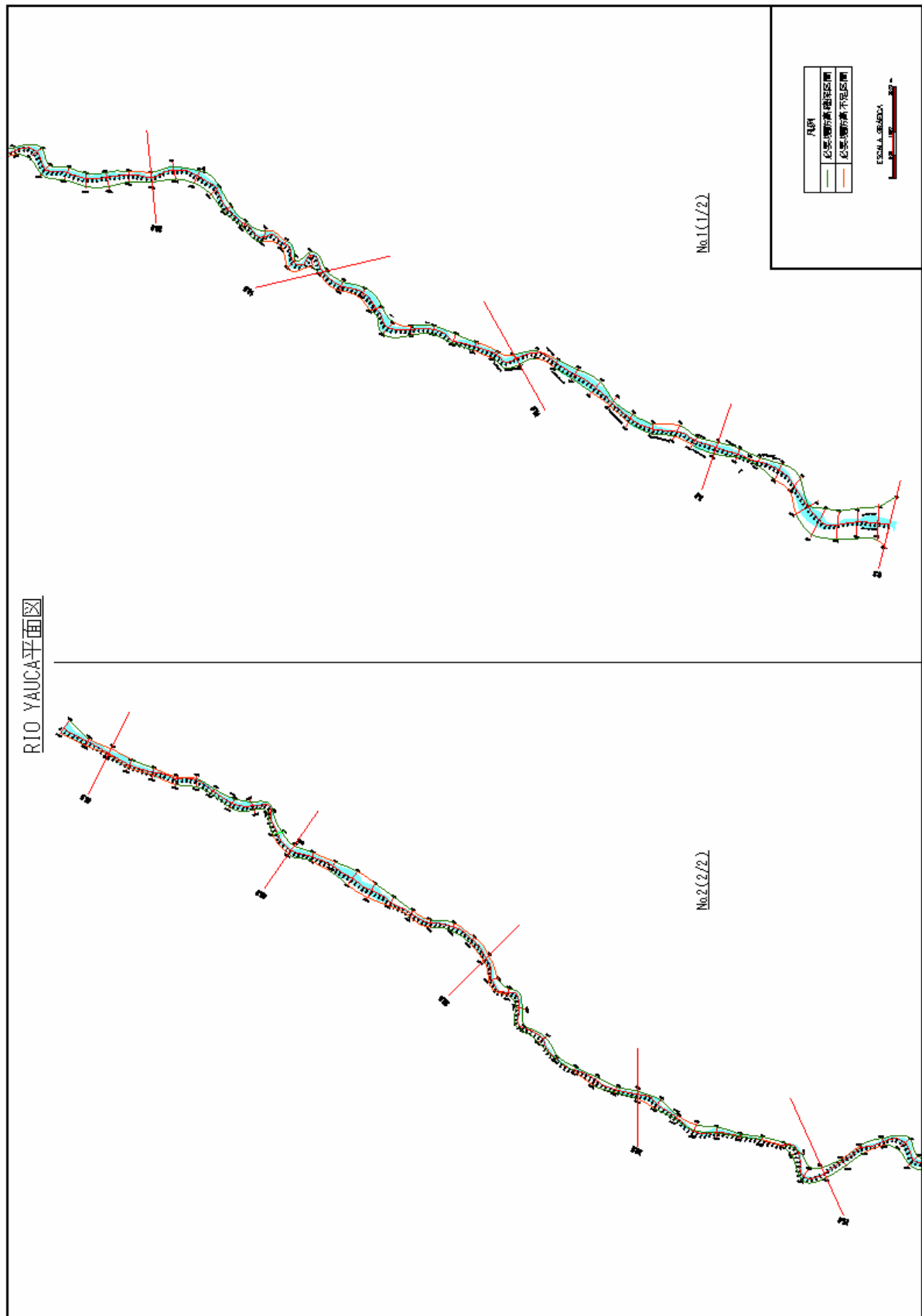


Figura 4.12.1-2 Plano do del Río Yauca

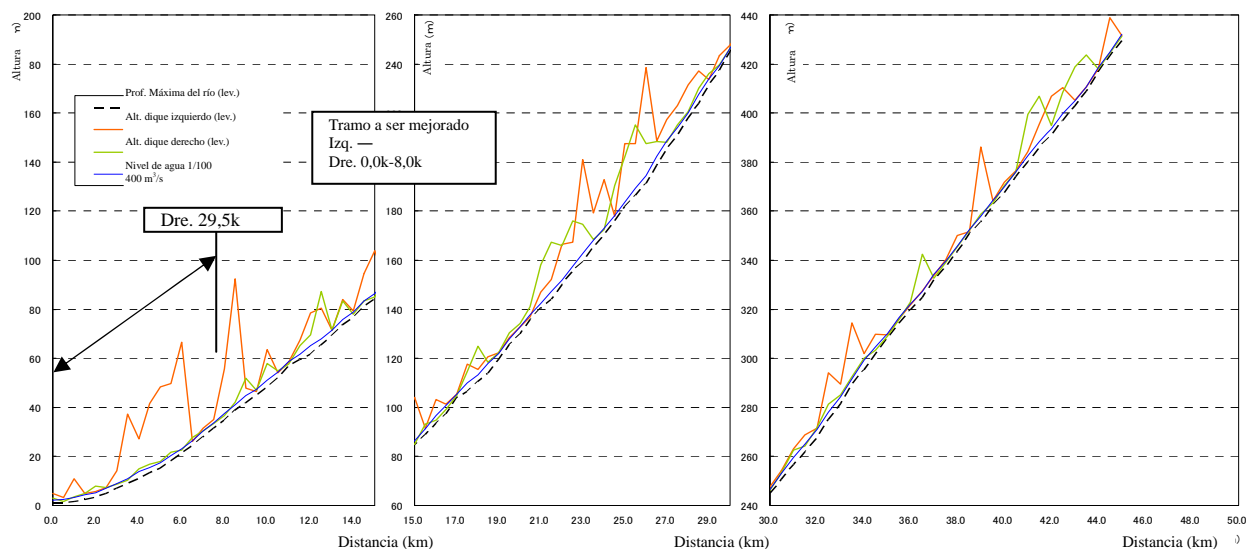


Figura 4.12.1-3 Sección longitudinal del Río Yauca

6) Plan de construcción de diques

A continuación se plantean las políticas básicas del plan de construcción de diques en la cuenca del río Yauca.

- ① Construir los diques que permitan el paso de manera segura del caudal de inundaciones con período de retorno de 50 años.
- ② Los diques serán construidos en las zonas donde se extenderá el agua desbordada hacia el interior del dique, según la simulación de inundaciones.
- ③ Los diques serán dispuestos en los tramos arriba mencionados, donde el nivel de agua de diseño supera la altura del dique existente o la altura del suelo dentro del dique.
- ④ La altura del dique se define en el nivel de agua de crecidas con período de retorno de 50 años más el libre bordo.

En la Tabla 4.12.1-1 y la Figura-4.12.1-4 se presenta el plan de construcción de diques en la cuenca del río Yauca.

Tabla 4.12.1-1 Plan de construcción de diques en la cuenca del río Yauca

Río	Tramos a ser mejorados		Promedio de altura faltante de diques (m)	Tamaño propuesto de diques	Long. de diques (km)
Yauca	M. izquierda	-	-	Altura de diques = 1,5m Altura de las obras de protección de márgenes = 3,0m	-
	M. derecha	0,5k-8,0k	0,46		3,0
	Total		0,46		3,0

Río Yauca Tramos donde el nivel de agua de diseño (1/50 años) supera la altura de los diques (desbordamiento en todos los puntos) Imagen integral

