

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 PRINCIPAL
I-4 INFORME PRINCIPAL INFORME DEL
PROYECTO (RÍO PISCO)
(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.

Estructura del Informe Final

Resumen Ejecutivo

I. Informe del Estudio de Factibilidad

I-1 Informe del Programa (Ríos Cañete, Chincha, Pisco y Majes-Camaná) (Informe Principal)

I-2 Informe del Proyecto (Río Cañete)

I-3 Informe del Proyecto (Río Chincha)

I-4 Informe del Proyecto (Río Pisco) (Presente informe)

I-5 Informe del Proyecto (Río Majes-Camaná)

I-6 Informes de Soporte

Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga

Anexo-2 Análisis de Inundaciones

Anexo-3 Análisis de Variación del Lecho

Anexo-4 Plan de Control de Inundaciones

Anexo-5 Sistema de Alerta Temprana del Río Chira

Anexo-6 Plan de Control de Sedimentos

Anexo-7 Reforestación y Recuperación Vegetal

Anexo-8 Plan y Diseño de Infraestructuras

Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo

Anexo-10 Estudio Socioeconómico / Análisis Económico

Anexo-11 Consideraciones Ambientales y Sociales/ Género

Anexo-12 Educación en Prevención de Desastres /Desarrollo de capacidades

Anexo-13 Reuniones de las Partes Interesadas

Anexo-14 Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera

Anexo-15 Documentos de Diseño

I-7 Libro de Datos

II Informe del Estudio de Prefactibilidad

II-1 Informe del Programa (Ríos Chira, Cañete, Chincha, Pisco, Yauca y Majes-Camaná)

II-2 Informe del Proyecto (Río Chira)

II-3 Informe del Proyecto (Río Cañete)

II-4 Informe del Proyecto (Río Chincha)

II-5 Informe del Proyecto (Río Pisco)

II-6 Informe del Proyecto (Río Yauca)

II-7 Informe del Proyecto (Río Majes-Camaná)



Figura Área del Estudio

Abreviaturas

Abreviaturas	Forma oficial o significado
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ALA	Autoridad Loca del Agua
B/C	Relación Costo Beneficio
PIB	Producto Bruto Interno
SIG	Sistema de Información Geográfica
DGAA	Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	Dirección General de Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPI (antiguamente DGPM)	Dirección General de Política de Inversiones
DGETP (antiguamente DNEP)	Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público
DRA	Dirección Regional de Agricultura
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental
FAO	FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
E/F	Estudio de Factibilidad
GORE	Gobierno Regional
HEC-HMS	Sistemas para el Modelado Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica Estadounidense
HEC-RAS	Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica
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
TIR	Tasa Interna de Retorno
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
JNUDRP	Junta Nacional de Usuarios de Distritos del Perú
A/P	Acuerdo de Préstamos

MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAG	Ministerio de Agricultura
M/R	Minuta de Reuniones
VAN	Valor Actual Neto
OyM	Operación y mantenimiento
OGA	Oficina General de Administración
ONERRN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI (OPP)	Oficina de Programación e Inversiones (Oficina de Planificación e Presupuesto)
PE	Proyecto Especial Chira-Piura
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PERFIL	Estudio de Perfil
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
FCE	Factor de conversión estándar
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
UE	Unidad Ejecutora
UF	Unidad formuladora
VALLE	Valle aluvial, llanura de valle
IVA	Impuesto al valor agregado

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

INFORME FINAL
I-4 INFORME PRINCIPAL
INFORME DEL PROYECTO (RÍO PISCO)

ÍNDICE

Mapa del Área del Estudio

Abreviaturas

Prefacio

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	Propuestas Técnicas	1-2
1.4.1	Medidas Estructurales.....	1-2
1.4.2	Medidas no estructurales	1-3
1.4.3	Asistencia técnica.....	1-5
1.5	Costos del proyecto.....	1-5
1.6	Evaluación social	1-5
1.7	Análisis de sostenibilidad	1-6
1.8	Impacto Ambiental.....	1-7
1.9	Instituciones y Administración	1-9
1.10	Plan de Ejecución.....	1-10
1.11	Plan Financiero	1-11
1.12	Conclusiones y Recomendaciones.....	1-12
1.12.1	Conclusiones.....	1-12
1.12.2	Recomendaciones	1-12
1.13	Marco Lógico.....	1-14
1.14	Plan a Mediano y Largo Plazo.....	1-14
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.....	2-7
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	3-14
3.1.6	Resultados de las visitas a los sitios del Estudio	3-16
3.1.7	Situación actual de la vegetación y reforestación.....	3-23
3.1.8	Situación actual de la erosión del suelo.....	3-27
3.1.9	Precipitaciones	3-38
3.1.9.1	Datos de precipitaciones.....	3-38
3.1.9.2	Caudal.....	3-43
3.1.9.3	Caudal de inundaciones según periodo de retorno basado en el aforo.....	3-45
3.1.9.4	Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS).....	3-46
3.1.9.5	Observaciones de los resultados del análisis.....	3-59
3.1.10	Análisis de inundaciones	3-62
3.2	Definición de Problema y Causas.....	3-67
3.2.1	Problemas de las medidas de control de inundaciones en el Área del Estudio.....	3-67
3.2.2	Causas de los problemas	3-67
3.2.3	Efectos de los problemas	3-68
3.2.4	Árbol de causas y efectos.....	3-69
3.2.5	Medidas de solución al problema principal.....	3-71
3.2.6	Impactos esperados por el cumplimiento del objetivo principal.....	3-72
3.2.7	Árbol de medidas – objetivos – impactos.....	3-72
4.	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	4-1
4.1	Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto	4-1
4.2	Análisis de Demanda y oferta.....	4-1
4.3	Planeamiento Técnico	4-3
4.3.1	Medidas estructurales.....	4-3
4.3.2	Medidas no estructurales	4-20
4.3.2.1	Reforestación y recuperación vegetal.....	4-20

4.3.2.2	Plan de control de sedimentos	4-27
4.3.3	Asistencia técnica.....	4-30
4.4	Costos.....	4-36
4.4.1	Estimación de costos (a precios privados).....	4-36
4.4.2	Cálculo de costos (a precios sociales).....	4-41
4.5	Evaluación social	4-42
4.5.1	Costos a precios privados	4-42
4.5.2	Costos a precios sociales.....	4-49
4.5.3	Conclusiones de la evaluación social	4-51
4.6	Análisis de sensibilidad.....	4-51
4.7	Análisis de riesgos	4-54
4.8	Análisis de sostenibilidad	4-55
4.9	Impacto Ambiental.....	4-57
4.9.1	Procedimiento de la evaluación de impacto ambiental	4-57
4.9.2	Metodología de la evaluación del impacto ambiental	4-59
4.9.3	Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio ambientales	4-60
4.9.4	Gestión del impacto ambiental	4-65
4.9.5	Plan de gestión ambiental	4-66
4.9.6	Presupuesto para la gestión de impacto ambiental	4-69
4.9.7	Conclusiones y recomendaciones	4-70
4.10	Instituciones y administración	4-72
4.11	Plan de ejecución	4-77
4.12	Plan financiero	4-81
4.13	Marco lógico de la opción seleccionada finalmente.....	4-83
4.14	Línea base para la evaluación de impacto	4-84
4.15	Plan a Mediano y Largo Plazo.....	4-85
4.15.1	Plan general de control de inundaciones	4-85
4.15.2	Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación.....	4-102
4.15.3	Plan de control de sedimentos	4-103
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	5-1
5.1	Conclusiones	5-1
5.2	Recomendaciones	5-1
5.2.1	Recomendaciones sobre el Proyecto	5-1
5.2.2	Desafíos del control de inundaciones en el Perú hacia el futuro.....	5-7

Lista de Tablas

Tabla 1.3-1	Análisis de la Demanda y oferta	1-1
Tabla 1.5-1	Costos del Proyectos y su Desglose (Unidad: 1000 soles).....	1-5
Tabla 1.6-1	Resultados de la evaluación social.....	1-6
Tabla 1.7-1	Presupuesto de las comisiones de regantes.....	1-7
Tabla 1.7-2	Porcentaje de los costos de OyM dentro del costo de operación de cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas	1-7
Tabla 1.10-1	Plan de ejecución	1-10
Tabla 1.11-1	Plan de desembolso en la ejecución del Proyecto	1-11
Tabla 1.13-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.....	1-14
Tabla 1.14-1	Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios privados)	1-15
Tabla 1.14-2	Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios sociales)	1-15
Tabla 1.14-3	Plan General de la forestación en la cuenca altas	1-16
Tabla 1.14-4	Costos Estimados del Proyecto de las instalaciones de control de sedimentos en aguas arriba de las Cuencas	1-16
Tabla 2.4.1-1	Antecedentes de los estudios y la entrega de los informes.....	2-7
Tabla 3.1.2-1	Distritos alrededor del Río Pisco y su área	3-2
Tabla 3.1.2-2	Variación de la población urbana y rural	3-3
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	3-4
Tabla 3.1.2-6	Tipo de viviendas	3-5
Tabla 3.1.2-7	Variación del PIB per cápita (2001-2010)	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	Infraestructuras de riego.....	3-12
Tabla 3.1.4-2	Proyectos implementados por PERPEC.....	3-13
Tabla 3.1.5-1	Situación de los daños de inundaciones.....	3-14
Tabla 3.1.5-2	Datos de daños	3-15
Tabla 3.1.5-3	Desastres en la Región de Ica	3-15
Tabla 3.1.7-1	Lista de las formaciones vegetales representativas de la Cuenca del Río Pisco	3-23
Tabla 3.1.7-2	Superficie de las formaciones vegetales frente a la superficie de la Cuenca (Cuenca del río Pisco).....	3-24

Tabla 3.1.7-3	Porcentaje de las zonas de vida ecológicas frente a la superficie de las cuencas (Cuenca del río Pisco).....	3-24
Tabla 3.1.7-4	Superficie forestal perdida hasta 2005.....	3-24
Tabla 3.1.7-5	Variación de las formaciones vegetales entre 1995 y 2000	3-25
Tabla 3.1.7-6	Reforestación ejecutada entre 1994 y 2003	3-26
Tabla 3.1.8-1	Lista de informaciones recolectadas	3-27
Tabla 3.1.8-2	Superficie según altitudes	3-28
Tabla 3.1.8-3	Pendientes y superficie.....	3-28
Tabla 3.1.8-4	Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada	3-29
Tabla 3.1.8-5	Relación entre las áreas y altitud de cada cuenca	3-32
Tabla 3.1.8-6	Pendientes según altitudes del Río Pisco.....	3-33
Tabla 3.1.9.1-1	Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Pisco)	3-39
Tabla 3.1.9.1-2	Período de toma de datos pluviales (cuenca del Río Pisco)	3-39
Tabla 3.1.9.1-3	Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas	3-41
Tabla 3.1.9.1-4	Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco.....	3-42
Tabla 3.1.9.2-1	Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Pisco	3-44
Tabla 3.1.9.2-2	Caudal diario máximo/año en la estación LEYRAYOC de la cuenca del río Pisco	3-45
Tabla 3.1.9.3-1	Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia	3-46
Tabla 3.1.9.4-1	Precipitaciones con un período de retorno de 24 horas (cuenca del Río Pisco)..	3-51
Tabla 3.1.9.4-2	Ejemplos de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en las sub-cuencas que componen la cuenca del río Pisco	3-52
Tabla 3.1.9.4-3	Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm	3-52
Tabla 3.1.9.4-4	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)	3-56
Tabla 3.1.9.4-4	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)	3-57
Tabla 3.1.9.4-4	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)	3-58
Tabla 3.1.9.4-5	Caudal de inundaciones según el periodo de retorno	3-59
Tabla 3.1.9.4-6	Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno	3-59
Tabla 3.1.9.4-7	Comparación entre el caudal máximo registrado hasta ahora y el caudal con período de retorno de 50 años	3-59
Tabla 3.1.10-1	Datos básicos del levantamiento del río	3-62
Tabla 3.1.10-2	Metodología análisis de desbordamiento.....	3-63
Tabla 3.2.1-1	Problemas y medidas de conservación de las obras de control de inundaciones.	3-67
Tabla 3.2.2-2	Causas directas e indirectas del problema principal	3-68

Tabla 3.2.3-1	Efectos directos e indirectos del problema principal	3-69
Tabla 3.2.5-1	Medidas de solución directa e indirecta al problema.....	3-71
Tabla 3.2.6-1	Impactos directos e indirectos.....	3-72
Tabla 4.2-1	Análisis de la demanda y oferta.....	4-2
Tabla 4.2-2	Demanda y oferta según puntos (Río Pisco)	4-2
Tabla 4.3.1-1	Caudal de inundaciones con diferentes períodos de retorno y caudal histórico..	4-4
Tabla 4.3.1-2	Perfil del levantamiento topográfico.....	4-5
Tabla 4.3.1-3	Aspectos y criterios de evaluación.....	4-7
Tabla 4.3.1-4	Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras (Río Cañete).....	4-9
Tabla 4.3.1-5	Lista de obras	4-13
Tabla 4.3.1-6	Caudal de crecidas de diseño y libre bordo	4-17
Tabla 4.3.2.1-1	Lista de plántones forestales posibles de producir.....	4-23
Tabla 4.3.2.1-2	Lista de especies forestales verificadas in situ (zona ribereña)	4-23
Tabla 4.3.2.1-3	Resultado de la selección de las especies arbóreas para la forestación (Detallado)	4-23
Tabla 4.3.2.1-4	Criterios de evaluación para la elección de las especies forestales	4-24
Tabla 4.3.2.1-5	Elección de las especies forestales.....	4-24
Tabla 4.3.2.1-6	Metrado para el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal (A lo largo del río)	4-25
Tabla 4.3.2.1-7	Porcentaje de la cantidad (unidades) de las especies forestales Según el área de plan de forestación	4-25
Tabla 4.3.2.1-8	Precio unitario de plántones (Forestación a lo largo de estructuras ribereñas) .	4-26
Tabla 4.3.2.1-9	Costo de obra de la forestación (forestación a lo largo de estructuras ribereñas)	4-26
Tabla 4.3.2.2-1	Lineamientos básicos del Plan de Control de Sedimentos	4-28
Tabla 4.3.3-1	Contenido y costo directo de la asistencia técnica.....	4-34
Tabla 4.4.1-1	Costo unitario de mano de obra (1)	4-38
Tabla 4.4.1-1	Costo unitario de mano de obra (2)	4-38
Tabla 4.4.1-2	Precios unitarios de los principales materiales	4-38
Tabla 4.4.1-3	Precios unitarios de las principales maquinarias de construcción.....	4-38
Tabla 4.4.1-4	Volumen de obras.....	4-39
Tabla 4.4.1-5	Estimación de costo unitario de obra (Ejemplo; Río Pisco Pi-1)	4-39
Tabla 4.4.1-6	Costos directos de obras (A precio privado y social)	4-39
Tabla 4.4.1-7	Costo de diseño detallado por la firma consultora (Total cuatro cuencas)	4-40
Tabla 4.4.1-8	Costo de supervisión de obras por la firma consultora (Total cuatro cuencas) .	4-40
Tabla 4.4.1-9	Adquisición de terrenos	4-40
Tabla 4.4.1-10	Obras de compensación (Costo directo de obras)	4-40

Tabla 4.4.1-11	Costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras (Total 4 cuencas)	4-40
Tabla 4.4.1-12	Costo total del Proyecto (costo a precios privados)	4-40
Tabla 4.4.1-13	Costo total del Proyecto (costo a precios sociales)	4-40
Tabla 4.4.1-14	Costo anual de operación y mantenimiento.....	4-40
Tabla 4.4.2-1	Factores de conversión estándar a precios sociales (MEF: Ministerio de Economía y Finanzas)	4-41
Tabla 4.4.2-2	Conversión del costo directo de obra de medidas de precios privados en precios sociales	4-42
Tabla 4.5.1-1	Variables del cálculo del monto de pérdidas de inundaciones	4-43
Tabla 4.5.1-2	Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios privados) (Río Pisco)	4-45
Tabla 4.5.1-3	Monto estimado de pérdidas (a precios privados).....	4-45
Tabla 4.5.1-4	Cálculo del monto medio anual de reducción de pérdidas esperada.....	4-46
Tabla 4.5.1-5	Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (Precios privados)	4-46
Tabla 4.5.1-6	Indicadores de evaluación del análisis de la relación costo-beneficio y sus características.....	4-47
Tabla 4.5.1-7	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados).....	4-49
Tabla 4.5.1-8	Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (Río Pisco).....	4-49
Tabla 4.5.1-9	Cálculo de la evaluación social (a precios sociales) (río Pisco)	4-49
Tabla 4.5.2-1	Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios sociales) (río Pisco).....	4-49
Tabla 4.5.2-2	Monto estimado de pérdidas (a precios sociales) (En miles de soles)	4-50
Tabla 4.5.2-3	Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (a precios sociales)	4-50
Tabla 4.5.2-4	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales).....	4-50
Tabla 4.6-1	Métodos del análisis de sensibilidad	4-52
Tabla 4.6-2	Casos sometidos al análisis de sensibilidad e indicadores económicos	4-52
Tabla 4.6-3	Resultados del Análisis de Sensibilidad de TIR, B/C y VAN	4-53
Tabla 4.7-1	Porcentaje del incremento de costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0	4-54
Tabla 4.8-1	Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes	4-56
Tabla 4.8-2	Porcentaje de los costos de OyM sobre del costo de operación cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas	4-57
Tabla 4.9-1-1	Categorización según el grado de impacto ambiental	4-57
Tabla 4.9.1-2	Sitios previstos para la ejecución de obras	4-59
Tabla 4.9.2-1	Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold.....	4-60
Tabla 4.9.2-2	Grados de significancia de impactos	4-60

Tabla 4.9.3-1	Matriz de percepción de impactos (Período construcción)	4-61
Tabla 4.9.3-2	Matriz de percepción de impactos (período de construcción) Cuenca de Río Pisco	4-62
Tabla 4.9.3-3	Matriz de percepción de impactos (período de mantenimiento)	4-63
Tabla 4.9.3-4	Matriz de percepción de impactos (período de mantenimiento) Cuenca de Río Pisco	4-64
Tabla 4.9.4-1	Impactos Ambientales Identificados y sus medidas propuestas	4-66
Tabla 4.9.5-1	Monitoreo de Calidad del Agua y biodiversidad	4-67
Tabla 4.9.5-2	Monitoreo de Calidad del Aire	4-67
Tabla 4.9.5-3	Monitoreo de Ruido	4-68
Tabla 4.9.5-4	Monitoreo de Calidad del Agua	4-68
Tabla 4.9.6-1	Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental	4-69
Tabla 4.10-1	Presupuesto del PSI (2011)	4-75
Tabla 4.10-2	Planilla del PSI	4-76
Tabla 4.11-1	Plan de ejecución	4-80
Tabla 4.12-1	Plan de desembolso de recursos para la implementación del Proyecto	4-82
Tabla 4.12-2	Condiciones de reembolso del préstamo en yen.....	4-82
Tabla 4.13-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.....	4-83
Tabla 4.15.1-1	Plan de construcción de diques en la cuenca del río Pisco	4-90
Tabla 4.15.1-2	Costo directo de obras (a precios privados).....	4-92
Tabla 4.15.1-3	Costo del plan de control general de inundaciones (a precios privados)	4-93
Tabla 4.15.1-4	Costo del plan de control general de inundaciones (a precios sociales).....	4-93
Tabla 4.15.1-5	Resumen del modelo de análisis de variación de lecho utilizado en el estudio ..	4-95
Tabla 4.15.1-6	Principales condiciones del cálculo de los ríos objeto	4-96
Tabla 4.15.1-7	Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada.....	4-96
Tabla 4.15.1-8	Costo de obras de excavación de lecho (a precios privados)	4-98
Tabla 4.15.1-9	Costo de obras de excavación de lecho (a precios sociales).....	4-98
Tabla 4.15.1-10	Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno.....	4-99
Tabla 4.15.1-11	Promedio anual de reducción de daños (a precios privados)	4-100
Tabla 4.15.1-12	Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)	4-100
Tabla 4.15.1-13	Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno (a precios sociales)	4-100
Tabla 4.15.1-14	Promedio anual de reducción de daños (a precios sociales).....	4-101
Tabla 4.15.1-15	Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales)	4-101
Tabla 4.15.2-1	Plan de reforestación de las cuencas altas	4-103
Tabla 4.14.3-1	Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta	4-104

Lista de Figuras

Figura 1.9-1	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión) .	1-9
Figura 1.9-2	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)	1-9
Figura 1.9-3	Organigrama de UGP.....	1-10
Figura 3.1.1-1	Ríos seleccionados para el Estudio	3-1
Figura 3.1.2-1	Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2010/2009)	3-6
Figura 3.1.2-2	Contribución de las regiones al PIB	3-7
Figura 3.1.2-3	PIB per cápita (2010)	3-7
Figura 3.1.3-1	Superficie sembrada	3-11
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 Pisco)	3-19
Figura 3.1.6-2	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Pisco).....	3-20
Figura 3.1.6-3	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 2 (Río Pisco).....	3-21
Figura 3.1.6-4	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Pisco).....	3-22
Figura 3.1.7-1	Mapa forestal de la Cuenca del Río Pisco	3-26
Figura 3.1.8-1	Superficie según altitudes	3-28
Figura 3.1.8-2	Pendientes y superficie.....	3-29
Figura 3.1.8-3	Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas	3-29
Figura 3.1.8-4	Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos.....	3-30
Figura 3.1.8-5	Mapa de Isoyetas de la Cuenca del Río Pisco	3-30
Figura 3.1.8-6	Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas	3-32
Figura 3.1.8-7	Pendientes según altitudes del Río Pisco	3-33
Figura 3.1.8-8	Tierras andesíticas y basálticas derrumbadas	3-34
Figura 3.1.8-9	Producción de sedimentos de las rocas sedimentarias	3-34
Figura 3.1.8-10	Invasión de cactus	3-34
Figura 3.1.8-11	Movimiento de los sedimentos en el cauce	3-35
Figura 3.1.8-12	Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario	3-36
Figura 3.1.8-13	Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales con un período de retorno de 50 años	3-36
Figura 3.1.8-14	Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica).....	3-37
Figura 3.1.8-15	Relación entre Producción de sedimentos de sedimentos y Período de retorno de lluvias, y Alcance del presente Estudio	3-38
Figura 3.1.9.1-1	Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Pisco).....	3-40
Figura 3.1.9.1-2	Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y	

	las cuencas cercanas.....	3-41
Figura 3.1.9.1-3	Mapa de isoyetas (cuenca del Río Pisco).....	3-43
Figura 3.1.9.4-1	División de la cuenca del río Pisco	3-48
Figura 3.1.9.4-2	Maqueta de una cuenca con canales fluviales y puntos de confluencia según HEC-HMS	3-48
Figura 3.1.9.4-3	Mapa de isoyetas de precipitaciones con un período de retorno de 50 años (cuenca del Río Pisco).....	3-51
Figura 3.1.9.4-4	Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas	3-53
Figura 3.1.9.4-5	Distribución de precipitaciones de 24 horas	3-53
Figura 3.1.9.4-6	Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación	3-54
Figura 3.1.9.4-7	Relación entre los números de curva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas P y precipitaciones efectivas P_e	3-55
Figura 3.1.9.4-8	Hidrograma de inundaciones en el río Pisco	3-58
Figura 3.1.9.5-1	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/10 años).....	3-60
Figura 3.1.9.5-2	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/20 años).....	3-60
Figura 3.1.9.5-3	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/50 años).....	3-61
Figura 3.1.9.5-4	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/100 años).....	3-61
Figura 3.1.10-1	Idea del modelo unidimensional	3-62
Figura 3.1.10-2	Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento	3-64
Figura 3.1.10-3	Capacidad hidráulica actual del Río Pisco.....	3-65
Figura 3.1.10-4	Alcance de desbordamiento del Río Pisco (inundaciones con un período de 50 años)	3-66
Figura 3.2.4-1	Árbol de causas y efectos	3-70
Figura 3.2.7-1	Árbol de medidas – objetivos – impactos.....	3-73
Figura 4.3.1-1	Caudal máximo anual (Datos reales: Río Pisco)	4-4
Figura 4.3.1-2	Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada (Río Pisco).....	4-5
Figura 4.3.1-3	Selección de obras prioritarias de control de inundación en el río Pisco	4-8
Figura 4.3.1-4	Ubicación de instalaciones de control de inundaciones en el Río Pisco	4-13
Figura 4.3.1-5	Sección normal del dique.....	4-17
Figura 4.3.1-6	Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Pisco).....	4-19
Figura 4.3.2.1-1	Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas.....	4-21
Figura 4.3.2.1-2	Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña ..	4-22

Figura 4.3.2.2-1	Obras de control de sedimentos	4-28
Figura 4.9.1-1	Procedimientos para la obtención de Certificación Ambiental en MINAG.....	4-58
Figura 4.10-1	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión) .	4-73
Figura 4.10-2	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento)	4-74
Figura 4.10-3	Organigrama del PSI	4-76
Figura 4.10-4	Organigrama de la UGP.....	4-77
Figura 4.11-1	Ciclo de proyecto en SNIP.....	4-78
Figura 4.11-2	Instituciones relacionadas con SNIP.....	4-79
Figura 4.15.1-1	Definición de la alineación del dique	4-87
Figura 4.15.1-2	Plano do del Río Pisco	4-88
Figura 4.15.1-3	Sección longitudinal del Río Pisco	4-89
Figura 4.15.1-4	Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Pisco	4-91
Figura 4.15.1-5	Imagen conceptual del modelo de análisis de variación de lecho	4-95
Figura 4.15.1-6	Tramo que requiere de mantenimiento (Río Pisco).....	4-97
Figura 4.15.3-1	Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Pisco.....	4-105

Prefacio

El Perú tiene establecido el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sujeto a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01), el cual se aplica también al presente Proyecto.

SNIP es un instrumento institucionalizado mediante la promulgación de la Ley N° 27293 (Publicada en el Diario Oficial “El Peruano” el 28 de junio de 2000), que establece los principios, procedimientos, metodología y reglas técnicas que deben ser cumplidos en todos los programas y proyectos de inversión pública formulados e implementados por los gobiernos tanto central como regional, con el fin de utilizar efectivamente los recursos públicos destinados a los proyectos de inversión pública.

En la evaluación por el SNIP, es importante dar a conocer plenamente el perfil y la efectividad del proyecto en cuestión, y en este sentido, es necesario demostrar la efectividad del proyecto no solo en los aspectos relacionados con los planes de estudio, diseño y ejecución de obras, sino también en los aspectos de la administración y sostenibilidad de la inversión pública. Asimismo, los estudios de condiciones naturales, plan de infraestructuras, metodología de estimación del costo del Proyecto y de análisis financiero deben seguir lo indicado por el SNIP, y los informes serán elaborados según el índice establecidos por el SNIP.

El informe a ser sometido a la evaluación del SNIP, de cierto modo, sirve de solicitud de aprobación, y plantea la necesidad de cumplir estrictamente la estructuración estipulada detalladamente, en lo relacionado con el índice, la información que debe ser incluida en cada capítulo, etc. Por lo tanto, la estructuración del presente informe se difiere de otros informes técnicos típicos. Para su redacción, se ha procurado cumplir las reglas del SNIP, y además incorporar en cada capítulo correspondiente la información técnica requerida generalmente.

A continuación se presenta el índice del presente informe. Los títulos en color rojo corresponden a los capítulos y secciones propias y requeridas por SNIP que, por lo general, no se incluyen en otros informes técnicos comunes.

1 RESUMEN EJECUTIVO

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 Nombre del Proyecto

2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora

2.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios

2.4 Marco conceptual (marco de afinidad)

3. IDENTIFICACIÓN

3.1 Diagnóstico de la Situación Actual

3.1.1 Naturaleza

3.1.2 Condiciones Socioeconómicas del Área del Estudio

3.1.3 Agricultura

- 3.1.4 Infraestructuras
- 3.1.5 Daños Reales de las Inundaciones
- 3.1.6 Resultados de las Visitas a los Sitios del Estudio
- 3.1.7 Situación actual de la Vegetación y Reforestación
- 3.1.8 Situación actual de la Erosión del Suelo
- 3.1.9 Análisis de Descarga
- 3.1.10 Análisis de Inundaciones

3.2 Objetivos del Proyecto

- 3.2.1 Problemas de las Medidas de Control de Inundaciones en el Área del Estudio
- 3.2.2 Causas de los Problemas
- 3.2.3 Efectos de los Problemas
- 3.2.4 Árbol de Causas y Efectos
- 3.2.5 Medidas de Solución al Problema Principal
- 3.2.6 Impactos Esperados por el Cumplimiento del Objetivo Principal
- 3.2.7 Árbol de Medidas – Objetivos – Impactos

4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

- 4.1 Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto
- 4.2 Análisis de Demanda y oferta
- 4.3 Planeamiento Técnico de las Alternativas
 - 4.3.1 Medidas Estructurales
 - 4.3.2 Medidas no Estructurales
 - 4.3.2.1 Reforestación y Recuperación Vegetal
 - 4.3.2.2 Plan de Control de Sedimentos
 - 4.3.3 Asistencia Técnica
- 4.4 Costos
- 4.5 Evaluación Social
- 4.6 Análisis de Sensibilidad
- 4.7 Análisis de riesgos
- 4.8 Análisis de Sostenibilidad
- 4.9 Impacto Ambiental
- 4.10 Organización y Gestión
- 4.11 Plan de Ejecución
- 4.12 Plan Financiero
- 4.13 Marco Lógico de la Opción Seleccionada Finalmente
- 4.14 Criterios de Evaluación de Impactos
- 4.15 Plan a Mediano y Largo Plazo

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.2 Recomendaciones

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 Pisco, Departamento Ica”

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 Pisco, 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. 1.3-1 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. 4.2-2 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 Pisco	219.72	217.26	214.82	1.00	215.82	0.63	0.76

1.4 Propuestas Técnicas

1.4.1 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 1.14 “Plan a 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 Pisco, 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) (al presente DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), en su cláusula 3.1.1 "Horizonte de Proyectos", 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 entre 10 y 50 años en la Guía mencionada.

Se investigó el caudal máximo histórico a partir de los datos de monitoreo del caudal máximo anual del Río Pisco, y se compararon estos datos con los valores de caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. Se observó que el caudal máximo histórico de este río es similar al caudal con un período de retorno de 50 años.

Dado que los ríos del Perú, en su gran mayoría, están desprotegidos, se considera que no es necesario construir parcialmente las obras de protección contra las inundaciones de una magnitud mayor al caudal máximo de inundaciones históricas. Sin embargo, teniendo en cuenta que inundaciones ocurridas han provocado grandes daños en el pasado, se considera necesario, como el primer paso, construir las obras que garanticen la seguridad ante las inundaciones de esta magnitud. Por lo tanto, se definió como meta, la protección contra los daños de las inundaciones con un período de retorno de 50 años, que es el caudal máximo de inundaciones históricas.

Al analizar la relación entre el caudal de inundaciones probable, monto de pérdidas, y la superficie inundada de la cuenca del Río Pisco, se encontró que cuanto mayor sea el caudal de inundaciones

probable, mayores son la superficie inundada y el monto de pérdidas. Sin embargo, una vez implementados los proyectos, el aumento del monto de pérdidas es menos acentuado que el aumento de las dos variables primeras, y el valor absoluto de la reducción del monto de pérdidas antes y después de los proyectos, llega a ser máximo en el caudal con un período de retorno de 50 años.

Tal como se indicó anteriormente, el caudal con un período de retorno de 50 años (probabilidad adoptada en los proyectos) es similar al caudal máximo histórico y el monto absoluto de pérdidas reducidas por los proyectos es mayor que las inundaciones de otros periodos de retorno inferiores a 50 años. Asimismo, la evaluación social arrojó resultados positivos del impacto económico.

(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 Pisco, 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 cinco 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.

1.4.2 Medidas no estructurales

(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 4.14 “Plan a 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, 11 - 600 m, 6,5 km y 125,0 ha respectivamente.

(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 1.14 “Plan a 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.

Existen diferentes tipos de obras de control de sedimentos aplicables en los abanicos aluviales, como por ejemplo, embalse de retardación de sedimentos, compactación del lecho, bandas, espigones, y obras de protección de quebradas combinando algunas de ellas. Estas obras no solo sirven para controlar los sedimentos, sino también de estructuras fluviales.

La obra prioritaria de control de inundación en la cuenca del Río Pisco consiste en la construcción del embalse de retardación (Pisco-6). Este embalse sirve también para retener los sedimentos, por lo que tiene doble funciones: control de inundación y de sedimentos. Esta estructura se caracteriza por ser económica y por su alto retorno de inversión, en comparación con otras obras de control de sedimentos que cubre toda la cuenca. Se considera que su retorno de inversión es mucho más alto, aun cuando se tome en cuenta el costo de mantenimiento (eliminación de piedras, etc.)

1.4.3 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 una asistencia técnica propia de la cuenca del río Pisco, 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 Pisco, los empleados de los gobiernos locales (provinciales y distritales), representantes de la comunidad local, miembros de la comunidad etc.

Se seleccionarán como participantes de la capacitación, 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.

Para la asistencia técnica, se contempla ofrecer cursos de capacitación en los siguientes temas: “Conocimientos sobre las actividades de protección de márgenes y el ambiente agrícola y natural”, “Trazado de planes preventivos de desastres de la comunidad contra los daños de inundaciones” y “Manejo de quebradas para el control de sedimentos fluviales”.

1.5 Costos del proyecto

En la Tabla. 1.5-1 se presenta el costo estimado de los proyectos. Los costos del servicio de consultoría y de mantenimiento a ser sufragados por las unidades ejecutoras han sido determinados para el conjunto de las cuencas seleccionadas. El costo del servicio de consultoría ha sido dividido proporcionalmente para cada cuenca en función del costo de construcción, mientras que el costo de mantenimiento ha sido dividido también proporcionalmente para cada cuenca en función de los montos resultantes de (construcción + servicio de consultoría + adquisición de terrenos).

Tabla. 1.5-1 Costos del Proyectos y su desglose (Unidad: 1000 soles)

1.6 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 la Tabla. 1.6-1 se muestran los costos a precios privados y los costos a precios sociales arrojados en la evaluación social del presente Proyecto.

Tabla. 1.6-1 Resultados de la evaluación social

En términos de los costos a precios privados y sociales, los proyectos en todas las cuencas manifiestan un impacto económico positivo.

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

Por los resultados de la evaluación económica anteriormente expuestos, se considera que el presente Proyecto contribuirá sustancialmente al desarrollo de la economía local.

1.7 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. (Para los respectivos porcentajes de aportes, véase el Apartado 1.11). Por lo general el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 5 % y los gobiernos regionales el 15 %. 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.

Como se indica en el Apartado 1.6, el Proyecto de la Cuenca del Río Pisco es suficientemente rentable, lo que respalda la sostenibilidad de los mismos.

En la Tabla. 1.7-1 se muestra el presupuesto de las comisiones de regantes en los últimos años.

Tabla. 1.7-1 Presupuesto de las comisiones de regantes (Unidad/ S)

Ríos	Presupuesto anual			
	2007	2008	2009	2010
Pisco	1.648.019,62	1.669.237,35	1.725.290,00	1.425.961,39

Por otro lado, los costos anuales de operación y mantenimiento requerido después de construidas las obras son los que se indican en la Tabla. 1.7-2, de acuerdo con el apartado 4.4.1. En la misma Tabla se indica también el porcentaje del costo de OyM dentro del costo de operación de cada comisión de regantes en 2009, así como el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas por los daños de inundación.

El porcentaje del costo anual de OyM dentro del presupuesto de operación de cada comisión de regantes de 2009 es ligeramente alto en Chincha con 22,2 %. Por otro lado, el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas es 2,1 % y es sumamente bajo. El porcentaje que ocupa el costo de OyM del presente Proyecto es relativamente alto respecto al presupuesto actual, sin embargo, el porcentaje de dicho costo después de la implementación del Proyecto resultará muy bajo respecto al monto medio anual de pérdidas, por lo que se puede considerar que el costo de OyM será cubierto suficientemente por la ganancia que se verá aumentada por la reducción de daños de inundaciones.

En cuanto a la capacidad de operación y mantenimiento, se considera que las comisiones de regantes son capaces de asumir esta responsabilidad con la asistencia técnica el MINAG y de los gobiernos locales, puesto que las obras de control de inundaciones contempladas en el presente Proyecto son diques, presas y otras obras muy familiares localmente.

Tabla - 1.7-2 Porcentaje de los costos de OyM dentro del costo de operación cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas

Ríos	Costo de operación comisiones de regantes (mil S/)	Costo anual de OyM (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)	Monto anual medio de pérdidas reducidas (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4)	(5) = (2)/(4)
Pisco	1.725	383	22,2	17.844	2,1

1.8 Impacto Ambiental

(1) Procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

Los proyectos que se implementan en el Perú son clasificados por la unidad responsable del ministerio rector en la etapa del estudio de pre inversión, en tres categorías siguientes conforme la magnitud del

impacto socio-ambiental esperado por la implementación del proyecto en cuestión. Los proyectos de la Categoría I con leve impacto ambiental debe realizar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), los de la Categoría II el “Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd)” y los de la Categoría III el “Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d)”, entregando debidamente el informe correspondiente para obtener la aprobación de la unidad responsable del ministerio rector.

La unidad ejecutora del proyecto debe, en primer lugar, presentar el informe de Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) a la unidad responsable del ministerio rector para que ésta determine la categoría del proyecto en cuestión. La unidad responsable define la categoría tras evaluar el informe del EAP. Los proyectos de Categoría I requiere la entrega de la DIA. En el caso del MINAG, la entrega de la DIA, prácticamente es sustituida por el informe de EAP presentado al momento de la solicitud de los documentos ambientales. Los proyectos de Categorías II y III están obligados a ejecutar el EIA-sd o EIA-d, respectivamente.

A continuación se describe el avance en los procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del presente Proyecto.

La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) ha sido realizada por un consultor local registrado en el MINAG (CIDES Ingenieros S.A.) entre diciembre de 2010 y enero de 2011 para la cuenca del Río Pisco.

El informe de EAP ha sido entregado del Equipo de Estudio al DGIH el 25 de enero de 2011, y este documento ha sido entregado de DGIH a DGAA el 19 de julio de 2011.

La DGAA ha finalizado la evaluación de este documento expidiendo la aprobación a DGIH a finales de diciembre de 2011, con lo que el proyecto del Río Pisco quedó clasificado en la Categoría I. No es necesario realizar más EAP para esta cuenca.

(2) Resultados de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

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. Se revisaron y se evaluaron los impactos ambientales positivos y negativos previsibles por la implementación del presente Proyecto, y se propusieron las medidas de prevención y de mitigación.

1.9 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. 1.9-1 y 1.9-2.

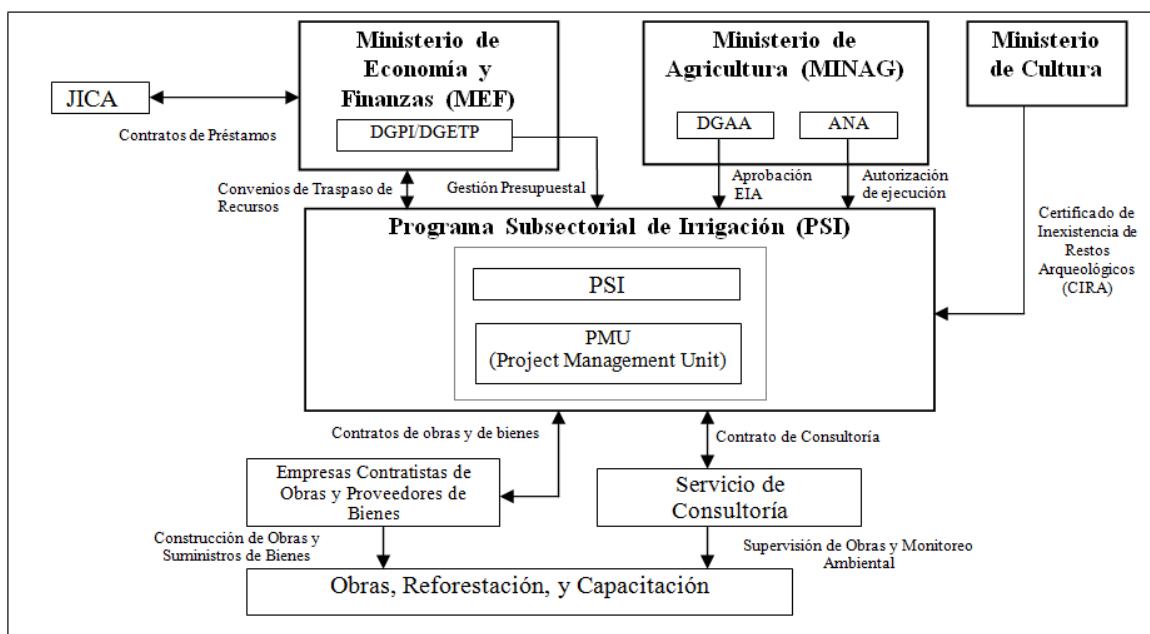


Figura 1.9-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)

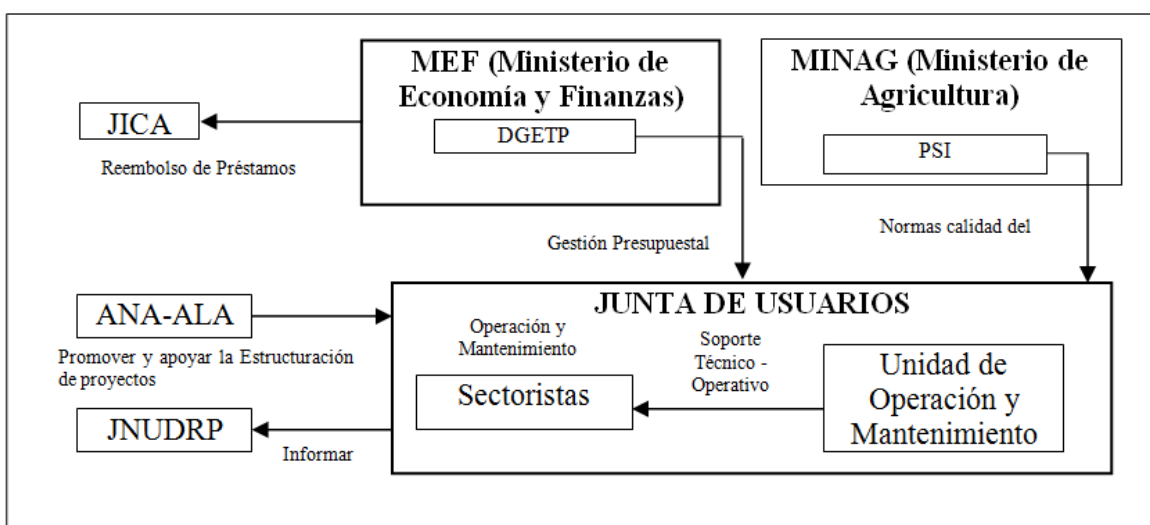


Figura 1.9-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)

Se propone crear una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) bajo la Dirección General de Infraestructura Hidráulica en el PSI del organismo ejecutor. En la Figura 1.9-3 se presenta el organigrama de la UGP en la que se asignarán 13 expertos. El costo de operación de dicha unidad se estima en 8,5 millones de soles.

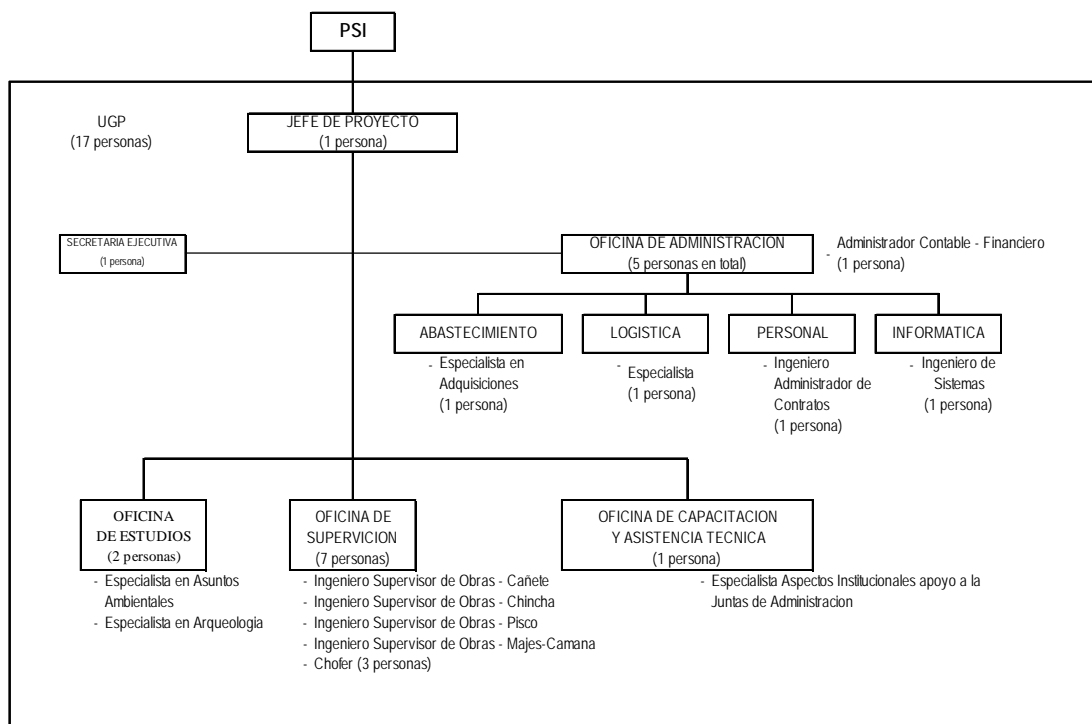


Figura 1.9-3 Organigrama de UGP

1.10 Plan de ejecución

La Tabla. 1.10-1 presenta el plan de ejecución del Proyecto.

Tabla 1.10-1 Plan de ejecución

Ítem	2010		2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			No. de meses		
	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																					28					
2 Estudio Factibilidad/Evaluación SNIP			Estudio									Evaluación												27					
3 Negociación Crédito en Yenes																													6
4 Selección de Consultor																													10
5 Unidad de administración del Proyecto																													45
6 Servicio de consultoría																													45
1) Diseño detallado																													6
2) Elaboración de documentos de licitación y asistencia en el procedimiento de licitación																													15
3) Administración de la ejecución																													24
7 Selección del Consultor																													15
8 Ejecución de Obras																													
1) Construcción de obras de control de inundación																													24
2) Reforestación																													24
3) Capacitación en prevención de desastres/desarrollo de capacidad																													24
4) Obtención de terrenos y obra de compensación																													27
9 Terminación de obras/entrega a comisiones de regantes																													

1) Contratación del Consultor

La contratación del Consultor en los proyectos del préstamo en yenes japoneses deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) El Consultor debe contar con una experiencia en actividades en el extranjero y capacidad suficiente para implementar el presente Proyecto.
- 2) Para la selección del Consultor, deberán tener en cuenta la eficiencia, la transparencia y la imparcialidad.
- 3) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre la Contratación del Consultor de JICA.

2) Contratación de la Constructora

La contratación de la Constructora deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) Se deberán tener en cuenta el aspecto económico, la eficiencia, la transparencia en el proceso de adquisición, la imparcialidad y la idoneidad.
- 2) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre Adquisiciones de JICA.
- 3) Se convocará una Licitación Pública Internacional (ICB, por sus siglas en inglés).

Se deberá realizar una Precalificación de Ofertantes, antes de convocar la licitación, con el objeto de confirmar si éstos cuentan con capacidad técnica y financiera. En esta precalificación, se tendrán en cuenta: a) la experiencia y resultados obtenidos en los proyectos similares, b) la capacidad respecto a la mano de obra, equipos y plantas, c) el estado financiero, etc.

1.11 Plan Financiero

El presente Proyecto será implementado conjuntamente por el Gobierno Central (MINAG), las comisiones de regantes de las cuencas seleccionadas y los gobiernos locales, y como tal, los costos serán sufragados por estas tres partes. En cuanto a los respectivos porcentajes, se determina tentativamente en 80 % por el gobierno central, 15% por los gobiernos regionales y 5% por las comisiones de regantes. Estas cifras deberán ser determinadas mediante consultas entre las tres partes.

Tabla 1.11-1 Plan de desembolso en la ejecución del Proyecto

1.12 Conclusiones y Recomendaciones

1.12.1 Conclusiones

La alternativa final seleccionada en el presente Estudio es estructuralmente segura, además que la evaluación social arrojó un valor económico suficientemente alto y su impacto al medio ambiente es reducido.

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.

1.12.2 Recomendaciones

A continuación se plantean las recomendaciones para atender los problemas y dificultades relacionadas con la implementación del presente Proyecto y con el control de inundaciones hacia el futuro en el Perú, formuladas con base en los hallazgos del presente Estudio. Para los detalles véase la cláusula 5.2.2 del presente documento.

(1) Recomendaciones sobre el Proyecto

1) Problemas inmediatos a solucionar

- * Proporción de los aportes del costo del Proyecto correspondientes al gobierno central (MINAG), los gobiernos departamentales y las comisiones de regantes de las cuencas objeto del proyecto
- * Obtención de terrenos y negociaciones sobre la compensación
- * Determinación de la institución ejecutora (PSI de MINAG) del proyecto
- * Obtención de la certificación de inexistente de restos arqueológicos: CIRA)
- * Respaldo técnico y económico de MINAG y los gobiernos departamentales a las comisiones de regantes que se encargarán del mantenimiento de las instalaciones de medidas contra inundaciones terminadas.

2) Medidas estructurales

- * Lineamiento básico para el mejoramiento fluvial
- * Problemas pendientes en el planeamiento del río Pisco.

Ocurren desbordamientos curso alto de Km7 de la desembocadura sobre los terrenos agrícolas alrededor del curso fluvial a causa de la deficiente capacidad de descarga, pero el flujo no se extiende tanto. Sin embargo, los desbordamientos curso bajo de km7, el flujo se extiende ampliamente por la margen izquierda provocando grandes daños en la zona urbana de Pisco. Razón por la cual, como medidas a tomar prioritariamente, en los lugares curso bajo de km7 con mayor riesgo de desbordamiento se construirán diques y en los lugares curso alto de km7 se construirán obras en los tramos estrangulados donde están ubicados puentes y diques de captación y presentan una capacidad de descarga especialmente baja.

Además, el tramo del puente construido sobre la carretera Panamericana está estrangulado y fue analizada la posibilidad de sustitución. Pero, la gran cantidad de tráfico requiere un puente provisional y un camino de acceso, lo que necesitará un enorme costo y tras deliberar con DGIH, ésta dio la respuesta de que es difícil sustituir el puente, por lo tanto en el presente estudio se ha juzgado difícil la sustitución del puente.

Según lo explicado antes, fueron seleccionados los lugares donde ejecutar las medidas prioritariamente. Aunque se hayan construido las medidas en dichos lugares, no se puede decir que haya terminado el mejoramiento del río Pisco en su totalidad.

De ahora en adelante, es importante seguir mejorando los lugares con capacidad de carga deficiente y diques que necesitan refuerzo, que no están incluidos en el presente estudio.

Sobre todo, en los tramos estrangulados a causa de puentes y otros, será necesario seguir coordinando con la Dirección de Caminos y colaborando para llevar a cabo la sustitución de puentes.

La zona urbana de Pisco está incluida dentro de las tierras inundables del río Pisco y cabe la posibilidad de ocurrir inundaciones de gran magnitud (por el impacto del cambio climático) más allá de la del diseño de medidas en el presente proyecto, por tanto, es necesario llevar adelante rápidamente un análisis para minimizar los daños de inundaciones mediante las medidas no materiales como el pronóstico y alarmas de inundaciones y la disposición de caminos de evacuación.

* Problemas en el diseño y ejecución de obras

- El periodo de la obras será entre abril y diciembre teniendo en cuenta el periodo de transición entre la época de lluvias y la seca (de mayo a noviembre)
- Para garantizar la estabilidad estructural de los diques:
 - Necesidad de análisis de estabilidad y de infiltración en la elaboración del diseño detallado
 - Métodos de compactación y de supervisión en la ejecución de obras
- Reducción del costo de la protección de márgenes que representa el 80% del costo de la obra

3) Medidas no estructurales

- * i) Plan a corto plazo, ii) plan a largo plazo sobre la forestación/ recuperación de la vegetación
- * Control de sedimentos y variación del lecho fluvial
 - Plan de instalaciones de control de sedimentos y medidas no materiales
 - Variación de lecho fluvial y monitoreo

4) Educación de prevención de desastre/ desarrollo de capacidad

- * Medidas no materiales para mitigar daños de inundaciones
- * Fomento de la prevención de desastre en la comunidad

(2) Recomendaciones para futuras medidas contra inundaciones en Perú

- 1) Elaboración de un plan maestro de medidas integrales contra inundaciones
- 2) Establecimiento de una institución ejecutora de medidas integrales contra inundaciones
- 3) Lograr un completo manejo fluvial
- 4) Disposición de estaciones de monitoreo pluvial y de caudal

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.
Resultados esperados			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, protección de canales de riego, y el control de la erosión de márgenes	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, avance de la erosión de márgenes	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, construcción de 23 obras.	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 (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
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	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

1.14 Plan a Mediano y Largo Plazo

Si bien es cierto que por razones del limitado presupuesto disponible del Proyecto, aquí en este estudio se enfocó el análisis únicamente en las medidas de control de inundaciones que deben ser implementadas de manera urgente, se considera necesario ir implementando oportunamente otras

medidas necesarias dentro de un plazo a largo plazo. Aquí en esta sección se hablará sobre el plan a mediano y largo plazo.

(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. Las opciones de construir presas o reservorios no son viables dado que para responder a un caudal de crecidas con un período de retorno de 50 años se requiere construir obras con enorme capacidad. Por lo tanto, el estudio aquí se enfocó en la construcción de diques por ser la opción más viable.

Se calculó el nivel de agua fluvial en la cuenca del Río Pisco adoptando un caudal de crecidas de diseño con un período de retorno de 50 años. A este nivel de agua se le agregó el libre bordo para determinar la altura requerida de los diques. Luego se identificaron los tramos de los ríos donde los diques o el suelo no alcanzan la altura requerida para construir diques. La extensión total de estos diques son aproximadamente 34 km. Además de mantener estas obras, se requiere realizar anualmente el dragado de los ríos en los tramos donde, según el análisis de variación del lecho, se determinó que la acumulación de sedimentos estaría elevando la altura del lecho. El volumen de sedimentos que debe eliminarse anualmente se determinó en aproximadamente 12.000 m³.

En las Tablas 1.14-1 y 1.14-2 se presentan el costo del Proyecto del plan general de control de inundaciones, así como los resultados de la evaluación social en términos de los costos a precios privados y sociales.

