

República del Perú
Autoridad Nacional del Agua

**Estudio Básico de la Demanda de
Control de Inundaciones en la República
del Perú**

Informe Final

Noviembre de 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CTI Engineering International Co., Ltd.

5R
JR
17-023

República del Perú

Autoridad Nacional del Agua

**Estudio Básico de la Demanda de
Control de Inundaciones en la República
del Perú**

Informe Final

Noviembre de 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CTI Engineering International Co., Ltd.

Tipo de cambio:

US\$ 1.00 = S/. 3.35 = JPY 111

En el presente Informe, la moneda nacional peruana se expresa como “S/.”,
y el dólar estadounidense como “US\$”.

República del Perú



Mapa del Área de Estudio

Datos básicos sobre el Área del Estudio

Variables	Datos básicos de la República del Perú
Población ^{*1}	31,15 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, valor estimado a la fecha enero de 2015)
Superficie ^{*1}	129.000 km ²
Capital	Lima
Ciudad más grande	Lima
PIB ^{*3}	202,9 miles de millones USD (Nominal del 2014)
Per cápita ^{*3}	6.541 USD (2014)
INB ^{*3}	1.932,68 millones de dólares (2014)
Per cápita ^{*3}	6.360 dólares (2014)
Tasa de crecimiento económico ^{*4}	2.35% (2014)
Balanza de cuenta corriente ^{*4}	8.031,0 millones de dólares (2014)
Monto total de la asistencia recibida ^{*2}	394 millones de dólares (2012)
Clasificación económica ^{*2}	País de ingreso alto-medio (CAD, Banco Mundial)
Independencia ^{*1}	28 de julio de 1821
Moneda ^{*1}	Nuevo Sol 1 USD=3.18 Nuevo Sol (julio de 2015)
Forma de gobierno ^{*1}	Sistema Republicano Constitucional
Composición racial ^{*1}	Indígenas 45%, mestizos 37%, caucásicos 15%, otros 3%
Lengua ^{*1}	Español (seguido por la lengua quechua, aymara y otros)
Religión ^{*1}	El catolicismo es la religión mayoritaria
Principales industrias ^{*1}	Industria manufacturera, minera, comercio, transporte y comunicaciones
Principales Índices de Desarrollo	
Personas que viven con menos de 1,9 dólares diarios ^{*3}	3,7 % (2013)
Tasas de analfabetismo (entre 15 y 24 años de edad) ^{*3}	98,7 % (2012)
Tasa de mortalidad infantil (por 1000 nacidos vivos) ^{*3}	13,1 defunciones (2015)
Tasa de mortalidad materna (por 100.000 nacidos vivos) ^{*3}	68 defunciones (2015)
Cobertura de servicio de agua potable ^{*3}	86,7 % (2015)
Usuarios de instalaciones sanitarias mejoradas ^{*3}	76,2 % (2015)

Fuente: *1 Página web del Ministerio de Relaciones Exteriores.

*2 Libro de Datos por País de la Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD) 2014

*3 Página web del Banco Mundial (<http://data.worldbank.org/country/peru>)

*4 Organización de Comercio Exterior de Japón (https://www.jetro.go.jp/world/cs_america/pe/stat_01.html)

CONTENIDO

Mapa del Área de Estudio

Datos básicos sobre el Área del Estudio

CONTENIDO.....	i
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas.....	xxi
Índice de Apéndices	xxxv
Lista de Abreviaciones	xxxvii
Capítulo 1 Descripción General del Estudio.....	1
1.1 Antecedentes del Estudio.....	1
1.2 Objetivos del Estudio.....	3
1.3 Alcance del Estudio	4
1.3.1 Zona de intervención del Estudio.....	4
1.3.2 Organizaciones relacionadas del país contraparte	4
Capítulo 2 Documentos y datos recopilados.....	7
2.1 Datos básicos de la administración pública de control de inundaciones del Perú.....	7
2.1.1 Situación actual de la prevención de inundaciones en el Perú.....	7
(1) Posicionamiento de la prevención de inundaciones en la gestión del riesgo de desastres del gobierno peruano.....	7
(2) Marco administrativo y regulatorio, regímenes, sistema organizacional y situación presupuestaria relacionada con la prevención de inundaciones	8
(3) Normas técnicas sobre la prevención de inundaciones.....	12
(4) Programas, proyectos y resultados obtenidos en el tema de prevención de inundaciones llevados a cabo por el gobierno peruano y otros donantes	13
(5) Situación de desarrollo del análisis hidráulico, mapa de riesgos y base de datos sobre la gestión integral de los recursos hídricos	14
2.1.2 Desastres por inundaciones pasadas en las 159 cuencas	15
(1) Antecedentes de inundaciones ocurridas y daños causados por las mismas	15
(2) Detalles de los daños (incluye distribución de inundaciones y distribución en profundidad de las inundaciones registradas) y costos de daños	16
2.1.3 Datos topográficos, hidrológicos y socioeconómicos acerca de las 159 cuencas.....	19
(1) Mapa, carta topográfica, mapa hidrográfico, mapa de uso de suelos, mapa de inundaciones, plano de cursos fluviales.....	19
(2) Datos de precipitación, cantidad de evapotranspiración.....	20
(3) Datos de monitoreo de caudal, datos de nivel de agua	24
(4) Información acerca de infraestructura y operaciones de represas y embalses	25
(5) Estadística socioeconómica (distribución de la población, distribución de activos, plan de	

ordenamiento territorial, etc.)	26
2.2 Información sobre el crédito stand-by y sobre la gestión de cuencas realizada hasta ahora	27
2.2.1 Resumen de la opción de desembolso diferido ante catástrofes (CAT DDO, por sus siglas en inglés) aplicada hasta la fecha	27
(1) Préstamo de Política de Desarrollo para la Gestión del Riesgo de Desastres (DPL) con Opción de Desembolso Diferido (CATDDO) (En lo sucesivo referido como "DRM-DPL-CATDDO")	27
(2) Segundo Préstamo de Política de Desarrollo para la Gestión del Riesgo de Desastres (DPL) con Opción de Desembolso Diferido (CATDDO) (En lo sucesivo referido como el "Segundo DRM-DPL-CATDDO")	31
2.2.2 Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos de Perú	33
(1) Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 1 (en lo sucesivo referido como el primer PMGRH)	34
(2) Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 2 (en lo sucesivo referido como el segundo PMGRH)	34
2.3 Recopilación de información del presente Estudio	35
Capítulo 3 Selección de las cuencas prioritarias	37
3.1 Lineamientos de la selección de las cuencas prioritarias	37
3.1.1 Lineamientos básicos de la selección	37
3.1.2 Lineamientos de la ejecución de la selección	38
3.2 Análisis de la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua (Paso 1)	38
3.2.1 Método para calcular la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua (Paso 1)	38
3.2.2 Definición del valor de evaluación de cada indicador de evaluación (Paso 1)	39
(1) Definición y método de cálculo del valor de evaluación de cada indicador de evaluación	40
(2) Resultado del cálculo del paso 1	41
3.3 Cuencas prioritarias que considera el lado peruano (Paso2)	42
3.3.1 Fundamento del análisis del paso 2	42
3.3.2 Definición del valor de evaluación de acuerdo con la recomendación de las 3 entidades y el resultado del análisis (Paso 2)	46
3.4 Resultado del cálculo	46
3.5 Selección de las cuentas candidatas para cuencas prioritarias	48
Capítulo 4 Tipificación de las 159 cuencas y selección de las cuencas modelo	51
4.1 Tipificación de las 159 cuencas	51
4.1.1 Lineamientos básicos del análisis y flujo del análisis	51
4.1.2 Datos utilizados para el análisis	57
4.1.3 Resultados de la clasificación	60
(1) Clasificación por características socioeconómicas	60
(2) Clasificación según las características naturales	62
(3) Evaluación integral por matriz	64
4.2 Selección de las cuencas modelo	68

4.2.1	Criterios de selección de las cuencas modelo.....	68
(1)	Criterios básicos de selección.....	68
(2)	Tratamiento de los ríos compuestos por múltiples cuencas.....	68
4.2.2	Resultado de la selección de las cuencas modelo.....	68
Capítulo 5	Análisis de la precipitación	71
5.1	Análisis de la precipitación	71
5.1.1	Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis.....	71
5.1.2	Duración de la precipitación de diseño.....	71
5.1.3	Cálculo del promedio de precipitación mayor del año	74
5.1.4	Determinación del pluviograma de diseño	74
5.1.5	Realización del análisis de la precipitación	77
Capítulo 6	Realización del reconocimiento de campo.....	83
6.1	Objetivo del reconocimiento de campo	83
6.2	Resumen del reconocimiento de campo	83
6.3	Resultado del reconocimiento de campo	84
6.3.1	Cuenca de los ríos Piura y Chira	84
(1)	Implementación del proyecto de control de inundaciones en la cuenca de los ríos Piura-Chira	84
(2)	Generación de inundaciones en la cuenca Piura –Chira por inundación interior del dique.....	84
(3)	Estado de la inundación de 1988 en la cuenca Piura-Chira.....	84
6.3.2	Cuenca del río Rímac	85
(1)	Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Rímac	85
(2)	Resumen de los daños por inundaciones.....	86
6.3.3	Cuenca del río Ica.....	90
(1)	Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Ica.....	90
(2)	Proyectos de control de inundaciones que se implementan actualmente en la cuenca del río Ica.....	90
(3)	Resumen de los daños por inundaciones y proyectos de control de inundaciones	91
6.3.4	Cuenca del río Huallaga	93
(1)	Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Huallaga	93
6.3.5	Cuenca del río Mantaro	95
6.3.6	Cuenca del río Urubamba.....	97
6.3.7	Cuenca del río Nanay	102
(1)	Estado de daños por inundaciones en la cuenca del río Nanay	102
(2)	Proyecto de control de inundaciones en la cuenca actual del río Nanay	104
Capítulo 7	Análisis de la Inundación-Esorrentía.....	105
7.1	Políticas básicas para el análisis de la inundación-esorrentía	105
7.2	Condiciones de la simulación del análisis de la inundación-esorrentía	106
7.3	Calibración de los resultados del análisis de inundación-esorrentía.....	109
7.3.1	Validación de los resultados basados en la comparación con resultados de estudios pasados.....	109
(1)	Análisis de precipitaciones	109

(2) Resultados del análisis de inundación- escorrentía.....	110
7.3.2 Validación de los resultados basada en la comparación con los estudios de reconocimiento de campo	111
7.4 Resumen de los resultados del análisis	113
Capítulo 8 Preparación de Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)	127
8.1 Antecedentes de la preparación de normas técnicas para proyectos de prevención de inundaciones	127
8.2 Propósitos de la elaboración de las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)”	127
8.3 Contenido de las Normas Técnicas (Borrador).....	128
8.3.1 Contenido de las Normas Técnicas (Borrador)	128
8.3.2 Método de elaboración.....	129
8.4 Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador) elaboradas.....	129
8.5 Deliberación con la ANA sobre las Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador) elaboradas, comentarios de la ANA y respuesta del Equipo de Estudio	129
Capítulo 9 Análisis de la Propuesta de Medidas de Mitigación de Inundaciones para la Estimación del Costo de los Proyectos en las Cuencas Prioritarias y de Modelo	131
9.1 Políticas de análisis	131
9.1.1 Políticas de estimación de costos de los proyectos.....	131
(1) Políticas básicas.....	131
(2) Cuencas donde no es posible adoptar la opción que incluya la construcción de las instalaciones de almacenamiento de agua	131
(3) Alternativas de mitigación de inundaciones para cada cuenca de río.....	132
9.1.2 Consideración para el control de erosión	134
9.1.3 Selección de la ubicación de las medidas.....	134
(1) Selección del área de mitigación de inundación : “área objetivo”.....	134
(2) Formulación de un plan de medidas de mitigación de inundación para el canal principal y los principales afluentes	134
9.1.4 Calculo de la cantidad de construcción	134
9.2 Procedimientos de análisis y detalles.....	135
9.2.1 Procedimientos de análisis	135
9.2.2 Políticas para la estimación cuantitativa de cada obra de mitigación de inundación.....	135
(1) Dique y revestimiento	135
(2) Cuenca de retardo.....	136
(3) Cambio de las reglas de operación de las presas existentes.....	138
9.3 Propuesta de medidas de inundaciones que se tomarán en cuenta en la estimación del costo de los proyectos.....	138
9.3.1 Cuenca de los ríos Piura-Chira	138
(1) Área protegida contra las inundaciones de los ríos Piura-Chira	138
(2) Alternativa-1: Resumen	139
(3) Alternativa-1: Sección estándar.....	141

(4)	Alternativa-2: resumen.....	141
(5)	Alternativa-2: Sección estándar.....	144
(6)	Sobre el impacto de prevención de socavación mediante la defensa ribereña en los tramos objeto de protección.....	144
9.3.2	Cuenca del Río Rímac.....	145
(1)	Designación de áreas objetivo para la cuenca del río Rímac.....	145
(2)	Alternativa-1: Resumen	145
(3)	Alternativa-1: Sección estándar.....	148
(4)	Respuesta a los tramos a ser protegidos 4, 5 y 7.....	148
9.3.3	Cuenca del río Ica.....	149
(1)	Designación de áreas objetivo para la cuenca del río Ica	149
(2)	Alternativa-1: Resumen	151
(3)	Alternativa-1: Sección estándar.....	153
(4)	Alternativa-2: Resumen	154
(5)	Alternativa-2: Sección estándar.....	158
(6)	Respuesta a los tramos a ser protegidos del 1 al 4.....	158
9.3.4	Cuenca del Río Huallaga.....	159
(1)	Designación de Áreas Objetivo para la Cuenca del Río Huallaga	159
(2)	Alternativa-1: Resumen	161
(3)	Alternativa-1: Sección estándar.....	162
(4)	Alternativa-2: Resumen	163
(5)	Alternativa-2: Sección estándar.....	165
(6)	Medidas de control de socavación en los tramos objeto.....	166
9.3.5	Cuenca del río Mantaro	166
(1)	Designación de áreas objetivo para la cuenca del río Mantaro.....	166
(2)	Alternativa-1: Resumen	168
(3)	Alternativa-1: Sección estándar.....	169
(4)	Alternativa-2: Resumen	169
(5)	Alternativa-2: Sección estándar.....	171
(6)	Respuesta a los tramos a ser protegidos 3 y 4	172
9.3.6	Cuenca del río Urubamba.....	172
(1)	Designación de áreas objetivo para la cuenca del río Urubamba	172
(2)	Alternativa-1: Resumen del plan de mejora	173
(3)	Alternativa-1: Sección estándar del plan de mejora	176
(4)	Alternativa-2: Resumen	176
(5)	Alternativa-2: Sección estándar del plan de mejora	179
(6)	Sobre el impacto de prevención de socavación mediante la defensa ribereña en los tramos objeto de protección.....	179
9.3.7	Otras cuencas modelo	180
(1)	Cuenca del río Biabo	180

(2)	Cuenca del río Locumba	183
(3)	Cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque	185
(4)	Cuenca del río Nanay	190
(5)	Cuenca del río Ramis	193
Capítulo 10 Evaluación del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas de Ríos		
	Modelo/Prioritarias	201
10.1	Política básica	201
10.2	Método de evaluación.....	201
10.3	Cálculo de los beneficios	203
10.3.1	Determinación del precio unitario de daño para calcular los beneficios	203
(1)	Determinación del precio unitario de daño.....	203
(2)	Definición del porcentaje de daño por inundaciones.....	206
(3)	Daños en estructuras públicas	207
(4)	Daños por erosión en la ribera.....	208
10.3.2	Cálculo de la reducción de las pérdidas en cada cuenca seleccionada	212
(1)	Cuenca de los ríos Piura-Chira	212
(2)	Cuenca del río Rímac	214
(3)	Cuenca del río Ica.....	216
(4)	Cuenca del río Huallaga	217
(5)	Cuenca del río Mantaro	218
(6)	Cuenca del río Urubamba.....	220
(7)	Monto de reduccion de daños de otras cuencas modelo.....	221
10.4	Estimación del costo de proyectos en borrador para Mitigación de Inundaciones.....	228
10.4.1	Determinación del costo unitario de construcción estándar y de la cantidad.....	228
(1)	Precio unitario de las obras.....	228
(2)	Costo de adquisición de terreno y costo de traslado de viviendas	233
(3)	Costo de medidas contra erosión (obras de revestimiento ribereño y protección del pie).....	235
10.4.2	Cálculo del costo estimado del proyecto en cada cuenca objeto	236
(1)	Cuenca del río Piura-Chira	236
(2)	Cuenca del Río Rímac.....	238
(3)	Cuenca del Río Ica	238
(4)	Cuenca del río Huallaga	240
(5)	Cuenca del río Mantaro	241
(6)	Cuenca del río Urubamba.....	242
(7)	Estimación de costo estimado para proyectos de mitigación de inundación en otras cuencas modelo	243
10.5	Evaluación económica para borrador de proyectos de mitigación de inundación	249
10.5.1	Cálculo del TIRS, VANS y C/B para cada cuencas de río modelo/priorizadas.....	249
10.5.2	Cálculo del TIRS, VANS y C/B para obras de control de erosión	250
10.6	Costos y beneficios estimados de las medidas de control de inundaciones calculados en el presente	

Estudio	251
10.7 Formulación del Plan de Cronograma de Implementación del Proyecto.....	251
10.8 Resultado de la evaluación inicial del ambiente	251
Capítulo 11 Estimación del Costo Total del Proyecto para las 159 Cuencas Basada en el Resultado del Estudio de las Cuencas Modelo	253
11.1 Propósito del Estudio en este Capítulo.....	253
11.2 Método para estimar costos totales y los beneficios totales de proyecto para las 159 cuencas de río	254
11.2.1 Hipótesis para estimar costos totales y beneficios totales del proyecto para las 159 cuencas de río ..	255
11.2.2 Selección de los indicadores básicos de cuenca (parámetros).....	256
11.2.3 Método de cálculo del costo total de proyecto por cada tipo.....	256
11.3 Resultado del cálculo de los beneficios totales y de los costos estimados de los proyectos.....	256
(1) Cálculo de los costos totales estimados y los beneficios totales de proyecto para cada tipo	256
(2) Evaluación económica de proyecto por tipo	269
11.4 Análisis de sensibilidad de la evaluación del proyecto tomando en consideración el cambio climático .	279
11.4.1 Metodología de Estudio	279
11.4.2 Recolección y confirmación del fenómeno de cambio climático en el pasado del Perú	279
(1) Resumen de la investigación del SENAMHI.....	279
(2) Resumen de la investigación en proceso del Profesor Ing. Cayo Ramos en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	281
(3) Investigación del reporte preparado por el Banco Mundial.....	281
11.4.3 Resumen de investigaciones y análisis de la situación de las inundaciones por el presente Estudio..	282
(1) Año objetivo del análisis para los efectos del cambio climático	282
(2) Extracción del incremento y disminución de la precipitación anual de investigaciones previas.....	282
(3) Tasa de probabilidad de inundación incremento – disminución asumida basada en el cambio anual de precipitación.....	283
(4) Análisis de sensibilidad de la evaluación del proyecto tomando en consideración el cambio climático	283
Capítulo 12 Preparación del Seminario y Taller a ser llevado a cabo por el Estudio	285
12.1 Elaboración del programa de seminario y su ejecución	285
12.1.1 Propósito del Seminario	285
12.1.2 Contenido del Seminario (Borrador).....	285
12.1.3 Revisión del Seminario ejecutado	286
(1) Organización del Seminario y contenido de las discusiones	286
(2) Conclusiones de las discusiones en el seminario.....	293
12.2 Taller.....	296
12.2.1 Propósito del Taller.....	296
12.2.2 Contenido del Taller (Borrador).....	296
12.2.3 Revisión del Taller ejecutado	297
(1) Participantes	297
(2) Comentarios de los participantes.....	298

(3) Fotografías del desarrollo del Taller y de los participantes.....	302
(4) Conclusiones del Taller	302
Capítulo 13 Resumen de los Resultados del Estudio sobre los Daños de Inundaciones y de Deslizamientos y sobre las Necesidades de Reconstrucción	305
13.1 Pertinencia de ejecutar el estudio sobre los daños de inundaciones y sobre las necesidades	305
13.1.1 Antecedentes de ejecución	305
13.1.2 Objetivos de ejecución	305
13.1.3 Generalidades del estudio y calendario de trabajo.....	306
(1) Estudio preliminar.....	306
(2) Estudio intensivo	306
13.2 Resumen de los resultados del estudio preliminar	307
13.2.1 Calendario de trabajo	307
13.2.2 Resumen de los daños según departamentos.....	308
13.2.3 Factores básicos que provocaron las inundaciones y deslizamiento	309
(1) Factores meteorológicos: recurrencia de El Niño Costero	309
(2) Precipitación: Ocurrencia de la precipitación récord.....	311
(3) Factores sociales: Concentración de la población y de los bienes en las regiones vulnerables ante inundaciones y deslizamientos asociada con el desarrollo económico.....	312
13.2.4 Principales factores causantes de las inundaciones y huaicos	313
(1) Causas de las inundaciones: Falta de capacidad hidráulica o de desarrollo del control de inundaciones apropiado (Tipo-1, Tipo-2).....	314
(2) Causas de las inundaciones: Tipo-4: Socavación de las riberas (destrucción parcial o total de la defensa ribereña y diques)	317
(3) Causas de las inundaciones:	318
(4) Causas de huaico: Falta de las medidas de control de generación de sedimentos en la cuenca alta y de control de arrastre hacia la cuenca baja	319
13.2.5 Consideraciones y recomendaciones sobre los proyectos de control de inundaciones formuladas en base a los resultados del estudio preliminar.....	320
(1) Propuestas sobre las buenas prácticas	320
(2) Resumen de las recomendaciones y propuestas sobre las acciones de reconstrucción (tomando en cuenta la aplicabilidad de la tecnología japonesa).....	322
13.2.6 Presentación de los resultados del estudio preliminar en el seminario	324
13.2.7 Propuesta de ejecución del estudio intensivo sobre los daños de inundaciones y las necesidades (borrador)	324
13.3 Resumen de los resultados del Estudio sobre los daños de inundaciones y de huaicos y sobre las necesidades de reconstrucción (estudio intensivo).....	325
13.3.1 Revisión del análisis hidrológico de las inundaciones ocurridas entre enero y marzo de 2017 (análisis de precipitaciones).....	325
(1) Ejecución del análisis de precipitaciones en las cuencas del norte del Perú que causaron graves daños de inundaciones.....	325

(2)	Resumen de los resultados del análisis y recomendaciones sobre el plan de control de inundaciones	341
13.3.2	Evaluación de las inundaciones y desbordamientos ocurridos entre enero y marzo de 2017 y las políticas de las futuras medidas	342
(1)	Río Tumbes	342
(2)	Río Piura	350
(3)	Río Chira (presa de Poechos)	365
(4)	Ríos Motupe y La Leche	367
(5)	Ríos Chancay-Lambayeque	372
13.3.3	Evaluación de los huaicos ocurridos entre enero y marzo de 2017 y las políticas de las futuras medidas	380
(1)	Características de los deslizamientos y huaycos en la Costa	380
(2)	Ríos de Trujillo (León, San Idelfonso y San Carlos)	381
(3)	Río Cuculicote	387
(4)	Río Rímac	391
13.3.4	Cálculo de desbordamiento de los ríos Piura y Chancay-Lambayeque	413
(1)	Calibración del modelo RRI de la cuenca del río Piura con los datos de las inundaciones de 2017 ..	414
(2)	Ríos Chancay-Lambayeque	416
Capítulo 14	Resumen de los Resultados del Estudio a la Fecha	419
14.1	Resumen de los resultados del Estudio	419
14.1.1	Resumen en este Capítulo	419
14.1.2	Visión general de los proyectos de control de inundaciones en el Perú	420
(1)	Costo total estimado de proyecto en todas las cuencas	420
(2)	Total estimado de beneficios del proyecto y evaluación económica de todas las cuencas	421
14.1.3	Características principales de los proyectos de control de inundación por tipo	422
(1)	Costo total estimado del proyecto de control de inundaciones por tipo	423
(2)	Esbozo de los resultados totales de beneficio y evaluación económica de las 159 cuencas	424
(3)	Análisis en el resumen por tipo	426
14.1.4	Resumen del estudio sobre cuencas de río priorizadas	428
(1)	Ríos Piura-Chira	428
(2)	Río Rímac	429
(3)	Río Ica	430
(4)	Río Mantaro	431
(5)	Río Huallaga	431
(6)	Río Urubamba	432
(7)	Suposición de la implementación de proyectos en las cuencas prioritarias	432
14.1.5	Efectos del cambio climático sobre los planes de control de inundaciones	434
14.1.6	Daños de los deslizamientos e inundaciones ocurridos entre finales de 2016 y marzo de 2017 y comparación con los resultados del presente Estudio	435
14.1.7	Extracción de datos del informe de los daños de inundaciones de INDECI	435

14.1.8	Comparación de los daños de inundaciones reales y los resultados del presente Estudio	436
(1)	Resumen de informes de daños.....	436
(2)	Conclusiones del análisis comparativo.....	437
14.1.9	Comparación de los resultados del análisis de inundaciones del río Rímac según el presente Estudio y los daños reales.....	439
(1)	Resumen del reporte de INDECI sobre los desastres en el río Rímac.....	439
(2)	Identificación de los tramos desbordados del río Rímac	440
(3)	Características de los desastres del río Rímac y lineamientos de las futuras medidas.....	442
14.2	Identificación de los desafíos con base en los resultados del Estudio y recomendaciones	442
14.2.1	Necesidad de formular urgentemente un plan de control de inundaciones y de organizar la información	443
(1)	Necesidad de organizar información sobre los daños históricos de inundaciones, los planes existentes y el avance de los proyectos de control de inundaciones	443
(2)	Necesidad de elaborar rápidamente planes de control de inundaciones	445
(3)	Necesidad de considerar la inclusión de medidas contra deslizamientos de tierra en las directrices para la prevención de inundaciones	446
(4)	Necesidad de creación de métodos para la estimación de los beneficios indirectos de los proyectos de control de inundaciones.....	448
14.2.2	Retos para el manejo apropiado de un río	448
(1)	Necesidad de Fortalecimiento de la Regulación del Desarrollo en zonas de Planicies Inundables y Riveras de Ríos	448
(2)	Necesidad de conservación de zonas pantanosas y zonas bajas en la cuenca del río como extensiones para aliviar el exceso de volumen de descarga de inundación.....	451
(3)	Conducción de las obras apropiadas de mantenimiento del río.....	452
(4)	Necesidad de monitorear el impacto del cambio climático sobre la gestión de las cuencas.....	452
14.2.3	Retos para la creación de un sistema implementación apropiado para proyectos de control de inundaciones.....	454
(1)	Estableciendo un sistema básico de implementación.....	454
(2)	Aumento del presupuesto para ejecutar los proyectos de control de inundaciones	455
(3)	Necesidad del desarrollo de capacidades de los gobiernos locales, regionales, AAA y ALA.....	457
(4)	La pronta preparación de lineamientos apropiados para la implementación de proyectos de control de inundaciones bajo el nuevo SNIP.....	457
14.2.4	Cuestiones técnicas sobre la formación de un plan de control de inundaciones.....	458
(1)	Recolección de data.....	458
(2)	Modelo de análisis de inundación	458
(3)	Refuerzo de la información histórica de los desastres ocurridos	460
14.2.5	Implementación de la metodología de sensibilización sobre los riesgos de desastres.....	461
14.2.6	Introducción de un sistema de alerta y pronóstico de inundaciones	462
14.2.7	Datos a ser ingresados en el SNIRH	464
14.3	Resumen de recomendaciones y recomendaciones para la elaboración de una matriz en el Préstamo	

Stand-By para la Reconstrucción Post-Desastre	465
14.3.1 Resumen de Recomendaciones	465
14.3.2 Recomendaciones para la elaboración de una matriz en el Préstamo Stand-By para la Reconstrucción Post-Desastre	475
(1) Condicion previa 1: que ANA elabore planes de control de inundaciones de 2 o más cuencas, incluyendo planes de control de huaycos y planes de mantenimiento y gestión del curso superior hasta 2020.....	475
(2) Condicion previa 2: Que ANA elabore, junto con organizaciones relacionadas y hasta 2020, una información de control de inundaciones de las cuencas en la que se resuman daños causados por las inundaciones ocurridos en 4 cuencas o más, planes elaborados de control de inundaciones y medidas y proyectos implementados.....	476
(3) Condicion previa 3: Que ANA elabore, junto con MEF y hasta 2020, un "manual de análisis de la economía de proyectos de control de inundaciones" destinado a entidades ejecutoras, que son principalmente gobiernos provinciales y distritales, para analizar la economía de proyectos de control de inundaciones.....	477
14.4 Presentación de tecnologías avanzadas, japonesas y tradicionales en las medidas de control de inundaciones y huaycos	481
14.4.1 Control con estructuras.....	481
(1) Control de la producción de sedimentos mediante la plantación.....	482
(2) Fijación del canal mediante el dique longitudinal y la tecnología de control de la dirección del curso y control del desplazamiento de sedimentos mediante zonas de plantación amortiguadora	485
(3) Construcción de facilidades de control de deslizamiento de tierras utilizando materiales producidos en sitio (suelo estabilizado con cemento para el control del deslizamiento de arena).....	486
(4) Construcción de facilidades de control de deslizamiento de tierras utilizando elementos prefabricados (dique de mampostería de bloques de hormigón).....	488
(5) Construcción de facilidades de control de deslizamiento de tierras apropiada para un terreno muy reducido (tecnología de control de huaycos mediante postes)	488
(6) Medios de transporte de máquinas y materiales en lugar de carreteras	489
(7) Construcción en lugares peligrosos (construcción sin tripulación)	490
14.4.2 Medidas de control de inundaciones sin estructuras.....	491
(1) Método de estudio de la dinámica de sedimentos	493
(2) Detección de un huayco	494

Índice de Figuras

Figura 2.1.1	Organigrama de la ANA	10
Figura 2.1.2	Ubicación de las estaciones hidrometeorológicas	22
Figura 2.1.3	Ubicación de las estaciones que monitorean la precipitación por hora	23
Figura 2.1.4	Ubicación de las estaciones donde se monitorea el nivel de agua y caudal	24
Figura 2.1.5	Ubicación de las represas y embalses	25
Figura 3.1.1	Procedimiento de selección de las cuencas candidatas (borrador)	38
Figura 3.3.1	8 cuencas que la ANA recomienda	43
Figura 3.3.2	11 cuencas que el INDECI recomienda	44
Figura 3.3.3	3 cuencas basadas en el resultado del cálculo de riesgo por el CENEPRED	45
Figura 3.5.1	Resultados del simulacro de inundaciones en las cuencas de los ríos Quilca, Vitor y Chili según RRI (inundaciones con período de retorno de 100 años)	49
Figura 3.5.1	Cuencas candidatas para cuencas prioritarias	50
Figura 4.1.1	Flujo de análisis de tipificación	52
Figura 4.1.2	Relación entre el número de cuencas y la tasa de cobertura de la población	54
Figura 4.1.3	Detalles de las características socioeconómicas de cada cuenca	58
Figura 4.1.4	Detalles de las características naturales de cada cuenca	59
Figura 4.1.5	Resultado de la clasificación según las características socioeconómicas	60
Figura 4.1.6	Análisis de la tipificación según las características naturales	62
Figura 4.1.7	Análisis de la tipificación según las características naturales (Sistema hidrográfico del Amazonas)	63
Figura 4.1.8	Análisis de la tipificación según las características naturales	64
Figura 4.1.9	Matriz de análisis de la tipificación	66
Figura 4.2.1	Criterios de selección de las cuencas modelo	68
Figura 4.2.2	Ubicación de las cuencas modelo (plan)	70
Figura 5.1.1	Duración de la precipitación en las cuencas de los ríos Mantaro y Urubamba en las 10 inundaciones más grandes	74
Figura 5.1.2	Tipo de curva de precipitación de 24 horas y reparto de precipitación por hora	75
Figura 5.1.3	Ejemplo de ampliación de la precipitación (río Mantaro)	76
Figura 5.1.4	Resultado del análisis de la precipitación (1/3)	78
Figura 5.1.5	Resultado del análisis de la precipitación (2/3)	79
Figura 5.1.6	Resultado del análisis de la precipitación (3/3)	80
Figura 5.1.7	Pluviograma de precipitación de 100 años (1/2)	81
Figura 5.1.8	Pluviograma de precipitación de 100 años (2/2)	82
Figura 6.3.1	Estado de la cuenca Chira-Piura	85
Figura 6.3.2	Estado del río Piura en el momento de la inundación de 1998	85
Figura 6.3.3	Estado de las riberas del río Rímac	86
Figura 6.3.4	Estado de las riberas del río Rímac	87
Figura 6.3.5	Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Sucro	87
Figura 6.3.6	Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de San Bartolome	88

Figura 6.3.7	Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Chosica	88
Figura 6.3.8	Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Chaclacayo	89
Figura 6.3.9	Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Ate	89
Figura 6.3.10	Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Casa Blanca	91
Figura 6.3.11	Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de San José de los Molinos	91
Figura 6.3.12	Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de San Juan Bautista	92
Figura 6.3.13	Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Santiago	92
Figura 6.3.14	Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Ocucaje	93
Figura 6.3.15	Estado de daños por la inundación del curso principal del río Huallaga.....	94
Figura 6.3.16	Estado de daños por la inundación del curso principal del río Huallaga.....	94
Figura 6.3.17	Estado de Huamancana, río Mantaro	95
Figura 6.3.18	Estado de Mito, río Mantaro	96
Figura 6.3.19	Estado de Huaripampa, río Mantaro	96
Figura 6.3.20	Estado de Parco, río Mantaro.....	96
Figura 6.3.21	Situación de daños por inundación en el río Lucre, afluente del río Urubamba.....	98
Figura 6.3.22	Situación de daños por inundación en la quebrada Huaro, afluente del río Urubamba.....	98
Figura 6.3.23	Situación de daños por inundación en el río Vilcanota, afluente del río Urubamba.....	99
Figura 6.3.24	Situación de daños por inundación en la quebrada Huaraypata, afluente del río Urubamba	99
Figura 6.3.25	Situación de daños por inundación en el distrito Sucani en la cuenca del río Urubamba ..	100
Figura 6.3.26	Situación de daños por inundación en el distrito Malangani en la cuenca del río Urubamba	100
Figura 6.3.27	Situación de daños por inundación en el río Pisac, afluente del río Urubamba	101
Figura 6.3.28	Situación de daños por inundación en el distrito Huaullay Bamba en la cuenca del río Urubamba	101
Figura 6.3.29	Estado de daños en la calle Putumayo por la inundación del río Nanay	102
Figura 6.3.30	Estado de daños en Morona Cocha por inundaciones del río Nanay	103
Figura 6.3.31	Estado de daños en Pampachica por inundaciones del río Nanay.....	103
Figura 7.4.1	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Biabo (inundación con período de retorno de 100 años).....	115
Figura 7.4.2	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Locumba	116
Figura 7.4.3	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque.....	117
Figura 7.4.4	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Huallaga	118
Figura 7.4.5	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Nanay	119
Figura 7.4.6	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Ramis	120
Figura 7.4.7	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Rímac	121
Figura 7.4.8	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Chira.....	122
Figura 7.4.9	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Piura	123
Figura 7.4.10	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Urubamba....	124
Figura 7.4.11	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Ica.....	125

Figura 7.4.12	Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca río Mantaro.....	126
Figura 9.2.1	Procedimiento para la Formulación de Medidas de Mitigación de las Inundaciones	135
Figura 9.2.2	Procedimientos del cálculo del volumen de regulación de avenidas	137
Figura 9.3.1	Selección de áreas objetivo en la cuenca de los ríos Piura-Chira (cuenca del río Piura).....	138
Figura 9.3.2	Selección de áreas objetivo en la cuenca de los ríos Piura-Chira (cuenca del río Piura).....	139
Figura 9.3.3	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de los ríos Piura-Chira (Alt-1: 50-años periodo de retorno)	141
Figura 9.3.4	Corte Transversal Estándar para Plan de Mejoramiento de los ríos Piura-Chira (Alt-2: 50-años Periodo de Retorno).....	144
Figura 9.3.5	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Rímac	145
Figura 9.3.6	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río rímac (alt-1: 50-años periodo de retorno)	148
Figura 9.3.7	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Ica	150
Figura 9.3.8	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río ica (alt-1: 50-años periodo de retorno)	154
Figura 9.3.9	Corte Transversal Estándar para Plan de Mejoramiento de los ríos Piura-Chira (Alt-2: 50-años Periodo de Retorno)	158
Figura 9.3.10	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Huallaga.....	160
Figura 9.3.11	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río Huallaga (Alt-1: 50-años periodo de retorno)	163
Figura 9.3.12	Corte Transversal estándar para plan de mejoramiento de río Huallaga (Alt-2: 50-años periodo de retorno)	166
Figura 9.3.13	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Mantaro.....	167
Figura 9.3.14	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río Mantaro (Alt-1: 50-años Periodo de Retorno).....	169
Figura 9.3.15	Corte Transversal estándar para plan de mejoramiento de río Mantaro (Alt-2: 50-años periodo de retorno)	172
Figura 9.3.16	Selection de áreas objetivo en la cuenca del río Urubamba	173
Figura 9.3.17	Corte Transversal Estándar para Plan de Mejoramiento de Río Urubamba (Alt-1: 50-años Periodo de Retorno).....	176
Figura 9.3.18	Corte Transversal Estándar para Plan de Mejoramiento de Río Urubamba (Alt-2: 50-años Periodo de Retorno).....	179
Figura 9.3.19	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río biabo	181
Figura 9.3.20	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río Biabo (Alt-1: 50-años periodo de retorno)	182
Figura 9.3.21	Corte Transversal Estándar para Plan de Mejoramiento de río Biabo (Alt-2: 50-años Periodo de Retorno).....	183
Figura 9.3.22	Selección de Áreas Objetivo en la Cuenca del Río Locumba.....	184
Figura 9.3.23	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río locumba (alt-1: 50-años periodo de retorno)	185

Figura 9.3.24	Selección de áreas objetivo en la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque	186
Figura 9.3.25	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de los ríos Chancay-Lambayeque (Alt-1: 50-años Periodo de Retorno)	188
Figura 9.3.26	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de los ríos Chancay-Lambayeque (Alt-2: 50-años Periodo de Retorno)	190
Figura 9.3.27	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Nanay.....	191
Figura 9.3.28	Corte Transversal estándar para plan de mejoramiento de río Nanay (Alt-1: 50-años Periodo de Retorno).....	192
Figura 9.3.29	Selección de áreas objetivo en la cuenca del río Ramis	194
Figura 9.3.30	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río Ramis (Alt-1: 50-años periodo de retorno)	197
Figura 9.3.31	Corte transversal estándar para plan de mejoramiento de río Ramis (Alt-2: 50-años periodo de retorno)	200
Figura 10.2.1	Procedimiento de evaluación económica.....	202
Figura 10.3.1	Situación de erosión en el río Cisa de la cuenca del río Huallaga.....	209
Figura 10.3.2	Situación de erosión en el río Cisa de la cuenca del río Huallaga 2	210
Figura 10.4.1	Sección estándar del revestimiento/protección del pie como medidas contra erosión (plan)	235
Figura 11.2.1	Flujo del estudio para la estimación de costo y beneficio en todas las cuencas por tipo	255
Figura 11.3.1	Beneficio total por periodo de retorno del proyecto de 100 años por cada tipo (cantidad anual de daños mitigados esperado)	260
Figura 11.3.2	Beneficios totales globales de los proyectos en las 159 cuencas con periodo de retorno de 100 años(cantidad anual esperado de daños mitigados)	261
Figura 11.3.3	Costos totales estimados de proyecto en cada tipo (periodo de retorno de 100 años).....	266
Figura 11.3.4	Costo total estimado de proyectos de control de inundación en las 159 cuencas (periodo de retorno de 100 años)	267
Figura 11.3.5	TIRss para proyectos de control de inundación en las 159 cuencas.....	278
Figura 11.4.1	Tasa de cambio de precipitación anual en el 2030	279
Figura 11.4.2	Predicción del volumen de descarga del río por el reporte del Banco Mundial	281
Figura 12.1.1	Resultados del simulacro de inundaciones y desbordamientos de 2015 por la Universidad de Tumbes y ALA-Tumbes.....	295
Figura 13.2.1	Departamentos visitados en el estudio preliminar sobre los daños de inundaciones.....	308
Figura 13.2.2	Evolución de El Niño entre febrero y marzo de 2017.....	310
Figura 13.2.3	Temperatura de la superficie del mar del Pacífico según años.....	311
Figura 13.2.4	Explicación esquemática del efecto de El Niño y La Niña en el Perú - relación entre la temperatura del mar y la circulación atmosférica	311
Figura 13.2.5	Uso de las tierras en la cuenca de la quebrada León y en la cuenca baja de la quebrada en Trujillo-1.....	312
Figura 13.2.6	Uso de las tierras en la cuenca de la quebrada León y en la cuenca baja de la quebrada en Trujillo-2.....	313

Figura 13.2.7	Inundaciones en las tierras bajas de la cuenca baja del río Tumbes	315
Figura 13.2.8	Sitios afectados a lo largo del río Piura, ciudad de Piura	316
Figura 13.2.9	Ruptura del dique del río Piura por las avenidas que superaron la capacidad hidráulica, y su rehabilitación	316
Figura 13.2.10	Fotos de los daños de socavación de los ríos	317
Figura 13.2.11	Área ribereña de la ciudad de Tumbes inundada por la contracorriente del agua del río ..	318
Figura 13.2.12	Lambayeque, una ciudad que no cuenta con suficientes canales de drenaje.....	318
Figura 13.2.13	Acumulación de sedimentos sobre el lecho	319
Figura 13.2.14	Ejemplos de los daños agravados por los sedimentos arrastrados de la cuenca alta	320
Figura 13.2.15	Obras de protección del dique del río Piura	321
Figura 13.2.16	Mapas de áreas inundadas del río Tumbes en 2015	321
Figura 13.2.17	Tecnología que puede solucionar los problemas de inundaciones en el Perú	324
Figura 13.3.1	Mapa de ubicación de la estación de monitoreo de lluvias (cuenca del río Tumbes).....	326
Figura 13.3.2	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Puerto Pizarro de la cuenca del río Tumbes).....	326
Figura 13.3.3	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Rica Playa de la cuenca del río Tumbes).....	327
Figura 13.3.4	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Puerto Pizarro de la cuenca del río Tumbes) (modelo de distribución de probabilidad: LN3Q)	327
Figura 13.3.5	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Rica Playa de la cuenca del río Tumbes) (modelo de distribución de probabilidad: LP3Rs).....	328
Figura 13.3.6	Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de lluvias (cuenca del río Piura)	329
Figura 13.3.7	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Chusis de la cuenca del río Piura).....	329
Figura 13.3.8	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de San Miguel de la cuenca del río Piura).....	330
Figura 13.3.9	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Morropón de la cuenca del río Piura).....	330
Figura 13.3.10	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Malacasi de la cuenca del río Piura)	331
Figura 13.3.11	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Puerto Pizarro de la cuenca del río Piura) (modelo de distribución de probabilidad: LogP3).....	331
Figura 13.3.12	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de San Miguel de la cuenca del río Piura) (modelo de distribución de probabilidad: LN4PM)	332
Figura 13.3.13	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Malacasi de la cuenca del río Piura) (modelo de distribución de probabilidad: LogP3).....	333
Figura 13.3.14	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Malacasi de la cuenca del río Piura) (modelo de distribución de probabilidad: LN3Q).....	333
Figura 13.3.15	Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de lluvias (cuencas de los ríos Chancay-Lambayeque y de Motupe).....	334