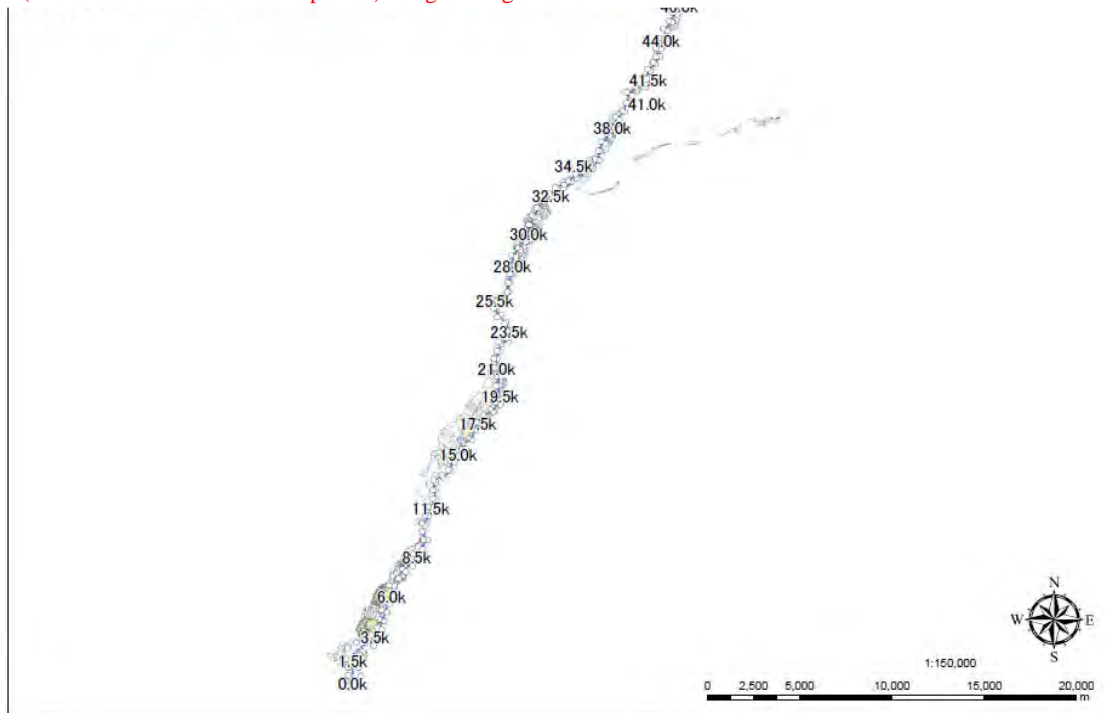


Figura 4.12.1-4 Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Yauca

7) Costo del Proyecto

En las Tablas Tabla 4.12.1-2 y 4.12.1-3 se presentan los costos directos de obras en precios privados, y el costo del Proyecto. Asimismo, el costo del Proyecto en precios sociales se presenta en la Tabla 4.12.1-4.

Tabla 4.12.1-2 Costo directo de obras (a precios privados)

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H 1	B2	A	B1	H 2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8	1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0	1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8	1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0	1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8	1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	6.0	4.9	28.9
				1.0	1.5	2.6	12.0
				1.0	10.0	6.9	52.4

Cuenca	Obras	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo directo de obras/m	Costo directo de obras/km	Long. de diques	Costo directo de obras
Yauca	Diques	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	3.0	321.0
	Protección de márgenes	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		4,950.0
Total						1,820.0	1,820.0	55,510.0

Tabla 4.12.1-3 Costo del Proyecto (a precios privados)

Nombre de la Cuenca 流域名	專業費 (民間價格)											
	COSTO DIRECTO					COSTO INDIRECTO						INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸經費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
YAUCA	5,271,000	527,100	5,798,100	869,715	579,810	7,247,625	1,304,573	8,552,198	85,522	427,610	855,220	9,920,549

Tabla 4.12.1-4 Costo del Proyecto (a precios sociales)

Nombre de la Cuenca 流域名	專業費 (社會價格)											
	COSTO DIRECTO					COSTO INDIRECTO						INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸經費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
YAUCA	4,237,884	423,788	4,661,672	699,251	466,167	5,827,091	1,048,876	6,875,967	68,760	343,798	687,597	7,976,121

(2) Plan de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento fue estimado identificando la tendencia de sedimentación y erosión del lecho con base en los resultados del análisis unidimensional de la variación de lecho, y se planteó un plan de operación y mantenimiento de largo plazo.