Tabla 1.14-1 Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios privados)

Cuencas	年平均被害軽減額 Reducción media anual 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 costo beneficio)	NPV VAN (Valor Actual Neto)	IRR(%) TIR (%) Tasa interna de retorno
Pisco	229,000,371	103,412,028	110,779,465	9,420,215	1.02	2,217,423	10%

Tabla 1.14-2 Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios sociales)

Cuencas	年平均被害軽減額 Reducción media anual 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 costo beneficio)	NPV VAN (Valor Actual Neto)	IRR(%) TIR (%) Tasa interna de retorno
Pisco	242,702,673	109,599,716	89,066,690	7,573,853	1.35	28,239,253	16%

En el caso de ejecutar las obras de control de inundaciones en la totalidad de las cuatro cuencas, el costo del Proyecto se elevaría hasta 110,8 millones de soles, que es una suma enorme. En términos de costos a precios sociales, el impacto económico del proyecto es suficiente.

(2) Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

Se analizó la opción de reforestar, a largo plazo, todas las áreas que necesiten ser cubiertas con vegetación en la cuenca alta. El objetivo es mejorar la recarga del acuífero en esta área, reducir el agua superficial e incrementar el caudal semisubterráneo y subterráneo. De esta manera, se lograría reducir el caudal máximo de inundaciones, incrementar la reserva de agua en la zona montañosa y así, prevenir y aliviar las inundaciones. Las áreas a reforestar serán las áreas reforestables o donde se ha perdido la masa boscosa de las zonas de recarga de acuífero.

En la Tabla. 1.14-3 se presentan el área que debe ser reforestada y el costo del proyecto en la cuenca del Río Pisco, calculados con base en el plan de reforestación de la cuenca del Río Chincha. (Véase Anexo-7 Recuperación de la Vegetación, 3.2 Plan a largo plazo) La superficie total sumaría aproximadamente 54.000 hectáreas, con un tiempo de reforestación entre 17 largos años y un elevado costo de 146 millones de soles. (Véase la Tabla. 3.2-4.)

Tabla 1.14-3 Plan General de la forestación en las cuencas altas

Cuenca	Área de forestación (ha) A	Periodo requerido para el proyecto (años) B	Presupuesto requerido (mil soles) C
Pisco	53.938,75	17	145.574,401

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

(3) Plan de Control de Sedimentos

Como un plan de control de sedimentos a largo plazo, se recomienda realizar las obras necesarias en la cuenca alta. Estas obras consistirán principalmente en las presas de control de sedimentos y protección de márgenes. En la Tabla 1.14-4 se presentan el costo estimado de las obras para el caso de ejecutarlas en toda la cuenca y para el caso de ejecutarlas solo en las áreas prioritarias basándose en la pendiente del fondo de las cuencas. (Véase Anexo-6 Plan de control de sedimentos, la Tabla 1.5.1)

Todas las cuencas seleccionadas para el presente Proyecto son extensas, por lo que si se pretende construir las obras de protección de márgenes y las presas de control de sedimentos, no solo se elevaría el costo sino que además se requerirá invertir un período sumamente largo en todas las cuencas. Esto significa que se demorará en manifestar su impacto positivo.

Tabla 1.14-4 Costos Estimados del Proyecto de las instalaciones de control de sedimentos en aguas arriba de las Cuencas

Cuencas	Áreas	Protección de márgenes		Bandas		Presas de control de sedimentos		Costo directo de obras (total)	Costo del Proyecto (en millones de s/.)
		Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)	Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)	Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)		
Pisco	Totalmente	269	S/.287	27	S/.1	178	S/.209	S/.497	S/.935
	Áreas prioritarias	269	S/.287	27	S/.1	106	S/.126	S/.414	S/.779

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 Pisco, Departamento Ica”

2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora

Unidad formuladora (UF)

Nombre: Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura

Responsable: Gustavo Adolfo Canales Kriljenko
Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica

Dirección: Av. Guillermo Prescott No. 490, San Isidro – Perú

Teléfono: (511) 6148100, (511) 6148101

Correo electrónico: gcanales@minag.gob.pe

Unidad ejecutora (UE)

Nombre: Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura

Responsable: Ing. Jorge Zúñiga Morgan
Director Ejecutivo

Dirección: Jr. Emilio Fernández 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 General Administración (OGA)
 - 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) (Oficina de Planificación e Presupuesto, OPP)
 - 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, antiguamente 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 perfil 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 del Gobierno Regional de Piura comprende el río Chira, área objeto del estudio del presente Proyecto.

(5) Comisión de Regantes

Existen actualmente 19 comisiones de regantes en la Cuenca del Río Pisco, 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 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 Pisco (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:	11
Número de comisiones de regantes:	19
Área bajo riego:	22.468ha
Beneficiarios:	3.774 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 ejecutor del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre (SINAGERD, establecido en mayo de 2011) y asume la responsabilidad de organizar y coordinar la comunidad, elaborar y controlar planes de actividades de prevención 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.

- 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.
- Controlar las actividades y servicios agrícolas ajustándolos a las políticas y reglamentos relacionados, así como al potencial regional.
- 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).
- Promover la reconversión de rubros, desarrollo del mercado, exportación y consumo de los productos agrícolas e agroindustriales.
- 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. Asimismo, en la cuenca del Río Majes-Camaná se produjo una inundación superior a 1.100 m³/seg. (correspondiente a un período de retorno de unos 10 años) el 13 (a medianoche) de febrero de 2012, causando grandes daños en los diferentes lugares de la cuenca. Los daños de la inundación fueron extendidos en una superficie total de 1.085 ha, con derrumbes de 780 m en los diques, 800 m en las canales de riego troncales y 1.550 m en los canales de riego ramales. Además de todo esto, en la cuenca del Río Pisco se provocó una erosión en los diques de diferentes áreas, siendo arrastrado consecuentemente el puente Miraflores del distrito de Humay.

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) (al presente DGPI) 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.

Con base en los resultados del estudio de prefactibilidad realizado en las seis cuencas, se seleccionaron cuatro cuencas (ríos Cañete, Chincha, Pisco y Majes-Camaná), para realizar el estudio de factibilidad (E/F), descargando los ríos Chira y Yauca, considerando la limitada disponibilidad del presupuesto para los proyectos y los resultados de la evaluación social de cada cuenca (véase la Minuta de Reuniones sobre los principales aspectos del Informe Intermedio, Lima, 5 de diciembre, 2011).

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. El 9 de enero de 2012 se registró en el SNIP el proyecto la cuenca del Río Majes-Camaná. Los respectivos informes de proyectos a nivel de prefactibilidad de las cuatro cuencas (Chira, Cañete, Chincha y Pisco) excluyendo Yauca han sido entregados de DGIH a OPI, y el 22 de septiembre de 2011 DGIH recibió el dictamen de OPI sobre estos documentos.

Actualmente, la DGIH modificó el borrador del informe, teniendo en cuenta los comentarios, y se lo entregó a OPI en mayo de 2012. En julio de 2012, la OPI envió a MEF el informe revisado por DGHI junto con sus comentarios. El MEF aprobó con sus observaciones la implementación del estudio de factibilidad de octubre de 2012.

Ya que se demoró el examen de la institución competente según el reglamento de SNIP, JICA ya había realizado el estudio de factibilidad para las 4 cuencas (Cañete, Chincha, Pisco y Mejes-Camaná), adoptadas por el presente Proyecto, siendo entregados el 9 de marzo de 2012 a DGIH el informe de

programa de la totalidad de las 4 cuencas y el informe del proyecto según cada cuenca, ambos en forma de borrador.

Actualmente, la DGIH está modificando el borrador del informe de factibilidad presentado por JICA, teniendo en cuenta los comentarios de DGIH y MEF. Una vez terminada esta modificación, se enviará el informe a OPI y MEF para obtener su aprobación.

La Tabla 2.4.1-1 presenta los mencionados antecedentes.

Tabla 2.4.1-1 Antecedentes de los estudios y la entrega de los informes

Ítem	Fecha	Río Chira	Río Ica	Río Chincha	Río Pisco	Río Yauca	Río Cañete	Río Majes	Río Camaná	Río Cumbaza	
Informe de perfil del programa		30/12/09: Elaborado y presentado por DGIH. 18/01/10: Aprobado por DGP/1									
Inicio del Estudio de JICA	5 de septiembre de 2010	Objeto del estudio de JICA: Grupo A de 5 cuencas					Objeto del estudio de DGP: Grupo B de 4 cuencas				
Enmiendas de M/M del informe inicial (No.1)	12 de noviembre de 2010	-	Excluido del objeto del estudio a conveniencia de DGIH	-	-	-	Incorporado en el grupo A	-	-	-	
Modificación parcial de la asignación de los ríos objeto	-	Asignado al estudio de JICA	-	Asignado al estudio de JICA			Asignado al estudio de DGH				
Estudio perfil por cuenca	Mediados de marzo de 2011	-	-	-	-	-	-	Elaboración y entrega de informe			
Excluido del río Cumbaza por DGH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Excluido	
Comentario de OPI	26 de abril de 2011	-	-	-	-	-	-	Indicó el re-estudio a nivel de estudio de prefactibilidad y la unificación de los Ríos Majes y Camaná en una sola cuenca		-	
Enmiendas de M/M del informe inicial (No.2)	22 de junio de 2011	-	-	-	-	-	-	Se solicitó a JICA el estudio de la cuenca del Río Majes-Camaná		-	
Estudio de perfil a nivel de prefactibilidad	30 de junio de 2011	Entrega a DGH		-	Entrega a DGH			-			
Registro de SNIP	21 de julio de 2011	Registro de SNIP		-	Registro de SNIP		DGH no registró		-		
Comentario de OPI	-	22 de septiembre de 2011		-	22 de septiembre de 2011		22 de septiembre de 2011		4 de agosto de 2012		
Determinación de las cuencas objeto del estudio de factibilidad	5 de diciembre de 2011	Excluido		-	Objeto del estudio de factibilidad		Objeto del estudio de factibilidad		Objeto del estudio de factibilidad		
Estudio del río Majes-Camaná a nivel de prefactibilidad	15 de diciembre de 2011	-	-	-	-	-	Entrega a DGH			-	
Informe de programa de 6 cuencas a nivel de prefactibilidad	28 de diciembre de 2011	Entrega a DGH		-	Entrega a DGH			Entrega a DGH		-	
Borrador del informe de estudio de factibilidad	9 de marzo de 2012	-	-	Entrega a DGH			-	Entrega a DGH		-	
Respuestas de DGH al comentario de OPI	-	-	-	15 de mayo de 2012		14 de mayo de 2012		21 de mayo de 2012		12 de diciembre de 2012	
Presentación de informe del examen de OPI a MEF	-	-	-	26 de julio de 2012			-		26 de julio de 2012		
Aprobación de MEF de FS del informe arriba mencionado	-	-	-	4 de octubre de 2012		16 de octubre de 2012		17 de octubre de 2012		Indeterminado	
Elaboración de informe de FS para el examen de DGH	-	-	-	Elaborando			-		Elaborando		
Examen y aprobación de los informes de FS por OPI y MEF	-	-	-	Indeterminado		Indeterminado		-		Indeterminado	
Análisis de cuencas adicionales del río Majes-Camaná	-	-	-	-		-		-		De agosto a noviembre de 2012	
Explicación a la parte penúltima de los resultados arriba mencionados	-	-	-	-		-		-		Programado en enero de 2013	
Presentación del Informe final	-	-	-	Programado en marzo de 2013			-		Programado en marzo de 2013	Programado en marzo de 2013	

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 corra 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, redundará 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 Pisco, 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 Pisco recorre a aproximadamente 200 km de la Capital Lima, y colinda con la cuenca del Río Chincha hacia el norte. La superficie de la cuenca alcanza unos 4.300 km² que está en término medio entre las cinco cuencas seleccionadas en este Estudio. Es una cuenca de forma alargada, y las altitudes que superan 4.000 msnm ocupan un 20 % del total. El río en su cuenca baja discurre con una pendiente media de 1/90 y su ancho varía entre 200 y 600 metros.

Las precipitaciones anuales rodean los 500 mm a altitudes mayores a 4.000 msnm y los 10 mm a altitudes menores a 1.000 msnm. Así, el caudal medio es reducido.

En cuanto a la vegetación, la cuenca alta está ocupada en su gran parte por pajonal, y las cuencas baja y media por desiertos. En la cuenca baja, se desarrollan también las tierras agrícolas a ambas márgenes del río.

3.1.2 Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio

(1) División administrativa y superficie

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

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

Región	Provincia	Distrito	Área (km ²)
Ica	Pisco	Pisco	24.92
		San Clemente	127.22
		Tupac Amaru	55.48
		San Andres	39.45
		Humay	1,112.96
		Independencia	273.34

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

(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 119.975 habitantes en 2007, el 89 % (106.394 habitantes) vive en la zona urbana, y el 11 % (13.581 habitantes) en la zona rural.

En todos los distritos, la población está aumentando. Sin embargo, la población rural tiende a disminuir, excepto Humay e Independencia.

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
Pisco	54.677	99 %	320	1 %	54.997	51.639	99 %	380	1 %	52.019	0,4 %	-1,2 %
San Clemente	18.849	98 %	475	2 %	19.324	13.200	93 %	1.002	7 %	14.202	2,6 %	-5,2 %
Túpac Amaru Inca	14.529	99 %	147	1 %	14.676	9.314	98 %	228	2 %	9.542	3,2 %	-3,1 %
San Andrés	11.495	87 %	1.656	13 %	13.151	10.742	86 %	1.789	14 %	12.531	0,5 %	-0,6 %
Humay	3.099	57 %	2.338	43 %	5.437	2.016	46 %	2.331	54 %	4.347	3,1 %	0,0 %
Independencia	3.745	30 %	8.645	70 %	12.390	1.630	19 %	7.004	81 %	8.634	6,1 %	1,5 %
Total	106.394	89 %	13.581	11 %	119.975	88.541	87 %	12.734	13 %	101.275	1,3 %	0,5 %

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

En la Tabla 3.1.2-3 se muestra el número de hogares y de miembros por familia en 2007. Cada hogar tiene entre 3.8 y 4.4 personas, variando según distritos. Cada familia tiene en promedio entre 3.7 y 4.1 personas.

Tabla 3.1.2-3 Número de hogares y de familias

Variables	Distrito					
	Pisco	San Clemente	Túpac Amaru Inca	San Andrés	Humay	Independencia
Población (habitantes)	54,997	19,324	14,676	13,151	5,437	12,390
Número de hogares	12,483	4,837	3,609	3,087	1,409	3,062
Número de familias	13,356	5,163	3,828	3,206	1,455	3,204
Miembros por hogar (personas/hogar)	4.41	4.00	4.07	4.26	3.86	4.05
Miembros por familia (personas/familia)	4.12	3.74	3.83	4.10	3.74	3.87

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

(3) Ocupación

En la Tabla 3.1.2-4 se muestra la lista de las ocupaciones de los habitantes locales desglosados según sectores. En Humay e Independencia, se observa una predominancia del sector primario que absorbe más del 70 % de la ocupación. En el resto de los distritos, el mayor porcentaje se concentra en el sector terciario.

Tabla 3.1.2-4 Ocupación

	Distrito											
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Pob. Económicame	19,837	100	7,027	100	5,057	100	4,406	100	2,011	100	4,451	100
Sector primario	1,657	8.4	2,381	33.9	1,065	21.1	1,429	32.4	1,512	75.2	3,234	72.7
Sector secundario	4,866	24.5	1,328	18.9	1,366	27.0	767	17.4	93	4.6	259	5.8
Sector terciario	13,313	67.1	3,318	47.2	2,626	51.9	2,207	50.1	406	20.2	958	21.5

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

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

4) Índice de la pobreza

En la Tabla 3.1.2-5 se muestra el índice de la pobreza. El 18.7 % de la población (22.406 habitantes) pertenece al segmento de pobres, y el 0,4 % (493 habitantes) al segmento de la extrema pobreza. Pisco se destaca por su bajo porcentaje de la pobreza y extrema pobreza de 15,8 % y 0,3 %, respectivamente, en comparación con otros distritos.

Tabla 3.1.2-5 Índice de la pobreza

	Distrito												Total	%
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia			
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%		
Población regional	54,997	100	19,324	100	14,676	100	13,151	100	5,437	100	12,390	100	119,975	100
En pobre	8,716	15.8	4,455	23.1	3,042	20.7	2,613	19.9	1,024	18.8	2,556	20.6	22,406	18.7
En extrema pobrez	172	0.3	126	0.7	69	0.5	39	0.3	22	0.4	65	0.5	493	0.4

5) Tipo de viviendas

Las paredes de las viviendas están construidas en un 45 % con ladrillos o cemento, y el 19 % con adobe y barro. El piso es de tierra o cemento en un 87 %.

La cobertura del servicio público de agua potable en Humay e Independencia es baja, con menos del 25 %. Excepto estos dos distritos, la cobertura de este servicio es de 45 % en promedio. Mientras tanto, la cobertura del servicio público de alcantarillado es de 48 % en promedio, pero Humay e Independencia muestra una baja cobertura de 11 % y 13 %, respectivamente.

La electrificación alcanza un 65 % en promedio.

Tabla 3.1.2-6 Tipo de viviendas

Variable/Indicador	Distritos											
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia	
	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%
Número de hogares												
Viviendas comunes con residentes	12.483	83,7	4.837	84,1	3.609	90	3.087	88,2	1.409	79,9	3.062	87,8
Materiales de las paredes												
Ladrillos o cemento	7.600	60,9	1.339	27,7	1.198	33,2	2.088	67,6	65	4,6	401	13,1
Adobe y barro	1.008	8,1	1.780	36,8	284	7,9	159	5,2	644	45,7	1.621	52,9
Bambúes + barro o madera	623	5,0	80	1,7	99	2,7	113	3,7	76	5,4	298	9,7
Otros	3.252	26,1	1.638	33,9	2.028	56,2	727	23,6	624	44,3	742	24,2
Materiales del piso												
Tierra	4.199	33,6	2.552	52,8	2.244	62,2	894	29	899	63,8	1.896	61,9
Cemento	5.752	46,1	2.109	43,6	1.179	32,7	1.749	56,7	438	31,1	997	32,6
Cerámicas, parquet, madera de calidad	2.320	18,6	136	2,8	131	3,6	361	11,7	40	2,8	147	4,8
Otros	212	1,7	40	0,8	55	1,5	83	2,7	32	2,3	22	0,7
Sistema de agua potable												
Red pública dentro de la vivienda	8.351	66,9	2.359	48,8	2.226	61,7	1.928	62,5	266	18,9	706	23,1
Red pública dentro del edificio	726	5,8	302	6,2	255	7,1	352	11,4	355	25,2	67	2,2
Pilones de uso público	645	5,2	109	2,3	163	4,5	30	1	3	0,2	139	4,5
Alcantarillado y letrinas												
Red alcantarillado dentro de la vivienda	7.771	62,3	1.729	35,7	1.712	47,4	1.941	62,9	157	11,1	410	13,4
Red alcantarillado dentro del edificio	526	4,2	113	2,3	79	2,2	201	6,5	178	12,6	26	0,8
Pozo negro o ciego	977	7,8	1.532	31,7	587	16,3	302	9,8	250	17,7	1.623	53
Electricidad												
Servicio eléctrico público	8.933	71,6	2.975	61,5	2.043	56,6	2.342	75,9	949	67,4	1.283	41,9
Número de miembros												
Viviendas comunes con residentes	13.356	100	5.163	100	3.828	100	3.206	100	1.455	100	3.204	100
Artefactos electrodomésticos												
Más de tres	5.976	44,7	1.426	27,6	1.086	28,4	1.417	44,2	402	27,6	553	17,3
Servicios de comunicación												
Teléfonos fijos y móviles	11.385	85,2	3.401	65,9	2.795	73,0	2.579	80,4	630	43,3	1.719	53,7

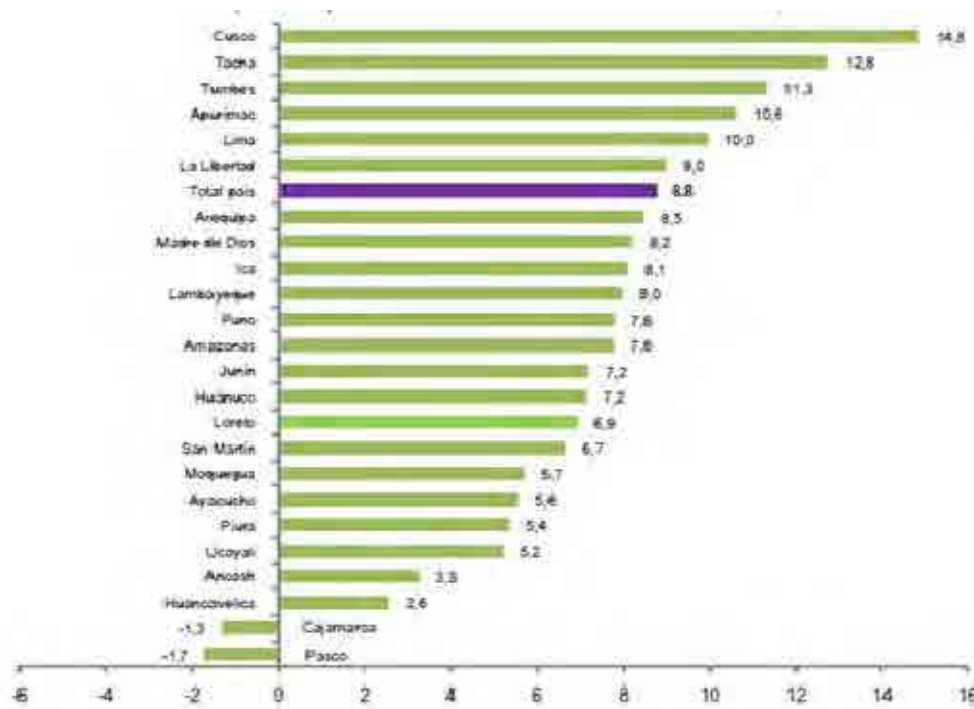
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

6) PIB

El PIB del Perú en 2010 ha sido de US\$ 153.919.000.000.

La tasa de crecimiento del mismo año ha sido de + 8,8 % comparado con el año precedente.

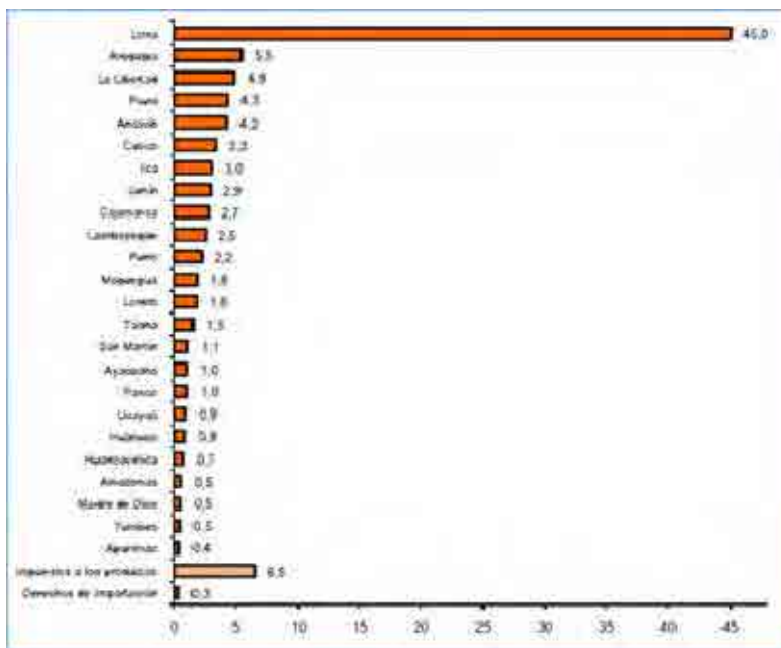
Desglosado según regiones, Ica registró un crecimiento del 8,1 %, Piura 5,4 %, Lima 10,0 % y Arequipa 8,5 %. En particular la Región de Lima registra cifras que superaron el promedio nacional.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

Figura 3.1.2-1 Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2010/2009)

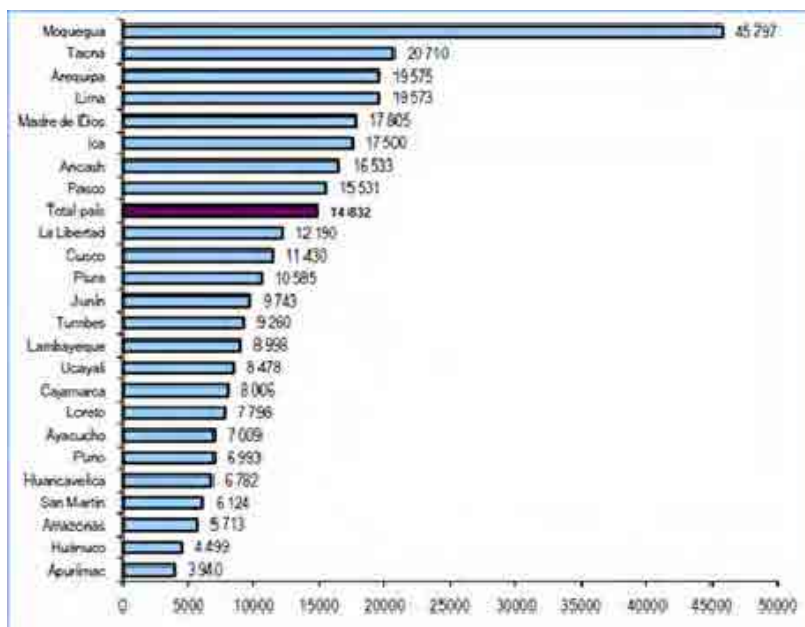
A continuación se muestra la contribución de cada región al PIB. La Región de Lima representa casi la mitad del total, es decir 45,0 %. Arequipa contribuyó 5,5 %, Piura 4,3 % e Ica 3,0 %. Los impuestos y aranceles contribuyeron 6,5 % y 0,3 %, respectivamente.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

Figura 3.1.2-2 Contribución de las regiones al PIB

El PIB per cápita en Perú registrado en 2010 fue de S/.14.832 (5.727US\$). En cuanto al PIB per cápita según las regiones, en Lima se registra S/.19.573 (7.557US\$), en Arequipa S/.19.575 (7.558US\$) y en Ica S/.17.500 (6.757US\$), y todos estos valores superan el promedio nacional. Por otra parte, en Piura este valor es de S/.10.585(4.087 US\$), que es inferior al promedio nacional.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

Figura 3.1.2-3 PIB per cápita (2010)

En la Tabla 3.1.2-7 se muestra la variación a lo largo del año del PIB per cápita según regiones, en los últimos 10 años (2001-2010). El promedio nacional del PIB aumentó un 54,8 % en los diez años desde 2001 hasta 2010. Las cifras según regiones son: +96,6 % para Ica, +54,8 % para Lima y +55,2 % para Piura.

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 (2001-2010)

(Año base 1994, S/.)

Departamento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007P/	2008P/	2009P/	2010E/	Variación acumulada 2001-2010 (%)
Total país	4 601	4 765	4 890	5 067	5 345	5 689	6 121	6 643	6 625	7 124	54,8
Amazonas	1 835	1 910	1 996	2 081	2 212	2 349	2 510	2 684	2 761	2 959	61,3
Ancash	4 037	4 703	4 772	4 876	4 999	5 089	5 408	5 852	5 824	5 979	48,1
Apurímac	1 216	1 278	1 334	1 400	1 494	1 619	1 653	1 691	1 770	1 946	60,0
Arequipa	5 387	5 766	5 895	6 143	6 488	6 807	7 786	8 379	8 307	8 917	65,5
Ayacucho	1 788	1 870	1 942	1 900	2 045	2 207	2 448	2 640	2 896	3 020	68,9
Cajamarca	2 493	2 731	2 947	2 968	3 165	3 113	2 864	3 094	3 295	3 235	29,8
Cusco	2 194	2 086	2 195	2 565	2 768	3 071	3 340	3 554	3 685	4 202	91,5
Huancavelica	2 700	2 632	2 683	2 697	2 864	3 014	2 903	2 959	3 039	3 090	14,4
Huánuco	1 678	1 694	1 833	1 866	1 890	1 915	1 942	2 050	2 044	2 170	29,4
Ica	4 055	4 259	4 343	4 663	5 214	5 582	6 025	7 265	7 457	7 973	96,6
Junín	3 245	3 311	3 350	3 527	3 505	3 856	4 072	4 379	4 248	4 520	39,3
La Libertad	3 162	3 316	3 483	3 410	3 697	4 216	4 586	4 874	4 895	5 269	66,6
Lambayeque	2 941	3 046	3 132	2 959	3 164	3 300	3 615	3 882	3 963	4 240	44,2
Lima	6 451	6 579	6 700	6 925	7 284	7 817	8 520	9 314	9 219	9 990	54,8
Loreto	2 827	2 917	2 936	2 995	3 079	3 192	3 287	3 402	3 430	3 621	28,1
Madre de Dios	4 441	4 708	4 550	4 846	5 171	5 215	5 617	5 878	5 564	5 882	32,0
Moquegua	10 405	11 967	12 670	13 455	13 882	13 794	13 606	14 201	13 863	14 503	39,4
Pasco	5 137	5 552	5 481	5 634	5 644	6 062	6 711	6 729	6 349	6 187	20,4
Piura	2 733	2 780	2 847	3 049	3 192	3 472	3 780	4 007	4 059	4 241	55,2
Puno	2 105	2 236	2 234	2 270	2 365	2 460	2 617	2 731	2 800	2 992	42,1
San Martín	2 026	2 059	2 094	2 232	2 393	2 476	2 655	2 870	2 928	3 075	51,8
Tacna	6 004	6 124	6 382	6 643	6 782	6 941	7 256	7 458	7 256	8 067	34,4
Tumbes	2 744	2 802	2 873	3 018	3 385	3 212	3 427	3 594	3 611	3 957	44,2
Ucayali	3 053	3 149	3 203	3 411	3 584	3 754	3 846	4 007	4 040	4 190	36,8

Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

3.1.3 Agricultura

A continuación se resumen la situación actual de la agricultura en la Cuenca del Río Pisco, incluyendo las comisiones de regantes, rubros de cultivo, el área sembrada, rendimiento, ganancias ventas, etc.

(1) Sectores de Riego

En la Tabla 3.1.3-1 se presentan los datos básicos de las comisiones de regantes. En la cuenca del Río Pisco existen 19 sectores de riego, 6 comisiones de regantes con 3.774 beneficiarios. La superficie manejada por estos sectores suma un total de 22.468 hectáreas.

Tabla 3.1.3-1 Datos básicos de las comisiones de regantes

Sector de Riego	Comisión de regantes	Áreas bajo Riego		Nº de Beneficiarios	Río
		ha	%		
Pisco	Casalla	2.276	10	513	Pisco
	El Pueblo Figueroa	756	3	138	
	Caucato	1.612	7	325	
	Chongos	453	2	74	
Independencia	Agua Santa - El Porvenir	469	2	63	
	Francia	931	4	126	
	Montalván	1.596	7	275	
	Manrique	1.555	7	288	
Chacarilla	Condor	1.970	9	315	
Dadelso					
Jose Olaya					
Mencia					
San Jacinto					
Urrutia					
Cabeza de Toro	Cabeza de Toro	6.123	27	633	
Murga	Murga - Casaconcha	1.383	6	273	
	La Floresta	303	1	51	
	Bernales	1.286	6	294	
	Miraflores	129	1	35	
	Chunchanga	460	2	75	
Humay	San Ignacio	333	1	56	
	Montesierpe	449	2	118	
	Pallasca Tambo Colorado	145	1	65	
	Huaya Letrayoc	238	1	57	
Total		22.468	100	3.774	

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

(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 Pisco, el área sembrada tiende a mantenerse o a reducirse, debido a la reducción de la superficie sembrada de algodón. En lugar de éste, está aumentando el área de alfalfa y maíz (amarillo). Las ventas de 2008-2009 fueron de S/.132.512.157, que es el pésimo nivel alcanzado en los últimos cinco años. Esta reducción se debe en gran parte a la reducción de la cosecha de algodón y la baja del precio de transacción.

Los principales cultivos en esta cuenca son el algodón, alfalfa y maíz (amarillo).

Tabla 3.1.3-2 Siembra y ventas de los principales cultivos

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Algodón	Sup. sembrada (ha)	16,598	15,586	13,300	13,536	7,771
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	2,123	1,923	2,104	2,209	2,166
	Cosecha (Kg)	35,237,554	29,971,878	27,983,200	29,901,024	16,831,986
	Precio unitario (S./kg)	2.13	2.18	2.81	2.76	1.95
	Ventas (S/.)	75,055,990	65,338,694	78,632,792	82,526,826	32,822,373
Alfalfa	Sup. sembrada (ha)	2,817	2,941	2,966	3,739	4,133
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	31,965	29,626	30,485	24,078	25,770
	Cosecha (Kg)	90,045,405	87,130,066	90,418,510	90,027,642	106,507,410
	Precio unitario (S./kg)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Ventas (S/.)	9,004,541	8,713,007	9,041,851	9,002,764	10,650,741
Maíz (amarillo)	Sup. sembrada (ha)	1,065	1,410	2,377	2,447	4,167
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	7,289	6,960	8,197	8,665	8,262
	Cosecha (Kg)	7,762,785	9,813,600	19,484,269	21,203,255	34,427,754
	Precio unitario (S./kg)	0.60	0.63	0.77	0.85	0.73
	Ventas (S/.)	4,657,671	6,182,568	15,002,887	18,022,767	25,132,260
Maíz	Sup. sembrada (ha)	813	2,188	1,272	1,605	2,088
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	13,279	10,511	11,579	11,672	9,672
	Cosecha (Kg)	10,795,827	22,998,068	14,728,488	18,733,560	20,195,136
	Precio unitario (S./kg)	0.63	0.46	0.79	0.73	0.80
	Ventas (S/.)	6,801,371	10,579,111	11,635,506	13,675,499	16,156,109
Espárrago	Sup. sembrada (ha)	648	663	720	1,028	980
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	6,654	7,231	6,491	4,375	4,788
	Cosecha (Kg)	4,311,792	4,794,153	4,673,520	4,497,500	4,692,240
	Precio unitario (S./kg)	3.13	3.02	3.65	2.65	2.79
	Ventas (S/.)	13,495,909	14,478,342	17,058,348	11,918,375	13,091,350
Tangelo	Sup. sembrada (ha)	311	331	367	367	367
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	26,463	24,033	26,432	27,109	26,608
	Cosecha (Kg)	8,229,993	7,954,923	9,700,544	9,949,003	9,765,136
	Precio unitario (S./kg)	0.52	0.56	0.59	0.55	0.51
	Ventas (S/.)	4,279,596	4,454,757	5,723,321	5,471,952	4,980,219
Ají Páprika	Sup. sembrada (ha)	223	354	461	310	209
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	5,058	5,068	5,490	5,864	5,849
	Cosecha (Kg)	1,127,934	1,794,072	2,530,890	1,817,840	1,222,441
	Precio unitario (S./kg)	4.64	3.45	5.67	5.33	4.02
	Ventas (S/.)	5,233,614	6,189,548	14,350,146	9,689,087	4,914,213
Tomate	Sup. sembrada (ha)	306	349	307	258	293
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	71,395	54,399	57,824	65,525	60,604
	Cosecha (Kg)	21,846,870	18,985,251	17,751,968	16,905,450	17,756,972
	Precio unitario (S./kg)	0.97	0.83	0.76	1.08	0.86
	Ventas (S/.)	21,191,464	15,757,758	13,491,496	18,257,886	15,270,996
Uvas	Sup. sembrada (ha)	136	174	192	218	230
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	8,640	11,429	10,332	17,345	19,504
	Cosecha (Kg)	1,175,040	1,988,646	1,983,744	3,781,210	4,485,920
	Precio unitario (S./kg)	1.66	1.88	2.21	1.95	2.00
	Ventas (S/.)	1,950,566	3,738,654	4,384,074	7,373,360	8,971,840
Pallares	Sup. sembrada (ha)	103	253	136	97	163
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	1,055	1,062	1,230	1,212	1,020
	Cosecha (Kg)	108,665	268,686	167,280	117,564	166,260
	Precio unitario (S./kg)	3.34	2.80	2.95	3.65	3.14
	Ventas (S/.)	362,941	752,321	493,476	429,109	522,056
Otros	Sup. sembrada (ha)	615	907	989	518	1,644
Total	Sup. sembrada (ha)	23,635	25,156	23,087	24,123	22,045
	Cosecha (Kg)	180,641,865	185,699,343	189,422,413	196,934,048	216,051,255
	Ventas (S/.)	142,033,663	136,184,761	169,813,897	176,367,624	132,512,157

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Majes Camaná

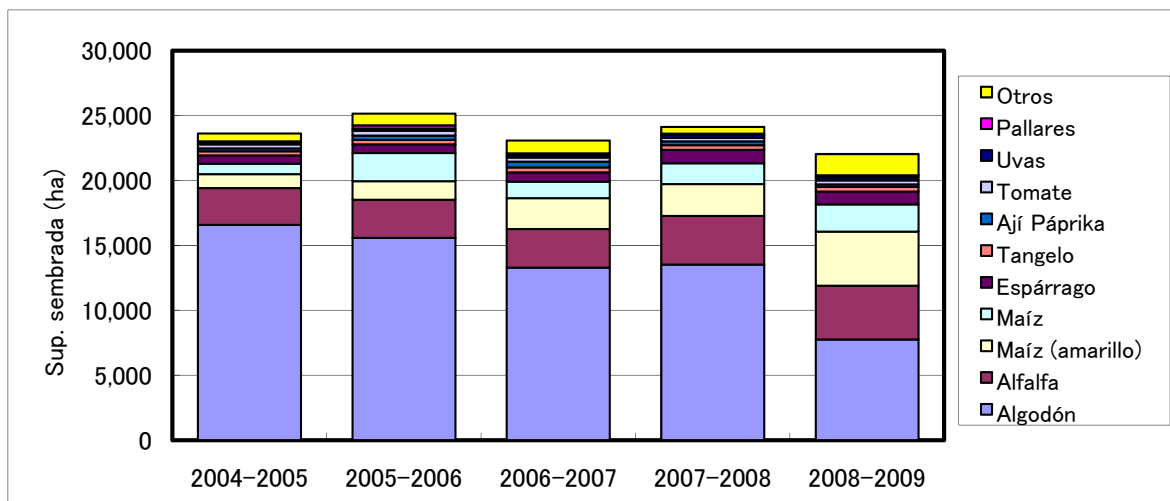


Figura 3.1.3-1 Superficie sembrada

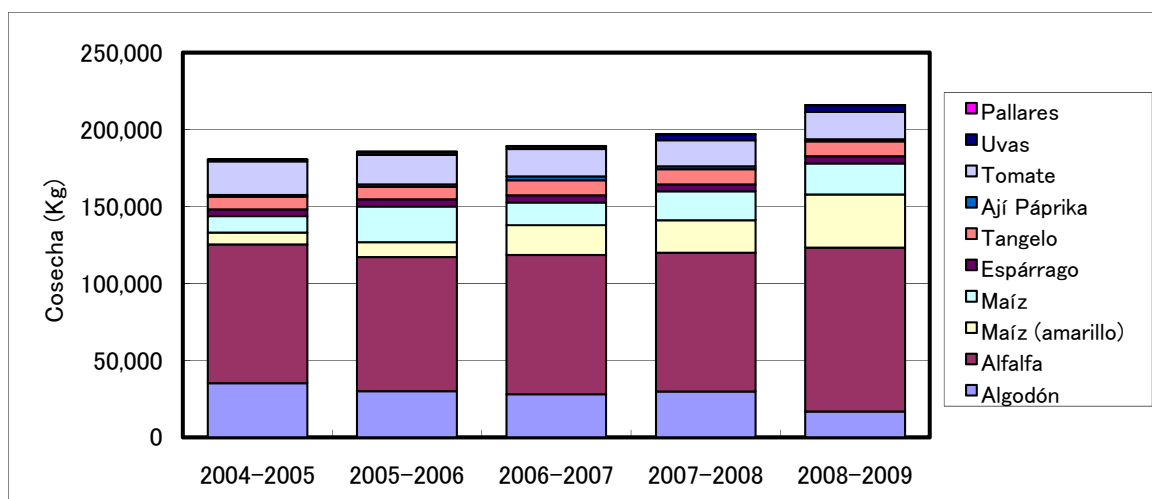


Figura 3.1.3-2 Rendimiento

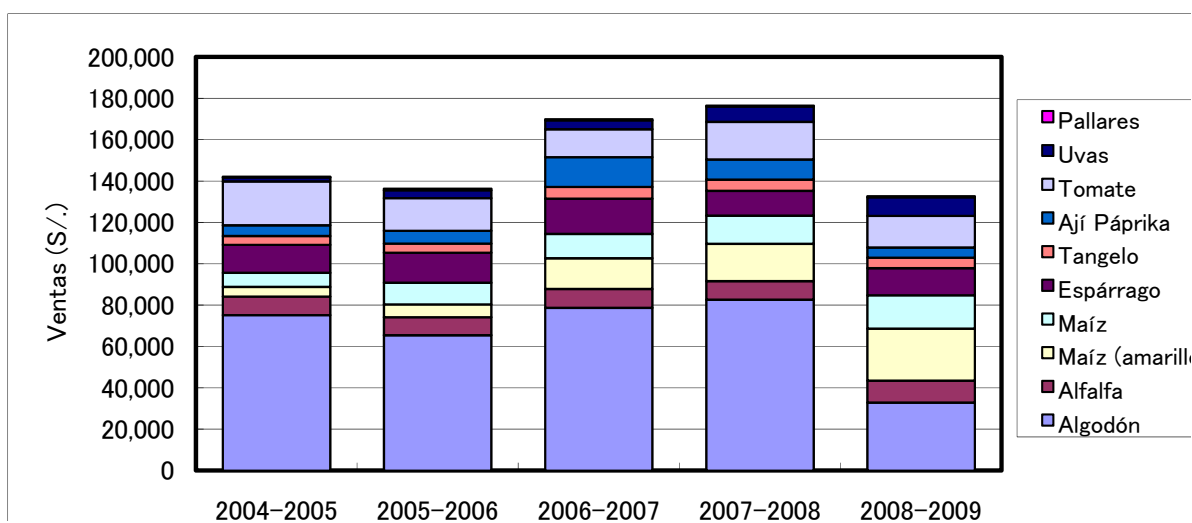


Figura 3.1.3-3 Ventas

3.1.4 Infraestructuras

(1) Infraestructuras viales

En la Tabla 3.1.4-1 se muestran las infraestructuras de riego en la cuenca del Río Pisco. Existen 41 bocatomas, 41 canales principales y 167 canales secundarios.

Tabla 3.1.4-1 Infraestructuras de riego

Nº	ESTRUCTURA		CANTIDAD
1	BOCATOMA		41
2	CANAL	PRINCIPAL	41
		SECUNDARIOS	167
3	ACUEDUCTOS		11
4	ALCANTARILLAS		73
5	ALIVIADERO		6
6	BOTADOR		105
7	CAIDAS		163
8	CANOAS		85
9	CONDUCTO CUBIERTO		2
10	PUENTES	PEATONALES	36
		VEHICULARES	381
11	RAPIDAS		10
12	SIFON		3
13	AFORADORES		39
14	TUNELES		32

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Pisco

3) PERPEC

En la Tabla 3.1.4-2 se muestran los proyectos implementados por PERPEC entre 2006 y 2009.

Tabla 3.1.4-2 Proyectos implementados por PERPEC

Nº	AÑO	Nombre de la obra	Ubicación				Descripción	Costo Total (S/.)
			Departamento	Provincia	Distrito	Localidad		
1	2006	Defensa Riberena en el Río Pisco - sector Condor	Ica	Pischo	Independencia	Condor	0,5 Km.	186.723,00
2	2007	Protección de Infraestructura Hidráulica con Defensa Riberena en la Margen Derecha del Río Pischo Sector Manrique, Distrito de Independencia, Provincia de Pischo - Región Ica	Ica	Pischo	Independencia	Manrique	0,84 Km	501.939,72
3	2007	Restitución de capacidad de conducción de canales y drenes en la margen derecha del Río Pischo	Ica	Pischo	Independencia	Varias	17,03 Km	145.810,00
4	2007	Limpieza del Canal Principal CD Chunchanga- Sector Murga-Pischo	Ica	Pischo	Humay	Chunchanga	2,824 Km	42.700,00
5	2007	Restitución de capacidad de conducción de canales y drenes en la margen izquierda del Río Pischo	Ica	Pischo	Independencia	Varias	10,909 Km 6,307 Km	92.504,00
6	2007	Rehabilitación desluzamiento Canal de derivación Huaya, Tambo colorado y Miraflores - Pischo	Ica	Pischo	Humay	Varias	0,051 Km	52.003,00
7	2007	Rehabilitación de canales principales y secundarios en el sector Huancano-Pampano-Parte Alta río Pischo	Ica	Pischo	Huancano	Varias	0,5435 Km	71.219,00
8	2007	Rehabilitación CD Cabeza de Toro y Refacción de Pozas de Almacenamiento fines de abastecimiento Agropecuario Cabeza de Toro-Río Pischo	Ica	Pischo	Independencia	Cabeza de Toro	55 und.	106.819,00
9	2008	Defensa Riberena con espigones cortos con rocas al volleeo margen derecha (varios sectores) río Pischo (Contingencia)	Ica	Pischo	Independencia	Varios Sectores	23 Unid 1 Km	107.735,00
10	2008	Protección Canal de derivación Chunchanga (Contingencia)	Ica	Pischo	Pischo	Chunchanga	400 ml 200 ml	279.240,00
11	2008	Defensa Riberena con fines de protección de las Bocatomas de San Ignacio en la margen derecha y Bemales en la Margen izquierda del río Pischo, Sector Bemales, distrito Humay, provincia de Pischo (Prevenición)	Ica	Pischo	Humay	Bemales	260 ml 19 und 520 ml	435.781

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Majes Camaná

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

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 víctimas	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
Pérdida económica (\$)	1.000.000.000	1.800.000.000

“—”: Sin datos

Compendio estadísticos de SINADECI

(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 Ica, a la que pertenece la zona del presente Estudio.

Tabla 3.1.5-3 Desastres en la Región de Ica

Años	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Media
ALUD																	0	
ALUVION											2						0	
DERRUMBE																	2	
DESGLIZAMIENTO									2	1				1			4	
HUAYCO	2		2		5	2			2	2	1	1	3	1		1	20	
TOTAL DESASTRES DE SEDIMENTOS	2	0	2	0	5	2	0	0	2	3	3	1	3	2	0	1	26	2
TOTAL INUNDACIONES	4	4	0	13	14	1	2	0	0	1	1	0	4	6	1	0	51	3

Compendio estadísticos de SINADECI

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

(Sobre los puntos críticos)

- El primer punto crítico está a 1,5 km aguas abajo del puente (km7). El agua desbordada inunda la comunidad de la margen izquierda. No existe el dique más debajo de este punto (1,5 km desde el puente).
- El segundo punto crítico está en km 11.5, donde se produce el desbordamiento hacia la margen izquierda.
- Existe una bocatoma en el km 14,5. La obra en sí no está destruida, no así la protección construida en la margen derecha. Existe aquí un canal de agua conectada con el área urbana y un canal de riego que cubre toda la margen izquierda.
- Existen bloques de hormigón entrelazados en la margen izquierda (km12,5 y km13,5).
- El lecho se ha elevado 3 metros aproximadamente en los últimos 40 años (entre 1970 y 2010).
- Hace 40 años había un dique impidiendo desbordamientos, sin embargo, parece que el mismo fue arrastrado por las repetidas inundaciones y debido a la falta de mantenimiento. Actualmente, no existe ningún dique, por lo que este lugar se encuentra con posibilidad de inundaciones.
- Existe una planta de purificación y bocatoma en el km 28.
- El tercer punto crítico está en km 20,5. Los tubos de conducción fueron arrastrados cuando ocurrió el desbordamiento en este punto.
- Existen cinco embalses aguas arriba, con una capacidad total de $54 \times 106 \text{ m}^3$.
- Cuando se produce el evento de El Niño en Quitasol a 50 km aguas arriba, siempre se producen inundaciones.

(Otros: sitios visitados por el Equipo de Estudio)

○ Bocatoma, km 27,5

- Se toma actualmente $7 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua (para abastecer a unas 620 ha de tierras agrícolas)
- Se construyó un banco contra el desbordamiento de la margen derecha
- Época de crecida: entre diciembre y marzo.

○ Punto de desbordamiento, km 5,5

- Se ejecutaron las obras de protección de márgenes utilizando tractor de oruga,

pala hidráulica y remolque. Las piedras han sido traídas desde la bocatoma curso arriba mencionada.

- Se propone discurrir 500 m³/s con esta sección (durante El Niño, se produjo un caudal de 700 m³/s., y se adoptó el valor mínimo de este evento.)
- El terreno de la margen izquierda es de propiedad privada, pero se decidió adoptar esta anchura considerando que no es necesario comprar terreno.
- Existen bloques de hormigón entrelazados hasta una altura del lecho + 2 metros.
- No existe otro plan de prevención de desastres en esta zona.
- Se proyecta construir un nuevo puente 100 metros aguas abajo del puente existente en km 7 (de la Carretera Panamericana).
- El costo del proyecto de construcción de dique + instalación de bloques de hormigón entrelazados (L = 800 metros en ambas márgenes) se estima en s. / 960.000 (equivalentes a 30 millones de yenes japoneses).

○Km 13,5 (Zona anegable)

- Se está construyendo un nuevo dique en el exterior del dique anterior destruido de la margen izquierda. Sin embargo, la obra se quedó paralizada sin terminar. La tierra de la zona había sido originalmente tierra de cultivo, y luego pasó a ser del Estado puesto que transcurrieron dos años en condición de abandono.
- El costo de construcción del dique de 600 metros es de \$ 850.000.

○Bocatoma de Casaya

- La bocatoma no quedó destruida por las inundaciones, no así la protección de la margen derecha.

○Puente Murga

- La protección de la margen izquierda no fue destruida durante las inundaciones de 1998, pero quedó destruida en el evento ocurrido en febrero de 1999. La profundidad de penetración había sido de 1 metro aproximadamente.

○Toma Montalbán

- La bocatoma quedó destruida por las inundaciones de 1998. Anteriormente, el lecho en el curso arriba era elevado, y las aguas altas entraron en la margen derecha (donde está la bocatoma) destruyendo la compuerta.
- El nivel de agua alcanza la altura del pecho.
- El canal de la margen derecha quedó enterrado.
- El ancho del río a la altura de la bocatoma es de 90 m aproximadamente, que es más angosto en comparación a cursos arriba y abajo del río. La tierra de la margen izquierda es de propiedad privada.
- El valor de la tierras agrícolas es de aproximadamente \$ 5.000 por hectárea

(10.000 m²).

o Toma Francia (entre km 19,5 y km 20)

- Debido que esta zona está desprotegida, se produjo el desbordamiento en ambas márgenes.
- El lecho se está elevando en los últimos años.
- La demarcación de los límites de las tierras privadas ha sido investigada por el MINAG en 1998. Originalmente, este trabajo era asumida por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y luego pasó al MINAG. Es probable que también exista información similar en otras cuencas.

(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.

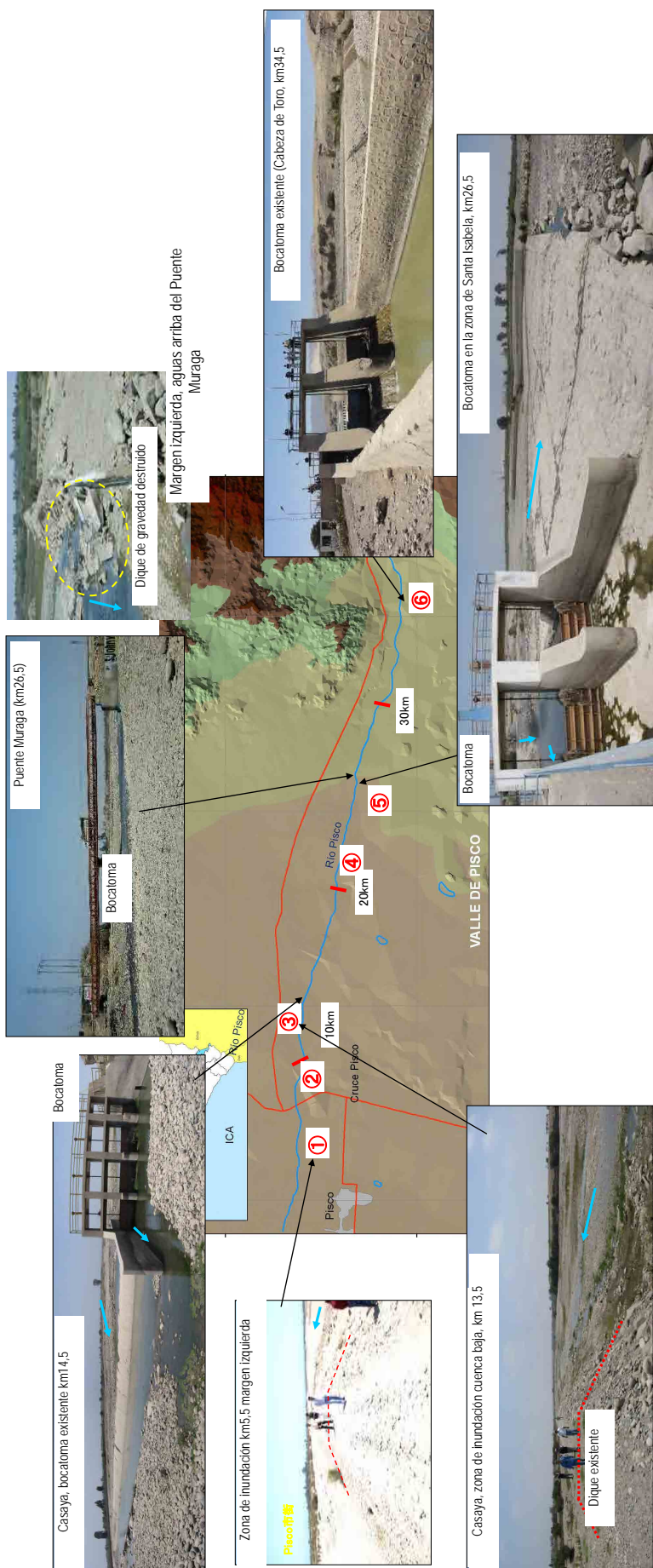


Figura 3.1.6-1 Visita al Sitio del Estudio (Río Pisco)

(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 5,5)

Situación actual y desafío	<ul style="list-style-type: none"> • Se registró una crecida del orden de 700 m³/s durante El Niño. • El municipio de Pisco quedó inundado por el desbordamiento de la margen izquierda en el km 5,5. • El lecho se viene elevando aproximadamente 3 metros en los últimos 40 años • Se necesita alargar el dique hacia más abajo, pero no existe actualmente un plan concreto.
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Tierras agrícolas • Área urbana de Pisco
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Construir el dique en el tramo desprotegido. • Obras de protección de márgenes



Protección con bloques de hormigón entrelazados

Dique actual en la zona de inundación

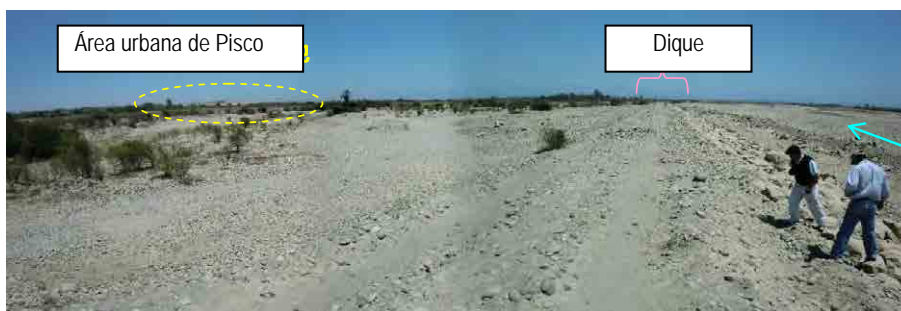


Figura 3.1.6-2 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Pisco)

2) Desafío 2: Bocatoma (km 26,5)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el evento de El Niño en 1998, las aguas de las crecidas se concentraron en la bocatoma destruyéndola. También los canales quedaron enterrados. • Actualmente, tanto la bocatoma como el canal ya han sido reparados. • El ancho del río a la altura de la bocatoma es de 90 metros y es más angosto que aguas arriba o abajo (entre 250 y 500 metros)
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Tierras agrícolas (se desconoce en este momento los principales cultivos)
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitar instalaciones destruidas, reforzar el dique existente • Escurrimiento estable de las crecidas mediante ampliación y rehabilitación de los canales, comprando las tierras que sean necesarias.