Figura 13.3.16	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Lambayeque)	335
Figura 13.3.17	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Jayanca de la cuenca del río Motupe)	335
Figura 13.3.18	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Reque de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	336
Figura 13.3.19	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Tinajones de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	336
Figura 13.3.20	Evolución temporal de la precipitación máxima diaria anual (estación de Chugur de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	337
Figura 13.3.21	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Lambayeque) (modelo de distribución de probabilidad: LogP3).....	337
Figura 13.3.22	Resultados del análisis de precipitación (estación de Jayanca de la cuenca del río Motupe) (modelo de distribución de probabilidad: LN3Q).....	338
Figura 13.3.23	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Reque de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque) (modelo de distribución de probabilidad: Gev)	339
Figura 13.3.24	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Tinajones de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque) (modelo de distribución de probabilidad: EXP)	340
Figura 13.3.25	Resultados del análisis de precipitaciones (estación de Chugur de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque) (modelo de distribución de probabilidad: LN3PM).....	341
Figura 13.3.26	Evolución del curso de agua en la cuenca baja del río Tumbes	342
Figura 13.3.27	Desbordamiento ocurrido en 2015.....	343
Figura 13.3.28	Fotos de la acumulación de sedimentos y erosión de las riberas del río Tumbes.....	344
Figura 13.3.29	Desafíos del plan de cauce y de la defensa ribereña en el río Tumbes.....	345
Figura 13.3.30	Resultados del estudio del Ministerio del Ambiente en 2015	346
Figura 13.3.31	Esquema conceptual de las medidas básicas que deben ser analizadas en la cuenca del río Tumbes	348
Figura 13.3.32	Nivel de crecida en el cauce del río Piura durante las inundaciones de la ciudad de Piura en 2017	351
Figura 13.3.33	Parapetos de la ciudad de Piura y las huellas de las inundaciones	351
Figura 13.3.34	Daños de inundaciones en la parte baja de la ciudad de Piura	352
Figura 13.3.35	Esquema conceptual de las medidas contra inundaciones del río Piura propuesto por el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chira-Piura	353
Figura 13.3.36	Estructuras fluviales que necesitan ser reparadas o mejoradas	354
Figura 13.3.37	Alineación recta propuesta para el canal de descarga a la desembocadura del río Piura .	354
Figura 13.3.38	Sitios candidatos de construcción de pólders del río Piura seleccionados por el Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Chira-Piura.....	355
Figura 13.3.39	Plan de construcción del Pólder Tambo Grande	356
Figura 13.3.40	Plan de construcción del Pólder La Matanza	357
Figura 13.3.41	Hidrógrafo en el caso de construir el Pólder La Matanza	357
Figura 13.3.42	Plantación de banano y viviendas existentes en el sitio candidato de Pólder La Matanza	358

Figura 13.3.43	Condiciones del cauce y huella de inundaciones alrededor del Pólder La Matanza	358
Figura 13.3.44	Condiciones del sitio candidato del Pólder El Ala	359
Figura 13.3.45	Vista panorámica y esquema conceptual del Pólder La Peñita	360
Figura 13.3.46	Mapa de ubicación del reservorio San Lorenzo	361
Figura 13.3.47	Fotos del reservorio de San Lorenzo.....	362
Figura 13.3.48	Dique destruido en Viduque.....	363
Figura 13.3.49	Fotos del tramo roto del dique en Molino Azul	364
Figura 13.3.50	Dique destruido en Chato Chico	364
Figura 13.3.51	Condiciones actuales de la acumulación de sedimentos en la presa del Poechos y del arrastre de sedimentos en la cuenca alta.....	365
Figura 13.3.52	Aliviadero a ser recrecido del reservorio de Poechos (100mx4 = 400 m)	365
Figura 13.3.53	Esquema conceptual del avance de acumulación de sedimentos en el reservorio	366
Figura 13.3.54	Sitio candidato y el alcance de la presa de arena	367
Figura 13.3.55	Tramos desbordados de los ríos La Leche y Motupe.....	368
Figura 13.3.56	Acumulación de sedimentos y erosión ribereña en los ríos Motupe y La Leche	368
Figura 13.3.57	Ejemplos de embalses del Japón construido en la cuenca alta.....	370
Figura 13.3.58	Plan de construcción de la presa en la cuenca alta del río La Leche de la Oficina del Proyecto Especial de Olmos - Tinajones.....	371
Figura 13.3.59	Red de canales de riego y drenaje de la región Chancay-Lambayeque y escenario de inundaciones de 1998.....	372
Figura 13.3.60	Ejemplos de la reducción de la capacidad de la red de riego y drenaje y de mal mantenimiento	373
Figura 13.3.61	Ejemplos de las medidas contra el desbordamiento del agua de la quebrada hacia la red de canales de riego y drenaje	374
Figura 13.3.62	Artículo de la prensa sobre el proyecto de cooperación china para el control de inundaciones en el departamento de Lambayeque.....	375
Figura 13.3.63	Canales de riego y drenaje existentes aprovechables para el drenaje de agua de Chiclayo	377
Figura 13.3.64	Obstáculos que cruzan el canal de drenaje existente y la alcantarilla que cruza el camino	378
Figura 13.3.65	Mejoramiento del canal de riego existente mediante el revestimiento con hormigón	378
Figura 13.3.66	Plan de mejoramiento del canal de drenaje existente aguas arriba de la ciudad de Lambayeque por el Proyecto Especial Olmos - Tinajones.....	379
Figura 13.3.67	Ejemplo del análisis del flujo de infiltración de la presa vertedero del embalse	380
Figura 13.3.68	Características de las quebradas en la Costa	381
Figura 13.3.69	Topografía y las principales quebradas de Trujillo.....	382
Figura 13.3.70	Basamento y el estrato superficial de gravas y arena de y la producción de sedimentos .	382
Figura 13.3.71	Final del flujo de la quebrada. San Idelfonso y de la quebrada. León.....	383
Figura 13.3.72	Huella de las inundaciones del distrito La Esperanza	384
Figura 13.3.73	Propuesta de ANA sobre el canal de desviación de San Idelfonso	385

Figura 13.3.74	Disposición de las obras para reducir los daños de huaicos en Trujillo (propuesta)	387
Figura 13.3.75	Topografía de la Quebrada Cuculicote y el mapa de ubicación de las tres cuencas estudiadas.....	387
Figura 13.3.76	Características de la producción de sedimentos en la zona de la quebrada. Cuculicote...	388
Figura 13.3.77	Foto tomada desde la cuenca media de la quebrada Cuculicote detrás del cerro Ascope viendo aguas arriba	388
Figura 13.3.78	Sedimentos depositados en el lecho de la quebrada. Cuculicote.....	389
Figura 13.3.79	Canal de riego que intercepta el flujo de agua de la quebrada Cabras	390
Figura 13.3.80	Disposición de las obras para reducir los daños de deslizamientos en la quebrada Cuculicote, distrito de Ascope (propuesta)	391
Figura 13.3.81	Mapa geológico de la cuenca del río Rímac	392
Figura 13.3.82	Topografía de Trujillo	392
Figura 13.3.83	Características de la topografía y geología de Chosica	392
Figura 13.3.84	Condiciones sociales de Chosica	393
Figura 13.3.85	Mapa de riesgos (amenazas) elaborada por el gobierno del local de Santa Eulalia	396
Figura 13.3.86	Ejemplo de las medidas de control de sedimentos ejecutadas por la municipalidad de Lurigancho-Chosica.....	397
Figura 13.3.87	Quebradas de la municipalidad Lurigancho-Chosica y el mapa de riesgos de flujo de detritos	397
Figura 13.3.88	Condiciones actuales de la quebrada Corrales y	398
Figura 13.3.89	Condiciones de la quebrada Pedregal (1).....	399
Figura 13.3.90	Condiciones de la quebrada Pedregal (2).....	400
Figura 13.3.91	Condiciones de la quebrada San Nicolás (1).....	401
Figura 13.3.92	Condiciones de la quebrada San Nicolás (2).....	402
Figura 13.3.93	Condiciones de la quebrada California	403
Figura 13.3.94	Condiciones de la quebrada Yanacoto	404
Figura 13.3.95	Cuenca de la quebrada Huaycoloro	405
Figura 13.3.96	Condiciones de la quebrada. Huaycoloro	406
Figura 13.3.97	Condiciones de la quebrada Santa Rosa (1).....	406
Figura 13.3.98	Condiciones de la quebrada Huayaringa.....	407
Figura 13.3.99	Condiciones de la quebrada Las Cruces	408
Figura 13.3.100	Condiciones de la quebrada Cashahuacra.....	409
Figura 13.3.101	Condiciones de la quebrada Porta de Huayringa	409
Figura 13.3.102	Condiciones del puente Ñaña	410
Figura 13.3.103	Foto satelital del puente Ñaña.....	410
Figura 13.3.104	Condiciones del sector de Carapongo.....	411
Figura 13.3.105	Foto satelital del sector de Carapongo	411
Figura 13.3.106	Resultados del análisis de inundaciones del río Piura por el exceso de lluvias del 25 de marzo de 2017 (distribución de la profundidad máxima inundada)	415
Figura 13.3.107	Resultados del análisis de inundaciones de los ríos Chancay - Lambayeque por el exceso	

de lluvias del domingo, 12 de marzo de 2017 (distribución de la profundidad máxima inundada).....	417
Figura 14.1.1 Sumario de temas estudiados en el presente Estudio y temas resumidos en el presente Capítulo.....	420
Figura 14.1.2 Agrupando por tipos	426
Figura 14.2.1 Ejemplo del informe los daños de inundaciones de INDECI	436
Figura 14.3.1 Lista sistematizada para la visibilización de la información sobre el control de inundaciones" (propuesta)	445
Figura 14.3.2 Distribución del caudal de diseño a ser indicada en el Plan Maestro de Control de Inundaciones.....	446
Figura 14.3.3 Viviendas construidas en el área anegable a lo largo del río	449
Figura 14.3.4 Ejemplo del desarrollo del área anegable a lo largo del río en los últimos años	450
Figura 14.3.5 Faja marginal donde se debe restringir el desarrollo, tomando en cuenta la posibilidad de ejecutar un proyecto de control de inundaciones en un futuro.....	450
Figura 14.3.6 Inversión en la gestión del riesgo de desastres de Japón.....	456
Figura 14.3.7 Cambio anual del número de muertos y la superficie inundada a causa de inundaciones en Japón.....	456
Figura 14.4.1 Sistema de coordinación dentro de la ANA (borrador).....	470
Figura 14.4.2 Sistema de coordinación entre ANA y Otras Agencias (borrador).....	471
Figura 14.4.3 Sistema nacional propuesto para la implementación exitosa del proyecto de control de inundaciones (borrador).....	473
Figura 14.5.1 Obras de control de erosión en la sierra de Rokko.....	483
Figura 14.5.2 Caso concreto de plantación con la fuerza humana	483
Figura 14.5.3 Otros métodos con la fuerza humana.....	484
Figura 14.5.4 Implementación de la tecnología de control de erosión con plantación (1954)	485
Figura 14.5.5 Casos concretos de una obra de control de deslizamiento de tierra y de un dique longitudinal (izquierda abajo) y una obra de la zona de plantación amortiguadora (derecha abajo)	486
Figura 14.5.6 Idea del suelo estabilizado con cemento para el control del deslizamiento de arena	487
Figura 14.5.7 Casos concretos de construcción del dique de mampostería de bloques de hormigón	488
Figura 14.5.8 Urban Guard, tecnología de control de huaycos mediante postes (izquierda: estructura terminada, derecha: estructura en construcción).....	489
Figura 14.5.9 Casos de construcción de cables y de transporte de máquinas y materiales	490
Figura 14.5.10 Ráil para la obra.....	490
Figura 14.5.11 Construcción sin tripulación en Unzen	491
Figura 14.5.12 Concepto del plan de control de deslizamiento de arena de los ríos	493
Figura 14.5.13 Resumen del sensor acústico de arrastre de fondos	494
Figura 14.5.14 Caso concreto de instalación del sensor de cables (caso de instalación en un aliviadero).....	495

Índice de Tablas

Tabla 1.3.1	Principales organizaciones relacionadas.....	4
Tabla 2.1.1	Evolución de los recursos presupuestarios de la ANA	11
Tabla 2.1.2	Presupuesto de la ANA de los últimos 3 años	12
Tabla 2.1.3	Borrador del índice de la norma técnica sobre la prevención de inundaciones	13
Tabla 2.1.4	Detalle de los proyectos relacionados con la prevención de inundaciones (desde diciembre de 2002 a mayo de 2016).....	14
Tabla 2.1.5	Situación de desarrollo del análisis hidráulico, mapa de riesgos y base de datos	15
Tabla 2.1.6	Resumen sobre antecedentes de inundaciones ocurridas en las 159 cuencas y daños causados por las mismas.....	16
Tabla 2.1.7	Monto de daños y costo de restauración y recuperación en las inundaciones generadas en 2010 en Cusco según los sectores	17
Tabla 2.1.8	Resumen de los daños por inundaciones en el momento de El Niño de gran escala.....	18
Tabla 2.1.9	Los 10 primeros casos de inundaciones en el Perú según el monto de daños de acuerdo con los datos de DesInventar (1970-2011)	19
Tabla 2.1.10	Estado de recopilación de datos en la primera y segunda etapa de estudio en el Perú (datos topográficos, etc.).....	20
Tabla 2.1.11	Elementos hidrometeorológicos objeto del monitoreo y frecuencia de monitoreo.....	21
Tabla 2.1.12	Resumen de los datos socioeconómicos recopilados.....	26
Tabla 2.2.1	Resumen del DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial.....	27
Tabla 2.2.2	Matriz de políticas de DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial (inicial).....	28
Tabla 2.2.3	Revisión de la Matriz de Políticas de DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial	29
Tabla 2.2.4	Resumen del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial.....	31
Tabla 2.2.5	Matriz de políticas del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial (inicial).....	31
Tabla 2.2.6	Estado de cumplimiento de la Matriz de Políticas del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial.....	33
Tabla 2.2.7	Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 1	34
Tabla 2.2.8	Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 2	35
Tabla 3.1.1	Definición del “peligro”, de la “vulnerabilidad” y “del riesgo”	37
Tabla 3.2.1	Figuras relacionadas con indicadores de evaluación adjuntadas al presente informe como Apéndice 3-1	39
Tabla 3.2.2	Indicadores de evaluación de la vulnerabilidad	39
Tabla 3.2.3	Valor de evaluación de cada indicador	40
Tabla 3.2.4	Las 31 primeras cuencas superiores como resultado del análisis de la vulnerabilidad ante desastres por agua (Paso 1)	41
Tabla 3.3.1	Cuencas recomendadas/cuencas con alto riesgo según el resultado del análisis del riesgo por 3 entidades del lado peruano (Resumen).....	42
Tabla 3.3.2	Indicadores y valores de evaluación de las cuencas recomendadas/cuencas de alto riesgo	

según el lado peruano.....	46
Tabla 3.4.1 Indicador y valor del indicador de cada concepto	47
Tabla 3.4.2 Resultado de la suma de valores de evaluación (18 primeras cuencas).....	47
Tabla 3.5.1 8 cuencas candidatas para cuencas prioritarias de las cuales se realizó el cálculo de inundaciones por RRI	48
Tabla 3.5.2 Cuencas prioritarias (6 cuencas).....	49
Tabla 4.1.1 Resumen de la clasificación según las características socioeconómicas	53
Tabla 4.1.2 Resumen de la clasificación según las características naturales	54
Tabla 4.1.3 Datos utilizados para la tipificación.....	57
Tabla 4.1.4 Resultado de la clasificación por características socioeconómicas.....	61
Tabla 4.1.5 Resumen de cada tipo y supuestos puntos de atención para tomar medidas	66
Tabla 4.1.6 Cuencas que pertenecen a cada tipo	67
Tabla 4.2.1 Resultado de la selección de las cuencas modelo	69
Tabla 5.1.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis.....	71
Tabla 5.1.2 Determinación de la duración de la precipitación (cuencas modelo)	72
Tabla 5.1.3 Criterio de selección de las estaciones pluviométricas a las cuales se aplica el método de Thiessen	74
Tabla 5.1.4 Punto representativo de cada cuenca para adoptar el pluviograma.....	76
Tabla 5.1.5 Modelos de distribución de probabilidad	77
Tabla 5.1.6 Resultado del cálculo de precipitación según la escala de probabilidad.....	77
Tabla 6.2.1 Resumen del proceso de realización del reconocimiento de campo.....	83
Tabla 6.3.1 Resumen de los daños por inundaciones en el curso principal del río Rímac	85
Tabla 6.3.2 Zonas del río Rímac donde se generan frecuentemente daños por sedimentos provenientes de las pequeñas cuencas (quebradas)	86
Tabla 6.3.3 Barrios con alto riesgo de inundación en la cuenca del río Ica que reconoce la AAA competente	90
Tabla 6.3.4 Resumen de los daños por inundaciones del río Mantaro	95
Tabla 6.3.5 Resumen de los daños por inundaciones del río Urubamba	97
Tabla 6.3.6 Resumen de los daños por la inundación del río Nanay	102
Tabla 7.2.1 Políticas básicas para el análisis de inundación-escorrentía	106
Tabla 7.2.2 Lista de casos de simulación	107
Tabla 7.2.3 Resolución espacial del análisis de inundación – escorrentía para cada cuenca de río.....	107
Tabla 7.2.4 Parámetros de rugosidad recomendados por el manual del ingeniero civil en Japón	108
Tabla 7.2.5 Parámetros de rugosidad por condiciones en tierra adentro	108
Tabla 7.2.6 Parámetros de infiltración por manual de hidrología.....	108
Tabla 7.3.1 Cantidad estimada de precipitación 24-Hr por probabilidad de ocurrencia.....	109
Tabla 7.3.2 Tasa máxima estimada de flujo por probabilidad de ocurrencia en locaciones representativas	110
Tabla 7.3.3 Comparación entre estudio de campo y resultados del análisis de modelo de.....	111
Tabla 7.4.1 Análisis de los resultados para las cuencas de río priorizadas/modelo	113

Tabla 9.1.1	Cuencas de río donde la alternativa por instalaciones de almacenamiento no es considerada	132
Tabla 9.1.2	Alternativas de mitigación de inundaciones para cada cuenca de río objetivo	133
Tabla 9.2.1	Borde libre necesario, ancho de la corona y la pendiente de los diques	136
Tabla 9.2.2	Método de cálculo del volumen de regulación de avenidas mediante la cuenca de retardo ..	137
Tabla 9.3.1	Río Piura Objetivo -1 (Parte alta: Piura Parte baja: Cristo Nos Valga).....	139
Tabla 9.3.2	Río Piura Objetivo -2 (Parte alta: Buenos Aires Parte baja: La Matanza)	140
Tabla 9.3.3	Río Piura Objetivo -3 (Parte alta: Salitral Parte baja: Salitral).....	140
Tabla 9.3.4	Río Chira Objetivo -1 (Parte alta: Querecotillo Parte baja: Vichayal)	140
Tabla 9.3.5	Río Chira Objetivo -2 (ALREdedor de San Lorenzo).....	141
Tabla 9.3.6	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Piura para la Alternativa-2.....	142
Tabla 9.3.7	Río Piura Objetivo -1 (Parte alta: Piura Parte baja: Cristo Nos Valga).....	142
Tabla 9.3.8	Río Piura objetivo -2 (Parte alta: Buenos Aires Parte baja: La Matanza)	142
Tabla 9.3.9	Río Piura objetivo -3 (Parte alta: Salitral Parte baja: Salitral).....	142
Tabla 9.3.10	Capacidad requerida de la presa del río Chira para la alternativa-2.....	143
Tabla 9.3.11	Río Chira Objetivo -1 (Parte alta: Querecotillo Parte baja: Vichayal)	143
Tabla 9.3.12	Área objeto 2 del Río Chira (Alrededor de San Lorenzo)	143
Tabla 9.3.13	Río Rímac Objetivo-1 (Parte alta: San Mateo Parte baja: San Mateo).....	146
Tabla 9.3.14	Río Rímac Objetivo-2 (Parte alta:Matucana Parte baja: Matucana).....	146
Tabla 9.3.15	Río Rímac Objetivo-3 (Parte alta: Sucro Parte baja: Sucro).....	146
Tabla 9.3.16	Río Rímac Objetivo-4 (Parte alta: Richard Palma Parte baja: Richard Palma)	147
Tabla 9.3.17	Río Rímac Objetivo-5 (Parte alta: Lurigancho Parte baja: Lurigancho).....	147
Tabla 9.3.18	Río Rímac Objetivo-6 (Parte alta: Chaclacayo Parte baja: Chaclacayo)	147
Tabla 9.3.19	Río Rímac Objetivo-7 (Parte alta: Ate Parte baja: Chaclacayo)	148
Tabla 9.3.20	Río Ica Objetivo-5-1 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje)	151
Tabla 9.3.21	Río Ica Objetivo-5-2 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje)	151
Tabla 9.3.22	Río Ica Objetivo-5-3 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje)	151
Tabla 9.3.23	Río Ica Objetivo-5-4 (Parte alta: Santiago Parte baja: Santiago).....	152
Tabla 9.3.24	Río Ica Objetivo-5-5 (Parte alta: Santiago Parte baja: Santiago).....	152
Tabla 9.3.25	Río Ica Objetivo-5-6 (Parte alta: Ica Parte baja: Santiago).....	152
Tabla 9.3.26	Río Ica Objetivo-5-7 (Parte alta: La Tingüia Parte baja: Ica)	153
Tabla 9.3.27	Río Ica Objetivo-5-8 (Parte alta: San Juan Bautista Parte baja: San Juan Bautista)	153
Tabla 9.3.28	Río Ica Objetivo-5-9 (Parte alta: San Jose De Los Molinos Parte baja: San De Los Molinos)	153
Tabla 9.3.29	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Ica en la Alternativa-2	154
Tabla 9.3.30	Río Ica Objetivo5-1 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje).....	155
Tabla 9.3.31	Río Ica Objetivo-5-2 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje)	155
Tabla 9.3.32	Río Ica Objetivo-5-3 (Parte alta: Ocucaje Parte baja: Ocucaje)	155
Tabla 9.3.33	Río Ica Objetivo-5-4 (Parte alta: Santiago Parte baja: Santiago).....	156
Tabla 9.3.34	Río Ica Objetivo-5-5 (Parte alta: Santiago Parte baja: Santiago).....	156

Tabla 9.3.35	Río Ica Objetivo-5-6 (Parte alta: Ica Parte baja: Santiago).....	156
Tabla 9.3.36	Río Ica Objetivo-5-7 (Parte alta: La Tingüia Parte baja: Ica)	157
Tabla 9.3.37	Río Ica Objetivo-5-8 (Parte alta: San Juan Bautista Parte baja: San Juan Bautista)	157
Tabla 9.3.38	Río Ica Objetivo-5-1 (Parte alta: San Jose De Los Molinos Parte baja: San De Los Molinos)	157
Tabla 9.3.39	Río Hualaga Objetivo-1 (Parte alta: Juanjui Parte baja: Picota).....	161
Tabla 9.3.40	Río Hualaga Objetivo-2 (Parte alta: Jose Crespo y Castillo Parte baja: Tocache).....	161
Tabla 9.3.41	Río Hualaga Objetivo-3 (Parte alta: Awajun Parte baja: Moyobamba).....	161
Tabla 9.3.42	Río Hualaga Objetivo-4 (Parte alta: Yurimaguas Parte baja: Santa Cruz).....	162
Tabla 9.3.43	Río Hualaga Objetivo-5 (Parte alta: Ambo Parte baja: Santa Maria del Valle).....	162
Tabla 9.3.44	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Hualaga en la Alternativa-2.....	163
Tabla 9.3.45	Río Hualaga Objetivo-1 (Parte alta: Juanjui Parte baja: Picota).....	163
Tabla 9.3.46	Río Hualaga Objetivo-2 (Parte alta: Jose Crespo y Castillo Parte baja: Tocache).....	164
Tabla 9.3.47	Río Hualaga Objetivo-3 (Parte alta: Awajun Parte baja: Moyobamba).....	164
Tabla 9.3.48	Río Hualaga Objetivo-4 (Parte alta: Yurimaguas Parte baja: Santa Cruz).....	165
Tabla 9.3.49	Río Hualaga Objetivo-5 (Parte alta: Ambo Parte baja: Santa Maria del Valle)	165
Tabla 9.3.50	Río Mantaro Objetivo-1 (Parte alta: Matahuasi Parte baja: Yauyos)	168
Tabla 9.3.51	Río Mantaro Objetivo-2 (Parte alta: Huayucachi Parte baja: Orcotuna)	168
Tabla 9.3.52	Río Mantaro Objetivo-3 (Parte alta: Acos Vinchos Parte baja: Pacaycasa).....	168
Tabla 9.3.53	Río Mantaro Objetivo-4 (Parte alta: Vinchos Parte baja: Vinchos)	169
Tabla 9.3.54	Volumen requerido de la presa del río Mantaro en la Alternativa-2	170
Tabla 9.3.55	Río Mantaro Objetivo-1 (Parte alta: Matahuasi Parte baja: Yauyos).....	170
Tabla 9.3.56	Río Mantaro Objetivo-2 (Parte alta: Huayucachi Parte baja: Orcotuna)	170
Tabla 9.3.57	Río Mantaro Objetivo-3 (Parte alta: Acos Vinchos Parte baja: Pacaycasa).....	171
Tabla 9.3.58	Río Mantaro Objetivo-4 (Parte alta: Vinchos Parte baja: Vinchos)	171
Tabla 9.3.59	Río Urubamba Objetivo-1 (Parte alta: Maranura Parte baja: Santa Ana)	174
Tabla 9.3.60	Río Urubamba Objetivo-2 (Parte alta: Huayllabamba Parte baja: Urubamba).....	174
Tabla 9.3.61	Río Urubamba Objetivo-3 (Parte alta: San Salvador Parte baja: Calca).....	174
Tabla 9.3.62	Río Urubamba Objetivo-4 (Parte alta: Urcos Parte baja: Urcos).....	175
Tabla 9.3.63	Río Urubamba Objetivo-5 (Parte alta: Combapata Parte baja: Checacupe)	175
Tabla 9.3.64	Río Urubamba Objetivo-6 (Parte alta: Sicuani Parte baja: Marangani).....	175
Tabla 9.3.65	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Urubamba en la Alternativa-2	176
Tabla 9.3.66	Río Urubamba Objetivo-1 (Parte alta: Maranura Parte baja: Santa Ana)	176
Tabla 9.3.67	Río Urubamba Objetivo-2 (Parte alta: Huayllabamba Parte baja: Urubamba).....	177
Tabla 9.3.68	Río Urubamba Objetivo-3 (Parte alta: San Salvador Parte baja: Calca).....	177
Tabla 9.3.69	Río Urubamba Objetivo-4 (Parte alta: Urcos Parte baja: Urcos).....	178
Tabla 9.3.70	Río Urubamba Objetivo-5 (Parte alta: Combapata Parte baja: Checacupe)	178
Tabla 9.3.71	Río Urubamba Objetivo-6 (Parte alta: Sicuani Parte baja: Marangani).....	178
Tabla 9.3.72	Río Biabo Objetivo-1 (Parte alta: Bajo Biabo Parte baja: Bajo Biabo)	182
Tabla 9.3.73	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Biabo en la Alternativa-2.....	182

Tabla 9.3.74	Río Biabo Objetivo-1 (Parte alta: Bajo Biabo Parte baja: Bajo Biabo)	182
Tabla 9.3.75	Río Locumba Objetivo-1 (Parte alta: Locumba Parte baja: Locumba)	185
Tabla 9.3.76	Objetivo-1(Parte alta: Distrito La Esperanza Parte baja: Distrito Chancayba)	186
Tabla 9.3.77	Objetivo -2 (Parte alta: Distrito Chongoyape Parte baja: Distrito Saña)	187
Tabla 9.3.78	Objetivo -3 (Parte alta: Distrito Reque Parte baja: Distrito Eten).....	187
Tabla 9.3.79	Especificaciones de la cuenca de retardo de los ríos Chancay-Lambayeque en la Alternativa-2	188
Tabla 9.3.80	Objetivo-1(Parte alta: Distrito La Esperanza Parte baja: Distrito Chancayba)	188
Tabla 9.3.81	Objetivo -2 (Parte alta: Distrito Chongoyape Parte baja: Distrito Saña).....	189
Tabla 9.3.82	Objetivo-3 (Parte alta: Distrito Reque Parte baja: Distrito Eten)	189
Tabla 9.3.83	Río Nanay Objetivo-1 (Parte alta: Iquitos Parte baja: Iquitos)	192
Tabla 9.3.84	Características de la reubicación de viviendas en la Alternativa-2 para la mejora de la cuenca del río Nanay.....	192
Tabla 9.3.85	Río Nanay Objetivo-1 (Parte alta: Iquitos Parte baja: Iquitos)	193
Tabla 9.3.86	Objetivo-1 (Parte alta: Distrito Azangaro Parte baja: Distrito Santiago de Pupuja)	195
Tabla 9.3.87	Objetivo -2 (Parte alta: Distrito Santa Rosa Parte baja: Distrito Santa Rosa).....	195
Tabla 9.3.88	Objetivo -3 (Parte alta: Distrito Tirapata Parte baja: Distrito Jose Domingo Choquehuanca)	195
Tabla 9.3.89	Objetivo -4 (Parte alta: Distrito Achaya Parte baja: Distrito Taraco).....	196
Tabla 9.3.90	Objetivo -5 (Parte alta: Distrito Ayaviri Parte baja: Distrito Ayaviri)	196
Tabla 9.3.91	Especificaciones de la cuenca de retardo del río Ramis en la Alternativa-2	197
Tabla 9.3.92	Objetivo -1 (Parte alta: Distrito Azangaro Parte baja: Distrito Santiago de Pupuja)	197
Tabla 9.3.93	Objetivo -2 (Parte alta: Distrito Santa Rosa Parte baja: Distrito Santa Rosa).....	198
Tabla 9.3.94	Objetivo -3 (Parte alta: Distrito Tirapata Parte baja: Distrito Jose Domingo Choquehuanca)	198
Tabla 9.3.95	Objetivo -4 (Parte alta: Distrito Achaya Parte baja: Distrito Taraco).....	199
Tabla 9.3.96	Objetivo -5 (Parte alta: Distrito Ayaviri Parte baja: Distrito Ayaviri)	199
Tabla 10.3.1	Porcentaje de tipo de vivienda por región	203
Tabla 10.3.2	Costo unitario de daño de la vivienda por tipo de vivienda y por región.....	203
Tabla 10.3.3	Precio unitario básico de vivienda dañada por cada cuenca prioritaria/ modelo	203
Tabla 10.3.4	Precios unitarios estándar de los utensilios que se dañarán por inundaciones	204
Tabla 10.3.5	Unidad básica estándar de utensilios según las cuencas para calcular el monto de daños por inundaciones	204
Tabla 10.3.6	Siembra y ventas de los principales cultivos (Tabla referencial)	205
Tabla 10.3.7	Precio unitario de daños agrícolas en las cuencas prioritarias y cuencas modelo.....	205
Tabla 10.3.8	Salario del trabajador ordinario de obras públicas en el Perú y precio unitario para calcular pérdida humana.....	206
Tabla 10.3.9	Porcentaje de daño de la vivienda/edificio según la profundidad de la inundación.....	207
Tabla 10.3.10	Porcentaje de daño de artículos del hogar según la profundidad de la inundación.....	207
Tabla 10.3.11	Tabla referencial para la estimación de daños agrícolas basados en la relación entre la	

	profundidad de inundación y los días de inundación	207
Tabla 10.3.12	Monto de daños por sectores en la inundación en Cusco en 2010/Costo de restauración y recuperación y su proporción.....	208
Tabla 10.3.13	Relación entre la erosión verificada en el Perú y la longitud necesaria de revestimiento ribereño	210
Tabla 10.3.14	Base de cálculo del monto estimado de daños por erosión para verificar el efecto de las medidas contra erosión.....	210
Tabla 10.3.15	Cálculo de daños por erosión para estimar la efectividad de las obras de revestimiento....	211
Tabla 10.3.16	Supuestos para estimar el costo y efectividad de las obras de control de erosión.....	211
Tabla 10.3.17	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para las cuencas de los ríos Piura-Chira.....	212
Tabla 10.3.18	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Piura	213
Tabla 10.3.19	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Chira	213
Tabla 10.3.20	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuencas de los ríos Piura -Chira (Total) (incluyendo el revestimiento ribereño en 3 sitios).....	214
Tabla 10.3.21	Impacto de las medidas contra la socavacion de los 41 puntos de los ríos Chira-Piura.....	214
Tabla 10.3.22	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Rímac	215
Tabla 10.3.23	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Rímac	215
Tabla 10.3.24	Impacto de las medidas contra la socavacion de los 18 puntos del río Rímac.....	216
Tabla 10.3.25	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Ica .	216
Tabla 10.3.26	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Ica.....	216
Tabla 10.3.27	Impacto de las medidas contra la socavación de los 23 puntos del río Ica	217
Tabla 10.3.28	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Huallaga	217
Tabla 10.3.29	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Huallaga	218
Tabla 10.3.30	Impacto de las medidas contra la socavación de los 24 puntos del río HuallagaHuallaga	218
Tabla 10.3.31	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Mantaro	219
Tabla 10.3.32	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Mantaro	219
Tabla 10.3.33	Impacto de las medidas contra la socavación de los 23 puntos del río Mantaro.....	220
Tabla 10.3.34	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Urubamba	220

Tabla 10.3.35	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Urubamba.....	221
Tabla 10.3.36	Impacto de las medidas contra la socavación de los 18 puntos del río Urubamba	221
Tabla 10.3.37	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Biabo	222
Tabla 10.3.38	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Biabo	222
Tabla 10.3.39	Impacto de las medidas contra la socavación en un punto del río Baibo.....	223
Tabla 10.3.40	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Locumba	223
Tabla 10.3.41	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Locumba (no incluye control de erosion).....	223
Tabla 10.3.42	Impacto de las medidas contra la socavación de los 6 puntos del río Locumba	224
Tabla 10.3.43	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque	224
Tabla 10.3.44	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque.....	225
Tabla 10.3.45	Impacto de las medidas contra la socavación de los 8 puntos de los ríos Chancay-Lambayeque	225
Tabla 10.3.46	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Nanay	226
Tabla 10.3.47	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Nanay	226
Tabla 10.3.48	Efecto del proyecto de mitigación de inundaciones propuesto para la cuenca del río Ramis	227
Tabla 10.3.49	Cálculo del promedio anual esperado de reducción de daños del proyecto de mitigación de inundaciones en la cuenca del río Ramis.....	227
Tabla 10.3.50	Impacto de las medidas contra la socavación de los 10 puntos del río Ramis	227
Tabla 10.4.1	Composición de cada partida de gastos para calcular el costo de las obras públicas.....	229
Tabla 10.4.2	Precios unitarios de la mano de obra y las máquinas de construcción.....	230
Tabla 10.4.3	Costo y cantidad de las obras fluviales generales	231
Tabla 10.4.4	Precios unitarios de las obras fluviales que se utilizan en el presente Estudio	231
Tabla 10.4.5	Costo unitario de la construcción de la presa que se utiliza en el presente Estudio	233
Tabla 10.4.6	Resultados de las entrevistas sobre precio unitario de adquisición de terreno 1	233
Tabla 10.4.7	Resultados de las entrevistas sobre costo unitario de adquisición de terreno 2	233
Tabla 10.4.8	Precio unitario de adquisición de tierra adaptado en las cuencas prioritarias /modelo	234
Tabla 10.4.9	Proporción de viviendas según 3 regiones y tipos de vivienda.....	234
Tabla 10.4.10	Costo estimado del proyecto por 1 metro de obras de prevención de la erosión	236
Tabla 10.4.11	Costo estimado del proyecto para el río Piura-Chira en el caso de la Alternativa -1	236
Tabla 10.4.12	Costo estimado del proyecto para los ríos Piura-Chira en el caso de la Alternativa -2.....	237

Tabla 10.4.13	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 41 puntos de los ríos Chira-Piura.....	237
Tabla 10.4.14	Costo estimado del proyecto para el río Rímac en el caso de la Alternativa -1	238
Tabla 10.4.15	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 18 puntos del río Rimac....	238
Tabla 10.4.16	Costo estimado del proyecto para el río Ica en el caso de la Alternativa -1	239
Tabla 10.4.17	Costo estimado del proyecto para el río Ica en el caso de la Alternativa -2.....	239
Tabla 10.4.18	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 23 puntos del río Ica	239
Tabla 10.4.19	Costo estimado del proyecto para el río Huallaga en el caso de la Alternativa -1	240
Tabla 10.4.20	Costo estimado del proyecto para el río Huallaga en el caso de la Alternativa -2	240
Tabla 10.4.21	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 24 puntos del río Huallaga	241
Tabla 10.4.22	Costo estimado del proyecto para el río Mantaro en el caso de la Alternativa -1	241
Tabla 10.4.23	Costo estimado del proyecto para el río Mantaro en el caso de la Alternativa -2	241
Tabla 10.4.24	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 23 puntos del río Mantaro .	242
Tabla 10.4.25	Costo estimado del proyecto para el río Urubamba en el caso de la Alternativa -1	242
Tabla 10.4.26	Costo estimado del proyecto para el río Urubamba en el caso de la Alternativa -2.....	243
Tabla 10.4.27	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 18 puntos del río Urubamba	243
Tabla 10.4.28	Costo estimado del proyecto para el río Biabo en el caso de la Alternativa -1	244
Tabla 10.4.29	Costo estimado del proyecto para el río Biabo en el caso de la Alternativa -2	244
Tabla 10.4.30	Costo estimado del proyecto de control de socavación de un punto del río Biabo	244
Tabla 10.4.31	Costo estimado del proyecto para el río Locumba en el caso de la Alternativa -1.....	245
Tabla 10.4.32	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 6 puntos del río Locumba .	245
Tabla 10.4.33	Costo estimado del proyecto para el los ríos Chancay-Lambayeque en el caso de la Alternativa -1	246
Tabla 10.4.34	Costo estimado del proyecto para los ríos Chancay-Lambayeque en el caso de la Alternativa -2	246
Tabla 10.4.35	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 8 puntos de los ríos Chancay - Lambayeque.....	246
Tabla 10.4.36	Costo estimado del proyecto para el río Nanay en el caso de la Alternativa -1	247
Tabla 10.4.37	Costo estimado del proyecto para el río Nanay en el caso de la Alternativa -2	247
Tabla 10.4.38	Costo estimado del proyecto para el río Ramis en el caso de la Alternativa -1	248
Tabla 10.4.39	Costo Estimado del proyecto para el río Ramis en el caso de la Alternativa -2.....	248
Tabla 10.4.40	Costo estimado del proyecto de control de socavación de los 10 puntos del río Ramis	248
Tabla 10.5.1	TIRS, VANS y C/B para cada una de las cuencas objetivo	249
Tabla 11.1.1	Resultado de la selección de cuencas modelo y sus características	253
Tabla 11.2.1	Parámetros para la estimación de beneficios totales y costos totales de proyecto por cada tipo	256
Tabla 11.3.1	Beneficio Total de proyecto en cuenca de río tipo -1 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	257
Tabla 11.3.2	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -2 (cantidad anual esperada de mitigación	

	de daños).....	257
Tabla 11.3.3	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -3 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	257
Tabla 11.3.4	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -4 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	258
Tabla 11.3.5	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -5 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	258
Tabla 11.3.6	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -6 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	258
Tabla 11.3.7	Beneficio Total de proyecto en cuenca de río tipo -7 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	258
Tabla 11.3.8	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -8 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	259
Tabla 11.3.9	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -9 (cantidad anual esperada de mitigación de daños).....	259
Tabla 11.3.10	Beneficio total de proyecto en cuenca de río tipo -10 (cantidad anual esperada de mitigación de daño).....	259
Tabla 11.3.11	Resumen de beneficios totales de control de inundación en cada cuenca de río tipo (cantidad anual esperada de mitigación de daños) (Parámetro 1).....	261
Tabla 11.3.12	Resumen de Beneficios totales de control de inundación en cada cuenca de río tipo (cantidad anual esperada de mitigación de daños) (Parámetro 2)	261
Tabla 11.3.13	Resumen de beneficios totales de control de inundación en cada cuenca de río tipo (cantidad anual esperada de mitigación de daños) (Parámetro 3).....	262
Tabla 11.3.14	Resumen de beneficios totales de control de inundación en cada cuenca de río tipo (cantidad anual esperada de mitigación de daño) (Parámetro 4).....	262
Tabla 11.3.15	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 1 (Alternativa-1)	263
Tabla 11.3.16	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo2 (Alternativa-1)	263
Tabla 11.3.17	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 3 (Alternativa-1)	263
Tabla 11.3.18	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 4 (Alternativa-1)	264
Tabla 11.3.19	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 5 (Alternativa-1)	264
Tabla 11.3.20	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 6 (Alternativa-1)	264
Tabla 11.3.21	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 7 (Alternativa-1)	264
Tabla 11.3.22	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 8 (Alternativa-1)	265
Tabla 11.3.23	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 9 (Alternativa-1)	265
Tabla 11.3.24	Costos totales estimados del proyecto de control de inundación tipo 10 (Alternativa-1) ..	265
Tabla 11.3.25	Resumen costos totales estimados del proyecto de control de inundación por tipo (Parámetro 1)	267
Tabla 11.3.26	Resumen costos totales estimados del proyecto de control de inundación por tipo (Parámetro 2)	267
Tabla 11.3.27	Resumen costos totales estimados del proyecto de control de inundación por tipo	

	(Parámetro 3)	268
Tabla 11.3.28	Resumen costos totales estimados del proyecto de control de inundación por tipo (Parámetro 4)	268
Tabla 11.3.29	Característica de los Índices y Formulas para su Computación.....	269
Tabla 11.3.30	Combinación de parámetros para cada uno de los casos de cálculo	269
Tabla 11.3.31	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-1)	270
Tabla 11.3.32	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-2)	271
Tabla 11.3.33	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-3)	272
Tabla 11.3.34	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-4)	273
Tabla 11.3.35	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-5)	274
Tabla 11.3.36	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-6)	275
Tabla 11.3.37	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-7)	276
Tabla 11.3.38	Resumen de costos totales estimados de proyecto por tipo (Caso-8)	277
Tabla 11.4.1	Precipitación anual acumulada proyectada para 2030, y variación porcentual del 2030 en relación al clima actual en la región de la costa	280
Tabla 11.4.2	Precipitación anual acumulada proyectada para 2030, y variación porcentual del 2030 en relación al clima actual en la región de la sierra.....	280
Tabla 11.4.3	Precipitación anual acumulada proyectada para 2030, y variación porcentual del 2030 en relación al clima actual en la región de la selva	280
Tabla 11.4.4	Área objetivo de la investigación por ubicación de las principales cuencas en estudio	281
Tabla 11.4.5	Año Objetivo de análisis en este Estudio basado en la presunta implementación del Proyecto	282
Tabla 11.4.6	Tasa de aumento-disminución de precipitación anual en cada tipo	282
Tabla 11.4.7	Tasa de aumento-disminución asumida de probabilidad de inundación por tipo	283
Tabla 11.4.8	Resultados del análisis de sensibilidad de evaluación del proyecto para el río Mantaro y el río Ramis (en caso de proyecto de control de inundaciones con periodo de retorno de 25 años)	283
Tabla 12.1.1	Perfil del Seminario	285
Tabla 12.1.2	Coherencia entre el plan de control de inundaciones y los diferentes planes sectoriales	295
Tabla 12.2.1	Perfil del Taller	296
Tabla 12.2.2	Lista de los participantes en el taller.....	298
Tabla 13.2.1	Calendario de ejecución del estudio sobre los daños de inundaciones (estudio preliminar)	307
Tabla 13.2.2	Resumen de los daños según departamentos estudiados (estudio preliminar).....	308
Tabla 13.2.3	Número de distritos declarados en emergencia por El Niño Costero	308
Tabla 13.2.4	Número de damnificados y afectados por El Niño Costero.....	309
Tabla 13.2.5	Precipitación máxima diaria histórica en las cuencas de los ríos Tumbes y Piura y los datos de 2017.....	312
Tabla 13.2.6	Causas de las inundaciones de los ríos en las regiones estudiadas	313
Tabla 13.2.7	Relevancia de las tres propuestas del presente Estudio según los resultados de la evaluación de los daños.....	322