El curso actual del río presenta algunos tramos angostos donde existen los puentes, obras agrícolas (bocatomas), etc. y se observa una tendencia de acumularse los sedimentos aguas arriba de estos tramos. Por lo tanto, en el presente Proyecto se plantea incrementar la capacidad hidráulica de estos tramos angostos para evitar en la medida de lo posible la sedimentación aguas arriba y en el lecho (parte principal), a la par de almacenar en lo posible los sedimentos cuando ocurren inundaciones que superen un período de retorno de 50 años.

1) Análisis de la variación de lecho

En la Figura 4.12.1-5 se presentan los resultados del análisis de la variación del lecho del Río Yauca en los próximos cincuenta años. A partir de esta figura se puede proyectar la tendencia de la sedimentación y erosión del lecho, así como su respectivo volumen.

2) Tramos que necesitan de mantenimiento

En la Tabla 4.12.1-5 se presentan los posibles tramos que requerirán someter a un proceso de mantenimiento a largo plazo en la cuenca del Río Yauca.

3) Costo de operación y mantenimiento

A continuación se presenta el costo directo de obras a precios privados para el mantenimiento (excavación del lecho) requerido en los próximos 50 años en cada cuenca.

Costo directo de obras

A precios privados: $60.000 \text{ m}^3 \times 10 \text{ soles} = 600.000 \text{ soles}$

En la Tabla 4.12.1-6 y Tabla 4.12.1-7 se presenta el costo del Proyecto de 50 años a precios privados y sociales.

Tabla 4.12.1-5 Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada

Río	Extensión de la excavación		Método de mantenimiento
Río Yauca	1 tramo	Tramo: 25,5km-26,5km Volumen: 60.000 m^3	Corresponde a la parte inmediatamente aguas arriba de la bocatoma existente. Se considera necesario realizar la excavación periódica para mantener el adecuado funcionamiento de la bocatoma.