Condiciones actuales de la bocatoma existente



Canal de agua

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

3) Desafío 3: Zona anegable (km 34,5)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez se ha desbordado el agua de la margen derecha, aguas arriba de la bocatoma, y este evento dejó acumulado grandes cantidades de sedimentos. • Se construyó un dique aguas arriba de la bocatoma después de las inundaciones.
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> • Tierras de cultivo (principal cultivo: maíz)
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitar la bocatoma • Construir reservorios de retención aguas arriba de la bocatoma. (Para contener los sedimentos acumulados en los bolsillos que se encuentran aguas arriba de la parte estrangulada del Río, como una medida de prevención futura)

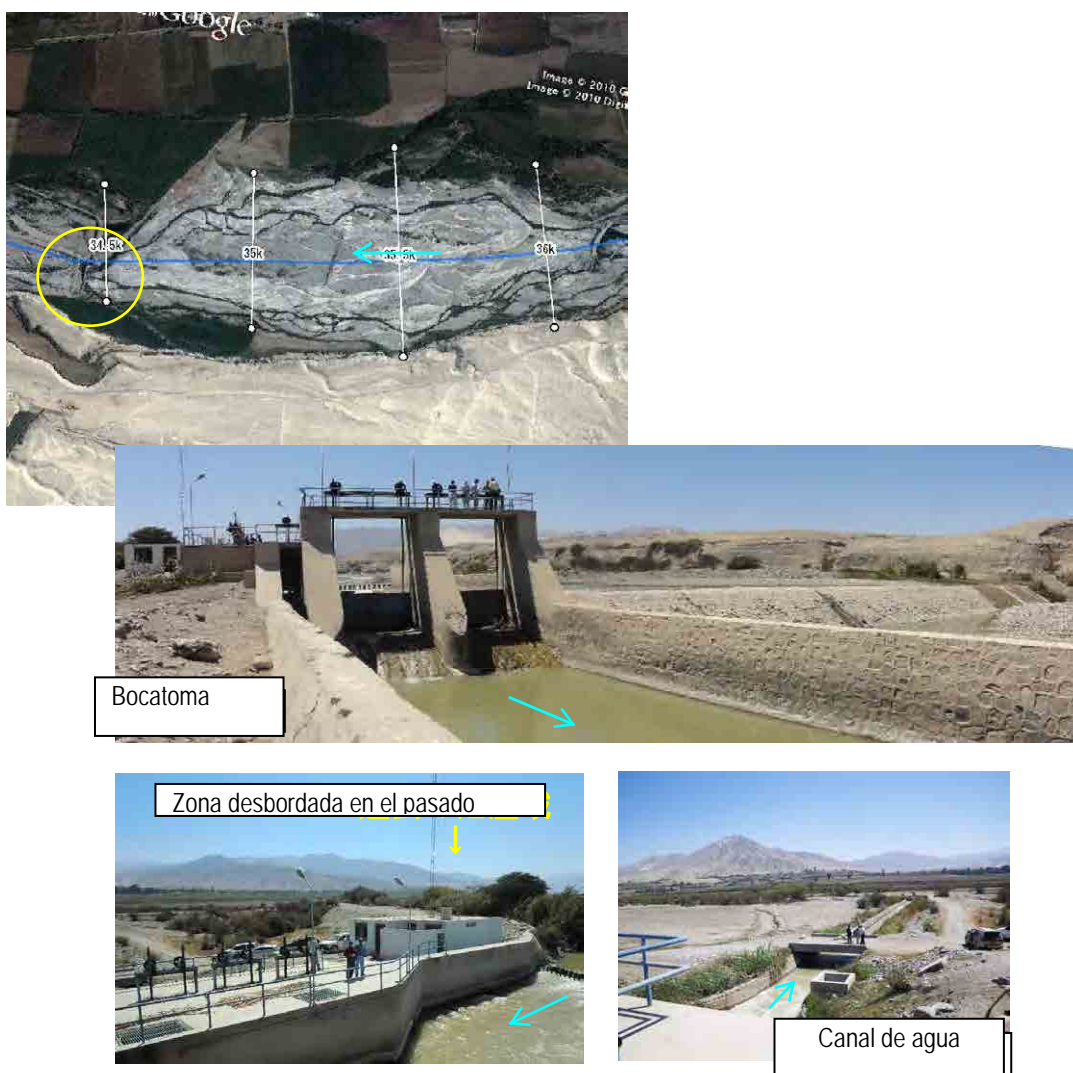


Figura 3.1.6-4 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Pisco)

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 Pisco

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
) 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 30 % del total, el matorral seco entre 10 y 20% y el pajonal/césped de puna entre 30

y 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 son considerablemente severas las condiciones naturales en la cuenca del río Pisco. 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 Pisco)**

Cuencas	Cobertura vegetal								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	Total
(Superficie de la cobertura vegetal: hectáreas)									
Cuenca Río Pisco	217,88	1.354,39	469,99	381,55	140,01	672,59	1.035,68	0,00	4.272,09
(Porcentaje frente a la superficie de la cuenca: %)									
Cuenca Río Pisco	5,1	31,7	11,0	8,9	3,3	15,7	24,2	0,0	99,9

(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 las cuencas
(Cuenca del río Pisco)**

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: %)						
Pisco	36,8	11,0	12,2	40,0	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. En la Tabla 3.1.7-4 se presenta la superficie forestal desaparecida (total acumulado) de las regiones correspondientes. No existen los datos correspondientes al Departamento de Ica.

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)
Ica	2.093.457	-	-	-

(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 zonas áridas (desierto y cactus: Cu, DC y Ms) y aumentaron 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)									
Pisco	-3,59	-3,44	-50,99	46,88	7,01	-9,52	13,65	—	4.272,09
Superficie actual (b)	217,88	1,354,39	469,99	381,55	140,01	672,59	1,035,68	0,00	4.272,09
Porcentaje frente a la superficie actual (a/b) %	-1,6	-0,3	-10,8	+12,3	+5,0	-1,4	+1,3	—	

(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

En las cuencas baja y media, se plantan los árboles principalmente para tres objetivos: 1) 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.

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
Ica	2.213	20	159	159	89	29	61	15	4	1	2.750

Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005

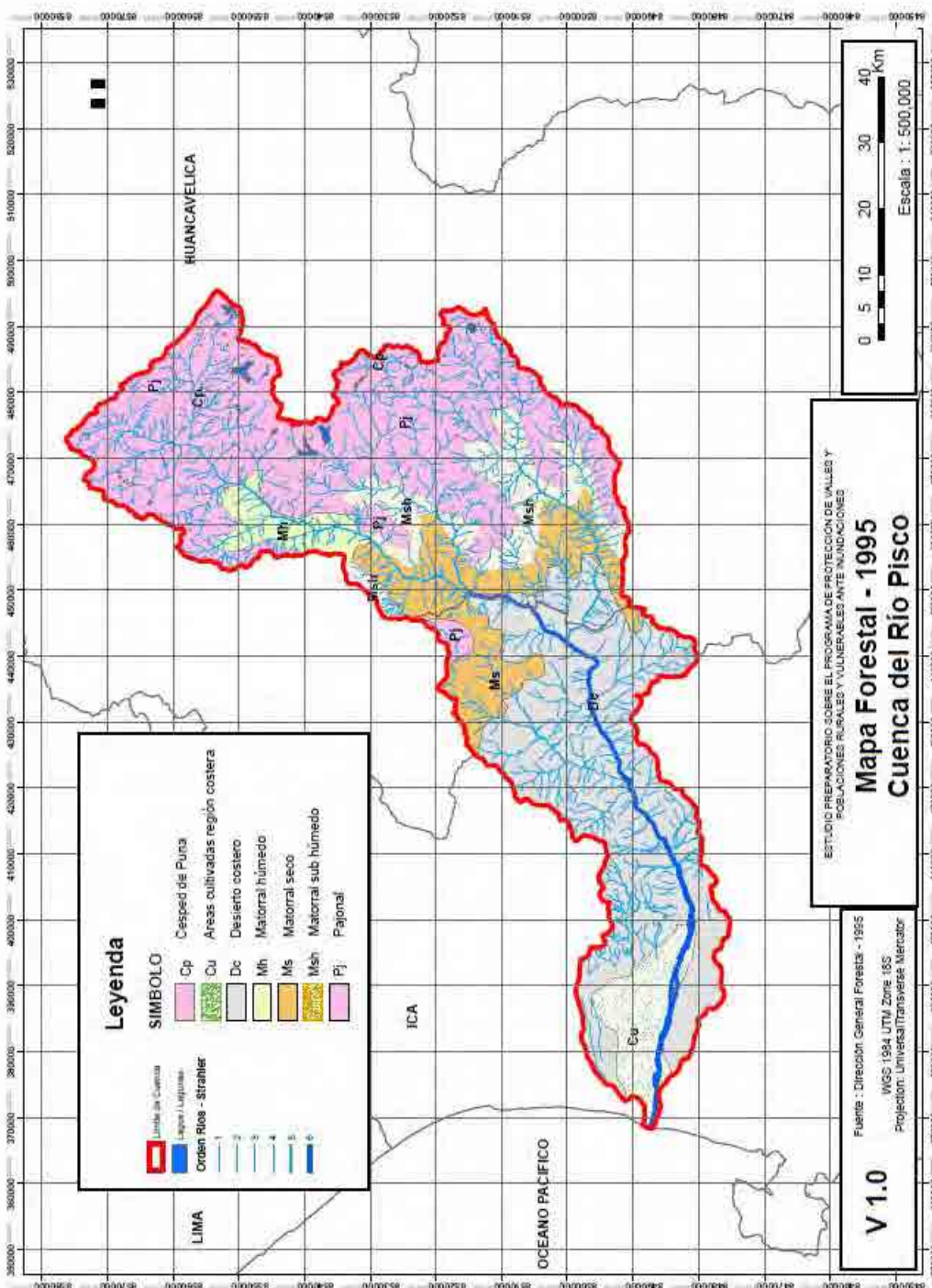


Figura. 3.1.7-1 Mapa forestal de la Cuenca del Río Pisco

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 la cuenca del Río Pisco.

Tabla 3.1.8-2 Superficie según altitudes

Altitud (msnm)	Área (Km ²)
	Pisco
0 – 1000	694,58
1000 – 2000	476,7
2000 – 3000	684,78
3000 – 4000	760,47
4000 – 5000	1647,8
5000 – Más	6,19
TOTAL	4270,52
Altitud máxima	5110,00

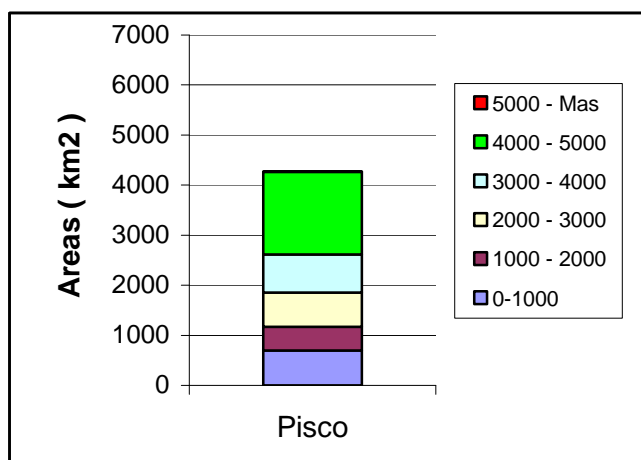


Figura 3.1.8-1 Superficie según altitudes

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 (%)	Pisco	
	Área (km ²)	Porcentaje
0 - 2	168,57	4%
2 - 15	947,86	22%
15 - 35	1426,18	33%
Más de 35	1727,91	40%
TOTAL	4270,52	100%

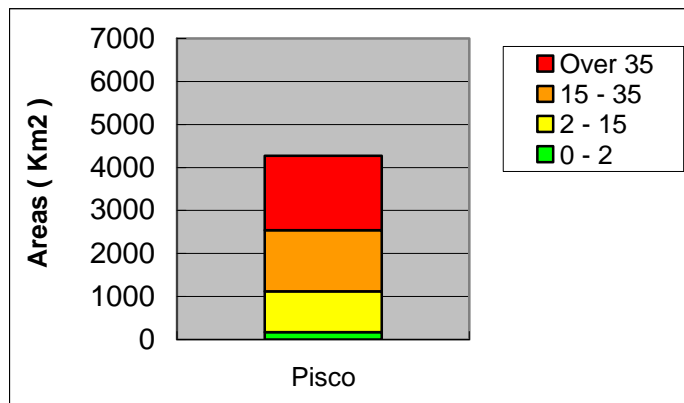


Figura 3.1.8-2 Pendientes y superficie

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 (%)	Pisco
0,00 - 1,00	12,15
1,00 - 3,33	165,05
3,33 - 16,67	1683,15
16,67 - 25,00	519,64
25,00 - 33,33	291,84
33,33 - Más	511,76
TOTAL	3183,59

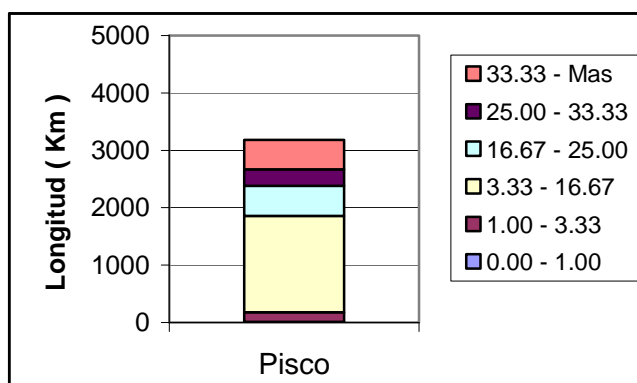


Figura 3.1.8-3 Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas

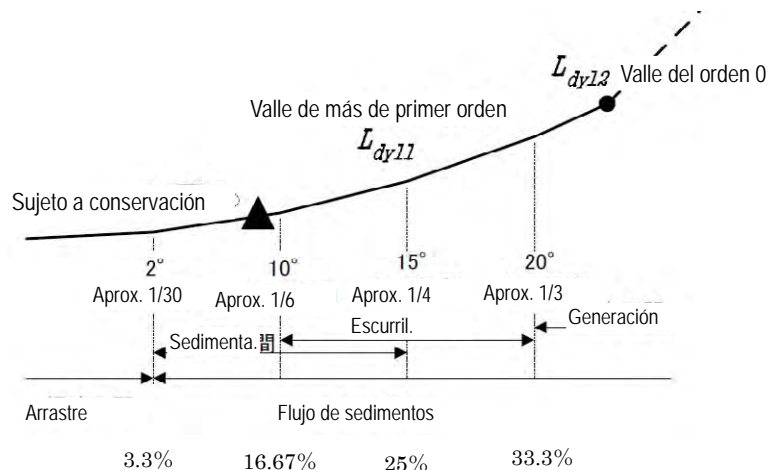


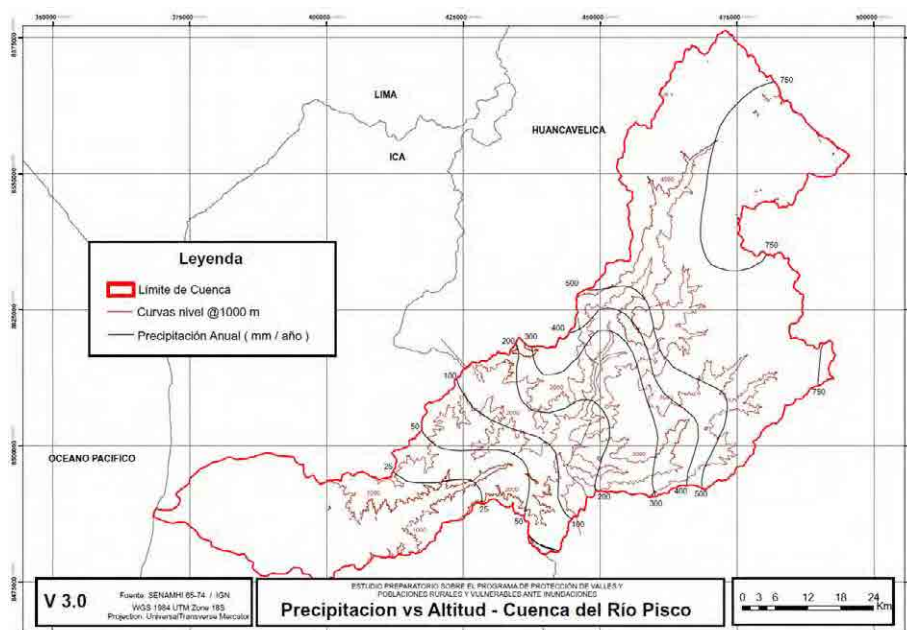
Figura 3.1.8-4 Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos

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 Pisco.



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 Pisco

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

3) Características de la erosión

En la Figura 3.1.8-6 se resumen las características de las cuencas. Las áreas por debajo de los 500 msnm con poca vegetación y precipitaciones reducidas corresponden al “Área A”. Aquí, ocurre poca erosión. Dichas áreas llamadas “Costa”, forman una franja de desierto que alcanza una longitud de 2,414km desde Ecuador por el norte hasta Chile por el sur y se extienden entre la costa pacífica y regiones interiores hasta a una altitud de 500 msnm. Las áreas entre los 1,000 y 4,000 msnm con pendiente acentuado, poca vegetación y baldíos corresponden al “Área B”. Aquí es donde se da mayor intensidad de erosión a pesar de que ocurren pocas lluvias. Estas áreas se llaman Sierra, zona Quechua y zona Suni. La Sierra que representa el 28 % del territorio nacional, comprende desde las áreas a más de 500 msnm de la ladera occidental de los Andes hasta las áreas a 1.500 msnm de la ladera oriental. La zona Quechua (o Quichua) corresponde a zonas templadas a una altitud entre 2.300 y 3.500 msnm. La zona Suni (o Jarca) corresponde a áreas frías a una altitud entre 3.500 y 4.000 msnm. Las áreas por encima de los 4.000 msnm presentan abundantes precipitaciones y baja temperatura. Aquí, las tierras están cubiertas por matorrales adaptados al clima frío, y la pendiente es suave, por lo que ocurre poca erosión. (Área C) El área se llama zona Puna.

En la Tabla 3.1.8-5 se presenta la relación entre el área del río Pisco y la altitud según cuencas.

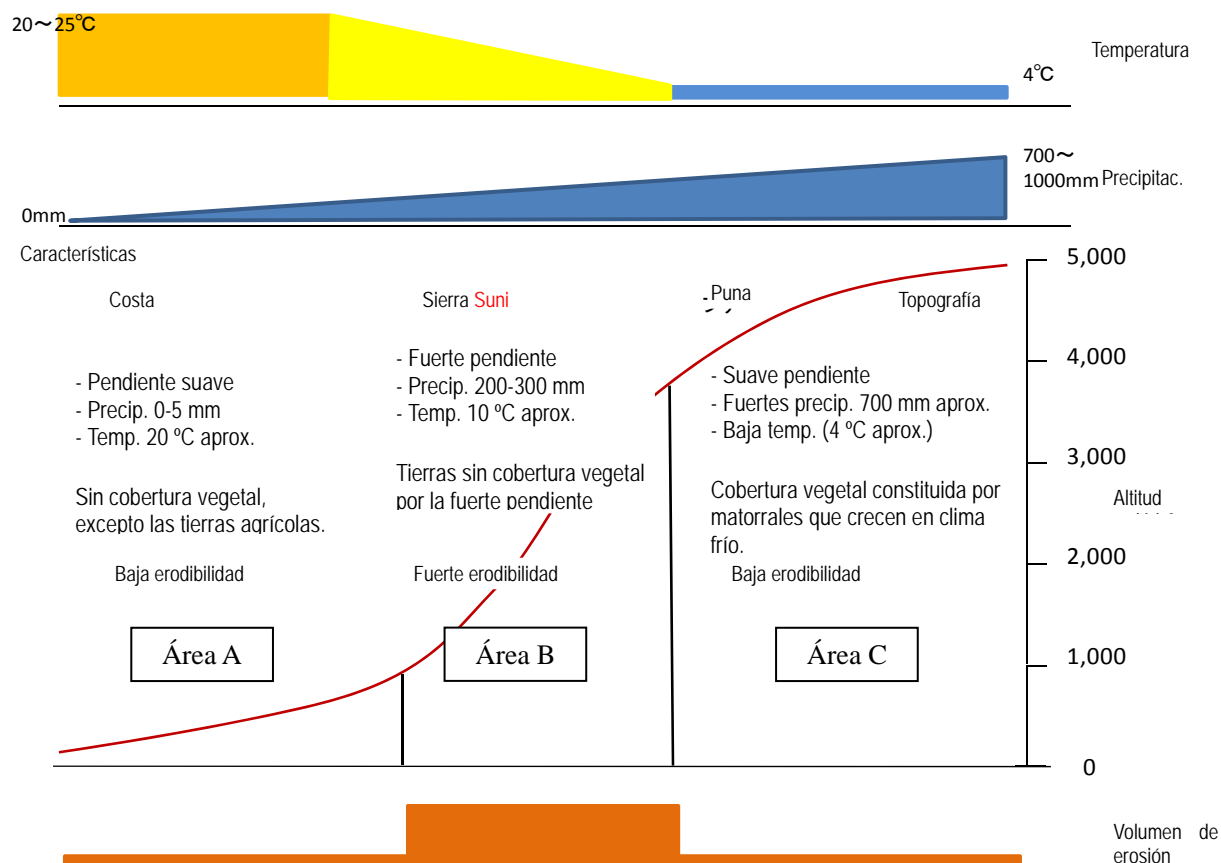


Figura 3.1.8-6 Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas

Tabla 3.1.8-5 Relación entre las áreas y altitud de cada cuenca

Área	Cuenca Chincha
A	0-1.000
B	1.000-3.500
C	3.500-5.000

(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 4.000 msnm se encuentran numerosas laderas con más de 35 grados de inclinación, en particular entre 2.000 y 3.000 msnm, el 79 % de las laderas son de estas inclinaciones, y se deduce que son zonas muy susceptibles a la erosión. Similar tendencia se presenta en la cuenca adyacente del Río Pisco.

Tabla 3.1.8-6 Pendientes según altitudes del Río Pisco

Altitude	Slope				total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Over 35	
0 - 1000	132.09	371.35	118.98	60.92	683.34
Ratio	19%	54%	17%	9%	100%
1000 - 2000	1.79	25.01	107.69	373.82	508.31
Ratio	0%	5%	21%	74%	100%
2000 - 3000	2.08	23.33	101.38	479.29	606.08
Ratio	0%	4%	17%	79%	100%
3000 - 4000	3.58	67.75	230.25	415.34	716.92
Ratio	0%	9%	32%	58%	100%
4000 - 5000	33.74	459.43	856.43	398.45	1748.05
Ratio	2%	26%	49%	23%	100%
5000 - Mas	0.02	1.51	4.06	3.8	9.39
Ratio	0%	16%	43%	40%	100%
Total	173.30	948.38	1418.79	1731.62	4272.09
Ratio	4%	22%	33%	41%	100%

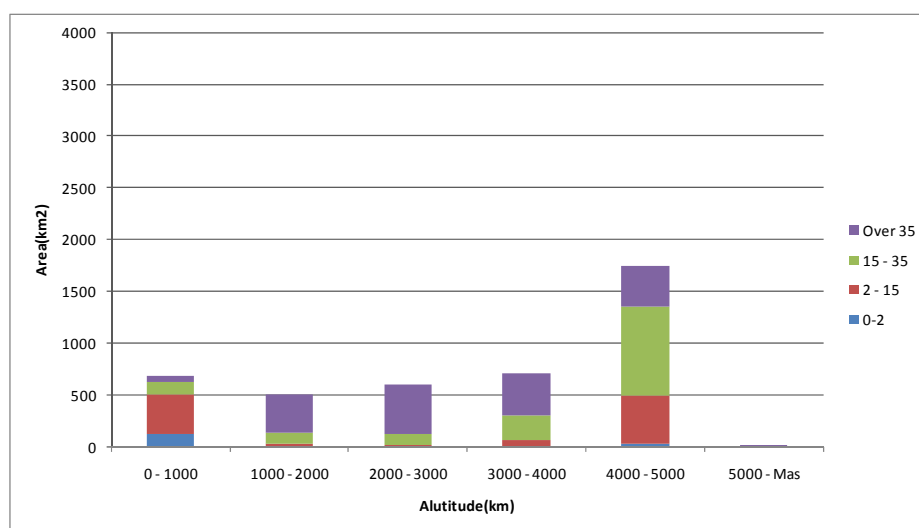


Figura 3.1.8-7 Pendientes según altitudes del Río Pisco

(4) Producción de sedimentos

1) Resultados del estudio geológico local

Se llevó a cabo el estudio de la cuenca alta del río Pisco. A continuación se describen los resultados del estudio.

- 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 y si es sedimentaria, en la erosión aérea y el movimiento lento de arena fina (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 movimiento lento

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 erosionados o sedimentos acumulados debido a la alteración del lecho (véase la Figura 3.1.8-11).
- En la cuenca alta se observaron 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 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 (de más de 10 m de altura en la cuenca del río Pisco). 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, para cuando se ocurren las precipitaciones con período de retorno de 50 años y las que producen el flujo de sedimentos desde los tributarios.

i) Un año ordinario

En la Figura 3.1.8-12 se presentan los datos de producción y descarga de sedimentos en tiempo 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.

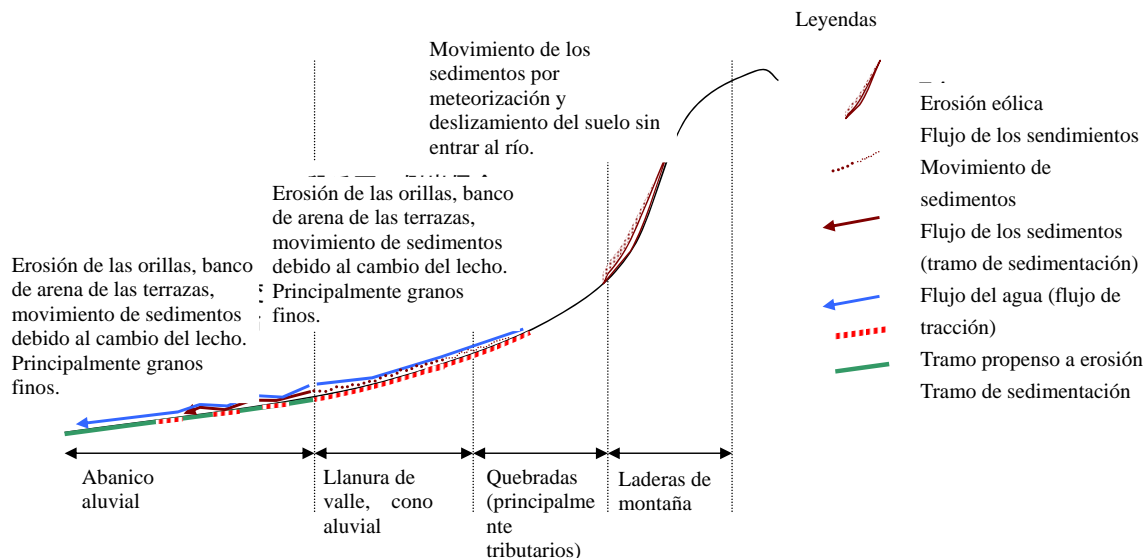


Figura 3.1.8-12 Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA

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.

- 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.

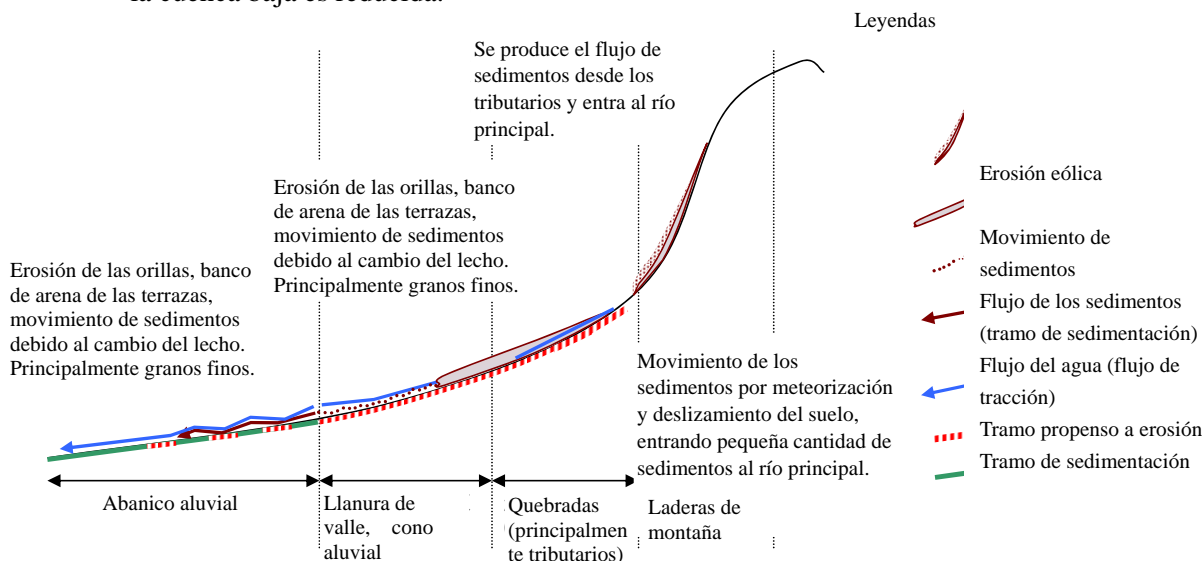


Figura 3.1.8-13 Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales con un período de retorno de 50 años

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA

iii) Crecidas de enorme magnitud (que puedan dar lugar a la formación de terrazas similares a las existentes actualmente), con un período de retorno de varios miles de años.

En la región de Costa, las precipitaciones diarias con un periodo de retorno de más de 100 años 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 por tener pocas lluvias, ordinariamente, una vez ocurridas las lluvias torrenciales, existe un alto potencial de arrastre de sedimentos por las aguas.

Si suponemos que ocurren lluvias con un periodo de retorno de más de varios miles de años, se estima que se generaría la siguiente situación (véase la Figura 3.1.8-14). La frecuencia de grandes crecidas se estimó en miles de años suponiendo que se coincide con el ciclo de calentamiento-enfriamiento a nivel global

- 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 bloquear las quebradas o cauces.
- Destrucción de las presas naturales de los cauces bloqueados 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.

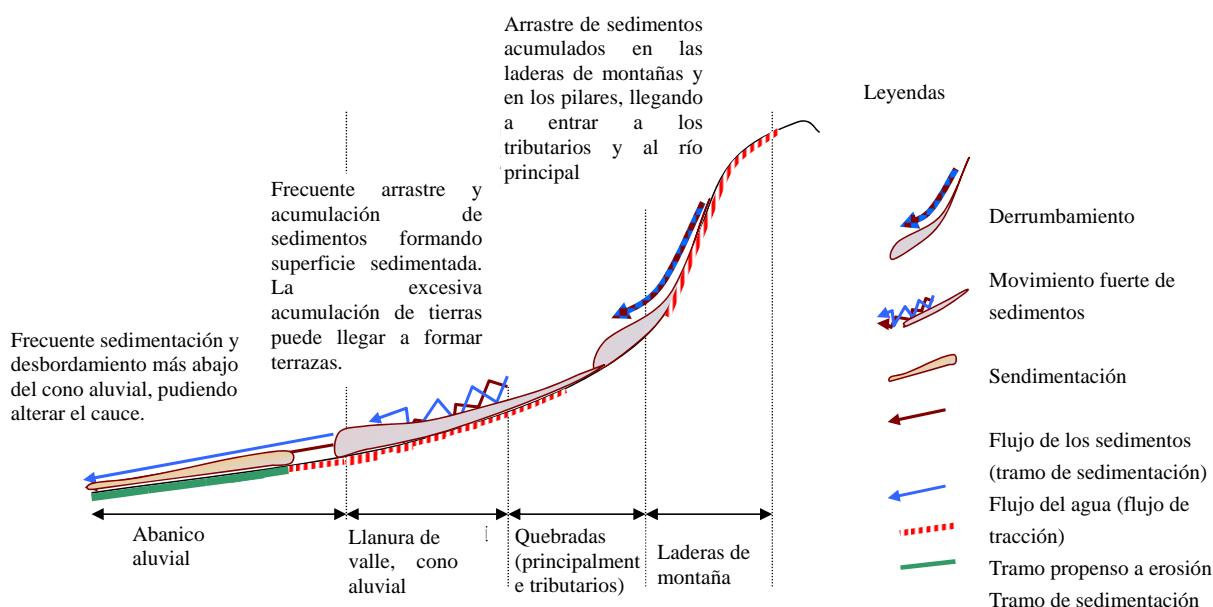


Figura 3.1.8-14 Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA

(5) Alcance del presente Estudio

El alcance del presente Estudio está enfocado a las precipitaciones con un 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.

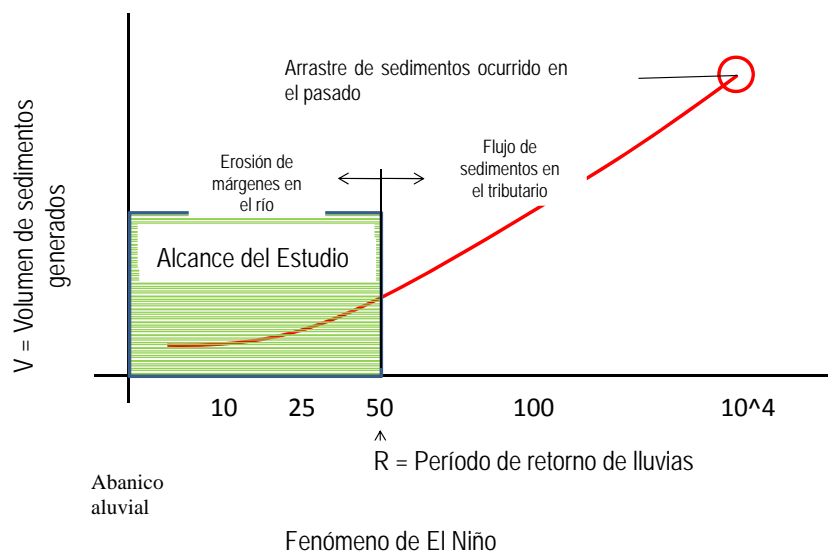


Figura 3.1.8-15 Relación entre Producción de sedimentos de sedimentos y Período de retorno de lluvias, y Alcance del presente Estudio

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA

3.1.9 Precipitaciones

A continuación se describe el análisis de descarga en las áreas objeto del estudio. Para los detalles del análisis meteorológico/hidrológico y de descarga véase el Anexo-1: Análisis meteorológico/hidrológico y de descarga.

3.1.9.1 Datos de precipitaciones

Tuvimos conocimiento de la situación del monitoreo pluvial que son datos a utilizar en el análisis de descarga en el área objeto del estudio y recopilamos y pusimos en orden los datos de precipitaciones necesarios para dicho análisis. Los datos de precipitaciones fueron obtenidos principalmente de SENAMHI. Casi todas las estaciones de monitoreo pertenecen a SENAMHI. Las estaciones objeto no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual. Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas).

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 3.1.9.1-1 y 3.1.9.1-2 y la Figura 3.1.9.1-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

En la cuenca del río Pisco, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 20 estaciones de monitoreo (incluyendo las inoperativas actualmente), y el periodo más largo de monitoreo es 39 años desde 1964 hasta 2002.

Tabla-3.1.9.1-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Pisco)

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Institución
AGNOCOCCHA	HUANCAVELICA	75° 05'1	13° 13'1	SEFAMHI
CHOCLOCOCHA	HUANCAVELICA	75° 02'1	13° 06'1	SEFAMHI
COCAS	HUANCAVELICA	75° 22'1	13° 16'1	SEFAMHI
CUSICANCHA	HUANCAVELICA	75° 18'18	13° 29'29	SEFAMHI
PARIONA	HUANCAVELICA	75° 04'1	13° 32'1	SEFAMHI
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	HUANCAVELICA	75° 38'38	13° 12'12	SEFAMHI
TAMBO	HUANCAVELICA	75° 16'16	13° 41'41	SEFAMHI
TICRAPO	HUANCAVELICA	75° 26'1	13° 23'1	SEFAMHI
TOTORA	HUANCAVELICA	75° 19'1	13° 07'1	SEFAMHI
TUNEL CERO	HUANCAVELICA	75° 05'5	13° 15'15	SEFAMHI
HACIENDA BERNALES	ICA	75° 57'57	13° 45'45	SEFAMHI
HUAMANI	ICA	75° 35'35	13° 50'50	SEFAMHI

Tabla-3.1.9.1-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Pisco)

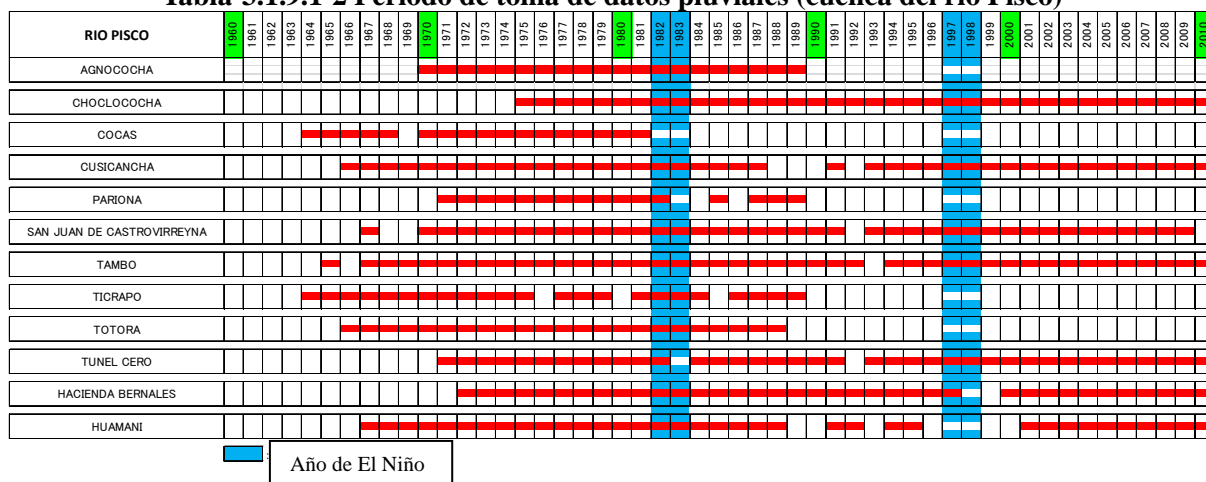




Figura-3.1.9.1-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Pisco)

(2) Precipitaciones mensuales

La Tabla 3.1.9.1-3 y la Figura.3.1.9.1-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del río Pisco y su distribución.

Según la Tabla y la Figura, las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 2,93 mm en la estación Hacienda Bernales a 884 mm en la estación Choclococha.

Tabla 3.1.9.1-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ACNOCOCHA	139,08	145,04	129,35	56,57	17,74	8,18	5,65	13,73	21,69	40,59	52,30	83,59	713,51
CHOCLOCOCHA	147,66	161,73	156,09	80,13	26,52	14,25	8,03	22,18	35,24	59,48	68,69	103,97	883,97
COCAS	94,93	111,50	138,93	29,87	5,31	0,26	0,36	1,54	6,70	11,83	15,36	40,73	457,31
CUSICANCHA	74,40	88,26	104,57	33,77	1,74	0,00	0,01	0,71	3,48	4,85	12,38	36,37	360,55
PARIONA	161,82	155,42	174,45	68,15	13,61	3,06	3,12	4,02	16,39	32,52	54,23	90,91	777,70
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	49,69	54,27	46,95	8,78	0,96	0,09	0,17	0,67	0,95	3,50	7,06	19,24	192,34
TAMBO	82,19	120,28	130,42	32,03	3,95	0,00	0,12	0,51	0,88	9,53	11,48	40,40	431,78
TICRAPO	54,24	75,45	73,35	14,10	0,44	0,20	0,03	0,45	0,98	3,99	5,05	24,32	252,60
TOTORA	125,39	133,76	104,56	46,33	18,20	4,07	4,90	7,76	24,24	32,59	41,47	81,67	624,95
TUNEL CERO	163,61	162,53	150,68	72,29	20,96	7,59	6,98	14,51	29,20	56,12	72,29	121,55	878,32
HACIENDA BERNALES	0,84	1,50	0,05	0,03	0,07	0,14	0,08	0,08	0,02	0,01	0,03	0,09	2,93
HUAMANI	3,08	3,75	3,45	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,17	10,60

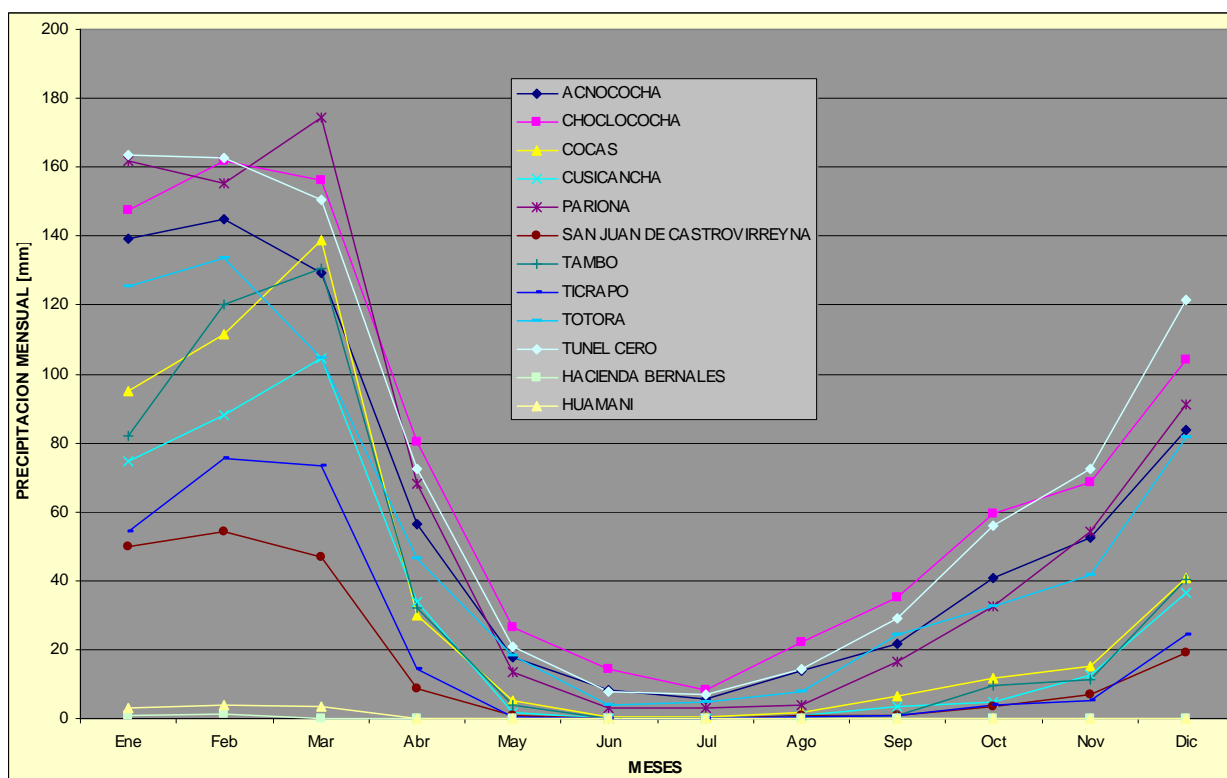


Figura 3.1.9.1-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La Tabla 3.1.9.1-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco.

Tabla 3.1.9.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco

Year	ACNOCOC HA	CHOCLOC OCHA	COCAS	CUSICANC HA	PARIONA	SAN JUAN DE CASTROVI RREYNA	TAMBO	TICRAPO	TOTORA	TUNEL CERO	HACIENDA BERNALES	HUAMANI
1964			19.8					21.5				
1965			21.6				35.0	20.7				
1966			20.2	18.7				12.6	15.0			
1967			36.0	23.5		20.1		24.4	24.0			25.5
1968				12.3			24.0	10.0	20.0			0.0
1969				23.0				35.8	22.0			1.6
1970			22.1	25.3		33.3	13.3	40.2	23.0			33.5
1971	32.3		29.4	28.6		13.7	18.2	28.4	21.0	30.7		1.7
1972	29.2		30.8	26.9	40.0	28.0	30.7	32.0	27.0	28.2	29.5	18.8
1973	24.6		36.8	13.1	37.8	23.0			25.0	34.6	1.6	2.1
1974	31.1		20.6	9.7	36.9	12.1	21.0	14.0	22.0	24.2	0.0	4.1
1975	24.1	27.4	22.4	6.6	39.1	17.0	42.4	19.5	19.0	29.2	0.0	23.0
1976	26.4	36.1	21.4	6.6	34.4	17.2	40.0		20.0	22.8	20.8	12.5
1977	26.9		20.6	24.2	29.7	15.5	20.5	24.0	25.0	31.3	0.0	0.0
1978	28.1	22.9	14.4	20.0	20.6	7.8	32.0	5.4	20.0	19.5	0.6	0.0
1979	22.3	15.4	27.4		25.4	21.6	20.4	18.0	25.0	33.2	0.0	0.2
1980	23.0	14.8		19.0	44.4	40.0	21.2		35.0	27.3	0.0	0.3
1981	22.6	13.5	0.0	20.0	28.5		25.6	33.0	29.0	35.9		0.0
1982	32.1			10.1		17.1	15.7	10.9	29.0	52.2		0.0
1983	30.1	26.5		5.0		28.0	35.0	30.0	24.0		0.0	0.0
1984	28.7			20.0		24.0	40.0	20.8	37.0	38.3	0.0	0.4
1985	26.5	19.0		11.0	26.5	11.5	30.0	18.0	30.0	22.7	0.0	7.5
1986	29.2	36.0				14.7	30.0		27.0	35.3	0.0	
1987	22.4	24.4			14.8	12.3	20.0		13.0	23.1	0.0	0.0
1988	26.9	39.1			28.0	13.5	17.0			27.8	0.0	
1989	20.3					31.8	36.7			31.9	0.0	0.0
1990		39.5				13.1	29.0			54.5	0.0	
1991						11.0	40.0				0.0	0.0
1992												
1993		39.3				13.7				36.5	0.0	
1994		37.3				12.3	22.0			30.5	0.0	
1995		28.1				12.0	43.2			26.2	0.0	
1996		35.9				19.2	42.0			27.3	0.0	
1997		67.5				10.5	30.0			21.6	0.0	
1998		55.5				37.9	40.0			25.1	0.0	
1999		34.4				25.0	23.0			26.1	0.5	
2000		38.0				18.8	26.0				0.3	2.5
2001		29.3				23.2	16.0			29.6	1.3	2.2
2002		30.7				19.5				23.7	0.5	3.1
2003		57.7				10.5	22.0			27.4	0.0	2.7
2004		45.0				10.3	16.0			28.7	0.4	0.0
2005		36.1				16.1	27.0			47.8	4.6	13.0
2006		36.7				21.4	38.0			25.0	3.2	4.2
2007						18.4	16.5			35.8		0.0
2008		24.6				14.5	26.0			28.6	5.1	6.2
2009		58.4				17.2	38.0			36.2	1.3	8.3
2010												

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura.3.1.9.1-3 se presenta un mapa de isoyetas de la cuenca del río Pisco.

En la cuenca del río Pisco, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 25 mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son de 25 a 50 mm, que no son grandes.

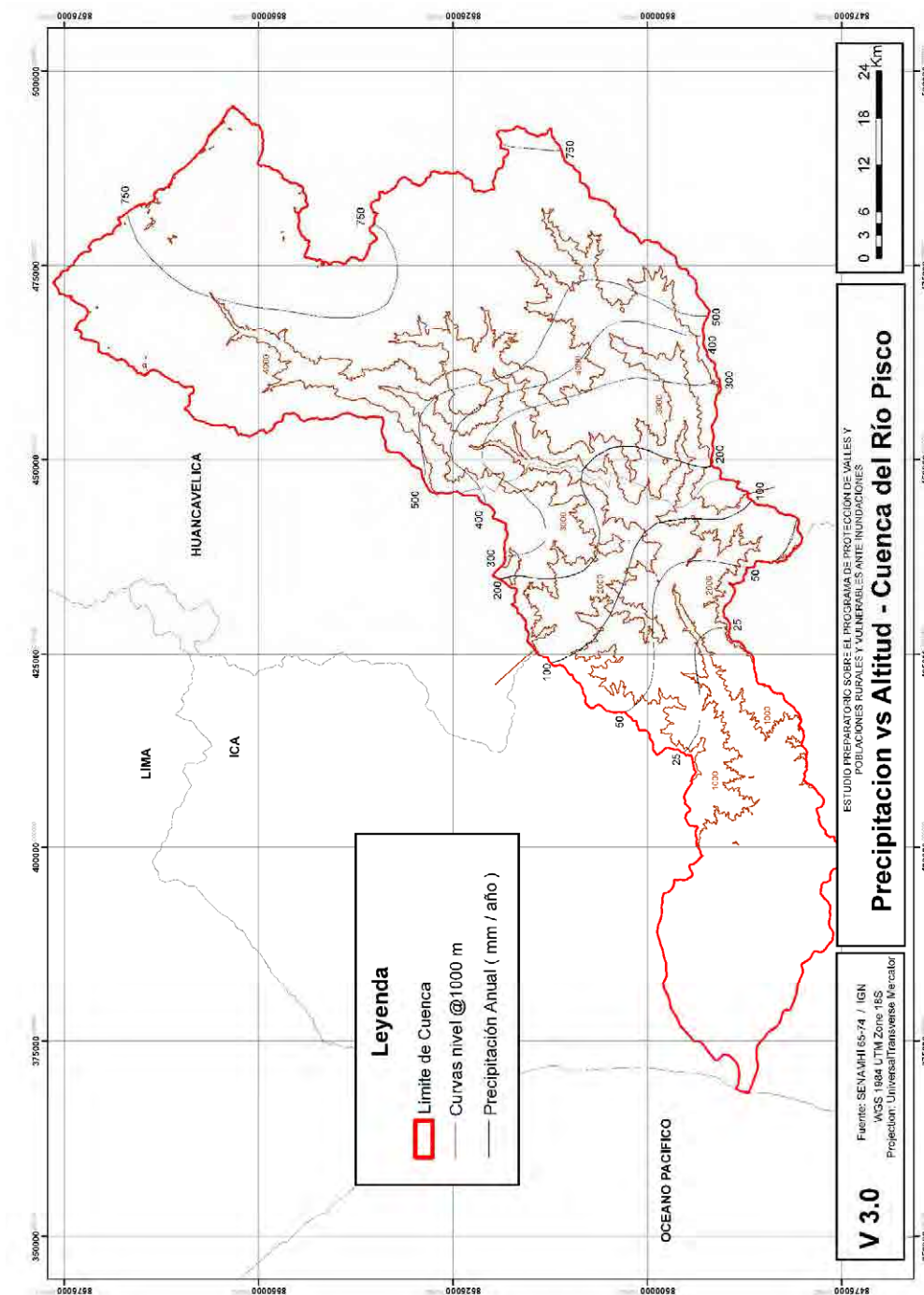


Figura 3.1.9.1-3 Mapa de isoyetas (cuenca del Río Pisco)

3.1.9.2 Caudal

Las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas en las áreas objeto del estudio no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual una vez diaria (7:00 a.m.) o 2 veces diarias (7:00 a.m. y 7:00 p.m.). Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas). Tratándose de un monitoreo a las horas fijas, es muy probable que no se hayan registrado caudales instantáneos máximos como los caudales picos de inundaciones.

El monitoreo de nivel de agua se hace con un indicador del nivel de agua y el valor medido se convierte en el caudal según una fórmula elaborada previamente a partir de los datos del levantamiento transversal fluvial y del aforo.

Los ríos nacen en altiplanos comunicados a los Andes y recorren por abanicos aluviales desembocando en la costa. Las estaciones de monitoreo están ubicadas en la cuenca media y la baja de abanicos aluviales en la costa (véase el mapa de ubicación de estaciones de monitoreo pluvial). Puesto que en la zona costera casi no llueve, se supone que casi no hay entrada del agua desde los afluentes de curso bajo y los datos monitoreados indican precisamente el volumen de descarga de las áreas objeto. Por tanto, es recomendable considerar las estaciones de monitores de caudal ubicadas curso más bajo como puntos de referencia para el análisis de descarga.

(1) Cuenca del río Pisco

1) Estaciones de monitoreo de caudal

La Tabla 3.1.9.2-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Pisco.

Tabla 3.1.9.2-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Pisco

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
LETRAYOC	13°40'	75°45'	640

(2) Caudal diario máximo/año

La Tabla 3.1.9.2-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada.