Tabla 13.3.1	Datos de precipitación de 2017 recopilados por el Equipo de Estudio (cuenca del río Tumbes)	325
Tabla 13.3.2	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Puerto Pizarro de la cuenca del río Tumbes)	327
Tabla 13.3.3	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Rica Playa de la cuenca del río Tumbes)	328
Tabla 13.3.4	Datos de precipitación de 2017 recopilados por el Equipo de Estudio (cuenca del río Piura)	328
Tabla 13.3.5	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Chusis de la cuenca del río Piura).....	331
Tabla 13.3.6	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de San Miguel de la cuenca del río Piura).....	332
Tabla 13.3.7	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Morropón de la cuenca del río Piura).....	332
Tabla 13.3.8	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación Malacasi de la cuenca del río Piura).....	333
Tabla 13.3.9	Datos de precipitación de 2017 recopilados por el Equipo de Estudio (cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque y la cuenca del río Motupe).....	334
Tabla 13.3.10	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Lambayeque)	337
Tabla 13.3.11	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación Jayanca de la cuenca del río Motupe)	338
Tabla 13.3.12	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Reque de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	339
Tabla 13.3.13	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (Estación Tinajones de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	339
Tabla 13.3.14	Precipitación máxima diaria anual según períodos de retorno (estación de Chugur de la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque).....	340
Tabla 13.3.15	Datos captados en las estaciones de monitoreo de lluvias en las tres cuencas según los períodos de retorno de inundaciones de 2017	341
Tabla 13.3.16	Políticas básicas (preliminares) del control de inundaciones en la cuenca del río Tumbes	347
Tabla 13.3.17	Políticas básicas (preliminares) del control de inundaciones en la cuenca del río Piura....	353
Tabla 13.3.18	Plan de construcción de pólder propuesto por el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chira-Piura.....	355
Tabla 13.3.19	Especificaciones del Pólder La Matanza	356
Tabla 13.3.20	Políticas básicas (preliminares) del control de inundaciones en la cuenca de los ríos Motupe y La Leche	369
Tabla 13.3.21	Políticas básicas (preliminares) del control de inundaciones en Chiclayo y Lambayeque	375
Tabla 13.3.22	Desafíos de la planificación de las medidas contra huaicos en la ciudad de Trujillo y las políticas de sus medidas (propuesta).....	385
Tabla 13.3.23	Desafíos de la planificación de las medidas contra deslizamientos alrededor de la quebrada	

	Cuculicote y las políticas de solución (propuesta)	390
Tabla 13.3.24	Historial de inundaciones, deslizamientos y huaycos de la municipalidad de Lurigancho – Chosica (1900-2012).....	395
Tabla 13.3.25	Volumen de sedimentos arrastrados según quebradas en el evento de marzo de 1987.....	396
Tabla 13.3.26	Protección con malla de alambre en la quebrada Pedregal.....	398
Tabla 13.3.27	Desafíos de la planificación de las medidas contra deslizamientos del río Rímac y las políticas de solución (propuesta)	412
Tabla 14.1.1	Costo total estimado para proyectos de control de inundación en las 159 cuencas	421
Tabla 14.1.2	Beneficio Total asumido para proyectos de control de inundación en los principales ríos del Perú (beneficio: cantidad anual esperada de mitigación de daño).....	421
Tabla 14.1.3	Evaluación económica de los proyectos de control de inundación en los principales ríos del Perú	421
Tabla 14.1.4	Cuenca de río modelo (duplicado)	422
Tabla 14.1.5	Resumen de costos estimados de los proyectos de control de inundaciones por tipo (parámetro: área de captación)	423
Tabla 14.1.6	Resumen del beneficio total basado en el rango de población en cuencas de río por tipo (cantidad anual esperada de mitigación de daño).....	424
Tabla 14.1.7	Evaluación económica de los proyectos de control de inundación por tipo	425
Tabla 14.1.8	Conceptos básicos para la implementación de proyectos por cada tipo (borrador)	427
Tabla 14.1.9	Implementación y cronograma de desembolsos presumible para Proyectos de Control de Inundaciones (borrador) (escala de proyecto: inundación con 50 años de periodo de retorno)	427
Tabla 14.1.10	Resumen de proyecto de control de inundación para los ríos piura-chira	428
Tabla 14.1.11	Resumen de proyecto de control de inundación del río Rímac.....	429
Tabla 14.1.12	Resumen de proyecto de control de inundación para el río Ica	430
Tabla 14.1.13	Resumen de proyecto de control de inundación para el río Mantaro.....	431
Tabla 14.1.14	Resumen de proyecto de control de inundación para el río Huallaga.....	431
Tabla 14.1.15	Resumen de proyecto de control de inundación para el río Urubamba	432
Tabla 14.1.16	Programa aproximado de implementación de los proyectos de control de inundaciones de mediano plazo (borrador) (para 6 cuencas prioritarias).....	434
Tabla 14.1.17	Efectos de la probabilidad de inundaciones por cambio climático	435
Tabla 14.1.18	Evaluación económica de proyectos de control de inundación para el río Mantaro y el río Ramis tomando en consideración el cambio climático (escala de proyecto: periodo de retorno de 25 años sin cambio climático / periodo de retorno de 20 años con cambio climático)	435
Tabla 14.2.1	Resumen de información extraída del informe de los daños de inundaciones	436
Tabla 14.2.2	Resultado del resumen de la información según los informes de desastres (INDECI) del 30 de enero al 20 de marzo	436
Tabla 14.2.3	Comparación de los daños reales de inundaciones y los resultados de la evaluación de los proyectos de control de inundaciones en las cuencas de los ríos Pisco, Cañete y Chíncha(San	

	Juan).....	438
Tabla 14.2.4	Desastres reportados en la cuenca del río Rímac según INDECI.....	439
Tabla 14.2.5	Tramos desbordados del río Rímac en marzo de 2017 y los tramos vulnerables según el presente Estudio	440
Tabla 14.3.1	Información mínima necesaria que debe incluirse en el Plan Maestro de Control de Inundaciones	445
Tabla 14.3.2	Resumen de los daños de inundaciones y de deslizamientos ocurridos entre el 30 de enero y el 20 de marzo de 2017	447
Tabla 14.3.3	Datos básicos recolectados por el estudio de la JICA a ser compartidos y actualizados bajo la OSNIRH	464
Tabla 14.3.4	Datos desarrollados por el estudio de JICA a ser compartidos y actualizados bajo la OSNIRH	465
Tabla 14.4.1	Resumen de recomendaciones (formulación de un plan de control de inundaciones)	466
Tabla 14.4.2	Resumen de recomendaciones (manejo apropiado de un río)	466
Tabla 14.4.3	Resumen de recomendaciones (creación de un sistema de implementación apropiado para proyectos de control de inundaciones)	467
Tabla 14.4.4	Resumen de recomendaciones (cuestiones técnicas sobre la formación de un plan de control de inundaciones)	468
Tabla 14.4.5	Resumen de recomendaciones (otros).....	469
Tabla 14.4.6	Dificultad, urgencia, necesidad de asistencia de posibles condiciones de la matriz política propuestas (plan)	478
Tabla 14.5.1	Problemas en el sitio y tecnologías japonesas presentadas.....	481
Tabla 14.5.2	Problemas institucionales en el Perú y sistemas e instituciones japoneses que se presentarán	491
Tabla 14.5.3	Problemas técnicos en el Perú y tecnologías japonesas que se presentarán.....	492
Tabla 14.5.4	Elementos básicos del desplazamiento de sedimentos que se deben estudiar en adelante en el Perú.....	494

Índice de Apéndices

Apéndice-1-1 : Contenido de la presentación hecho por el Equipo de Estudio (1er.Estudio de Campo en Perú).....	A1-1
Apéndice-1-2 : Minuta de la reunión entre ANA y el Equipo de Estudio (1er.Estudio de Campo en Perú).....	A1-53
Apéndice-1-3 : Minuta de la reunión entre ANA y el Equipo de Estudio (2do.Estudio de Campo en Perú)	A1-73
Apéndice-1-4 : Minuta de la reunión entre ANA y el Equipo de Estudio (3er.Estudio de Campo en Perú).....	A1-81
Apéndice-1-5 : Minuta de la reunión entre ANA y el Equipo de Estudio (4ta.Estudio de Campo en Perú).....	A1-107
Apéndice-1-6 : Recopilación de materiales	A1-109
Apéndice-2-1 : Ejemplos de tabla de especificaciones para embalses y reservorio.....	A2-1
Apéndice-2-2 : Registro de gestión del Embalse de Poechos	A2-3
Apéndice-3-1 : Dato básico relacionado a evaluación de la vulnerabilidad de inundación	A3-1
Precipitación anual media.....	A3-2
Número de casos de daños por inundaciones desde 2003 hasta 2015	A3-3
Número de damnificados por inundaciones pasadas	A3-4
PBI (Agricultura, silvicultura y pesca).....	A3-5
PBI (Minería).....	A3-6
PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción).....	A3-7
PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios).....	A3-8
Población	A3-9
Ubicación de las principales ciudades	A3-10
Apéndice-4-1 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Biabo)	A4-1
Apéndice-4-2 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Locumba)	A4-7
Apéndice-4-3 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Chancay-Lambayeque).....	A4-13
Apéndice-4-4 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Huallaga)	A4-19
Apéndice-4-5 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Nanay)	A4-25
Apéndice-4-6 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Ramis)	A4-31
Apéndice-4-7 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Rimac)	A4-37
Apéndice-4-8 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Chira).....	A4-43
Apéndice-4-9 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Piura)	A4-49
Apéndice-4-10 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Urubamba).....	A4-55
Apéndice-4-11 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Ica)	A4-61
Apéndice-4-12 : Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (Mantaro)	A4-67
Apéndice-4-13 : Condición del Canal Fluvial y Resultados del Cálculo del Nivel del Agua.....	A4-73
Apéndice-4-14 : Ejemplos de cuencas de retardo en Japón.....	A4-87
Apéndice-4-15 : Análisis de Planes para proyectos de Control de Inundaciones en Japón	A4-89
Apéndice-5-1 : Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador).....	A5-1

Apéndice-6-1 : Sección transversal standard para el caso de Alternativa-1	A6-1
Apéndice-6-2 : Sección transversal standard para el caso de Alternativa-2.....	A6-49
Apéndice-7-1 : Informe de Soporte Consideraciones Ambientales y Sociales	A7-1
Apéndice-8-1 : Resultados detallados de cálculo de daños por cada cuenca de río seleccionada.....	A8-1
Apéndice-8-2 : Estimación de Daños Económicos por Activación de Quebradas	A8-15
Apéndice-8-3 : Estimación de costo de proyecto por cada cuenca de río	A8-29
Apéndice-8-4 : Resultado de Cálculo del TIRS, VANS y C/B para cada Cuencas de Río Modelo/Priorizadas.....	A8-69
Apéndice-8-5 : Características de los Resultados de Evaluación de Proyecto por Tipo	A8-131
Apéndice-8-6 : Asunción del costo del proyecto, el beneficio y la evaluación económica de cada cuenca.....	A8-141
Apéndice-8-7 : Comparación de la evaluación de 159 cuencas a través del presente Estudio y los daños reales de inundaciones	A8-147
Apéndice-9-1 : Presentación utilizada en el Seminario	A9-1
Apéndice-9-2 : Libro de texto preparado para el Taller	A9-23

Lista de Abreviaciones

Siglas	Denominación oficial (Inglés en el renglón de arriba y Español en el renglón de abajo (letra en itálica))
AAA	<i>Autoridades Administrativas del Agua</i>
ACC	<i>Adaptación al cambio climático</i>
ALA	<i>Administraciones Locales de Agua</i>
ANA	<i>Autoridad Nacional del Agua</i>
ANP	<i>Áreas Naturales Protegidas</i>
BM	Ver la sigla “WB”
CAF	<i>Corporación Andina de Fomento</i>
CENEPRED	<i>Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres</i>
CEPIG	<i>Centro de Procesamiento de Información Geoespacial</i>
CEPLAN	<i>El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico</i>
CONAGERD	<i>El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres</i>
COP	Conference of Parties
C/P	Counterpart
CPS	Country Partnership Strategy
CRHC	<i>Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca</i>
CSP	Country Strategy Paper
DB	Database
DCPRH	<i>Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos</i>
DDO	Deferred Drawdown Option
DEE	<i>Declaratoria de Estado de Emergencia</i>
DesInventar	<i>Sistema de Inventario de Desastres</i>
DGAAA	<i>Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios</i>
DGCCI	<i>Dirección de Gestión de Conocimiento y Coordinación Interinstitucional</i>
DGIAR	<i>Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego</i>
DGIH	<i>Dirección General de Infraestructura Hidráulica</i>
DGIP	<i>Dirección General de Inversión Pública</i>
DGOT	<i>Dirección General de Ordenamiento Ambiental</i>
DGPHM	<i>Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales</i>
DHN	Directorate of Hydrography and Navigation <i>Dirección de Hidrografía y Navegación</i>
DS	<i>Decreto Supremo</i>
DSE	<i>Declaratoria de Situación de Emergencia</i>
EMAPE S.A.	<i>La Empresa Municipal Administradora de Peaje de Lima Sociedad Anónima</i>
ENFEN	<i>Estudio Nacional del Fenómeno El Niño</i>
EU	European Union
FVI	Flood Vulnerability Index
GDP	Gross Domestic Product
PBI	<i>Producto Bruto Interno</i>
GIS	Geographic Information System
GLCC	Global Land Cover Characterization, USGS
GNI	Gross National Income
GNP	Gross National Product
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite
GPS	Global Positioning System
GRD	<i>Gestión del Riesgo de Desastres</i>
GSMaP	Global Satellite Mapping of Precipitation
HFA	Hyogo Framework for Action
IDB	Inter-American Development Bank
IGP	Peru's Geophysical Institute <i>Instituto Geofísico del Perú</i>
INDECI	<i>Instituto Nacional de Defensa Civil</i>
INEI	<i>Instituto Nacional de Estadística e Informática</i>

Siglas	Denominación oficial (Inglés en el renglón de arriba y <i>Español en el renglón de abajo (letra en itálica)</i>)
INGEMMET	<i>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico</i>
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
JICA	Japan International Cooperation Agency
MGRH	<i>Modernización de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos</i>
MEF	<i>Ministerio de Economía y Finanzas</i>
MEM	<i>Ministerio de Energía y Minas</i>
MINAG/ MINAGRI	<i>Ministerio de Agricultura y Riego</i>
MINAM	<i>Ministerio del Ambiente</i>
NHC	National Hurricane Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OPI	<i>Oficina de Programación e Inversiones</i>
OPP	<i>Oficina de Planificación y Presupuesto</i>
OSITRAN	<i>Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público</i>
OSNIRH	<i>Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos</i>
OSSO	<i>Observatorio Sismológico del Sur Occidente</i>
PBI	Ver la sigla “GDP” <i>Producto Bruto Interno</i>
PCM	<i>Presidencia del Consejo de Ministros</i>
PDC	<i>Planes de Desarrollo Concertado</i>
PEOT	<i>El Proyecto Especial Olmos Tinajones</i>
PERPEC	<i>Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación</i>
PIA	<i>Presupuesto Institucional de Apertura</i>
PIM	<i>Presupuesto Institucional Modificado</i>
PIP	<i>Proyectos de Inversión Pública</i>
PLANAGERD	<i>Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres</i>
PLANGRACC-A	<i>Plan de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático el Sector Agrario, Período 2012-2021</i>
PNRH	<i>Plan Nacional de Recursos Hídricos</i>
PNUD	Ver la sigla “UNDP”
POA	<i>Planes Operativos Anuales</i>
POT	<i>Plan de Ordenamiento Territorial</i>
PPRRD	<i>Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres</i>
PREVAED	<i>Programa de reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencia y desastres</i>
PRONAMACHIS	<i>Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos</i>
PSI	<i>Programa Subsectorial de Irrigaciones</i>
PVC	Pacific Vision Co.Ltd.
RRI	Rainfall-Runoff-Inundation model
SENACE	<i>Servicio Nacional de Certificación Ambiental</i>
SENAMHI	<i>Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología</i>
SERFOR	<i>Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre</i>
SERNANP	<i>Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas</i>
SINADECI	<i>Sistema Nacional de Defensa Civil</i>
SINAGERD	<i>Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres</i>
SINANPE	<i>Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado</i>
SINPAD	<i>Sistema de Información para la Prevención y Atención de Desastres</i>
SNIP	<i>Sistema Nacional de Inversión</i>
TIRS (EIRR)	<i>Tasa Interna de Retorno Social</i>
UN	United Nations
UNDP	United Nations Development Programme
PNUD	<i>Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo</i>
UNESCO	UN Educational, Scientific and Cultural Organization

Siglas	Denominación oficial (Inglés en el renglón de arriba y <i>Español en el renglón de abajo (letra en itálica)</i>)
UNISDR	United Nations Secretariat for International Strategy for Disaster Reduction
URL	Uniform Resource Locator
USGS	United States Geological Survey
VANS	Valor Actual Neto Social
WB	World Bank
BM	<i>Banco Mundial.</i>
WMO	World Meteorological Organization
OMM	<i>Organisation Météorologique Mondiale</i>
WRF	Weather Research and Forecasting Model
W/S	Workshop

Capítulo 1 Descripción General del Estudio

1.1 Antecedentes del Estudio

Perú es un país diverso y complejo por su variedad ambiental, que comprende sectores montañosos, áreas litorales y selvas húmedas susceptibles de desastres naturales como pueden ser sismos, tsunamis, inundaciones y corrimientos de tierra, tal es así que las medidas contra estos riesgos es uno de los temas más apremiantes que afronta el gobierno peruano. Entre ellos, los daños causados por inundaciones son los que se presentan con mayor frecuencia en el país con una ocurrencia de más de 200 inundaciones al año durante el periodo 2003 - 2011 que afectaron a miles y millones de personas. En particular, la probabilidad de inundaciones de gran magnitud es mucho mayor durante el año en que ocurre el fenómeno de "El Niño", provocando daños humanos y económicos que ascienden a varios miles de millones de dólares. En el caso más reciente, el gobierno peruano declaró el estado de emergencia en el mes de julio de 2015¹ como medida preventiva ante posibles desastres naturales que pudieran ocurrir por la presencia del fuerte fenómeno El Niño en el 2016, que coincidió con el año en que se inició el presente Estudio.

A partir de dichos antecedentes, el gobierno peruano ha venido trabajando en el mejoramiento de la vulnerabilidad ante inundaciones y en reforzar la gestión del riesgo de desastres, con el fin de mitigar el impacto negativo provocado por el fenómeno de El Niño y de lograr además un crecimiento constante y sostenible de la economía peruana. Un ejemplo específico es la ayuda financiera (con una inversión total de 126 millones de dólares durante el periodo 1999-2009) destinada a los gobiernos regionales a través del “Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación-PERPEC”, elaborado con el fin de que el Ministerio de Agricultura del Perú (modificado a Ministerio de Agricultura y Riego en 2013), a cargo de la gestión de los recursos hídricos del país, pueda proteger las zonas inundables de los riegos de inundaciones, principalmente en las cuencas y áreas que sufrieron los daños de inundaciones por El Niño en 1998. Sin embargo, el proceso de descentralización impulsada durante la década del 2000 ha traído como consecuencia la transferencia de poderes del gobierno central hacia los gobiernos regionales que albergan los ríos inundables en materia de planificación, diseño e implementación de planes y programas acerca de las medidas contra inundaciones, dando lugar a un sistema de programas de prevención de inundaciones por unidad de cuenca. Este hecho hace difícil de que se lleve a cabo una planificación y ejecución de medidas preventivas y mitigadoras contra inundaciones que aborden de manera panorámica la totalidad de las cuencas hidrográficas del país.

¹ En realidad, la tendencia al alza de la temperatura del agua del mar del Perú llegó a su punto máximo en octubre de 2015 y desde noviembre empezó a bajar, y finalmente el fenómeno de El Niño se terminó en abril de 2016. Como resultado, solamente se generaron daños de inundaciones de pequeña escala entre enero y marzo, como suelen generarse en el Perú en esa época -en la que se registra el mayor número de inundaciones-, y así, no se produjeron daños de gran escala. En septiembre de 2016, se decía que la temperatura del mar del Perú tendería a bajar más de 0,5°C respecto al promedio anual, lo cual significa la generación del fenómeno de “La Niña”.

Esta situación dio lugar en el 2008 a la creación de la Autoridad Nacional del Agua (en adelante “ANA”) con la ayuda del Banco Mundial, que tiene por finalidad realizar y promover las acciones necesarias para el aprovechamiento integral de los recursos hídricos. La ANA ha iniciado la gestión de las 159 cuencas hidrográficas distribuidas en todo el país juntamente con las 14 Autoridades Administrativas del Agua-AAA, las Administraciones Locales del Agua-ALA subordinadas a la AAA, así como con el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca-CRHC, tomador de decisiones de los lineamientos, políticas y proyectos planteados en cada una de las cuencas hidrográficas. La ANA ha elaborado en 2013 el “Plan Nacional de Recursos Hídricos”, momento durante el cual las medidas contra las inundaciones eran llevadas a cabo de manera independiente por la AAA y la ANA. Tal es así que el Plan no contempla contenidos, costos y efectos de proyectos preventivos con enfoque integral y holístico de gestión de recursos hídricos. Como se indicó anteriormente, los proyectos convencionales de control de inundaciones en el Perú consistían principalmente en medidas correctivas, es decir, la rehabilitación de los cauces afectados por las inundaciones. El nivel de reconocimiento de la necesidad de ejecutar proyectos preventivos antes de que ocurran los desastres de inundaciones por parte de los organismos relevantes, incluyendo los gobiernos subnacionales, es bajo. Y pocos conocen cuánto hay que invertir, qué resultados pueden esperarse, y qué efectos económicos se manifestarían, en un proyecto integral para proteger la vida humana y los bienes contra los daños de las inundaciones en Perú.

Entre enero y marzo de 2017, antes de encontrar una solución al desafío de control de los desastres hídricos, se produjo una situación que preocupaba al país: grandes inundaciones causadas por El Niño Costero azotaron la región norte del país. De acuerdo con el informe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) publicado en junio de 2017, fueron declaradas en estado de emergencia 14 de las 24 regiones del Perú, y se registró un total de 165 fallecidos y desaparecidos, y más de 1,640,000 damnificados y afectados.

La JICA ha venido ofreciendo apoyo al sector de prevención de desastres del Perú, entre los que se citan: la conformación de diques secos y construcción de defensas ribereñas a través del “Proyecto de Protección contra Inundaciones en las Cuencas Hidrográficas del Litoral Peruano” (A/P firmado en noviembre de 2014), el Acuerdo de Cooperación firmado con la Presidencia del Consejo de Ministros a cargo de la gestión de desastres (marzo de 2014), así como el apoyo ofrecido a la gestión del riesgo de desastres del Perú para impulsar la transversalización de la prevención de desastres, éste último, a través del “Préstamo Stand-By para la Reconstrucción Post-Desastre” (A/P firmado en marzo de 2014). Además, en base a los resultados del presente Estudio, la JICA prevé discutir con el lado peruano acerca del mejoramiento de políticas e instituciones relativas al fortalecimiento de la capacidad de prevención de inundaciones, y aún más, prevé utilizarlo eficazmente como material para elaborar la Matriz de Políticas que sirva para sacar el mejor provecho del “Préstamo Stand-By para la Reconstrucción Post-Desastre”. Es así que se espera lograr apoyar el abordaje del gobierno peruano en materia de control y prevención de inundaciones haciendo uso de los resultados del presente Estudio.

1.2 Objetivos del Estudio

Los resultados que se obtendrán en el marco del presente Estudio son como siguen:

- (1) Seleccionar de entre las 159 cuencas hidrográficas las cuencas prioritarias (aproximadamente 5 cuencas) que requieran de la adopción de medidas prioritarias para la prevención de las inundaciones.
- (2) Clasificar las 159 cuencas en unas 5 tipologías de acuerdo con las características de las cuencas (topografía, condiciones naturales, historial de daños por inundaciones etc.) y seleccionar las cuencas modelo que servirían de base para la estimación del costo de los proyectos.
- (3) Llevar a cabo el reconocimiento de campo, elaborar las propuestas de medidas contra inundaciones (estructurales) y estimar los costos del proyecto para las cuencas prioritarias referidas en el punto (1).
- (4) Estimar el costo total de los proyectos en las 159 cuencas, en base al costo estimado de los proyectos de las cuencas modelo seleccionadas de cada tipología.
- (5) Elaborar el proyecto de normas técnicas para el control de inundación sistematizando las bases de la metodología de planificación de las obras de control de inundaciones, instrumento con que actualmente no cuenta el Perú. Dicha propuesta de normas técnicas será el producto de los trabajos realizados en los puntos del (1) al (4) e incluirán, entre otros: las especificaciones básicas y la metodología de diseño de más de cinco obras de control de inundaciones incluidas en el diseño preliminar de proyectos para las cuencas prioritarias y de modelo, los aspectos que deben ser analizados, así como el método de estimación de costos.
- (6) Lograr a través de la realización de talleres, profundizar en la comprensión del concepto teórico sobre la prevención de las inundaciones, primero, mediante el fortalecimiento de los conocimientos y habilidades de los técnicos adscritos a los órganos descentrados de la ANA como la AAA y la ALA sobre el mecanismo de generación de inundaciones. Segundo, con el mejoramiento de la técnica de análisis de imágenes por satélite requerido en el estudio de las llanuras de inundaciones, y tercero, mediante la presentación del modelo de análisis de Japón así como los resultados obtenidos con dicho modelo.
- (7) Dar a conocer el contenido del Borrador del Informe Final mediante la organización de un seminario dirigidos a las organizaciones del lado peruano y donantes bilaterales.
- (8) Llevar a cabo la evaluación de los daños de inundaciones, deslizamientos y huaicos ocurridos entre enero y marzo de 2017, analizar las necesidades de reconstrucción post desastre, y ahondar en el análisis

de las recomendaciones sobre las acciones prioritarias para el desarrollo de capacidades de control, así como el mejoramiento de los aspectos políticos e institucionales planteados en el borrador del Informe Final, como resultado de las actividades indicadas en los puntos (1) al (4), para replantear las recomendaciones más concretas.

1.3 Alcance del Estudio

1.3.1 Zona de intervención del Estudio

Con el fin de ejecutar los estudios orientados al cumplimiento de los objetivos antes indicados, el presente estudio cubrió las 159 cuencas de todo el país. En él se llevó a cabo el reconocimiento de campo en las cuencas prioritarias y en las que sufrieron grandes inundaciones entre enero y marzo de 2017.

1.3.2 Organizaciones relacionadas del país contraparte

Principal organización contraparte

La organización contraparte del presente Estudio es la ANA y el presente trabajo se está ejecutando junto con la ANA.

Asimismo, se ha decidido realizar el estudio, informando constantemente sobre el progreso del mismo a las siguientes 4 organizaciones por tratarse de organizaciones del gobierno peruano principalmente involucradas en la formulación de planes de control de inundaciones, etc.

- Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas (en adelante, “MEF-DGIP”)
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)
- Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) del Ministerio de Agricultura y Riego
- Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET) del Ministerio de Energía y Minas

Ministerios y agencias gubernamentales relacionados

Junto con las 4 organizaciones arriba mencionadas se presentarán en la Tabla 1.3.1 los ministerios y agencias gubernamentales relacionadas, etc. que se visitaron en el presente Estudio o de los cuales se consiguieron materiales a través de sus sitios web o de la ANA.

Tabla 1.3.1 Principales organizaciones relacionadas

Organización relacionada	Función relativa a proyectos de control de inundaciones	Punto relacionado directamente con el presente Estudio
MEF-DGIP (Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas)	Evalúa y autoriza proyectos de prevención de desastres incluyendo proyectos de control de inundaciones.	Dirección con que se discute de ahora en adelante sobre el concepto de beneficios del control de inundaciones, etc.
INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil)	Cuenta con el mayor número de datos sobre desastres	Propone ríos recomendables en la selección de los ríos prioritarios.

Organización relacionada	Función relativa a proyectos de control de inundaciones	Punto relacionado directamente con el presente Estudio
INGEMMET (Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Ministerio de Energía y Minas)	Investiga desastres por lodo y piedras, etc. y analiza los peligros y riesgos	Brinda apoyo a las autoridades locales sobre posibles medidas contra desastres por lodo y piedras que se generan en el curso medio y superior, además de sobre el control de inundaciones. Recolecta datos de desastres por lodo y piedras.
CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres)	Analiza el riesgo de desastres incluyendo el riesgo de inundaciones	Para la selección de los ríos prioritarios, se han aprovechado en el presente Estudio sus análisis del riesgo de ríos.
MINAGRI-PSI (Programa de Subsector de Riego, Ministerio de Agricultura y Riego)	Responsable de realizar los proyectos de riego que implementa el Ministerio de Agricultura y Riego. También se encarga de proyectos de control de inundaciones.	Organización ejecutora de los proyectos de préstamos en yenes de JICA realizados en Canete, Chíncha y Pisco.
CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico)	Desempeña el papel principal en la formulación de planes estratégicos del Estado	Para la selección de los ríos prioritarios se han utilizado las principales ciudades señaladas en el Plan Bicentenario elaborado bajo el liderazgo de CEPLAN.
MINAM-SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles, Ministerio del Ambiente)	Verifica y autoriza proyectos de control de inundaciones desde el aspecto ambiental y social.	SENACE puede hacerse cargo de la evaluación socioambiental para los proyectos de control de inundaciones de la DGAAA en el futuro.(ver el Apéndice 7).
MINAGRI-DGAAA (Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios, Ministerio del Ambiente)	Examina el aspecto de la consideración ambiental y social de los proyectos que efectúa el Ministerio de Agricultura y Riego	Como se ha mencionado arriba, la entidad ejecutora de los proyectos que implementa el Ministerio de Agricultura y Riego incluyendo la ANA, en la actualidad, no es el SENACE, sino que principalmente la DGAAA se encarga de dichos proyectos (ver el Apéndice 7).
MINAM-DGOT (Dirección General de Ordenamiento Territorial, Ministerio del Ambiente)	Dirección que analiza el riesgo de desastres y recoge datos en el Ministerio del Ambiente	Cuenta con los mapas de riesgos y de uso de tierras que servirán como referencia para la ejecución del presente Estudio, por lo cual está previsto conseguirlos de ahora en adelante.
MINAM-SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, Ministerio del Ambiente)	Administra las áreas naturales protegidas del Perú	Cuenta con los mapas sobre la protección ambiental, etc. que sirven como referencia para la ejecución del presente Estudio. Ya se han conseguido.
MINAM-SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio del Ambiente)	Se encarga de la observación de datos meteorológicos e hidrológicos y la realización de investigaciones técnicas.	Observa los datos meteorológicos e hidrológicos necesarios para el cálculo de inundaciones/escorrentía.
DHN (Dirección de Hidrografía y Navegación)	Se encarga de la investigación y desarrollo sobre vías acuáticas y navegación (observación del nivel de mareas)	Está previsto conseguir datos del nivel de mareas. (En el presente Estudio no se ha visitado)

Organización relacionada	Función relativa a proyectos de control de inundaciones	Punto relacionado directamente con el presente Estudio
Universidad Nacional Agraria La Molina	Cayo Ramos, profesor asociado, investiga el cambio climático.	Ha prestado al Equipo del Estudio informes de investigación. Está previsto que se realice una deliberación sobre el cambio climático en relación con las medidas de control de inundaciones.
Soluciones Prácticas	Organización no gubernamental internacional que realiza actividades comunitarias para prevenir inundaciones.	Desarrolla actividades en los ríos Rímac y Piura, candidatos para la selección de los ríos prioritarios.

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo del Estudio

Capítulo 2 Documentos y datos recopilados

A continuación se presentan los documentos y datos recopilados a través de los seis estudios en campo realizados en el Perú.

2.1 Datos básicos de la administración pública de control de inundaciones del Perú

2.1.1 Situación actual de la prevención de inundaciones en el Perú

(1) Posicionamiento de la prevención de inundaciones en la gestión del riesgo de desastres del gobierno peruano

En el Perú hasta ahora las medidas de prevención de inundaciones han sido efectuadas principalmente por el actual Ministerio de Agricultura y Riegos como proyectos del “sector agrario”, con el objetivo de proteger los campos agrícolas contra inundaciones.

Por ejemplo, en 1997 y 1998 el gobierno central ejecutó el “Plan de emergencia del primer/segundo período del fenómeno de El Niño”, pero este plan tenía como objetivo restaurar la infraestructura hidráulica dañada por El Niño y el actual Ministerio de Agricultura y Riego (antiguo Ministerio de Agricultura) fue la entidad competente. Asimismo, la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) fundó el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC) en 1999 para proteger los pueblos, campos agrícolas, instalaciones agrícolas, etc. encontradas en las zonas inundables contra daños por inundaciones, y a través de esta entidad brindaba ayudas financieras a los gobiernos departamentales para que efectuaran proyectos de protección de riberas. En el plan multianual 2007-2009 de PERPEC, se propusieron 206 proyectos de protección de riberas en total. Estos proyectos estaban basados en el cálculo de probables inundaciones que ocurrirían una vez cada 50 años, pero sus respectivas obras eran de pequeña escala tales como obras de protección de riberas locales y no constituían un control de inundaciones drástico e integral, por lo que cada vez que se generaban inundaciones, se producían daños en lugares diferentes a los anteriores, lo cual era un problema².

Ante esas circunstancias el actual Ministerio de Agricultura y Riego planificó en la segunda mitad de los años 2000 el “Programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones”, tomando como objeto 5 departamentos y 9 cuencas, de acuerdo con el cual se llevó a cabo el estudio por JICA anteriormente mencionado. De acuerdo con este estudio se ha determinado tomar medidas contra inundaciones dentro del marco de proyecto de préstamo en yenes en los tres ríos Canete, Chíncha y Pisco cuyos beneficios de las medidas contra inundaciones son altos y, actualmente, el Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI), que es la entidad ejecutora de los

² La información de este párrafo está citada desde el informe de JICA titulado “Estudio preparatorio sobre el programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerable ante inundaciones”.

programas de inversión aprobados en el Ministerio de Agricultura y Riego, hace la preparación para iniciar la selección del consultor que se encargará de la gestión del proyecto (Actualmente, en septiembre de 2016, se lleva a cabo el concurso para consultoría del diseño detallado).

Por otra parte, el gobierno peruano fortaleció su conciencia sobre la importancia de unificar la administración pública de “gestión del riesgo de desastres y abordar la misma como Estado de acuerdo con la lección aprendida del terremoto de Pisco ocurrido en 2007 y el Marco de Acción de Hyogo (en adelante “MAH”) y como consecuencia el 18 de diciembre de 2010 la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) fue incluida en el “Acuerdo Nacional” como Política de Estado N° 32 y se ha convertido en principio básico que se debe considerar a la hora de formular leyes y elaborar planes. Ante esta corriente, las medidas de prevención de inundaciones se consideran ahora como “actividades de GRD” y los proyectos de control de inundaciones planificados en 2010 y después, se efectúan como proyectos del “sector de GRD”.

(2) Marco administrativo y regulatorio, regímenes, sistema organizacional y situación presupuestaria relacionada con la prevención de inundaciones

(a) Marco administrativo y regulatorio y regímenes

Como se ha mencionado arriba, los proyectos de control de inundaciones se realizan actualmente en 2016 como proyectos del “sector GRD”. Asimismo, en el Perú todas las obras públicas deben efectuarse de acuerdo con el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), que examina la pertinencia y viabilidad de los proyectos de inversión pública, y los proyectos de control de inundaciones como sector de GRD también se efectúan bajo el SNIP. El SNIP se ha establecido por la Ley N° 27293 y funciona desde enero de 2004 de acuerdo con la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública (Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.0). Según el SNIP todas las obras públicas están obligadas a someterse al examen antes de la ejecución. Para efectuarlas es necesario conseguir la aprobación de la Dirección General de Inversión Pública (DGIP) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). La entidad encargada de realizar el examen dentro de la GDIP es el “Sector de Prevención y Atención de Emergencias por Desastres” como se ha mencionado arriba.

Por otra parte, como se ha mencionado arriba, la entidad que antes efectuaba medidas de control de inundaciones a nivel central era el Ministerio de Agricultura y Riego. Antes, la DGIH diseñaba proyectos de control de inundaciones como programas de inversión, los cuales fueron efectuados por el PSI a través de la Oficina de Programación e Inversiones (OPI), que autorizaba el examen previo y la ejecución presupuestaria de los programas de inversión. Sin embargo, se promulgó el Decreto Supremo N006-2014-MINAGRI el 23 de mayo de 2014, con lo que se autorizó a la ANA, organización contraparte del presente estudio, a efectuar estudios sobre desastres naturales relacionados con el agua para la gestión de cuencas, así como a llevar a cabo obras para proteger riberas. De acuerdo con este

decreto actualmente la ANA efectúa estudios básicos para diferentes medidas de prevención de inundaciones. Por otra parte, los gobiernos departamentales y municipales también pueden tomar medidas para prevenir inundaciones y efectúan la construcción de defensas ribereñas, obras de excavación y dragado de vías fluviales ante la llegada de la época de lluvias, etc.

(b) Sistema organizacional

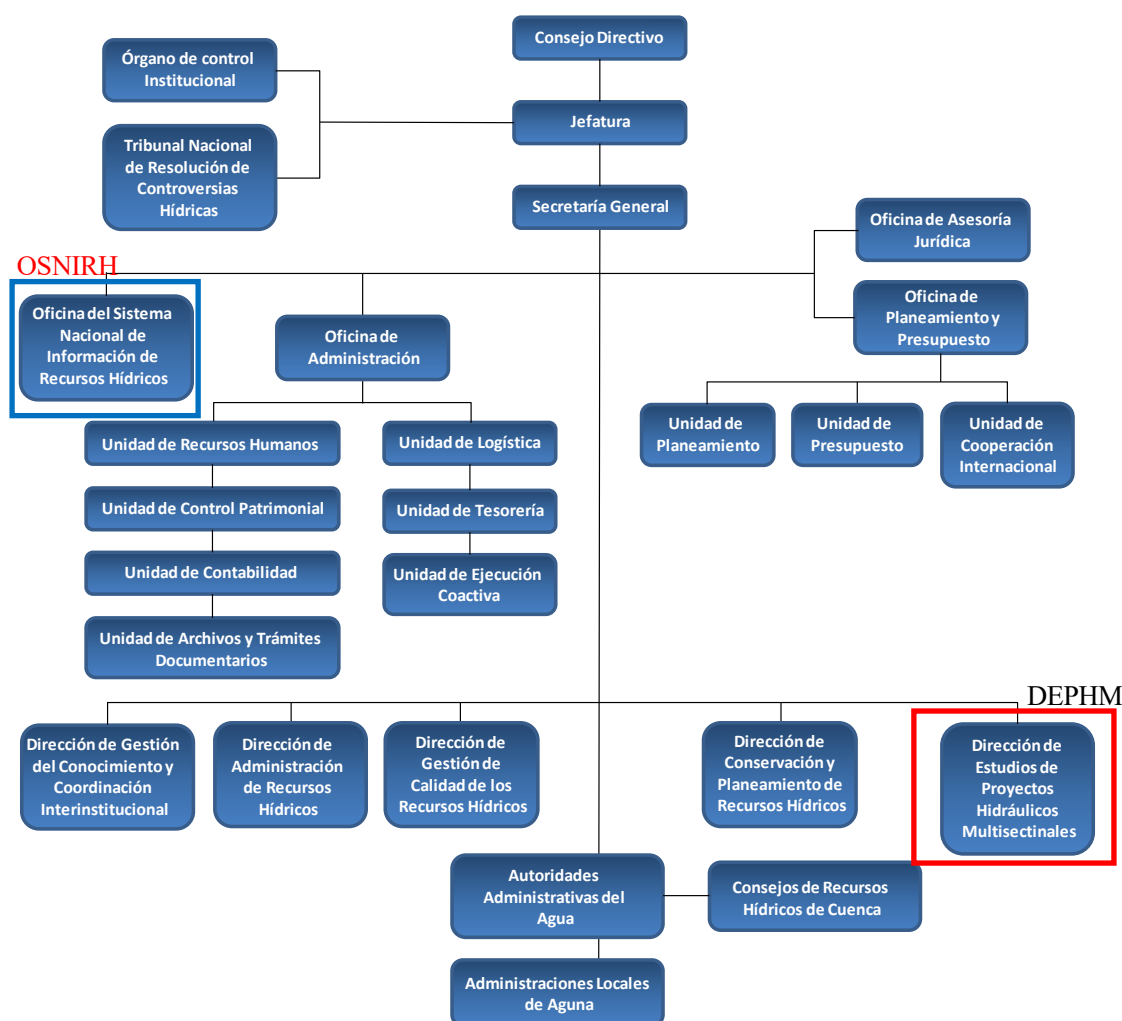
A continuación se describirá detalladamente el sistema organizacional de la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, “ANA”) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), que es la principal organización contraparte del presente estudio. La ANA fue creada por el Decreto Legislativo N° 997 publicado en marzo de 2008. Como indica su denominación, es la entidad que se encarga de la coordinación y supervisión sobre los recursos hídricos bajo la jurisdicción del MINAGRI. Sobre la idea y creación de la ANA el MINAGRI recibió la asistencia del Banco Mundial durante unos 10 años. La principal función de la ANA es formular planes de recursos hídricos de las cuencas considerando el control de inundaciones en ríos, de acuerdo con la Ley N° 29338 (Ley de Recursos Hídricos) de marzo de 2009.

Como régimen de gestión de cuencas (gestión de recursos hídricos), después de identificar los 3 grandes sistemas hidrográficos (sistema hidrográfico del Pacífico, sistema hidrográfico del Amazonas, sistema hidrográfico del Titicaca), la ANA divide los ríos del Perú en 159 cuencas hidrográficas en total (véase la Figura 4.1.4). Para gestionar estos 3 sistemas y estas 159 cuencas hidrográficas, se crearon como entidades subordinadas de la ANA las AAA, las ALA, los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca (CRHC) y la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (OSNIRH) por el Decreto Supremo N° 001-2010-AG de marzo de 2010 y estas entidades AAA, ALA y CRHC quedaron al cargo de la gestión de los 3 sistemas y las 159 cuencas arriba mencionadas. Concretamente, la ANA tiene creadas 14 AAA en todo el país, y bajo las AAA tiene fundadas 72 ALA, y bajo las AAA y ALA está instalado el CRHC. Para mantener la postura de gestionar los recursos hídricos imparcialmente, el CRHC se crea bajo la iniciativa del gobierno departamental y su representante desempeña el papel de presidente del CRHC, que está conformado por interesados de la cuenca. La ANA, como miembro del CRHC, monitorea sus actividades. Actualmente, en septiembre de 2016, las AAA y las ALA ya se han creado y han empezado la gestión de cuencas, pero en cuanto al CRHC, solamente en algunas cuencas del sistema hidrográfico del Pacífico se ha fundado.