* Volumen de sedimentos que se acumularán en 50 años

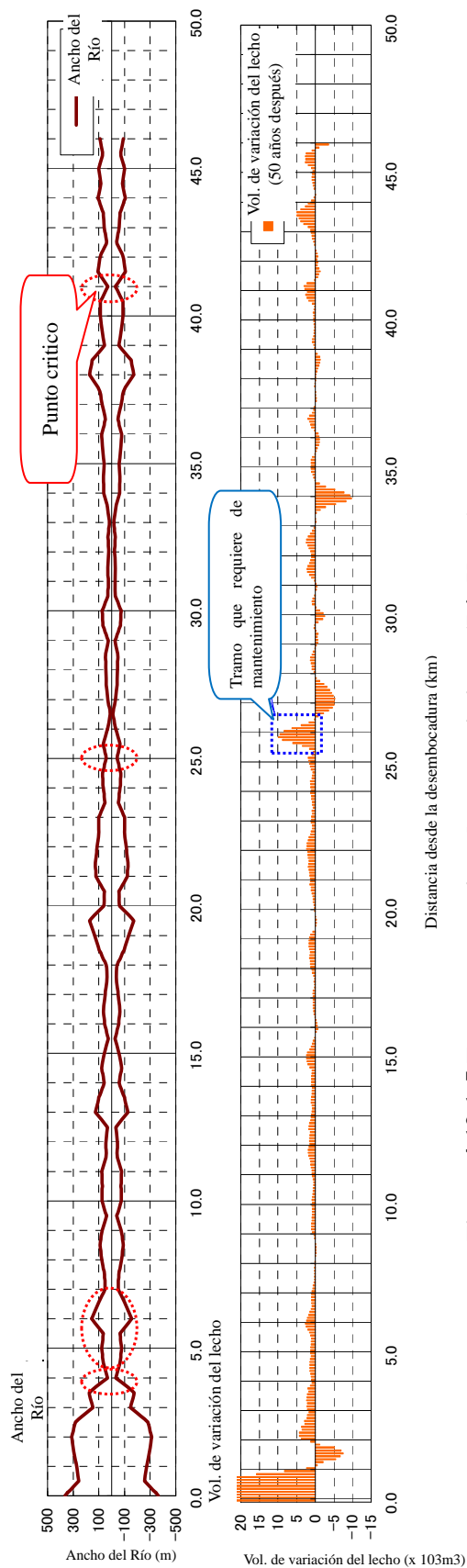


Figura 4.12.1-5 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Yauca)

Tabla 4.12.1-6 Costo de obras de excavación de lecho para 50 años (a precios privados)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01*(8)	Expediente Técnico 詳細設計 (10) = 0.05*(8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1*(8)	Costo Total 事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	10	49	97	1,129

Tabla 4.12.1-7 Costo de obras de excavación de lecho para 50 años (a precios sociales)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Factor de Corrección 修正係数 fc	Costo Total Obra 建設費 (9) = fc*(8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10) = 0.01*(9)	Expediente Técnico 詳細設計 (11) = 0.05*(9)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1*(9)	Costo Total 事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	0.804	783	8	39	78	908

(3) Evaluación social

1) Costos a precios privados

i) Monto de daños

En la Tabla 4.12.1-8 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en la Cuenca del río Yauca.

Tabla 4.12.1-8 Monto de daños para inundaciones de diferentes períodos de retorno (a precios privados)

	Daños en miles de S/. 被害額 (千ソールレス)
確率年(t)	Yauca
2	0
5	0
10	1,695
25	2,569
50	11,497

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.12.1-9 se presenta el promedio anual de reducción de daños encada cuenca calculado con los datos de la Tabla 4.12.1-8.

iii) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.12.1-3 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo en la Tabla se presenta el costo anual de operación y mantenimiento (OyM) de los diques y de las obras de protección de márgenes, calculado en el 0,5 % del costo de construcción, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.12.1-6.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.12.1-10 se presentan los resultados de la evaluación económica.

Tabla 4.12.1-9 Promedio anual de reducción de daños

s/1000

民間価格:流域全体 (Precios Privados para las cuencas en su TOTALIDAD)									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
YAUCA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	
	10	0.100	1,695	0	1,695	847	0.100	85	85
	25	0.040	2,569	0	2,569	2,132	0.060	128	213
	50	0.020	11,497	0	11,497	7,033	0.020	141	353

Tabla 4.12.1-10 Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)

流域名 Cuenca	年平均被害軽減額 Promedio anual de reducción de daños	評価期間被害 軽減額(15年) Reducción de daños en el período de evaluación (15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de OyM	B/C Relación B/C	NPV Valor actual neto (VAN)	IRR(%) Tasa interna de retorno (TIR (%))
Yauca	4,592,758	2,073,999	9,920,549	894,671	0.23	-7,014,101	-

2) Costos a precios sociales

i) Monto de daños

En la Tabla 4.12.1-11 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en cada cuenca.

**Tabla 4.12.1-11 Monto de daños de las inundaciones de diferentes períodos de retorno
(a precios sociales)**

	Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)
確率年(t)	Yauca
2	0
5	0
10	2,150
25	3,313
50	12,092

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.12.1-12 se presenta el promedio anual de reducción de daños encada cuenca calculado con los datos de la Tabla 4.12.1-11.

iii) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.12.1-4 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo en la Tabla se presenta el costo anual de operación y mantenimiento (OyM) de los diques y de las obras de protección de márgenes, calculado en el 0,5 % del costo de construcción, así como el promedio anual de costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.12.1-7.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.12.1-13 se presentan los resultados de la evaluación económica.