Tabla 3.1.9.2-2 Caudal diario máximo/año en la estación LETRAYOC de la cuenca del río Pisco

Año	Caudal máx. anual (m ³ /sec)	Año	Caudal máx. anual (m ³ /sec)
1933	227,50	1971	194,45
1934	264,50	1972	509,87
1935	311,00	1973	293,62
1936	360,50	1974	194,68
1937	956,03	1975	141,88
1938	253,70	1976	237,62
1939	328,67	1977	231,26
1940	155,34	1978	80,33
1941	212,25	1979	213,13
1942	326,79	1980	91,23
1943	301,93	1981	252,00
1944	295,05	1982	274,00
1945	250,01	1983	273,00
1946	528,14	1984	485,65
1947	144,09	1985	200,50
1948	765,10	1986	355,00
1949	148,26	1987	146,20
1950	156,33	1988	369,50
1951	289,09	1989	272,50
1952	208,05	1990	49,38
1953	427,20	1991	325,00
1954	536,64	1992	47,75
1955	403,42	1993	118,00
1956	330,99	1994	312,50
1957	256,19	1995	354,37
1958	169,35	1996	190,00
1959	378,26	1997	150,00
1960	312,85	1998	800,00
1961	272,04	1999	355,00
1962	423,06	2000	215,00
1963	255,85	2001	240,00
1964	238,45	2002	300,00
1965	162,44	2003	176,25
1966	710,02	2004	215,00
1967	521,91	2005	137,50
1968	189,11	2006	350,00
1969	314,07	2007	250,00
1970	454,31	2008	300,00

3.1.9.3 Caudal de inundaciones según periodo de retorno basado en el aforo

Establecidos los puntos de referencia para el análisis de descarga del río Pisco en las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas cerca de la desembocadura del abanico aluvial, fueron procesados estadísticamente los datos del monitoreo de caudal máximo diario/año y se calculó el caudal de inundaciones con periodos de retorno de 2 a 100 años. Los resultados del cálculo vienen en la Tabla

3.1.9.3-1. Para el cálculo estadístico hidrológico se empleó los siguientes modelos de distribución de probabilidades y fueron adoptados los valores del modelo de mejor adaptabilidad. Para más detalles véase el Apéndice del Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga.

- 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

Tabla 3.1.9.3-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia

Nombre del río/punto de referencia	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Pisco Letrayoc	267	398	500	648	774	914

3.1.9.4 Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS)

El monitoreo de caudal en las áreas objeto del estudio comprende solamente el caudal diario y los caudales según el periodo de retorno calculados en la cláusula anterior son caudales pico. Para llevar a cabo un análisis de descarga que se mencionará más tarde, se hará necesaria una distribución horaria de inundaciones (hidrograma de crecida). En esta cláusula se hará un análisis de descarga basado en datos del monitoreo pluvial.

Para el análisis de descarga se empleará el sistema HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) desarrollado por el Cuerpo de ingenieros del Ejército de EE.UU. Este sistema es un programa universal de análisis de descarga, utilizado en América del Norte y otros países del mundo, y es uno de los programas más populares en Perú.

(1) Resumen del sistema HEC-HMS

El sistema HEC-HMS está diseñado de manera que permita simular la relación entre las precipitaciones y la descarga en un sistema de cuenca compuesta de numerosas sub-cuencas. Un modelo de cuenca puede componerse de numerosas sub-cuencas, canal fluvial, confluencias, puntos de afluencia, reservorios, etc.

Respecto a las pérdidas de infiltración se pueden aplicar los métodos de SCS curve number, Initial Constant, Exponential, Green Ampt, etc.

En cuanto al método de conversión de precipitaciones efectivas en el volumen de descarga, se puede aplicar el método de hidrograma unitario que incluye Clark, Snyder y SCS. Para la descarga del canal fluvial, se pueden adoptar varios métodos que incluyen el método Muskingum y el método Kinematic Wave. Además, al cálculo del caudal del fondo son aplicables varios métodos.

El análisis de precipitaciones comprende 6 métodos de análisis de datos pluviales y de composición de datos pluviales. Asimismo son aplicables a un sinnúmero de estaciones de monitores 4 métodos de distribución de precipitaciones incluyendo el método Thiessen.

Con el método de frecuencia de crecidas se pueden calcular inundaciones con un determinado periodo de retorno de excedencia. También es posible calcular una distribución horaria de precipitaciones con el uso de criterios de NRCS (Natural Resources Conservation Service Criteria) según el método de *SCS hypothetical storm*. Casi todos los parámetros incluidos en las sub-cuencas y el canal fluvial se pueden suponer automáticamente utilizando un triángulo de optimización. Están disponibles 6 funciones con distintas finalidades para optimizar el caudal calculado con relación al valor de aforo.

El procedimiento de la aplicación de dicho sistema al presente estudio se menciona a continuación. Siguiendo dicho procedimiento se describe el resumen del análisis de descarga. Para más detalles véase el Apéndice del Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga.

- (1) Elaboración de un modelo de cuenca
- (2) Análisis de precipitaciones
 - 1) Cálculo de precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno en cada estación de monitoreo pluvial
 - 2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente del área objeto
 - 3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas
- (3) Cálculo de pérdidas de infiltración según el método SSC
 - 1) Determinación de valores iniciales del número de curva de cada cuenca
 - 2) Determinación de los números definitivos de curvas
 - 3) Verificación del modelo
- (4) Cálculo de caudal de inundaciones según el periodo de retorno e hidrograma de crecidas

(2) Elaboración de un modelo de cuenca

1) División de la cuenca

La cuenca del río Pisco ha sido dividida en sub-cuencas de acuerdo con la similitud hidrológica. Como características de la cuenca, se han tenido en cuenta la topografía, distribución y topografía de los afluentes, vegetación, condiciones del suelo, entre otros. La Figura.3.1.9.4-1 presenta la división de la cuenca.

2) Elaboración de un modelo de cuenca

Según el sistema HEC-HMS, se expresan las sub-cuencas, canal fluvial y puntos de confluencia en forma de maqueta, tal como se indica en la Figura.3.1.9.4-2. Un modelo de toda la cuenca elaborado en base a dicha maqueta.

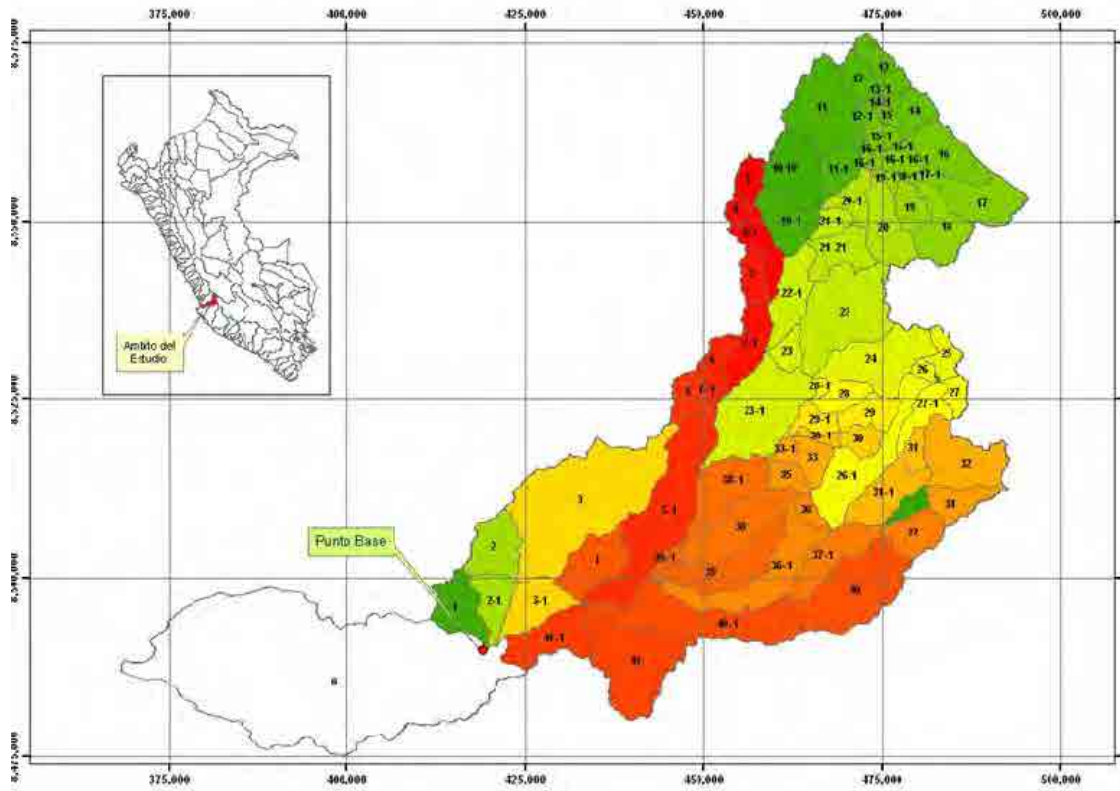


Figura 3.1.9.4-1 División de la cuenca del río Pisco

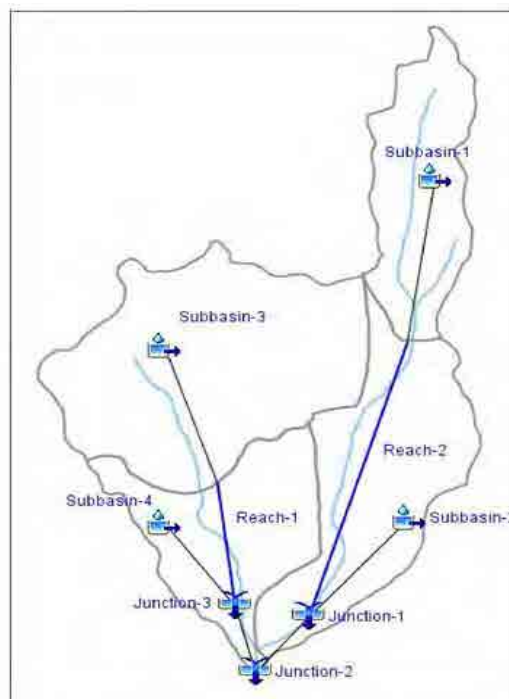


Figura 3.1.9.4-2 Maqueta de una cuenca con canales fluviales y puntos de confluencia según HEC-HMS

(3) Análisis de precipitaciones

De entre los datos de precipitaciones horarias de la estación de monitoreo Chivay, situada en la parte media alta de la cuenca, se han conseguido los datos de febrero de 2011 y 2012, para realizar análisis de profundidad-duración de las 3 inundaciones. Según el resultado de este análisis, el tiempo de duración de lluvia de febrero de 2012 ($Q_p=1.400 \text{ m}^3/\text{s}$), que fue el más largo en las 3 inundaciones principales, ha sido de 17 horas. Por lo tanto, el tiempo para el análisis de descarga se ha establecido en 24 horas.

Por otra parte, según el resultado de entrevistas a las personas relacionadas con SENAMHI y diferentes universidades, dicho tiempo en las zonas costeras de Perú es de entre 6 y 12 horas, por lo que, para el análisis de descarga¹ de otros Ríos que desembocan en dichas zonas, se realiza el cálculo en base a 24 horas.

1) Cálculo de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial

La Tabla 3.1.9.4-1 presenta las precipitaciones un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial, calculadas de los valores medidos de precipitaciones de 24 horas máximas/año, luego de procesados de forma estadística.

De acuerdo con la Tabla, las isoyetas de las precipitaciones de 24 horas con un periodo de retorno de 50 años se presentan en la Figura.3.1.9.4-3.

2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente

La Tabla 3.1.9.4-2 presenta las precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas calculadas según el método Inverse Distance Weighted para las sub-cuencas componentes del río Pisco, a partir de las precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial. Dicha Tabla muestra sólo parte de las sub-cuencas que componen la cuenca.

Normalmente, se necesitan calcular las precipitaciones con período de retorno, después haber obtenido el valor máximo en cada año a partir de las precipitaciones medias de cada cuenca componente. Sin embargo, ha sido difícil calcular estas precipitaciones, debido a la falta de datos de las cuencas objeto de estudio, razón por la cual se ha visto obligado a estimar las precipitaciones con período de retorno de cada cuenca componente a partir de las mismas registradas en cada estación de monitoreo.

El método Inverse Distance Weighted es un método incorporado en HEC-HMS para calcular precipitaciones medias de una cuenca y permite obtenerlas según las siguientes fórmulas a partir de los datos de las estaciones de monitoreo pluvial en los alrededores de sub-cuencas. (Véase p.23, Manual de referencia técnica de HEC-HMS.)

¹ Estudio de Máximas Avenidas en las Cuencas de la Zona Centro de la Vertiente del Pacífico, Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, Ing. Mg Sc. Ricardo Apaella Nalvarte, 2010.

$$w_c = (1/d_c^2)/(1/d_a^2 + 1/d_b^2) + (1/d_c^2)$$

$$P = w_a P_a + w_b P_b + w_c P_c$$

Donde, $W_c = c$ Peso de la estación de monitoreo, d : Distancia entre el centro de una sub-cuenca precipitaciones de cada estación de monitoreo

3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas

Dado que las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca no cuentan con catos de precipitaciones horarias, nos vemos obligados a suponer curvas de precipitaciones horarias a partir de precipitaciones de 24 horas.

A las curvas de precipitaciones de 24 horas se aplica SCS (Soil Conservation Service) Hypothetical storm, de uso común en HEC-HMS. Este método fue conducido según los resultados del análisis de precipitaciones en EE.UU. y representa las precipitaciones de 24 horas en forma adimensional en 4 tipos de curvas de precipitaciones horarias, indicadas en la Tabla 3.1.9.4-3 y la Figura.3.1.9.4-4. Distribución de las precipitaciones de 24 horas se presenta en la Figura. 3.1.9.4-5 con un intervalo del tiempo establecido según las curvas de precipitaciones acumuladas de cada tipo. La Figura. 3.1.9.4-6 indica el alcance de la aplicación de cada tipo de precipitaciones en EE.UU. y se recomienda aplicar el tipo II en mayor parte de EE.UU. En HEC-HMS, se establece que son suficientes las 24 horas como tiempo continuo en casi todas las cuencas.

En las áreas objeto del estudio, debido a la falta de datos de precipitaciones horarias, es difícil determinar el tipo de la curva de precipitaciones de 24 horas, pero en la práctica en Perú se determinan los tipos basándose en los datos de escasos estudios existentes.

La empresa minera Miplo, luego de analizados los datos de la estación de monitoreo Chavin ubicada en la ladera occidental (cuenca del río Cañete y altiplano de Chincha de la cuenca del río Pisco) de Perú, determinó que la distribución de las precipitaciones de 24 horas en dichas zonas se asimila a la del tipo II. El patrón de precipitaciones de dicho tipo representa el patrón de precipitaciones de la zona costera y la zona sur de Perú. Asimismo, analizando las precipitaciones en el momento de la ocurrencia del fenómeno de El Niño, registradas en la estación El Tigre ubicada en el norte, determinó que la distribución de precipitaciones en esta zona parece al tipo II. Sobre la base de estos resultados, el presente estudio adoptó el tipo II para la cuenca del río Pisco.

La duración de lluvias en el río Pisco se ha establecido en 10 horas conforme al “Estudio de hidrología en Perú (Convención II LA-SENAMHI-UNI) desarrollado en 1982”, y para la distribución de las precipitaciones horarias también se ha tomado como referencia el mismo documento.

Tabla 3.1.9.4-1 Precipitaciones con un período de retorno de 24 horas (cuenca del Río Pisco)

NOMBRE DE ESTACION	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]						
	PT_2	PT_5	PT_2	PT_25	PT_2	PT_100	PT_2
ACNOCOCHA	27,0	30,0	32,0	34,0	35,0	36,0	37,0
CHOCLOCOCHA	30,0	43,0	51,0	60,0	66,0	71,0	76,0
COCAS	22,0	30,0	34,0	38,0	40,0	42,0	43,0
CUSICANCHA	19,0	26,0	29,0	33,0	35,0	37,0	39,0
HACIENDA BERNALES	0,0	1,0	3,0	6,0	11,0	19,0	34,0
HUAMANI	2,0	7,0	13,0	25,0	39,0	61,0	93,0
PARIONA	33,0	40,0	43,0	46,0	48,0	49,0	50,0
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	17,0	23,0	29,0	36,0	42,0	49,0	56,0
TAMBO	26,0	35,0	40,0	46,0	49,0	52,0	55,0
TICRAPO	20,0	31,0	37,0	45,0	50,0	55,0	60,0
TOTORA	24,0	29,0	32,0	36,0	38,0	40,0	42,0
TUNEL CERO	29,0	36,0	41,0	48,0	54,0	61,0	67,0

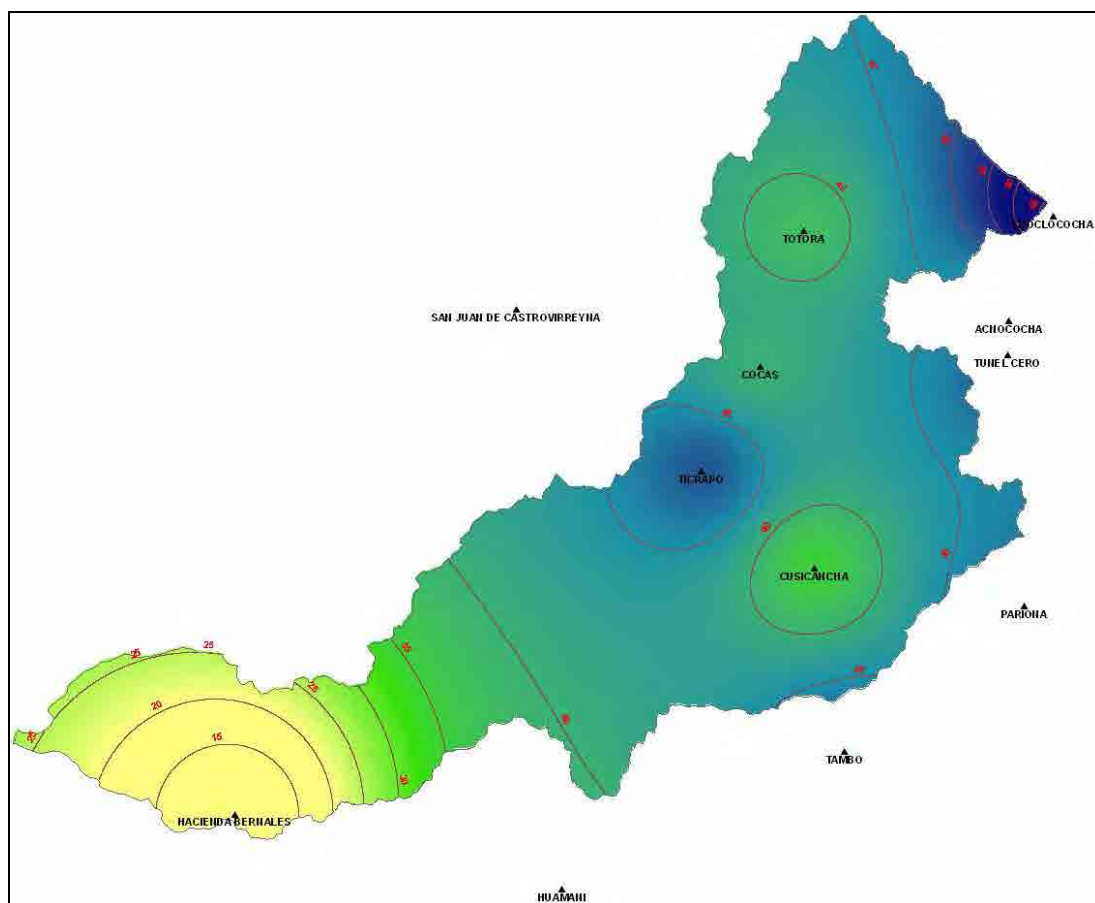


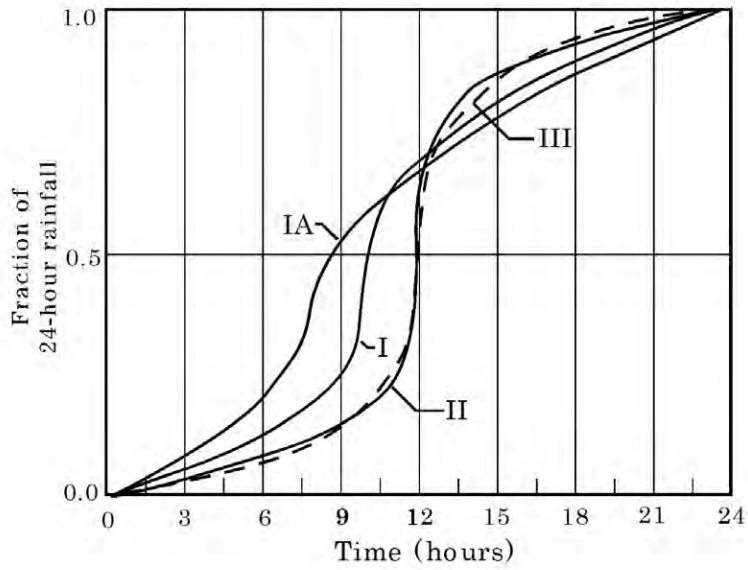
Figura 3.1.9.4-3 Mapa de isoyetas de precipitaciones con un período de retorno de 50 años (cuenca del Río Pisco)

Tabla 3.1.9.4-2 Ejemplos de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en las sub-cuencas que componen la cuenca del río Pisco

SUBCUENCA	AREA [m ²]	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]					
		PT_2	PT_5	PT_10	PT_25	PT_50	PT_100
0	774.360.000	5,4	8,3	11,2	15,6	21,2	29,5
1	48.731.800	12,5	17,9	22,0	28,1	34,0	42,3
10	69.819.600	23,8	29,7	33,2	37,7	40,2	42,9
10-1	48.920.900	23,8	29,3	32,6	36,8	39,1	41,4
11	95.251.900	24,1	30,7	34,8	39,8	43,0	46,3
11-1	32.178.400	24,2	30,1	33,6	38,2	40,8	43,4
12	24.316.700	24,5	31,6	35,9	41,2	44,7	48,2
12-1	7.599.270	24,6	31,4	35,6	40,8	44,1	47,4
13	34.377.100	24,8	32,1	36,6	42,1	45,7	49,3
13-1	528.564	24,8	32,0	36,4	41,7	45,2	48,7
14	28.835.500	25,5	33,0	37,6	43,2	46,9	50,5
14-1	736.281	24,9	32,0	36,4	41,7	45,2	48,7
15	6.629.310	25,0	32,2	36,5	41,9	45,3	48,8
15-1	23.888.300	24,9	31,7	36,0	41,1	44,4	47,7
16	58.145.800	26,7	35,1	40,3	46,5	50,5	54,4
16-1	22.568.800	25,2	32,3	36,6	41,8	45,1	48,5
17	62.232.400	28,1	37,9	44,0	51,0	55,7	59,9
17-1	969.962	25,8	33,2	37,8	43,2	46,8	50,3
18	56.833.600	26,7	33,8	38,3	43,7	47,3	50,8
18-1	1.282.460	25,4	32,5	36,8	42,0	45,4	48,7
19	26.733.300	25,7	32,6	36,9	42,1	45,4	48,8
19-1	6.671.040	24,9	31,6	35,6	40,6	43,7	46,8
2	52.919.500	16,1	22,5	27,0	33,2	38,6	45,6
20	56.155.800	25,0	31,3	35,2	40,0	43,0	46,1
20-1	26.253.900	24,2	30,0	33,5	37,9	40,4	43,0
21	43.743.800	24,0	29,9	33,3	37,7	40,1	42,7
2-1	38.110.400	14,0	19,9	24,3	30,7	36,6	44,8
21-1	17.536.300	24,0	29,2	32,3	36,5	38,6	40,7
22	133.682.000	23,5	30,6	34,6	39,3	42,1	45,0
22-1	54.257.600	22,8	29,9	33,7	38,0	40,4	42,8
23	19.208.200	22,0	30,0	34,1	38,3	40,5	42,7
23-1	133.886.000	20,9	30,3	35,4	41,8	45,7	49,6
24	92.053.600	24,5	31,5	35,6	40,6	43,9	47,3
25	21.774.100	27,0	33,4	37,4	42,7	46,6	51,0
26	7.607.610	26,1	32,7	36,8	41,9	45,6	49,6

Tabla 3.1.9.4-3 Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm

Time (hr)	t/24	24 hr precipitation temporal distribution			
		Type I	Type IA	Type II	Type III
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.00	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.00	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.00	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.00	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.00	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.50	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.00	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.50	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.00	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.50	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.00	0.458	0.624	0.624	0.235	0.250
11.50	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.490	0.669	0.655	0.357	0.339
12.00	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500
12.50	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.00	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.50	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.00	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.00	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.00	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds (TR-55) Appendix B

Figura 3.1.9.4-4 Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas

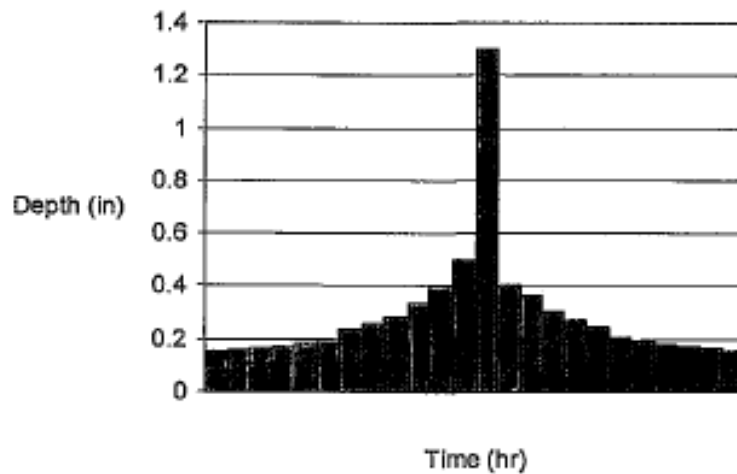
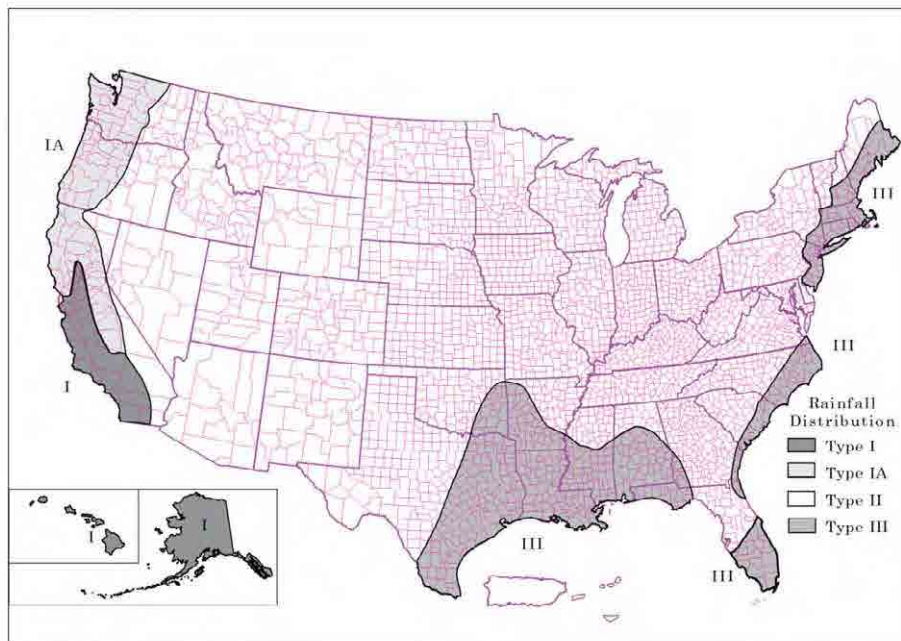


Figura 3.1.9.4-5 Distribución de precipitaciones de 24 horas



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds (TR-55) Appendix B

Figura 3.1.9.4-6 Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación

(4) Cálculo de precipitaciones efectivas según el método SSC

1) Fórmula básica

SSC Curve Number (CN) Loss Model es un método para suponer precipitaciones efectivas como función de las precipitaciones acumuladas, características del suelo de la cuenca, uso del suelo, pérdidas iniciales, etc. según la siguiente fórmula.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde, P_e : precipitaciones efectivas a la hora t ,
 P : precipitaciones acumuladas a la hora t ,
 I_a : Pérdidas iniciales
 S : Máximo depósito acumulable

Suponiendo $I_a = 0,2S$, se da

$$P_e = \frac{(P_e - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

La relación de CN que indica las características de S y la cuenca es la siguiente;

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Al calcular la relación entre P_e y P suponiendo CN, se da lo indicado en la Figura.3.1.9.4-7.

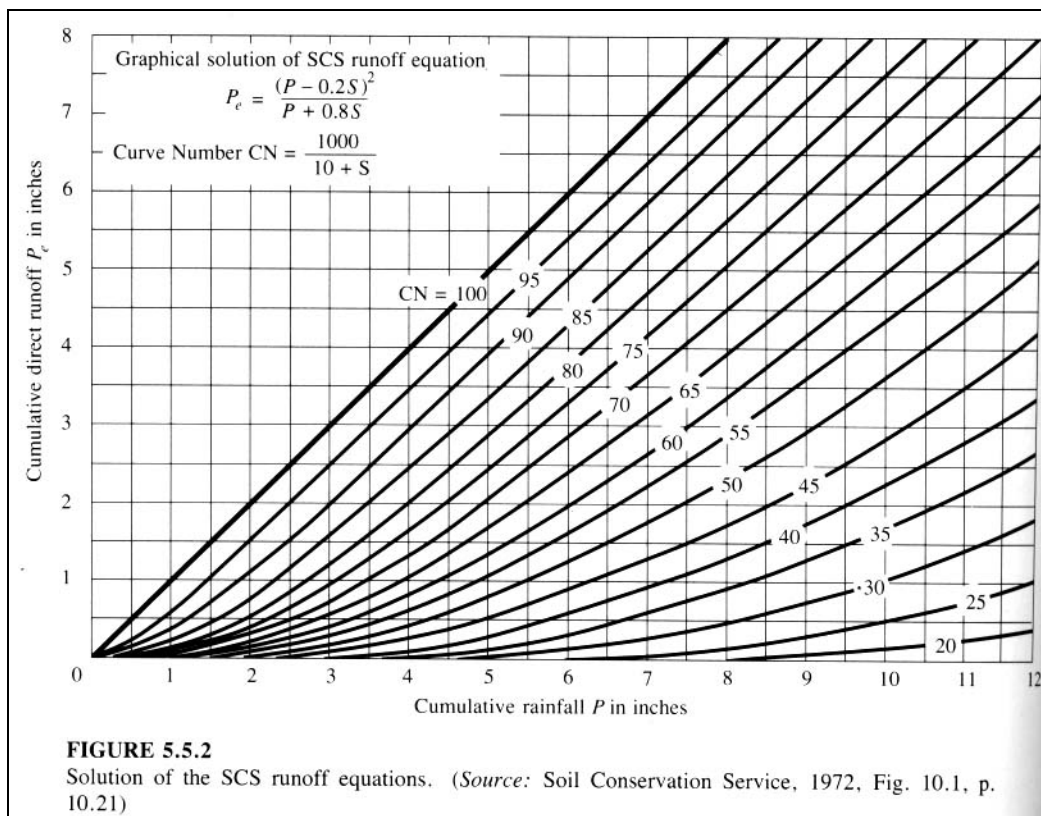


FIGURE 5.5.2
 Solution of the SCS runoff equations. (Source: Soil Conservation Service, 1972, Fig. 10.1, p. 10.21)

Figura 3.1.9.4-7 Relación entre los números de curva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas P y precipitaciones efectivas P_e

(2) Determinación de los números de curva de cada cuenca componente

De acuerdo con el uso y las condiciones del suelo de cada cuenca componente, se establecen los CN tomando como referencia la Tabla 3.1.9.4-4.

Los valores iniciales de CN en la Cuenca del río Pisco han sido establecidos en entre 75 y 78 teniendo en cuenta las características de la cuenca, experiencia histórica, marco teórico, así como el estado de cobertura vegetal y la pendiente.

Se hizo un análisis de descarga basándose en los valores iniciales de CN y cambiándolos fueron calculados un el caudal pico y un hidrograma de crecidas según el periodo de retorno. De acuerdo con los resultados del análisis de descarga los valores definitivos de CN fueron 84.

Debido a que las áreas objeto del estudio no cuentan con los datos de caudal diario, sino sólo con los datos de caudal diario, es difícil llevar a cabo una verificación de alta precisión, pero se hizo una verificación según la forma descrita en la 3.1.9.5.

Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)

Land Use Description		Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Cultivated land ¹ : without conservation treatment		72	81	88	91
with conservation treatment		62	71	78	81
Pasture or range land: poor condition		68	79	86	89
good condition		39	61	74	80
Meadow: good condition		30	58	71	78
Wood or forest land: thin stand, poor cover, no mulch		45	66	77	83
good cover ²		25	55	70	77
Open Spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.					
good condition: grass cover on 75% or more of the area		39	61	74	80
fair condition: grass cover on 50% to 75% of the area		49	69	79	84
Commercial and business areas (85% impervious)		89	92	94	95
Industrial districts (72% impervious)		81	88	91	93
Residential ³ :					
Average lot size	Average % impervious ⁴				
1/8 acre or less	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. ⁵		98	98	98	98
Streets and roads:					
paved with curbs and storm sewers ⁵		98	98	98	98
gravel		76	85	89	91
dirt		72	82	87	89

¹For a more detailed description of agricultural land use curve numbers, refer to Soil Conservation Service, 1972, Chap. 9

²Good cover is protected from grazing and litter and brush cover soil.

³Curve numbers are computed assuming the runoff from the house and driveway is directed towards the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.

⁴The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curve numbers.

⁵In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.

Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (Continued)					
c. Other agricultural areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing*	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay	—	30	58	71	78
Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element†	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30	48	65	73
Woods-grass combination (orchard or tree farm)‡	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods§	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30	55	70	77
Farmsteads—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots	—	59	74	82	86
<p>* Poor: <50% ground cover or heavily grazed with no mulch. Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed. Good: >75% ground cover and lightly or only occasionally grazed. † Poor: <50% ground cover. Fair: 50 to 75% ground cover. Good: >75% ground cover. ‡ CNs shown were computed for areas with 50% woods and 50% grass (pasture) cover. Other combinations of conditions may be computed from the CNs for woods and pasture. § Poor: Forest litter, small trees, and brush are destroyed by heavy grazing or regular burning. Fair: Woods are grazed but not burned, and some forest litter covers the soil. Good: Woods are protected from grazing, and litter and brush adequately cover the soil. Source: Ref. 105.</p>					
d. Arid and semiarid range areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds, and low-growing brush, with brush the minor element	Poor		80	87	93
	Fair		71	81	89
	Good		62	74	85
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	Poor		66	74	79
	Fair		48	57	63
	Good		30	41	48
Piñon-juniper—piñon, juniper, or both: grass understory	Poor		75	85	89
	Fair		58	73	80
	Good		41	61	71
Sagebrush with grass understory	Poor		67	80	85
	Fair		51	63	70
	Good		35	47	55

Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (Continued)					
d. Arid and semiarid range areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

* Poor: < 30% ground cover (litter, grass, and brush overstory).
Fair: 30 to 70% ground cover.
Good: > 70% ground cover.
† Curve numbers for group A have been developed only for desert shrub.
Source: Ref. 105.

Fuente: Maidment (1993)

Nota: Grupo de suelo hidrológico

El suelo del grupo A tiene un bajo potencial de escorrentía y una alta tasa de infiltración aun cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de profundidad arena o grava bien drenada y tiene alta tasa de transmisión de agua (más de 0,30 in/h).

El suelo del grupo B tiene una tasa moderada de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de profunda o medianamente profunda arena bien drenada con una textura moderadamente fina o gruesa. Este suelo tiene una tasa moderada de transmisión de agua (entre 0,15 y 0,30 in/h).

El suelo del grupo C tiene una tasa baja de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de una capa de tierra que impide el movimiento de agua y tierra hacia abajo con una textura fina o moderadamente fina. Este suelo tiene una tasa baja de transmisión de agua (entre 0,05 y 0,15 in/h).

El suelo del grupo D tiene un alto potencial de escorrentía y muy baja tasa de infiltración cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de tierra arcillosa con un alto potencial de inflamación, tierra con una capa freática permanentemente alta, tierra con una capa de arcilla compacta o una capa de arcilla cerca o en la superficie y tierra poco profunda sobre materiales impermeables cercanos. Este suelo tiene muy baja tasa de transmisión de agua (entre 0 y 0,05 in/h).

(5) Cálculo de caudal de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno

Conforme a los resultados del análisis antes mencionado, fueron calculados los caudales de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno con HEC-HMS. La hora del inicio de precipitaciones y la hora cero del hidrograma de crecidas se coinciden. Para la descarga de canal fluvial se adoptó el método Kinematic Wave.

Los resultados del cálculo vienen en las Tablas 3.1.9.4-5 y 3.1.9.4-6 y la Figura 3.1.9.4-8.

Dichos resultados del cálculo serán empleados para analizar la capacidad de descarga, crecidas y obras de medidas contra inundaciones en el presente estudio.

Tabla 3.1.9.4-5 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno
 (m³/s)

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	60 años	100 años
Río Pisco Letrayoc	213	287	451	688	855	962

Tabla 3.1.9.4-6 Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno
 (m³/s/km²)

Río	2años	5años	10años	25años	50años	100años	Área Km ²
Río Pisco Letrayoc	0,069	0,093	0,147	0,224	0,279	0,313	3.070

*El Área corresponde a la superficie de la cuenca alta del punto de referencia.

Tabla 3.1.9.4-7 Comparación entre el caudal máximo registrado hasta ahora y el caudal con período de retorno de 50 años
 (m³/s)

Río/Punto de referencia	Caudal máximo hasta ahora	Período de monitoreo	Caudal con período de retorno de 50 años según el análisis de descarga
Río Pisco Letrayoc	957	76	855

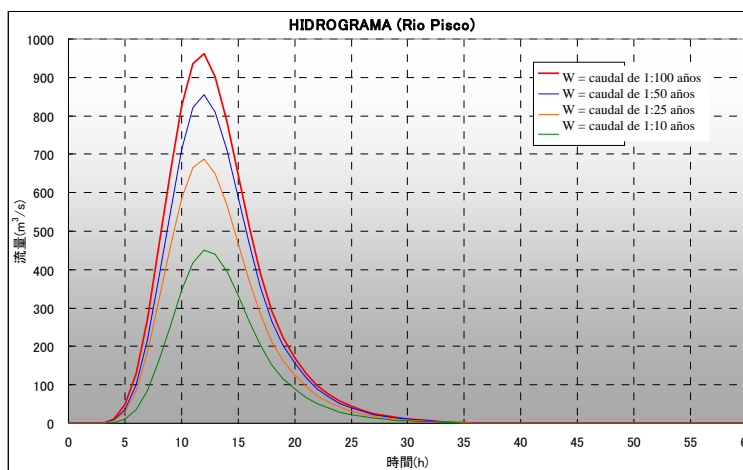


Figura -3.1.9.4-8 Hidrograma de inundaciones en el río Pisco

3.1.9.5 Observaciones de los resultados del análisis

(1) Verificación de los caudales pico

En las Figuras de 3.1.9.5-1 a 3.1.9.5-4 se muestran punteados los caudales específicos con período de retorno en los diferentes Ríos que desembocan en la costa peruana y los resultados de descargas calculadas en este estudio. (Fuente: "Estudio Hidrológico - Meteorológico en la Vertiente del Pacífico del Perú con Fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno, El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres", Ministerio de Economía y Finanzas, Asociación BCEOM - Sofi Consult S.A. ORSTOM, Nov. 1999)

Se considera que los caudales con diferentes períodos de retorno revisados y calculados a partir de las gráficas de caudales específicos, según cada área y conforme a las curvas de Creager, están dentro de un rango casi razonable.

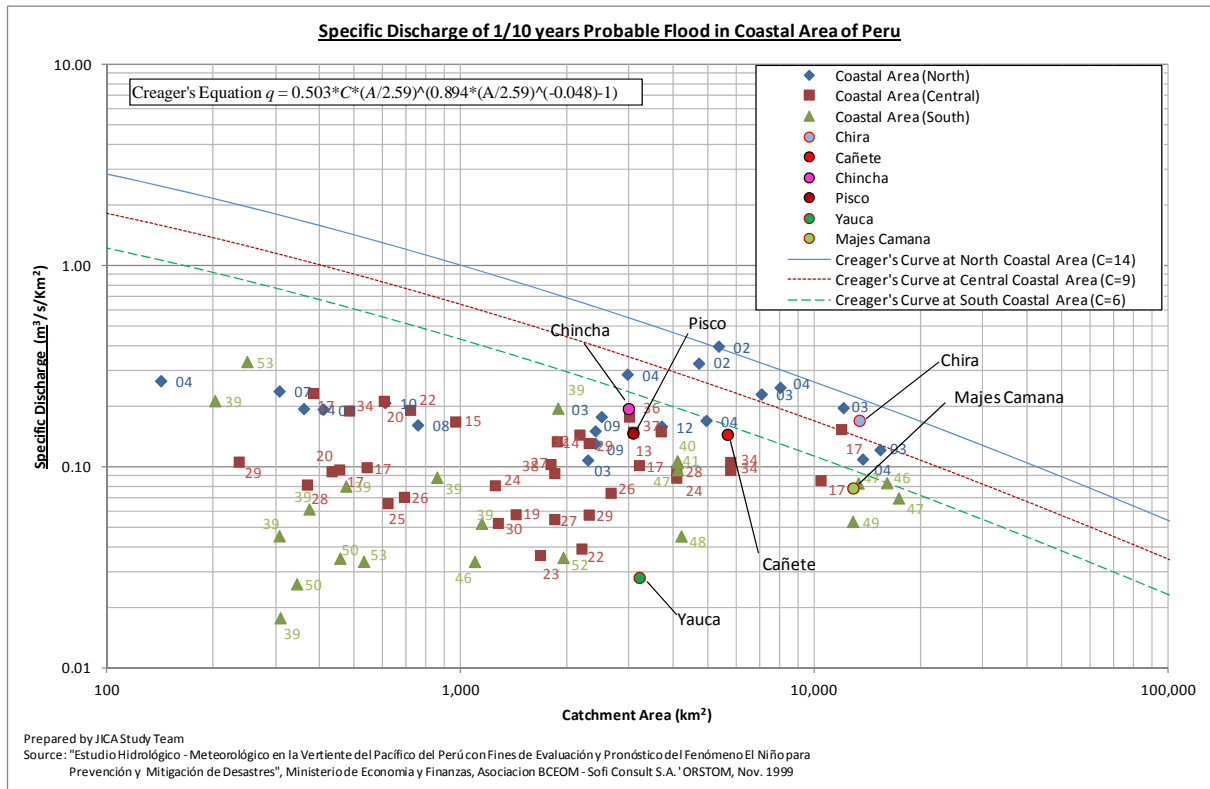


Figura 3.1.9.5-1 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/10 años)

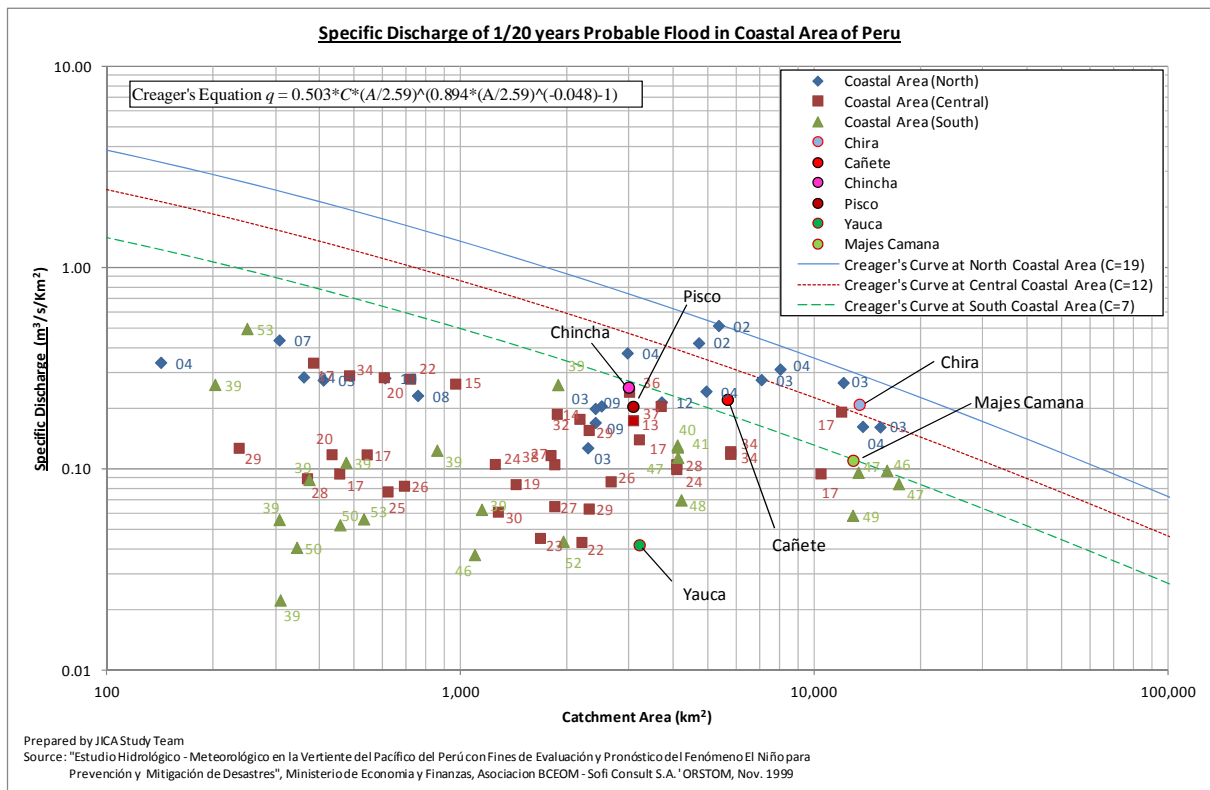


Figura 3.1.9.5-2 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/20 años)

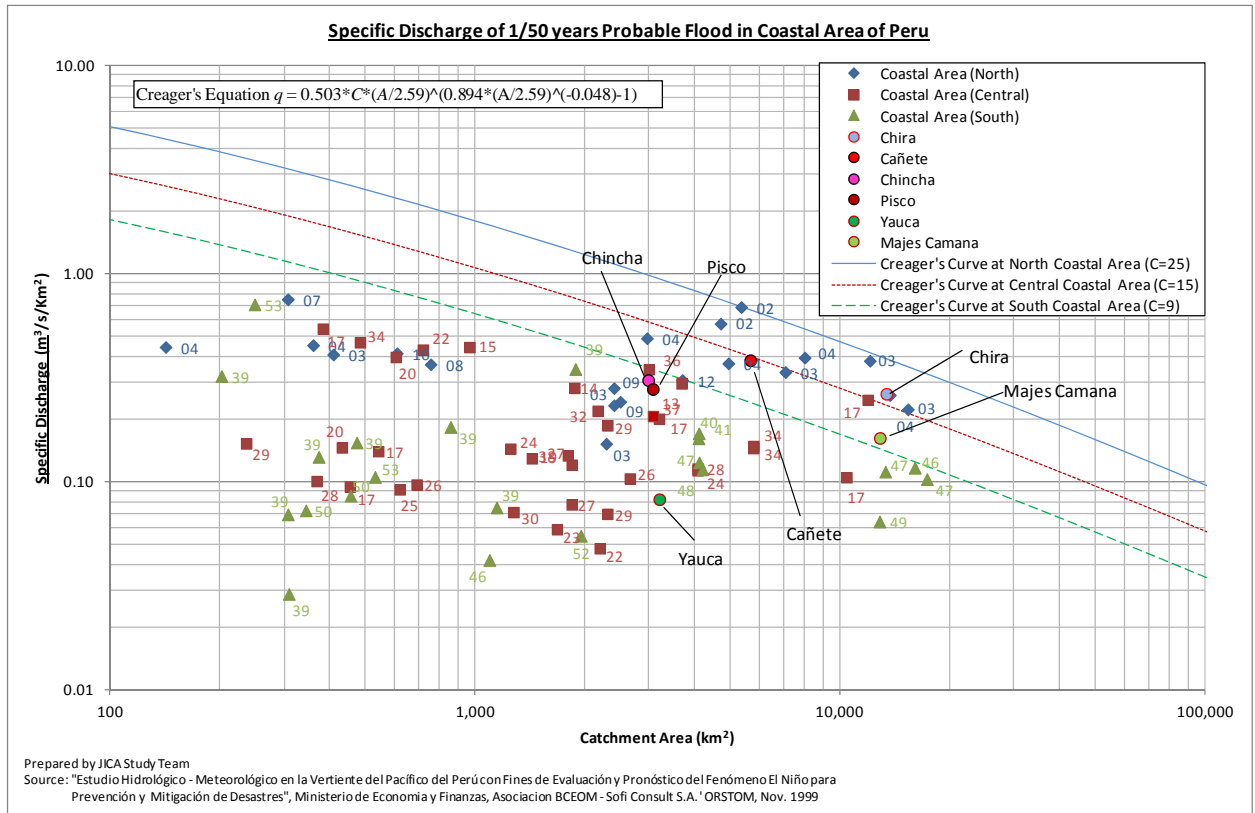


Figura 3.1.9.5-3 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/50 años)

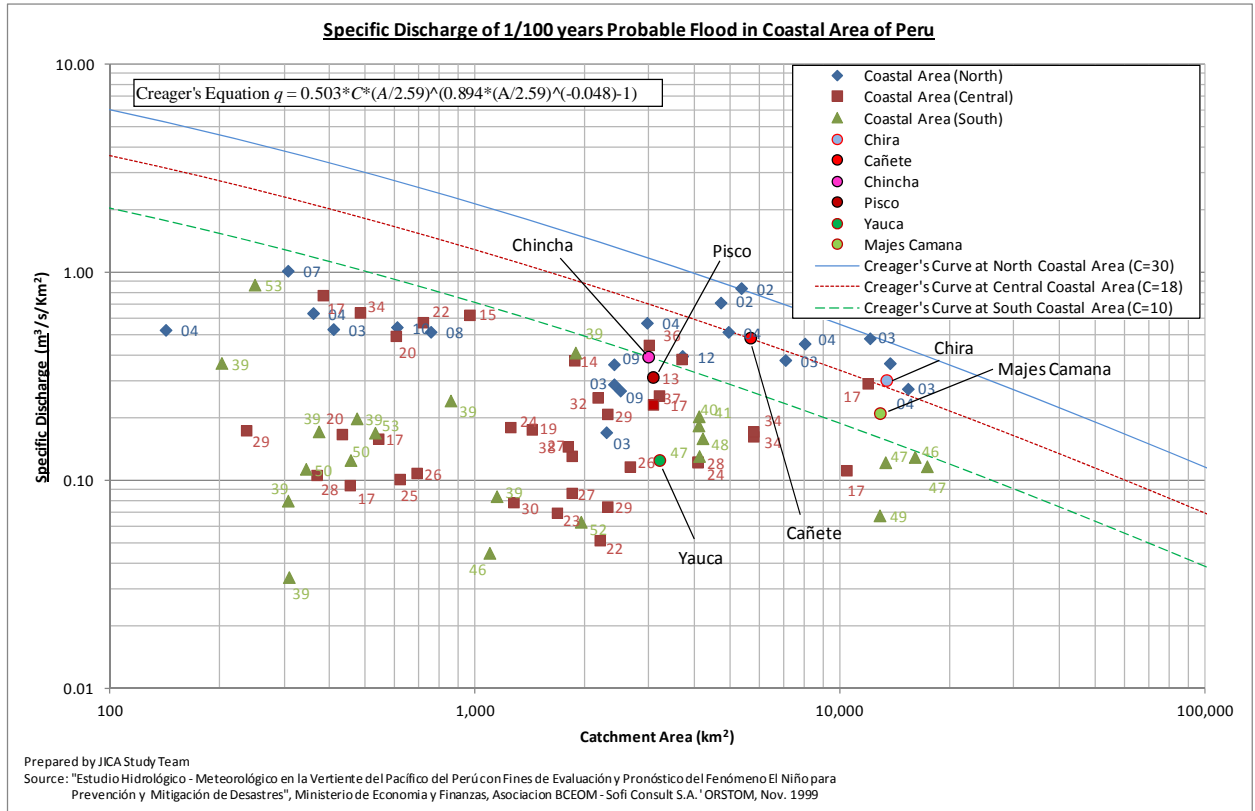


Figura 3.1.9.5-4 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/100 años)

3.1.10 Análisis de inundaciones

(1) Levantamiento del río

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

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 del río

Levantamiento	Unidad	Cantidad	Notas
1. Levantamiento de puntos de control			
Río Pisco	No.	5	
2. Levantamiento transversal de diques			
Río Pisco	km	45	Intervalo de 250 m, solo una margen
3. Levantamiento transversal de los ríos			
Río Pisco	km	54.6	Intervalo 500 m 91 líneas 1x0.6 km
4. Mojoneros			
Tipo A	No.	5	Cada uno de los puntos de control
Tipo B	No.	45	45km x un punto/ km
Subtotal		50	

(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

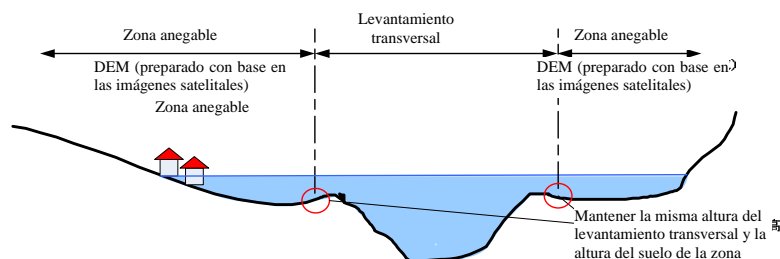





Figura 3.1.10-1 Idea del modelo unidimensional

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			
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 un 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 continuos 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 sujeta 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. Para los detalles del análisis de desbordamiento véase el Anexo-2: Análisis de descarga.