Antes la ANA efectuaba estudios, análisis y planificación de trabajos sobre medidas de prevención de inundaciones y desastres por lodo y piedras, pero no se dedicaban a la ejecución de obras. Sin embargo, se promulgó el Decreto Supremo N° 006-2014-MINAGRI, el 23 de mayo de 2014, el cual autorizó a la ANA a dedicarse a la gestión de recursos hídricos de las cuencas y a la ejecución de medidas de prevención de desastres en las cuencas. Por consiguiente, el diseño de medidas de prevención de

inundaciones y desastres por lodo y piedras y la ejecución de obras son presididos por la ANA y los gobiernos departamentales. No obstante, para el mantenimiento y/o la protección de las instalaciones de riego, el PSI, que es Unidad Ejecutora subordinada del MINAGRI igual que la ANA, puede efectuar también obras ríos.

Abajo se muestra el organigrama de la ANA en la Figura 2.1.1.



Fuente: ANA y Equipo de Estudio

Figura 2.1.1 Organigrama de la ANA

En el organigrama arriba mostrado, la entidad marcada con un círculo rojo, Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (DEPHM), es la entidad que recibe el presente estudio, la cual planifica proyectos hidráulicos y de aprovechamiento del agua incluyendo medidas de prevención de inundaciones dentro de la ANA.

Asimismo, cuando la ANA efectúe proyectos de prevención de inundaciones de ahora en adelante como se ha mencionado anteriormente, la “Unidad Ejecutora 002” que se fundó como unidad que se dedicaba a las actividades que contribuían a la modernización de la gestión de aguas, así como unidad

ejecutora de proyectos de financiación y préstamos del Banco Mundial y BID, los realizará de hecho. La oficina de esta unidad está ubicada cerca de la sede de la ANA, y aún ahora, después de que se terminó el proyecto arriba mencionado, sigue funcionando sin disolverse como unidad ejecutora de proyectos de la ANA. De hecho, la “Unidad Ejecutora 002” efectúa medidas contra deslizamientos de tierra, establecimiento del sistema de pronóstico y alerta temprana y la delimitación de los ríos y zonas de aguas entre otros, utilizando un presupuesto del Estado. En la actualidad la “Unidad Ejecutora 002” también efectúa la instalación de estaciones de observación hidrológica en 10 cuencas (con fondos del Banco Mundial) y el proyecto de control de la calidad del agua en 7 cuencas (con fondos de CAF).

(c) Situación presupuestaria

Ahora se reseña el presupuesto de la ANA, principal organización contraparte del presente estudio.

Como se ha mencionado anteriormente, la ANA fue fundada en 2008 y prácticamente inició sus actividades en enero de 2009. Así, es una organización relativamente nueva y su estructura presupuestaria ha venido cambiando año tras año. El presupuesto de la ANA está compuesto básicamente por los siguientes 2 recursos:

- a) Presupuesto como organización estatal asignado por el Estado
- b) Tarifas de utilización de agua que cobra a los usuarios

La Tabla 2.1.1 muestra la evolución en la proporción de estos dos recursos presupuestarios de la ANA entre 2009 y 2016.

Tabla 2.1.1 Evolución de los recursos presupuestarios de la ANA

Año	Porcentaje según fuentes financieros (%)		Total (en millones de soles)
	Presupuesto estatal	Tarifas de agua	
2009	60 – 65 %	35 – 40 %	65
2016	20 – 25 %	75 – 80 %	228

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio de acuerdo con la entrevista con la OPP-ANA

El “Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos” cuyo costo total ascendía a 40 millones de USD, se llevó a cabo entre 2010 y 2015 con la financiación del Banco Mundial y BID aparte de los recursos presupuestarios arriba mencionados.

A continuación se indicará el presupuesto completo de la ANA de los últimos 3 años (2014-2016).

Tabla 2.1.2 Presupuesto de la ANA de los últimos 3 años

Unidad: Sol

Entidad	Años	2014		2015		2016	
ANA entera	Concepto	PIA^{*1}	PIM^{*2}	PIA	PIM	PIA	PIM
	1. Gastos de Inversión	38 609 320	37 778 938	25 705 677	73 504 218	300 000	21 349 329
	2. Gastos de Funcionamiento(1)	137 976 352	196 775 382	141 783 000	192 264 761	151 687 486	206 891 531
	Total	176 585 672	234 554 320	167 488 677	265 768 979	151 987 486	228 240 860
DEPHM	1. Gastos de Inversión	11 000 000	2 101 387	17,786 738	18 885 606	0	0
	1.1 Estudios de Pre-inversión-Evaluación de Recursos Hídricos	11 000 000	2 101 387	17 786 738	18 885 606		
	1.2 Otros						
	2. Gastos de Funcionamiento	5 463 780	14 392 861	3 573 300	8 091 093	3 862 484	13 250 682
	Total	16 463 780	16 494 248	21 360 038	26 976 699	3 862 484	13 250 682
UE 002: MGRH	1. Gastos de Inversión	27 609 320	35 677 551	7 918 939	54 618 612	300 000	21 349 329
	1.1 PP 0068(2)				29 762 158		3 508 611
	1.2 PP 0042						1 564 957
	1.3 Otros(3)	27 609 320	35 677 551	7 918 939	24 856 454	300 000	16 275 761
	2. Gastos de Funcionamiento(4)		2 445 000		17 644 274		8 008 350
	Total	27 609 320	38 122 551	7 918 939	72 262 886	300 000	29 357 679

(1) Incluye gastos por convenio CISPDR China y UNOPS

(2) Incluye la instalación de mallas en las riberas de ríos y adquisición de pluviómetros

(3) Gestión de Recursos Hídricos CISPDR China y en el 2016 la instalación de barreras dinámicas frente a Huaycos.

(4) Acciones de monumentación para los años 2014 y 2015. Asimismo atención de fenómeno el niño 2015

*1: PIA: Presupuesto Institucional de Apertura *2: Presupuesto Institucional Modificado

Fuente: OPP-ANA

(3) Normas técnicas sobre la prevención de inundaciones

Según la ANA, respecto a las normas sobre la prevención de inundaciones en el Perú, solamente existen las directrices elaboradas por el MEF y no existen normas sobre el diseño de las estructuras necesarias para la prevención de inundaciones. Al preguntar a la ANA cómo efectúa proyectos de prevención de inundaciones, contestó lo siguiente:

- Aplica normas extranjeras y
- Verifica el diseño por propuestas de consultores

En el pasado la ANA y el MINAGRI celebraron talleres de capacitación dirigidos a su personal para el diseño de estructuras fluviales, invitando a expertos en ese campo de universidades, etc.

Por consiguiente, en el presente estudio se ha elaborado una norma técnica sobre la prevención de inundaciones (borrador), tomando como referencias los materiales técnicos arriba mencionados, las directrices para la planificación de proyectos de prevención de inundaciones elaboradas por el MEF y las directrices de Japón sobre técnicas de control de inundaciones entre otros. El índice de esta norma (borrador) es como se muestra en la Tabla 2.1.3.

Tabla 2.1.3 Borrador del índice de la norma técnica sobre la prevención de inundaciones

CONTENIDO (Borrador)	
Capítulo 1	Introducción
2	Tipos de desastres de la cuenca del ríos
3	Gestión del riesgo de desastres para la cuenca del río
4	Tipos de las medidas estructurales para reducir el riesgo de inundación
5	Diseño básico de medidas estructurales para la protección contra las inundaciones
5-1	Dique / Revestimiento
5-2	Puente
5-3	Espigones (Groins)
5-4	Banda para cauce del río (Riverbed girdles)
5-5	Otros (río Arriba)
	Presas, obras de conservación de laderas (resumen / obras de laderas / obras de conservación de laderas) / diques de control de erosión / obras de consolidación / obras contra erosión / obras de conservación de torrentes / diques de encauzamiento), etc.
5-6	Otros (tío Abajo) : Estación de bombeo de Inundaciones
6	Evaluación económica de proyectos de protección contra inundaciones
Anexo	Estudios de casos sobre el diseño preliminar de estructuras de control de inundaciones

(4) Programas, proyectos y resultados obtenidos en el tema de prevención de inundaciones llevados a cabo por el gobierno peruano y otros donantes

Como se ha mencionado en el apartado 2.1.1(1), los proyectos de control de inundaciones dirigidos por el gobierno central del Perú, se efectúan bajo el liderazgo del MINAGRI. A continuación se citarán los principales proyectos de prevención de inundaciones efectuados hasta ahora.

- Años 1997 y 1998: “Plan de emergencia del primer/segundo período del fenómeno de El Niño”
- Años 1999 -2009: “Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC)” (Monto total de inversión: 126 millones de USD)
- Desde el año 2010: “Programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones”

Además de estos proyectos, según los documentos presentados por el MEF en el presente estudio en el Perú, el número de proyectos relacionados con la prevención de inundaciones solicitados al SNIP a partir de diciembre de 2002, asciende a 1104 en total en 13.4 años aproximadamente. La siguiente tabla muestra la clasificación general de esos proyectos.

**Tabla 2.1.4 Detalle de los proyectos relacionados con la prevención de inundaciones
(desde diciembre de 2002 a mayo de 2016)**

Título del proyecto (subprograma)	Número de proyectos adoptados	Costo total de los proyectos adoptados (millones de soles)
Atención inmediata de desastres	11	12.8
Camino de herradura	3	1.0
Conservación de suelos	16	14.4
Defensa contra incendios y emergencias menores	3	2.4
Defensa contra inundaciones	117	224.7
Defensa contra la erosión	8	2.6
Defensa nacional	4	22.6
Infraestructura de riego	88	212.1
Irrigación	92	57.6
Planeamiento urbano	5	10.0
Planeamiento y desarrollo urbano y rural	25	161.0
Prevención de desastres	680	2,141.7
Promoción y asistencia comunitaria	9	6.6
Protección de poblaciones en riesgo	16	28.8
Saneamiento urbano	3	1.9
Vías vecinales	5	1.1
Otros	19	38.5
Total	1104	2939.8

Fuente: Resumen por el Equipo de Estudio a partir de los archivos Excel presentados por el MEF

Asimismo, el presupuesto total asignado para los años 2015-2016 respecto a los proyectos arriba indicados es de 1438 millones de soles especialmente debido al fenómeno El Niño.

(5) Situación de desarrollo del análisis hidráulico, mapa de riesgos y base de datos sobre la gestión integral de los recursos hídricos

En el Perú, el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH, véase la Figura 2.1.1), entidad subordinada de la ANA, desarrolla mapas de riesgos y bases de datos para la gestión integral de los recursos hídricos, y al mismo tiempo, efectúa el análisis hidráulico necesario para desarrollarlos. Los análisis hidráulicos, mapas de riesgos y bases de datos recopilados hasta ahora en el presente estudio son como se presentan en la Tabla 2.1.5.

Tabla 2.1.5 Situación de desarrollo del análisis hidráulico, mapa de riesgos y base de datos

Concepto	Situación de desarrollo	Relación con el presente estudio
Análisis hidráulico y mapa de riesgos	Actualmente la ANA ya tiene elaborados mapas de riesgos de los 14 ríos en el estudio del “Tratamiento de Cauces para el Control de Inundaciones”, estudio para averiguar y tratar las causas de inundaciones para su control. Estos mapas están elaborados de acuerdo con el análisis hidráulico hecho con los programas HEC-RAS y HEC-GeoRAS. El SNIRH cuenta con algunos funcionarios capacitados por el entrenamiento relacionado con el uso de los softwares de análisis hidráulico MIKE-11y MIKE-21.	Dentro de los 14 ríos mencionados a la izquierda, se han conseguido los resultados del estudio (incluyendo mapas de riesgos) sobre 11 ríos (ríos Chicama, Chillón, Cumbasa, Cusco, Chancay-Lambayeque, Lurín, Pativilca, Piura, Rímac, Santa y Vilcanota), los cuales se utilizarán para la comparación con los resultados del análisis de inundaciones efectuado en el presente estudio. El análisis de inundaciones del presente estudio se hace de acuerdo con el modelo RRI, pero en caso de que se requiera un análisis más detallado como el reflejo de datos transversales, se analizará también utilizando softwares familiares al personal de la ANA como HEC-RAS y MIKE.
Base de datos	Actualmente la ANA construye una base de datos para la gestión integral de los recursos hídricos a través del OSNIRH. Antes de nada, este sistema mide y recolecta datos, los cuales son enviados por estaciones meteorológicas, SINPAD, diferentes sectores (SENAMHI, INGEMMET, etc.), instalaciones de gestión de represas y plantas purificadoras de agua, etc. Como métodos de transmisión de información existen Internet, GSM/GPRS, sistemas de transmisión de información de radios y estaciones meteorológicas, etc., a través de los cuales se converge información en el centro de control de información situado dentro de la ANA, donde se procesan, evalúan y analizan los datos y, después, se transmite información a los sectores que la quieren y/o se publican en Internet, etc.	Los resultados del análisis de inundaciones del presente estudio se resumirán en un formato que permita ser introducido por el software de SIG (formato Shp y/o Tiff, etc.), teniendo en cuenta la posibilidad futura de introducirlos al SNIRH.

Fuente: El Equipo de Estudio renovó la información contenida en el “Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú (JICA)” de acuerdo con los resultados del estudio realizado en el Perú.

2.1.2 Desastres por inundaciones pasadas en las 159 cuencas

En este apartado, se organizaron los datos recopilados antes de marzo de 2016, año en que se inició el presente Estudio, excluyendo los datos de las inundaciones, deslizamientos y huaycos ocurridos entre diciembre de 2016 y abril de 2017. Sobre los daños de los desastres recientes se detallan en el Capítulo 13.

(1) Antecedentes de inundaciones ocurridas y daños causados por las mismas

El INDECI opera la base de datos llamada “SINPAD” sobre las inundaciones que ocurrieron en el pasado en las 159 cuencas. En este sistema se encuentran registradas casi todas las oficinas del distrito, región y provincia, así como algunos sectores del gobierno central; los que están registrados como usuarios de INDECI pueden editar y añadir información sobre el desastre. Otros usuarios, como los ciudadanos generales, tienen acceso a cualquier información introducida en el sistema (URL:<http://sinpad.indec.gov.pe/sinpad/main.asp>, user name: visita, password: visita). La base de datos se crea al recopilar información de las oficinas del distrito.

Los datos que el Equipo de Estudio ha conseguido del INDECI en el estudio en el Perú, están resumidos en la Tabla 2.1.6.

Tabla 2.1.6 Resumen sobre antecedentes de inundaciones ocurridas en las 159 cuencas y daños causados por las mismas

Concepto	Contenido
Organización poseedora de datos	INDECI
Período de datos	Desde 2003 hasta 2015
Tipos de desastres objeto	Además de inundaciones, actividades volcánicas, olas frías, terremotos, flujos de lodo y piedras, deslizamientos de tierra, erosión fluvial, mareas altas, tsunamis, sequías, aguaceros con truenos, vientos fuertes, etc.
Tipos de daños a clasificar	Número de muertos y desaparecidos, número de lesionados, número de personas damnificadas, etc.
Método de aprovechamiento de los antecedentes en el presente estudio	Se aprovechan para resumir el número de personas afectadas por inundaciones en la evaluación de la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua en la selección de las cuencas prioritarias (Capítulo 3 (3.2)).
Puntos de atención	Como se explica en el siguiente apartado (2), no se ha resumido el monto de daño ni el número de personas afectadas según los tipos de desastres. (Están anotados como información en letras)

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

(2) Detalles de los daños (incluye distribución de inundaciones y distribución en profundidad de las inundaciones registradas) y costos de daños

En las bases de datos de desastres pasados que el INDECI y la ANA poseen, los cuales se han indicado en el apartado (1) de arriba, no están resumidos los detalles como la distribución de inundaciones/distribución en profundidad de las inundaciones registradas y los costos de daños. Actualmente la ANA promueve el estudio sobre puntos de inundaciones (lugares donde se provocan daños por inundaciones) y será posible aprovechar sus datos.

Por otra parte, según el INDECI, no cuenta con base de datos que permita clasificar los respectivos desastres de acuerdo con el número de damnificados y los costos de daños, lo cual constituye un problema para el Perú (para INDECI) a la hora de resumir los desastres. En caso de desastres relativamente grandes, se elabora el informe de desastre individualmente, por lo cual sobre algunas inundaciones están señalados los lugares afectados y/o la profundidad expresamente en documentos y/o tablas. Sin embargo, las inundaciones sobre las cuales se puede verificar el monto de daños claramente en el sector económico, son solamente las inundaciones ocurridas en la cuenca de Urubamba en 2010. Según el informe sobre estas inundaciones, el costo de restauración y recuperación de Cusco debido a los daños sufridos fue de 614 246 515 soles.

Tabla 2.1.7 Monto de daños y costo de restauración y recuperación en las inundaciones generadas en 2010 en Cusco según los sectores

Sector	Monto de daños /Costo de restauración y recuperación (nuevo sol)
Viviendas	175 481 249 (Monto de daños) 179 392 798 (Costo de restauración y recuperación)
Salud y asistencia médica	11 017 800 (Costo de restauración y recuperación)
Educación	21 931,0418 (Costo de restauración y recuperación)
Cultura	1 624 760 (Monto de daños)
Acueducto y alcantarillado	3 720 000 (Costo de restauración y recuperación)
Transporte y telecomunicaciones	338 512 613 (Costo de restauración y recuperación)
Energía eléctrica	6 048 480 (Costo de restauración y recuperación)
Agricultura	22 217 401 (Costo de restauración y recuperación)
Industria pesquera	1 086 800 (Costo de restauración y recuperación)
Industria manufacturera	468 120 (Costo de restauración y recuperación)
Turismo	18 043 960 (Monto de daños) 29 851 462 (Costo de restauración y recuperación)

Fuente: EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS 2010 EN LA REGIÓN CUSCO (INDECI)

Según informes y registros de daños causados por inundaciones individuales en el pasado, es posible verificar los costos de daños a nivel nacional sobre las inundaciones provocadas por el fenómeno de El Niño 1982-1983 y 1997-1998. En las inundaciones 1982-1983 el número de damnificados fue de 6 millones aproximadamente y los costos de daños alcanzaron los 1000 millones de dólares. Mientras tanto, en El Niño 1997-1998 el número de damnificados fue de 500 000 aproximadamente y los costos de daños alcanzaron los 1800 millones de dólares. En 1982-1983 sufrieron daños considerables que hicieron caer el PNB en un 12%.

Tabla 2.1.8 Resumen de los daños por inundaciones en el momento de El Niño de gran escala

Concepto de daño	1982-1983	1997-1998
Número de personas que perdieron su vivienda (personas)	1 267 720	—
Damnificados	6 000 000	502 461
Lesionados	—	1 040
Muertos	512	366
Desaparecidos	—	163
Casas afectadas (casas)	—	93 691
Casas destruidas (casas)	209 000	47 409
Establecimientos educativos afectados	—	740
Establecimientos educativos destruidos	—	216
Hospitales y consultorios médicos afectados	—	511
Hospitales y consultorios médicos destruidos	—	69
Campos agrícolas afectados (ha)	635 448	131 000
Número de ganado damnificado	2 600 000	10 540
Puentes	—	344
Caminos (km)	—	944
Costos de daños (USD)	1 000 000 000	1 800 000 000

Fuente: Compendios estadísticos del SINADECI

Como otros datos con los cuales se pueden saber los costos de daños por desastres, se puede citar la base de datos de desastres 1970-2011 del Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar), donde están anotados los costos de daños de algunas inundaciones. La base de datos del DesInventar contiene datos de desastres de diferentes países del mundo, sobre todo de Sudamérica, a través del sistema de conteo unificado. Para su construcción, la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres de la ONU (en adelante, “EIRD”), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (en adelante, “PNUD”) y la UE han cooperado financieramente. Básicamente el DesInventar es administrado por organizaciones no lucrativas relacionadas con GRD de diferentes países. Los representantes comunes son OSSO de Colombia y La RED de Panamá y participa también la EIRD. La actual entidad colaboradora en el Perú es el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES), organización no gubernamental relacionada con GRD que despliega sus actividades desde 1983. Actualmente, las estadísticas sobre desastres en el Perú por DesInventar están disponibles hasta los datos de 2011 y los datos a partir de 2012 no están almacenados. En el informe del “Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú” presentado en marzo de 2014 (en adelante, “informe del estudio sobre el sector de GRD 2014”), dichos datos de DesInventar están resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 2.1.9 Los 10 primeros casos de inundaciones en el Perú según el monto de daños de acuerdo con los datos de DesInventar (1970-2011)

No.	Año-Mes	Región	Departamento	Provincia/Ciudad	Monto de daños USD	Nota
1	1998-Ene	Costa	Tumbes	Zarumilla/Aguas	32 000 000	
2	1994-Feb	Selva	Ucayali	Corpnel Portillo/Calleria	22 272 727	
3	1998-Ene	Costa	Ica	Ica	17 500 000	Se dice que la causa fue El Niño.
4	1983-Ene	Costa	Tumbes	Contralmirante Villar/Casitas	7 766 900	Se dice que la causa fue El Niño.
5	1972-May	Sierra/Costa	Ancash	Santa Chimbote	5 167 959	
6	1994-Feb	Sierra/Costa	Arequipa	Castilla Uraca	5 000 000	
7	1972-Abr	Costa	Lambayeque	-	4 702 842	
8	1983-Abr	Costa/Sierra	La Libertad	Pacamayo/Guadalupe	4 468 088	
9	1983-Abr	Costa	Lambayeque	Chiclayo/Eten	4 200 000	Se dice que la causa fue El Niño.
10	1983-Abr	Costa	Lambayeque	Chiclayo/Chiclayo	4 200 000	Se dice que la causa fue El Niño.

Fuente: Informe del estudio sobre el sector de GRD 2014

Los 10 primeros casos de inundaciones según el monto de daños de acuerdo con los datos de DesInventar de la Tabla 2.1.9 arriba indicada, son los 10 primeros de los 300 casos cuyos datos de monto de daños están disponibles entre los 2000 casos clasificados como desastres por “inundaciones” en DesInventar. Por consiguiente, se puede suponer que habían ocurrido inundaciones cuyo monto de daños era superior.

2.1.3 Datos topográficos, hidrológicos y socioeconómicos acerca de las 159 cuencas

Se recopilaron documentos y materiales sobre las características topográficas, meteorológicas e hidrológicas, así como la información socioeconómica de las 159 cuencas.

(1) Mapa, carta topográfica, mapa hidrográfico, mapa de uso de suelos, mapa de inundaciones, plano de cursos fluviales

En el estudio en Perú se recopilaron mapas y materiales relacionados con cartas topográficas como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 2.1.10 Estado de recopilación de datos en la primera y segunda etapa de estudio en el Perú
(datos topográficos, etc.)**

Concepto	Detalle	Formato de datos	Organización donde se recopilaron datos
Mapa	División administrativa	SIG	ANA
	Principales ciudades	SIG	ANA
	Carreteras	SIG	ANA
	Ferrocarriles	SIG	ANA
	Jurisdicción de la ANA	SIG	ANA
Carta topográfica (incluyendo plano de cursos fluviales)	Carta topográfica (1/100,000)	SIG	ANA
Datos de altura	SRTM (90m)	SIG	USGS*1
	ASTER (30m)	SIG	USGS*1
Mapa hidrográfico	Mapas de las 159 cuencas	SIG	ANA
	Red de cursos fluviales	SIG	ANA
Mapa de uso de suelos	Mapa de cobertura de la tierra	SIG	ANA
	Uso de suelos	SIG	GLCC*2
Mapa de inundaciones	Zonas propensas a inundaciones (Puntos críticos)	SIG	ANA

*1 : USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos

*2 : GLCC:GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION,USGS

(2) Datos de precipitación, cantidad de evapotranspiración

Respecto a la precipitación se recopilaron datos de monitoreo de las estaciones hidrometeorológicas que poseía el SENAMHI. En el Perú existen 1033 estaciones hidrometeorológicas incluyendo las que no funcionan actualmente y en algunas estaciones se monitorean elementos meteorológicos (temperatura, humedad, precipitación, dirección del viento, velocidad del viento, cantidad de evapotranspiración).

Estos datos se obtienen mediante observación manual y las frecuencias de observación son básicamente dos o tres veces al día. Además de estos datos, la observación de las precipitaciones por hora se realiza en 295 estaciones desde 2014, y la información se adquiere mediante un sistema de observación automática.

Como método para enviar información manual a SENAMHI, se utiliza la comunicación por Internet en un teléfono celular o cartas escritas a mano enviadas desde las oficinas locales, a la oficina central. En los lugares donde no hay posibilidad de comunicación por Internet, como en Selva o Sierra, se toma este segundo método de transmisión de datos.

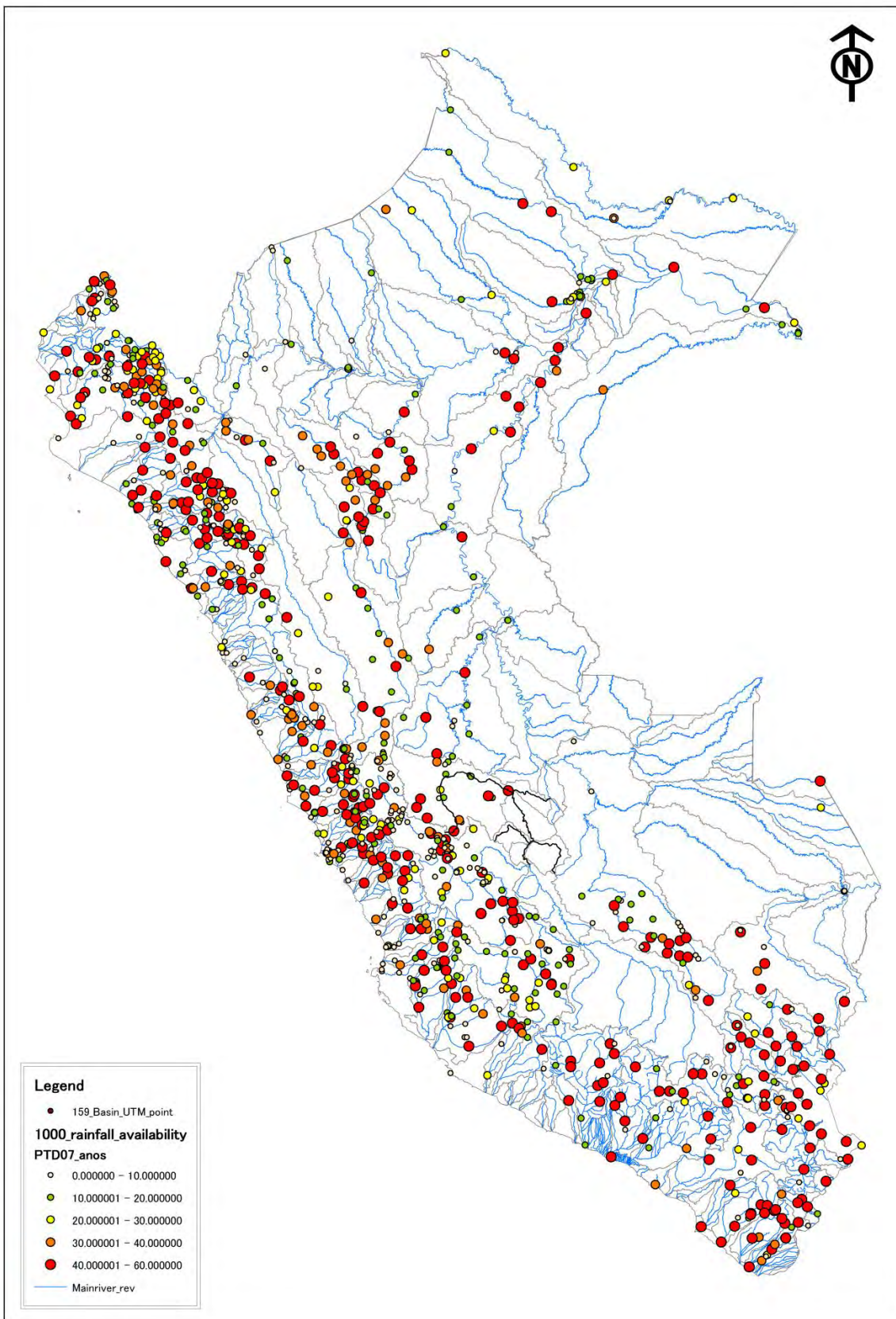
Respecto a la data de observación automática, se utiliza un sistema de comunicación por satélite principalmente como método para enviar data a la oficina central de SENAMHI; sin embargo, en algunos casos se adopta la comunicación por Internet.

En la Figura 2.1.2 está indicada la ubicación de las estaciones hidrometeorológicas y en la siguiente tabla están resumidos los elementos objeto del monitoreo y su frecuencia de monitoreo.

Tabla 2.1.11 Elementos hidrometeorológicos objeto del monitoreo y frecuencia de monitoreo

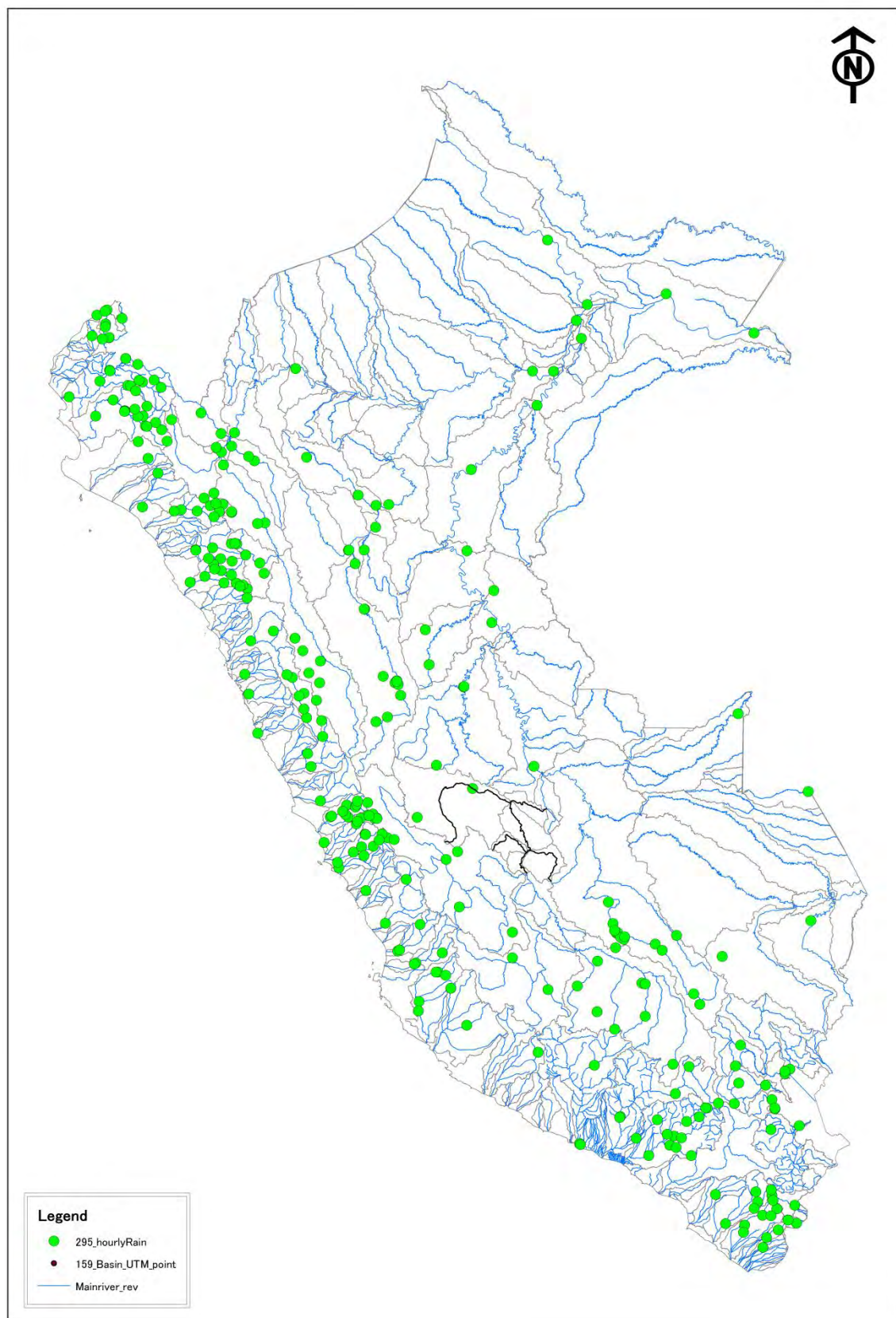
Elemento	Frecuencia de monitoreo		Nota
Temperatura	3 veces al día (a las 7, las 13 y las 19)		Aparte, los datos de temperatura máxima y mínima del día están ordenados.
Humedad	3 veces al día (a las 7, las 13 y las 19)		
Precipitación	Datos diarios	2 veces al día (a las 7 y las 19)	Se monitorea la precipitación acumulada de las últimas 12 horas 2 veces al día. La precipitación diaria es la suma de los valores medidos a las 7 y las 19.
	Datos de cada hora	Cada hora	Datos obtenidos con el Sistema de monitoreo automático.
Dirección del viento	3 veces al día (a las 7, las 13 y las 19)		
Velocidad del viento	3 veces al día (a las 7, las 13 y las 19)		
Cantidad de evapotranspiración	2 veces al día (a las 7 y las 19)		Se monitorea la cantidad acumulada de las últimas 12 horas 2 veces al día.

En el presente Estudio estos datos se utilizarán como datos básicos para el cálculo de inundaciones y escorrentía.



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 2.1.2 Ubicación de las estaciones hidrometeorológicas



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 2.1.3 Ubicación de las estaciones que monitorean la precipitación por hora

(3) Datos de monitoreo de caudal, datos de nivel de agua

El monitoreo del nivel de agua y caudal es realizado por la ANA en 586 sitios. En la primera etapa de estudio en el Perú se recopilieron los datos de monitoreo de caudal que la ANA poseía. La ubicación de las estaciones se muestra en la Figura 2.1.4.

Los datos que la ANA poseía eran datos de caudal diario, por lo que era necesario conseguir datos de caudal por hora que pudiera poseer cada AAA o gobierno regional y en la segunda etapa de estudio en el Perú se verificó a cada oficina regional si contaba con datos de nivel de agua de cada hora, pero no había datos de ningún río candidato para ser río prioritario del presente estudio. En el momento de estudio sobre el terreno del río Piura, se entrevistó a la AAA competente, según la cual los datos de monitoreo quedan solamente en copia impresa, pero no se han podido conseguir en el presente estudio.

Los datos de caudal que la ANA posee se obtienen monitoreando el nivel de agua de cada sitio y calculando el caudal de ese sitio mediante la ecuación H-Q. Asimismo, se determina como caudal diario el promedio de los valores medidos por cada 6 horas (4 valores medidos al día).

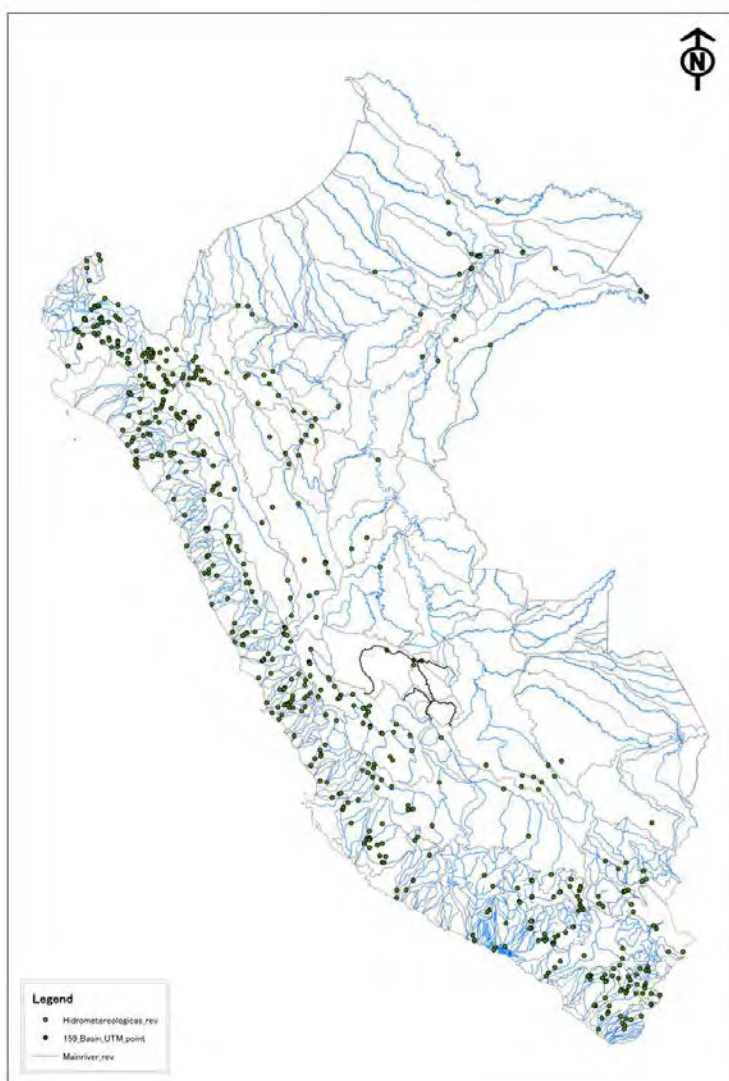


Figura 2.1.4 Ubicación de las estaciones donde se monitorea el nivel de agua y caudal

(4) Información acerca de infraestructura y operaciones de represas y embalses

En todo el Perú hay construidas 778 represas y embalses. En el presente estudio se han recopilado los datos de represas y embalses que la ANA ordena y posee. Sin embargo, no es que haya datos ordenados de ubicación y especificación sobre todas las represas y embalses. Al entrevistar a la ANA, contestó que planeaba almacenar y ordenar dichos datos de ahora en adelante. Se presentarán ejemplos de especificación de represa/embalse en el documento adjunto 2-1 y el libro mayor de gestión recolectado en la oficina de gestión de la represa Poechos en el documento adjunto 2-2.

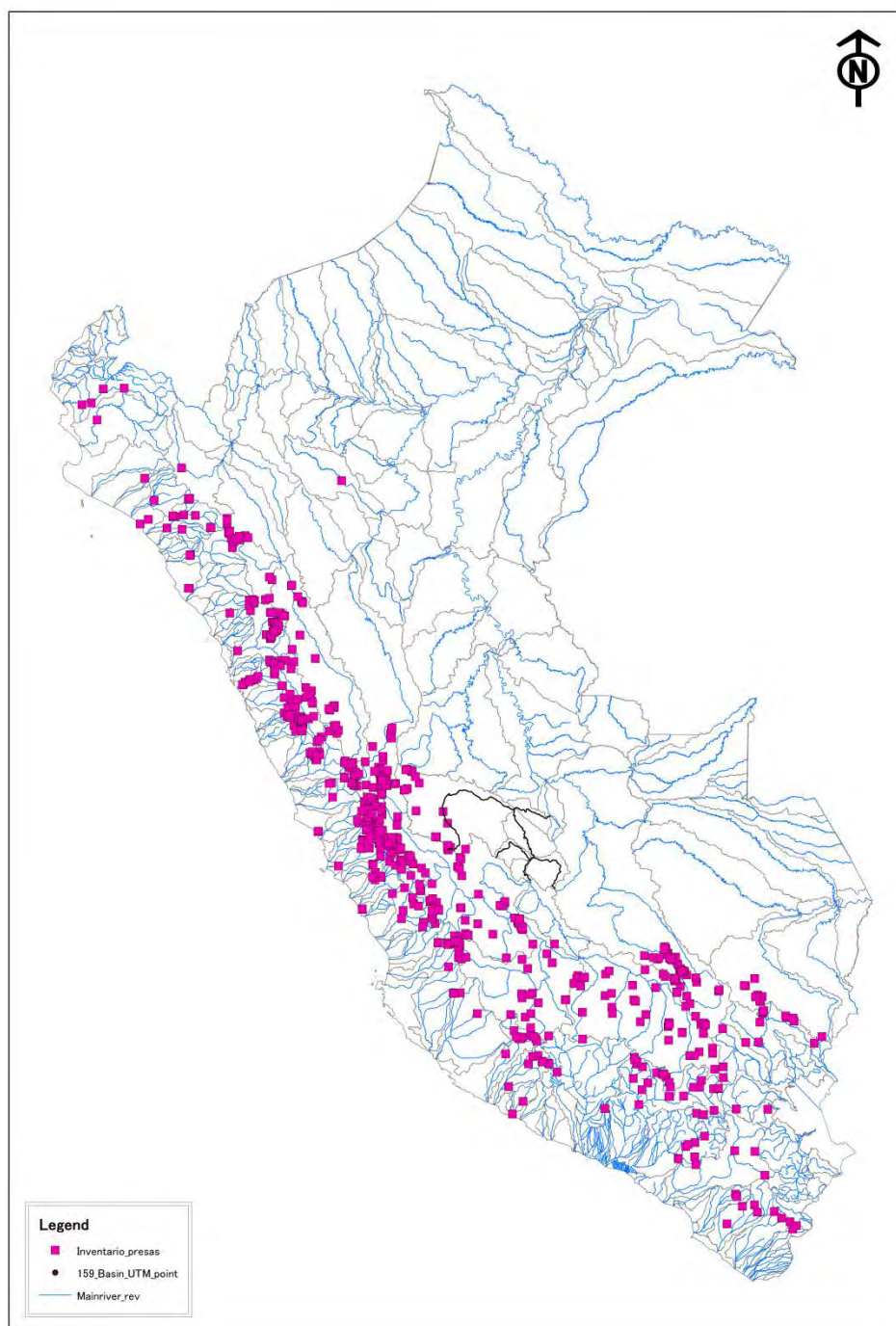


Figura 2.1.5 Ubicación de las represas y embalses

(5) Estadística socioeconómica (distribución de la población, distribución de activos, plan de ordenamiento territorial, etc.)

Respecto a la distribución de la población se aprovecharán los datos de distribución de la población de Landscan que vende la empresa japonesa Pacific Vision Corp. Los datos de Landscan son datos de distribución de la población mundial elaborados por el Laboratorio Nacional Oak Ridge (ORNL en sus siglas en inglés), que es una entidad subordinada del Departamento de Energía de los Estados Unidos, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) y la tecnología de teledetección más avanzados. Su resolución espacial de aproximadamente 1km es minuciosa y se pueden montar fácilmente con un software para SIG. Como los datos de Landscan son adecuados para utilizarlos en el presente estudio a la hora de evaluar la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua y captar las características de cada cuenca en la tipificación, se adoptarán como datos básicos del análisis.

Asimismo, se pueden utilizar gratuitamente los datos de distribución de la población y de distribución de activos de 2013 según los departamentos publicados en la página web del INEI (<https://www.inei.gob.pe/>), por lo que también se aprovecharán en el presente estudio.

La Tabla 2.1.12 muestra el resumen de los datos socioeconómicos arriba mencionados y cómo aprovecharlos en el presente estudio.

Tabla 2.1.12 Resumen de los datos socioeconómicos recopilados

Detalle de los datos	Organización donde se recopilaron los datos	Método de aprovechamiento en el presente estudio	Fuente
Datos de Landscan sobre la distribución de la población de 2013	Pacific Vision Corp.	Ordenar datos como datos de población y densidad demográfica según las cuencas y utilizarlos para la evaluación de la vulnerabilidad y la tipificación	-
Datos de población de 2013 según los departamentos	INEI	Utilizar para verificar la pertinencia de los datos de Landscan arriba mencionados.	https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/compendio2015.html
Datos de PBI de 2013 según los departamentos		Ordenar datos como PBI y PBI per cápita según las cuencas y utilizarlos para la evaluación de la vulnerabilidad y la tipificación	

Por otra parte, respecto al uso de suelos, la ANA ofreció datos de la cobertura de tierra en la segunda etapa de estudio en el Perú que comenzó a partir de agosto. Con estos datos es posible captar la distribución de zonas urbanas y campos agrícolas en las cuencas objeto del estudio, por lo cual se aprovecharán para la elaboración y evaluación del proyecto de prevención de inundaciones que se describirá más adelante.