Tabla 4.12.1-12 Promedio anual de reducción de daños (a precios sociales)

s/1000

社会価格:流域全体									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被害 軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施し た場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①-② Daños mitigados ③=①-②				
			YAUCA	1	1.000	0	0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	0
	10	0.100	2,150	0	2,150	1,075	0.100	108	108
	25	0.040	3,313	0	3,313	2,732	0.060	164	271
	50	0.020	12,092	0	12,092	7,702	0.020	154	425

Tabla 4.12.1-13 Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales)

流域名 Cuenca	年平均被害軽減額	評価期間被害 軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
	Promedio anual de reducción de daños	Reducción de daños en el período de evaluación (15 años)	Costo del Proyecto	Costo de OyM	Relación B/C	Valor actual neto (VAN)	Tasa interna de retorno (TIR (%))
Yauca	5,531,228	2,497,793	7,976,121	719,315	0.34	-4,809,039	-

(4) Conclusiones

Los resultados de la evaluación económica demuestra que el Proyecto arroja impacto económico positivo en términos del costo a precios tanto privados como sociales, pero el costo requerido es sumamente elevado (de 9,9 millones de soles, equivalentes a 300 millones de yenes), concluyéndose que es poco viable adoptarse en el presente Proyecto.

4.12.2 Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

(1) Reforestación de la cuenca alta

Se recomienda, a largo plazo, reforestar en todas las zonas consideradas críticas de la cuenca alta. Por lo tanto, aquí se profundizará en el análisis de esta alternativa.

1) Políticas básicas

- ① **Objetivos:** Mejorar la capacidad de infiltración del área de fuente de agua, disminuir el flujo de agua en suelos superficiales, y a su vez aumentar el flujo de agua en suelos intermedios y la napa freática. Por todo lo mencionado, se corta el flujo de agua en temporada alta de inundación, aumenta el recurso hídrico en áreas montañosas, se reduce y evita la inundación aumentando así la cantidad y mayor flujo de aguas subterráneas, reduciendo y previniendo las inundaciones.
- ② **Área de forestación:** Forestar en áreas con posibilidad de sembrar en las cuencas con fuentes de agua o en áreas donde ha disminuido el área boscosa.
- ③ **Método de forestación:** Plantaciones por los pobladores locales. El mantenimiento por cuenta propia de los promotores, la supervisión y asesoramiento será llevado por organizaciones no gubernamentales.
- ④ **Mantenimiento después de la forestación:** Realizar el mantenimiento por el responsable del sembrado de la comunidad, para ello se creará un sistema de pago (Pago por servicios ambientales) por los beneficiarios de aguas abajo
- ⑤ **Observaciones:** Luego de cada raleo se tendrá que reforestar el área, manteniendo y conservando de manera sostenible a largo plazo. Se deberá diseñar incentivo para los pobladores que viven aguas arriba de la cuenca.

Manteniendo el bosque y reforestando luego del raleo, se conserva el bosque, se amortigua y previene la inundación. Para ello, es necesario que los pobladores locales se concienticen, incentivar a los pobladores aguas abajo, promocionar y difundir durante la ejecución del proyecto la importancia del bosque en el Perú.

2) Selección de las áreas a reforestar

Tal como se indicó en el apartado 1), la reforestación en la cuenca alta se realiza con el aporte de mano de obra de la comunidad. En este caso, los habitantes locales participarán en estas actividades en su tiempo libre. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las cuencas altas en su mayoría pertenecen a la Sierra Andina, donde los habitantes están subsistiendo con la agricultura y ganadería bajo severas condiciones naturales. Así se considera que no están en condiciones para realizar la reforestación y, por lo general, el proceso de concertación toma un tiempo sumamente prolongado.