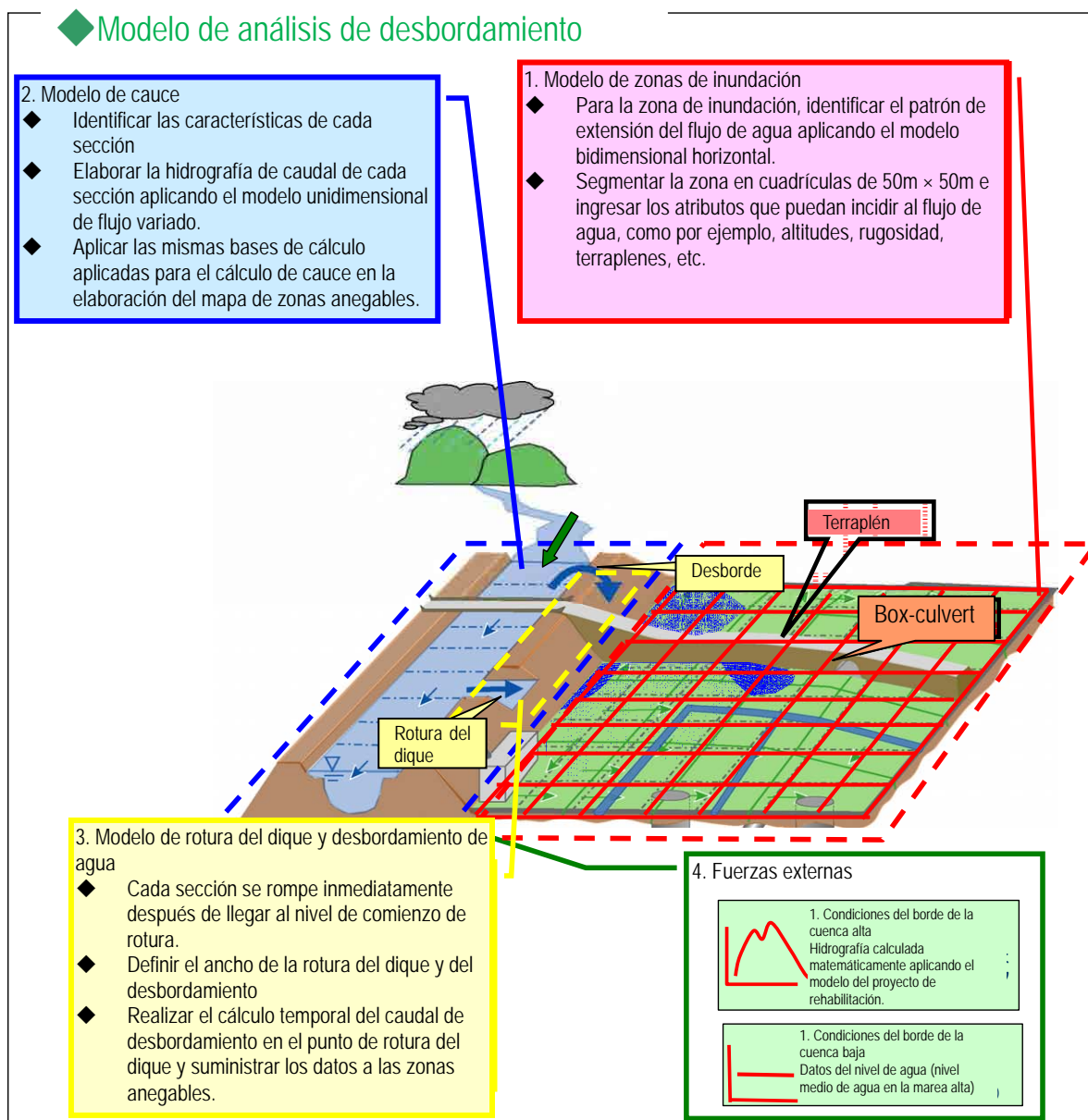
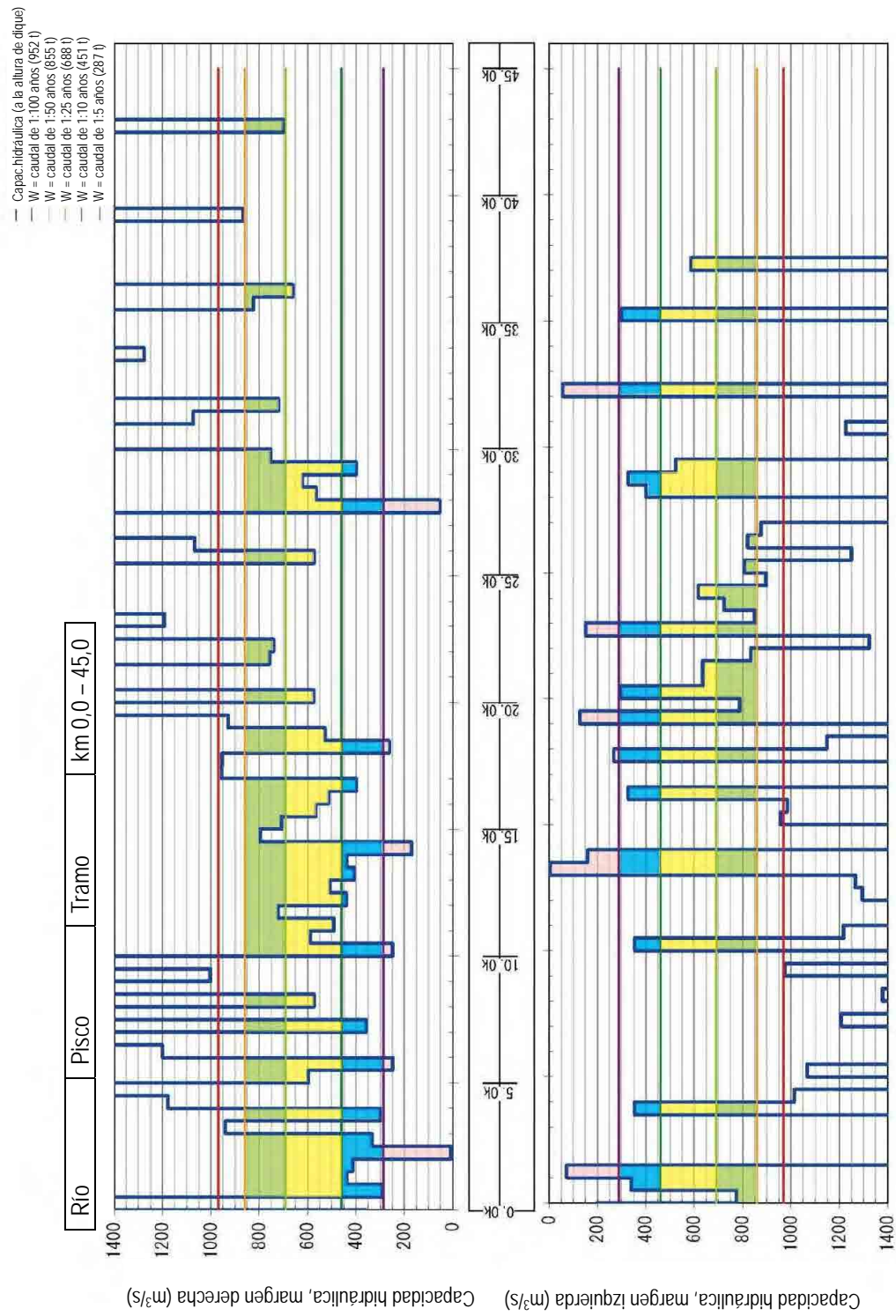


Figura 3.1.10-2 Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento

(3) Análisis de caudal de descarga

Se estimó la capacidad hidráulica actual de los cauces con base en los resultados del levantamiento del río 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 Pisco de pueden ocurrir desbordamiento y con qué magnitud de caudal de inundaciones.



* Aprox. En el punto de 54 km
 LETRAYOC Estación de monitoreo caudal

Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Pisco

(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 la cuenca del Río Pisco frente al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.



Figura 3.1.10-4 Alcance de desbordamiento del Río Pisco (inundaciones con un 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 Pisco, 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 3.2.2-2 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.

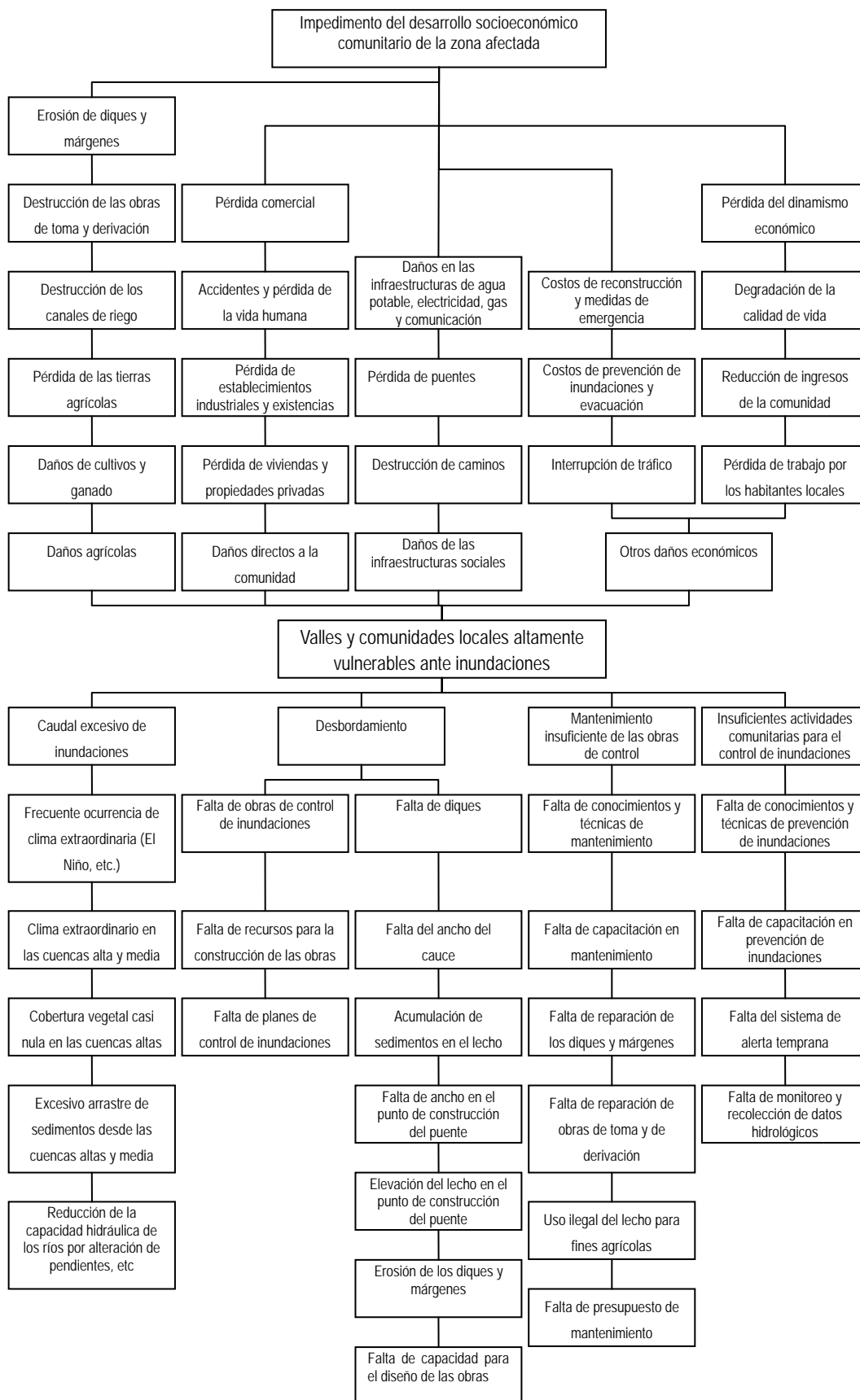


Figura 3.2.4-1 Árbol de causas y efectos

3.2.5 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 3.2.5-1 se plantean las medidas de solución directa e indirecta al problema.

Tabla 3.2.5-1 Medidas de solución directa e indirecta 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 extraordinario (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		

3.2.6 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 3.2.6-1 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

3.2.7 Árbol de medidas – objetivos – impactos

En la Figura 3.2.7-1 se presenta el árbol de medidas – objetivos – impactos.

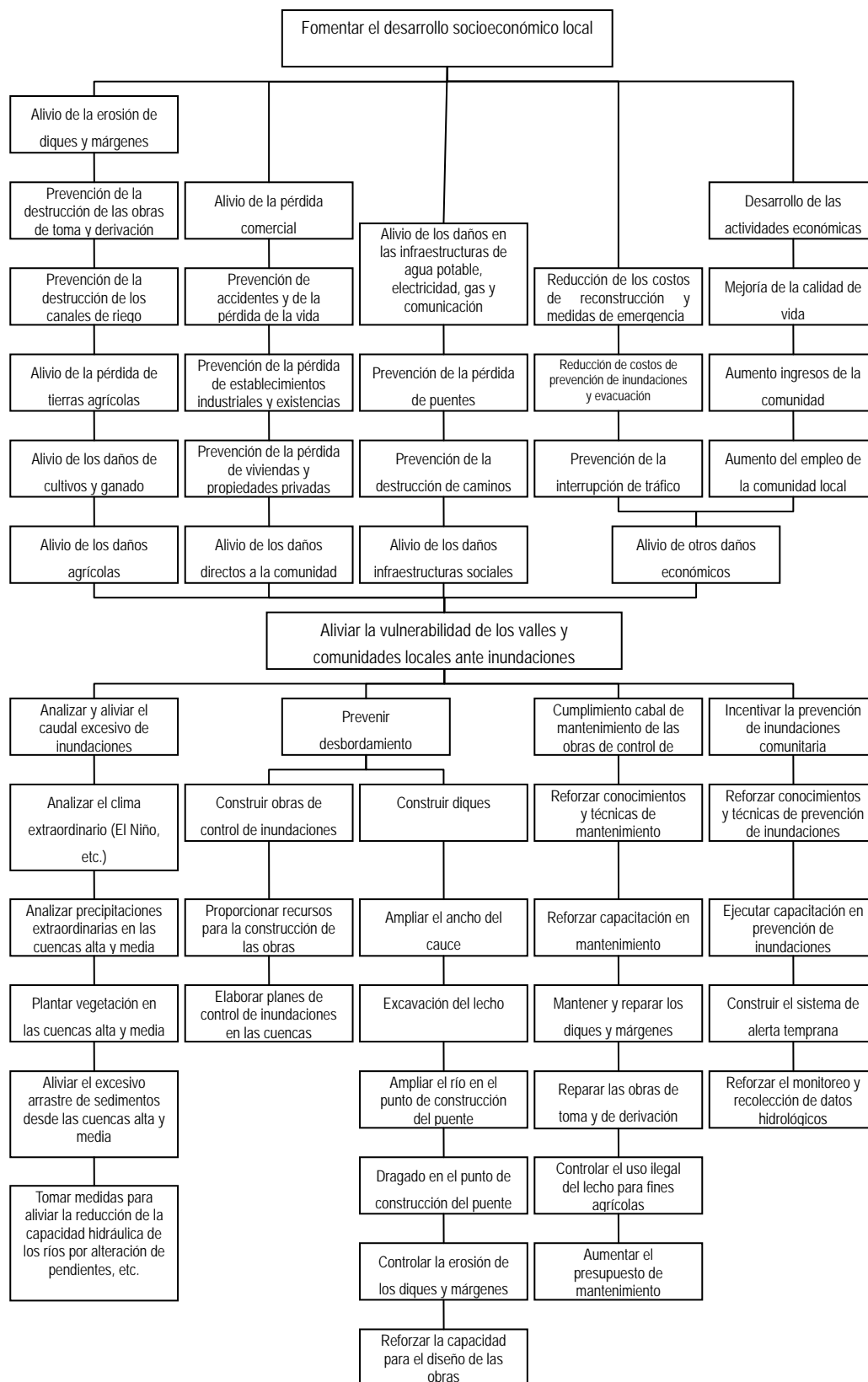


Figura 3.2.7-1 Árbol de medidas – objetivos – impactos

4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

4.1 Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto

El período objeto de la evaluación del Proyecto será de 15 años al igual que el período adoptado en el Informe de Perfil del Programa. Si bien es cierto que el período objeto de la evaluación establecido por el SNIP en su Anexo 10 de los Reglamentos, es de 10 años, también se establece que este período puede ser modificado cuando la unidad formuladora del proyecto (en este caso DGIH) lo considere necesario. La DGIH adopta un período de 15 años en su Informe de Perfil del Programa, con la aprobación de la OPI y DGPM (19 de marzo de 2010). Por otro lado, dado que JICA establece un período de 50 años para el Estudio de Desarrollo, consultó con DGIH y OPI y recibió la instrucción de adoptar 15 años. Cabe recordar que en el Anexo 14 “Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera Reembolsable” se describe la evaluación socioeconómica en el caso de adoptar un período objeto de la evaluación de 50 años.

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 río Pisco, 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 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.

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL I-4 INFORME PRINCIPAL. INFORME DE PROYECTO (Río Pisco)

Tabla 4.2-1 Análisis de la demanda y oferta

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con periodo 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					
Río Pisco	219.72	217.26	214.82	1.00	215.82	0.63	0.76

Tabla 4.2-2 Demanda y oferta según puntos (Río Pisco)

Marca de Kilometraje (km)	Altura dique / terreno actual (oferta)		Niv el de agua teórico con periodo 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					
0.0	2.47	2.71	3.30	1.00	4.30	1.83	1.59
0.5	3.80	5.11	4.12	1.00	5.12	1.31	0.00
1.0	5.28	5.20	5.76	1.00	6.76	1.48	1.56
1.5	7.89	8.34	8.65	1.00	9.65	1.76	1.31
2.0	13.15	11.82	12.16	1.00	13.16	0.00	1.34
2.5	16.51	14.57	15.80	1.00	16.80	0.29	2.23
3.0	25.64	19.07	19.62	1.00	20.62	0.00	1.55
3.5	24.20	23.61	23.54	1.00	24.54	0.34	0.93
4.0	27.00	26.93	27.51	1.00	28.51	1.51	1.58
4.5	31.55	31.66	31.43	1.00	32.43	0.88	0.77
5.0	37.35	37.31	36.54	1.00	37.54	0.19	0.23
5.5	40.53	40.09	40.35	1.00	41.35	0.82	1.26
6.0	44.98	43.66	44.45	1.00	45.45	0.47	1.79
6.5	49.78	48.97	48.52	1.00	49.52	0.00	0.55
7.0	56.31	56.69	52.72	1.00	53.72	0.00	0.00
7.5	56.28	55.40	55.91	1.00	56.91	0.63	1.51
8.0	60.66	60.23	59.52	1.00	60.52	0.00	0.28
8.5	64.92	64.20	64.49	1.00	65.49	0.56	1.29
9.0	69.49	69.05	68.58	1.00	69.58	0.09	0.53
9.5	73.22	73.24	73.13	1.00	74.13	0.91	0.88
10.0	78.17	87.08	76.49	1.00	77.49	0.00	0.00
10.5	79.60	79.39	80.30	1.00	81.30	1.70	1.91
11.0	85.06	84.53	84.78	1.00	85.78	0.72	1.25
11.5	91.61	89.30	89.65	1.00	90.65	0.00	1.35
12.0	96.04	94.38	94.58	1.00	95.58	0.00	1.20
12.5	99.09	98.36	98.76	1.00	99.76	0.67	1.39
13.0	103.98	103.27	103.65	1.00	104.65	0.68	1.38
13.5	107.23	108.24	108.74	1.00	109.74	2.51	1.50
14.0	112.45	113.10	113.75	1.00	114.75	2.29	1.64
14.5	118.77	116.28	117.30	1.00	118.30	0.00	2.02
15.0	125.85	122.38	122.20	1.00	123.20	0.00	0.82
15.5	126.60	126.39	126.52	1.00	127.52	0.92	1.13
16.0	131.82	131.42	131.71	1.00	132.71	0.89	1.29
16.5	136.08	136.32	136.65	1.00	137.65	1.57	1.34
17.0	143.80	141.45	142.09	1.00	143.09	0.00	1.64
17.5	147.98	147.40	147.30	1.00	148.30	0.31	0.89
18.0	151.54	152.41	152.32	1.00	153.32	1.77	0.91
18.5	157.07	155.95	156.77	1.00	157.77	0.70	1.82
19.0	166.46	161.42	161.94	1.00	162.94	0.00	1.52
19.5	166.46	168.01	167.92	1.00	168.92	2.46	0.91
20.0	173.43	174.70	173.49	1.00	174.49	1.06	0.00
20.5	178.93	179.30	179.59	1.00	180.59	1.66	1.29
21.0	184.96	187.88	185.15	1.00	186.15	1.19	0.00
21.5	190.89	190.81	190.91	1.00	191.91	1.02	1.10
22.0	196.74	196.23	196.34	1.00	197.34	0.60	1.11
22.5	201.23	202.48	202.07	1.00	203.07	1.84	0.59
23.0	208.45	208.82	208.47	1.00	209.47	1.01	0.65
23.5	212.59	214.69	212.69	1.00	213.69	1.10	0.00
24.0	218.64	219.69	218.85	1.00	219.85	1.21	0.16
24.5	224.51	225.32	224.45	1.00	225.45	0.94	0.13
25.0	229.61	231.33	229.69	1.00	230.69	1.07	0.00
25.5	236.02	235.32	235.64	1.00	236.64	0.62	1.32
26.0	241.27	241.61	241.33	1.00	242.33	1.06	0.72
26.5	247.52	256.44	247.48	1.00	248.48	0.96	0.00
27.0	254.12	263.85	251.69	1.00	252.69	0.00	0.00
27.5	257.70	255.68	257.05	1.00	258.05	0.35	2.37
28.0	261.99	262.22	262.55	1.00	263.55	1.56	1.33
28.5	267.82	268.20	268.44	1.00	269.44	1.62	1.24
29.0	274.48	274.33	274.80	1.00	275.80	1.32	1.47
29.5	281.84	280.46	280.56	1.00	281.56	0.00	1.10
30.0	291.17	316.87	290.00	1.00	291.00	0.00	0.00
30.5	292.63	320.90	292.30	1.00	293.30	0.67	0.00
31.0	300.50	298.22	298.01	1.00	299.01	0.00	0.79
31.5	306.03	304.11	304.24	1.00	305.24	0.00	1.13
32.0	308.19	311.58	309.37	1.00	310.37	2.18	0.00
32.5	318.33	322.80	317.35	1.00	318.35	0.02	0.00
33.0	325.11	329.73	323.46	1.00	324.46	0.00	0.00
33.5	331.02	330.64	330.17	1.00	331.17	0.15	0.53
34.0	348.32	337.51	335.88	1.00	336.88	0.00	0.00
34.5	343.73	344.76	341.81	1.00	342.81	0.00	0.00
35.0	351.25	354.05	352.39	1.00	353.39	2.14	0.00
35.5	359.29	357.35	357.63	1.00	358.63	0.00	1.28
36.0	402.55	363.51	363.73	1.00	364.73	0.00	1.22
36.5	371.86	373.96	370.13	1.00	371.13	0.00	0.00
37.0	375.78	379.66	376.03	1.00	377.03	1.25	0.00
37.5	425.76	386.95	382.44	1.00	383.44	0.00	0.00
38.0	432.47	393.78	389.60	1.00	390.60	0.00	0.00
38.5	439.56	400.77	395.90	1.00	396.90	0.00	0.00
39.0	449.06	402.74	402.74	1.00	403.74	0.00	1.00
39.5	457.67	413.14	408.67	1.00	409.67	0.00	0.00
40.0	449.76	421.44	416.83	1.00	417.83	0.00	0.00
40.5	441.31	430.28	422.24	1.00	423.24	0.00	0.00
41.0	437.72	434.93	429.32	1.00	430.32	0.00	0.00
41.5	447.00	441.37	437.31	1.00	438.31	0.00	0.00
42.0	453.31	451.72	443.63	1.00	444.63	0.00	0.00
42.5	455.27	450.09	450.24	1.00	451.24	0.00	1.15
43.0	464.45	464.02	456.92	1.00	457.92	0.00	0.00
43.5	472.01	489.37	464.80	1.00	465.80	0.00	0.00
44.0	483.96	480.24	470.90	1.00	471.90	0.00	0.00
44.5	484.27	485.63	478.17	1.00	479.17	0.00	0.00
45.0	495.46	494.34	485.30	1.00	486.30	0.00	0.00
Promedio	219.72	217.26	214.82	1.00	215.82	0.63	0.76

4.3 Planeamiento Técnico

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 4.14 “Plan a mediano y largo plazo”, 4.14.1 “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, esto requiere de 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

1) Guía de Protección y Control de Inundaciones en el Perú

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) (al presente DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), en su apartado 3.1.1 "Horizonte de Proyectos", 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. Tenido en cuenta que el presente Proyecto se orienta a la protección del área rural y de las tierras agrícolas, se considera que el análisis debe hacerse para las inundaciones de diseño con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años.

2) Caudal máximo histórico y caudal de inundaciones de diseño

En la Figura de 4.3.1-1 se muestran los valores observados de caudal máximo anual de la cuenca del Río Pisco. Asimismo en la Tabla 4.3.1-1 se presenta el caudal máximo histórico de la cuenca del Río Pisco, según los datos antes mencionados, así como el caudal probable de inundaciones con diferentes períodos de retorno.

En cuanto al caudal máximo histórico del río Pisco, se ha visto que han ocurrido inundaciones con un periodo de retorno de 50 años en varias ocasiones. Asimismo, los grandes daños y pérdidas sufridas en estas zonas han sido causados por las inundaciones de esta magnitud.

Dado que los ríos del Perú, en su gran mayoría, están desprotegidos, se considera que no es necesario construir parcialmente las obras de protección contra las inundaciones de una magnitud mayor al caudal máximo de inundaciones históricas. Sin embargo, también hay que considerar que las inundaciones ocurridas han provocado grandes daños en el pasado. Así, se considera necesario, como el primer paso, construir las obras que garanticen la seguridad ante las inundaciones de esta magnitud. Por lo tanto, se definió como meta, la protección contra los daños de las inundaciones con un período de retorno de 50 años, que es el caudal máximo de inundaciones históricas. No obstante, la adopción del caudal de inundaciones con un periodo de retorno de 50 años no tiene un significado absoluto, sino

que pretende comparar y analizar relativamente las cuencas objeto del Estudio.

Tabla 4.3.1-1 Caudal de inundaciones con diferentes períodos de retorno y caudal histórico
(m³/s)

Ríos	Período de retorno de 10 años	Período de retorno de 25 años	Período de retorno de 50 años	Período de retorno de 100 años	Caudal máximo histórico
Pisco	451	688	855	963	956

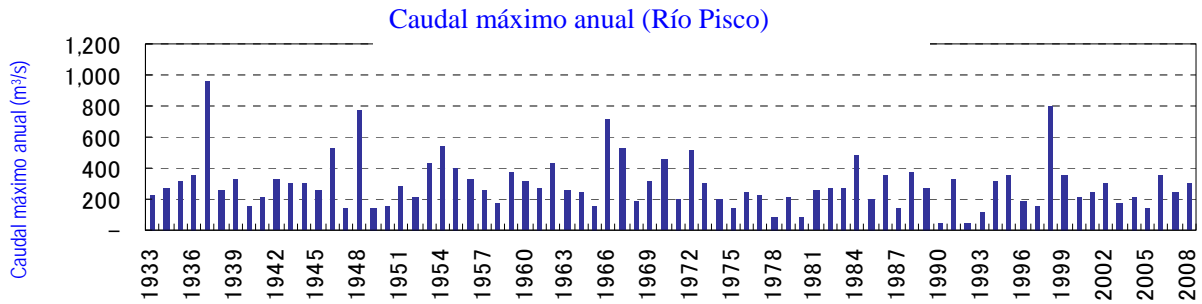


Figura - 4.3.1-1 Caudal máximo anual (Datos reales: Río Pisco)

3) Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada

En la Figura de 4.3.1-2 se presenta la relación entre el caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada del Río Pisco.

De esta Figura se puede afirmar lo siguiente.

- (1) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es la superficie inundada (líneas verdes en las Figuras).
- (2) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es el monto de pérdidas (líneas rojas en las Figuras).
- (3) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta también progresivamente el monto de pérdidas después de implementados los proyectos (líneas azules en las Figuras).
- (4) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta constantemente el monto de pérdidas reducidas (diferencia entre las líneas rojas y azules), y la máxima diferencia se produce en el caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.

Tal como se indicó anteriormente, el caudal con un período de retorno de 50 años es casi similar al caudal máximo histórico. Y el monto absoluto de pérdidas reducidas por los proyectos llega a su máximo en este período de retorno que otros. Asimismo, la evaluación social arrojó resultados positivos del impacto económico. La magnitud prevista es para 1/50 años, sin embargo, en cuanto a la superficie a inundarse, se ha indicado también para el período de retorno de 100 años para la referencia.

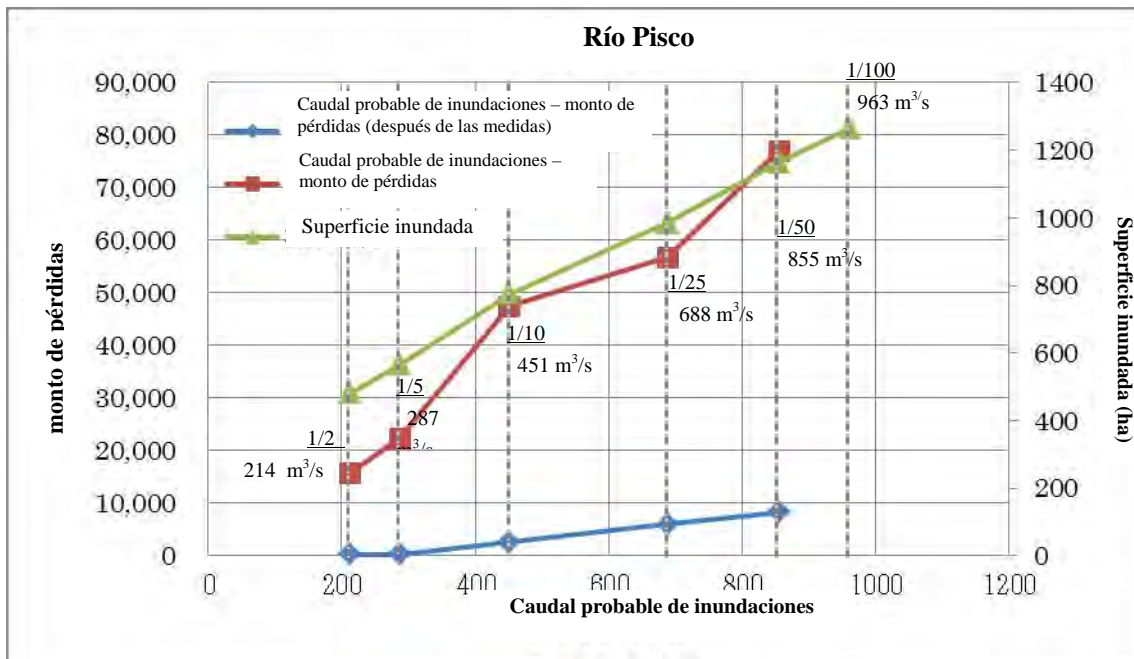


Figura 4.3.1-2 Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada (Río Pisco)

(2) Levantamiento topográfico

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico en los lugares seleccionados para la ejecución de las medidas estructurales (Tabla 4.3.1-2). El diseño preliminar de las obras de control se basó en estos resultados de levantamiento topográfico.

Tabla 4.3.1-2 Perfil del levantamiento topográfico

Río	Ubicación	Instalaciones	Lev. Topo. (S=1/2500)	Lev. transversal (S=1/200)		
			(ha)	Perfiles	Long. Media (m)	Total (m)
Pisco	Pi-1	Protección de márgenes	10.0	21	50.0	1,050
	Pi-2	Descolmatación	30.0	16	200.0	3,200
	Pi-3	Protección de márgenes	7.5	16	50.0	800
	Pi-4	Protección de márgenes	5.0	11	50.0	550
	Pi-5	Bocatoma	30.0	11	300.0	3,300
	Pi-6	Bocatoma	100.0	21	500.0	10,500
Total			182.5	96		19,400

(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.

- Áreas donde hay demanda de la comunidad local (basada en los daños históricos de inundaciones)
- Falta de 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 cinco 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 4.3.1-3 se presentan los aspectos evaluados y los criterios de evaluación.

Tabla 4.3.1-3 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 grande, 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 la selección

En la Figura 4.3.1-3 se muestran los resultados de la evaluación en cada tramo del río, así como los resultados de la selección de las obras prioritarias de control de inundación.

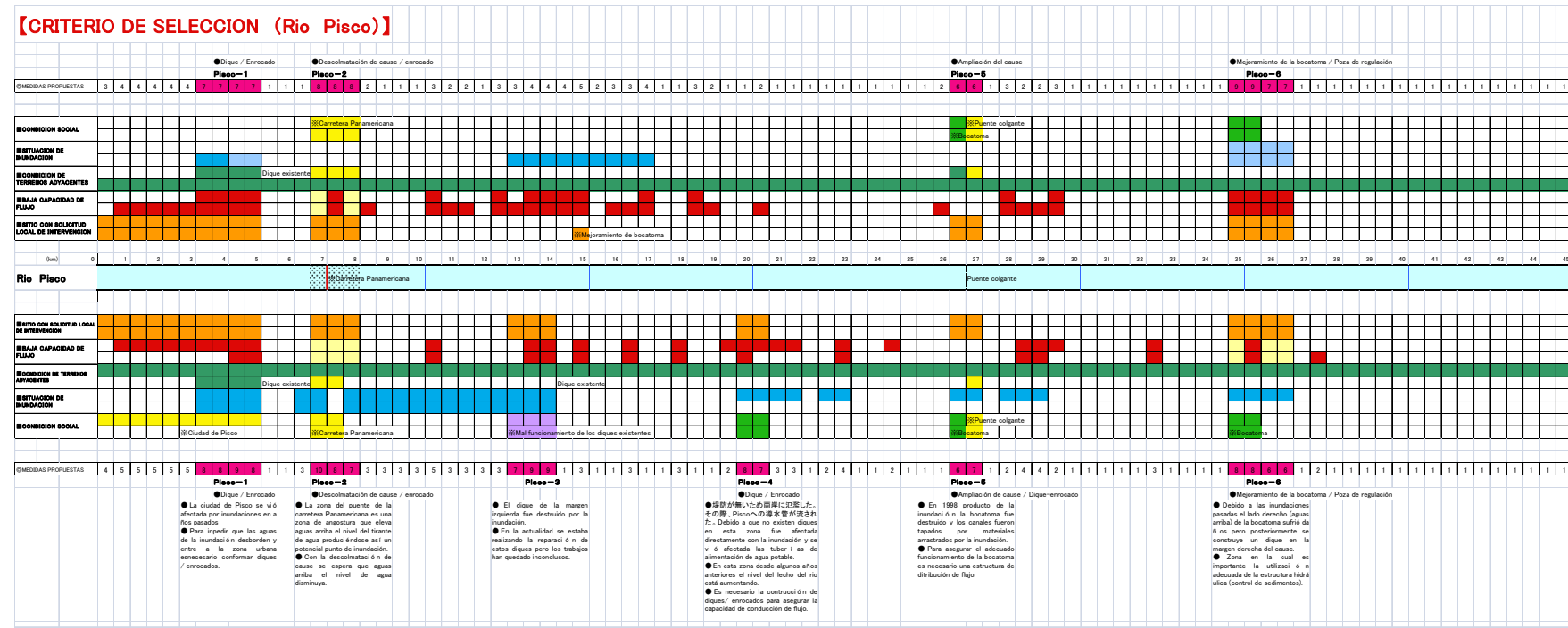


Figura 4.3.1-3 Selección de obras prioritarias de control de inundación en el río Pisco

3) Fundamentos de la selección

A continuación se presentan los fundamentos de la selección de los sitios de obras.

A la altura de 7km desde la desembocadura y más arriba, el agua desbordada por falta de capacidad hidráulica puede inundar las tierras de cultivo cercano, pero sin extenderse más allá. Sin embargo, cuando el desbordamiento ocurre en el tramo inferior (a menos de 7km de la desembocadura), el agua inunda extensas áreas de la margen izquierda pudiendo causar graves daños en la zona urbana de Pisco. Por lo tanto, en el curso bajo de km7 se construirán diques en los tramos con el mayor riesgo de inundación y en el curso arriba de km 7 se tomarán prioritariamente las medidas de solución en los tramos angostos donde están construidos el puente, bocatomas, etc. y que presentan la capacidad hidráulica reducida.

Por otro lado, en cuanto al tramo angosto en el sitio del puente de la Carretera Panamericana, se ha analizado la pertinencia de reconstruir el puente. Sin embargo, debido al alto volumen de tráfico y el elevado costo del proyecto (para la reconstrucción del puente y de los caminos de acceso), se consideró poco viable esta opción después de intercambiar opiniones con las autoridades de DGIH.

**Tabla 4.3.1-4 Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras
(Río Pisco)**

No	Ubicación de obras	Fundamentos de selección
1)	km3,0 - km5,0 (Dique con revestimiento en ambas márgenes)	<p>Éste es el tramo donde se debe considerar el impacto a la economía regional en el caso de que el agua desbordada llegue a la zona urbana. Asimismo, cuando sea ejecutada alguna obra en el tramo superior, el desbordamiento puede ocurrir y extenderse también en la margen derecha. Debido a la sinuosidad del Río, se requiere proteger la superficie y el pie de talud. Así se considera necesario ejecutar las obras de construcción de dique y protección de ambas márgenes.</p> <p>También se debe tomar plenamente en cuenta la existencia de diques a la altura de km5,0-km5,5km (ambas márgenes).</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>Tramo en el que las crecidas del pasado han provocado desbordamiento de agua, inundando la ciudad de Pisco.</u> ● Tramo donde se requiere construir diques y proteger márgenes para prevenir la inundación de la ciudad. ● Tramo en el que la inundación se extenderá también en la margen derecha en el caso de ejecutarse alguna obra en la cuenca alta. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grandes tierras agrícolas que se extienden a ambas márgenes del tramo en cuestión ○ La ciudad de Pisco a la margen izquierda del tramo en cuestión <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años. Un evento de magnitud de 950 m³/s (período de retorno de 50 años) ha provocado grandes daños en el pasado. Por lo tanto, se propone construir obras de protección contra eventos de esta magnitud. ▼ Se propone ejecutar las obras de construcción de dique y protección de

		márgenes para la defensa de los tramos superior e inferior y de las tierras locales.
2)	km6,5 – km7.9 (Descolmatación de cauce y dique con revestimiento en ambas márgenes)	<p>El tramo en cuestión corresponde al tramo estrecho del Río donde cruza el puente, y su capacidad hidráulica es muy reducida. La estructura de represa de este tramo provoca la elevación del nivel de agua en el tramo superior favoreciendo el desbordamiento. Una de las opciones es la reconstrucción del puente, pero esta opción es poco viable en la actualidad (por las razones mencionadas anteriormente). Por lo tanto, se proponer realizar la descolmatación alrededor del puente, con el fin de asegurar la capacidad hidráulica necesaria y reducir el nivel de agua en el tramo superior.</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 de cultivo que se extienden a la margen izquierda del tramo en cuestión y en el tramo superior. <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <p>▼ Se propone construir obras que permitan fluir el caudal de 50 años de probabilidad, puesto que la falta de capacidad hidráulica está agravando el desbordamiento en el tramo superior. Un evento de magnitud de 950 m³/s (período de retorno de 50 años) ha provocado grandes daños en el pasado. Por lo tanto, se propone construir obras de protección contra eventos de esta magnitud.</p> <p>▼ Se propone excavar el cauce para asegurar la capacidad hidráulica necesaria sin tener que ampliar el tramo donde está construido el puente (Americana).</p>
3)	km12,4 - km13.9 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>Es el tramo de más reducida capacidad hidráulica de la margen izquierda y es muy probable que se desborde el agua aun con pequeñas crecidas, inundando frecuentemente las tierras de cultivo de la margen izquierda. En el caso de ocurrir grandes crecidas, los daños pueden ser muy graves, por lo que es urgente construir diques y proteger las márgenes. Por otro lado, dado que existe un nuevo dique entre km14,5-km14,0, hay que tomar las precauciones necesarias para la conexión de los diques.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Tramo en el que ha sido destruido el dique de la margen izquierda por las inundaciones. ●Tramo en el que se suspendió la construcción del dique sin terminar. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○Tierras de cultivo a ambas márgenes del tramo en cuestión. <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <p>▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Se propone aumentar la altura del dique actual y ejecutar las obras de protección de márgenes con el fin de asegurar la capacidad hidráulica</p>

		suficiente, aprovechando las obras existentes, topografía local, etc.
4)	km19,5 - km20,5 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>Es el tramo donde la capacidad hidráulica de la margen izquierda es la más reducida en esta zona, y es muy probable que se desborde el agua aun con pequeñas crecidas, inundando frecuentemente las tierras de cultivo de la margen izquierda. En el caso de ocurrir grandes crecidas, los daños pueden ser muy graves, por lo que es urgente construir diques y proteger las márgenes.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tramo desprotegido donde se desbordó el agua a ambas márgenes y fue arrastrando el canal de aducción que conducía el agua a Pisco. ● Tramo en el que se está elevando el lecho en los últimos años. ● Tramo donde se requiere construir diques y proteger márgenes para mantener la capacidad hidráulica adecuada. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión. ○ Canal de aducción hacia Pisco (obra importante) <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <p>▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años. Asimismo, es necesario considerar la necesidad de proteger el canal de aducción que conduce el agua a la ciudad de Pisco.</p> <p>▼ Se propone aumentar la altura del dique actual y ejecutar las obras de protección de márgenes con el fin de asegurar la capacidad hidráulica suficiente, aprovechando las obras existentes, topografía local, etc.</p>
5)	km25.8 - km26.4 (Dique con revestimiento en ambas márgenes y descolmatación de cause)	<p>Es un tramo donde es importante proteger el funcionamiento de la bocatoma existente. La compuerta fue destruida en las crecidas del pasado, y la acumulación de sedimentos ha dejado inoperativos los canales. Por lo tanto, se considera necesario construir una obra de derivación a la altura de km26,75 (aguas arriba de la bocatoma) que permita fluir el agua hacia la margen derecha aun en la época de aguas bajas y que deje fluir mayor cantidad de agua hacia la margen izquierda en la época de crecidas.</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tramo donde la compuerta fue destruida por las inundaciones de 1998 quedando enterrado también el canal de agua. ● Tramo donde se requiere construir la obra de derivación para proteger el funcionamiento de la bocatoma. <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bocatoma a la margen derecha del tramo en cuestión <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <p>▼ Por ser la bocatoma más importante en este Río, la pérdida de funcionamiento trae grandes pérdidas en la zona. Así, se propone construir obras de protección contra eventos de una magnitud de 950 m³/s (período de retorno de 50 años).</p> <p>▼ Considerando que el tramo está casi completamente desprotegido, se propone ampliar el ancho del Río para proteger los tramos superior e inferior, y las tierras locales. (Sin embargo, en cuanto al tramo del puente, se propone excavar en lugar de ampliar.)</p>
6)	km34,5 - km36,4	El sitio de la presa construida a la altura de km34,5 constituye un tramo

<p>(Descolmatación de cause y dique con revestimiento)</p>	<p>angosto, y se tiene acumulada gran cantidad de sedimentos aguas arriba. Se considera necesario utilizar efectivamente esta obra, y aprovechar el tramo superior de la presa como reservorio o embalse de decantación para poder manifestar el efecto retardador cuando ocurran crecidas que superen la magnitud de diseño.</p> <p>Se propone utilizar la obra existente para retardar las inundaciones que superen la magnitud de diseño y al mismo tiempo, reducir el arrastre de sedimentos.</p> <p>Lo ideal sería lograr un grado de seguridad del orden de 1/50 años desde la cuenca baja, en forma progresiva. Sin embargo, por el momento es importante hacer uso efectivo de las obras existentes para que no fluya aguas abajo en lo posible el flujo de agua que supere la magnitud de diseño (período de retorno de 50 años).</p> <p>[Características del tramo en cuestión]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tramo donde se desbordó el agua de la margen derecha aguas arriba de la presa en las crecidas del pasado. ● Tramo donde es importante utilizar efectivamente las obras existentes (de control de sedimentos, etc.) <p>[Elementos a proteger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La totalidad del área aguas abajo del tramo en cuestión. <p>[Medidas y niveles de conservación]</p> <p>▼ Este tramo se ubica en la cuenca alta del Río Pisco, y es el sitio más apropiado para controlar el arrastre de sedimentos y el flujo de agua. El Río Pisco se caracteriza porque la superficie inundada aumenta progresivamente con el aumento del caudal, y el monto de pérdida aumenta drásticamente cuando ocurre un caudal de crecidas con un período de retorno de 50 años. En un evento de mayor magnitud, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, considerando estas características, se considera importante tomar medidas de control de crecidas que superen el caudal de 50 años. Aquí, se propone construir obras para almacenar dicha excedencia, y además, se recomienda construir también reservorios de retención de sedimentos para frenar que estos sean arrastrados de golpe.</p>
--	---

(4) Ubicación y descripción general de las obras prioritarias para el control de inundaciones

En la Figura 4.3.1-4 se indican la ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones. Asimismo en la Tabla 4.3.1-5 se describen las obras.

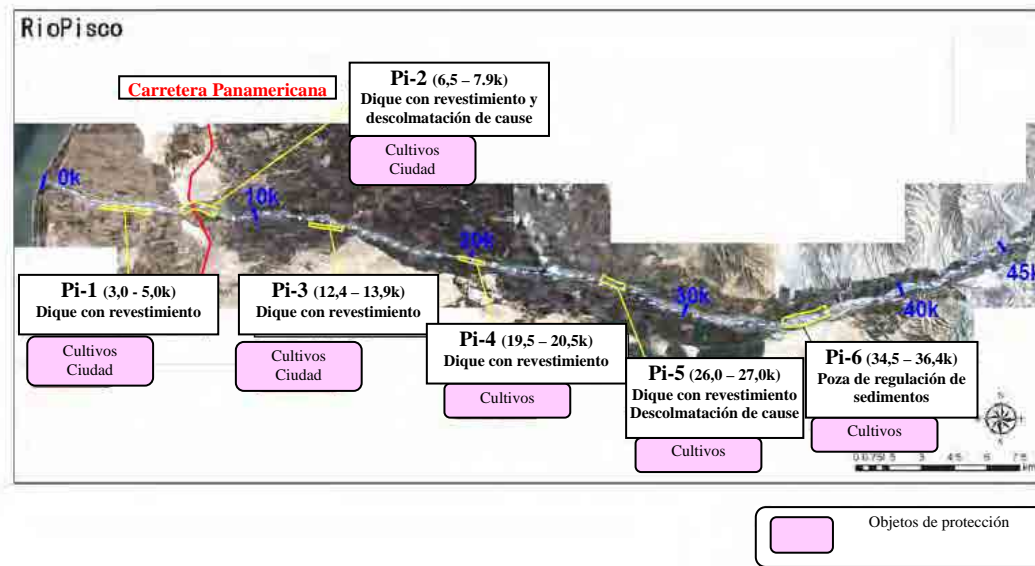


Figura 4.3.1-14 Ubicación de instalaciones de control de inundaciones en el Río Pisco

Tabla 4.3.1-5 Lista de obras

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales		Dimensiones de las estructuras	
Río Pisco	Pi-1	3,0-5,0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud	4,120 m	
						Conformación de dique	92,900 m ³	
						Enrocado para cimentación de dique	32,200 m ³	
	Pi-2	6,5-7,9 km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=1,200 m, V=74,900 m ³	
						Conformación de dique	L=2,950 m, V=42,520 m ³	
						Enrocado para cimentación de dique	25,000 m ³	
Pi-3	12,4-13,9 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud	1,500 m		
					Conformación de dique	33,900 m ³		
					Enrocado para cimentación de dique	12,600 m ³		
Pi-4	19,5-20,5 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud	1,010 m		
					Conformación de dique	17,400 m ³		
					Enrocado para cimentación de dique	8,060 m ³		
Pi-5	25,8-26,4 km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=600 m, V=67,600 m ³		
					Conformación de dique	L=1,250 m, V=29,900 m ³		
					Enrocado para cimentación de dique	10,600 m ³		
Pi-6	34,5-36,4 km	Bocatoma existente (Poza de regulación de sedimentos 1,800 x 700m)		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=1,900 m, V=496,000 m ³		
					Conformación de dique (parte de afuera)	L=2,050 m, V=103,600 m ³		
					Enrocado para cimentación de dique	19,900 m ³		
					Conformación de dique (parte de adentro)	L=3,750 m, V=114,000 m ³		
					Enrocado para cimentación de dique	63,100 m ³		

(5) Sección normal del dique

1) Ancho de la corona

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.

2) 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 un suelo gravoso con piedrecillas 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 tierra arenosa mezclada de arena y grava, de alta permeabilidad. En caso de construir un dique con materiales de relativamente alta permeabilidad, los posibles problemas en la seguridad del dique son los siguientes:
 - i) Ruptura por filtración provocada por el arrastre de tierra y arena fina a causa de sufusión
 - ii) Ruptura por deslizamiento a causa de una presión osmótica de la filtración

Para garantizar la seguridad del dique, es necesario averiguar en el diseño detallado el peso cúbico unitario, resistencia y permeabilidad de los materiales de construcción del dique y determinar una configuración seccional apropiada mediante análisis de filtración y de ruptura por deslizamiento.

- (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 inundaciones de una magnitud por encima de lo diseñado. En el presente Estudio no se han hecho el análisis de filtración y el cálculo de estabilidad del dique, basados en el estudio geológico, examen de materiales y valores de diseño. Por consiguiente, se han supuesto valores provisionales para una constante de resistencia a partir de los materiales identificados en el estudio de campo y se ha establecido una pendiente de talud teniendo en cuenta simplemente la estabilidad analizada más un margen. Como fundamentos del valor provisional de materiales, se tomaron como referencias la Tabla 4-2-4: valores provisionales de la constante de suelo a utilizar en los diseños de “Pauta de terraplenado, movimiento de tierra en obras viales, p.101 (versión 2010) (Asociación de carreteras de Japón). Según dicho documento, los valores provisionales del ángulo de la resistencia al esfuerzo de corte son 35° para un terraplenado de arena compactada con ancho diámetro granular y 30° para un terraplenado de arena compactada clasificada (con pequeño diámetro granular). De acuerdo con esto, se han supuesto los valores provisionales del ángulo de fricción interna de 30° a 35° . En el estudio de campo, fueron observados materiales con ancho diámetro granular como la tierra rutácea, pero muchos fueron de tierra arenosa con pequeño diámetro granular. Por tanto, tomando como base $\phi 30^\circ$ se estableció una pendiente de talud con un simple cálculo de estabilidad. Puesto que en un cálculo de estabilidad con mayor precisión es necesario considerar la presión osmótica como fuerza externa, se tomó en cuenta un margen en los resultados del cálculo simple de estabilidad. Por otra parte, se ha tenido en cuenta que en Japón se establece la pendiente mínima de los diques en 1:20, pero existen muchos casos en que tiene una pendiente media de más de 1:30 colocando escalones a cada 2 ó 3 m de altura.

- (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.

- (4) La profundidad de la cimentación de la protección de orilla será determinada a partir de; 1) la diferencia entre la máxima profundidad del lecho en la presente posición y 2) una profundidad empírica (en Japón, entre 0,5 m y 1,5 m). Sobre 1) no es posible determinar por falta de datos de la fluctuación del lecho fluvial con el tiempo. Razón por la cual, como profundidad empírica se daría del orden de 1,5 m y tomando como referencia la sección del río Ica mejorado, Perú, se adoptó una profundidad de 1,75 m.

- (5) Método de aumentar la altura del dique

Los tramos donde aumentar la altura del dique son 1,0 km/7,7 km de longitud total en el río Cañete, 0,6 km/13,2 km de longitud total en el río Chincha, 0,8 km/15,2 km de longitud total en el río Pisco y 15,0 km/24,8 km de longitud total en el río Majes-Camaná, con un total de 17,4 km de los tramos que necesitan aumentar la altura del dique dentro de una longitud total de 60,9 km los diques

La alineación del dique en dichos tramos, aunque varían los detalles según el río y la ubicación, en principio tomará el método de ampliación integral con las siguientes razones y se planeará el aumento de la altura de manera que no alterar la alineación del dique existente.

- i) El método de terraplenado delante del dique para aumentar la altura del dique en el lado del río conduce a estrechar el curso del río y como consecuencia, aumenta la altura del dique.
- ii) El método de terraplenado detrás del dique para aumentar la altura del dique en el lado de la tierra requiere obtener un amplio suelo dentro del terreno del dique. En el interior del terreno del dique dentro de una tipografía de valle se aprovechan frecuentemente como valiosa tierra agrícola y es deseable minimizar en lo posible la indemnización por dicha tierra.
- iii) Sobre los diques existentes no se conocen los antecedentes de la obra como la compactación y las características de materiales. Puesto que las partes existentes vienen desempeñando hasta la fecha sus funciones contra inundaciones, el método de ampliación integral que consiste en envolver el dique existente aprovechando sus funciones con un dique nuevo de mayor resistencia, puede garantizar fácilmente la seguridad del dique cuya altura esté aumentada. Asimismo es económico en cuanto al costo de indemnización por la tierra.

Por otra parte, en los lugares donde el curso fluvial tenga un ancho notablemente angosto y esté muy cerca del dique, se planea el método de terraplenado detrás del dique. En dichos lugares, el talud del dique existente en el lado del río será reforzado con una

protección de orilla.

3) 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 4.3.1-6 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 de Japón establecidas de forma empírica, considerando que los ríos de ambos países se asemejan.

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

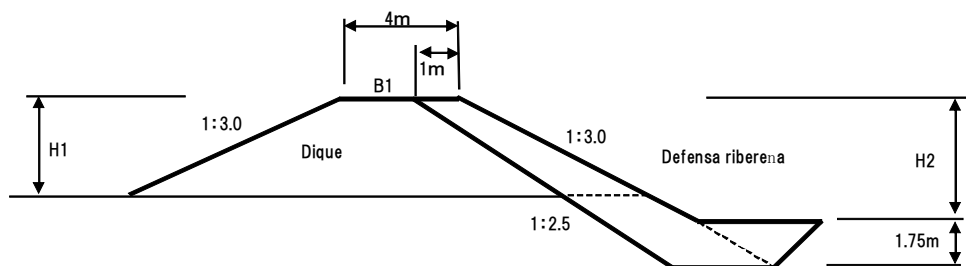


Figura 4.3.1-5 Sección normal del dique

4) Puntos de consideraciones en la ejecución

Lo importante en la ejecución de la obra es dar una compactación suficiente. Según las normas peruanas del cálculo, se establece que la compactación se hace con tractores, pero para una compactación con mayor solidez, es deseable el uso de equipos compactadores como los rodillos vibratorios. Para administrar las condiciones de compactación son importantes también los ensayos de densidad y granulometría. Dichos ítems serán establecidos en las especificaciones técnicas de la obra

que forman parte de los documentos de licitación.

(6) Efectos de medidas contra inundaciones

Tal como se presenta en las Figura de 4.3.1-6, mediante la construcción de principales medidas contra inundaciones, la capacidad de descarga de cada río en los puntos de construcción de las medidas aumentará hasta adaptarse al caudal con un periodo de retorno de 50 años, mejorando notablemente los efectos preventivos de desbordamiento.