2.2 Información sobre el crédito stand-by y sobre la gestión de cuencas realizada hasta ahora

2.2.1 Resumen de la opción de desembolso diferido ante catástrofes (CAT DDO, por sus siglas en inglés) aplicada hasta la fecha

En esta sección se entrega un resumen sobre dos proyectos de opción de desembolso diferido ante catástrofes (CATDDO) ofrecidos por el Banco Mundial al Perú relacionados con el presente Estudio.

(1) Préstamo de Política de Desarrollo para la Gestión del Riesgo de Desastres (DPL) con Opción de Desembolso Diferido (CATDDO) (En lo sucesivo referido como "DRM-DPL-CATDDO")

(a) Resumen

Estos préstamos para las políticas de desarrollo han sido propuestos y concertados con el Perú con el objetivo de fortalecer las capacidades gubernamentales en términos de recursos financieros, equipos y materiales y recursos humanos orientadas a reducir los riesgos de desastres. En la Tabla 2.2.1 se presenta el resumen al respecto.

Tabla 2.2.1 Resumen del DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial

Variables	Detalles	Observaciones
Fecha de aprobación	Diciembre de 2010	
Inicio del ejercicio del préstamo	Enero de 2011	
Plazo inicial del préstamo	Diciembre de 2013	
Plazo actual del préstamo	Diciembre de 2016	Prórroga de tres años Prorrogable hasta cuatro veces (un máximo de 15 años)
Monto del préstamo	US\$ 100 millones	Sin desembolso al mes de agosto de 2016
Comisiones de anticipo	0.5%	

Fuente: Documentos relacionados con los préstamos del Banco Mundial
(<http://projects.worldbank.org/P120860/catastrophe-development-policy-loan-ddo?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

(b) Matriz de Políticas

La aplicación de los recursos y la prórroga de este préstamo, por ser un préstamo para la política de desarrollo, están atadas a una serie de condiciones para el cumplimiento de los objetivos de reducir los riesgos de desastres, que el gobierno peruano debe asumir. Estas condiciones están incluidas en el documento del proyecto como "matriz de políticas". En la Tabla 2.2.2 se presenta la matriz de este DRM-DPL-CATDDO.

Tabla 2.2.2 Matriz de políticas de DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial (inicial)

Objetivo de desarrollo	Esfera de política	Medidas anteriores (inicialmente)	Principales resultados a septiembre de 2013
Fortalecer la capacidad del gobierno para movilizar recursos en casos de desastres y para promover la reducción de riesgos.	Políticas de reducción de riesgos en las inversiones públicas	El MEF aprobó un Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres (PPE-RVAE)	En el Presupuesto Nacional (2012 y 2013), se incluye una partida presupuestaria específica para el PPE-RVAE
	Medidas de reducción de la vulnerabilidad en los sectores prioritarios del Gobierno de Perú	El Ministerio de Salud aprobó la política de mantenimiento de operatividad de los hospitales en desastres	Terminación de por lo menos el 20% de los estudios de vulnerabilidad estructural de los hospitales del MINSA que reúnen las condiciones para su renovación. Base: un estudio de vulnerabilidad estructural de hospitales en 2010
			Evaluación del 90% de los hospitales del MINSA con el índice de seguridad hospitalaria. Base: el 12% de los hospitales (ocho en total) con el índice de seguridad hospitalaria en 2010
		Aprobación de la Política Nacional de Hospitales Seguros ante Desastres del Ministerio de Salud (MINSA) en 2010	Inclusión del análisis de riesgos en la etapa de formulación de todos los PIP de nuevos hospitales construidos después de 2011. Base: sin documentar en 2010
		El Consejo Directivo de la SUNASS aprobó en 2010 una resolución en el marco del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento, en la que se establecen medidas especiales para situaciones de emergencia.	Adopción, por parte de al menos cuatro empresas prestadoras de servicio (EPS) de agua y saneamiento, de las directrices técnicas estándar formuladas por la SUNASS para incorporar la gestión de riesgos de desastres en su marco de administración. Base: 0 EPS en 2010
	Mecanismos de protección financiera contra los desastres resultantes de los eventos naturales	El Congreso sancionó la Ley de Endeudamiento del Sector Público que permite al MEF empezar a establecer sus mecanismos de protección financiera contra desastres.	El MEF movilizó un conjunto de instrumentos financieros para reaccionar mejor ante los desastres y reducir el impacto financiero de estos
			El MEF revisó su marco actual para la realización de inversiones públicas después de los desastres

Notas: PRERVAE: Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres

MINSA: Ministerio de Salud del Perú

SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

EPS: Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento

Fuente: Documentos relacionados con los préstamos del Banco Mundial

(<http://projects.worldbank.org/P120860/catastrophe-development-policy-loan-ddo?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

(c) Revisión de la Matriz de Políticas

El Informe del Estado y Resultados de Implementación al mes de agosto de 2016 referente a este Préstamo está publicado en la Página Web del Banco Mundial. En la Tabla 2.2.3 se resumen los resultados de la revisión según dicho documento.

Tabla 2.2.3 Revisión de la Matriz de Políticas de DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial

Objetivos de las acciones	Resultados		
	Línea de base (2010)	Año precedente (2015)	Año en curso (2016)
Asignación del presupuesto para PRERVAE	54.40	1000	2095
	Observaciones: El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido alcanzado: La asignación del presupuesto fue de: S./54.4m (2011), S./138.9m (2012), S./708.7m (2013). Avances a la fecha: Para el año 2016 el presupuesto asignado ha sido de S/ 2,095m. Adicionalmente, fueron asignados S/1,407m a los tres niveles del gobierno (nacional, regional y local) para las actividades orientadas a responder a los impactos de El Niño, de los cuales el 83% fue desembolsado de PP068. Las metas para este indicador han sido cumplidas.		
Protección financiera contra desastres	Guía de ejecución de los proyectos de emergencia del SNIP	Aprobación de la Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres Presentación oficial de la Estrategia en 2016	En espera de la aprobación por el MEF del proyecto de Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres
	Meta final: El MEF formula la Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres que será entregada a PCM bajo el marco de SINAGERD³ Observaciones: El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido alcanzado creándose la Dirección de Gestión de Riesgos. Los préstamos de contingencia en preparación incluyen CAF de US\$300m. El resultado esperado clave para finales de 2016 es: El MEF formula la Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres que será entregada a PCM bajo el marco de SINAGERD. (Coordinación: MEF-DGETP) Avances a la fecha: La Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres ha sido aprobado por el Comité de Riesgos del MEF en 2014. La versión final a ser socializada ha sido sometida a la aprobación del MEF. Se espera que sea presentada oficialmente la Estrategia a SINAGERD en 2016. La meta para este indicador ha sido alcanzada.		
Guía de técnicas normalizadas de agua y saneamiento	0	-	-
	Observaciones: El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido alcanzado, y dos EPS integraron los planes de GRD en sus marcos empresariales y otras tres EPS adoptaron el plan de GRD mediante la resolución de la Junta Directiva. El resultado esperado clave para finales de 2016 es: El Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2014-2021 incluye las políticas de reducción de riesgos de desastres. Avances a la fecha: Una propuesta para el Plan Nacional de Saneamiento que incluye la GRD en su sección del componente de diagnóstico está en espera de ser aprobada a través del Decreto Supremo en 2016. La meta para este indicador no ha sido alcanzada todavía, pero se espera que el Plan sea aprobado en julio de 2016. En cuanto a las empresas prestadoras de servicios de agua y saneamiento (EPS) con el apoyo del SUNASS incluyeron aumentos en su estructura tarifaria para destinar parte de los recursos a la GRD, y crearon el fondo de contingencia para la GRD que ha sido desembolsado de sus recursos propios. 17 empresas implementaron su nueva estructura. La meta para este indicador ha sido alcanzada.		

³ SINAGERD: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Objetivos de las acciones	Resultados		
	Línea de base (2010)	Año precedente (2015)	Año en curso (2016)
Guías sectoriales para la rehabilitación post desastre	El SNIP elabora la guía para los proyectos de emergencia	La guía sectorial para agua y saneamiento para la rehabilitación post desastre está siendo revisada.	Aprobación de la guía.
	Meta final: El MEF elabora las guías sectoriales para la rehabilitación post desastre de las infraestructuras en tres sectores: agua y saneamiento, educación y salud		
	El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido: El MEF revisa el marco actual para la implementación de las inversiones públicas post desastre. Este resultado esperado ha sido alcanzado, y el MEF elaboró las guías para el perfil de los proyectos de reconstrucción bajo el marco de SNIP (Anexo 17, Resolución Directiva 008-2012-EF/63.01). El resultado esperado clave para finales de 2016 es: El MEF elabora las guías sectoriales para la rehabilitación post desastre de las infraestructuras en tres sectores: Agua y saneamiento, educación y salud Avances a la fecha: La guía del sector de agua y saneamiento para la rehabilitación post desastre está bajo revisión a manera de armonizar con las guías generales del SNIP que incluye las consideraciones de GRD aprobadas el 23 de enero de 2015 (Resolución Directiva del MEF 001-2015-EF/63.01). (Coordinación MEF-DGPI). Debido a la decisión política, las guías de los sectores de educación y de salud no serán elaboradas. La meta para este indicador, por lo tanto, ha sido alcanzada parcialmente.		
Terminación de los estudios de la vulnerabilidad estructural de los hospitales de MINSA	0	14	14
	Observaciones: El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido: Terminar al menos el 20 % de los estudios de la vulnerabilidad estructural de los hospitales del MINSA para su adaptación. El avance hasta el mes de septiembre de 2013 es el siguiente: se iniciaron 14 estudios de la vulnerabilidad estructural, que representan el 30 % de los hospitales del MINSA. El resultado esperado clave para finales de 2016 es: Se habrán iniciado los trabajos de adaptación en al menos cinco hospitales para las que se terminó de ejecutar el estudio de vulnerabilidad estructural (coordinación MINSA y MEF-DGPI). Avances a la fecha: No se ha tenido ningún avance en este indicador relacionado con el comienzo de los trabajos de adaptación para los hospitales para las que se concluyeron los estudios de vulnerabilidad estructural. El avance desde 2013 ha sido muy limitado y ésta es la segunda vez después de la renovación en que este indicador no ha sido alcanzado.		
Evaluación de los hospitales del MINSA con el Índice de Seguridad Hospitalaria	12	91	91
	Observaciones: El resultado esperado clave para el mes de septiembre de 2013 ha sido alcanzado: El 91% (46 unidades) de los hospitales e institutos fue evaluado. Por lo tanto, este resultado esperado ha sido alcanzado. No se ha definido una nueva meta en esta línea de acción.		
Ejecución del análisis de riesgos en todos los proyectos de construcción de nuevos hospitales	0	Ejecución del análisis de riesgos en los tres nuevos hospitales	Ejecución del análisis de riesgos en los tres nuevos hospitales
	Observaciones: No ha sido desarrollado ningún proyecto nuevo después de 2011. El resultado esperado clave para finales de 2016 ha sido mantenido igual: Todos los PIPs para los nuevos hospitales construidos después de 2011 incluyen el análisis de riesgos en la fase de formulación (Coordinación: MINSA) Avances a la fecha: Ningún avance adicional desde el último informe ISR.		

Fuente: Documentos relacionados con los préstamos del Banco Mundial
(<http://projects.worldbank.org/P120860/catastrophe-development-policy-loan-ddo?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

(2) Segundo Préstamo de Política de Desarrollo para la Gestión del Riesgo de Desastres (DPL) con Opción de Desembolso Diferido (CATDDO) (En lo sucesivo referido como el "Segundo DRM-DPL-CATDDO")

(a) Resumen

Este Préstamo de Política de Desarrollo ha sido firmado con la finalidad de fortalecer el DRM-DPL-CATDDO antes mencionado, y ha sido formulado con base en las lecciones aprendidas a través del monitoreo del DRM-DPL-CATDDO. Su matriz de políticas ha sido elaborada con base en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) En la Tabla 2.2.4 se presenta el resumen sobre este Préstamo.

Tabla 2.2.4 Resumen del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial

Variables	Detalles	Observaciones
Fecha de aprobación	Marzo de 2015	
Inicio del ejercicio del préstamo	Julio de 2015	
Plazo inicial del préstamo	Marzo de 2018	Prorrogable hasta cuatro veces cada tres años
Monto del préstamo	US\$ 400 millones	Sin desembolso al mes de marzo de 2016
Comisiones de anticipo	0.5%	

Fuente: Documentos relacionados con los préstamos del Banco Mundial

(<http://projects.worldbank.org/P149831/?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

(b) Matriz de políticas

El objetivo de este Préstamo es fortalecer el marco legal e institucional para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad fiscal y física ante los desastres, y se elaboró la matriz de políticas para alcanzar este objetivo. La matriz de políticas divide el objetivo del Préstamo en tres pilares operativos y establece las metas de las cinco actividades relacionadas (target) que contribuyen a cada uno de los pilares.

En la Tabla 2.2.5 se presenta la matriz de este Segundo DRM-DPL-CATDDO.

Tabla 2.2.5 Matriz de políticas del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial (inicial)

Pilar / Objetivo	Acciones relacionadas (target)	Indicadores a ser cumplidos para 2018
Pilar-1: Mejorar la eficiencia en las asignaciones de los recursos públicos para la gestión de riesgos de desastres (GRD)		
Las reformas en esta esfera de políticas se enfocan al fortalecimiento de los mecanismos para la implementación del PLANAGERD en todos los niveles administrativos.	Acción anterior 1: Fortalecimiento de los mecanismos financieros para la implementación del PLANAGERD del Gobierno del Perú (a) Integración del programa presupuestal vigente en el nuevo marco político de GRD; e (b) inclusión de la información de riesgos de desastres en los planes de desarrollo regional Coordinación: PCM y CENEPRED	(a) Número de programas incluidos en el PLANAGERD que fueron implementados. (b) Número de gobiernos regionales que aprobaron los planes regionales para la prevención y reducción de desastres
Pilar 2: Fortalecimiento de las políticas de reducción de vulnerabilidad en las infraestructuras de los sectores de educación, viviendas y de protección contra inundaciones.		

Pilar / Objetivo	Acciones relacionadas (target)	Indicadores a ser cumplidos para 2018
Fortalecimiento de la capacidad del sector educativo para la implementación de las políticas para la reducción del riesgo de desastres	Acción anterior 2: El Gobierno del Perú integra las consideraciones de reducción de riesgos sísmicos para las infraestructuras existentes y nuevas en el Programa Nacional de Infraestructura Escolar (PRONIED).	Número o porcentaje de los estudios realizados para la reducción de riesgos sísmicos en las infraestructuras escolares de Lima Metropolitana como uno de los productos de la ejecución de PRONIED.
Fortalecimiento de la capacidad del sector de viviendas para apoyar la reducción de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas del estrato de bajo ingreso.	Acción anterior 3: El Gobierno del Perú ha establecido el mecanismo financiero para un programa piloto para reducir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del estrato económicamente desfavorecido.	Porcentaje de los hogares económicamente desfavorecidos cubiertos por la Donación para la Protección de Viviendas Vulnerables a los Riesgos Sísmicos
Fortalecimiento de la capacidad institucional para definir e implementar las políticas de protección contra las inundaciones.	Acción anterior 4: El Gobierno del Perú ha tomado las medidas para mejorar el diseño de los programas de protección contra las inundaciones a nivel nacional y subnacional (a) Expansión de las responsabilidades de la ANA para ejecutar los estudios hidráulicos que apoyan el diseño de los programas regionales y locales de protección contra las inundaciones (b) Definición de las normas mínimas especificadas para la preparación de los estudios de preinversión para los proyectos de inversión pública de protección contra las inundaciones bajo el marco del SNIP	Número de estudios aprobados para la prevención de riesgos de inundaciones en las cuencas [Línea de base 2014: 0 ⇒ Meta 2018: 4]
Pilar 3: Fortalecimiento de la capacidad gubernamental para la rehabilitación y reconstrucción post desastre		
Fortalecimiento de la capacidad institucional para la planificación e implementación efectiva de los procesos de rehabilitación y reconstrucción y garantía de la continuidad operativa del gobierno.	Acción anterior 5: El Gobierno del Perú ha tomado las medidas para mejorar los procesos de rehabilitación y reconstrucción post desastre (a) Establecimiento del marco regulatorio e institucional para la reconstrucción (b) Construcción del mecanismo de coordinación interna del MEF para el proceso de rehabilitación y reconstrucción financiera	(a) Número de sectores del gobierno nacional que aprobaron las guías sectoriales para el proceso de reconstrucción post desastre (b) Número de organismos e instituciones gubernamentales nacionales que aprobaron los planes de continuidad operativa en el caso de desastres (c) Número de políticas y procedimientos para el financiamiento de los procesos de rehabilitación y reconstrucción post desastre

Nota: PLANAGERD: plan nacional de gestión del riesgo de desastres

PCM: Presidencia del Consejo de Ministros

Fuente: Documentos relacionados con los préstamos del Banco Mundial

(<http://projects.worldbank.org/P149831/?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

(c) Revisión de la Matriz de políticas

Como se indicó anteriormente, el plazo del Préstamo vence en 2018, por lo que todavía no se tienen los resultados finales de los indicadores de acciones. En todo caso, en la Tabla 2.2.6 se presenta el avance en el cumplimiento de cada indicador, al mes de marzo de 2016, de acuerdo con el Informe del Estado y Resultados de Implementación del Banco Mundial.

Tabla 2.2.6 Estado de cumplimiento de la Matriz de Políticas del Segundo DRM-DPL-CATDDO del Banco Mundial

Indicadores meta	Meta final (2018)	Indicadores cumplidos al mes de marzo de 2016
Programación presupuestal para la implementación del PLANAGERD	Sin información	Sin información
Número de los gobiernos regionales que aprobaron los planes regionales para la prevención y reducción de riesgos de desastres	15/25	0/25
Número de reducción de riesgos sísmicos en las infraestructuras escolares en Lima Metropolitana	Reducción del 10 % en comparación con 2015 (Indicador de riesgos RI en 2015 = 20.3)	Se logró reducir 3.2 %
Número de los hogares económicamente desfavorecidos cubiertos por la Donación para la Protección de Viviendas Vulnerables a los Riesgos Sísmicos	80% de los 8,303 hogares elegibles	15%
Número de estudios aprobados para la prevención y mitigación de los riesgos de inundaciones en cuencas	4	0
Número de sectores que aprobaron las guías sectoriales para el proceso de reconstrucción post desastre	6	0
Número de organismos e instituciones gubernamentales nacionales que aprobaron los planes de continuidad operativa en el caso de desastres	37	7
Políticas y procedimientos para financiar los procesos de rehabilitación y reconstrucción post desastre	Manual de Operación aprobado	En discusión sobre el perfil del Manual en torno al MEF

Fuente: Banco Mundial "Implementation Status & Results Report, Sequence 03" (marzo de 2016)
(<http://projects.worldbank.org/P149831/?lang=en&tab=documents&subTab=projectDocuments>)

2.2.2 Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos de Perú

Como el proyecto que se relaciona con el presente Estudio y que se implementa por el Banco Mundial a través de la ANA se menciona el Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú. Ya se concluyó la fase inicial y actualmente está en preparativos el subsiguiente proyecto. A continuación se presenta el resumen de estos dos proyectos de modernización de la gestión de recursos hídricos.

(1) Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 1 (en lo sucesivo referido como el primer PMGRH)

En la Tabla 2.2.7 se presenta el resumen del Primer PMGRH.

Tabla 2.2.7 Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 1

Variables	Detalles	Plan inicial	Real	Observaciones
Costos del Proyecto	Total	Total: US\$ 23.67 millones BIRF: US\$ 10 millones	Total: US\$ 21.80 millones BIRF: US\$ 9.89 millones ANA: US\$ 11.91 millones	
	Componente-1	Total: US\$ 6.62 M BIRF: US\$ 3.03 M	Total: US\$ 8.43 millones	
	Componente-2	Total: US\$ 17.05 M BIRF: US\$ 6.97 M	Total: US\$ 13.37 M	
Objetivo del Proyecto	Componente-1	Fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH)		
		1-1. Fortalecimiento de la capacidad de gestión de recursos hídricos de la ANA 1-2. Construcción del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos 1-3. Elaborar la Estrategia Nacional de Gestión de Recursos Hídricos		En tres cuencas 8 limnímetros automáticos, 6 estaciones hidrometeorológicas automáticas, 14 dispositivo de observación meteorológica automática
	Componente-2	Creación de las organizaciones de gestión de cuencas (CC y AAA) Elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos		
		2-1. Ejecución de la GIRH participativa		Tres cuencas piloto seleccionadas
		2-2. Desarrollo de la base para la formulación de los planes de gestión de recursos hídricos (en discusión)		Cuatro cuencas seleccionadas
Tres cuencas piloto seleccionadas		Chili Ica-Alto Pampa (Huancavelica) Chancay-Lambayeque	Chili Chancay-Huaral Chancay-Lambayeque	Principales cuencas La acción 2-1 casi cumplida.
Cuatro cuencas piloto seleccionadas		Puyongo-Tumbes Jequetepeque Chancay-Huaral Moquega-Tambo	Puyongo-Tumbes Jequetepeque Ica-Alto Pampa (Huancavelica) Moquega-Tambo	Cuencas secundarias La acción 2-2 está casi completada.
Otras cuencas asistidas por el Proyecto		-	Vilcanota-Urubamba Mantaro Alto Mayo Alto Pampa Chillón-Rímac-Lurín	Asistencia dirigida principalmente al Componente 2

Fuente: Banco Mundial "Implementation Completion and Results Report" (al 30 de junio de 2016)

(2) Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos del Perú - Fase 2 (en lo sucesivo referido como el segundo PMGRH)

El proyecto consiste en replicar las acciones de PMGRH de la Fase 1 en otras cuencas. Actualmente se está tramitando la obtención del préstamo.

En la Tabla 2.2.8 se presenta el resumen del segundo PMGRH.

**Tabla 2.2.8 Resumen del Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos
del Perú - Fase 2**

Variables	Contenido	Observaciones
Proyecto	Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Diez Cuencas del Perú	
Fecha esperada de aprobación	06/04/2017	
Organismos ejecutores	Autoridad Nacional del Agua del Ministerio de Agricultura y Riego (ANA)	
Costo del Proyecto	Total: US\$ 88.15 millones 'ANA: 48.15 BIRF: 40.0)	
Componentes	(1) Consolidación de la capacidad en GIRH a nivel nacional; (2) mejoramiento de la capacidad en GIRH a nivel de cuencas; y (3) administración general del proyecto	
Cuencas seleccionadas	Vertiente del océano Pacífico: Chancay-Lambayeque, Chancay-Huaral, Quilca-Chili, Tumbes, Chira-Piura, and Locumba-Sama-Caplina	Seis cuencas: Se incluye la construcción del sistema de alerta temprana
	Vertiente del océano Atlántico Alto Mayo, Mantaro, Urubamba-Vilcanota, and Pampas	Cuatro cuencas: Alto-Mayo es parte de la cuenca Huallaga

Fuente: Banco Mundial "Combined Project Information Sheet" (Al 23 de febrero de 2017)

<http://documents.worldbank.org/curated/en/451481488299310300/pdf/ITM00194-P151851-02-28-2017-1488299307981.pdf>

2.3 Recopilación de información del presente Estudio

En el Anexo 1-6 se entrega una lista de los materiales recopilados en el Perú a través del presente Estudio.

Capítulo 3 Selección de las cuencas prioritarias

3.1 Lineamientos de la selección de las cuencas prioritarias

3.1.1 Lineamientos básicos de la selección

Los desastres relacionados con el agua son causados no sólo por factores meteorológicos (precipitación, tifón, etc.), sino también por otros factores múltiples tales como factores topográficos (altura del suelo, pendiente media de la cuenca, etc.) y factores socioeconómicos (población, activo económico, etc.). En lo que respecta a la selección de las cuencas hidrográficas para las cuales medidas prioritarias de mitigación de las inundaciones son necesarias, es esencial evaluar adecuadamente el riesgo de desastres relacionados con el agua en cada cuenca de río teniendo en cuenta de manera exhaustiva los factores anteriores. El riesgo de desastres causados por el agua se define por la siguiente fórmula 3. (1).

Riesgo de Desastre de Agua =

Peligro de Desastre de Agua × Vulnerabilidad de Desastre de Agua · · · · Fórmula 3. (1)

Las definiciones de "peligro", "vulnerabilidad" y "riesgo" mencionadas en la fórmula 3 (1) anterior, son resumidas en la siguiente Tabla 3.1.1 respectivamente, de acuerdo con la legislación nacional en Perú (Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre).

Tabla 3.1.1 Definición del “peligro”, de la “vulnerabilidad” y “del riesgo”

Denominación	Definición
Peligro:	Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos
Vulnerabilidad:	Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza
Riesgo de desastre:	Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro

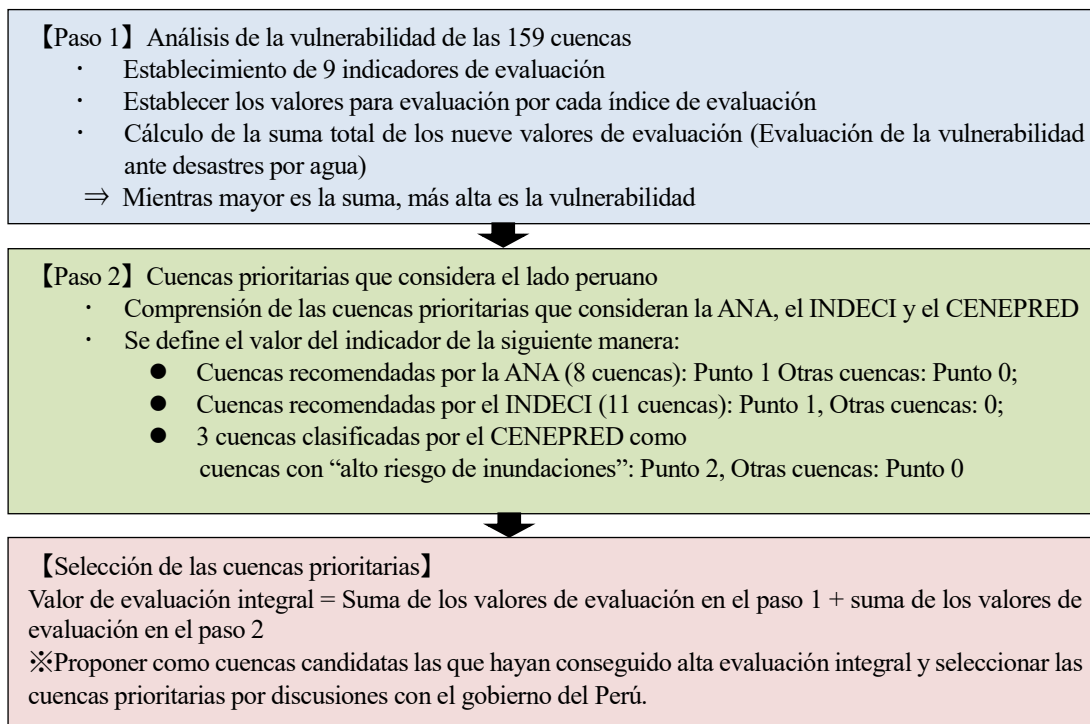
Fuente: SINAGERD

En el presente Estudio, el peligro de daños causados por el agua debe ser confirmado en base a los registros de inundaciones existentes así como junto con los resultados del análisis de las inundaciones (extensión, profundidad y duración de la inundación), las cuales son explicadas en el capítulo posterior y la vulnerabilidad de cada cuenca de río son asesoradas basándose en datos estadísticos existentes y otros datos mundiales disponibles en los que la población y los bienes son incluídos.

Para la selección de las cuencas prioritarias, en primer lugar, la evaluación de la vulnerabilidad cuyo procedimiento se mostrará de la subsección siguiente, junto con el resultado del análisis de riesgo de desastres realizado en Perú, es considerada para especificar las "cuencas candidatas". Luego, mediante la confirmación de la situación de inundación de cada cuenca de río basada en los resultados del análisis de inundaciones, las cuencas prioritarias son finalmente seleccionadas.

3.1.2 Lineamientos de la ejecución de la selección

Para elegir las "cuencas candidatas" para las cuencas de prioridad final, la evaluación se lleva a cabo en los 2 pasos indicados en la siguiente Figura 3.1.1 y las cuencas de los ríos que han obtenido mayor puntaje de evaluación a lo largo de los pasos 1 y 2 son propuestas como cuencas candidatas. Las cuencas de prioridad final serán elegidas a través de la consulta con la JICA y la ANA teniendo también en cuenta el resultado del análisis de inundaciones.



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 3.1.1 Procedimiento de selección de las cuencas candidatas (borrador)

A continuación en los siguientes apartados 3.2 a 3.5 se describirá detalladamente el procedimiento de la figura de arriba y sus resultados.

3.2 Análisis de la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua (Paso 1)

3.2.1 Método para calcular la vulnerabilidad ante desastres provocados por agua (Paso 1)

En el presente Estudio, la vulnerabilidad es evaluada aprovechando al máximo los datos existentes. También se utiliza como referencia el Índice de Vulnerabilidad de Inundaciones (FVI por sus siglas en inglés)⁴, que es el indicador desarrollado por el Instituto Nacional para la Gestión de Tierras e Infraestructura (NILIM por sus siglas en inglés) de Japón para evaluar la vulnerabilidad de inundaciones de cuenca de río. Los factores que son utilizados como indicadores (meteorológicos, hidrogeográficos, socioeconómicos) son extraídos de los datos recopilados y son introducidos como indicadores de vulnerabilidad. Además, el método de puntuación es aplicado a los indicadores elegidos con el fin de realizar evaluaciones cuantitativas y para

⁴ Koichiro Umemura etc., Construcción del índice de Vulnerabilidad de Inundaciones (valor de estimación primaria de FVI),
⁵⁹a Conferencia Científica Anual de la Sociedad Japonesa de Ingenieros Civiles, septiembre de 2004

clasificar fácilmente las cuencas por grados. Finalmente, el puntaje total de evaluación de cada cuenca de río es calculado y basado en el puntaje, la vulnerabilidad de cada cuenca es clasificada.

La Tabla 3.2.2 muestra los indicadores de evaluación y las razones por las cuales fueron elegidos. Como se puede observar en la tabla, como consecuencia, se emplean 9 indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad.

Además, los datos en la siguiente Tabla 3.2.1, que están relacionados con los 9 indicadores anteriores, se adjuntan ordenadamente en el Anexo 3-1.

Tabla 3.2.1 Figuras relacionadas con indicadores de evaluación adjuntadas al presente informe como Apéndice 3-1

Título de la figura	Número del documento adjunto
Precipitación anual media	Figura: Apéndice 3-1.1
Número de casos de daños por inundaciones desde 2003 hasta 2015	Figura: Apéndice 3-1.2
Número de damnificados por inundaciones pasadas	Figura: Apéndice 3-1.3
PBI (Agricultura, silvicultura y pesca)	Figura: Apéndice 3-1.4
PBI (Minería)	Figura: Apéndice 3-1.5
PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	Figura: Apéndice 3-1.6
PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	Figura: Apéndice 3-1.7
Población	Figura: Apéndice 3-1.8
Ubicación de las principales ciudades	Figura: Apéndice 3-1.9

Fuente: Equipo de Estudio

Tabla 3.2.2 Indicadores de evaluación de la vulnerabilidad

Concepto general	Razón por la que se escogió el indicador	Indicador de evaluación		Fuente de los datos
		Nº	Detalle	
Historia de desastres provocados por el agua	Las zonas que sufrieron muchos desastres provocados por agua en el pasado pueden juzgarse como zonas de alto riesgo de desastres y alta vulnerabilidad.	1	Número de casos informados de inundaciones en el pasado por municipalidades	Inventario de desastres del INDECI (2003~2015)
		2	Número de damnificados por inundaciones en el pasado	ANA (2014 survey result ^{*1})
Actividades Económicas	En el área donde prosperan las actividades económicas, hay muchos recursos que están expuestos a amenazas naturales. Por lo tanto, se considera que el área tiene mayor vulnerabilidad.	3	PBI ^{*2} (Agricultura, silvicultura y pesca)	Departamento PBI por el INEI (2013) y Distribución a Cuencas de Ríos por el Equipo de Estudio.
		4	PBI (Minería)	
		5	PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	
		6	PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	
Población y su Distribución	En el área donde se ubican las ciudades principales, o la población es densa, hay muchas actividades humanas que están expuestas a amenazas naturales. Por lo tanto, se considera que el área tiene mayor vulnerabilidad.	7	Población	Datos del CENSO del INEI
		8	Densidad demográfica	
		9	Principales ciudades	CEPLAN (Plan Bicentenario/El Perú hacia el 2021)

*1 : IDENTIFICACIÓN DE POBLACIONES VULNERABLES POR ACTIVACIÓN DE QUEBRADAS

*2 : Producto Bruto Interno por Departamentos 2007-2013, INEI

Fuente: Equipo de Estudio

3.2.2 Definición del valor de evaluación de cada indicador de evaluación (Paso 1)

Para evaluar la vulnerabilidad de 159 cuencas de río cuantitativamente, se asigna valor de evaluación para cada indicador (9 indicadores como se muestra en la Tabla 3.2.2) y la suma es calculada como el valor de

evaluación de la vulnerabilidad total. Se prevé que cuanto mayor sea el valor total, mayor será el riesgo / vulnerabilidad de la cuenca a desastres relacionados con el agua.

Valor total de evaluación de la vulnerabilidad =

Suma de valores de los indicadores de evaluación 1 a 9 • • • • • Fórmula 3. (2)

(1) Definición y método de cálculo del valor de evaluación de cada indicador de evaluación

Como se ha mencionado arriba, se definieron los valores de evaluación para los 9 indicadores, los cuales están señalados en la Tabla 3.2.2.

Excepto el indicador No.9, se calculó el valor de los indicadores 1 a 8.

- Las 40 primeras cuencas mejor clasificadas: 4
- Las 80 primeras cuencas: 3
- Las 120 primeras cuencas: 2
- Cuencas inferiores a 120: 0

Asimismo, en cuanto al indicador No.9, se estableció que el valor de evaluación de las cuencas que contienen las principales ciudades era 4 y el valor de otras cuencas era 0.

Tabla 3.2.3 Valor de evaluación de cada indicador

Concepto	Indicador		Valor del indicador		
	Nº	Detalle del indicador	Puntuación	Criterios	
Historia de desastres provocados por el agua	1	Número de casos de inundaciones en el pasado	4	Número de casos de inundaciones: 479 a 22	Clasificación: 1° a 40°
			3	Número de casos de inundaciones: 21 a 6	Clasificación: 41° a 80°
			2	Número de casos de inundaciones: 5 a 1	Clasificación: 81° a 120°
			1	Número de casos de inundaciones: 0	Clasificación: 121° a 159°
	2	Número de damnificados por inundaciones en el pasado	4	Número de personas afectadas: 3 605 575 a 74,175	Clasificación: 1° a 40°
			3	Número de personas afectadas: 73,975 a 22,500	Clasificación: 41° a 80°
			2	Número de personas afectadas: 22,250 a 3 000	Clasificación: 81° a 120°
			1	Número de personas afectadas: 2 600 o menos	Clasificación: 121° a 159°
Actividades Económicas	3	PBI* ¹ (Agricultura, silvicultura y pesca)	4	PBI: S/.1 503 360 millones a S/.266 229 Millones	Clasificación: 1° a 40°
			3	PBI: S/.266,039 millones a S/.91,831 millones	Clasificación: 41° a 80°
			2	PBI: S/.90,734 millones a S/.30,433 millones	Clasificación: 81° a 120°
			1	PBI: S/.29 069 millones o menos	Clasificación: 121° a 159°
	4	PBI (Minería)	4	PBI: S/.6 883 402 millones a S/.392 002 millones	Clasificación: 1° a 40°
			3	PBI: S/.357,203 millones a S/. 110,353 millones	Clasificación: 41° a 80°
			2	PBI: S/. 109,747 millones a S/. 31,695 millones	Clasificación: 81° a 120°
			1	PBI: S/. 31 187 millones o menos	Clasificación: 121° a 159°
	5	PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	4	PBI: S/.11 490 653 millones a S/.573 076 Millones	Clasificación: 1° a 40°
			3	PBI: S/.511 665 millones a S/.144 323 millones	Clasificación: 41° a 80°
			2	PBI: S/.135 128 millones a S/.45 856 millones	Clasificación: 81° a 120°
			1	PBI: S/.45 711 millones o menos	Clasificación: 121° a 159°
	6	PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	4	PBI: S/.12 251 488 millones a S/.462 854 millones	Clasificación: 1° a 40°
			3	PBI: S/. 451 842 millones a S/. 164 565 millones	Clasificación: 41° a 80°
			2	PBI: 160,647 S/. millones a 52,757 S/. millones	Clasificación: 81° a 120°
			1	PBI: 51,312 S/. millones o menos	Clasificación: 121° a 159°
Población y su Distribución	7	Población	4	Población: 5,578,951 a 198,576	Clasificación: 1° a 40°
			3	Población: 194,221 a 48,918	Clasificación: 41° a 80°
			2	Población: 48,361 a 10,844	Clasificación: 81° a 120°

Concepto	Indicador		Valor del indicador		
	Nº	Detalle del indicador	Puntuación	Criterios	
			1	Población: 10,789 o menos	Clasificación: 121 ° a 159 °
	8	Densidad demográfica	4	Densidad demográfica: 5 272 /km² a 40.6 /km²	Clasificación: 1 ° a 40 °
			3	Densidad demográfica: 40.5 /km² a 14.7 /km²	Clasificación: 41 ° a 80 °
			2	Densidad demográfica: 14.6 /km² a 3.1 /km²	Clasificación: 81 ° a 120 °
			1	Densidad demográfica: 3.0 /km² o menos	Clasificación: 121 ° a 159 °
	9	Principales ciudades	4	Las cuencas de los ríos en donde las siguientes ciudades se ubican, que son ciudades principales definidas por el CEPLAN (Plan Bicentenario/El Peru hacia el 2021) : • Metropoli : Lima, Arequipa, Trujillo, Chiclayo • Ciudad Mayor : Piura, Chimbote, Huancayo, Cusco, Iquitos • Ciudad Intemedica : Chinchalta, Ica, Ayacucho, Tacna, Juliaca, Puno, Huanuco, Huaraz, Tarapoto, Cajamarca, Sullana • Cludad Menor : Pisco, Moquegua, Tumbes, Talara, Chachapoyas, Moyobamba, Tacache, Pucallpa, Aguayta, Tingo Maria, Cerro de Pasco, Huancavelica, Abancay, Puerto Maldonado	
			0	Las cuencas de los ríos en donde no se ubican ciudades principales.	
	Total (Valor del indicador de vulnerabilidad)			8	Mínimo
36				Máximo	

*1 : Producto Bruto Interno Por Departamentos 2007-2013, INEI

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

(2) Resultado del cálculo del paso 1

En la Tabla 3.2.4 se presentarán las 31 primeras cuencas mejor clasificadas como resultado del análisis de la vulnerabilidad ante desastres por agua (paso 1). Asimismo, se muestra en la Tabla 3-1.1 del Apéndice 3-1 que detalla el resultado del cálculo.

Tabla 3.2.4 Las 31 primeras cuencas superiores como resultado del análisis de la vulnerabilidad ante desastres por agua (Paso 1)

Clasificación	Denominación de la cuenca	Total	Clasificación	Denominación de la cuenca	Total
1	Cuenca Piura	35	16	Cuenca Tumbes	28
1	Cuenca Rímac	35	16	Cuenca Coata	28
1	Cuenca Quilca - Vitor – Chili	35	16	Cuenca Camana	28
4	Cuenca Chira	34	16	Cuenca Chancay – Huaral	28
5	Cuenca Urubamba	33	16	Cuenca Moche	28
6	Cuenca Huallaga	32	16	Cuenca Inambari	28
6	Cuenca Mantaro	32	16	Cuenca Chamaya	28
6	Cuenca Ica	32	16	Intercuenca Alto Marañón IV	28
6	Cuenca Santa	32	16	Ramis	28
6	Intercuenca Alto Apurímac	32	25	Cuenca Mayo	27
11	Cuenca Crisnejas	31	25	Cuenca Canete	27
11	Cuenca Perene	31	25	Cuenca Chillón	27
13	Intercuenca Alto Marañón V	30	25	Cuenca Huaura	27
13	Cuenca Pampas	30	25	Cuenca Pativilca	27
15	Cuenca Chicama	29	25	Cuenca Chancay-Lambayeque	27
			25	Cuenca Chinchipe	27

Fuente: Equipo de Estudio

3.3 Cuencas prioritarias que considera el lado peruano (Paso2)

3.3.1 Fundamento del análisis del paso 2

Las cuencas de las cuales la ANA y el INDECI, respectivamente, consideraron necesario tomar medidas de manera prioritaria fueron confirmadas a través de consultas con ambos organismos. Además, información sobre tres (3) cuencas donde el CENEPRED reconoce que hay un mayor riesgo de inundación es recolectada a través de la ANA.

La información / demanda de estos tres (3) organismos son considerados en la selección de las cuencas de los ríos candidatas como paso 2. La siguiente es la información de la ANA, el INDECI y el CENEPRED.

ANA:

La ANA recomendó 8 cuencas de las cuales sus funcionarios consideraban urgente tomar medidas de prevención de inundaciones de acuerdo con la información de las AAA y los conocimientos y datos acumulados hasta ahora. Estas 8 cuencas están indicadas en la Figura 3.3.1.

INDECI:

El INDECI recomendó 11 cuencas al considerar la necesidad de medidas de prevención de inundaciones de acuerdo con su inventario de desastres. Estas 11 cuencas están indicadas en la Figura 3.3.2.

CENEPRED :

El CENEPRED ya evaluó el riesgo de inundaciones por su propio criterio y seleccionó 3 cuencas con alto riesgo de inundaciones. Estas 3 cuencas están indicadas en la Figura 3.3.3.

Las cuencas demandadas/cuencas con alto riesgo según el resultado del análisis del riesgo por estas 3 entidades se presentarán a continuación.

Tabla 3.3.1 Cuencas recomendadas/cuencas con alto riesgo según el resultado del análisis del riesgo por 3 entidades del lado peruano (Resumen)

No.	Cuencas recomendadas por la ANA (8 cuencas) *1	Cuencas recomendadas por el INDECI (11 cuencas) *1	Cuencas recomendadas por el CENEPRED (3 cuencas)
1	Rímac	Mantaro	Piura ^{*3}
2	Piura-Chira ^{*3}	Intercuenca alto apurímac	Huallga ^{*2}
3	Huallga ^{*2}	Pampas	Urubamba ^{*3}
4	Tumbes	Urubamba ^{*3}	
5	Mantaro	Intercuenca alto marañón V	
6	Urubamba ^{*3}	Mayo	
7	Ica	Piura ^{*3}	
8	Ramis	Perene	
9		Rímac	
10		Crisnejas	
11		Coata	

*1: Cuencas según el orden de prioridad que la entidad considera con referencia a la necesidad de medidas

*2: 5 de las 159 cuencas forman partes de la cuenca del curso principal del río Huallaga, por lo cual en el presente Estudio se tratan la cuenca del río Huallaga como cuenca integrada de 5 cuencas.