3) Tiempo requerido para el proyecto de reforestación

Dado que la población en sí es muy reducida, la disponibilidad de la fuerza laboral es reducida. Así, el trabajo que se puede realizar al día es limitado, y la eficiencia de trabajo será muy baja. El Equipo de Estudio de JICA estimó el tiempo que se requiere para reforestar la totalidad del área a partir de la población de las zonas sujetas al plan de reforestación, el número de plantas, la eficiencia de trabajo, etc. De acuerdo a esta estimación, se demorarán 14 años para reforestar aproximadamente 40 mil hectáreas de la Cuenca del Río Chíncha. Al estimar el tiempo requerido para otras cuencas, aplicando simplemente esta tasa al área de la respectiva cuenca, se tiene que la reforestación de la cuenca del Río Yauca tomará 22 años.

4) Volumen total de reforestación en la cuenca alta, período y costo del proyecto

Se ha estimado la superficie que requiere ser reforestada en la cuenca del Río Yauca, así como el costo de ejecución, tomando como referencia, los datos del proyecto de reforestación de la Cuenca del Río Chíncha. Según esta estimación, el área a reforestarse suma un total de 68 mil hectáreas aproximadamente, el período requerido es de 22 años, y el costo se calcula en 184,3 millones de soles. Es decir, se requiere invertir gran cantidad de tiempo y costo para reforestar.

Tabla 4.12.2-1 Plan de reforestación de las cuencas altas

Cuenca	Superficie a reforestar (ha)	Tiempo requerido (años)	Costo requerido (soles)
Yauca	68.289,56	22	184.322.651

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

5) Conclusiones

El objetivo del presente Proyecto es ejecutar las obras más urgentes, y destinar un período tan largo para la reforestación que tiene un efecto indirecto cuyo impacto se demora en manifestarse no sería congruente con el objetivo propuesto para el Proyecto. Al considerar que se requiere invertir 22 años y 184.3 millones de soles, se concluye que es poco viable implementar esta alternativa en el presente Proyecto, y que debería de ejecutarse oportunamente en el marco de un plan de largo plazo después de concluido el presente Proyecto.

4.12.3 Plan de control de sedimentos

Para el plan de control de sedimentos a largo plazo, se recomienda ejecutar las obras necesarias en la cuenca alta.

El Plan de Control de Sedimentos en la cuenca alta consistirá principalmente en la construcción de las presas de control de sedimentos y de las obras de protección de márgenes. En la Figura 4.12.3-1 se presenta la disposición de las obras de control de sedimentos que se propone ejecutar en toda la cuenca. Se estimó el costo de las obras de la cuenca del Río Yauca, suponiendo: a) cubrir la totalidad de la cuenca; y b) cubrir solo las zonas prioritarias, analizando la disposición de las obras para cada caso. Los resultados se muestran en la Tabla 4.12.3-1.

Dada la extensión de la cuenca del Río Yauca, el costo de construcción para todas las alternativas sería demasiado elevado en caso de disponer las obras de protección de márgenes, presas de control de erosión, etc., además que se requerirá de un tiempo sumamente largo. Esto implica que el Proyecto se demorará en manifestar sus efectivos positivos. Así, se concluye que es poco viable ejecutar esta alternativa dentro del presente Proyecto, debiendo ser ejecutada oportunamente en el marco de un plan a largo plazo, después de terminado el presente Proyecto.

Tabla 4.12.3-1 Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta

Cuenca	Alcance	Protección de márgenes		Bandas		Presa de control de sedimentos		Total costo directo de obras	Costo del Proyecto (Millones S/.)
		Vol. (km)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)		
Yauca	Toda la cuenca	565	S/.604	57	S/.2	97	S/.144	S/.750	S/.1.412
	Tramo prioritario	565	S/.604	57	S/.2	37	S/.54	S/.660	S/.1.242