- Capacidad hidráulica (a la altura de dique)
- W = caudal de 1:100 años (962 t)
- W = caudal de 1:50 años (855 t)
- W = caudal de 1:25 años (688 t)
- W = caudal de 1:10 años (451 t)
- W = caudal de 1:5 años (287 t)

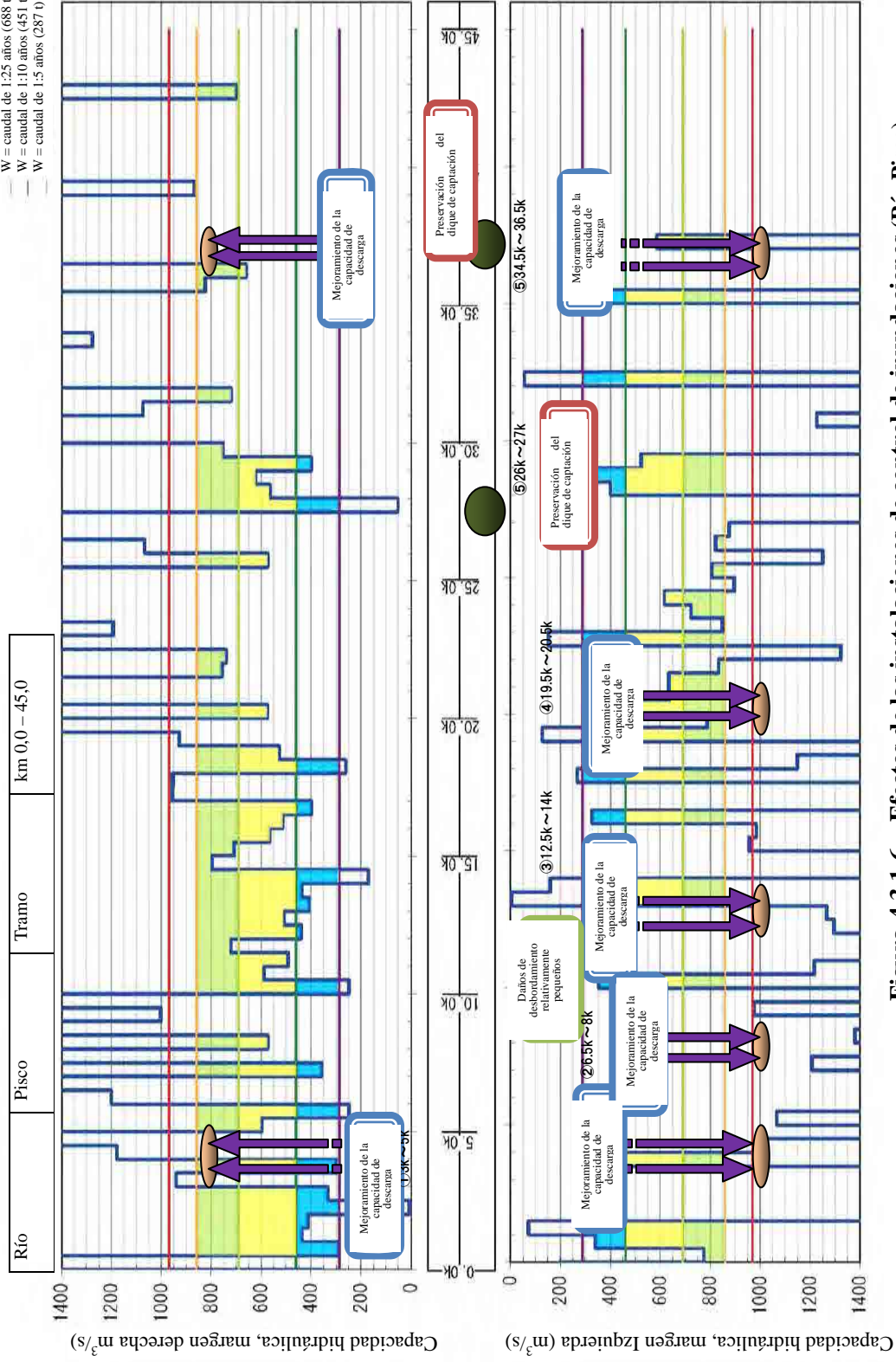


Figura-4.3.1-6 Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Pisco)

4.3.2 Medidas no estructurales

4.3.2.1 Reforestación y recuperación vegetal

(1) Políticas básicas

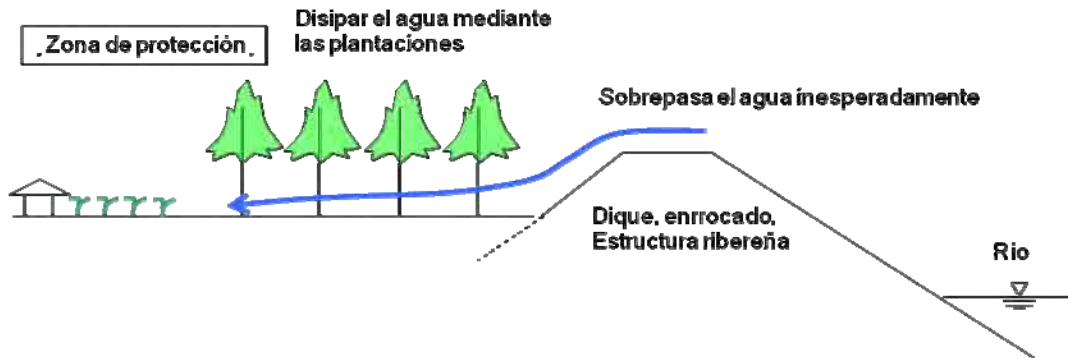
El Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal que satisfaga el objetivo del presente Proyecto puede clasificarse en: i) la reforestación a lo largo de obras fluviales; y ii) la reforestación en la cuenca alta. La primera contribuye directamente al control de inundaciones y manifiesta su efecto en corto tiempo. La segunda requiere de una enorme inversión y un tiempo prolongado, tal como se detallará en el apartado posterior 4.14 “Plan a mediano y largo plazo”, 4.14.2 “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 mediante franjas de vegetación entre el río y los elementos a ser protegidos cuando el agua sobrepase el nivel de agua de diseño y cubra estructuras fluviales a causa de una crecida inesperada o del estrechamiento del río por la presencia de obstáculos.
- (ii) Metodología: Crear franjas vegetales de un determinado ancho entre las estructuras fluviales y el río.
- (iii) Ejecución de obras: Plantar vegetación como parte de la obra de las estructuras fluviales (diques, etc.). La plantación será ejecutada por un constructor de estructuras fluviales por las siguientes razones; un mismo constructor puede 1) garantizar el arraigo de la vegetación complementando las plantas muertas inmediatamente después de la plantación, y 2) ofrecer servicios más apropiados ya que el periodo de la plantación está sincronizado con la terminación de la obra de dique.
- (iv) Mantenimiento después de la reforestación: El mantenimiento será asumido por las comisiones de regantes bajo su iniciativa propia. De acuerdo con los ejemplos de proyectos ejecutados hasta la fecha, es costumbre que la comisión de regantes y DGIH firmen un Memorandum que comprenda las siguientes estipulaciones; 1) la propiedad de los árboles plantados pertenece a la comisión de regantes y, 2) ésta se hace cargo del costo de mantenimiento de dichos árboles al 100%. Por tanto, los árboles plantados no son bienes privados, sino un patrimonio común de la comisión de regantes.
- (v) Lugares proyectados: Dado que el objetivo de la plantación es mitigar los daños de un desbordamiento imprevisible, se plantarán árboles en el lado del objeto de

protección dentro del terreno de estructuras fluviales como los diques. Si se hace una forestación en un lugar sin dique, los árboles se caerán afectados directamente por inundaciones y existe alto riesgo de que los árboles arrastrados ocasionen daños secundarios como el estancamiento del río debajo de puentes. Además, el tramo sin diques es muy extenso, lo que aumentará los costos de adquisición de terreno y obra.



(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

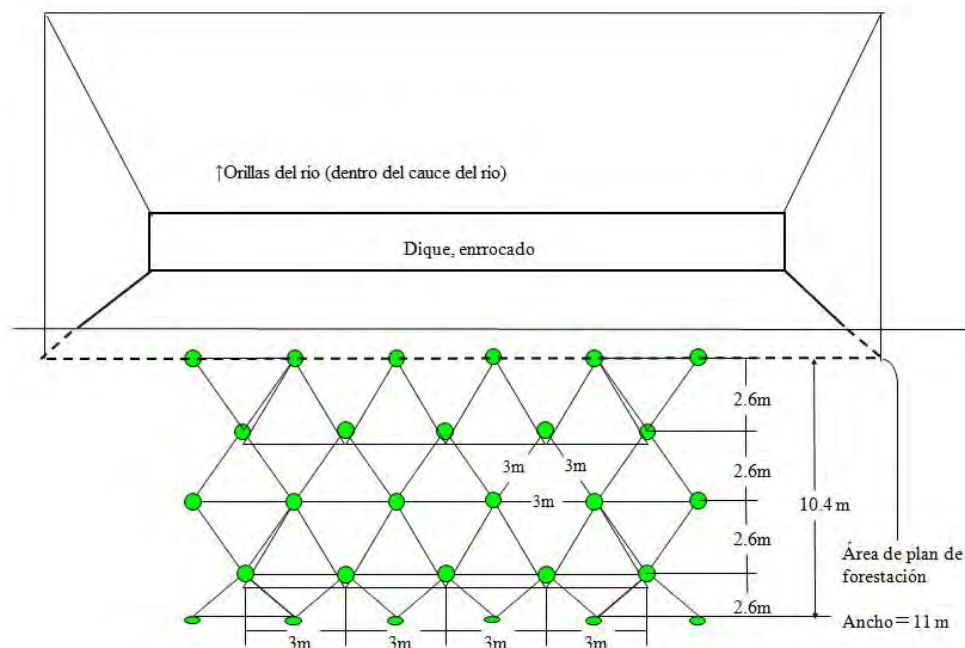
Figura 4.3.2.1-1 Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas

(3) Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Considerando la posibilidad de que el agua se desborde de los diques por alguna razón en el momento de, se propone crear franjas de árboles a lo largo del río para que sirva de zona de amortiguamiento.

1) Estructura (ubicación de la forestación)

Tipo A : En el Perú la ubicación de la forestación más comunes es la de triángulos equiláteros y en el presente proyecto también utiliza este modelo plantando los árboles en un intervalo de 3 metros. En caso que se realice este método, los árboles tendrán un ancho de 2,6 m en dirección perpendicular al dique, y si se colocan en forma de pata de gallos, el ancho será la mitad: 1,3 m. Si los árboles tienen un intervalo de 1,3 m, se puede esperar que aunque piedras de 1m de diámetro sobrepasen el dique, puedan chocar contra algún árbol y detenerse o perder su fuerza, por lo que se cuadruplicará las filas aumentando la efectividad. De esto, se calcula un ancho de los árboles en 10,4 m y agregando algo de margen, fueron diseñados 11 m.



(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Figura 4.3.2.1-2 Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña

2) Especies a forestar

Se ha elaborado la siguiente lista de las especies forestales para la elección de las especies a forestar.

- Especies forestales posibles de producir (información obtenida por empresas de viveros forestales): Ver Tabla 4.3.2.1-1.
- Especies forestales verificadas in situ: Ver Tabla 4.3.2.1-2.

De dicha lista se han seleccionado las especies aptas para la forestación a lo largo de estructuras ribereñas. Para su determinación se realizó una evaluación considerando ciertos criterios. La Tabla 4.3.2.1-4 muestra los criterios de selección y la Tabla 4.3.2.1-3, los detalles de los resultados de la selección.

Criterios de evaluación tomados para la selección:

- 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 endémicas (preferentemente pero no indispensable)

Tabla 4.3.2.1-1 Lista de plántones forestales posibles de producir

Cuenca	Productores	Lugar de producción de plántones	Especies producidas comúnmente	Especies producidas esporádicamente
Pisco	AGRORURAL	Lima	Pino, Molle, Eucalipto, Huarango (<i>Prosopis limensis</i>)	Ciprés, Tara
	Fomeco	Lima	Tara, Molle, Huarango (<i>Prosopis limensis</i>)	
	AGRORURAL	Ica	Aliso, Algarrobo, Caña, Tamarix, Bambú, Pino, Casuarina, Eucalipto	

¹(Fuente : Información recaudada por los productores de plántones forestales)

Tabla 4.3.2.1-2 Lista de especies forestales verificadas in situ (zona ribereña)

Área de forestación planteada	Especies forestales	Características
Pisco	Huarango (<i>Prosopis limensis</i>)	Mayor experiencia en forestación. En Cansas – Ica se utiliza para el plan de forestación
	Aromo	

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Tabla 4.3.2.1-3 Resultado de la selección de las especies arbóreas para la forestación (Detallado)

Cuenca	Especies forestales	Selección y adaptación						Observaciones
		1	2	3	4	5	Selección	
Cuenca de Pisco	Aliso	C	B	A	C	A	×	Se adapta mejor a las alturas
	Algarrobo	B	A	C	B	A	×	En el sur se le llama Huarango (<i>Prosopis limensis</i>)
	Caña (Carrizo)	A	C	B	B	A	×	Hierba
	Queñual	C	C	B	C	A	×	Se dice que se adapta a las alturas
	Colle	C	D	D	B	A	×	Se dice que se adapta a las alturas
	Tamarix	B	A	B	B	B	×	Adaptabilidad en el norte, pero desconocido en el sur
	Tara	D	A	A	B	A	△	Últimamente es reconocido el uso de las semillas
	Bambú	A	A	B	B	A	○	Desconocimiento en la forestación
	Pino	B	D	B	B	B	△	Se dice que se adapta a las alturas
	Molle	B	A	B	B	A	○	Se dice que tiene raíces profundas
	Casuarina	A	B	C	B	B	○	Mayor adaptabilidad en las orillas del río
	Eucalipto	A	B	B	A	B	◎	Mayor adaptabilidad en las orillas del río
	Huarango (<i>Prosopis limensis</i>)	A	A	D	A	A	◎	Mayor adaptabilidad cerca del mar y en zonas secas

◎ : Seleccionado ○ : Posible seleccionar △ : Es candidato para seleccionar pero no es recomendable, × : no se selecciona

Fuente : Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA en base a la información obtenida de los productores de plántones forestales

Se ha tomado 2 criterios para la selección de las especies arbóreas: 1: Adaptación a la zona y 2: Experiencia de producción de plántones. Los siguientes criterios se toma como referencia: 3: Uso y 4: necesidad de los pobladores, y 5: Especie local. Los criterios se muestran en la Tabla 4.3.2.1-4.

¹ Véase Adjunto 7, Tabla 1 Listado de productores de plántones.

Tabla 4.3.2.1-4 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 de comisiones de regantes, 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 de comisiones de regantes	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 4.3.2.1-5. 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 4.3.2.1-5 Elección de las especies forestales

Río Pisco	Eucalipto (☉), Huarango (○), Casuarina (○)
-----------	--

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

La cuenca del Río Pisco será forestada con Eucalipto. El Eucalipto es un árbol que tiene experiencia de forestación en estas zonas, es una especie que se adapta a la zona y tiene alta demanda por las comisiones de regantes. 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 Reforestación y Recuperación Vegetal

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) y (b). El bosque tendrá 11 metros de ancho, y dentro de un embalse de arena, se plantarán los árboles a excepción de la ruta normal de agua, esperando el efecto de disipación de energía del agua corriente y sedimentos. Aunque habrá dificultades en la eliminación de piedras y arenas, se puede esperar el efecto de retardación de agua y sedimentación de arena.

Dado que se propone reforestar a lo largo de los diques, en la Tabla 4.3.2.1-6 no está incluido el metrado de reforestación en los sitios donde se ejecutarán obras diferentes a la construcción de diques (descolmatación, reparación de presas, etc.)

**Tabla 4.3.2.1-6 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 (unidad)	Distribución según especies (unidades)			
						Eucalipto	Huarango	Casuarina	(m)
Pi-1	Izquierda	2,000	11	2.2	6,512	3,256	1,954	1,302	6,512
Pi-2	General			0.0	0	—	—	—	—
Pi-3	Izquierda	1,500	11	1.7	5,032	2,516	1,510	1,006	5,032
Pi-4	Izquierda	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Pi-5	General			0.0	0	—	—	—	—
Pi-6	General	1,450	11	1.6	4,736	2,368	1,421	947	4,736
Cuenca Pisco Total		5,950		6.6	19,536	9,768	5,862	3,906	19,536
TOTAL		13,900		20.4	60,384				

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Se muestra en la Tabla 4.3.2.1-7 el porcentaje según especies forestales en estructuras ribereñas y las observaciones

**Tabla 4.3.2.1-7 Porcentaje de la cantidad (unidades) de las especies forestales
Según el área de plan de forestación**

Numeración continua	Distribución según especies (%)			Observaciones
	Eucalipto	Casuarina	Huarango	
Pi-1	5	2	3	Principalmente el Eucalipto y el Huarango. Se prefiere el Huarango que la Casuarina por ser especie local, y tener adaptabilidad a las condiciones climáticas
Pi-3	5	2	3	
Pi-4	5	2	3	
Pi-6	5	2	3	

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

4) Ubicación del plan de reforestación y recuperación vegetal

La ubicación del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal para las estructuras ribereñas es la misma que la disposición de dichas estructuras. No obstante, se va a realizar Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal después de la finalización del la ejecución de estructuras ribereñas.

(4) Costo de la Planificación del Proyecto

(a) Precio Unitario de partidas para la forestación y recuperación de la cobertura vegetal

Los costos directos para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal se componen de los siguientes elementos:

- Precio unitario de plántones (precio unitario + costo de transporte)
- Costo laborales de forestación
- Costos directos (costos de herramientas: 5% mano de obra)

(b) Precio Unitario de los plántones

El suministro de los plántones se puede dividir entre las empresas privadas y AGRORURAL. Los plántones para la forestación en aguas arriba de la Cuenca del río Chíncha se adquiere por AGRORURAL, en el caso de las plantas para la rivera de los ríos se va a adquirir por las empresas

privadas. El costo de las plantas para la forestación se detalla en la Tabla 4.3.2.1-8. Se han consultado el precio de las plantas en diferentes empresas privadas, de igual forma con el medio de transporte, para obtener un promedio. (Mayor información consultar el Apéndice 7-Tabla 2)

**Tabla 4.3.2.1-8 Precio unitario de plántones
(Forestación a lo largo de estructuras ribereñas)**

(c) Costos laborales

Los criterios para asignar los costos laborales provienen de la información obtenida de AGRORURAL y la Junta de Usuarios de Agua, se le asigna el costo por la forestación de 40 plántones por persona por día. Para el costo laboral de forestación en las riveras de los ríos, se ha adoptado un costo laboral general de 33,6 soles/persona.

(d) Costos directos

En los costos directos se considera los costos de las herramientas requeridas para el proyecto de forestación, instrumentos para la apertura de los agujeros para las plantas, el transporte para las plantas desde su recepción hasta la zona del proyecto, se calcula el 5 % de los costos de plantación.

(e) Cálculo del costo de obras para la forestación y recuperación de la cobertura vegetal a lo largo de estructuras ribereñas

Los costos de obra para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal a lo largo de estructuras ribereñas se indican en la Tabla 4.3.2.1-9. El costo de obras totales es de 2.483.253 soles (74.000.000 yenes aproximadamente).

Quien lleva a cabo la forestación es la empresa constructora contratada para la construcción de las estructuras ribereñas. Al igual que el costo de obras de construcción, el 88 % de los costos directos se destina a los costos indirectos. Cabe recordar que la adquisición de los terrenos se hará simultáneamente con los terrenos de construcción de diques, y su costo será calculado aparte.

Tabla 4.3.2.1-9 Costo de obra de la forestación (forestación a lo largo de estructuras ribereñas)

5) 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. Este sistema de riego consiste en instalar las mangueras agujeradas sobre las líneas de nivel, y es la aplicación de la técnica utilizada en la zona de Presa Pochos del Río Chira.

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 analizando 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 sobrepasan el nivel de orilla y se inundan.
- Los ríos tienen una pendiente acentuada de entre 1/30 y 1/300, por lo que 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 eludibles, provocando la reducción de las tierras agrícolas adyacentes, destrucción de caminos regionales, etc., por lo que deben ser debidamente protegidas.
- Grandes piedras y rocas causan daños o destrucción de las bocatomas.

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

Se analizó un 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 un 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

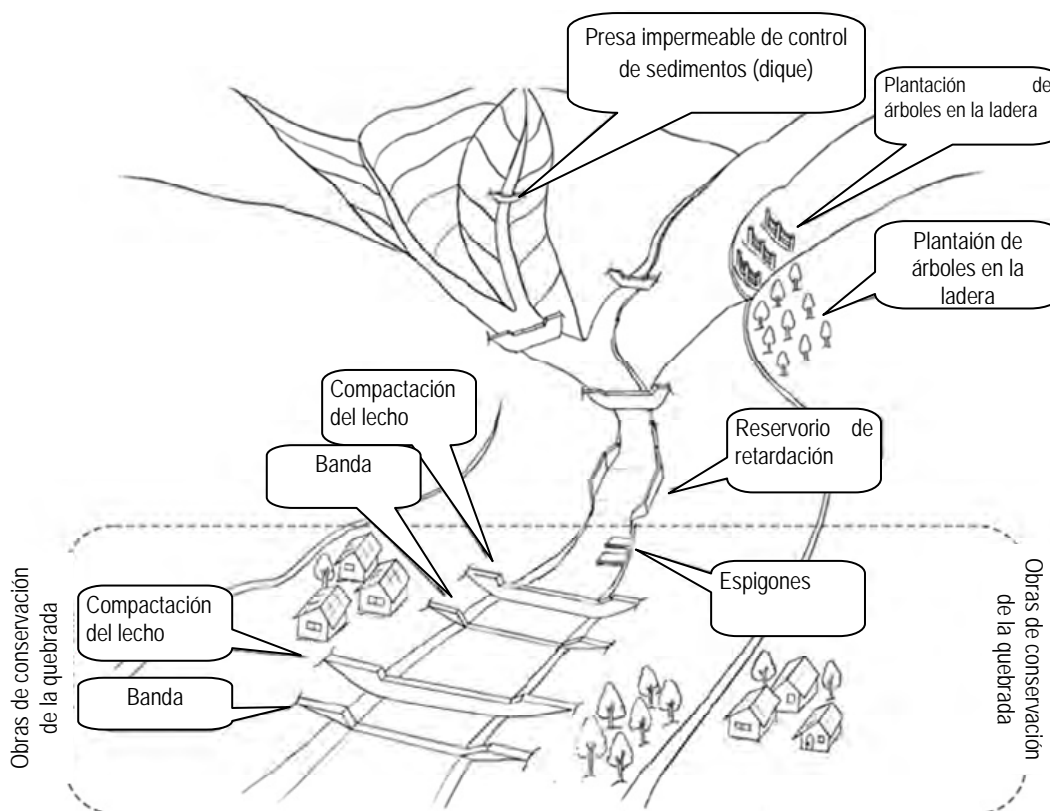


Figura 4.3.2.2-1 Obras de control de sedimentos

1) Plan de control de sedimentos en la cuenca alta

En la sección posterior 4.14 “Plan a mediano y largo plazo” 4.14.3 “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 en el presente Proyecto. Por lo tanto, deberá ser ejecutado de manera progresiva a mediano y largo plazo.

2) Plan de Control de Sedimentos en el abanico aluvial

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 al abanico aluvial. En este proceso, se tomaron en cuenta los resultados del análisis de variación de lecho, también incluido en el presente Estudio.

i) A continuación se presentan los resultados del análisis de variación del lecho aguas abajo de la Presa Poechos en el Río Pisco. La altura media del lecho abajo indicada representa una altura media de la variación del lecho en los tramos objeto en los próximos 50 años. La altura del lecho del río Pisco está aumentando y se supone que básicamente es un río con una sedimentación creciente. Mientras que la cantidad total de los sedimentos entrantes y la variación total del lecho son relativamente mayores en este río. No obstante, puesto que los desastres provocados por sedimentos arrastrados pueden ocurrir localmente en un momento imprevisto, es necesario estudiar medidas de mantenimiento del curso fluvial en todos los ríos conforme a sus necesidades monitoreando la variación del curso. Según los resultados del análisis de variación del lecho fluvial, en el río Pisco son notables los impactos de sedimentos acumulados, por lo que es recomendable ejecutar un plan de control de sedimentos en el abanico aluvial.

Volumen total de sedimentos arrastrados (en miles de m ³)	8658
Promedio anual de sedimentos arrastrados (en miles de m ³)	173
Volumen total de variación de lecho (en miles de m ³)	2571
Promedio anual de variación de la altura del lecho (m)	0,2

ii) Plan de Control de Sedimentos en el abanico aluvial

Para el control de sedimentos en el abanico aluvial, existen obras de conservación de quebradas, combinando embalses de arena, compactación de piso, bandas y espigones, o combinación de estos. Éstas sirven no solo para el control de sedimentos, sino también como estructuras fluviales.

Actualmente se tiene proyectado construir un reservorio de retardación en el km 34,5 de la cuenca del Río Pisco, el cual también sirve de tanque desarenado.

Estas estructuras son más económicas y arrojan mejor relación costo beneficio en comparación con las obras diseñadas para cubrir toda la cuenca. Es mucho más rentable aún cuando se incluya el costo de mantenimiento de eliminación de piedras y rocas.

3) Plan de ejecución del presente Proyecto

Todas las cuencas seleccionadas son extensas. Así, al disponer las obras propuestas (protección de márgenes, presas de control de sedimentos, etc.) en todos los casos será elevado el costo de construcción y también se requerirá un prolongado tiempo hasta concluir el Proyecto. Esto quiere decir que se demorará mucho en manifestar sus efectos.

Considerando que el principal objetivo del presente Proyecto está en la mitigación de los daños de inundaciones, la opción más efectiva sería la de controlar los sedimentos en el cono aluvial.

El Río Pisco se caracteriza por ser más susceptible a la sedimentación, y como tal ya se está proyectando construir una obra fluvial que controle la sedimentación (reservorio). Se considera que ésta es la opción óptima para el presente Proyecto. Asimismo se incluirá la construcción del camino de acceso para el mantenimiento (eliminación de piedras) y el espacio de mantenimiento.

4.3.3 Asistencia Técnica

En base a las propuestas técnicas de medidas estructurales y no estructurales antes mencionadas, se propone una asistencia técnica para complementar dichas medidas en el presente Proyecto.

(1) Objetivo

El objetivo de la asistencia técnica es “mejorar la capacidad y nivel técnico adecuado de poblaciones como medida de gestión de riesgo para reducir daños de inundaciones en las cuencas objeto”.

(2) Área Objeto

El área objeto de la implementación del presente componente es Pisco.

En la etapa de la ejecución hay que coordinar la implementación de capacitación entre las autoridades de la cuenca. Sin embargo, para ejecutar las actividades en consideración con las características de cada cuenca, tiene que realizarla en forma independiente.

(3) Poblaciones Objeto

Los participantes serán representantes de las comisiones de regantes y otros grupos comunitarios, los gobiernos provinciales y distritales y de la comunidad local y miembros de la comunidad de la cuenca del Río Pisco, considerando la limitada capacidad de admisión.

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

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

(4) Actividades

Con el fin de alcanzar el objetivo mencionado, y con base en las experiencias y hallazgos en los cursos de capacitación de ex-PERPEC, en el presente componente se propone impartir los cursos de

capacitación en tres temas (“conocimiento sobre actividades de protección ribereña y conocimiento del ambiente agrícola y natural”, “trazado de planes preventivos de desastres en la comunidad contra daños de inundaciones” y “manejo de quebradas (laderas) para medidas contra sedimentación fluvial”) en los siguientes términos.

1) Actividad 1 “Curso de conocimiento sobre actividades de protección ribereña y conocimiento del ambiente agrícola y natural”

<i>Curso/Taller</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Operación y mantenimiento de Obras b) Manejo de plantas ribereñas c) Prevención y mitigación de erosión y manejo adecuado de los recursos naturales.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> a) Capacitar a la comunidad local en la operación y mantenimiento adecuado de las obras de protección ribereña existentes y las construidas por el presente Proyecto. b) Capacitar a la comunidad local para que tenga conocimientos necesarios sobre el rol de la vegetación ribereña para el control de inundaciones. c) Sensibilizar a la comunidad local en las medidas de prevención y mitigación, así como en el sistema de mantenimiento adecuado, dotándoles de conocimientos necesarios sobre la erosión del suelo y recursos naturales.
Dirigido a:	<ul style="list-style-type: none"> a) Oficiales de los gobiernos locales y el personal técnico de las comisiones de regantes. b-c) Oficiales de los gobiernos locales, personal técnico de las comisiones de regantes, representantes de la comunidad local.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> a) En cada cuenca, 12 sesiones en total (6 horas /sesión) b) En cada cuenca, 12 sesiones en total (5 horas / sesión) c) En cada cuenca, 26 sesiones en total (3 horas / sesión)
Instructores	<ul style="list-style-type: none"> a) Contratistas de las estructuras existentes, contratistas del presente Proyecto, personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales. b-c) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, académicos (profesores de las universidades, centros de investigación, ONGs, etc.)
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> a-1) Técnicas de operación y mantenimiento (OyM) de las obras de prevención de desastres fluviales existentes. a-2) Técnicas de OyM de las obras de construcción (tratamiento de drenaje y sedimentos, obras de toma, canales de riego, etc.) b-1) Mecanismo de la vegetación ribereña y prevención de desastres b-2) Reducción de daños de inundaciones mediante el manejo de la vegetación ribereña b-3) Prevención y reducción del impacto ambiental mediante el manejo de la vegetación ribereña c-1) Evaluación de la erosión del suelo en el sistema de cultivo actual c-2) Evaluación de los recursos naturales en el sistema de cultivo actual c-3) Prevención y reducción de la erosión del suelo mediante la aplicación de técnicas adecuadas c-4) Aprovechamiento de los recursos naturales para la prevención de desastres c-5) Aplicación de los recursos naturales en consideración del medio ambiente c-6) Uso efectivo de los recursos hídricos c-7) Coordinación del sistema de cultivo (cultivo colectivo, cultivo por rotación, cultivo continuo, etc.)

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

Curso/Taller	<ul style="list-style-type: none"> a) Prácticas y teoría para la formulación del Plan de Gestión de Riesgo (Fase I) b) Prácticas y teoría más detalladas para la formulación del Plan de Gestión de Riesgo (Fase II) c) Teoría de un sencillo sistema de alarma temprana de inundaciones
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> a) Adquisición de los conocimientos y técnicas para la elaboración de los planes de prevención de desastres comunitaria y gestión de riesgos con participación de la comunidad local b) Curso complementario de a) c) Ejecución de un sencillo sistema de alarma temprana de inundaciones, dar a conocer a los miembros de la comunidad y evacuación de los mismos
Dirigido a:	a-c) Oficiales de los gobiernos locales, el personal técnico de las comisiones de regantes y los representantes de la comunidad local.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> a) En cada cuenca, 19 sesiones en total (4 horas /sesión) b) En cada cuenca, 34 sesiones en total (5 horas /sesión) c) En cada cuenca, 24 sesiones en total (5 horas /sesión)
Instructores	a-c) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, expertos en desarrollo comunitario, facilitadores (participación comunitaria)
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> a-1) Manual de elaboración del plan de gestión de riesgos a-2) Análisis de la situación actual y desafíos de la gestión de riesgos a-3) Metodología del desarrollo comunitario participativo a-4) Demostración de la elaboración del plan (tentativo) de gestión de riesgos b-1) Plan de actividades comunitarias teniendo en cuenta el ecosistema (Trazado de planes considerando el ambiente natural ribereño y sus alrededores) b-2) Plan de gestión de riesgos b-3) Trazado de plan de actividades preventivas de desastre (Introducción al trazado de plan) c-1) Red de información del sistema de alarma temprana c-2) Capacitación conjunta con municipios y comisiones de regantes

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

Curso/Taller	a) Técnicas de conservación de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto) b) Técnicas de producción de plántulas para reforestación d) Técnicas de trasplante e) Gestión y conservación de los recursos forestales
Objetivos	a) Adquisición por la comunidad local de las técnicas adecuadas de conservación de laderas desplomadas en el curso medio y alto de acuerdo con las condiciones de cada cuenca, con el fin de promover el control de sedimentos fluviales. b) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de producción de plántulas para la reforestación. d) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de trasplante. e) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de gestión y conservación de los recursos forestales.
Dirigido a:	a-d) Oficiales de los gobiernos locales, personal técnico de las comisiones de regantes, representantes de la comunidad local, y miembros de la comunidad.
Duración	a) En cada cuenca, 12 sesiones en total (5 horas /sesión) b-d) En cada cuenca, tres cursos sobre el manejo de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto) para medidas contra sedimentación fluvial incluyendo éste, 40 sesiones en total (5 horas /sesión)
Instructores	a-d) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, académicos (profesores de las universidades, centros de investigación, ONGs, etc.)
Contenido	a-1) Características y conservación del suelo en las quebradas a-2) Sistema de producción agropecuaria y forestal en las laderas desplomadas en el curso medio y alto. a-3) Sistema de pastura en las laderas desplomadas en el curso medio y alto. a-4) Reproducción de la vegetación tradicional a-5) Conservación y mitigación de la erosión de las laderas desplomadas en el curso medio y alto. a-6) Mantenimiento participativo de miembros de la comunidad b-1) Selección de los árboles de alta aptitud local b-2) Técnicas de viverización b-3) Técnicas de producción de plántulas b-4) Plan de construcción de viveros comunitarios c-1) Análisis de las áreas candidatas para reforestación c-2) Técnicas de trasplante c-3) Técnicas de manejo del suelo c-4) Técnicas de poda c-5) Plan de manejo forestal comunitario d-1) Medidas contra las inundaciones mediante reforestación d-2) Conservación y manejo de las plántulas d-3) Manejo de los productos forestales d-4) Plan comunitario de manejo de reforestación

(5) Costos directos y Período de ejecución

Los costos directos de las actividades mencionadas se presentan en la Tabla siguiente. El monto del costo se estima en S. /144.050 en total. El desglose de los precios unitarios del costo directo se presenta en el Anexo-12, No.05 Monto de proyectos por cuenca.

El período de las actividades es dos años aproximadamente aunque hay que considerar los procesos de las medidas Estructurales y No-Estructurales.

Tabla 4.3.3-1 Contenido y costo directo de la asistencia técnica

En SNIP, el presente proyecto está dividido en el componente A (medidas estructurales, forestación y control de sedimentos arrastrados) y el componente B (asistencia técnica: educación de prevención de desastre/ desarrollo de capacidad preventiva de desastres) y A y B serán ejecutados simultáneamente. Por lo general, para el componente B será contratado un proveedor y éste lo llevará a cabo bajo el plan y administración de un consultor y la institución ejecutora. En caso de que el propio proveedor tenga dificultad de ejecutarlo por sí mismo, contratará por su cuenta algún consultor apropiado. Por lo tanto, es necesario estipular detalladamente las obligaciones del proveedor en las especificaciones de la obra que forman parte de los documentos de licitación.

(6) Plan de ejecución

La Dirección de General de Infraestructura Hidráulica (DGIH-MINAG) ejecuta este componente como 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 acciones 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 vasta experiencia en proyectos similares.
- Considerando que existen algunos gobiernos locales que han iniciado la elaboración de un plan de gestión de riesgos 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 comisiones 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) Componentes estructurales

i) Construcción

1) Costo directo de obras (reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres, desarrollo de capacidades, y obra de compensación.)

2) Gastos generales = 1)× 15 %

3) Beneficios = 1)× 10 %

4) Costo de ejecución de obras = 1)+2)+3)

5) Impuestos = 4)×18 % (IGV)

6) Costo de construcción = 4)+5)

ii) Costos del servicio de consultoría (estructuras, reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades)

7) año detallado

8) Supervisión de obras

9) Costos del servicio de consultoría = 7)+8)

1) proyectos de medidas estructurales = 6)+9)

2) adquisición de terrenos

3) costo de administración de las unidades ejecutoras

Costo total del Proyecto = 1) +2) +3)

(2) Costos directos de obras

Los costos directos de obras se estimaron aplicando los costos unitarios según tipo de obras, con base en los precios de mano de obra, materiales y equipos al 1 de agosto de 2011, a los que se aplicaron el volumen de obras.

1) Mano de obra

En la Tabla 4.4.1-1 se indica el costo de mano de obra, en la que se aplicaron los costos y los datos tomados de la Revista Costos y Presupuesto.

2) Materiales

En la Tabla 4.4.1-2 se indican los precios unitarios de los principales materiales.

3) Equipos

En la Tabla 4.4.1-3 se indican los precios de alquiler/hora de las principales maquinarias de construcción.

4) Volumen de obras

En la Tabla 4.4.1-4 se indica el volumen de obras según tipos del presente Estudio. Para los detalles del volumen de obras, véase el Anexo-8 Plan de instalaciones/Diseño, Cálculo del volumen.

5) Costo unitario de las obras

En la Tabla 4.4.1-5 se indican los resultados del cálculo de costo unitarios según el tipo de obras, aplicando los datos antes mencionados, y tomando el ejemplo del Río Cañete. Para los detalles del cálculo de los precios unitarios de obras, véase el Anexo-9 Plan de ejecución/Cálculo, 3. Cálculo.

En la Tabla 4.4.1-6 se indican los costos directos de obras calculados aplicando los costos unitarios de obras y el volumen de trabajo.

(3) Costos de las medidas estructurales

En la Tabla 4.4.1-12 se indican los costos de las medidas estructurales. Asimismo en las Tablas 4.4.1-7 y 4.4.1-8 se indican la desagregación de los costos de diseño detallado y de supervisión de obras, respectivamente, tomados de la Tabla 4.4.1-12. El costo del servicio de consultoría se calcula según el Anexo-14 Plan de ejecución de proyecto de cooperación financiera reembolsable, Documento adjunto-1 Términos de referencia.

(4) Costos de adquisición de terrenos y de obras de compensación

En las Tablas 4.4.1-9 y 4.4.1-10 se indican los costos de adquisición de terrenos y de obras de compensación, respectivamente. Para los detalles véase el Anexo-9 Plan de ejecución/Cálculo, 4. Compensación.

(5) Costo de administración de las unidades ejecutoras

En la Tabla 4.4.1-11 se indican el costo de administración de las unidades ejecutoras.

(6) Costo total del Proyecto

En la Tabla 4.4.1-12 se indica el costo total del Proyecto.

(7) Costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.4.1-14 se indica el costo de operación y mantenimiento después de implementado el Proyecto. (Véase Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo)

Tabla 4.4.1-1 Costo unitario de mano de obra (1)

Tabla 4.4.1-1 Costo unitario de mano de obra (2)

Tabla 4.4.1-2 Precios unitarios de los principales materiales

Tabla 4.4.1-3 Precios unitarios de las principales maquinarias de construcción

Tabla 4.4.1-4 Volumen de obras

Obras	Unidad	TOTAL
		PISCO
1.0 Obras provisionales		
1.1 Oficina en el sitio	M2	530
1.2 Letreros	UND	6
1.3 Caminos de acceso provisionales	KM	13
1.4 Transporte de maquinarias pesadas	GLB	1
2.0 Obras de preparación		
2.1 Determinación de posición y nivel	ML	16,020
2.2 Control de levantamiento	M	16,020
2.3 Transporte de maquinarias pesadas	GLB	5
2.4 Desmontaje de estructuras de hormigón existentes	M3	
2.5 Descolmatación	M3	
2.6 Disposición de tierras residuales	M3	
3.0 Movimiento de tierra		
3.1 Descolmatación	M3	662,278
3.2 Transporte de tierra de relleno	M3	210,658
3.3 Construcción de diques y compactación	M3	362,319
3.4 Excavación del borde de protección de márgenes	M3	200,005
3.5 Acabado de talud del dique	M3	78,704
3.6 Disposición de tierras residuales	M2	656,876
3.7 Descolmatación (estructuras)	M3	
4.0 Obras de protección de márgenes		
4.1 Corte de rocas con explosivos	M3	227,789
4.2 Acopio de rocas	M3	227,789
4.3 Transporte de rocas	M3	227,789
4.4 Obras de protección de márgenes	M3	56,285
4.5 Instalación de rocas (borde)	M3	171,505
4.6 Suministro e instalación de GEOTEXTILE	M2	163,914

Tabla 4.4.1-5 Estimación de costo unitario de obra (Ejemplo. Río Pisco Pi-1)

Tabla 4.4.1-6 Costos directos de obras (A precio privado y social)

Tabla 4.4.1-7 Costo de diseño detallado por la firma consultora (Total cuatro cuencas)

Tabla 4.4.1-8 Costo de supervisión de obras por la firma consultora (Total cuatro cuencas)

Tabla 4.4.1-9 Adquisición de terrenos

Tabla 4.4.1-10 Obras de compensación (Costo directo de obras)

Tabla 4.4.1-11 Costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras (total 4 cuencas)

Tabla 4.4.1-12 Costo total del Proyecto (costos a precios privados)

Tabla 4.4.1-13 Costo total del Proyecto (costos a precios sociales)

Tabla 4.4.1-14 Costo anual de operación y mantenimiento

4.4.2 Cálculo de costos (costos a precios sociales)

En la Tabla anterior 4.4.1-6, se indican los costos directos de obras a costos a precios sociales. Asimismo en la Tabla 4.4.1-13 se presentan el costo total del Proyecto determinado convirtiendo los costos de servicio de consultoría, adquisición de terrenos, obras de compensación y costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras en costos a precios privados en los sociales.

Los precios sociales se calculan multiplicando los precios privados (costos de mano de obra, materiales y equipos) por los factores de conversión estándar (FCE).

Los factores de conversión estándar (FCE) se refieren a la relación de los precios sociales económicos calculados en la frontera y los precios privados en el país. A los bienes y servicios adquiridos en el país se les aplican los factores de conversión estándar (FCE) para convertirlos en precios sociales. En el presente estudio se hizo el cálculo basándose en la Directiva general del sistema nacional de inversión pública, (Resolución directoral No. 003-2011-EF/68.01, Anexo SNIP 10-V 3.1), vigente en Perú. La Tabla 4.4.2-1 presentan los FCS determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Tabla 4.4.2-1 Factores de conversión estándar a precios sociales (MEF: Ministerio de Economía y Finanzas)

DESCRIPCION	VALOR
•Gastos en Bienes Nacionales	0.85
•Gastos en Bienes Importados	0.92
•Impuestos Indirectos de Insumos Importados *	
Tasa Ad. Valorem	0.12
Tasa Impuesto General a las Ventas	0.18
•Factor de corrección de la Divisa	1.08
•Gastos en Combustibles	0.66
•Costos Indirectos (gastos administrativos y financieros)	0.85
•Servicio de Consultorías (Expediente y Supervisión)	
Persona Jurídica	0.85
Persona Natural	0.91
•Gastos en Mano de Obra Calificada	0.91
•Gastos en Mano de Obra No Calificada	0.68
Lima Metropolitana urbano	0,86
Región Costa urbano	0,68
Región Costa rural	0,57
Región Sierra urbano	0,60
Región Sierra rural	0,41
Región Selva urbano	0,63
Región Selva rural	0,49
•Impuestos indirectos de Mano de Obra **	
Tasa de Cuarta Categoría por Servicios No Personales (10%)	0.91

*Corresponde a los impuestos en promedio.

**Sólo se incluirá a la Mano de Obra No Calificada si es que se les paga por Recibos por Honorarios.

Como ejemplo, la Tabla 4.4.2-2 muestra un procedimiento de conversión de precios privados a precios sociales. Para el procedimiento de la conversión de otras partidas véase el Anexo-10 Estudio socioeconómico/Análisis económico, Documento adjunto-3.

Tabla 4.4.2-2 Conversión del costo directo de obra de medidas de precios privados en 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 con 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 un monto de pérdidas de inundaciones en un 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 un monto de pérdidas de inundaciones en el área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre con las obras prioritarias de control de inundaciones construidas (Pi-1~Pi-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, 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 en 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 de inundación. • 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 multiplicando el monto de bienes por un 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 multiplicando un 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 multiplicando el monto de pérdida de activos generales por un 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 daños 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 un coeficiente de daños según profundidad de

inundación por el 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) y el monto de pérdida indirecta (pérdida de cosecha debido a 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 \times tamaño (caudal y 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 calculó que la obra se destruye totalmente por el caudal con un período de retorno de 10 años.

2) Pérdida de cultivo

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

Ganancia anual = (venta de los cultivos – costo) \times frecuencia de cosecha al año

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

Costo = costo unitario (s./ha) \times 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

Se hizo cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones según el periodo

de retorno. En la Tabla 4.5.1-2 se muestran ejemplos del cálculo de montos estimados de pérdidas. Para los detalles véase I-7 Libro de datos.

Tabla 4.5.1-2 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios privados) (Río Pisco)

(Mil soles)

Ítem de daños	T=50 años	
	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	25.230	5.349
Daños en estructuras de riego	12.757	1.442
Daños viales	11.560	1.689
Daños en viviendas	16.945	478
Daños en instalaciones públicas	4.548	129
Daños en los servicios públicos	10.470	22
TOTAL	81.510	9.108

En la Tabla 4.5.1-3 se muestran los montos de pérdidas generadas por desastres de diferentes períodos de retorno, con y sin el Proyecto en el río Pisco.

Tabla 4.5.1-3 Monto estimado de pérdidas (a precios privados) (en miles de soles)

Caso	Período de retorno	Precios Privados
		Pisco
Sin Proyecto	2	16,668
	5	23,343
	10	50,239
	25	59,936
	50	81,510
	Total	231,698
Con Proyecto	2	221
	5	302
	10	2,756
	25	6,595
	50	9,108
	Total	18,982

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

Se determina un 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 esperada. A continuación se presentan los procedimientos del cálculo.

Tabla 4.5.1-4 Cálculo del monto medio anual de reducción de pérdidas esperada

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			$D_0 = 0$			
1/2	L_1	L_2	$D_1 = L_1 - L_2$	$(D_0 + D_1)/2$	$1 - (1/2) = 0,500$	$d_1 = (D_0 + D_1)/2 \times 0,67$
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	$D_3 = L_5 - L_6$	$(D_2 + D_3)/2$	$(1/5) - (1/10) = 0,100$	$d_3 = (D_2 + D_3)/2 \times 0,100$
1/20	L_7	L_8	$D_4 = L_7 - L_8$	$(D_3 + D_4)/2$	$(1/10) - (1/20) = 0,050$	$d_4 = (D_3 + D_4)/2 \times 0,050$
1/30	L_9	L_{10}	$D_5 = L_9 - L_{10}$	$(D_4 + D_5)/2$	$(1/20) - (1/30) = 0,017$	$d_5 = (D_4 + D_5)/2 \times 0,017$
1/50	L_{11}	L_{12}	$D_6 = L_{11} - L_{12}$	$(D_5 + D_6)/2$	$(1/30) - (1/50) = 0,013$	$d_6 = (D_5 + D_6)/2 \times 0,013$
1/100	L_{13}	L_{14}	$D_7 = L_{13} - L_{14}$	$(D_6 + D_7)/2$	$(1/50) - (1/100) = 0,010$	$d_7 = (D_6 + D_7)/2 \times 0,010$
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 4.5.1-5 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 Pisco.

Tabla 4.5.1-5 Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (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				
PISCO	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	16,668	221	16,448	8,224	4,112	4,112	
	5	0.200	23,343	302	23,041	19,745	5,923	10,035	
	10	0.100	50,239	2,756	47,484	35,263	3,526	13,562	
	25	0.040	59,936	6,595	53,341	50,412	3,025	16,586	
	50	0.020	81,510	9,108	72,402	62,872	1,257	17,844	

(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 del beneficio generada por 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 sea mayor que la tasa social de descuento, la relación B/C sea mayor a uno y el VAN sea mayor a cero, se considera que dicho proyecto es eficiente desde el punto de vista del crecimiento de la economía nacional.

Tabla 4.5.1-6 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 (10 %) / 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

El período objeto de la evaluación del Proyecto será de 15 años al igual que el período adoptado en el Informe de Perfil del Programa. Si bien es cierto que el período objeto de la evaluación establecido por el SNIP en su Anexo 10 de los Reglamentos, es de 10 años, también se establece que este período puede ser modificado cuando la unidad formuladora del proyecto (en este caso DGIH) lo considere necesario. La DGIH adopta un período de 15 años en su Informe de Perfil del Programa, con la aprobación de la OPI y DGPM (19 de marzo de 2010). Por otro lado, dado que JICA establece un período de 50 años para el Estudio de Desarrollo, se consultó con DGIH y a OPI y recibió la instrucción de adoptar 15 años. Cabe recordar que en el Anexo 14 “Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera Reembolsable” se describe la evaluación socioeconómica en el caso de adoptar un período objeto de la evaluación de 50 años.

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. FCE están determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) según lo indicado en la Tabla 4.4.2-1 anterior.

iii) Otras condiciones preliminares

Nivel de precios:	2011
Tasa social de descuento:	10 % (Según los reglamentos del SNIP)
Costo anual de mantenimiento:	Véase el apartado correspondiente.

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

Se compararon el costo total requerido para la rehabilitación y mantenimiento de las obras de control de inundaciones y el beneficio total (monto de pérdidas reducidas) proveniente de dichas obras rehabilitadas, convirtiéndolos en valores actuales aplicando la tasa social de descuento. 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, convertidos en valores actuales; y el beneficio total sumando el promedio del monto anual de reducción de pérdidas esperada, convertido en valores actuales.

En la Tabla 4.5.1-7 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios privados.

Tabla 4.5.1-7 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados)

La Tabla 4.5.1-8 presenta ejemplos del cálculo (a precios privados) de la evaluación social del río Pisco.

Tabla-4.5.1-8 Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (Río Pisco)

Tabla-4.5.1-9 Cálculo de la evaluación social (a precios sociales) (río Pisco)

4.5.2 Costos a precios sociales

(1) Beneficios

1) En la Tabla 4.5.2-1 se presentan ejemplos del cálculo de montos estimados de pérdidas. Para los detalles véase I-7 Libro de datos

Tabla 4.5.2-1 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios sociales) (río Pisco)

Ítem de daños	T=50 años	
	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	41.768	8.585
Daños en estructuras de riego	10.550	1.192
Daños viales	9.133	1.334
Daños en viviendas	14.352	404
Daños en instalaciones públicas	3.853	109
Daños en los servicios públicos	8.245	18
TOTAL	87.899	11.643

Tabla 4.5.2-2 Monto estimado de pérdidas (a precios sociales) (En miles de soles)

Caso	Período de retorno	Pisco
Sin Proyecto	2	17,099
	5	22,817
	10	54,702
	25	64,250
	50	87,899
	Total	246,768
Con Proyecto	2	310
	5	433
	10	3,243
	25	8,543
	50	11,643
	Total	24,172

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

En la Tabla 4.5.2-3 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 Pisco.

Tabla 4.5.2-3 Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (a precios sociales)

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				
PISCO	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	17,099	310	16,788	8,394	4,197	4,197	
	5	0.200	22,817	433	22,384	19,586	0.300	5,876	10,073
	10	0.100	54,702	3,243	51,459	36,922	0.100	3,692	13,765
	25	0.040	64,250	8,543	55,708	53,583	0.060	3,215	16,980
	50	0.020	87,899	11,643	76,257	65,982	0.020	1,320	18,300

(2) Evaluación social

En la Tabla 4.5.2-4 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios sociales.

Tabla 4.5.2-4 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales)

La Tabla 4.5.1-9 presenta ejemplos del cálculo (a precios sociales) de la evaluación social del río Pisco

4.5.3 Conclusiones de la evaluación social

La evaluación social puso de manifiesto que el proyecto de la cuenca del Río Pisco arrojará un impacto económico palpable en términos de costos a precios sociales y privados. 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

Por los resultados de la evaluación económica anteriormente expuestos, se considera que el presente Proyecto contribuirá sustancialmente al desarrollo de la economía local.

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 proyectar de manera acertada de un proyecto público, puesto que éste se caracteriza por un largo período requerido desde su planificación hasta la puesta en operación, y por una 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 al no concordar con la realidad las precondiciones o la hipótesis predeterminadas. 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) Ejecución de Análisis de sensibilidad

1) Descripción general de 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 evaluar
Costo de construcción	En caso de aumentar el costo de construcción en un 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Beneficio	En caso de reducirse el beneficio en un 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Tasa social de descuento	En caso de aumentar y reducirse la tasa social de descuento en un 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

	Basin	Item	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
				Cost increase 5%	Cost increase 10%	Benefit decrease 5%	Benefit decrease 10%	Disc. rate increase 5%	Disc. rate decrease 5%
PRIVATE PRICE	PISCO	IRR (%)	21%	20%	19%	20%	19%	21%	21%
		B/C	1.74	1.66	1.58	1.65	1.56	1.34	2.33
		NPV(\$)	44,377,936	41,471,590	38,565,243	39,140,315	33,902,693	19,082,579	86,701,555
SOCIAL PRICE	PISCO	IRR (%)	27%	25%	24%	25%	24%	27%	27%
		B/C	2.13	2.04	1.95	2.03	1.92	1.65	2.86
		NPV(\$)	57,079,434	54,657,431	52,235,427	51,707,937	46,336,440	30,344,695	101,432,164

(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 riesgos

A continuación se describen los resultados del análisis de riesgos en las 23 estaciones que integran el presente Proyecto.

(1) Definición de riesgos

Se cálculo en sentido inverso un porcentaje creciente del costo y un porcentaje decreciente del beneficio con que NPV sea cero en cada cuenca calculada en la cláusula 4.5.2 Evaluación social (a precios sociales) y se define el nivel de riesgo en la construcción de instalaciones como sigue:

Alto riesgo:	Con un aumento del costo en más del 0 % y menos del 15 %, ó una reducción del beneficio en más del 0 % y menos del 15 %, NPV será cero.
Mediano riesgo:	Con un aumento del costo en más del 15 % y menos del 30 %, ó una reducción del beneficio en más del 15 % y menos del 30 %, NPV será cero.
Bajo riesgo:	Con un aumento del costo en más del 30 %, ó una reducción del beneficio en más del 30 %, NPV será cero.

(2) Magnitud de riesgos en cada cuenca

En la Tabla 4.7-1 se indican el porcentaje de incremento del costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0 a precios sociales en cada cuenca. Se observa que en todas las cuencas presentan pequeño riesgo frente a los beneficios, pero se considera necesario realizar un seguimiento (de la reducción del costo de construcción y del costo de mantenimiento de las obras terminadas) a las cuencas que presenten relativamente alto riesgo.

Tabla 4.7-1 Porcentaje del incremento de costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0

4.8 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. Si bien es cierto que los porcentajes de los aportes se determinan mediante discusiones, en el presente Estudio se ha trabajado con el supuesto de que el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 10 % y los gobiernos regionales el 10 %, que son porcentajes de un modelo representativo. 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.

(1) Rentabilidad

El proyecto es suficientemente rentable en el río Cañete, tal como se indicó en el apartado 4.5 “Evaluación social”, lo que demuestra la alta sostenibilidad del proyecto.

(2) Comisión de regantes

Las comisiones de regantes son organizaciones sin fines de lucro administradas por pobladores y fundadas según la ley promulgada el 14 de octubre de 1987 (Resolución Ministerial No. 0837-87-AG). La comisión de regantes de Perú la constituyen 114 comisiones y estas están compuestas por 1582 comités de regantes. Asimismo, están registradas en la Junta Nacional (compuesta de 7 miembros seleccionados por la elección de las comisiones regantes de todo el país), y desarrollan sus actividades como representantes de todos los agricultores peruanos en el sector agrícola. Las comisiones de regantes de Perú están reconocidas en los sectores agrícolas tanto privados como públicos y otros sectores de la sociedad peruana.