*3: Cuencas recomendadas por las 3 entidades en común

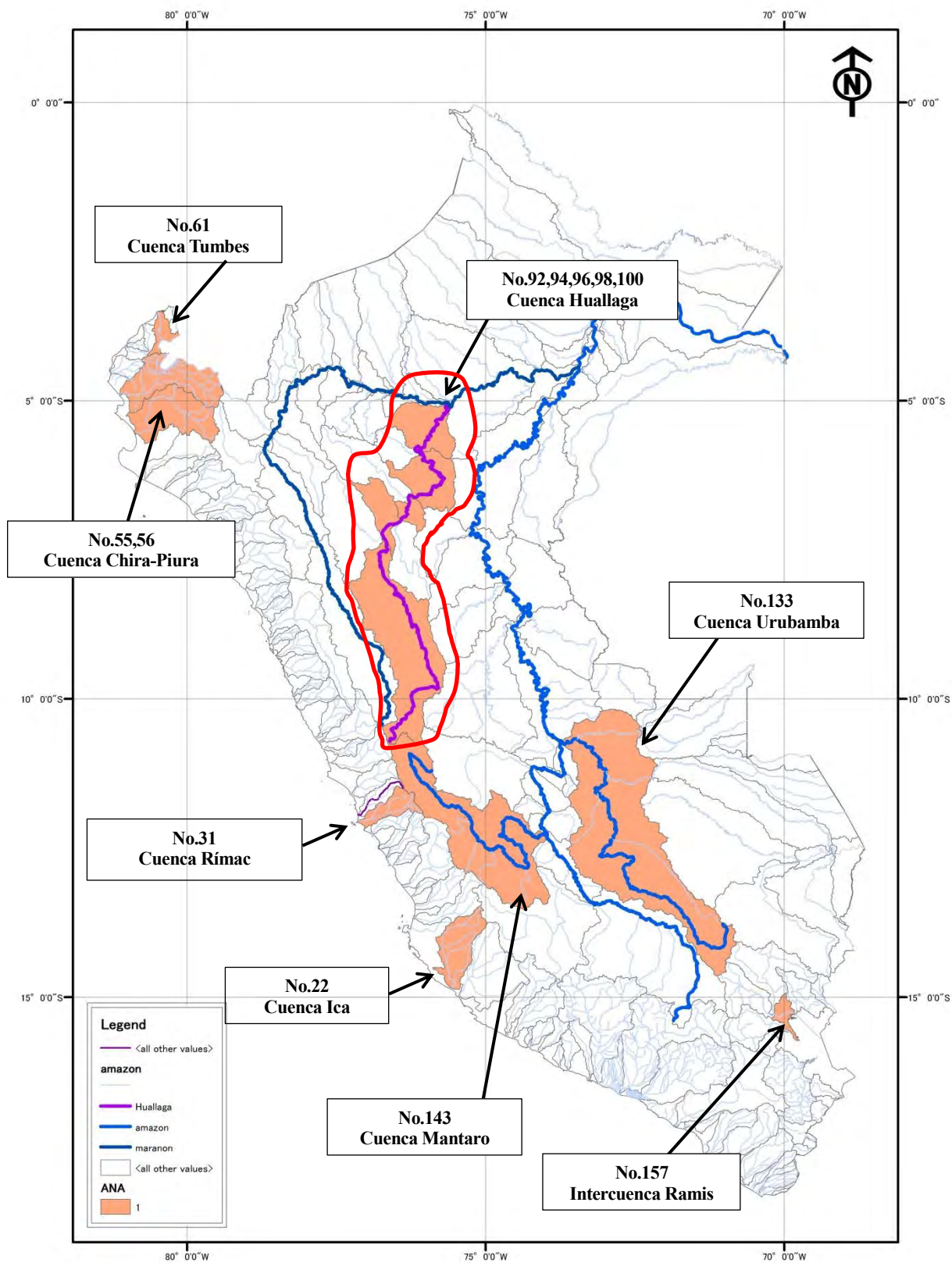


Figura 3.3.1 8 cuencas que la ANA recomienda

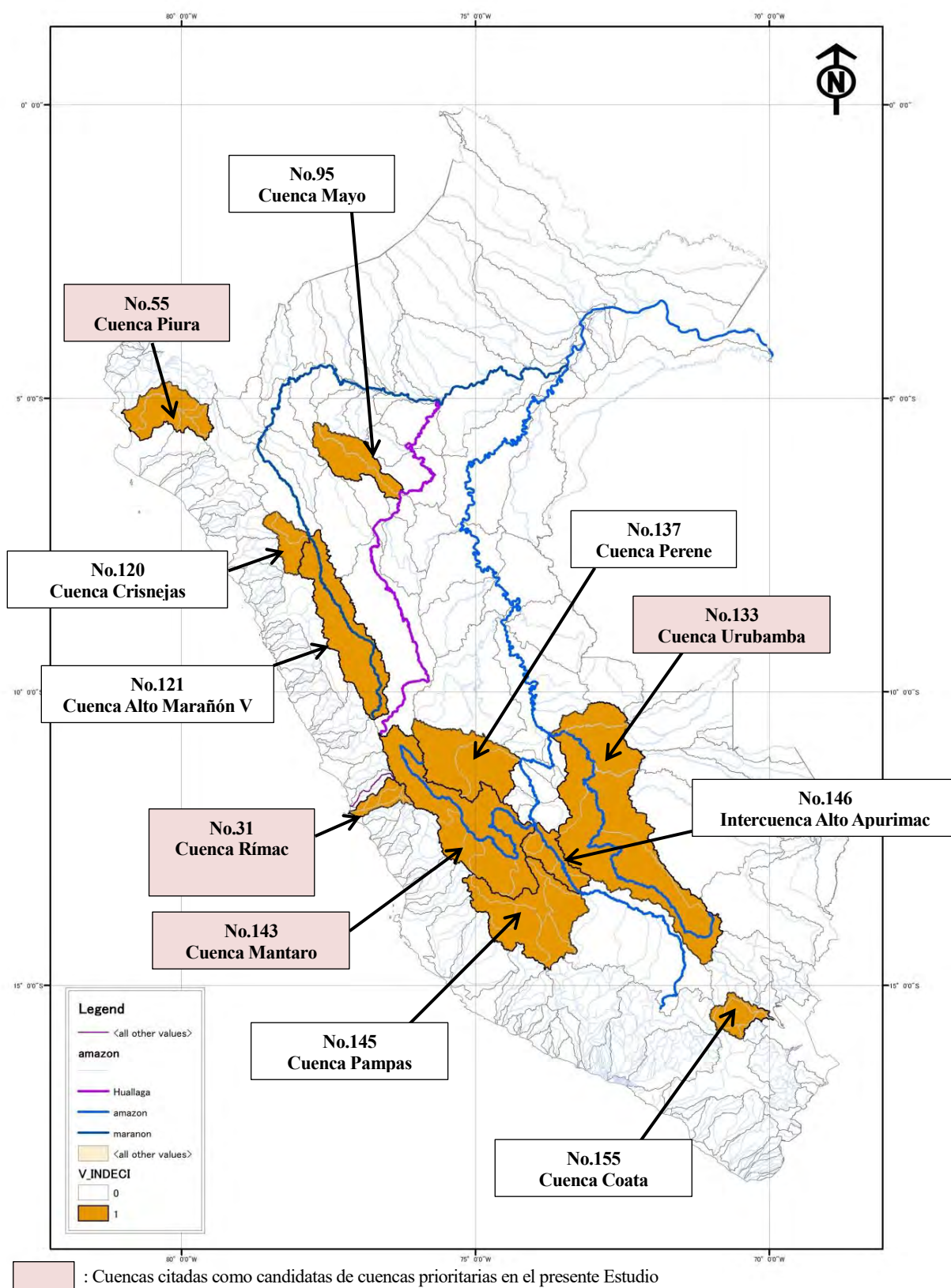


Figura 3.3.2 11 cuencas que el INDECI recomienda

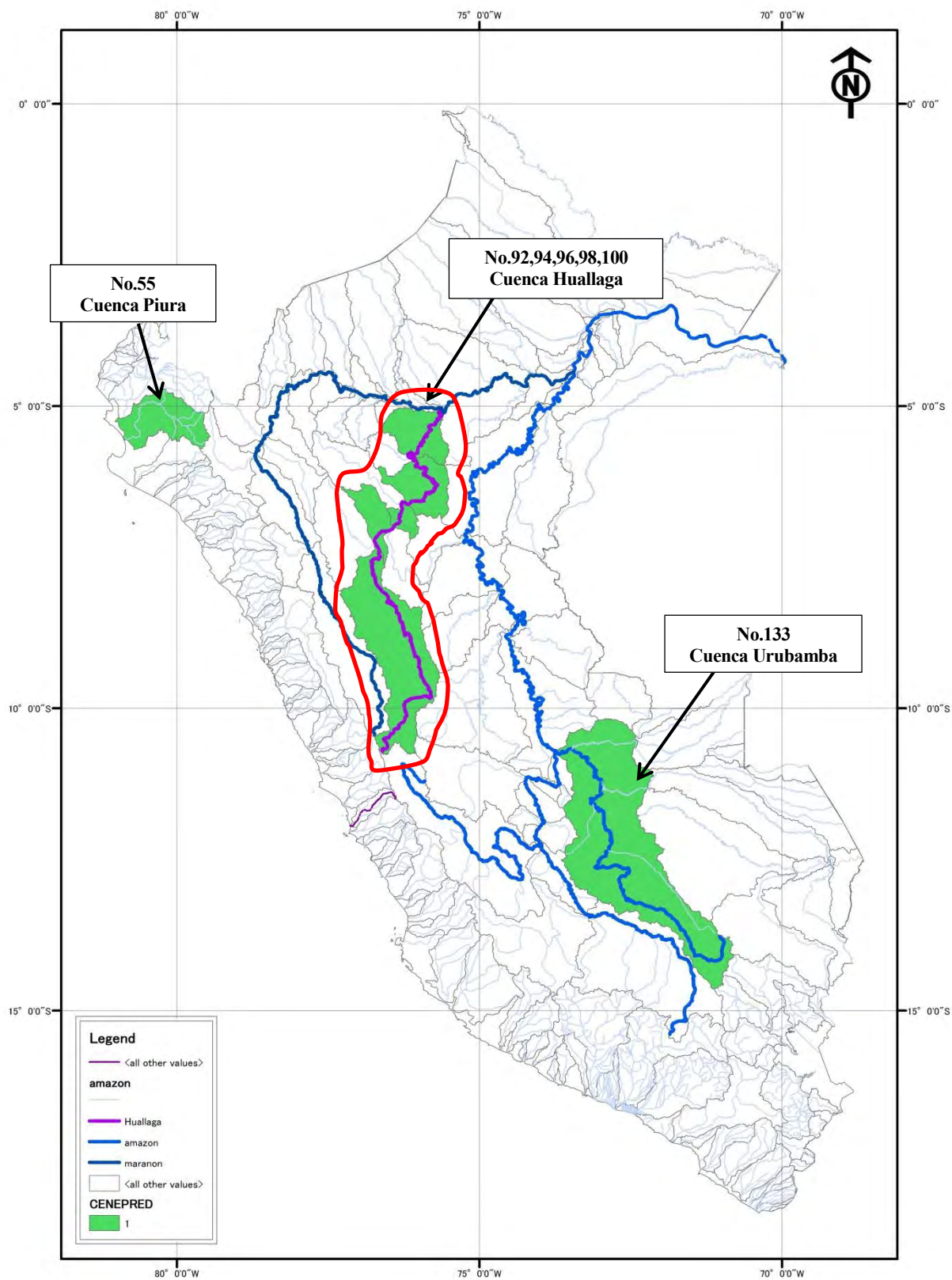


Figura 3.3.3 3 cuencas basadas en el resultado del cálculo de riesgo por el CENEPRED

3.3.2 Definición del valor de evaluación de acuerdo con la recomendación de las 3 entidades y el resultado del análisis (Paso 2)

Tras evaluar las cuencas en el paso 1, las cuencas recomendadas por la ANA e el INDECI, junto con las 3 cuencas donde hay mayor riesgo de inundación según el CENEPRED, también son evaluadas para la selección de las cuencas prioritarias. Los criterios son los que se indican a continuación.

- Se asigna "1" como valor de evaluación a las cuencas recomendadas por el INDECI o la ANA, y "0" a las otras cuencas.
- Diferente de las cuencas recomendadas por las dos agencias anteriores, las tres cuencas que el CENEPRED considera que son de mayor riesgo de inundación son seleccionadas en función del resultado del análisis de riesgo. Considerando esa diferencia, el valor de evaluación de "2" es asignado a las tres cuencas mientras que "0" es dado a las otras cuencas.

A continuación está resumida en la Tabla 3.3.2 la idea del paso 2.

Tabla 3.3.2 Indicadores y valores de evaluación de las cuencas recomendadas/cuencas de alto riesgo según el lado peruano

Concepto	Razón de la selección del indicador	Indicador		Valor del indicador	
		Nº	Detalle	Mínimo	Máximo
Cuencas recomendadas por el INDECI	Cuencas que el INDECI recomienda como cuencas prioritarias de acuerdo con el número de desastres en el pasado (todos los desastres: terremotos, deslizamientos de tierra, inundaciones, erupciones volcánicas, etc.) y de la población en la cuenca	10	11 cuencas recomendadas por el INDECI	0	1
Cuencas recomendadas por la ANA	Cuencas prioritarias que la ANA recomienda	11	8 cuencas recomendadas por la ANA	0	1
Cuencas recomendadas por el CENEPRED	3 cuencas seleccionadas como cuencas prioritarias de acuerdo con el resultado de la evaluación del riesgo	12	Cuencas prioritarias recomendadas por el CENEPRED	0	2
Total (Valor de recomendación)				0	4

3.4 Resultado del cálculo

Los valores de evaluación de la vulnerabilidad calculados en el paso 1 y el paso 2 respectivamente están integrados como valor de evaluación integral. Los valores de cada indicador (valor máximo y mínimo de cada indicador) se muestran nuevamente en la siguiente tabla.

Tabla 3.4.1 Indicador y valor del indicador de cada concepto

Clasificación	Concepto	Indicador		Valor del indicador	
		Nº	Detalle del indicador	Mínimo	Máximo
【Paso 1】 Vulnerabilidad ante desastres por agua					
Vulnerabilidad ante desastres por agua	Historia de desastres provocados por el agua	1	Número de casos de inundaciones en el pasado	1	4
		2	Número de damnificados por inundaciones en el pasado	1	4
	Actividades económicas	3	PBI (Agricultura, silvicultura y pesca)	1	4
		4	PBI (Minería)	1	4
		5	PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	1	4
		6	PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	1	4
	Población y su distribución	7	Población	1	4
		8	Densidad demográfica	1	4
		9	Principales ciudades	0	4
① Valor de evaluación de la vulnerabilidad				8	36
【Paso 2】 Cuencas prioritarias que considera el lado peruano					
Cuencas recomendadas por el lado peruano	Cuencas recomendadas por el INDECI	10	Cuencas prioritarias del INDECI	0	1
	Cuencas recomendadas por la ANA	11	Cuencas prioritarias de la ANA	0	1
	Cuencas recomendadas por el CENEPRED	12	Cuencas prioritarias del CENEPRED	0	2
② Valor de recomendación				0	4
Valor de evaluación integral = ①+②				8	40

Las 18 primeras cuencas resultantes de la suma total de valores de evaluación están indicadas en la siguiente Tabla 3.4.2. La tabla también se agregará al presente informe como documento adjunto 3-1.2.

Tabla 3.4.2 Resultado de la suma de valores de evaluación (18 primeras cuencas)

Puesto	Nombre de la cuenca	Punto total del paso 1	Punto total del paso 2	Suma de los valores de evaluación
1	Cuenca Piura	35	4	39
2	Cuenca Rímac	35	2	37
2	Cuenca Urubamba	33	4	37
4	Cuenca Quilca - Vitor – Chili	35	0	35
4	Cuenca Chira	34	1	35
4	Huallaga	32	3	35
7	Cuenca Mantaro	32	2	34
8	Cuenca Ica	32	1	33
9	Cuenca Santa	32	0	32
9	Cuenca Crisnejas	31	1	32
9	Cuenca Perene	31	1	32
9	Intercuenca Alto Apurímac	32	0	32
13	Intercuenca Alto Marañón V	30	1	31
13	Cuenca Pampas	30	1	31
15	Cuenca Chicama	29	0	29
15	Cuenca Tumbes	28	1	29
15	Cuenca Coata	28	1	29

Puesto	Nombre de la cuenca	Punto total del paso 1	Punto total del paso 2	Suma de los valores de evaluación
18	Cuenca Camana	28	0	28
18	Cuenca Chancay – Huaral	28	0	28
18	Cuenca Moche	28	0	28
18	Cuenca Inambari	28	0	28
18	Cuenca Mayo	27	1	28
18	Cuenca Chamaya	28	0	28
18	Intercuenca Alto Marañón IV	28	0	28
18	Ramís	28	0	28

Fuente: Equipo de Estudio

3.5 Selección de las cuencas candidatas para cuencas prioritarias

Está establecido que en el presente estudio, en la especificación particular, se seleccionarán alrededor de 5 cuencas como cuencas prioritarias para la prevención de inundaciones y se definirán los programas necesarios como medidas de prevención de desastres y sus costos. La selección de las cuencas prioritarias se realizó de acuerdo con el resultado del cálculo de inundaciones por RRI de las 8 primeras cuencas según la evaluación integral indicadas en la Tabla 3.4.2, respetando la evaluación descrita en el Capítulo 3.4.

Tabla 3.5.1 8 cuencas candidatas para cuencas prioritarias de las cuales se realizó el cálculo de inundaciones por RRI

Nombre de la cuenca	Punto total del paso 1	Punto total del paso 2	Suma de los valores de evaluación
Cuenca Piura	35	4	39
Cuenca Rímac	35	2	37
Cuenca Urubamba	33	4	37
Cuenca Quilca - Vitor – Chili	35	0	35
Cuenca Chira	34	1	35
Huallaga	32	3	35
Cuenca Mantaro	32	2	34
Cuenca Ica	32	1	33

En el Capítulo 6 se muestra el resultado del cálculo de inundaciones por RRI de las cuencas indicadas en la Tabla 3.5.1 y en el Capítulo 7.

Como consecuencia del cálculo, se pudo confirmar que, en cuanto a todos los ríos excepto los ríos Quilca, Vitor y Chili, se podrían generar inundaciones en las zonas bajas en caso de ocurrir un desbordamiento de una probabilidad de una vez cada 50 años o una vez cada 100 años.

Durante la segunda etapa del estudio en Perú, se sometieron estos resultados del cálculo de escorrentía a la discusión con la ANA, y se concluyó excluir los ríos Quilca, Vitor y Chili de las cuencas prioritarias por las razones que se mencionan a continuación.

- La calificación general de los ríos Quilca, Vitor y Chili obtenida en el Paso 1 fue alta debido:
 - al alto nivel de indicadores económicos porque la cuenca incluye Arequipa, la segunda ciudad más importante del país; y
 - al elevado número de desastres reportados en la cuenca.

Sin embargo,

- ◆ Por otro lado, de acuerdo con la información obtenida y las discusiones sostenidas con la ANA:
 - no se produjeron muchas inundaciones en la ciudad de Arequipa; y
 - la mayoría de los daños reportados fueron la pérdida de los bienes debido a la socavación de las riberas y los huaycos producidos en los ríos pequeños y medianos.

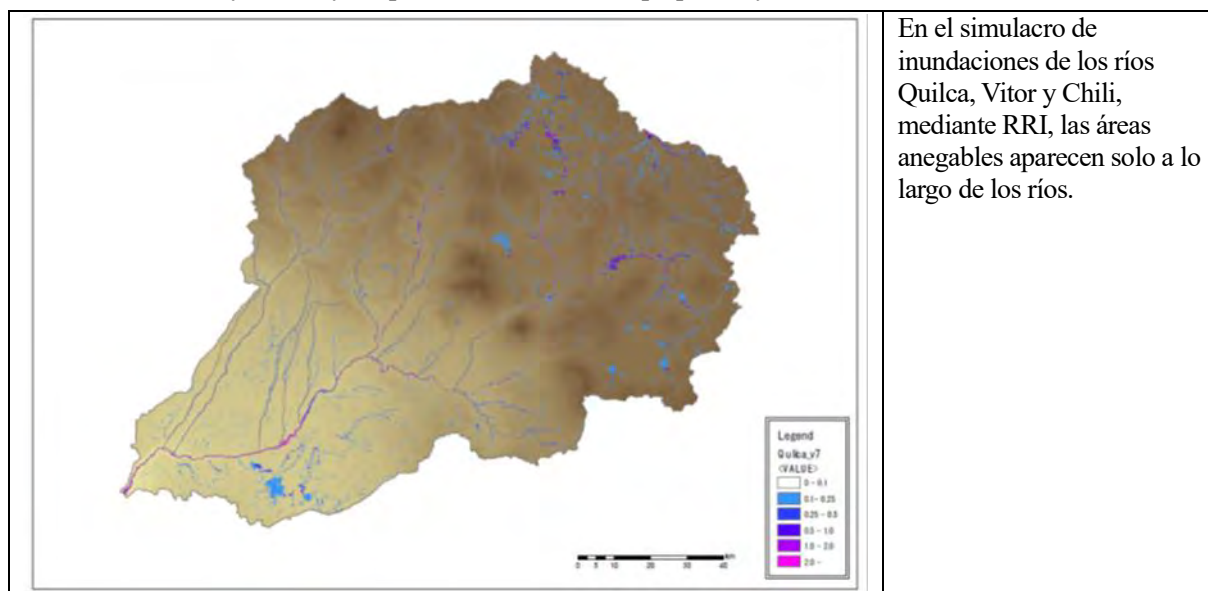


Figura 3.5.1 Resultados del simulacro de inundaciones en las cuencas de los ríos Quilca, Vitor y Chili según RRI (inundaciones con período de retorno de 100 años)

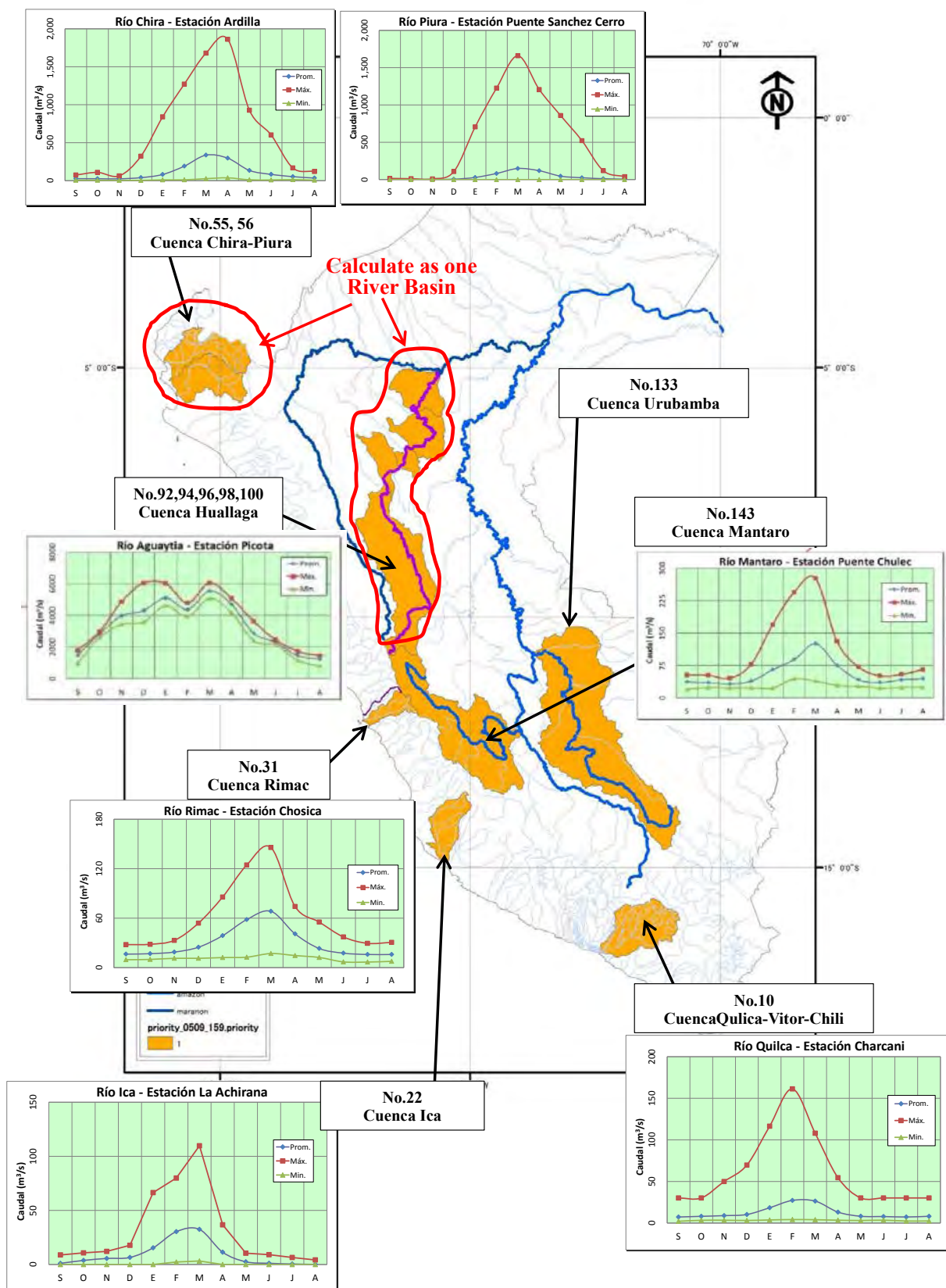
Por otro lado, en cuanto a los demás ríos, excepto Quilca, Vitor y Chili, se vio que es alto el potencial de los daños de inundaciones (véase el Capítulo 7), tanto es así que ha sido sumamente difícil para la ANA limitar la cobertura del Proyecto solo a las cinco cuencas. De esta manera se concluyó incluir todas las siete cuencas en las cuencas prioritarias.

En cuanto a la cuenca de los ríos Piura y Chira, considerando el hecho de que las dos cuencas están integradas en un proyecto de riego del Proyecto Especial Chira Piura, el cual es llevado a cabo por el gobierno de la provincia de Piura, a través de la consulta con la ANA, se decide tratar la cuenca de los ríos Piura y Chira integralmente y considerarlas como una cuenca hidrográfica en el Estudio.

Por consiguiente, aunque se suponía seleccionar las 6 cuencas prioritarias en el Estudio, se decidió analizar las 6 cuencas como cuencas prioritarias.

Tabla 3.5.2 Cuencas prioritarias (6 cuencas)

No	Nombre de la cuenca
1	Cuenca Piura-Chira
2	Cuenca Rímac
3	Cuenca Urubamba
4	Huallaga
5	Cuenca Mantaro
6	Cuenca Ica



Fuente: Equipo de Estudio

Figura 3.5.2 Cuencas candidatas para cuencas prioritarias

Capítulo 4 Tipificación de las 159 cuencas y selección de las cuencas modelo

Se tipifican las 159 cuencas hidrográficas distribuidas en todo el país en múltiples tipos de acuerdo con las características socioeconómicas y naturales. Después, se seleccionan las cuencas modelo que representen a los respectivos tipos para estimar el costo de los proyectos para cada tipo.

4.1 Tipificación de las 159 cuencas

4.1.1 Lineamientos básicos del análisis y flujo del análisis

En la Figura 4.1.1 se representa el flujo del análisis para la tipificación de las 159 cuencas.

Antes de nada, se establecen indicadores de clasificación desde el punto de vista de las características socioeconómicas y las características naturales respectivamente y de acuerdo con dichos indicadores se clasifican las 159 cuencas.

Después, se elabora una matriz de acuerdo con el resultado de la clasificación según las características socioeconómicas y naturales respectivamente y se considera como tipo el grupo de cuencas cuyas características son similares.

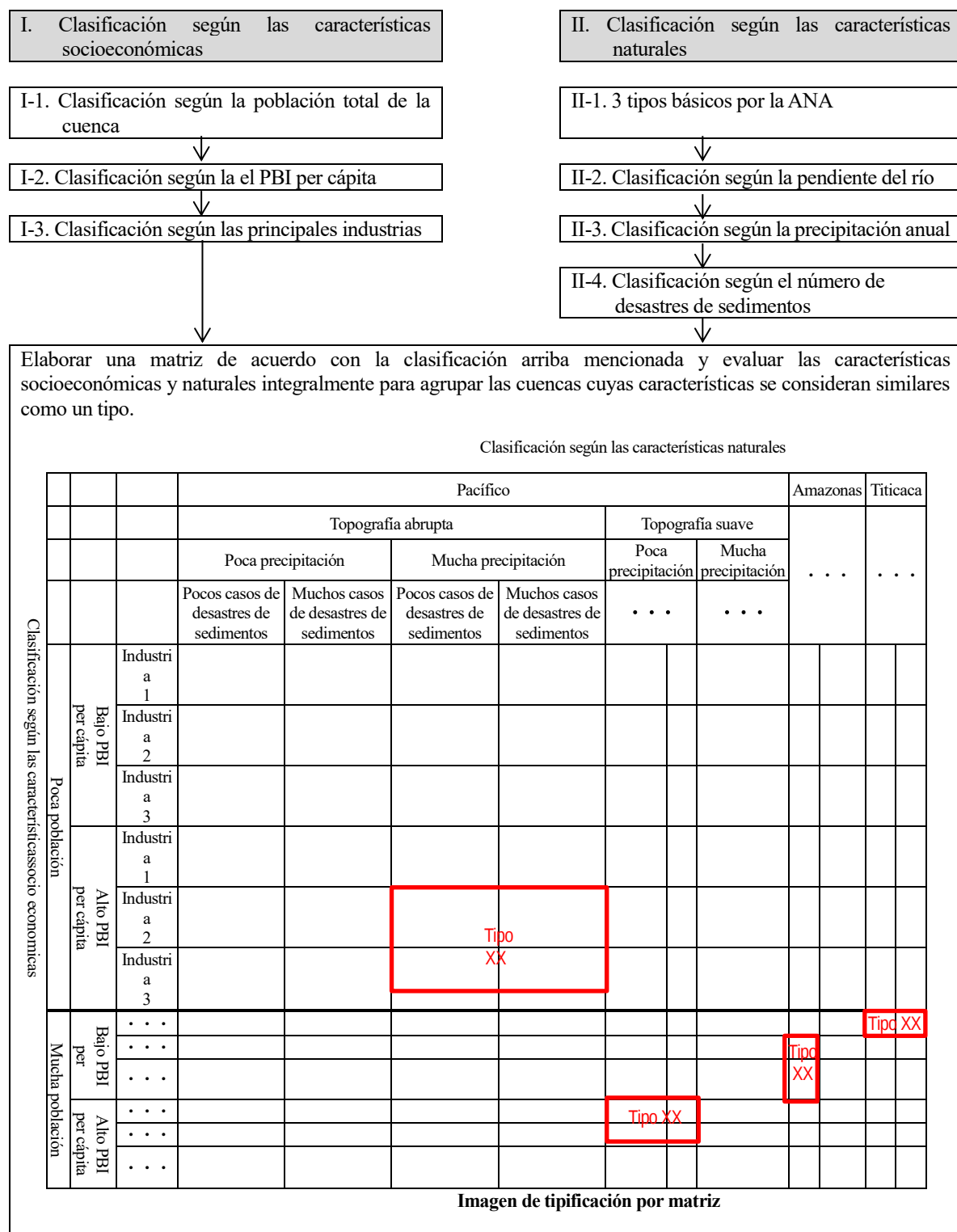


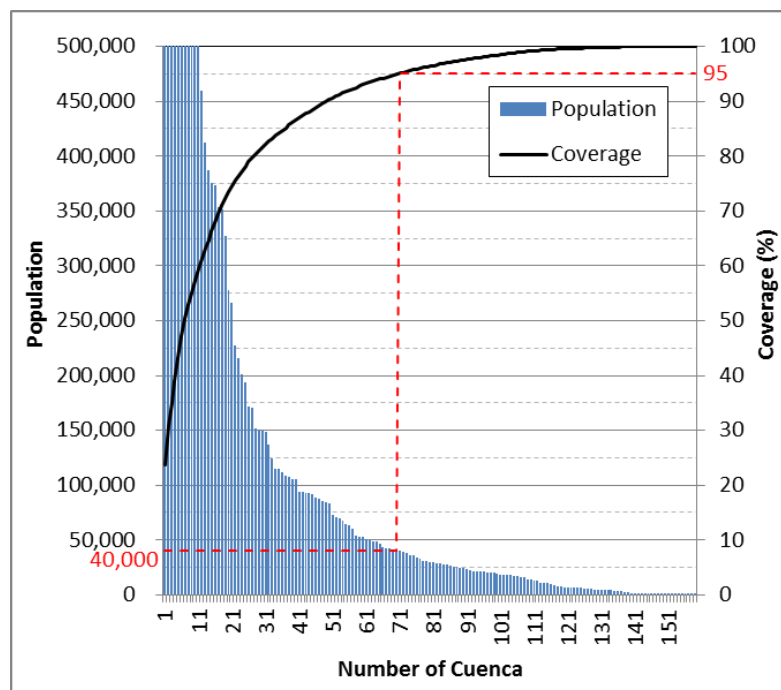
Figura 4.1.1 Flujo de análisis de tipificación

El resumen sobre indicadores de clasificación según las características socioeconómicas y naturales se presenta en la Tabla 4.1.1 y la Tabla 4.1.2 respectivamente.

Tabla 4.1.1 Resumen de la clasificación según las características socioeconómicas

Indicador		Razón de la selección del indicador	Criterio de clasificación
I-1	Población de la cuenca	Se deduce que la magnitud de las medidas a ser tomadas se difiere según la magnitud de la población de cada cuenca. Por consiguiente, se clasifican las cuencas con menor población y las cuencas con mayor población.	1. Menos de 40 000 habitantes 2. 40 000 o más habitantes 【Razón por la cual se ha establecido el criterio de arriba】 Se ha decidido clasificar las cuencas por la población de la cuenca que, al adicionarse por orden descendente, la población acumulada abarca el 95% de la población total. De esta manera se han definido 40 000 (véase la Figura 4.1.2).
I-2	PBI per cápita	Se deduce que el valor total de los bienes de una cuenca y el impacto del proyecto (relación costo-beneficio) varía dependiendo de la PIB per cápita. Asimismo, la necesidad o no de ejecutar las medidas de control de inundaciones, así como el contenido de las medidas variarían dependiendo de los beneficios esperados. Por consiguiente, se clasifican las cuencas con alta productividad económica y las cuencas con baja productividad.	1. Menos de 13 517 soles 2. 13 517 o más soles 【Razón por la cual se ha establecido el criterio de arriba】 Se ha adoptado el criterio del Banco Mundial para dividir el “país de ingresos medios inferiores” y el “país de ingresos medios superiores” (PNB per cápita: 4035 dólares =13 517 nuevos soles) . 【Fuente de datos】 Página web del Banco Mundial http://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-2016
I-3	Principal industria	Por la diferencia de las características industriales entre las cuencas objeto, varía el enfoque de medidas de prevención de inundaciones, como hasta qué grado se puede tolerar el desbordamiento y si es necesario prestar atención a la red vial y/o a las bases de producción, etc., por lo cual se han establecido las principales industrias como indicador para captar las características industriales de cada cuenca. Ejemplos: ✓ Industria primaria ⇒ Es importante tomar medidas para proteger la zona que se debe proteger prioritariamente, retardando inundaciones en zonas donde se pueden permitir inundaciones hasta cierto grado. ✓ Industria secundaria ⇒ Es importante defender la red vial y/o bases de producción (fábricas, etc.). ✓ Industria terciaria ⇒ Además de proteger a los ciudadanos y las viviendas, es importante asegurar la red de comunicaciones y las infraestructuras, proteger hospitales, escuelas y bases de la administración, etc.	1. Industria primaria ➤ Agricultura, silvicultura y pesca 2. Industria secundaria ➤ Minería, construcción, manufacturera 3. Industria terciaria ➤ Abastecimiento de electricidad, gas y agua, venta mayorista y venta minorista, transporte, correo, hoteles y restaurantes, información y comunicación, servicios público 【Cómo determinar la principal industria de cada cuenca】 Escoger y definir como industria principal la industria cuyo PBI ocupa la mayor parte entre los PBIs industriales en cada cuenca.

Fuente: Equipo de Estudio



Fuente: Equipo de Estudio

Figura 4.1.2 Relación entre el número de cuencas y la tasa de cobertura de la población

Tabla 4.1.2 Resumen de la clasificación según las características naturales

Indicador		Razón por la cual se estableció como indicador	Criterio para la clasificación	
II-1	3 sistemas hidrográficos básicos definidos por la ANA	3 sistemas hidrográficos básicos definidos por la ANA	1. Sistema hidrográfico del Pacífico (62 cuencas) 2. Sistema hidrográfico del Amazonas (84 cuencas) 3. Sistema hidrográfico del Titicaca (13 cuencas)	
II-2	Pendiente del río	Las características topográficas de la vía fluvial están vinculadas estrechamente con las características de la inundación tales como la velocidad y duración de la inundación y la facilidad de expansión, y son importantes para analizar el posible menú de medidas de prevención de inundaciones, por lo cual se establece la pendiente del río como indicador.	Pacífico	1. Pendiente mayor de 1/100 2. Pendiente menor de 1/100
			Amazonas Titicaca	1. Pendiente mayor de 1/1000 2. Pendiente menor de 1/1000
II-3	Precipitación anual	La situación de la precipitación, que es el factor básico de la inundación, es una de las informaciones más importantes para analizar el tipo y tamaño del proyecto de prevención de desastres, por lo cual se establece la precipitación anual como indicador.	Pacífico Amazonas Titicaca	1. Precipitación anual menor de 1500 mm 2. Precipitación anual mayor de 1500mm

Indicador		Razón por la cual se estableció como indicador	Criterio para la clasificación	
II-4	Estado de generación de desastres de sedimentos	Los desastres de sedimentos no son objeto directo del presente estudio, pero el estado de generación de dichos desastres en Perú es un importante indicador para analizar la gestión integral de agua/lodo y piedra, y al mismo tiempo, las organizaciones relacionadas encabezadas por el INGEMMET tienen un fuerte interés sobre dichos desastres, por lo cual se establece el estado de generación de desastres como indicador.	Pacífico Amazonas Titicaca	1. Número de casos de desastres de sedimentos: Menos de 50 casos 2. Número de casos de desastres de sedimentos: Más de 50 casos

Fuente: Equipo de Estudio

Para establecer los indicadores de clasificación arriba mencionados, se consideraron los siguientes puntos.

- 1) Reflejar el tamaño de la población y las actividades económicas de cada cuenca, que son importantes para analizar el posible tamaño y tipo de programa de prevención de inundaciones.
- 2) Reflejar las características industriales de cada cuenca, que son importantes para analizar el posible enfoque de medidas de prevención de desastres (qué proteger y cómo proteger).
- 3) Reflejar las características topográficas de cada cuenca, que son importantes para analizar las características de inundaciones y el posible tamaño y tipo de programa de prevención de desastres.
- 4) Reflejar las características de la precipitación de cada cuenca, que son importantes para analizar las características de inundaciones y el posible tamaño y tipo de programa de prevención de desastres.
- 5) Reflejar el estado de generación de desastres de sedimentos de cada cuenca, que son un indicador importante para comprender las características de los desastres de la cuenca.

Especialmente, aunque el estado de generación de desastres de sedimentos mencionada en 5) no es objeto directo del análisis del presente estudio, es un indicador importante para considerar la gestión integral del agua y del lodo y piedras de la cuenca. Además, las organizaciones relacionadas encabezadas por el INGEMMET tienen un fuerte interés sobre desastres de sedimentos. Por consiguiente, se decidió incluirlos en los indicadores.

En cuanto al indicador socio económico "la población de las cuencas" incluido en la Tabla 4.1.1, se asumió dividir las 159 cuencas del país en dos grupos según la magnitud de la población, aplicando como criterio referencial la población de 40 000 habitantes. Al aplicar este criterio referencial, se tienen 72 cuencas con "muchas población" (68 cuencas, si se integran las subcuencas del río Huallaga), y 87 cuencas con "poca población". Se considera que este criterio referencial es relevante porque permite dividir en dos partes de similar proporción⁵.

Asimismo, los criterios de clasificación para los indicadores relacionados con las características naturales,

⁵ Sin embargo, la clasificación basada en este criterio referencial (de 40 000 habitantes) no permite diferenciar las cuencas que albergan el área metropolitana super poblada (por ejemplo, las cuencas de los ríos Rímac, Chillón Lurín, etc.) de las demás cuencas. Por lo tanto, para la selección de las cuencas modelo, de la que se hablará más tarde, se tomó en cuenta esta situación (véase la Sección 4.2.2).

indicados en la Tabla 4.1.2 fueron definidos basándose en los siguientes planteamientos.

- En cuanto a la pendiente de los ríos, las cuencas serán divididas entre aquellas que nacen en la cordillera de los Andes cuyo régimen de escorrentía de las avenidas y el régimen de desbordamiento responden a la topografía acentuada de la zona montañosa, y en las demás cuencas. El criterio referencial aplicado se determinó en una pendiente de 1/100 en la vertiente del océano Pacífico y de 1/1000 en las regiones de Amazonas y de Titicaca. Como se indica en la Figura 4.1.4, las cuencas se clasifican claramente en las cuencas con pendiente acentuada que nacen en la cordillera de los Andes (con alta velocidad de flujo de las avenidas) y en aquellas con pendiente suave (con baja velocidad de flujo de las avenidas pero largo tiempo de inundación). También en la vertiente del océano Pacífico se distinguen las cuencas con diferente régimen de avenidas como los ríos Piura y Chancay-Lambayeque.
- En cuanto a la precipitación total anual, se reconfirmó en el presente Estudio las tres zonas básicas según la clasificación climatológica del Perú: Costa, Sierra y Selva). El criterio referencial se definió en la precipitación total anual de 1500 mm, pensando en la necesidad de clasificar las cuencas que abarcan dos zonas climatológicas diferentes, como son la Sierra y la Selva que se caracteriza por las abundantes lluvias. La aplicación de este criterio ha permitido dividir adecuadamente las cuencas, tal como se muestra en la Figura 4.1.4.
- En cuanto a la ocurrencia de los daños de deslizamientos y huaycos, el criterio referencial fue definido en 50 casos, para distinguir la región que se extiende a lo largo de la Cordillera de los Andes, que sufrieron graves daños, de las demás zonas. La aplicación de este criterio, como se observa en la Figura 4.1.4 permite distinguir claramente las zonas geográficas con mayor incidencia de los deslizamientos y huaycos.

4.1.2 Datos utilizados para el análisis

Los datos utilizados para el análisis son como se muestran en la Tabla 4.1.3.