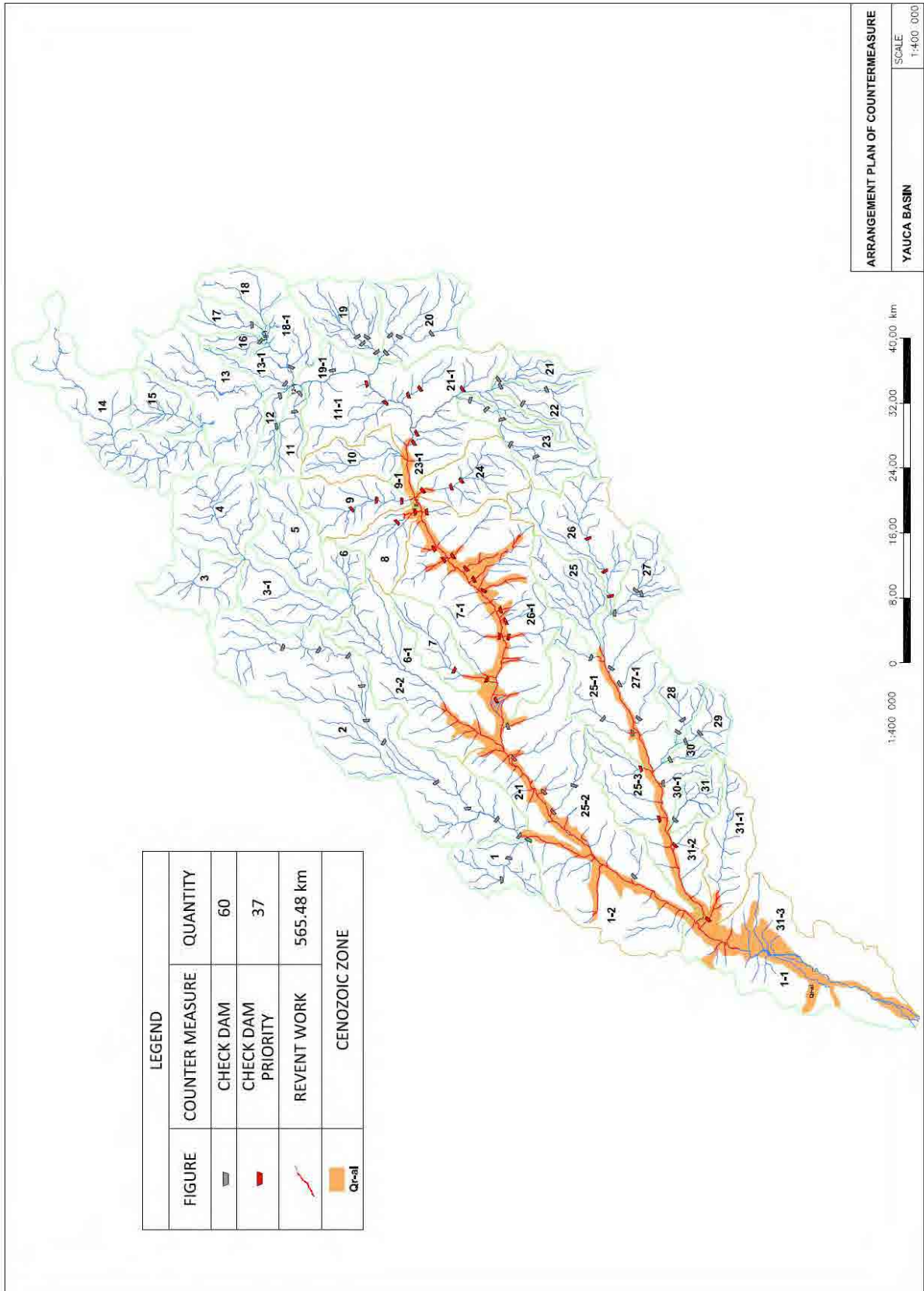


Figura 4.12.3-1 Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Yauca

5. CONCLUSIONES

La Alternativa seleccionada finalmente en el presente Estudio es estructuralmente segura y arroja valores económicos suficientemente altos según la evaluación social. Además, su incidencia al medio ambiente es reducida.

La implementación del presente Proyecto contribuirá al alivio de la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones, y al desarrollo socioeconómico local. Por lo tanto, se concluye implementarlo en la mayor brevedad posible.