Cada comisión de regantes cuenta con varios sectores de riego. Estos sectores significan áreas de riego que están divididas por las características locales (comparten los puntos de control de agua, como presas y bocatomas pequeñas, y canales secundarios y terciarios).

En lo que se refiere al sistema de toma de decisiones en las comisiones de regantes en cada cuenca, se celebra una cesión de consejo directivo dos veces al mes, donde se proponen los temas prioritarios y necesidades de cada comisión, y se determinan las acciones prioritarias a tomar en el mes correspondiente mediante las discusiones. Este Consejo directivo lo conforman 7 miembros: Presidente, vicepresidente, secretario, contable, sub-contable y 2 vocales.

Los principales trabajos de las comisiones de regantes son los siguientes;

* Tratar de entenderse mutuamente entre los miembros e integrar la voluntad como comisión.

* Compartir recursos de agua de manera eficiente y equitativa

- * Administración, operación y mantenimiento de las instalaciones de riego de su competencia
 - * Sensibilización ante los recursos de agua y desarrollo de capacidad
 - * Desarrollo de actividades agrícolas de los miembros y fomento del mejoramiento de la calidad de vida mediante el aumento del ingreso
- (3) En la Tabla 4.8-1 se presentan los presupuestos de las comisiones de regantes según cuenca en los últimos años.

Tabla 4.8-1 Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes

(Unidad: soles)

Ríos	Presupuesto anual			
	2007	2008	2009	2010
Pisco	1.648.019,62	1.669.237,35	1.725.290,00	1.425.961,39

Los ingresos de las comisiones de regantes constan de 1) tarifa de agua de riego por m³ y 2) alquiler de la maquinaria pesada a las empresas privadas, sin ningún subsidio del gobierno central. Por otra parte, los gastos consisten en 1) costo de operación del sistema de captación (sueldo del operador en la bocatoma, etc.), 2) Costo de mantenimiento del sistema de riego (bocatoma y canales de riego), 3) costo de investigación sobre la mejora del sistema de riego, 4) costo de administración de la oficina de comisión de regantes, etc.

Por otro lado en la Tabla 4.8-2 se presenta el costo anual de operación y mantenimiento requerido después de construidas las obras, según el apartado 4.4.1.

En la misma Tabla se presenta el porcentaje que el costo de operación y mantenimiento representa dentro del presupuesto de cada comisión de regantes de 2009.

El porcentaje del costo anual de OyM dentro del presupuesto de las comisiones de regantes en 2009 en el río Pisco es el más bajo con 22,2 %. Por otro lado, el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas oscila 2,1%, que es una cifra muy reducida. El porcentaje del costo de mantenimiento del presente Proyecto es relativamente alto respecto al presupuesto actual de proyectos, sin embargo, el porcentaje de este costo de mantenimiento después de la implementación del Proyecto resultará muy bajo respecto al monto de pérdidas anual por daños. Por lo tanto, se puede considerar que el incremento de la renta debido a la disminución de daños de inundaciones podrá cubrir suficientemente el costo de mantenimiento. Así, se considera que las comisiones podrán asumir sin problema el costo de OyM.

En cuanto a la capacidad de operación y mantenimiento, cada comisión de regantes tiene maquinaria pesada (tractor, excavadora, tráiler, camión volquete, etc.) y se dedica al mantenimiento y reparación de los diques, protección de orillas y canales de riego. Puesto que las obras de control de inundaciones contempladas en el presente Proyecto son diques, presas y otras obras muy familiares localmente, se

considera que las comisiones de regantes son capaces de asumir esta responsabilidad con la asistencia técnica el MINAG y de los gobiernos locales.

Tabla 4.8-2 Porcentaje de los costos de OyM sobre del costo de operación cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas

Ríos	Costo de operación comisiones de regantes (mil S/)	Costo anual de OyM (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)	Monto anual medio de pérdidas reducidas (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4)	(5) = (2)/(4)
Pisco	1.725	383	22,2	17.844	2,1

(4) Deliberaciones con las comisiones de regantes

Es necesario que el gobierno central (MINAG) y las comisiones de regantes tengan deliberaciones sobre los siguientes temas y preparen un acuerdo.

- Porcentaje del aporte del costo del proyecto
- Entrega de las instalaciones de control de inundaciones
- Administración y mantenimiento de las instalaciones
- Entrega, administración y mantenimiento de los árboles plantados a lo largo del río

4.9 Impacto Ambiental

4.9.1 Procedimiento de la evaluación de impacto ambiental

Los proyectos que se implementan en el Perú son clasificados por la unidad responsable del ministerio rector en la etapa del estudio de pre inversión, en tres categorías siguientes conforme la magnitud del supuesto impacto socio-ambiental por la implementación del proyecto en cuestión. Los proyectos de la Categoría I con leve impacto ambiental debe realizar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), los de la Categoría II el “Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA_{sd})” y los de la Categoría III el “Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA_d)”, entregando debidamente el informe correspondiente para obtener la aprobación de la unidad responsable del ministerio rector.

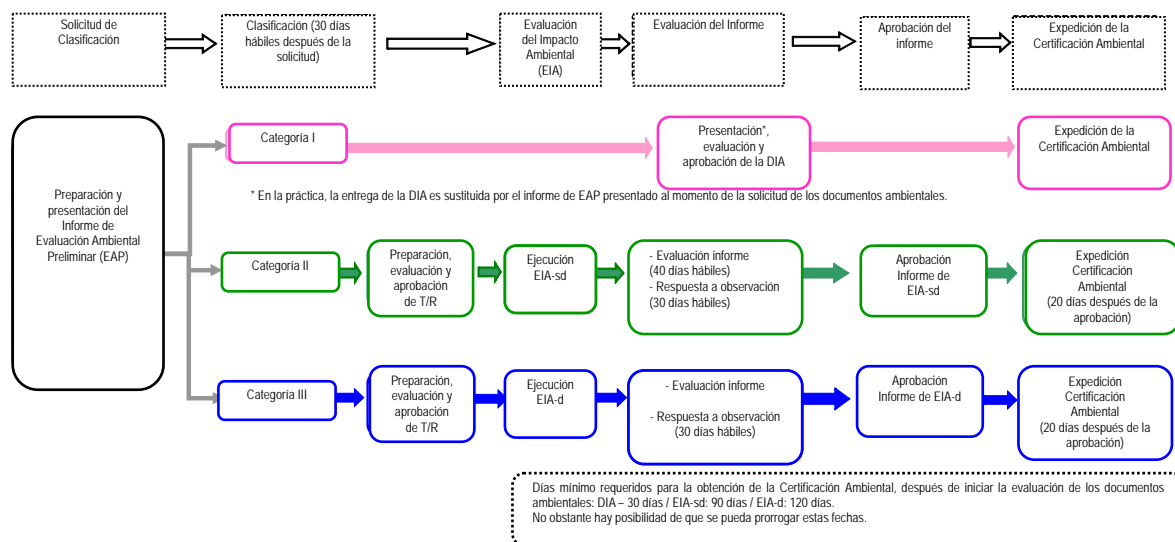
Tabla 4.9.1-1 Categorización según el grado del impacto ambiental

	Grado del impacto ambiental del Proyecto	Informes requeridos para la certificación ambiental
Categoría I	Proyectos cuya ejecución no origina impactos ambientales negativos de carácter significativo.	DIA
Categoría II	Proyectos cuya ejecución puede originar impactos ambientales moderados y cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas fácilmente aplicables.	EIA-sd
Categoría III	Proyectos cuyas características, envergadura y/o localización, pueden producir impactos ambientales negativos significativos, cuantitativa o cualitativamente, requiriendo un análisis profundo para revisar sus impactos y proponer la estrategia de manejo ambiental correspondiente.	EIA-d

Fuente: Preparada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Ley de SEIA (2001)

A continuación se esquematiza los procedimientos a seguir para conseguir la Presentación de la

Solicitud de documentos ambientales, clasificación, preparación de los términos de referencia del estudio del impacto ambiental, su aprobación, ejecución del estudio, evaluación y aprobación del informe, expedición de la certificación ambiental.



Fuente: Preparada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Guía de SEIA (2009) y entrevistas en DGAA.

Figura 4.9.1-1 Procedimientos para la obtención de Certificación Ambiental en MINAG

La unidad ejecutora del proyecto debe, en primer lugar, presentar el informe de Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) a la unidad responsable del ministerio rector para que ésta determine la categoría del proyecto en cuestión. La unidad responsable define la categoría tras evaluar el informe del EAP. Los proyectos de Categoría I requiere la entrega de la DIA. En el caso del MINAG, la entrega de la DIA, prácticamente es sustituida por el informe de EAP presentado al momento de la solicitud de los documentos ambientales. Los proyectos de Categorías II y III están obligados a ejecutar el EIA-sd o EIA-d, respectivamente.

A continuación se describe el avance en los procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del presente Proyecto.

La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) ha sido realizada por un consultor local registrado en el MINAG (CIDES Ingenieros S.A.) entre diciembre de 2010 y enero de 2011 para la cuenca del Río Pisco.

El informe de EAP de la cuenca del río Pisco ha sido entregado el 25 de enero de 2011 del Equipo de Estudio de JICA a DGIH, y éste lo entregó a DGAA el 19 de julio de 2011.

El informe de EAP de la cuenca del río Pisco fue evaluado por DGAA y éste dio comentarios correspondientes a DGIH el 9 de septiembre de 2011. Con base en dichos comentarios, el Equipo de Estudio de JICA hizo modificaciones de EAP y lo entregó a DGAA el 21 de septiembre del mismo año.

La DGAA ha finalizado la evaluación de este documento expidiendo la aprobación a DGIH a finales de diciembre de 2011, con lo que el proyecto del Río Pisco quedó clasificado en la Categoría I. No es necesario realizar más EAP para esta cuenca.

El Equipo de Estudio de JICA verificó y evaluó los impactos ambientales positivos y negativos que puedan manifestarse con la implementación del presente Proyecto y preparó un plan de prevención y mitigación de los impactos con base en los resultados del estudio ambiental preliminar, visitas directas al campo y entrevistas.

Las obras planeadas son Mejoramiento de diques existentes, Conformación de dique, Descolmatación de cauces, Protección de márgenes, Mejoramiento/Reparación de bocatomas y obras de división, y Ampliación de cauce. En la Tabla 4.9-2 se resumen los sitios previstos para las obras de control de inundaciones planeadas en el río Pisco.

Tabla 4.9.1-2 Sitios previstos para la ejecución de obras

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales	Dimensiones de las estructuras		
Río Pisco	Pi-1	3.0-5.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud	4,120 m	
						Conformación de dique		92,900 m ³
						Enrocado para cimentación de dique		32,200 m ³
	Pi-2	6.5-7.9 km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=1,200 m, V=74,900 m ³	
					Conformación de dique		L=2,950 m, V=42,520 m ³	
					Enrocado para cimentación de dique		25,000 m ³	
Pi-3	12.4-13.9 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud	1,500 m		
					Conformación de dique		33,900 m ³	
					Enrocado para cimentación de dique		12,600 m ³	
Pi-4	19.5-20.5 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud	1,010 m		
					Conformación de dique		17,400 m ³	
					Enrocado para cimentación de dique		8,060 m ³	
Pi-5	25.8-26.4 km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=600 m, V=67,600 m ³		
				Conformación de dique		L=1,250 m, V=29,900 m ³		
				Enrocado para cimentación de dique		10,600 m ³		
Pi-6	34.5-36.4 km	Bocatoma existente (Poza de regulación de sedimentos 1,800 x 700m)		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=1,900 m, V=496,000 m ³		
				Conformación de dique (parte de afuera)		L=2,050 m, V=103,600 m ³		
				Enrocado para cimentación de dique		19,900 m ³		
				Conformación de dique (parte de adentro)		L=3,750 m, V=114,000 m ³		
				Enrocado para cimentación de dique		63,100 m ³		

Fuente: Equipo Estudios de JICA

4.9.2 Metodología de la evaluación del impacto ambiental

A continuación se describe el procedimiento y métodos de identificación y evaluación de los impactos socios ambientales. Primero se comprobó el plan de obras de estructuras fluviales y se elaboró la matriz de tipo “Leopold” para identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales.

La identificación se desarrolló a nivel ambiental (ambiente natural, biológico y social) y a nivel de proyecto (periodo de construcción y de operación y mantenimiento); y la evaluación fue expresada en cifras tomando en cuenta la naturaleza, probabilidad de ocurrencia, grado (intensidad, alcance, duración y reversibilidad) y se dio un valor total del impacto. En las Tablas 4.9.2-1 se presentan criterios empleados en la evaluación (en cifras).

Tabla 4.9.2-1 Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold

Índice		Puntaje	
Naturaleza del impacto ambiental	Positivo (+)		
	Negativo (-)		
Probabilidad de ocurrencia	Alta (> 50%)	1	
	Media (10 – 50%)	0.5	
	Baja (1– 10%)	0.2	
Magnitud	Intensidad	Insignificante	10
		Intensidad moderada	5
		Alteración extrema	2
	Extensión	Área de influencia indirecta	10
		Área de influencia directa	5
		Área que ocupa la obra	2
	Duración	> 10 años	10
		5 – 10 años	5
		1 – 5 años	2
	Reversibilidad	Irreversible	10
Parcialmente		5	
Reversible		2	

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en EAP.

Tabla 4.9.2-2 Grados de significancia de impactos

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

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en EAP

4.9.3 Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio Ambientales

Aquí se resumen los resultados de la evaluación del impacto ambiental en la cuenca del Río Pisco y luego se describen los impactos particularmente significativos. Posteriormente se entrega una matriz de EAP de la cuenca del río Pisco.

En la cuenca del río Pisco, de acuerdo a los resultados de identificación de impactos para la etapa constructiva, se han hallado un total de 69 interacciones, de las cuales 67 (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 67 impactos negativos sólo 12 han sido cuantificados como significativos y 2 como muy significativos.

La calificación fue determinada utilizando la Tabla 4.8.3-2. Los puntos fueron atribuidos al “sí” o “no” del impacto, independientemente a su intensidad. “P” significa: Impacto Positivo y N: Impacto Negativo.

Tabla 4.9.3-1 Matriz de percepción de impactos (período de construcción)

Etapa de Contrucción			Obra	1-6	1-6	1,3,4	1-6	5	1-5	1,3,4,6	1,3,4,6	1-6	1-5	1-6	1-6	Total negativos	Total positivos	
Medio	Componente	Factores ambientales	Actividad															
			Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Desviación de cauces (ataguías)	Excavación y movimiento de tierra	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	9	0	
		Emisiones gaseosas		N	N	N	N	N	N		N	N		N	N	10	0	
	Ruido	Ruido		N	N	N	N	N	N		N	N		N	N	11	0	
		Fertilidad		N									N			2	0	
	Suelo	Capacidad de uso mayor		N								N	N			3	0	
		Calidad del agua superficial				N			N	N		N		N		5	0	
Agua	Cantidad de agua superficial									N					1	0		
	Fisiografía	Morfología fluvial			N			N	N		N					4	0	
Morfología terrestre				N			N					N			3	0		
Biótico	Flora	Flora terrestre			N							N			2	0		
		Flora acuática				N		N	N		N				4	0		
	Fauna	Fauna terrestre			N							N			2	0		
		Fauna acuática				N	N	N	N		N				5	0		
Socio económico	Estético	Paisaje visual			N							N	N		3	0		
		Calidad de vida	P										N	N	N	3	1	
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad														0	0	
		PEA	P													0	1	
Económico	Uso actual de la tierra														0	0		
															0	0		
Total				2	9	7	5	7	7	3	9	9	3	4	4	67	2	
Porcentaje de negativos y positivos																97 %	3 %	

Etapa de Operación			Obra														Total negativos	Total positivos
Medio	Componente	Factores ambientales		Dique-Márgen izquierda Punto 1	Cauce descolmatado Punto 2	Dique-Márgen izquierda Punto 3	Dique-Márgen izquierda Punto 4	Cauce ampliado Punto 5	Pozo de regulación Punto 6									
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)														0	0	
		Emisiones gaseosas														0	0	
	Ruido	Ruido														0	0	
		Estabilidad														0	0	
	Suelo	Capacidad de uso mayor														0	0	
		Calidad del agua superficial														0	0	
Agua	Cantidad de agua superficial		P	P	P	P									0	4		
	Morfología fluvial		N	N	N	N									4	0		
Fisiografía	Morfología terrestre														0	0		
	Flora terrestre														0	0		
Biótico	Flora	Flora acuática													0	0		
		Fauna terrestre													0	0		
	Fauna	Fauna acuática		N	N	N	N								4	0		
															0	0		
Socio económico	Estético	Paisaje visual	P	P	P	P									0	4		
		Calidad de vida	P	P	P	P	P								0	6		
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad	P	P	P	P	P	P	P						0	6		
		PEA													0	0		
Económico	Uso actual de la tierra	P	P	P	P	P	P	P						0	6			
														0	0			
Total			7	7	7	7	3	3						8	26			
Porcentaje de negativos y positivos															24 %	76 %		

Fuente: Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto

Tabla 4.9.3-2 Matriz de percepción de impactos (período de construcción) Cuenca de Río Pisco

			Cuenca del río Pisco										
			Etapa de Construcción										
Medio	Componente	Acciones del proyecto	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: Factores Ambientales	Pi 1-6	Pi 1-6	Pi 1,3 y 4	Pi 5	Pi 1-4	Pi 1,3,4 y 6	Pi 1,3,4 y 6	Pi 1-6	Pi 1-5	Pi 1-6
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)	0.0	-15.0	-11.5	-8.5	-12.0	0.0	-11.5	-18.0	0.0	-11.5	-11.5
		Emisiones gaseosas	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5
	Ruido	Ruido	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-12.0	-15.0	-15.0	-12.0	-12.0
		Suelo	Estabilidad	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	0.0	0.0
	Capacidad de uso mayor		0.0	-11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	Agua	Calidad del agua superficial	0.0	0.0	-17.5	-18.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
		Cantidad de agua superficial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fisiografía	Morfología fluvial	0.0	0.0	-12.0	-26.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Morfología terrestre	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	
Biótico	Flora	Flora terrestre	0.0	-24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Flora acuática	0.0	0.0	-14.5	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fauna	Fauna terrestre	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Fauna acuática	0.0	0.0	-18.0	-18.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Socio económico	Estético	Paisaje visual	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		Social	Calidad de vida	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-18.0	-18.0
	Vulnerabilidad - Seguridad		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Económico	PEA	20.0	0.0	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	0.0	

De acuerdo a los resultados de la identificación de impactos, se han encontrado para la etapa de operación un total de 34 interacciones, de las cuales 8 (24 %) corresponden a impactos cuyo efecto será percibido de manera negativa y 26 (76 %), cuyos efectos serán percibidos de manera positiva. Cabe señalar que de los 8 impactos negativos sólo 6 han sido cuantificados como significativos y 2 como muy significativos. El método de conteo de puntajes es el mismo aplicado para el período de ejecución de obras de construcción antes descrito.

Tabla 4.9.3-3 Matriz de percepción de impactos (período de mantenimiento)

			Conformación de diques/ Protección de márgenes 1	Descolmatación del cauce 2	Conformación de diques/ Protección de márgenes 3	Conformación de diques/ Protección de márgenes 4	Ampliación del cauce 5	Pozo de regulación 6	Total negativos	Total positivos
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)							0	0
		Emisiones gaseosas							0	0
	Ruido	Ruido							0	0
		Estabilidad							0	0
	Suelo	Capacidad de uso mayor							0	0
		Agua	Calidad del agua superficial							0
Biótico	Flora	Cantidad de agua superficial	P	P	P	P			0	4
		Fisiografía	Morfología fluvial	N	N	N	N			4
		Morfología terrestre							0	0
	Fauna	Flora terrestre							0	0
		Flora acuática							0	0
	Socio económico	Fauna	Fauna terrestre							0
Fauna acuática			N	N	N	N			4	0
Social		Paisaje visual	P	P	P	P			0	4
		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	7	3	3	8	26
%									24 %	76 %

Tabla 4.9.3-4 Matriz de percepción de impactos (período de mantenimiento) Cuenca de Río Pisco

			Cuenca del río Pisco					
			Etapa de Operación					
Medio	Componente	Acciones del proyecto	P11 (Dique - Margen izquierda)	P12 (Cauce descolmatado)	P13 (Dique - Margen izquierda)	P14 (Dique - Margen izquierda)	P15 (Cauce ampliado)	P16 (Pozo de regulación)
		Puntos de Obras: Factores Ambientales						
Físico	Aire	PM-10 (Material 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	0.0	0.0
		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	0.0	0.0	0.0
		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	-25.5	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	-25.5	0.0	0.0
Socio económico	Estético	Paisaje visual	36.0	36.0	36.0	36.0	0.0	0.0
		Social	Calidad de vida	36.0	36.0	36.0	31.0	41.0
	Vulnerabilidad - Seguridad		36.0	36.0	36.0	31.0	41.0	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	41.0	36.0	

Leyenda de las Tablas entre 4.8.3-2 y 4.8.3-4

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 Pisco son: “Preparación y despeje de sitios de obra”, y la “Descolmatación y relleno de cauces”. La “Preparación y despeje de sitios de obra” ocasionará un impacto negativo significativo en la morfología terrestre, mientras que la “Excavación y relleno en cauces” ocasionará una

modificación significativa de la morfología fluvial.

Los dos impactos positivos identificados durante la etapa constructiva 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 y mantenimiento, se prevé un impacto negativo significativo de la “Descolmatación y relleno de cauces” que ocasionará una modificación de la morfología fluvial afectando el hábitat de la fauna acuática.

Los impactos positivos más significativos están relacionados 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.

4.9.4 Gestión del impacto ambiental

El objetivo del plan de gestión del impacto ambiental es atender a los impactos ambientales 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 sostenibilidad de los proyectos.

En la etapa de construcción, el organismo ejecutor o un contratista de la obra llevará a cabo bajo su responsabilidad en la cuenca del Río Pisco las siguientes medidas: “Programa de contratación local”, “Programa de manejo y control de sitios de obra”, “Programa de desviación de cauces”, “Manejo de excavación y relleno en riberas”, “Manejo de descolmatación y relleno en cauces”, “Manejo de canteras”, “Manejo de DME”, “Normas de campamento y estadía en obra” y “Manejo de actividades de vehículos de obra”. Durante las etapas de operación y mantenimiento, se han considerado el desarrollo de actividades en relación al “Manejo de cauces y fauna acuática” para reducir probabilidad de erosión de la topografía fluvial y brindar condiciones de habitabilidad para especies de fauna acuática.

En la siguiente Tabla se resumen los trabajos que puedan causar impactos ambientales significativos, así como las medidas de prevención y mitigación. El plan de gestión del impacto ambiental deberá ser aplicado en cada uno de los sitios de obras que, según el análisis, son propensos a la generación del impacto negativo significativo y muy significativo.

Tabla 4.9.4-1 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 Manejo de excavaciones y relleno de rivera Manejo de excavaciones y relleno de cauce	Etapa de construcción
	Afectación a la Morfología fluvial	Manejo de excavaciones y relleno de rivera 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	
	Emisiones 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 Manejo de DME	Etapa de construcción
	Afectación a la Flora terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra Manejo de DME	
Social	Afectación a la Calidad de vida	Normas de Campamento y Estadía de Obra Manejo de Actividades de Transporte	Etapa de construcción
	Mejora de la Calidad de vida	Programa de Contratación de M.O. Local	
	Incremento de la PEA	Programa de Contratación de M.O. Local	

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

4.9.5 Plan de gestión ambiental

(1) Planes de seguimiento y monitoreo

El plan de seguimiento tiene por objetivo asegurar el cumplimiento del plan de gestión ambiental. Mientras tanto, el plan de monitoreo tiene por objetivo verificar el cumplimiento de las normas ambientales, incluyendo las de calidad ambiental y las de emisiones. Cabe recordar que el seguimiento y el monitoreo deben ser ejecutados por el organismo ejecutor del proyecto o un tercero bajo la supervisión del titular¹.

• Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción, deberá realizar el monitoreo de los siguientes parámetros además del seguimiento del plan de gestión del impacto ambiental.

Calidad del Agua y biodiversidad:

La descolmatación y el terraplenado de cauces pueden generar impactos negativos sobre la topografía fluvial y el habitat de las vidas acuáticas. Por lo tanto es necesario realizar el monitoreo de la calidad de agua y de la biodiversidad en los sitios de obras y sus alrededores. En la siguiente Tabla se resume el plan de monitoreo.

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.

Tabla 4.9.5-1 Monitoreo de Calidad del Agua y biodiversidad

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: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

Calidad de Aire:

Según los resultados de la evaluación preliminar de impactos ambientales en los proyectos a desarrollarse en la cuenca del río Pisco, no se registrará una contaminación de aire significativa en las actividades concernientes a las obras proyectadas, 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. Por lo tanto se recomienda realizar un monitoreo de la calidad de aire.

Tabla 4.9.5-2 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: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

Monitoreo de ruidos

Del mismo modo, se plantea realizar un monitoreo de ruidos en los sitios de obras conforme a la siguiente Tabla.

Tabla 4.9.5-3 Monitoreo de 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: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

• **Etapas de operación y mantenimiento**

En los proyectos que incluyen la descolmatación, terraplenado y otros trabajos que pueden impactar la topografía fluvial y el habitat de las vidas acuáticas, se requiere monitorizar la calidad de agua y la biodiversidad fluvial durante la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 4.9.5-4 Monitoreo de Calidad del Agua

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: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

(2) Plan de cierre o retirado

Al concluir el Proyecto, se propone realizar en cada cuenca el retirado de las maquinarias utilizadas en las obras 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.

(3) Participación Ciudadana

Se proponen Planes de participación ciudadana para cada cuenca, los cuales deberán ejecutarse durante la construcción y al finalizar las obras. Las actividades a recomendarse serían:

- Antes de actividades de construcción: Talleres informativos dirigidos a la comunidad afectada por la construcción, sobre el perfil del Proyecto y sus beneficios. Puesta en público los materiales informativos sobre el perfil, período de ejecución, principales objetivos y los beneficios del Proyecto.
- Durante la construcción: Difusión de los avances en la construcción de las obras. Atención a los reclamos generados de la comunidad durante la construcción. 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. Entrega de las obras a la comunidad local.

4.9.6 Presupuesto para la gestión de impacto ambiental

La Tabla 4.9.6-1 presenta un presupuesto necesario para la ejecución de las medidas para mitigar los impactos ambientales del Proyecto. El monto indicado en (1) de la Tabla representa el costo de medidas de gestión ambiental de cada instalación. El costo (2) de cada cuenca se calculó a partir de dicho monto. Los costos de las medidas de 1) a 7) se calculan según la duración de la obra de cada instalación calculada a partir del Anexo-9, Tabla 2.1.1 Cálculo del plan de ejecución. A continuación se presenta el costo directo de implementación de las medidas de gestión del impacto ambiental propuestas anteriormente según cuencas.

Tabla 4.9.6-1 Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental

En Perú, por lo general un contratista se encarga de las medidas de gestión ambiental y la Institución ejecutora lo administra. En el presente estudio el costo de gestión ambiental se asigna al costo de obras y el consultor y la institución ejecutora se encargará del planeamiento y la administración.

4.9.7 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 y mantenimiento, 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 y mantenimiento. 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. La época seca en las áreas objeto del estudio corresponde a los meses de mayo a noviembre, pero teniendo en cuenta el periodo de transición de la época de lluvias a la época seca, es recomendable establecer el periodo de ejecución entre abril y diciembre. Hay que tener en cuenta que el río Pisco es río que presenta marcadas épocas de crecidas y de estiaje.
Asimismo, es importante elaborar el calendario de ejecución de obras tomando en cuenta el ciclo agrícola de la zona como la siembra y cosecha (para los detalles véase el Anexo-11 consideraciones sociales y medioambientales/Géneros, cláusula 2.1.5), 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

tengan claramente identificados los tramos donde se ejecutarán las obras. La DGIH del MINAG, como ejecutor del Proyecto, deberá: definir claramente los tramos de proyecto, inmediatamente después de terminar el E/F; y 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 (Publicación de la resolución del Gobierno sobre la expropiación del terreno → Mostrar a los propietarios del terreno el precio del terreno y el monto de compensación → Formación de un acuerdo con los propietarios → desembolso del precio del terreno y el monto de compensación → Fin de la adquisición del terreno. En caso de que no pueda llegar a un acuerdo con los propietarios sobre el monto indicado por el Gobierno, el caso se llevará al juzgado de arbitraje.) 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. En Perú, con el fin de preservar los monumentos históricos y patrimonios culturales, es obligatorio en principio obtener una “Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA” para la ejecución de todos los proyectos. La CIRA se emite por la Comisión Nacional Técnica de Arqueología. Para solicitar la CIRA, una vez determinadas las áreas objeto y el contenido del proyecto, la institución ejecutora del proyecto debe presentar al Ministerio de Cultura: 1) Formulario de solicitud, 2) planos que indican las áreas, alcance y contenido del proyecto, 3) recibo de los derechos de solicitud, 4) certificados de la evaluación arqueológica, etc.
- 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, pero 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 de participar.

En cuanto al procedimiento de la obtención de “licencia ambiental”, en el mes de marzo de 2012, la DGAA –MINAG entregó a DGIH un documento que clasifica en la “categoría I” los proyectos de la cuenca del río Pisco, por lo que la “licencia ambiental” se ha obtenido. Así que ya no hay necesidad de ningún otro estudio sobre la evaluación de impacto ambiental.

4.10 Instituciones y administración

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

Este esquema fue elaborado por el consultor local e instituciones gubernamentales en el estudio de perfil realizado en el pasado, coincidiendo con los documentos de DGIH.

Ministerio de Agricultura (MINAG)

- El Ministerio de Agricultura (MINAG), Unidades Formuladoras (UF) y Unidad de Ejecución (UE) son los responsables 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 Política de Inversiones (DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- La Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG), junto con la Dirección Nacional del Endeudamiento Público (DGETP, denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas realiza la gestión financiera. Asimismo, ejecuta el presupuesto para las licitaciones, encargo de obras, contratación, adquisición, etc. del Ministerio de Agricultura.
- La Dirección General de Asuntos Ambientales realizar el examen y aprobación de EIA en la etapa de estudio.

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

- DGPI realiza la aprobación de FS. Asimismo, confirma y aprueba las condiciones de los contratos de préstamo en yenes japoneses. 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 DGETP (Denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas y la Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG).

- La DGETP (Denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas administra los egresos en la etapa de inversión y la de operación posterior a la inversión.

Comisiones de regantes

- Se encargan 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 Figuras 4.10-1 y 4.10-2.

En el presente Proyecto, la etapa de inversión (ejecución del Proyecto) le corresponderá al PSI del MINAG. El PSI está realizando actualmente los proyectos de JBIC, etc. y en el caso de iniciar un nuevo proyecto, conforma una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) correspondiente, quien se encarga de seleccionar a la firma consultora internacional, contratar los servicios de construcción, supervisar las obras, etc. En la Figura 4-10-4 se describe la estructuración de las diferentes instancias que intervienen en la etapa de ejecución del Proyecto.

Convenios de Traspaso de Recursos y Gestión Presupuestaria indicados en la Figura 4.10-1 se refieren al contrato necesario para que el MEF pueda administrar los fondos proporcionados a PSI a fin de implementar el Proyecto.

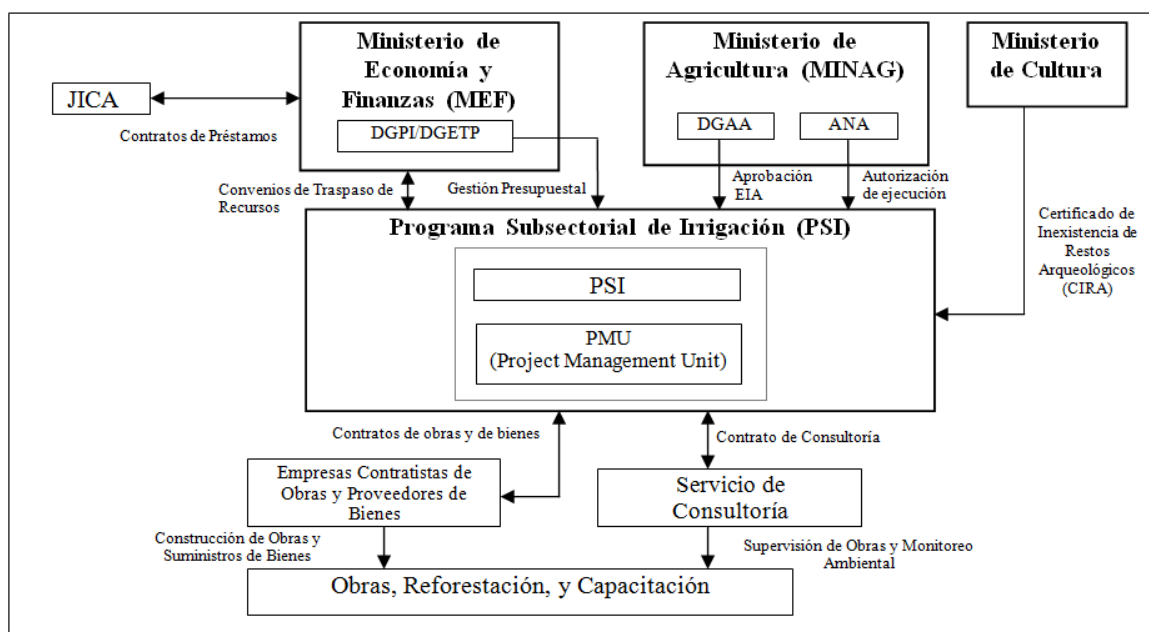


Figura 4.10-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)

Las principales actividades 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, las comisiones de regantes deberán reembolsar la contraparte del

costo de construcción (incluida la contraparte del préstamo en yenes japoneses) mediante créditos. A continuación se esquematiza la relación de las diferentes organizaciones que intervienen en la etapa posterior a la implementación del Proyecto.

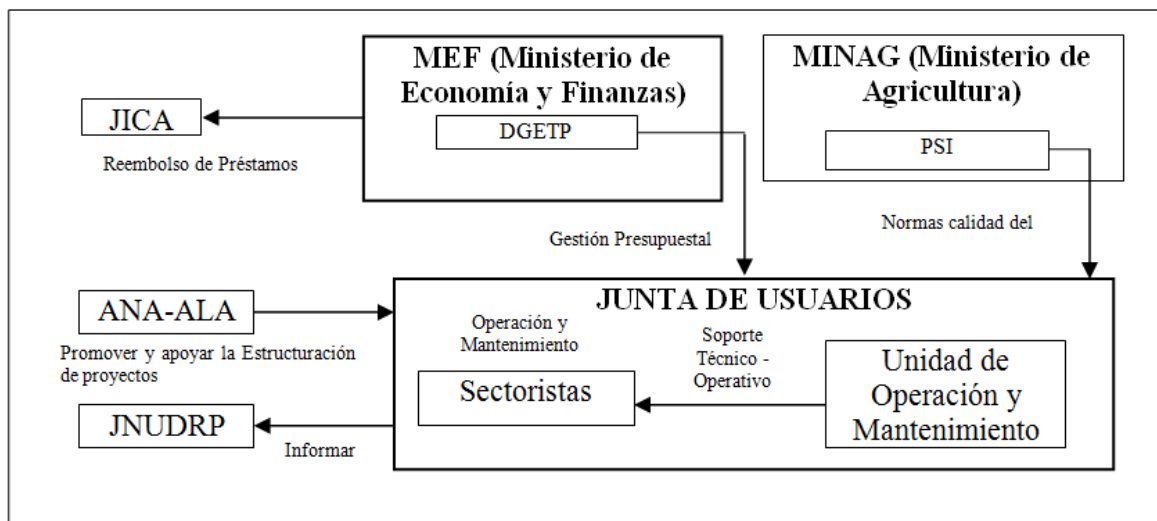


Figura 4.10-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento)

(1) 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.

(2) PSI

1) Rol

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:

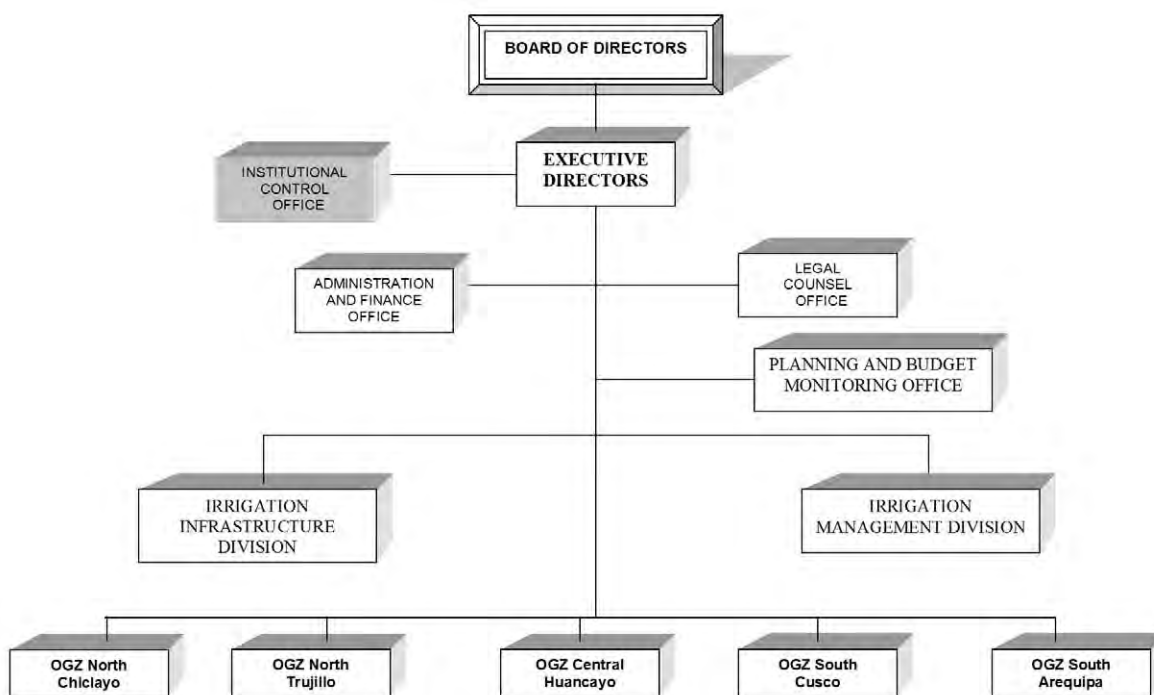


Figura 4.10-3 Organigrama del PSI

(3) Unidad de Gestión del Proyecto

1) Organización

Se propone crear una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) bajo la Dirección General de Infraestructura Hidráulica en el PSI del organismo ejecutor. En la Figura 4.10-4 se presenta el organigrama de dicha unidad

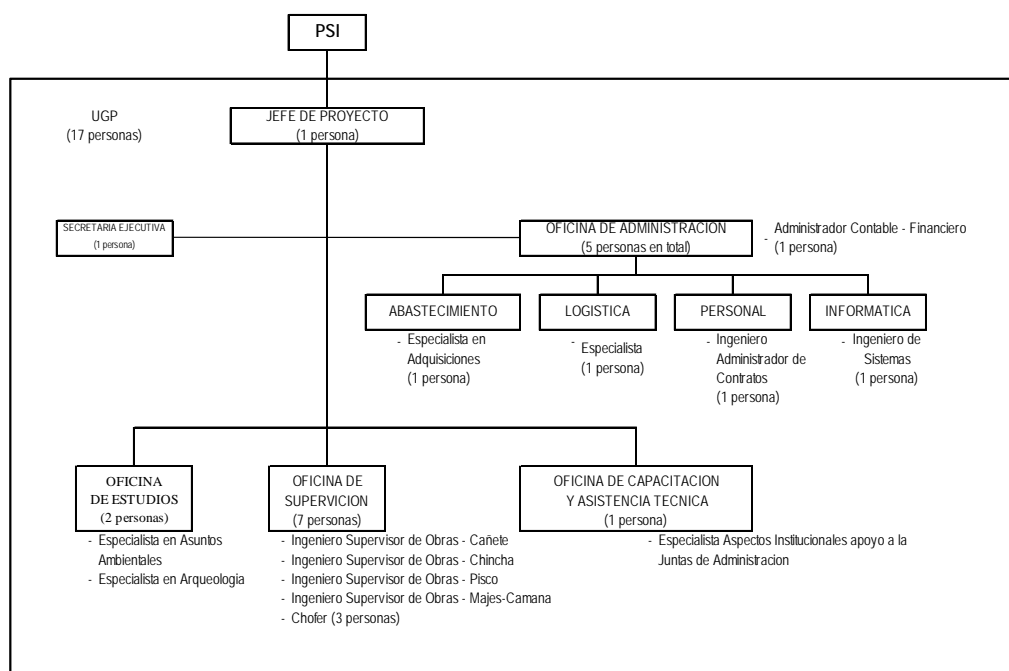


Figura 4.10-4 Organigrama de la UGP

2) Recursos humanos

El UGP estará integrado por los siguientes recursos humanos.

- Gerente del Proyecto
- Ingeniero gestión de contratos
- 4 Ingenieros supervisores de ejecución de obras
- Ingeniero en TI
- Especialista adquisiciones
- Especialista administración financiera
- Especialista institucionalización (asesor de comisiones de regantes)
- Especialista impacto ambiental
- Especialista arqueología
- Encargado contabilidad y asuntos financieros

3) Costos

El costo requerido para la operación de la UGP se estima en un total de 8,5 millones de soles, tal como se indicó en la Tabla 4.4.1-11 del apartado 4.4.1.

Se considera que la implementación del presente Proyecto es plenamente viable al crear la UGP en el PSI y contratando el servicio de asesoría de una firma consultora.

4.11 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 perfil y de

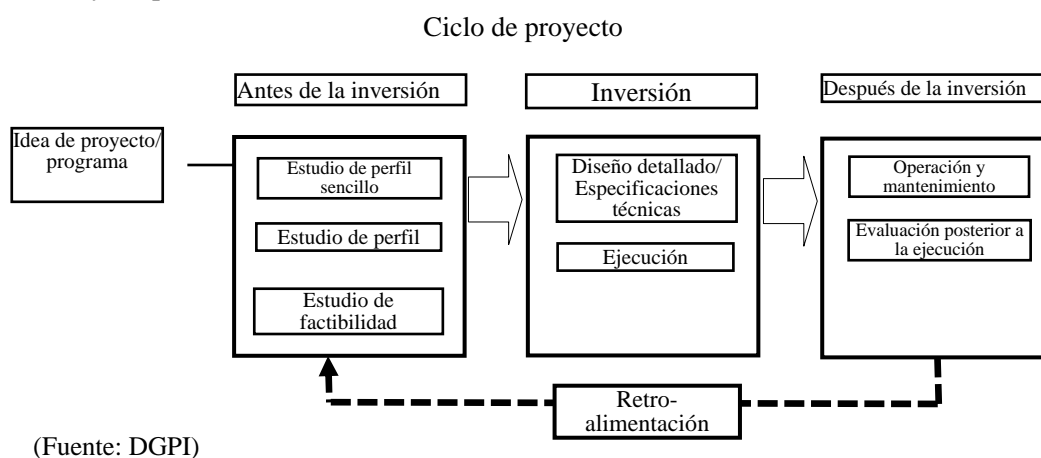
factibilidad para obtener la aprobación de SNIP en la etapa de pre-inversión; Para la etapa de inversión: 2) la firma del acuerdo de préstamos (L/A), 3) la selección de consultor, 4) servicio de consultoría (diseño detallado y elaboración de especificaciones técnicas), 5) selección de constructor y 6) 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) Evaluación por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

El Perú tiene establecido el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sujeto a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01, el cual se aplica también 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 2 etapas estudios previos a la inversión: estudio de perfil y factibilidad), y tenerlos aprobados. Sin embargo, a raíz de la modificación de la Ley en abril de 2011 (Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68,01 Anexo SNIP 07), se consideró innecesaria la ejecución del estudio de pre-factibilidad de la etapa intermedia que siempre fue necesaria, y a cambio en el estudio de perfil se exige además de la información secundaria (datos existentes adquiribles), realizar un estudio basado en la información primaria basada en estudios locales como el levantamiento y estudio ambiental. El grado de precisión requerido a lo largo de todas las etapas del estudio casi no ha variado antes y después de esta modificación.

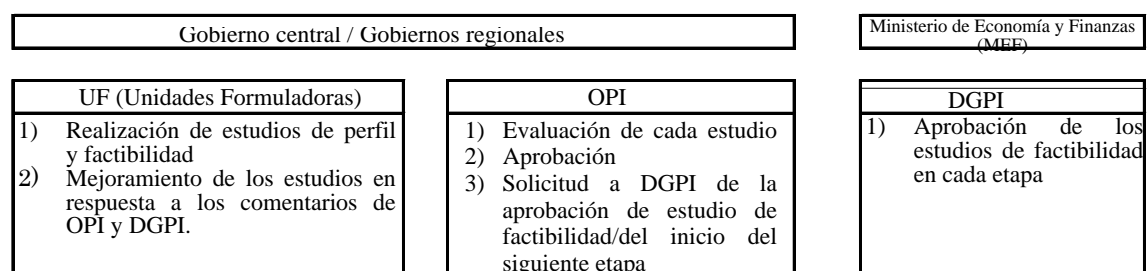


(Fuente: DGPI)

Figura 4.11-1 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, en el caso del presente Proyecto, MINAG-DGIH) lleva a cabo los estudios de cada etapa, la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) del MINAG evalúa y aprueba los estudios presentados de UF y solicita a la Dirección General de Política de Inversiones (DGPI, antiguamente DGPM) la aprobación de los estudios de factibilidad y del inicio de siguientes estudios. Finalmente DGPI evalúa, determina y aprueba la justificación de la inversión pública en cuestión.



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

Figura 4.11-2 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.

En la evaluación por el SNIP, es importante dar a conocer plenamente el perfil y la efectividad del proyecto en cuestión, y en este sentido, es necesario demostrar la efectividad del proyecto no solo en los aspectos relacionados con los planes de estudio, diseño y ejecución de obras, sino también en los aspectos de la administración y sostenibilidad de la inversión pública. Además de describir el estudio de las condiciones naturales, plan de infraestructuras, metodología de estimación del costo del Proyecto, metodología de análisis financiero, indicado por el SNIP, se requiere estructurar los informes siguiendo el índice establecidos por el SNIP.

Con base en el informe del proyecto a nivel de estudio de prefactibilidad en la cuenca del río Pisco preparado por el Equipo de Estudio de JICA, el DGIH tramitó el registro al SNIP el 21 de julio.

Luego, la evaluación del informe del Proyecto de Pisco a nivel de pre factibilidad por OPI se inició a finales de julio, llegando a ser emitido el respectivo dictamen el 9 de septiembre. El informe modificado respecto a los comentarios sobre la cuenca de Pisco fue elaborado por DGIH, siendo entregado a OPI en mayo de 2012. La OPI examinó el respectivo informe modificado sobre las 3 cuencas presentado por

DGIH, enviando sus comentarios al MEF en julio de 2012. Finalmente, el MEF aprobó la implementación del E/F en octubre del mismo año bajo sus observaciones correspondientes.

(2) Contrato de préstamo en yen

Luego de la presentación del informe de E/F del presente Proyecto, la OPI y la DGPI realizarán la evaluación de SNIP para aprobar la implementación del Proyecto. JICA enviará una misión de evaluación en un momento oportuno en que se vea asegurada la aprobación de DGPI, para iniciar las discusiones sobre el contrato de préstamo en yenes japoneses. Una vez llegado al acuerdo entre las partes interesadas, se procederá a la concertación del Acuerdo de Préstamo (A/P). El período requerido en estos trámites de negociación sobre el A/P, se estima en unos seis meses.

(3) Procedimiento de la ejecución del proyecto

Después de firmado el A/P, se procede a seleccionar una firma consultora. El servicio de consultoría incluye la elaboración del diseño detallado y de las especificaciones técnicas, asistencia a la selección del contratista y la supervisión de obras. El período requerido para cada proceso es el siguiente. Asimismo en la Tabla 4.11-1 se presenta el cronograma general del Proyecto. (En cuanto al detalle sobre el período de ejecución de obras, véase el Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo)

- 1) Selección de la firma consultora: 10 meses
- 2) Elaboración del diseño detallado y especificaciones técnicas por la firma consultora: 6 meses
- 3) Selección de la firma constructora: 15 meses
- 4) Supervisión de construcción de obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras: 2 años
- 5) Ejecución simultánea de las obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras
- 6) La educación en prevención de desastres y el desarrollo de capacidades serán ejecutados simultáneamente con la construcción de las obras fluviales

Tabla 4.11-1 Plan de ejecución

Ítem	2010		2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			No. de meses
	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		Estudio			Estudio			Evaluación															28			
2 Estudio Factibilidad/Evaluación SNIP			Estudio			Estudio			Evaluación															27			
3 Negociación Crédito en Yenes																								6			
4 Selección de Consultor																								10			
5 Unidad de administración del Proyecto																								45			
6 Servicio de consultoría																								45			
1) Diseño detallado																								6			
2) Elaboración de documentos de licitación y asistencia en el procedimiento de licitación																								15			
3) Administración de la ejecución																								24			
7 Selección del Consultor																								15			
8 Ejecución de Obras																											
1) Construcción de obras de control de inundación																								24			
2) Reforestación																								24			
3) Capacitación en prevención de desastres/ desarrollo de capacidad																								24			
4) Obtención de terrenos y obra de compensación																								27			
9 Terminación de obras/entrega a comisiones de regantes																											

(4) Proceso de adquisición

1) Contratación del Consultor

La contratación del Consultor en los proyectos del préstamo en yenes japoneses deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- (1) El Consultor debe contar con una experiencia en actividades en el extranjero y capacidad suficiente para implementar el presente Proyecto.
- (2) Para la selección del Consultor, deberán tener en cuenta la eficiencia, la transparencia y la imparcialidad.
- (3) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre la Contratación del Consultor de JICA.

2) Contratación de la Constructora

La contratación de la Constructora deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- (1) Se deberán tener en cuenta el aspecto económico, la eficiencia, la transparencia en el proceso de adquisición, la imparcialidad y la idoneidad.
- (2) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre Adquisiciones de JICA.
- (3) Se convocará una Licitación Pública Internacional (ICB, por sus siglas en inglés).
- (4) Se deberá realizar una Precalificación de Ofertantes, antes de convocar la licitación, con el objeto de confirmar si éstos cuentan con capacidad técnica y financiera. En esta precalificación, se tendrán en cuenta: a) la experiencia y resultados obtenidos en los proyectos similares, b) la capacidad respecto a la mano de obra, equipos y plantas, c) el estado financiero, etc.

4.12 Plan Financiero

(1) Porcentaje de aportes del costo del Proyecto

El presente Proyecto será implementado por el gobierno central (MINAG), las comisiones de regantes de las cuencas seleccionadas y los gobiernos locales, y como tal, los costos serán sufragados por estas tres partes.

En cuanto a los porcentajes de aporte de las partes interesadas, a modo de referencia, en un proyecto de presa implementada por la DGIH, el gobierno central, los gobiernos regionales, gobiernos locales y las comisiones de regantes aportaron 50 %, 30 %, 10 % y 10 %, respectivamente. Asimismo, en un proyecto de riego las comisiones de regantes sufragaron el 20 % de los costos, según la información de la oficina de JICA en Perú. Sin embargo, no se ha encontrado el ejemplo de un proyecto de protección contra las inundaciones como el presente Proyecto. Para este caso, considerando que los beneficios directos que disfrutarían las comisiones de regantes son menos que en un proyecto de riego, se ha

determinado tentativamente los porcentajes de aporte del gobierno central, los gobiernos regionales y de las comisiones de regantes en 80 %, 15 % y 5 %, respectivamente. Sin embargo, estas cifras deberán ser determinadas mediante consultas entre las tres partes.

(2) Plan de desembolso de recursos

El costo total del Proyecto se estima en 239.474.000 soles. Al restar la porción del préstamo en yen a través de JICA de US\$ 25 millones (64.750.000 soles), se tiene un monto de 174.724.000 que debe ser sufragado por el fondo de contrapartida peruana. En la Tabla 4.12-1 se indican los aportes del Gobierno Central, gobiernos regionales y de las comisiones de regantes. Cabe recordar que, los montos correspondientes a los gobiernos regionales y las comisiones de regantes han sido determinados aplicando el porcentaje de los costos de proyectos según cuencas.

Tabla 4.12-1 Plan de desembolso de recursos para la implementación del Proyecto

(3) Plan de reembolso de recursos

El préstamo en yen a través de JICA deberá ser reembolsado incluyendo el interés, con los porcentajes indicados en el numeral (1) anteriores. Las condiciones de reembolso serán definidas en el A/P (Acuerdo de Préstamo). Tentativamente, se indican en la Tabla 4.11-2 las condiciones que pueden ser aplicadas al presente Proyecto.

Tabla 4.12-2 Condiciones de reembolso del préstamo en yen

Tasa de interés sobre el préstamo	1,70 %
Cargo de compromiso del saldo del préstamo no desembolsado	0,10 %
Cargo por prolongación del período de préstamo	0,20 %
Período de reembolso	25 años
Período de gracia	7 años

4.13 Marco lógico de la opción seleccionada finalmente

En la Tabla 4.13-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.

Tabla 4.13-1 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	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,
Resultados esperados			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, protección de canales de riego, y el control de la erosión de má	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, avance de la erosión de márgenes	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los
Actividades			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, construcción de 23 obras.	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 (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 zona
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,	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

4.14 Línea de Base para la evaluación de impacto

Los indicadores de evaluación del impacto del Proyecto incluyen los siguientes.

- Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas
- Superficie inundada
- Daños de inundaciones
- Impacto ambiental
- Costo de O y M

1) Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas

Estimar el caudal de inundaciones ocurridas que han provocado daños, con base en los datos de monitoreo de precipitación y del caudal. En el presente Estudio se ha estimado el caudal probable de inundaciones de cada cuenca seleccionada. Así se puede estimar el período de retorno de las inundaciones ocurridas y evaluar el impacto que haya provocado en la cuenca.

2) Superficie inundada

Estimar la superficie inundada en cada uno de los sitios donde se proponen tomar las medidas de control, replanteando el alcance de las inundaciones ocurridas sobre un mapa topográfico o imágenes satelitales. En el presente Estudio se ha estimado la superficie anegable del caudal de diferentes períodos de retorno en cada uno de estos sitios. Así se puede hacer una comparación de estos datos estimados con los datos reales, y evaluar el impacto de las inundaciones en cada cuenca.

3) Daños de inundaciones

Estimar el monto de pérdidas producidas por las inundaciones reales (daños directos e indirectos de producción agrícola, pérdida de tierras de cultivo, viviendas inundadas, daños a las obras de riego, interrupción de la toma de agua, interrupción del tráfico, etc.), y comparar con los montos de pérdidas estimados en el presente Estudio para cada magnitud de inundaciones probables, y así evaluar el impacto de las pérdidas producidas en cada cuenca.