Tabla 4.1.3 Datos utilizados para la tipificación

Indicador de clasificación correspondiente	Detalle de los datos	Uso	Organización donde se recopilaron los datos	Otros (Fuente, etc.)
I-1	Datos de Landsat sobre la distribución de la población de 2013	Utilizar para el cálculo de la población de las 159 cuencas	Se compraron de Pacific Vision Corp.	—
I-2 y I-3	Datos del PBI per cápita de 2013 según los departamentos e industrias	Utilizar para el cálculo del PBI per cápita de las 159 cuencas	Se obtuvieron en el sitio web del INEI	https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/compendio2015.html
		Utilizar para definir la principal industria de las 159 cuencas		
II-2	Datos satelitales de altura ASTER GDEM	Utilizar para el cálculo de la pendiente de los 159 ríos	Se obtuvieron en el sitio web de la Investigación Geológica de los Estados Unidos (USGS)	http://earthexplorer.usgs.gov/
	Archivos Shapefile de formas y extensiones de ríos	Utilizar para el cálculo de la pendiente de los 159 ríos	Se obtuvieron en la oficina de la ANA	—
II-3	Mapa de distribución de precipitación anual de 2011	Utilizar para el cálculo de la precipitación anual media de las 159 cuencas	Se obtuvieron en la oficina de la ANA	Título del informe: PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DEL PERÚ
II-4	Mapa de desastres de sedimentos generados del INGEMMET	Utilizar para el cálculo del número de desastres de sedimentos generados en las 159 cuencas	Se obtuvieron en la oficina del INGEMMET	http://www.ingemmet.gob.pe/base-datos-arg

Fuente: Equipo de Estudio

Los detalles de las cuencas según los indicadores presentados en la Tabla 4.1.1 y la Tabla 4.1.2, es como se muestra en la Figura 4.1.3 y la Figura 4.1.4 elaboradas utilizando los datos de la tabla de arriba.

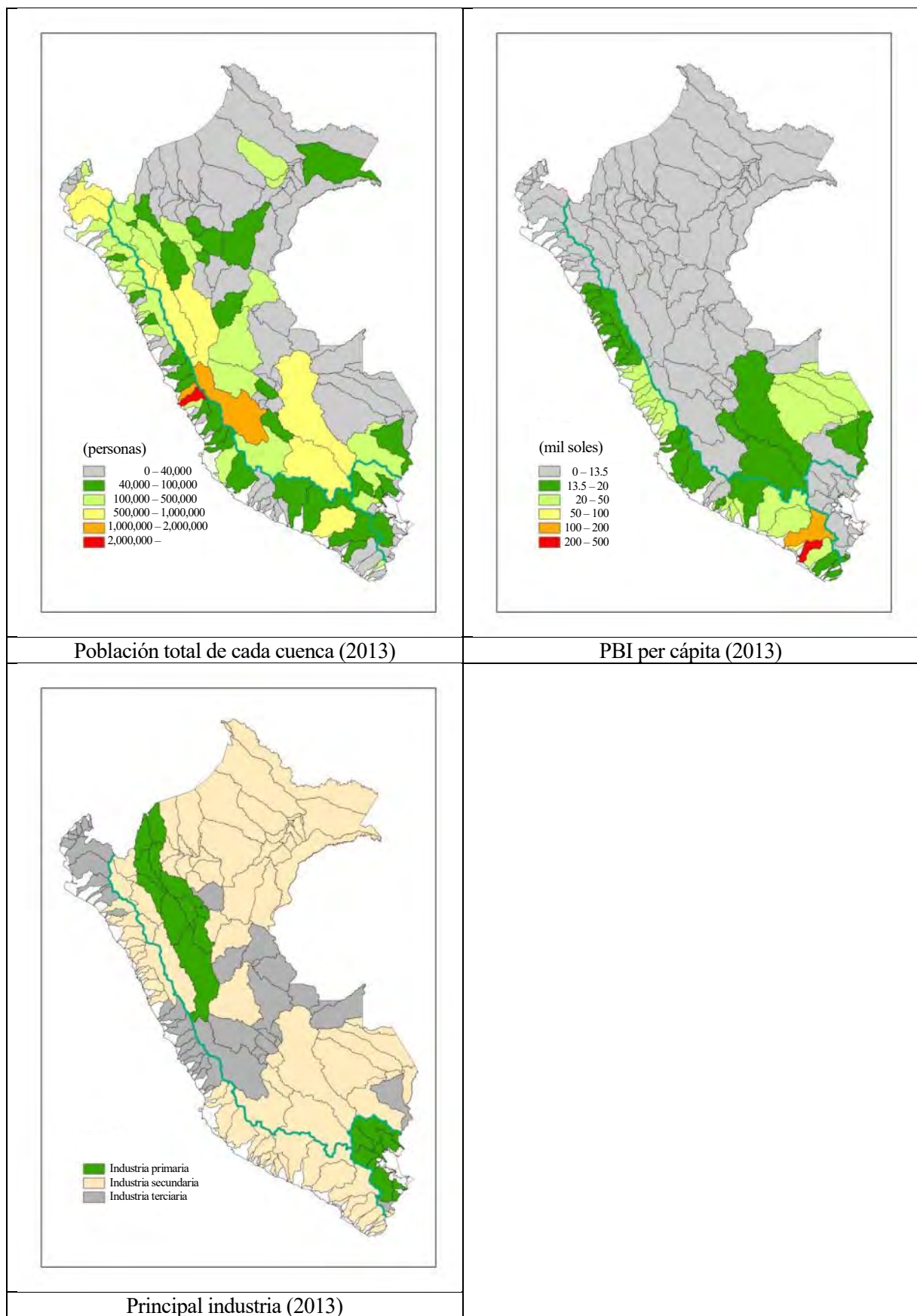


Figura 4.1.3 Detalles de las características socioeconómicas de cada cuenca

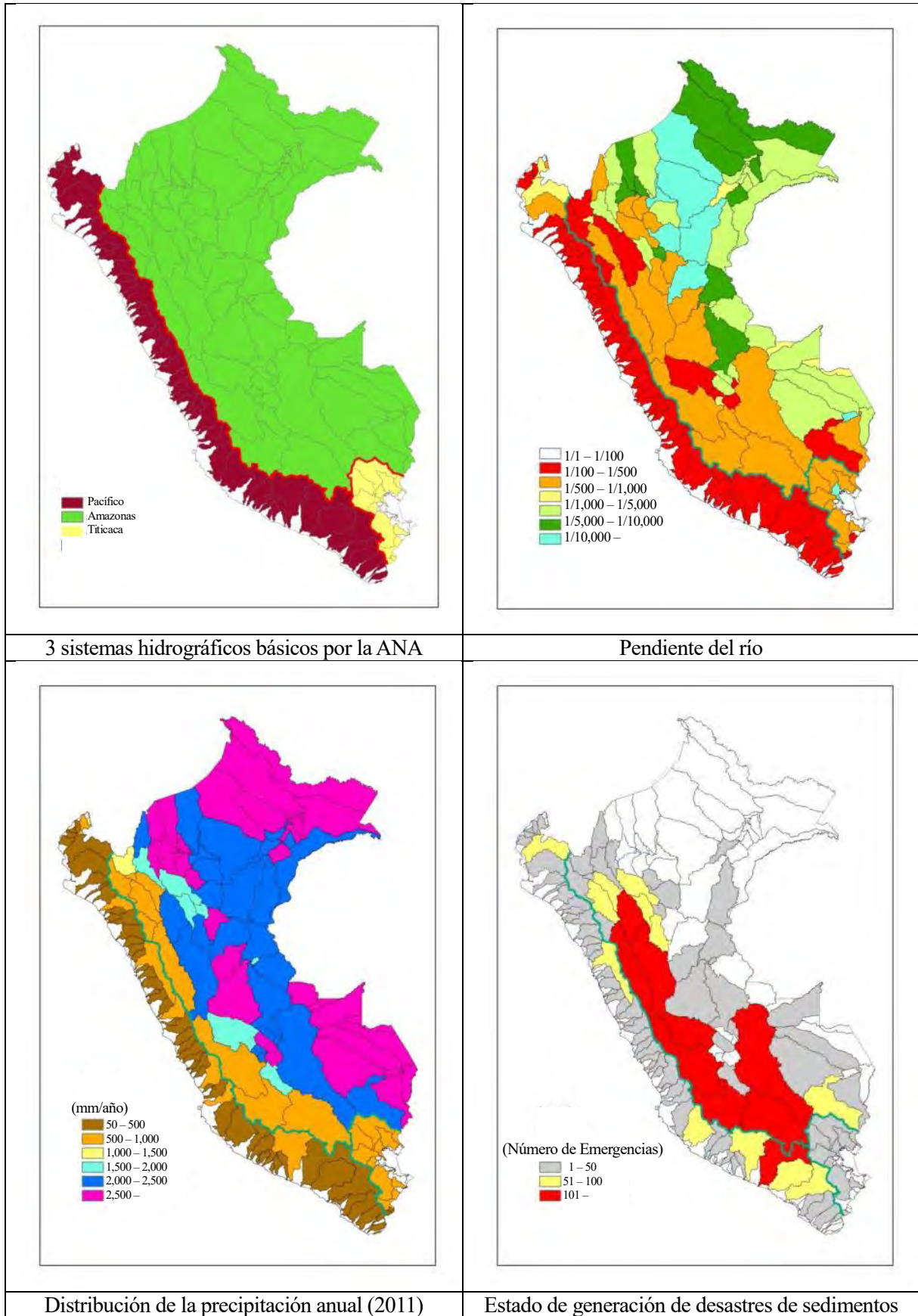


Figura 4.1.4 Detalles de las características naturales de cada cuenca

4.1.3 Resultados de la clasificación

Para ordenar los resultados de la clasificación, primero se presentan (1) la clasificación según las características socioeconómicas y la (2) clasificación según las características naturales respectivamente y, luego, se presentan (3) los resultados de la tipificación integral en la matriz elaborada de acuerdo con dichas clasificaciones.

En cuanto al río Huallaga, que es el río principal del sistema hidrográfico del Amazonas, su cuenca está compuesta por 5 subcuencas que se cuentan entre las 159 cuencas, y es adecuado unificar estas 5 cuencas para considerarlas como una sola cuenca. Para tal efecto, se considera de la siguiente manera.

- ✓ Respecto a la población de la cuenca, se utiliza la suma de los valores de las 5 subcuencas.
- ✓ Respecto al PBI per cápita y al PBI según las industrias, se utiliza el promedio calculado a partir del valor de cada subcuenca y de acuerdo con la proporción de la superficie de cada cuenca.
- ✓ Respecto a la pendiente del río, se calcula a partir de la extensión total y la diferencia de alturas entre el curso superior y el extremo inferior al unificar las 5 subcuencas.
- ✓ Respecto a la precipitación anual media, se utiliza el promedio calculado a partir del valor de cada subcuenca y de acuerdo con la proporción de la superficie de cada cuenca.
- ✓ Respecto al número de desastres de sedimentos generados, se utiliza la suma de los valores de las 5 subcuencas.

En caso de considerar la unificación de las subcuencas del río Huallaga, el número total de cuencas será 155.

(1) Clasificación por características socioeconómicas

El resultado de la clasificación de las cuencas por características socioeconómicas realizada de acuerdo con el método indicado en el apartado 4.1.1, se presenta en la Figura 4.1.5 y la Tabla 4.1.2.

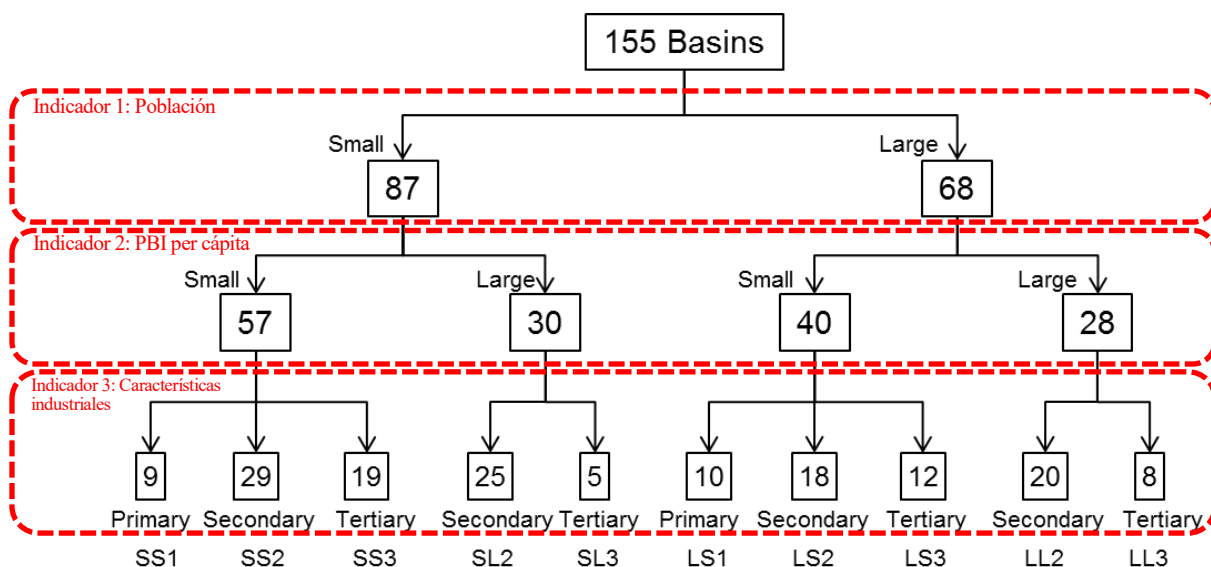


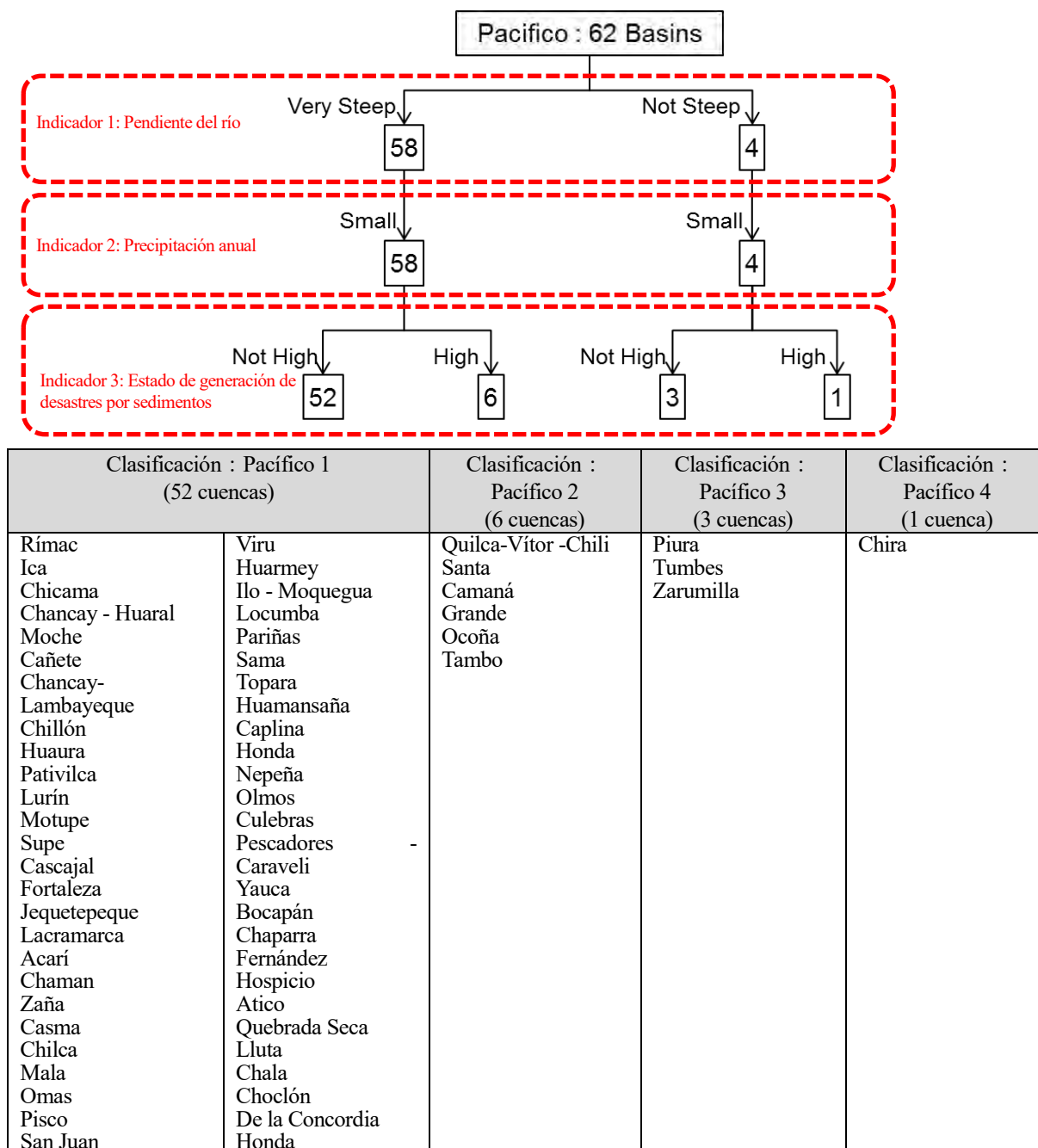
Figura 4.1.5 Resultado de la clasificación según las características socioeconómicas

Tabla 4.1.4 Resultado de la clasificación por características socioeconómicas

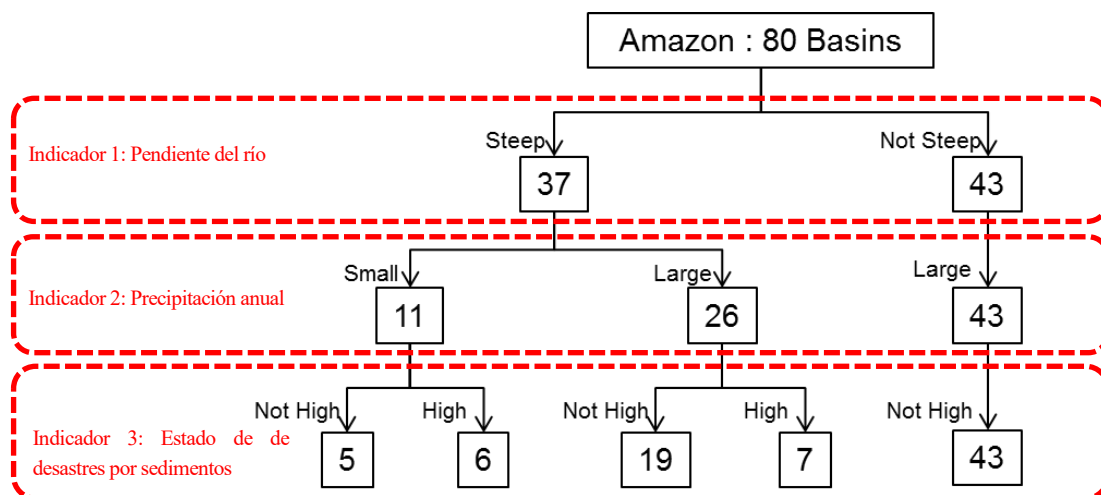
Clasificación : SS1 (9 cuencas)	Clasificación : SS2 (29 cuencas)	Clasificación : SS3 (19 cuencas)	Clasificación : SL2 (25 cuencas)	Clasificación : SL3 (5 cuencas)
49879 Santiago Biabo Cenepa Alto Marañón II Ilpa Callaccame Mauri Chico Suches	Acarí Yauca Cutivireni 49915 Cushabatay Tapiche Carhuapanas Petro 49875 49871 49911 49877 49873 Tahuayo 49799 49797 49795 Manit 49791 49793 Morona Putumayo Napo Tigre Pastaza Bajo Marañón Medio Bajo Marañón Medio Marañón Marañón Yavari	Olmos Bocapán Zarumilla Fernández Quebrada Seca Pariñas Tarau Alto Yurua 49299 49959 49957 Anapati Poyeni 49953 49951 49919 Tamaya Medio Bajo Ucayali Maure	Atico Pescadores - Caraveli Chala Chaparra Lluta Huamansaña Culebras Huarmey Locumba Sama Hospicio Choclón Honda Honda De la Concordia Alto Acre Alto Iaco Medio Alto Madre de Dios Medio Madre de Dios Medio Bajo Madre de Dios Alto Madre de Dios De Las Piedras Orthon Ushusuma Caño	Topara Chilca Fortaleza Supe Omas
Clasificación : LS1 (10 cuencas)	Clasificación : LS2 (18 cuencas)	Clasificación : LS3 (12 cuencas)	Clasificación : LL2 (20 cuencas)	Clasificación : LL3 (8 cuencas)
Huayabamba Utcubamba Mayo Alto Marañón I Ramis Ilave Coata Azángaro Huancane Pucara	Chancay- Lambayeque Chaman Jequetepeque Chicama Inambari Crisnejas Alto Marañón IV Alto Marañón III Paranapura Chamaya 49913 Chinchipe Itaya Nanay Pampas Pachitea 4977 Alto Marañón V	Huallaga Cascajal Tumbes Piura Chira Motupe Zaña 49955 Perene Aguayta 49917 Mantaro	Caplina Viru Santa Lacramarca Nepeña Casma San Juan Pisco Ica Grande Ocoña Camaná Quilca - Vitor - Chili Ilo - Moquegua Tambo Moche Urubamba Alto Apurimac Bajo Apurimac Tambopata	Pativilca Huaura Chancay - Huaral Chillón Rímac Lurín Mala Cañete

(2) Clasificación según las características naturales

Los resultados de la clasificación de las cuencas según las características naturales realizada de acuerdo con el método del apartado 4.1.1 están presentados por 3 sistemas hidrográficos básicos definidos por la ANA en las Figuras 4.1.6 a 4.1.8.

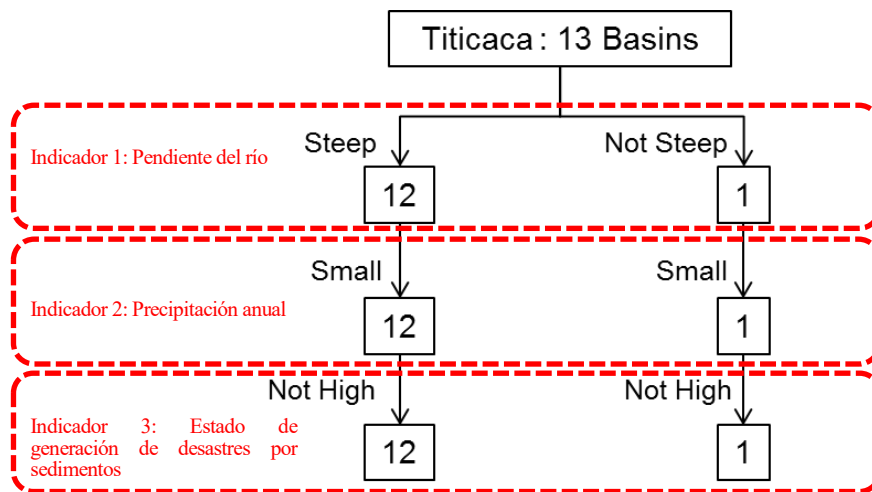


**Figura 4.1.6 Análisis de la tipificación según las características naturales
(Sistema hidrográfico del Pacífico)**



Clasificación : Amazonas 1 (5 cuencas)	Clasificación : Amazonas 2 (6 cuencas)	Clasificación : Amazonas 3 (19 cuencas)		Clasificación : Amazonas 4 (7 cuencas)
Crisnejas Chamaya Chinchiye Alto Marañón III Alto Marañón II	Mantaro Alto Apurimac Pampas Alto Marañón V Alto Marañón IV Utcubamba	Aguayta Cenepa 49959 Anapati Tarau Pachitea Tambopata Bajo Apurimac Cutivireni	Medio Madre de Dios Paranapura Alto Acre Bajo Marañón Carhuapanas Cushabatay Petro 49957 Alto Iaco Poyeni	Urubamba Huallaga Perene Mayo Inambari Huayabamba Biabo
Clasificación : Amazonas 5 (43 cuencas)				
Medio Bajo Ucayali Alto Marañón I 49879 Santiago Tamaya 49953 Alto Yurua 49919 Nanay	49917 Alto Madre de Dios 49955 Putumayo Napo Tapiche 4977 49913	Medio Bajo Marañón Tigre 49299 49951 De Las Piedras Yavari 49915 Itaya	Pastaza Orthon Medio Bajo Madre de Dios Medio Alto Madre de Dios Morona 49871 49877 49911	49793 49797 Medio Marañón Manit Tahuayo 49791 49795 49799 49873 49875

**Figura 4.1.7 Análisis de la tipificación según las características naturales
(Sistema hidrográfico del Amazonas)**



Clasificación : Titicaca 1 (12cuencas)			Clasificación : Titicaca 2 (1cuenca)
Coata Azángaro Pucara Ilave	Huancane Callacame Ilpa Maure	Suches Mauri Chico Caño Ushusuma	Ramis

**Figura 4.1.8 Análisis de la tipificación según las características naturales
(Sistema hidrográfico del Titicaca)**

(3) Evaluación integral por matriz

Se efectúa la evaluación integral elaborando una matriz combinando los resultados de la clasificación (1) y (2) arriba mencionada.

La evaluación integral por matriz se efectúa de acuerdo con los siguientes lineamientos.

- ✓ Se supone que en las cuencas con poca población y bajo PBI per cápita, las medidas de prevención de inundaciones serán de pequeña escala y estarán limitadas independientemente de la principal industria y las características naturales, por lo cual se agrupan en un tipo sin clasificarlas según las características industriales y naturales (corresponde al “Tipo 1” que se describirá más adelante).
- ✓ Se supone que en las cuencas con poca población pero alto PBI per cápita, las medidas de prevención de inundaciones se concentrarán en los principales lugares de la cuenca (incluyendo puntos importantes de transporte y/o fabricación) (protección local) independientemente de la principal industria y las características naturales, y se puede pensar que no es necesaria la clasificación por las características industriales y naturales, por lo cual se agrupan en un tipo (corresponde al “Tipo 2” que se describirá más adelante).
- ✓ Las cuencas cuyos resultados de la clasificación según la población y el PBI per cápita pertenecen al mismo tipo y además cuyas características topográficas y de precipitación pertenece al mismo tipo, pueden considerarse altamente similares, por lo cual se agrupan en un tipo independientemente de las

características industriales (corresponden al “Tipo 3”, “Tipo 5”, “Tipo6”, “Tipo 7” o “Tipo 9”, que se describirán más adelante).

- ✓ Las cuencas cuya población, cuyo PBI per cápita y cuyas características industriales pertenecen al mismo tipo, y además cuyas características topográficas o de precipitación pertenecen al mismo tipo, pueden considerarse altamente similares, por lo cual se agrupan en un tipo (corresponden al “Tipo 4”, “Tipo 8” o “Tipo 10”, que se describirán más adelante).

Los resultados de la tipificación efectuada de acuerdo con los lineamientos arriba mencionados se presentan en la Tabla 4.1.5, Tabla 4.1.6 y la Figura 4.1.9.

Cabe recordar que en cuanto a la alta o baja incidencia de los deslizamientos y huaycos, pese a que ésta no ha tenido influencia importante en el proceso de tipificación, se decidió continuar aplicando este indicador ("alta o baja incidencia de los deslizamientos y huaycos") considerando su importancia en el análisis de las futuras medidas contra los desastres, políticas de gestión de cuencas y en las características de la tipificación. Por ejemplo en el Tipo 8 correspondiente a las tierras bajas y llanas de la región amazónica donde por su baja ocurrencia de los deslizamientos y huaycos, se debe centrar los esfuerzos y acciones al control de inundaciones y desbordamientos, más que al control de sedimentos, para la gestión y reducción de riesgos de las cuencas.

			Pacífico				Amazonas					Titicaca	
			Topografía abrupta		Topografía suave		Topografía abrupta				Topografía suave	Topografía abrupta	Topografía suave
			Poca precipitación				Poca precipitación		Mucha precipitación			Poca precipitación	
			Pocos casos de desastres de sedimentos	Muchos casos de desastres de sedimentos	Pocos casos de desastres de sedimentos	Muchos casos de desastres de sedimentos	Pocos casos de desastres de sedimentos	Muchos casos de desastres de sedimentos	Pocos casos de desastres de sedimentos	Muchos casos de desastres de sedimentos	Pocos casos de desastres de sedimentos	Pocos casos de desastres de sedimentos	
Poca población	Bajo PBI per cápita	Industria 1	0	0	0	0	1	0	1	1	2	4	0
		Industria 2	2	0	0	0	0	0	5	0	22	0	0
		Industria 3	5	0	1	0	0	0	5	0	7	1	0
	Alto PBI per cápita	Industria 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Industria 2	15	0	0	0	0	0	3	0	5	2	0
		Industria 3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mucha población	Bajo PBI per cápita	Industria 1	0	0	0	0	0	1	0	2	1	5	1
		Industria 2	4	0	0	0	4	3	2	1	4	0	0
		Industria 3	3	0	2	1	0	1	1	2	2	0	0
	Alto PBI per cápita	Industria 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Industria 2	10	6	0	0	0	1	2	1	0	0	0
		Industria 3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Los valores indican el número de cuencas correspondientes.

Figura 4.1.9 Matriz de análisis de la tipificación

Tabla 4.1.5 Resumen de cada tipo y supuestos puntos de atención para tomar medidas

Clasificación	Características	Supuestos puntos de atención a la hora de considerar posibles medidas	Número de cuencas
Tipo 1	Poca población y bajo PBI per cápita	Se supone que el objeto de la protección está limitado y el costo y los beneficios son relativamente pequeños.	57
Tipo 2	Poca población, pero alto PBI per cápita. La principal industria es la industria secundaria.	Además de la protección local de las zonas importantes, es importante proteger también la red vial y las bases de producción.	30
Tipo 3	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	Se supone que desde el punto de vista de las características topográficas también es necesario prestar atención a las medidas de control de desastres de sedimentos.	7
Tipo 4	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y poca precipitación. La principal industria es la industria terciaria.	Se supone la aplicación del control de inundación integral que se practica generalmente en Japón. También es esencial proteger las instalaciones importantes de administración pública y servicios.	3
Tipo 5	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y alto PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	Se supone la construcción de diques, etc. en una amplia área, por lo cual es necesario prestar atención al traslado de viviendas.	24
Tipo 6	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	Se supone que desde el punto de vista de las características topográficas también es necesario prestar atención a las medidas de control de desastres de sedimentos.	9
Tipo 7	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y mucha precipitación.	Se supone que además de la prevención de inundaciones, también es importante tomar medidas contra desastres de sedimentos.	8
Tipo 8	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y mucha precipitación. Pocos casos de desastres de sedimentos	Se suponen medidas que aprovechan la función retardadora de la cuenca como el anillo de diques (<i>ring leeve</i>).	7
Tipo 9	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y alto PBI per cápita. Principalmente topografía abrupta a lo largo de los Andes. La principal industria es la industria secundaria.	Además de la prevención de inundaciones, es necesario tomar medidas contra desastres de sedimentos. También es importante proteger la red vial y las bases de producción.	4
Tipo 10	Sistema hidrográfico del Titicaca. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación. La principal industria es la industria primaria.	Se supone la protección local de las zonas importantes y medidas que aprovechan la función retardadora de la cuenca.	6

Fuente: Equipo de Estudio

Tabla 4.1.6 Cuencas que pertenecen a cada tipo

Tipo 1 (57 cuencas)			Tipo 2 (30 cuencas)	
Olmos Bocapán Zarumilla Acarí Yauca Fernández Quebrada Seca Pariñas Tarau Alto Yurua 49299 49959 49957 Cutivireni Anapati Poyeni 49953 49951 49919	Tamaya 49915 Cushabatay Tapiche Carhuapanas Petro 49875 49871 49911 49879 49877 49873 Tahuayo 49799 49797 49795 Manit 49791	49793 Santiago Morona Biabo Putumayo Napo Tigre Pastaza Cenepa Bajo Marañón Medio Bajo Marañón Medio Marañón Medio Bajo Ucayali Yavari Alto Marañón II Ilpa Callaccame Maure Mauri Chico Suches	Atico Pescadores - Caraveli Chala Chaparra Topara Chilca Lluta Huamansaña Culebras Huarmey Fortaleza Supe Omas Locumba Sama	Hospicio Choclón Honda Honda De la Concordia Alto Acre Alto Iaco Medio Alto Madre de Dios Medio Madre de Dios Medio Bajo Madre de Dios Alto Madre de Dios De Las Piedras Orthon Ushusuma Caño
Tipo 3 (7 cuencas)	Tipo 4 (3 cuencas)	Tipo 5 (24 cuencas)		
Cascajal Motupe Chancay- Lambayeque Zaña Chaman Jequetepeque Chicama	Tumbes Piura Chira	Caplina Virus Santa Lacramarca Nepeña Casma Pativilca Huaura	Chancay - Huaral Chillón Rímac Lurín Mala Cañete San Juan Pisco	Ica Grande Ocoña Camaná Quilca - Vitor - Chili Ilo - Moquegua Tambo Moche
Tipo 6 (9 cuencas)	Tipo 7 (8 cuencas)	Tipo 8 (7 cuencas)	Tipo 9 (4 cuencas)	Tipo 10 (6 cuencas)
Crisnejas Alto Marañón IV Alto Marañón III Utcubamba Chamaya Chinchipe Mantaro Pampas Alto Marañón V	Inambari Perene Aguayta Huallaga Huayabamba Paranapura Mayo Pachitea	49955 49917 49913 Alto Marañón I Itaya Nanay 4977	Tambopata Urubamba Alto Apurímac Bajo Apurímac	Ramis Ilave Coata Azángaro Huancane Pucara

4.2 Selección de las cuencas modelo

4.2.1 Criterios de selección de las cuencas modelo

(1) Criterios básicos de selección

Los criterios de selección de la cuenca modelo que representa cada tipo son como se muestran a continuación:

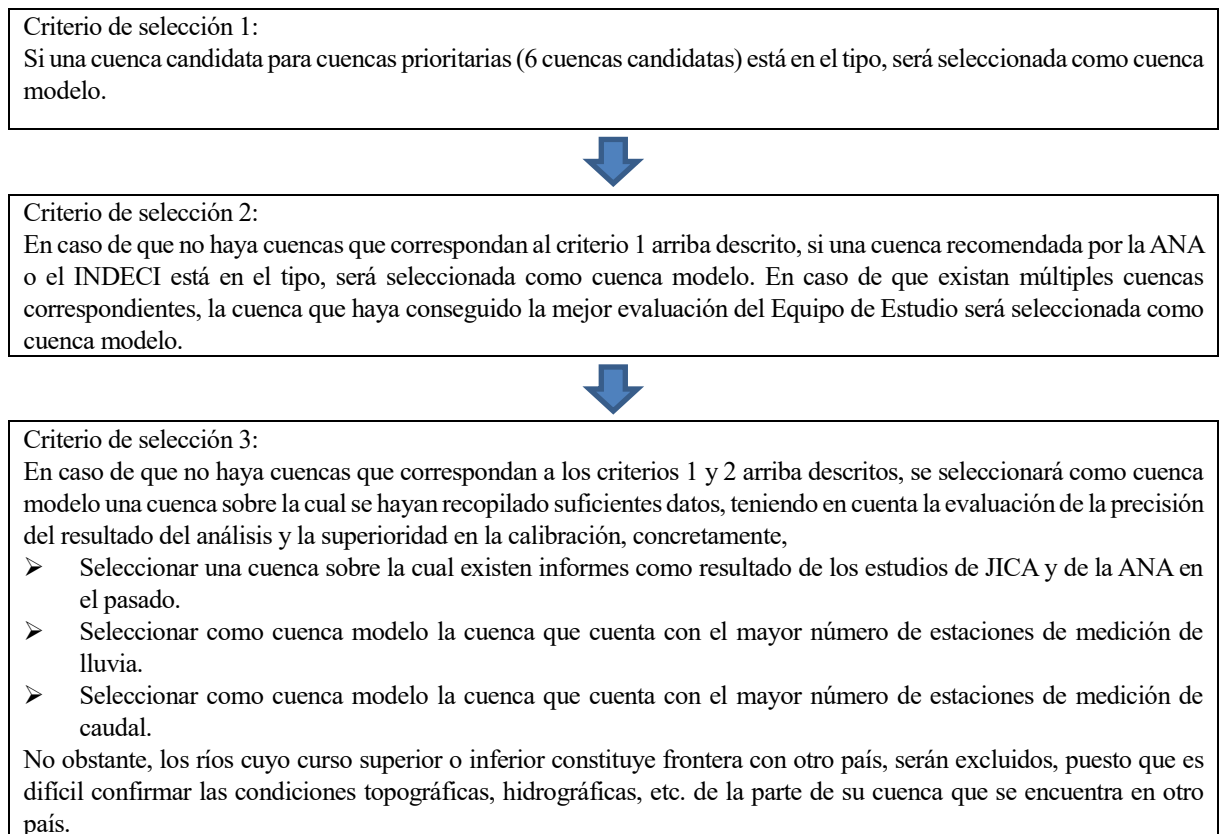


Figura 4.2.1 Criterios de selección de las cuencas modelo

(2) Tratamiento de los ríos compuestos por múltiples cuencas

En cuanto a los ríos compuestos por múltiples subcuencas tales como el río Huallaga y el río Ramis, para reproducir fielmente el proceso de desbordamiento/inundación de la cuenca en conjunto es necesario realizar el análisis hidráulico de los cursos superior e inferior y del río principal y afluentes integralmente.

Al considerar este punto, en caso de seleccionar como cuenca modelo el río Huallaga y/o el río Ramis, se debe hacer junto con sus afluentes, lo cual permite realizar un análisis hidráulico eficaz y al mismo tiempo facilita la verificación del proceso de desbordamiento/inundación a través de los cursos superior e inferior.

Teniendo en cuenta lo arriba mencionado, como se describirá más adelante, respecto a la cuenca modelo del “Tipo 1”, se selecciona como cuenca modelo el río Biabo, que es un afluente del río Huallaga.

4.2.2 Resultado de la selección de las cuencas modelo

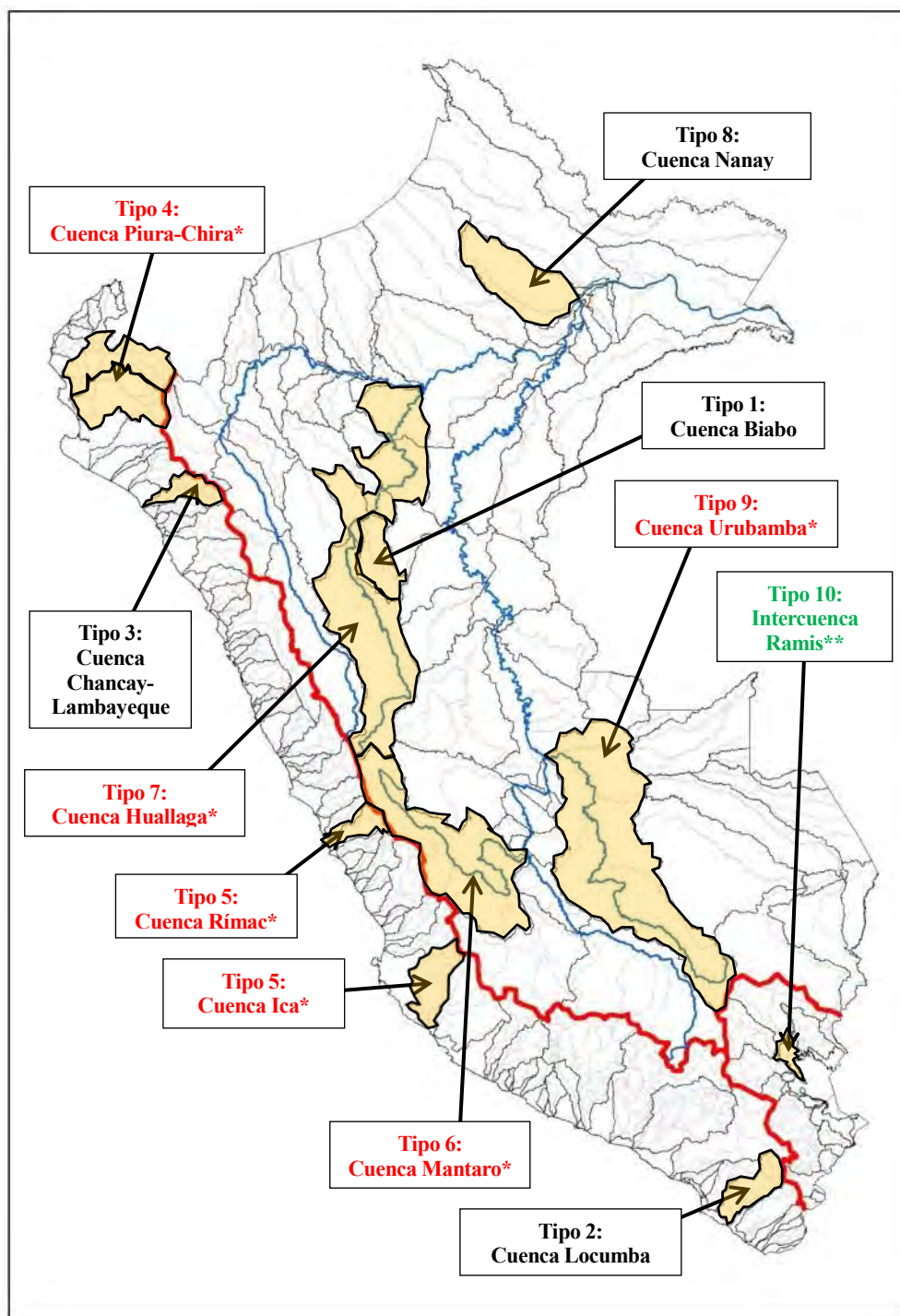
En la Tabla 4.2.1 y la Figura 4.2.2 se muestra el resultado de la selección. Cabe recordar que para el Tipo 5 se seleccionaron dos cuencas modelo: la del río Rímac y la del río Ica. Esto es para tomar en cuenta la diferencia

de la magnitud de población en el conjunto de las cuencas clasificadas en el Tipo 5. Es decir, primero se seleccionó la cuenca del río Ica que alberga una población representativa del Tipo 5, a la que se agregó la cuenca del río Rímac que alberga una población específica de un área metropolitana, a manera de reflejar las dos características en los subsiguientes estudios.

Tabla 4.2.1 Resultado de la selección de las cuencas modelo

Tipo	Características	Supuestos puntos de atención a la hora de considerar posibles medidas	Número de cuencas	Cuenca modelo (plan)
Tipo 1	Poca población y bajo PBI per cápita	Se supone que el objeto de la protección está limitado y el costo y los beneficios son relativamente pequeños.	57	Biabo
Tipo 2	Poca población, pero alto PBI per cápita. La principal industria es la industria secundaria.	Además de la protección local de las zonas importantes, es importante proteger también la red vial y las bases de producción.	30	Locumba
Tipo 3	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	Se supone que desde el punto de vista de las características topográficas también es necesario prestar atención a las medidas de control de desastres de sedimentos.	7	Chancay-Lambayeque
Tipo 4	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y poca precipitación. La principal industria es la industria terciaria.	Se supone la aplicación del control de inundación integral que se practica generalmente en Japón. También es esencial proteger las instalaciones importantes de administración pública y servicios.	3	Piura-Chira*
Tipo 5	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y alto PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación. Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	Se supone la construcción de diques, etc. en una amplia área, por lo cual es necesario prestar atención al traslado de viviendas. Se supone que desde el punto de vista de las características topográficas también es necesario prestar atención a las medidas de control de desastres de sedimentos.	24	Rímac*
				Ica*
Tipo 6	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y mucha precipitación.	Se supone que además de la prevención de inundaciones, también es importante tomar medidas contra desastres de sedimentos.	9	Mantaro*
Tipo 7	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y mucha precipitación. Pocos casos de desastres de sedimentos	Se supone que el objeto de la protección está limitado y el costo y los beneficios son relativamente pequeños.	8	Huallaga*
Tipo 8	Poca población y bajo PBI per cápita	Se suponen medidas que aprovechan la función retardadora de la cuenca como el anillo de diques (<i>ring levee</i>).	7	Nanay
Tipo 9	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y alto PBI per cápita. Principalmente topografía abrupta a lo largo de los Andes. La principal industria es la industria secundaria.	Además de la prevención de inundaciones, es necesario tomar medidas contra desastres de sedimentos. También es importante proteger la red vial y las bases de producción.	4	Urubamba*
Tipo 10	Sistema hidrográfico del Titicaca. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación. La principal industria es la industria primaria	Se supone la protección local de las zonas importantes y medidas que aprovechan la función retardadora de la cuenca.	6	Ramis**

* : Cuenca candidata para cuenca prioritaria ** : Cuenca recomendada por la ANA



* : Cuenca prioritaria (plan) ** : Cuenca recomendada por la ANA

Figura 4.2.2 Ubicación de las cuencas modelo (plan)

Capítulo 5 Análisis de la precipitación

En este capítulo se efectuará el análisis de la precipitación para definir la fuerza externa objeto del análisis y en el siguiente capítulo se describirá el análisis de escorrentía /inundación que utiliza el modelo RRI.