4) Impacto ambiental

Realizar la evaluación del impacto ambiental en la etapa de operación y mantenimiento del presente Proyecto, siguiendo los mismos procedimientos aplicados al inicio del presente Estudio y comparar los datos de la etapa de planificación y de la etapa después de la puesta en operación de las obras, y así evaluar el impacto ambiental del presente Proyecto.

5) Costo de OyM

El costo anual del presente Proyecto ha sido estimado en el 0,5% del costo de construcción. Se debe determinar los gastos reales de las comisiones de regantes que hayan asumido la operación y mantenimiento a lo largo de los años, y evaluar el impacto de los costos reales requeridos sobre el

presente Proyecto.

4.15 Plan a 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 a mediano y largo plazo.

4.15.1 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 pico del caudal máximo de crecidas con un período de retorno de 50 años, hasta el caudal con un período de retorno de 10 años, la capacidad requerida de la presa sería muy grande, calculándose en 14,6 millones de m³ para el Río Pisco. 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 con tal capacidad, resultaría en una presa sumamente alta, lo que implica un costo sumamente elevado (varias decenas de miles de millones de yenes). 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 de 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 Tabla 3.1.10 y Figura 3.1.10-3.

2) Características del desbordamiento

Se realizó el análisis de desbordamiento del río Pisco. En la Tabla 3.1.10 y la Figura 3.1.10-4 se muestran las condiciones de desbordamiento para caudales con un periodo de retorno de 50 años. El Río Pisco se caracteriza porque ocurren desbordamientos a partir de los 7 km desde la

desembocadura hacia arriba debido a la falta de la capacidad hidráulica del río, pero afectando solamente las tierras de cultivo cercanas al río. Sin embargo, hasta los 7 km desde la desembocadura, el agua desbordada del río por la margen derecha cubriendo extensas áreas y provocando grandes daños.

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 un período de retorno de 50 años, y la sección estándar del dique será como se determina en el apartado 4.3.1, (5), 3). En la Tabla 4.2-2 se muestra el ejemplo del río Pisco sobre el nivel teórico de crecidas de diseño.

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 4.14.1-1 se explica esquemáticamente un cauce normal 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 un período de retorno de 50 años. La altura de la corona del dique externo será igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, 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.

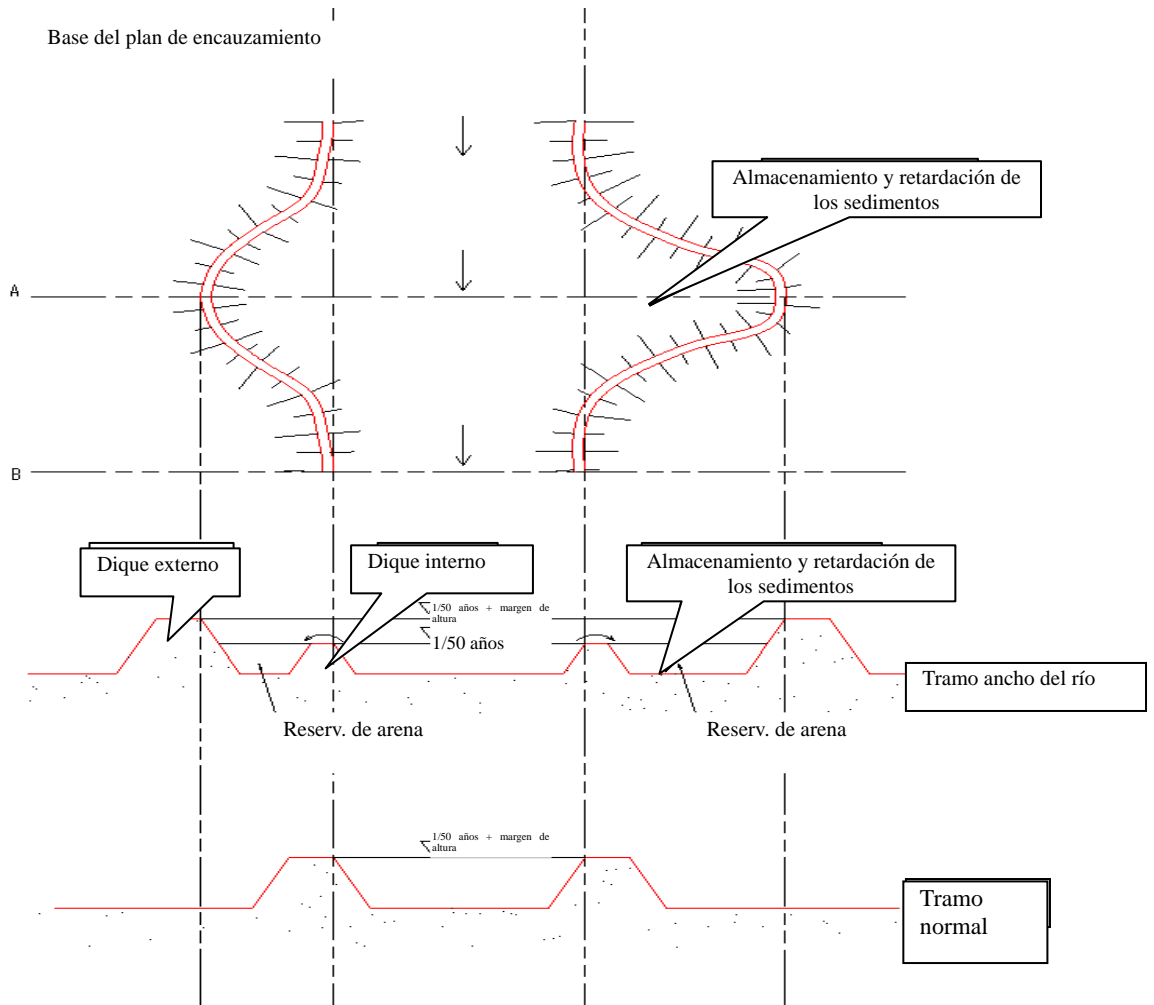


Figura 4.15.1-1 Definición de la alineación del dique

5) Plano de planta y sección del río

En las Figuras 4.15.1-2 y 4.15.1-3 se presenta el plano de planta y la sección longitudinal del río.

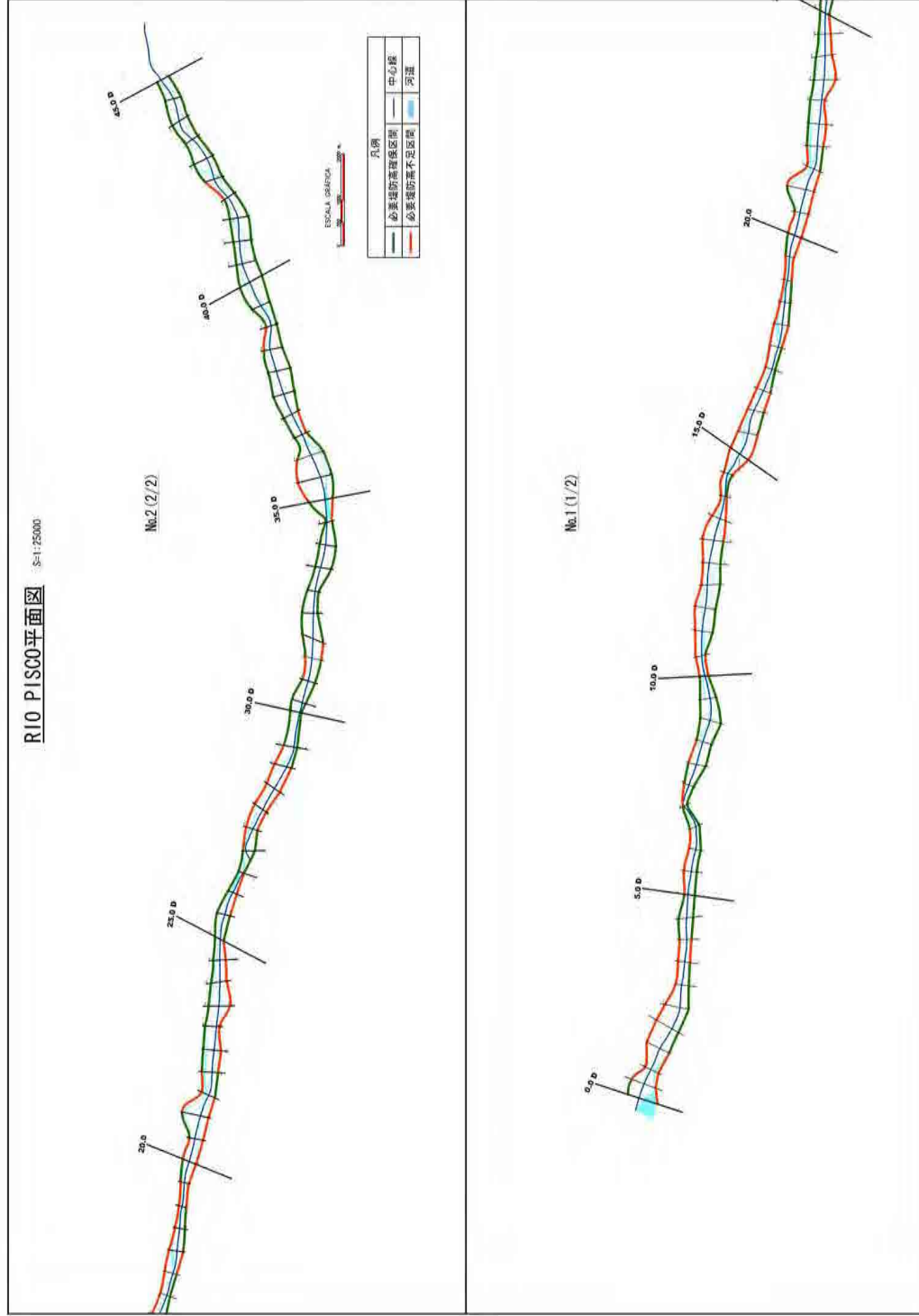


Figura 4.15.1-2 Plano de planta del Río Pisco

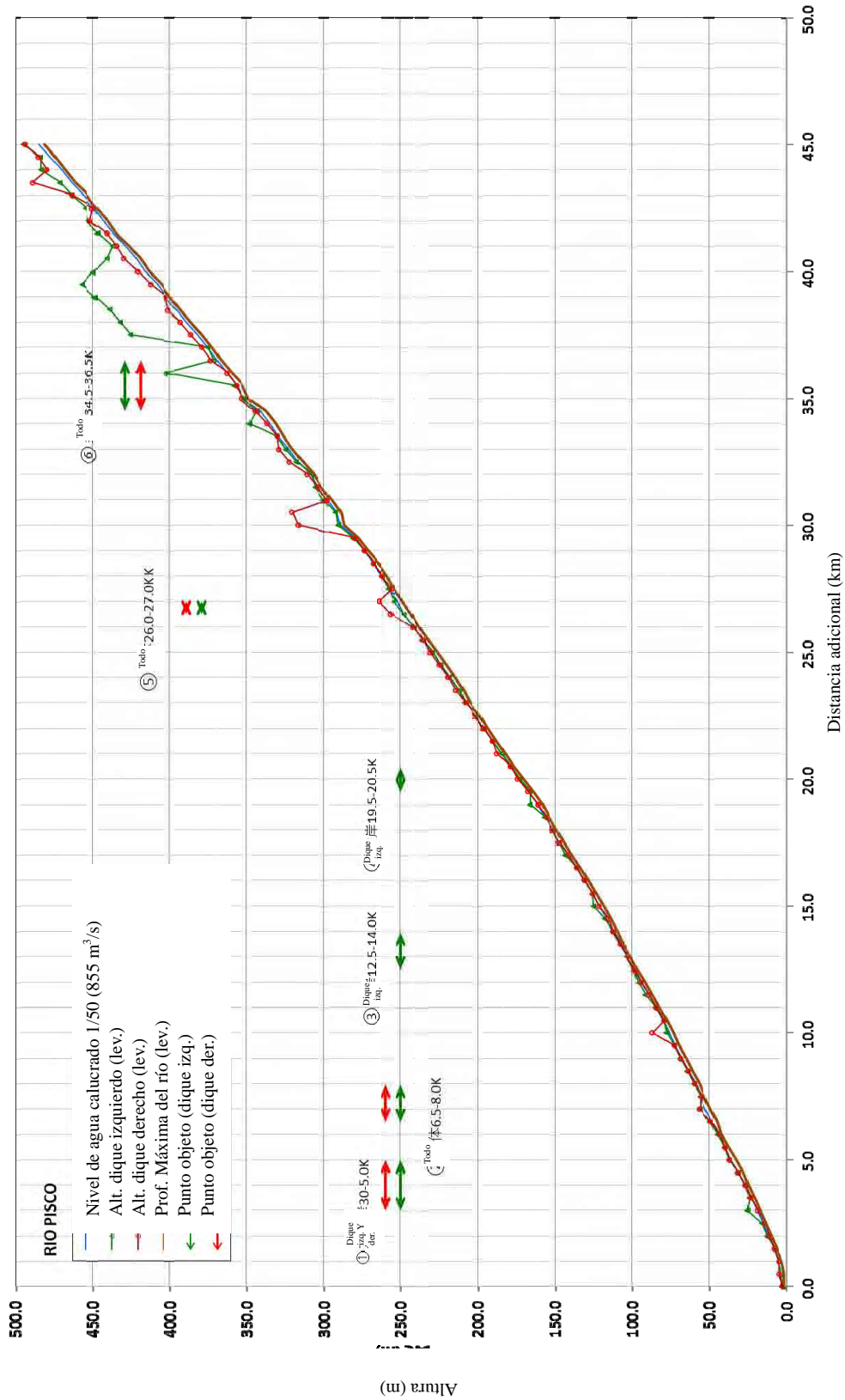


Figura 4.15.1-3 Sección longitudinal del Río Pisco

6) Plan de construcción de diques

A continuación se plantean las políticas básicas del plan de construcción de diques en el Río Pisco.

- (1) Construir los diques que permitan el paso de manera segura del caudal de inundaciones con un 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 un período de retorno de 50 años más el libre bordo.

En la Tabla 4.15.1-1 y las Figuras-4.14.1-15 se presenta el plan de construcción de diques en el Río Pisco.

Tabla 4.15.1-1 Plan de construcción de diques en el Río Pisco

Río	Tramos a ser mejorados		Promedio de altura faltante de diques (m)	Tamaño propuesto de diques	Long. de diques (km)
Pisco	M. izquierda	0,0k-29,0k	0,55	Altura de diques = 1,5m Altura de las obras de protección de márgenes = 3,0m	14,0
	M. derecha	0,0k-29,5k	0,53		19,5
	Total		0,53		33,5

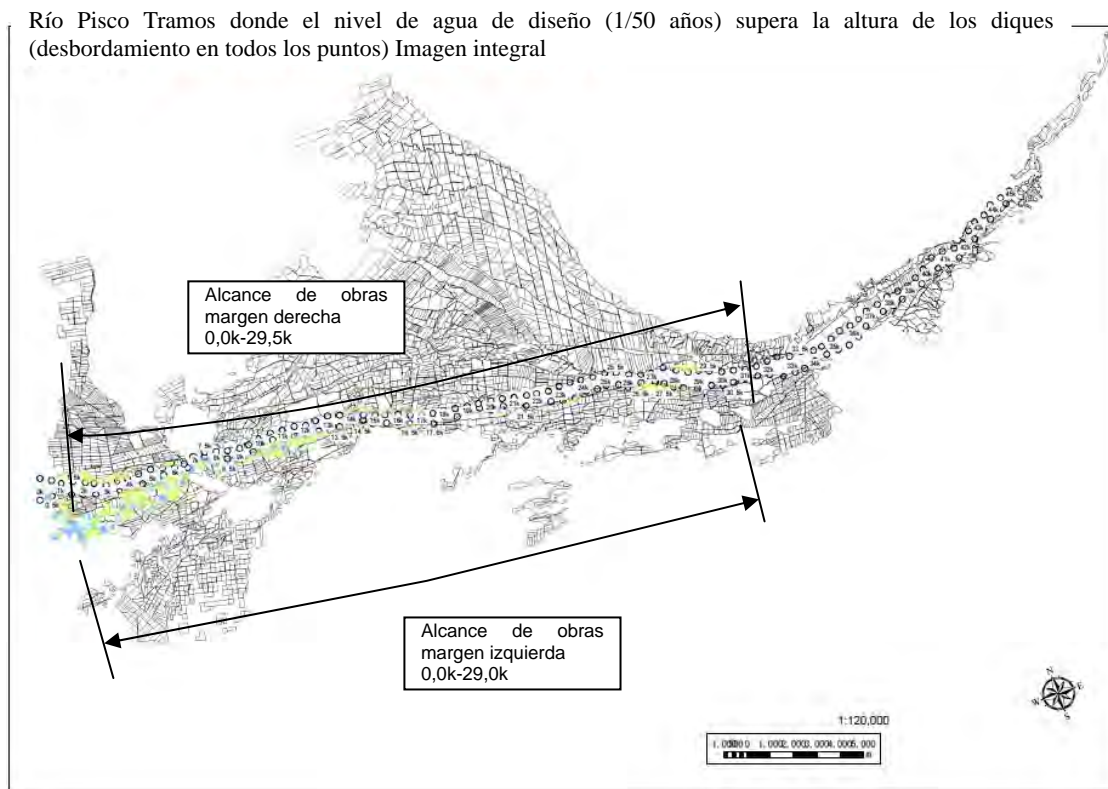


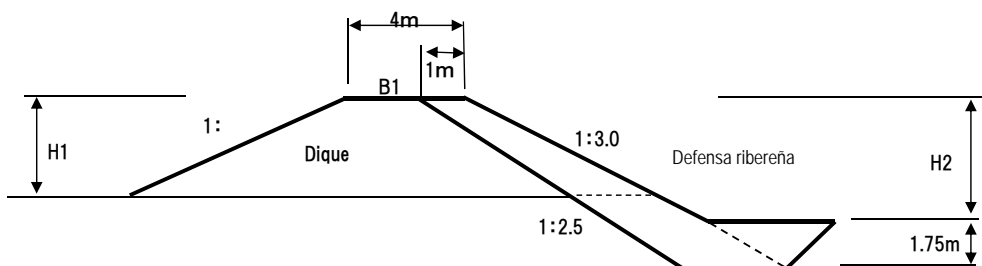
Figura 4.15.1-4 Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Pisco

7) Costo del Proyecto

En las Tablas 4.15.1-2 y 4.15.1-3 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 4.15.1-4.

Tabla 4.15.1-2 Costo directo de obras (a precios privados)

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H1	B2	A	B1	H2	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	10.0	6.9	52.4



Cuenca		Cantidad	Unidad	Precio unitario (en soles)	Costo directo de obras/m (en soles)	Costo directo de obras/km (en mil soles)	Long. de diques (km)	Costo directo de obras (en mil soles)
Pisco	Diques	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	33.5	3,584.5
	Protección de márgenes	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		55,275.0

Tabla 4.15.1-3 Costo del plan de control general de inundaciones (a precios privados)

Nombre de la Cuenca	COSTOS A PRECIOS PRIVADOS - TOTAL 民間価格 - 洪水防衛施設のみ											
	COSTO DIRECTO						COSTO INDIRECTO					
流域名	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 de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (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)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
PISCO	58,859,500	5,885,950	64,745,450	9,711,818	6,474,545	80,931,813	14,567,726	95,499,539	954,995	4,774,977	9,549,954	110,779,465

Tabla 4.15.1-4 Costo del plan de control general de inundaciones (a precios sociales)

Nombre de la Cuenca	COSTOS A PRECIOS PRIVADOS - TOTAL 社会価格 - 洪水防衛施設のみ											
	COSTO DIRECTO						COSTO INDIRECTO					
流域名	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 de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (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)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
PISCO	47,323,038	4,732,304	52,055,342	7,808,301	5,205,534	65,069,177	11,712,452	76,781,629	767,816	3,839,081	7,678,163	89,066,690

(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 a largo plazo.

El curso actual del río presenta algunos tramos angostos donde existen 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 en dichos tramos y en el lecho (parte principal) aguas arriba, a la par de almacenar lo más posible los sedimentos en el lecho (parte ancha) aguas arriba de los tramos angostos, cuando ocurren inundaciones que superen un período de retorno de 50 años.

1) Análisis de la variación de lecho

La Tabla 4.15.1-5 presenta el resumen del modelo del análisis de variación de lecho y la Tabla 4.15.1-6 indica las condiciones del cálculo de los ríos objeto, utilizados en el presente estudio.

Esta tendencia coincide relativamente con las condiciones del lecho observadas y las informaciones recopiladas a través de entrevistas a la comunidad local.

A partir de esta Figura se puede proyectar una futura tendencia de la sedimentación y erosión del lecho, así como su respectivo volumen.

2) Tramos que necesitan de mantenimiento

En la Tabla 4.15.1-5 se presentan los posibles tramos que requerirán someter a un proceso de mantenimiento a largo plazo en la cuenca del Río Pisco.

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: $569.000 \text{ m}^3 \times 10 \text{ soles} = 5.690.000 \text{ soles}$

En la Tabla 4.15.1-8 y Tabla 4.15.1-9 se presenta el costo del Proyecto de 50 años a precios privados y sociales.

Tabla 4.15.1-5 Resumen del modelo de análisis de variación de lecho utilizado en el estudio

Ítem	Descripción
Cálculo de flujo	Modelo mono dimensional de flujo no uniforme
Cálculo de descarga de sedimentos	Modelo mono dimensional de lecho fluvial variable con materiales mezclados de varios diámetros
Acarreos de sedimentos del fondo	Ecuación de volumen de sedimentos acarreados del fondo según el Método Ashida-Michiue
Sedimentos suspendidos	Se considera la característica no equilibrado de los sedimentos suspendidos. Para la concentración de la superficie referencial se adopta el Método Ashida-Michiue.
Solución del cálculo	Método MacCormack

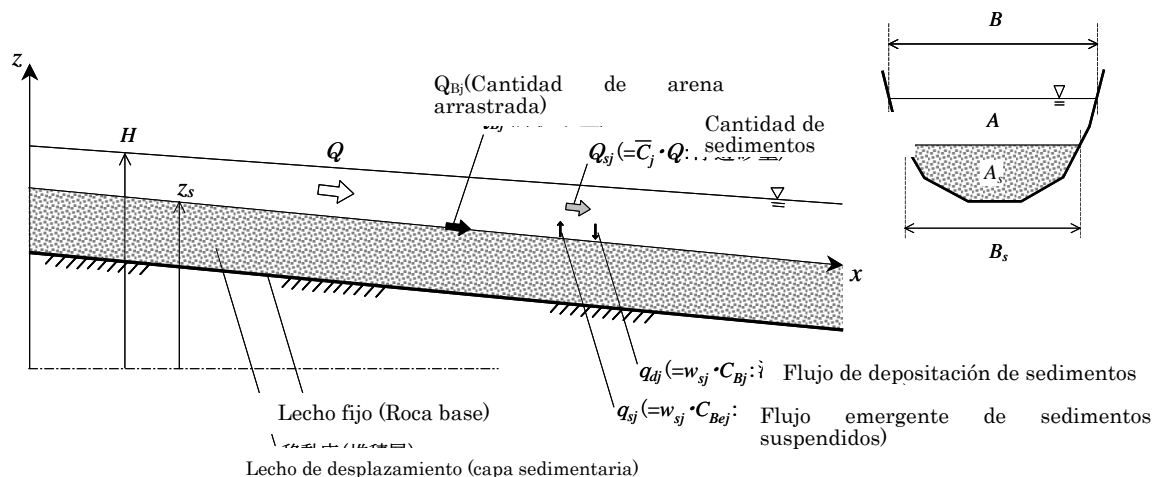


Fig.4.15.1-5 Imagen conceptual del modelo de análisis de variación de lecho

Tabla 4.15.1-6 Principales condiciones del cálculo de los ríos objeto

	Río Pisco
Área objeto del cálculo	45,0 km
Periodo del cálculo	Próximos 50 años desde ahora
Intervalo espacial (Δx)	100 m
Intervalo del tiempo (Δt)	2,0sec
Caudal en el extremo del curso alto	Elaborar datos correspondientes a 50 años a partir de los caudales monitoreados (caudales máximos/año) de cada cuenca (en caso de faltar años, se elaboran repitiendo los datos).
Condición de provisión de sedimentos ^{*1}	173 mil m ³ /año
Sedimentos entrantes de los afluentes	No se toman en consideración ya que ningún río tiene grandes afluentes en las áreas objeto.
Granulometría objeto	Se establece un diámetro granular de 8 ó 9 (d = 0.075 -500 mm) tomando como referencia la distribución de granulometría de materiales del lecho fluvial.
Nivel de agua del extremo del curso abajo	Se establece una profundidad neutral en la sección del extremo del curso abajo
Coefficiente de aspereza	n=0,05 (Toda el área)
Porosidad	0,4 (Porosidad representativa de arena y grava))
Otras consideraciones	El cálculo se hizo sobre los dos ríos: Chico y Matagente, bifurcados por un dique divisor.

*1 Un volumen de descarga de sedimentos desequilibrado se establece a partir de los resultados del estudio de materiales del lecho fluvial. Para el caso del río Cañete, el volumen de sedimentos está rectificado teniendo en cuenta el estado de descarga de sedimentos locales y los resultados de encuestas.

Tabla 4.15.1-7 Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada

Río	Extensión de la excavación		Método de mantenimiento
Río Pisco	1 tramo	Tramo: 18,0km-20,5 km Volumen: 314.000 m ³	Se considera necesario realizar la excavación periódica del lecho para prevenir el posible desbordamiento por su elevación gradual.
	2 tramo	Tramo: 34,0km-35,0 km Volumen: 255.000 m ³	La parte aguas arriba de las bocatomas existentes donde se amplía el río, es propensa a la acumulación de sedimentos y convendría realizar periódicamente la excavación del lecho con el fin de reducir el riesgo de elevación del lecho aguas abajo.

* Volumen de sedimentos que se acumularán en 50 años

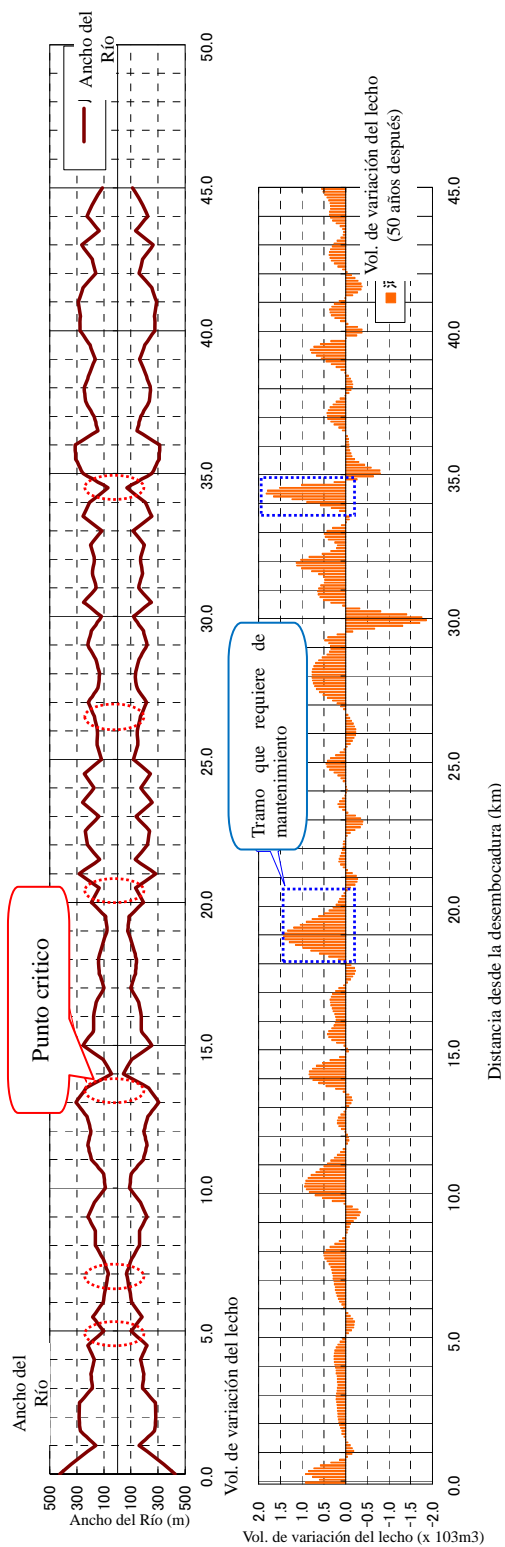


Figura 4.15.1-6 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Pisco)

Tabla 4.15.1-8 Costo de obras de excavación de lecho (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)
PISCO	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	92	462	923	10,709

Tabla 4.15.1-9 Costo de obras de excavación de lecho (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)
PISCO	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	0.804	7,423	74	371	742	8,610

(3) Evaluación social

1) Costos a precios privados

i) Monto de daños

En la Tabla 4.15.1-10 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 Pisco.

**Tabla 4.15.1-10 Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno
(a precios privados)**

Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)	
t	Pisco
2	16,668
5	23,343
10	50,239
25	59,936
50	81,510
Total	231,698

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.15.1-10 se presenta el promedio anual de reducción de daños en el Río Pisco calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-11.

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

En la Tabla 4.15.1-3 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento (OyM) de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo de construcción, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-8.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.15.1-12 se presentan los resultados de la evaluación económica.

Tabla 4.15.1-11 Promedio anual de reducción de daños (a precios privados)

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 Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害額 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				
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,668	0	16,668	8,334	0.500	4,167	4,167
	5	0.200	23,343	0	23,343	20,006	0.300	6,002	10,169
	10	0.100	50,239	0	50,239	36,791	0.100	3,679	13,848
	25	0.040	59,936	0	59,936	55,088	0.060	3,305	17,153
	50	0.020	81,510	0	81,510	70,723	0.020	1,414	18,568

Tabla 4.15.1-12 Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)

流域名	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(%)
Basin	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Pisco	241,380,602	109,002,695	110,779,465	9,420,215	1.08	7,808,090	11%

2) Costos a precios sociales

i) Monto de daños

En la Tabla 4.15.1-13 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 Pisco.

Tabla 4.15.1-13 Monto de daños de las inundaciones con diferentes períodos de retorno (a precios sociales)

Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)	
t	Pisco
2	17,099
5	22,817
10	54,702
25	64,250
50	87,899
Total	246,768

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.15.1-13 se presenta el promedio anual de reducción de daños en el Río Pisco

calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-14.

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

En la Tabla 4.15.1-4 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo del proyecto, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-9.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.15.1-15 se presentan los resultados de la evaluación económica.

Tabla 4.15.1-14 Promedio anual de reducción de daños (a precios sociales)

s/1000									
社会価格									
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 Da ños	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				
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	17,099	0	17,099	8,549	0.500	4,275	4,275
	5	0.200	22,817	0	22,817	19,958	0.300	5,987	10,262
	10	0.100	54,702	0	54,702	38,760	0.100	3,876	14,138
	25	0.040	64,250	0	64,250	59,476	0.060	3,569	17,707
	50	0.020	87,899	0	87,899	76,075	0.020	1,521	19,228

Tabla 4.15.1-15 Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales)

流域名	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(%)
Basin	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Pisco	249,965,955	112,879,671	89,066,690	7,573,853	1.39	31,519,208	16%

(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 110,8 millones de soles, equivalentes a 33,2 millones de yenes), concluyéndose que es poco viable adoptarse en el presente Proyecto.

4.15.2 Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

(1) Reforestación en 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 el análisis de esta alternativa.

1) Políticas Generales

- (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 talado 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 Chincha. 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 Pisco tomará 17 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 Pisco, así como el costo de ejecución, tomando como referencia, los datos del proyecto de reforestación de la Cuenca del Río Chincha. Según esta estimación, el área a reforestarse suma un total de 54 mil hectáreas aproximadamente, el período requerido es de 17 años, y el costo se calcula en 146 millones de soles. Es decir, se requiere invertir gran cantidad de tiempo y costo para reforestar.

Tabla 4.15.2-1 Plan de reforestación de las cuencas altas

Cuenca	Área de forestación (ha)	Periodo requerido para el proyecto (años)	Presupuesto requerido (soles)
Pisco	53.933,75	17	145.574.401

(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 35 años y 300 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.

4.15.3 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 presas de control de sedimentos y de obras de protección de márgenes. En la Figura 4.15.3-1 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 Pisco, 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 4.15.3-1. (Véase Anexo-6 Plan de Control de Sedimentos)

Dada la extensión de la cuenca del Río Pisco, 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 4.15.3-1 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/.)		
Pisco	Toda la cuenca	269	S/.287	27	S/.1	178	S/.209	S/.497	S/.935
	Tramo prioritario	269	S/.287	27	S/.1	106	S/.126	S/.414	S/.779

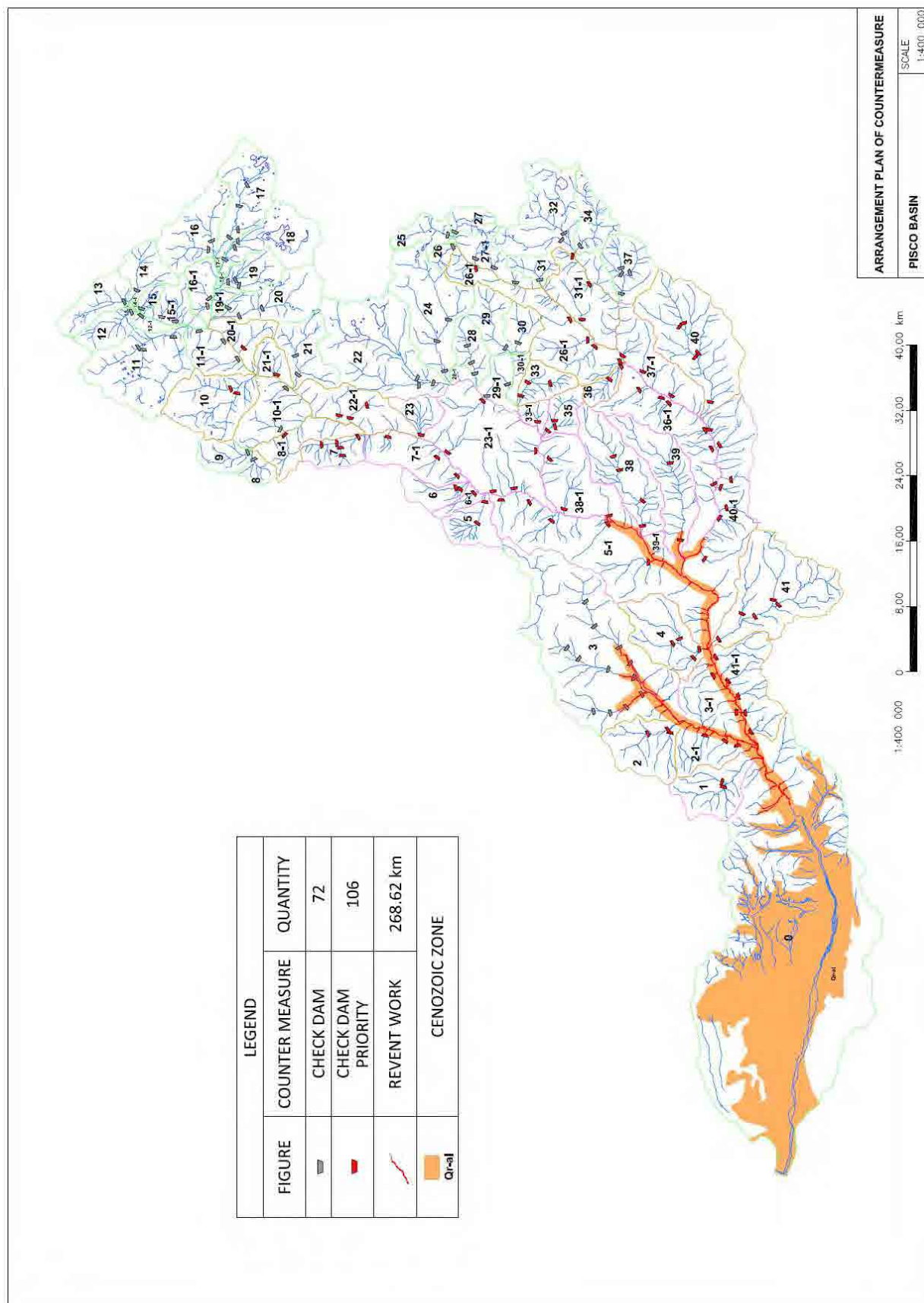


Figura 4.15.3-1 Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Pisco

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La alternativa final seleccionada en el presente Estudio es estructuralmente segura, además que la evaluación social arrojó un valor económico suficientemente alto. Su impacto al medio ambiente es reducido.

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.

5.2 Recomendaciones

A continuación se plantean las recomendaciones para atender los problemas y dificultades relacionadas con la implementación del presente Proyecto y con el control de inundaciones hacia el futuro en el Perú, formuladas con base en los hallazgos del presente Estudio.

5.2.1 Recomendaciones sobre el Proyecto

- (1) Problemas y dificultades para la implementación del presente Proyecto en las siguientes etapas
 - 1) El costo del presente Proyecto será sufragado por el Gobierno Central (MINAG), así como por los gobiernos regionales y las comisiones de regantes de cada cuenca seleccionada. Para los efectos del presente Estudio, se definieron tentativamente los aportes de cada parte en 80%, 15% y 5%, respectivamente. Dado que el costo total del Proyecto ha sido estimado casi definitivamente mediante este estudio de factibilidad, es necesario que el MINAG inicie las negociaciones con las partes relevantes y definir, en brevedad, los porcentajes definitivos de aporte.
 - 2) El presente Estudio ha definido el alcance de las obras de control de inundaciones, así como de la reforestación a lo largo de los ríos. Así, el MINAG deberá determinar claramente el límite entre la zona fluvial y las propiedades privadas, comprar los terrenos necesarios, e iniciar la negociación con los propietarios afectados sobre las obras de compensación, y obtener los terrenos necesarios cumpliendo los procedimientos estipulados en la Ley General de Expropiación; es decir, Publicación de la resolución del Gobierno sobre la expropiación del terreno, Mostrar a los propietarios del terreno el precio del terreno y el monto de compensación, Formación de un acuerdo con los propietarios desembolso del precio del terreno y el monto de compensación. Fin de la adquisición del terreno. En caso de que no pueda llegar a un acuerdo con los propietarios sobre el monto indicado por el Gobierno, el caso se llevará al juzgado de arbitraje. En el caso de que el terreno sea de propiedad comunitaria, se deberá negociar con la comunidad

local correspondiente y lograr un consenso. Y llegar a una concertación de estas negociaciones a más tardar antes de iniciar las obras.

- 3) Si bien es cierto que el MINAG-PSI ha sido designado tentativamente como el organismo ejecutor del presente Proyecto, aun la DGPI del MEF no está de acuerdo, por lo que es necesario determinar en brevedad el organismo ejecutor definitivo.
- 4) No es necesario realizar más la evaluación del impacto ambiental dado que el presente Proyecto ha sido clasificado en la Categoría I, después de que el MINAG-DGAA ha evaluado el informe de la Evaluación del Impacto Ambiental Preliminar de las cuencas seleccionadas. Ahora que se ha finalizado el E/F, es necesario que la DGIH inicie los procedimientos concernientes a la preservación de los patrimonios culturales, para obtener el CIRA correspondiente hasta antes de iniciar el Proyecto.

En Perú, con el fin de preservar los monumentos históricos y patrimonios culturales, es obligatorio en principio obtener una “Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA” para la ejecución de todos los proyectos. La CIRA se emite por la Comisión Nacional Técnica de Arqueología. Para solicitar la CIRA, una vez determinadas las áreas objeto y el contenido del proyecto, la institución ejecutora del proyecto debe presentar al Ministerio de Cultura: ① Formulario de solicitud, ② planos que indican las áreas, alcance y contenido del proyecto, ③ recibo de los derechos de solicitud y, ④ certificados de la evaluación arqueológica, etc.

- 5) Las comisiones de regantes deberán asumir la operación y mantenimiento de las obras construidas por el presente Proyecto. Sin embargo, dado que a diferencia de las obras relacionadas con la agricultura, como los canales de riego, bocatomas, etc., ellos no están familiarizados con el manejo de las obras del presente Proyecto. Así, se considera necesario que el MINAG y los gobiernos regionales les brinden asistencia técnica y económica.

(2) Medidas estructurales

1) Lineamiento básico de mejoramiento fluvial

Por lo general, la metodología de mejoramiento de ríos establece iniciar las obras gradualmente desde la cuenca baja hacia el alta. En el presente Estudio se identificaron los puntos críticos (donde el desbordamiento de agua se extiende en grandes zonas, o provoca graves impactos socioeconómicos locales, etc.) para implementar prioritariamente las medidas necesarias. Una medida implementada en el tramo superior puede traer consecuencias en la margen opuesta y en el tramo inferior. Asimismo, luego de mejoradas las condiciones del río, la comunidad tiende a acumular más activos (incremento de daños potenciales), y cuando ocurren inundaciones que superen el caudal

de diseño, los activos afectados serían mucho mayores que antes del mejoramiento del río. Como consecuencia, las pérdidas son mayores. Por lo tanto, es importante sensibilizar a la comunidad para que comprendan que no porque el río haya sido mejorado, se ha conseguido la seguridad total para ellos, y establecer las reglas necesarias, incluyendo la restricción del uso del suelo.

2) Problemas en el planeamiento del río Pisco

Ocurren desbordamientos curso alto de Km7 de la desembocadura sobre los terrenos agrícolas alrededor del curso fluvial a causa de la deficiente capacidad de descarga, pero el flujo no se extiende tanto. Sin embargo, los desbordamientos curso bajo de km7, el flujo se extiende ampliamente por la margen izquierda provocando grandes daños en la zona urbana de Pisco. Razón por la cual, como medidas a tomar prioritariamente, en los lugares curso bajo de km7 con mayor riesgo de desbordamiento se construirán diques y en los lugares curso alto de km7 se construirán obras en los tramos estrangulados donde están ubicados puentes y diques de captación y presentan una capacidad de descarga especialmente baja.

Además, el tramo del puente construido sobre la carretera Panamericana está estrangulado y fue analizada la posibilidad de sustitución. Pero, la gran cantidad de tráfico requiere un puente provisional y un camino de acceso, lo que necesitará un enorme costo y tras deliberar con DGIH, ésta dio la respuesta de que es difícil sustituir el puente, por lo tanto en el presente estudio se ha juzgado difícil la sustitución del puente. Según lo explicado antes, fueron seleccionados los lugares donde ejecutar las medidas prioritariamente. Aunque se hayan construido las medidas en dichos lugares, no se puede decir que haya terminado el mejoramiento del río Pisco en su totalidad.

De ahora en adelante, es importante seguir mejorando los lugares con capacidad de carga deficiente y diques que necesitan refuerzo, que no están incluidos en el presente estudio. Sobre todo, en los tramos estrangulados a causa de puentes y otros, será necesario seguir coordinando con la Dirección de Caminos y colaborando para llevar a cabo la sustitución de puentes.

La zona urbana de Pisco está incluida dentro de las tierras inundables del río Pisco y cabe la posibilidad de ocurrir inundaciones de gran magnitud (por el impacto del cambio climático) más allá de la del diseño de medidas en el presente proyecto, por tanto, es necesario llevar adelante rápidamente un análisis para minimizar los daños de inundaciones mediante las medidas no materiales como el pronóstico y alarmas de inundaciones y la disposición de caminos de evacuación.

En cuanto a la medida propuesta P1-6 (34.5km-36.4km) se está planteando en la zona aguas arriba de la bocatoma existente una estructura que funciona como poza de

regulación de flujo y sedimentos. Sin embargo es necesario un análisis más detallado de la capacidad y la funcionalidad de dicha estructura.

3) Problemas en el diseño y ejecución

i) Periodo de ejecución de obras

La época seca en las áreas objeto del estudio corresponde a los meses de mayo a noviembre. En la práctica, es recomendable establecer un periodo de obras entre abril y diciembre. Hay que tener en cuenta que el río Pisco es río que presenta marcadas épocas de crecidas y de estiaje.

Asimismo, es importante ejecutar las obras tomando en cuenta el ciclo agrícola (para los detalles véase el Anexo-11 Consideraciones sociales y ambientales/ Género, cláusula 2.1.5) como la siembra y la cosecha de cada cuenca, puesto que muchos de los sitios objeto 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.

ii) Garantizar la estabilidad estructural de diques

En cada cuenca los materiales de los diques están constituidos por un suelo arenoso o suelo gravoso, de alta permeabilidad. Juzgando de las condiciones topográficas y geológicas, será difícil obtener materiales poco permeables.

En caso de construir un dique con materiales de relativamente alta permeabilidad, los posibles problemas en la seguridad del dique son: 1) Ruptura por filtración provocada por el arrastre de tierra y arena fina a causa de sufusión y, 2) Ruptura por deslizamiento a causa de una presión osmótica de la filtración.

Para garantizar la seguridad del dique, es necesario averiguar en el diseño detallado el peso cúbico unitario, resistencia y permeabilidad de los materiales de construcción del dique y determinar una configuración seccional apropiada mediante análisis de filtración y de ruptura por deslizamiento.

Lo importante en la ejecución de la obra es dar una compactación suficiente. Según las normas peruanas del cálculo vigentes, se establece que la compactación se hace con tractores, pero para una compactación con mayor solidez, es deseable el uso de equipos compactadores como los rodillos vibratorios. Para administrar las condiciones de compactación son importantes también los ensayos de densidad y granulometría. Es necesario reflejar dichos ítems en el cálculo del costo.

iii) Reducción del costo de obras de protección de márgenes

El 80 % del costo directo de medidas de control de inundaciones en los tramos donde

construir diques corresponde al costo de construcción de protección de márgenes. Además, el 45 % de dicho costo corresponde al costo de transporte de piedras de las canteras. En los lugares donde tienen protecciones de márgenes y espigones existentes, el re-uso de materiales de estas obras permitirá reducir el costo de obras. (Véase el punto 3.3 Cálculo del costo directo y el punto 2.2 Costo de administración topográfica del Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo.)

iv) Balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada

Respecto al balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada, faltan 203.000 m³ de tierra para la construcción de los diques en el río Pisco. Los alrededores de los ríos se aprovechan como terrenos agrícolas, no hay otro remedio que depender la excavación en el lecho para obtener las tierras para la construcción de los diques. Para este caso, se pueden considerar las posibilidades de bajar algo de la altura de diques y de acelerar la socavación del lecho debido a su flujo rápido. Es importante seleccionar canteras adecuadas en el momento del diseño detallado.

(3) Medidas no estructurales

1) Forestación y vegetación

El plan de forestación y recuperación vegetal está constituido por (i) plan a corto plazo, (ii) plan a largo plazo. De estos, el presente Proyecto atiende únicamente al (i) plan a corto plazo.

Para promover las medidas de control de inundaciones, también es necesario diseñar e implementar el plan (ii). No obstante, el plan a largo plazo (ii) incluye componentes cuya implementación requiere de largo tiempo y enorme monto de inversión. Por lo tanto, se considera importante invertir esfuerzos en asegurar los recursos requeridos para la implementación del plan de largo plazo (ii).

2) Control de sedimentos y variación de lecho fluvial

i) Plan de control de sedimentos

En cuanto al plan de control de sedimentos, la implementación de las medidas estructurales en la zona montañosa no solo requiere elevado monto de inversión, sino que además toma tiempo en manifestar sus efectos. La relación costo-eficiencia es baja porque existen pocos elementos que proteger en la zona montañosa. Desde el punto de vista del control de inundaciones, es más realista orientar los esfuerzos en la construcción de estructuras fluviales en el abanico aluvial donde se concentran más los elementos a proteger.

Se recomiendan las siguientes medidas no estructurales para aliviar los daños de sedimentos. Estas medidas son más baratas en comparación con las medidas

estructurales y son funcionales para defender la vida humana y el patrimonio mínimo necesario contra los desastres.

- * Restricción mediante reglamentos de construir viviendas y tierras agrícolas
- * Definición de los niveles de precipitación alarmantes de cada zona, con base en los datos de monitoreo de precipitación y construcción del sistema alerta temprana.
- * Acumulación de información histórica de desastres y sensibilización y transmisión de conocimientos de prevención de desastres, con el uso de la información recabada.

ii) Variación de lecho fluvial

Según los resultados del estudio local y análisis de datos numéricos sobre la variación de lecho fluvial, en principio no es necesario tomar urgentemente medidas de control de sedimentos. Sin embargo, desde un punto de vista a largo plazo, se prevé una subida del lecho a causa del arrastre de sedimentos inestables. Asimismo en el río Pisco, donde está planeada la construcción de instalaciones de control de sedimentos (dique con funciones decantadoras de arena) en la cuenca alta, es importante verificar los efectos de dichas instalaciones.

De ahora en adelante es importante establecer un sistema de monitoreo de levantamiento topográfico del canal fluvial y las socavaciones locales conforme a las características de la variación de lecho de cada río e ir acumulando datos básicos para una administración y mantenimiento apropiado de las funciones de control de inundaciones de los ríos.

(4) Educación de prevención de desastres/Desarrollo de capacidad

1) Medidas no estructurales para mitigar los daños de inundaciones

El caudal de inundaciones de diseño adoptado en el presente Estudio es el caudal con un período de retorno de 50 años, el cual se basa en los datos históricos de precipitaciones tomados del sistema de monitoreo. Sin embargo, debido a los fenómenos meteorológicos anormales y El Niño ocurridos en los últimos años, es muy posible que ocurran inundaciones extraordinariamente mayores que lo diseñado. Dada la dificultad de predecir este tipo de eventos, es difícil atenderlos únicamente con las medidas estructurales. Así, se considera importante planificar también las medidas no estructurales, tales como las actividades preventivas, simulacro de evacuación, preparación de los mapas de amenaza, etc., tener informada a la comunidad local sobre estas medidas y sensibilizarla.

2) Fomento de la prevención de desastres en la comunidad

Como complementar el proyecto constituido mayormente por medidas estructurales, es importante fomentar la prevención de desastres en la comunidad que estimula la participación comunitaria. Para que los miembros de la comunidad aumente el nivel de conciencia sobre auto-ayuda y ayuda mutua y como primer paso de la activación de una organización autónoma y preventiva de desastres comiencen actividades concretas bajo su propia iniciativa, será necesario sensibilizarlos y desarrollar actividades dedicando debido tiempo. Empezando por el componente de educación de prevención de desastres contemplado en el proyecto, es necesario establecer por iniciativa de las comisiones de regantes un sistema de prevención de desastres en la comunidad para mejorar los efectos del proyecto.

5.2.2 Desafíos del control de inundaciones en el Perú hacia el futuro

1) Plan maestro de control integral de inundaciones

En cuanto a las obras de control de inundaciones en el Área del Estudio, si bien es cierto que existen algunos tramos con diques, los ríos en su mayoría están desprotegidos y no se han tomado casi ninguna medida de control de inundaciones. Las obras prioritarias que se proponen construir en el presente Proyecto siguen siendo parciales, y aún está lejos de decir que son medidas cabales y completas. Para las siguientes etapas es necesario elaborar un plan maestro de control integral de inundaciones que abarque todas las cuencas del país, y que incluyan no solo la protección de la agricultura, sino también las áreas urbanas, caminos, puentes, etc. e ir implementando progresivamente.

2) Establecimiento de una institución ejecutora de medidas de control integral de inundaciones

El organismo de contraparte peruana del presente Estudio ha sido el MINAG que es el organismo rector del sector agropecuario. Como tal, no es fácil que MINAG implemente un proyecto de prevención de desastres que abarque otros sectores. Con el fin de materializar el 1) es necesario cambiar el rol vigente de los ministerios para que pueda implementar las medidas de defensa contra las inundaciones de propósitos múltiples, o crear un nuevo organismo ejecutor. Se considera pertinente tomar las medidas cabales y completas a través de este organismo en materia del manejo de los ríos (manejo de diques, espigones, erosión ribereña, sedimentación de lecho, bocatomas, etc.)

3) En la actualidad no se tiene una clara demarcación entre las zonas fluviales y las propiedades privadas, y el horizonte agrícola se ha extendido en algunas zonas fluviales. Además, existen tramos que se han convertido en botaderos. De esta manera, no existe

un esquema de gestión idónea de las zonas fluviales, siendo necesario reforzar el sistema legislativo pertinente y ejercer una gestión estricta.

- 4) Para planear las medidas contra inundaciones es indispensable estimar el caudal e hidrograma de inundaciones como datos fundamentales. Para estimar dichos datos con buena precisión, es necesario contar con estaciones de monitoreo pluvial con una densidad suficiente en toda el área objeto del estudio y estaciones de monitoreo de caudal en los puntos clave a lo largo de los Ríos. En cuanto a estos datos de monitoreo, también se requiere tomar, sin falta, registros horarios para estimar el caudal e hidrograma de inundación arriba mencionados. Sin embargo, los datos disponibles en el área objeto del estudio han sido limitados. Por ejemplo, en la cuenca del Río Yauca (superficie: 4.312 km²), una de las cuencas objeto del estudio, existen 7 estaciones de monitoreo pluvial, de las cuales la operativa es solo una: estación de monitoreo Cora Cora 2. En lo que se refiere a los datos de monitoreo, existen sólo los datos de precipitaciones diarias y caudales diarios en las estaciones de monitoreo de todas las cuencas objeto del estudio, no encontrándose ningún dato horario.

De ahora en adelante para impulsar las medidas contra inundaciones en Perú, es indispensable establecer una red de monitoreo de precipitaciones y caudal.

A tal efecto, será necesario elaborar un plan maestro sobre el establecimiento de red de monitoreo a nivel nacional y dentro del plan establecer las principales estaciones de monitoreo y llevar a cabo el monitoreo.

Para la elaboración de un plan maestro y el análisis de establecimiento de principales estaciones de monitoreo se comprenden los siguientes ítems:

- * Revisión de datos monitoreados en las estaciones de monitoreo existentes
- * Seleccionar las estaciones aceptables y no aceptables dentro de las existentes y digitalizar los datos disponibles
- * Planeamiento de red de monitoreo y clasificación de las estaciones existentes y las proyectadas según el nivel de importancia
- * Renovación de equipos de las estaciones existentes de acuerdo con su nivel de importancia
- * Establecimiento de nuevas y principales estaciones de monitoreo
- * Planteamiento de sistema transmisor de datos de monitoreo
- * Planteamiento de sistema de registro y archivo de datos de monitoreo
- * Planteamiento de sistema de administración y mantenimiento
- * Llevar a cabo el monitoreo en dichas estaciones

Para ejecutar lo arriba mencionado, se puede clasificar todo el territorio peruano según el nivel de importancia y emprender gradualmente. Ante la ejecución, se podría contar con asistencia de otros países.

Actualmente los datos de monitoreo están bajo el manejo de SENAMHI y debería ponerlos al público periódicamente para la conveniencia de todos los usuarios.