5.1 Análisis de la precipitación

5.1.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

Para calcular los posibles beneficios del proyecto de prevención de inundaciones, se establecen los siguientes casos tomando como límite superior la escala de probabilidad de precipitación de una vez por cada 100 años (escala de inundación de diseño de la zona urbana en las directrices del MEF)

Tabla 5.1.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

No.	Escala de probabilidad (período de reaparición)
1	2 años
2	5 años
3	10 años
4	25 años
5	50 años
6	100 años

5.1.2 Duración de la precipitación de diseño

A partir de 2014 el SENAMHI acumula datos de monitoreo de precipitaciones por hora, pero todavía el período de acumulación es corto para analizar la precipitación de diseño que se aproveche para el plan de control de inundaciones. Por consiguiente, se utilizan datos de precipitación diaria cuyo período de acumulación es largo, así que la duración de la precipitación de diseño estará basada en la precipitación diaria. La duración de la precipitación de diseño se determinará por uno de los siguientes métodos de acuerdo con las características de la cuenca y/o el estado de ordenamiento de los datos.

< Método de determinación de la duración de la precipitación de diseño >

- En las cuencas sobre las cuales se efectuaron estudios en el pasado, especialmente los del sistema hidrográfico del Pacífico, se determinará la duración de la precipitación de diseño, comparando los detalles como la superficie de la cuenca y la pendiente del lecho con los casos de estudios anteriores en Perú.
- En las cuencas sobre las cuales hay datos de caudal, se compararán datos en orden cronológico de caudal y precipitación en el momento de las inundaciones del pasado. De acuerdo con los momentos de máximo caudal y de precipitación, se supondrá el tiempo de llegada de la inundación en la cuenca. Al considerar que más o menos se tarda el doble de la diferencia de tiempo que existe entre el momento de máximo caudal y el momento de máxima precipitación hasta que llegue la inundación, se realizará el cálculo de ensayo y se determinará la duración de la precipitación.
- En caso de que no haya casos de estudios anteriores ni datos de caudal, se determinará la duración de la precipitación a partir del patrón de precipitación real (pluviograma) en las principales lluvias

del pasado. En cuanto al patrón de precipitación, se utilizan los datos de satélite (datos de precipitación por hora) en el caso de no disponerse de los datos reales de la cuenca o de la región.

Tabla 5.1.2 Determinación de la duración de la precipitación (cuencas modelo)

Priorizada o Modelo	Nombre del río	Superficie de la cuenca (km ²)	Pendiente del río (l/l)	Tiempo hasta la llegada de la inundación ¹⁾ (Hora)	Duración de la precipitación (Hora)	Razón de la determinación de la duración de la precipitación
Priorizada/ Modelo	Chira	10,679	982	39	24	En los informes de estudios anteriores ²⁾ la duración de la precipitación del sistema hidrográfico del Pacífico era entre 6 y 12 horas aproximadamente. También en el análisis de escorrentía, generalmente se establece que la duración de la precipitación es de 24 horas, por lo cual, en cuanto a las cuencas del sistema hidrográfico del Pacífico, se determina que la duración de la precipitación es de 24 horas, siguiendo los resultados de los análisis anteriores.
Priorizada/ Modelo	Piura	11,019	142	42	24	
Priorizada/ Modelo	Rímac	3,504	30	12	24	
Priorizada/ Modelo	Ica	7,341	54	27	24	
Información referencial *2	Quilca-Vitor-Chili	13,549	58	24	24	
Priorizada/ Modelo	Mantaro	34,547	199	91	48	Se calculó la precipitación media de la cuenca utilizando los datos de precipitación de satélite de la cuenca (datos por hora: a partir de marzo de 2000) y de acuerdo con la curva masa de las 10 inundaciones más grandes (véase la Figura 5.1.1), se determinó la duración de la precipitación.
Priorizada/ Modelo	Urubamba	59,071	181	113	48	
Priorizada/ Modelo	Huallaga	55,109	279	-	384	Al comparar la superficie de la cuenca con el río Biabo, que es un afluente del río Huallaga y tiene una pendiente equivalente, se determina que la duración de la precipitación es de 16 días.
Modelo	Biabo	7,149	316	24	48	No existen datos de monitoreo de la precipitación horaria de la cuenca, por lo que se tomaron los datos del patrón de precipitación en un evento de exceso de lluvias de los últimos años tomados Huayabamba que es la estación más cercana. Así se definió en 48 horas.

Priorizada o Modelo	Nombre del río	Superficie de la cuenca (km ²)	Pendiente del río (1/I)	Tiempo hasta la llegada de la inundación ¹⁾ (Hora)	Duración de la precipitación (Hora)	Razón de la determinación de la duración de la precipitación
Modelo	Locumba	5,862	42	-	24	En los informes de estudios anteriores ^{※1} la duración de la precipitación del sistema hidrográfico del Pacífico era entre 6 y 12 horas aproximadamente. También en el análisis de escorrentía, generalmente se establece que la duración de la precipitación es de 24 horas, por lo cual, en cuanto a las cuencas del sistema hidrográfico del Pacífico, se determina que la duración de la precipitación es de 24 horas, siguiendo los resultados de los análisis anteriores.
Modelo	Chancay-Lambayeque	4,061	53	-	24	
Modelo	Nanay	16,706	5,237	-	144	La pendiente del río es sumamente suave y las características de la cuenca son muy diferentes de otras cuencas modelo y cuencas prioritarias. Además, no se disponen de los datos de precipitación horaria real de la cuenca o de la cercanía. Por lo tanto, se analizaron las duraciones de precipitaciones representativas en los últimos años, utilizando los datos de precipitación de satélite (GSMaP). Como resultado, se determina que la duración de la precipitación es de 144 horas.
Modelo	Ramis ²⁾	16,045 ²⁾	384	-	72	En base a los datos del patrón de precipitación en un evento de exceso de lluvias de los últimos años tomados la Estación de Ayaviri de la misma cuenca. Así se definió en 72 horas.

※1: Estudio preparatorio del Programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones del Perú, marzo de 2013, JICA

*2: Como se indica en el Capítulo 3, estos ríos serán excluidos de las cuencas prioritarias. Sin embargo, se incluyeron en esta lista como información referencial, ya que se realizó el análisis de precipitación.

1) Se indica el tiempo estimado que un río corre para algunas cuencas de ríos donde hay registros de descargas de dichos ríos.

2) Se incluyen las cuencas de los ríos Azangaro y Pucara, que se encuentran en el curso superior.

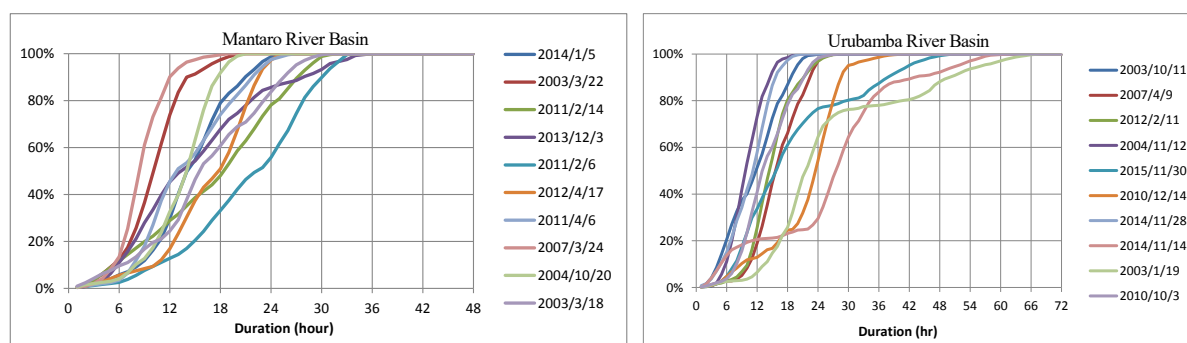


Figura 5.1.1 Duración de la precipitación en las cuencas de los ríos Mantaro y Urubamba en las 10 inundaciones más grandes

5.1.3 Cálculo del promedio de precipitación mayor del año

De acuerdo con los datos de precipitación en tierra se calcula la precipitación máxima del año de cada estación pluviométrica. Después, aplicando el método de Thiessen, se calcula el valor máximo de cada año de la precipitación media de la cuenca. Después se efectúa el análisis estadístico hidrológico, tomando como muestras los valores máximos de la precipitación media de la cuenca en orden cronológico, y se calcula la precipitación según la probabilidad respecto a todo el período donde es posible calcular (respecto al resultado del cálculo de la precipitación según la escala de probabilidad, véase la Tabla 5.1.6).

A la hora de realizar el cálculo de la precipitación media de la cuenca, se seleccionarán las estaciones pluviométricas, teniendo en cuenta el período de observación y el estado de falta de datos. El criterio de selección de las estaciones se presenta en la Tabla 5.1.3.

Tabla 5.1.3 Criterio de selección de las estaciones pluviométricas a las cuales se aplica el método de Thiessen

Concepto	Detalle	Nota
Período de observación	Seleccionar las estaciones cuyo período de observación es de 40 años o más.	—
Estado de falta de datos	Seleccionar las estaciones donde el número de días en que faltan datos no llega a los 48 días	Según el manual de procesamiento de datos estadísticos de observación hidrológica (Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo de Japón), “en caso de que el número de días en que faltan datos de precipitación diaria llegue a 4 días o más al mes, se considera que faltan datos de precipitación mensual”. En este sentido, se descartará desde la muestra el año en que faltan datos durante 48 días o más en total.

5.1.4 Determinación del pluviograma de diseño

Para captar la inundación en la cuenca objeto con la mayor precisión posible, se requieren datos de precipitación por hora, pero en Perú los datos de precipitación por hora que se pueden adquirir en las estaciones en terreno están limitados.

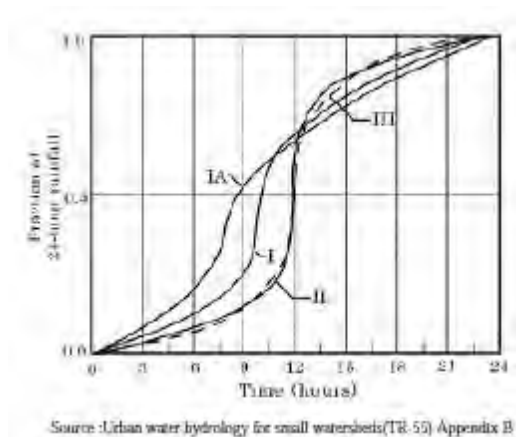
En el presente trabajo, se determinará el pluviograma dividiendo las cuencas entre las del sistema hidrográfico del Pacífico, sobre el cual hasta cierto grado se ha comprendido el patrón de precipitación gracias a los estudios anteriores, y las otras cuencas.

Además, sobre las otras cuencas que no pertenecen al sistema hidrográfica del Pacífico, en caso de que la

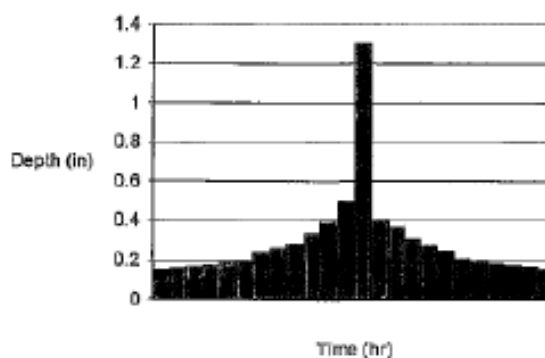
superficie de la cuenca sea grande, el patrón de precipitación varía dentro de la cuenca, por lo cual es difícil determinar el pluviograma de un sitio como pluviograma que representa toda la cuenca. Entonces, se dividirá en (1) y (2), dependiendo de la superficie.

【Sistema hidrográfico del Pacífico】

- De acuerdo con los estudios anteriores, el patrón de precipitación en el centro y sur del sistema hidrográfico del Pacífico, es parecido al tipo II de la curva de precipitación de 24 horas definido en EE.UU. (Figura 5.1.2), por lo cual se seleccionó el pluviograma del Tipo II como pluviograma modelo.
- Se amplió el pluviograma modelo seleccionado arriba por un determinado porcentaje para que la precipitación total durante su duración coincidiera con la precipitación según la escala de probabilidad y se determinó el pluviograma ampliado como pluviograma de diseño.



Pecipitación acumulada en 24 horas



Reparto de la precipitación en 24 horas

Fuente: Estudio preparatorio del programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones, marzo de 2013, JICA

Figura 5.1.2 Tipo de curva de precipitación de 24 horas y reparto de precipitación por hora

【Otras cuencas que no pertenecen al sistema hidrográfico del Pacífico (1): Cuencas cuya superficie es relativamente pequeña (menos de 30,000 km²)】

- Se definió el punto representativo de cada cuenca (véase la Tabla 5.1.4 mostrada abajo) y se extrajeron los datos de GSMaP correspondientes.
- Se extrajeron múltiples pluviogramas del punto arriba mencionado en momentos de generación de fuertes lluvias de los últimos años y se seleccionó el pluviograma más representativo como pluviograma modelo.
- Se amplió el pluviograma modelo seleccionado arriba por un determinado porcentaje para que la precipitación total durante su duración coincidiera con la precipitación según la escala de probabilidad calculada utilizando los datos de monitoreo de precipitación terrestre y se determinó el pluviograma ampliado como pluviograma de diseño.

Tabla 5.1.4 Punto representativo de cada cuenca para adoptar el pluviograma

Nombre del río	Punto representativo	Razón de la selección
Biabo	Nuevo Lima (Longitud oeste 76,45 grados, latitud sur 7,15 grados)	Contiene Nuevo Lima, ciudad representativa de la cuenca y es el punto que cubre la estación pluviométrica (Nuevo Lima) con el más largo período de observación en la cuenca
Nanay	Santa María de Nanay (Longitud oeste 73,65 grados, latitud sur 3,85 grados)	Es el punto que cubre la estación pluviométrica (Santa María de Nanay) con el más largo período de observación en la cuenca
Ramís	Taraco (Longitud oeste 69,95grados, latitud sur 15,25 grados)	Contiene Taraco, ciudad representativa de la cuenca y es el punto que cubre la estación pluviométrica (Taraco) con el más largo período de observación en la cuenca

【Otras cuencas que no pertenecen al sistema hidrográfico del Pacífico (2): Cuencas cuya superficie es relativamente grande (30,000 km² o más)】

- En caso de que la superficie de la cuenca sea superior a 30,000 km², si se tiene en cuenta la diversidad de patrones de precipitación dentro de la cuenca, es difícil considerar el pluviograma de un sitio como pluviograma representativo de la cuenca, por lo que se calculó el pluviograma utilizando los datos del GSMap correspondiente a la cuenca.
- Se decidió adoptar como pluviograma modelo el pluviograma del período cuya precipitación total era la mayor.
- Se amplió el pluviograma modelo seleccionado arriba por un determinado porcentaje para que la precipitación total durante su duración coincidiera con la precipitación según la escala de probabilidad calculada utilizando los datos de monitoreo de precipitación terrestre y se determinó el pluviograma ampliado como pluviograma de diseño.

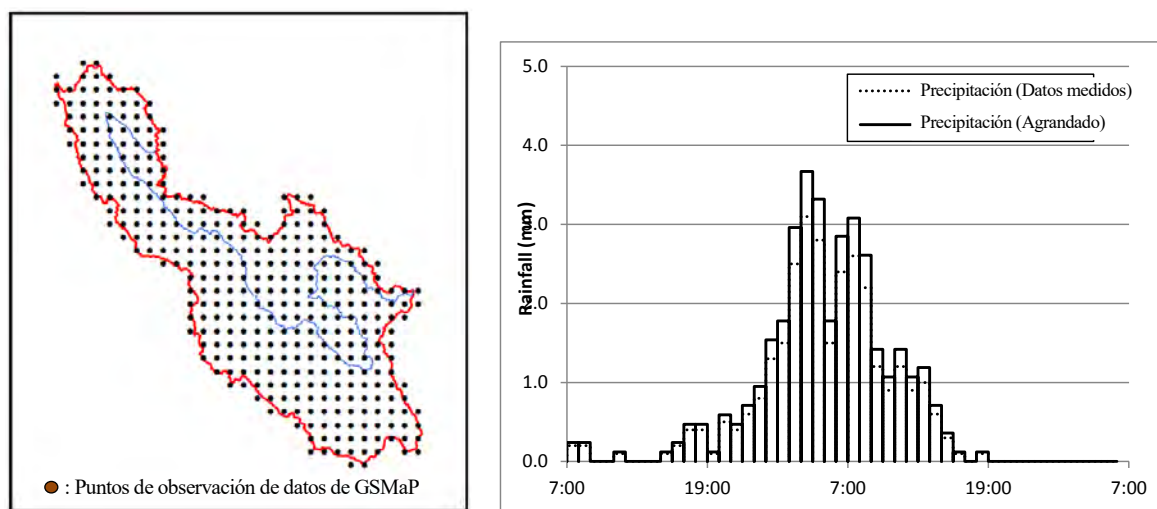


Figura 5.1.3 Ejemplo de ampliación de la precipitación (río Mantaro)

5.1.5 Realización del análisis de la precipitación

Se realizará el análisis de la precipitación de acuerdo con la idea arriba mencionada. Para el análisis de la precipitación se adoptará el modelo más adecuado entre los modelos de distribución de probabilidad indicados en la Tabla 5.1.5 de abajo. Concretamente, se seguirá la siguiente idea.

- Extraer modelos en los que SLSC⁶ que se utiliza como criterio de juicio de la conformidad es de 0,04 o menos:
- Entre los modelos de distribución de probabilidad arriba mencionados, se adoptará el modelo en el que el error de estimación del método Jackknife sea el mínimo.
- Cuando no existan modelos de distribución de probabilidad en los que SLSC sea de 0,04 o menos, se adoptará el modelo en el que el SLSC sea el mejor.

Tabla 5.1.5 Modelos de distribución de probabilidad

No.	Modelo de distribución de probabilidad	
1	Exp	Distribución exponencial
2	Gumbel	Distribución de Gumbel
3	SprtEt	Raíz cuadrada del tipo exponencial (sqrt-ETmax)
4	Gev	Distribución generalizada del valor extremo
5	LP3Rs	Distribución Log Pearson tipo III (Método de espacio real)
6	LogP3	Distribución Log Pearson tipo III (Método de espacio logarítmico)
7	Iwai	Método Iwai
8	IshiTaka	Método Ishi Taka
9	LN3Q	Distribución normal logarítmica 3Q
10	LN3PM	Distribución normal logométrica 3PM (Slade II)
11	LN2LM	Distribución normal logométrica 2LM (Slade I, método de momentos L)
12	LN2PM	Distribución normal logométrica 2PM (Slade I, método de momentos)

El resultado del análisis de la precipitación se presenta en la siguiente tabla y en las Figura 5.1.4 a Figura 5.1.6. Asimismo, los pluviogramas adoptados en las respectivas cuencas se presentan en las Figura 5.1.7 y Figura 5.1.8.

Tabla 5.1.6 Resultado del cálculo de precipitación según la escala de probabilidad

Nombre del río	Duración de precipitación (Horas)	Precipitación total durante la duración (mm)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Chira	24	23.2	34.1	41.8	52.3	60.5	69.2
Piura	24	20.7	36.3	49.5	70.2	89.0	110.9
Rímac	24	9.2	12.0	14.0	16.7	18.8	20.9
Ica	24	7.6	11.7	15.4	21.5	27.3	34.4
Qca-Vitor-Chili	24	9.4	12.9	15.4	18.8	21.6	24.6
Mantaro	48	21.7	25.5	28.0	31.1	33.5	35.8
Urubamba	48	42.4	61.0	73.3	88.9	100.5	111.9
Huallaga	384	233.0	268.6	289.2	312.9	329.1	344.4
Biabo	48	93.5	123.0	141.9	165.1	181.9	198.4
Locumba	24	8.4	12.0	14.3	17.4	19.6	21.8
Chancay-Lambayeque	24	37.1	48.3	55.8	65.2	72.2	79.1
Nanay	144	79.9	109.5	129.0	153.5	171.6	189.7
Ramís	72	52.8	59.9	64.0	68.6	71.8	74.8

⁶ Standard Least Square Criterion (SLSC): Indicador para juzgar el grado de conformidad entre la muestra y la distribución de probabilidad

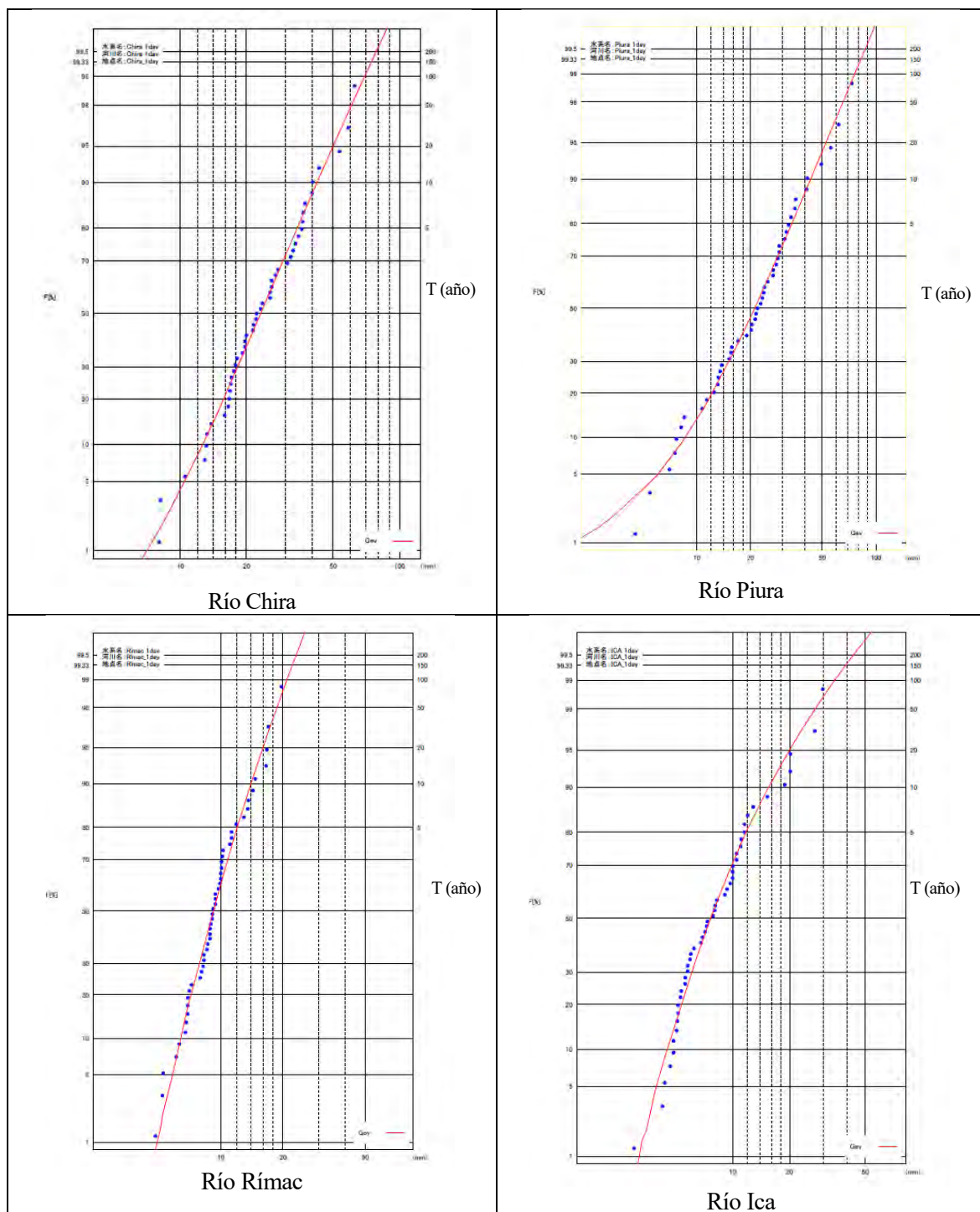


Figura 5.1.4 Resultado del análisis de la precipitación (1/3)

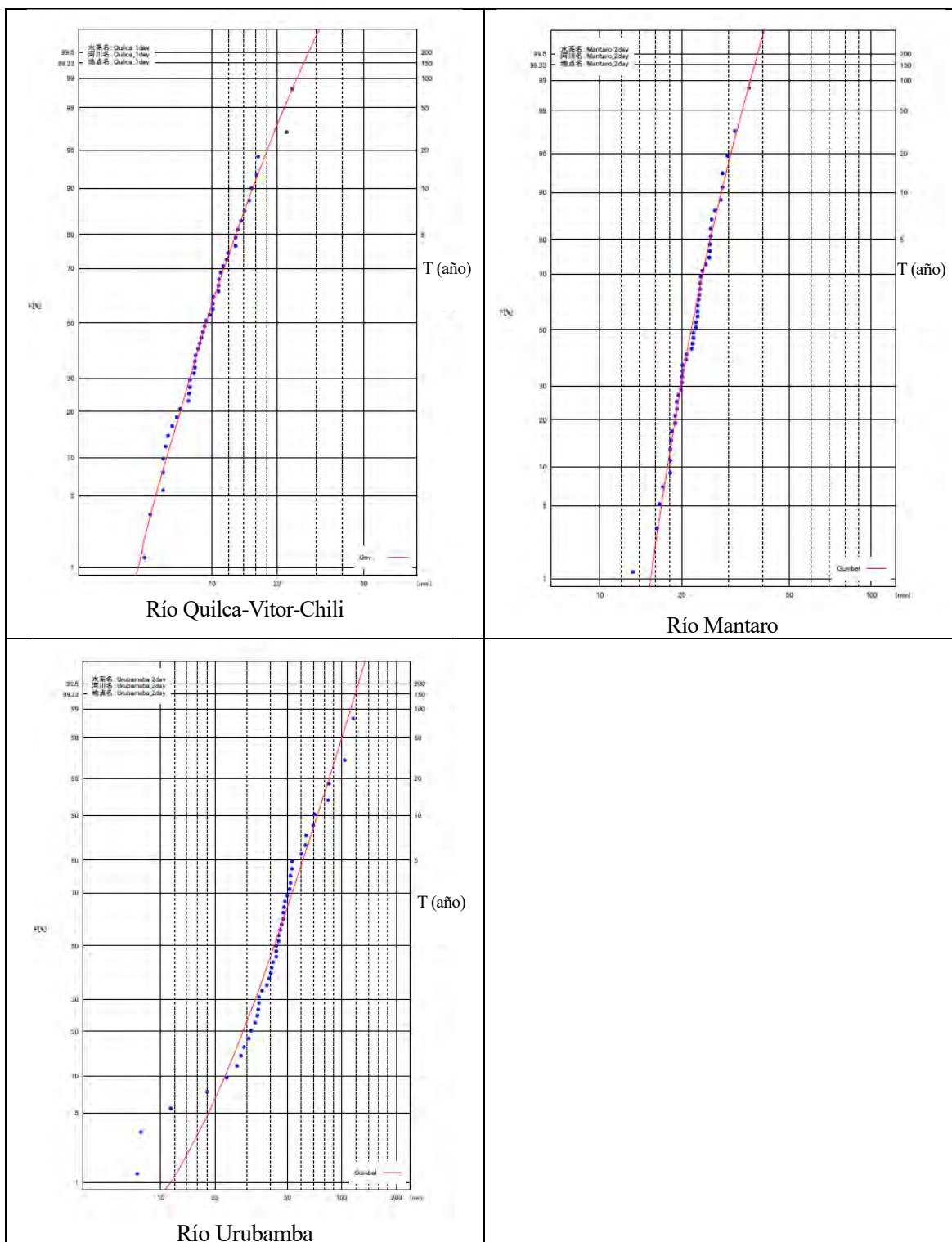


Figura 5.1.5 Resultado del análisis de la precipitación (2/3)

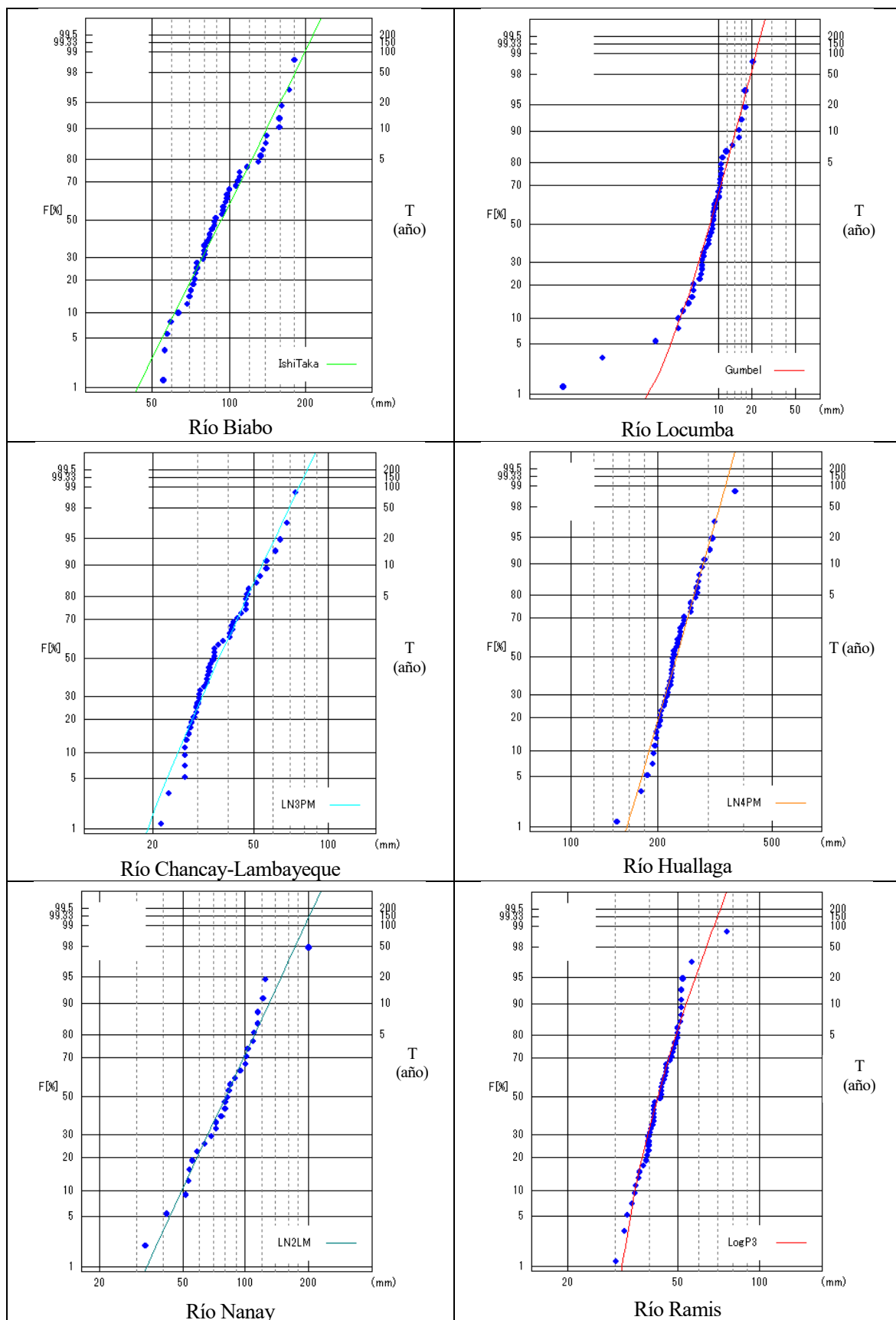


Figura 5.1.6 Resultado del análisis de la precipitación (3/3)

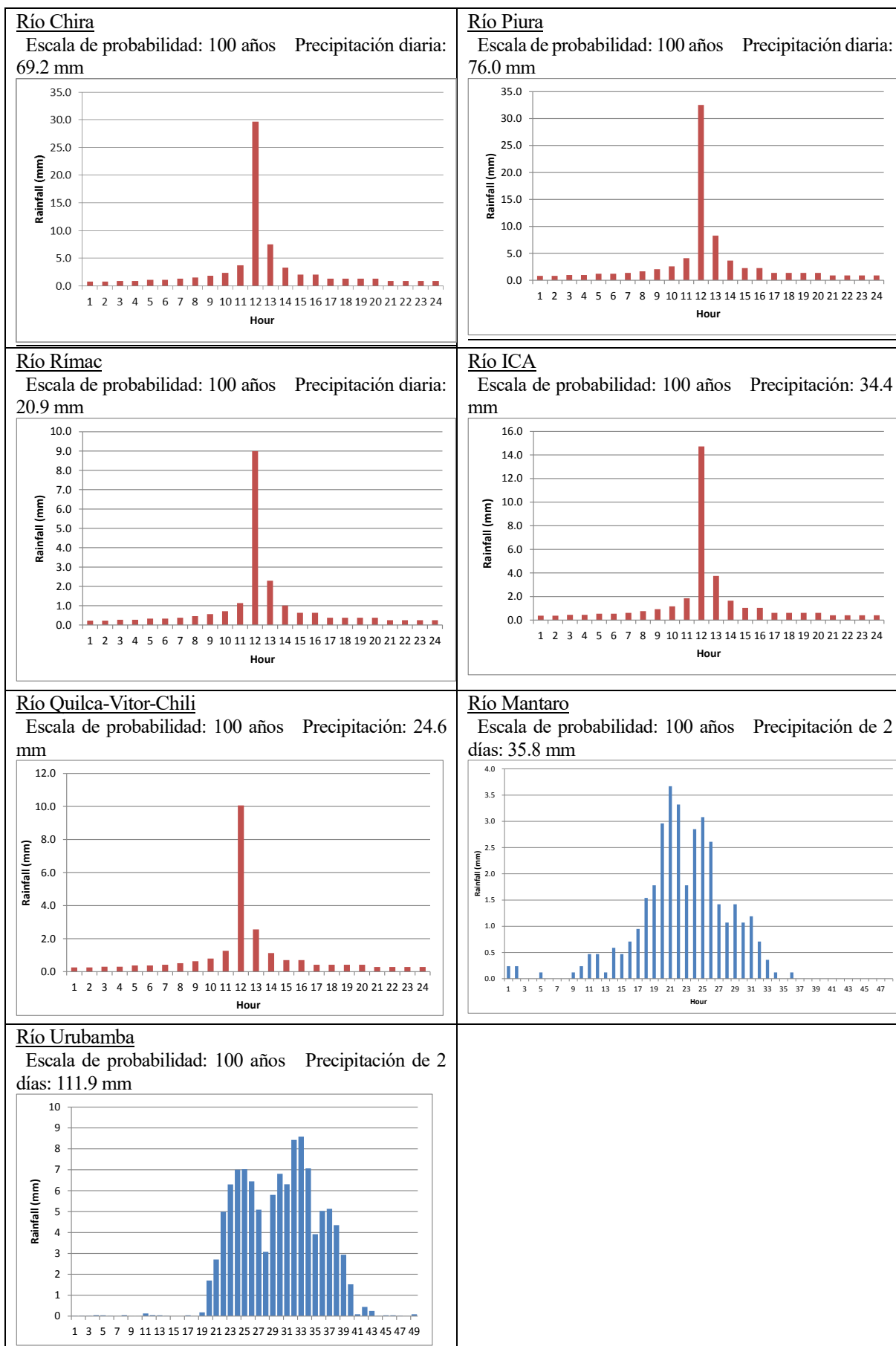


Figura 5.17 Pluviograma de precipitación de 100 años (1/2)

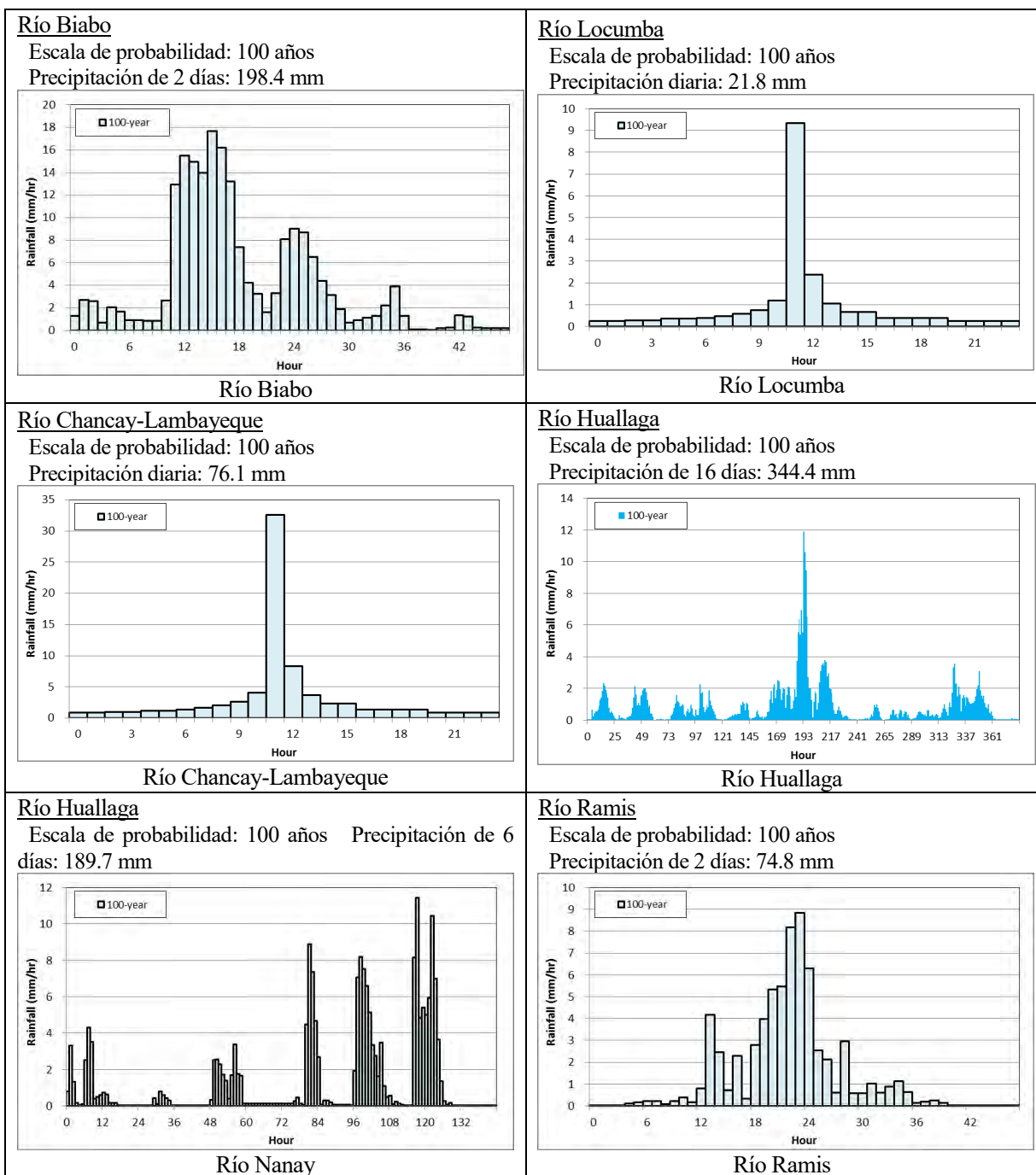


Figura 5.18 Pluviograma de precipitación de 100 años (2/2)

Capítulo 6 Realización del reconocimiento de campo

6.1 Objetivo del reconocimiento de campo

El Equipo de Estudio realizó el reconocimiento de campo, principalmente en las 6 cuencas seleccionadas como cuencas prioritarias en el Capítulo 3, en la primera y segunda etapa de estudio en Perú para los siguientes objetivos:

- Revisión de las medidas (estructurales) contra inundaciones para obtener los datos necesarios para la estimación del costo del Proyecto; y
- Verificación de si el costo aproximado del proyecto está conforme

En el Capítulo 13 se presentan los resultados de los estudios de los daños de inundaciones, identificación de necesidades y del reconocimiento en campo ejecutado después de las inundaciones de 2017.

6.2 Resumen del reconocimiento de campo

El Equipo de Estudio realizó el reconocimiento de campo en las cuencas objeto del estudio y hizo lo siguiente en cada cuenca tomando 2 ó 3 días respectivamente:

- Verificación de los sitios donde se generaron inundaciones en el pasado;
- Verificación de los sitios sobre los cuales hay problemas respecto a la gestión del río; y
- Entrevistas con las AAA y ALA locales y personas relacionadas de las autoridades locales según las necesidades

Asimismo, el reconocimiento de campo en cada cuenca objeto del estudio se efectuó en colaboración con la ANA, y la AAA y la AAA que gestionan la cuenca.

A continuación se resumirán en la Tabla 6.2.1 las cuencas donde se realizó el reconocimiento de campo en el presente estudio y su proceso.

Tabla 6.2.1 Resumen del proceso de realización del reconocimiento de campo

Cuenca donde se realizó el reconocimiento de campo	Proceso	Nota
Piura-Chira	11 y 12 de mayo de 2016	Cuenca prioritaria
Rímac	15 y 16 de agosto de 2016	Cuenca prioritaria
Ica	17 y 18 de agosto de 2016	Cuenca prioritaria
Mantaro	22, 23 y 24 de agosto de 2016	Cuenca prioritaria
Huallaga	15, 16 y 17 de agosto de 2016	Cuenca prioritaria
Urubamba	29, 30 y 31 de agosto de 2016	Cuenca prioritaria
Nanay	30 y 31 de agosto y 1 de septiembre de 2016	Es el río seleccionado como río representativo de la cuenca modelo, pero al recibir descargas desde la cuenca de un río grande (Amazonas), la forma de inundaciones en la ciudad de Iquitos, etc. situada en su cuenca tiene características diferentes de otras cuencas. También había una petición de la ANA, por lo que se efectuó el reconocimiento de campo

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

6.3 Resultado del reconocimiento de campo

A continuación se indicará el resultado del reconocimiento de campo resumido por cuencas. El resultado de las entrevistas efectuadas en el reconocimiento de campo será uno de los materiales básicos para el análisis de escorrentía y de crecidas del Capítulo 7 y la formulación de proyectos de prevención de desastres en las cuencas prioritarias y cuencas modelo del Capítulo 9.

6.3.1 Cuenca de los ríos Piura y Chira

(1) Implementación del proyecto de control de inundaciones en la cuenca de los ríos Piura-Chira

En los ríos Piura y Chira están construidos diques como medidas contra inundaciones y según algunas opiniones no se han generado daños de inundaciones por desbordamientos de los ríos en las últimas décadas. Según el “Estudio preparatorio del Programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones”, algunos tramos responden a la inundación con el período de retorno de 50 años mediante la construcción de diques, etc. Estos detalles se considerarán en el “análisis de escorrentía y de crecidas” que se efectúa en el Capítulo 7. Asimismo, en el “análisis de inundaciones -escorrentía” del Capítulo 7 se tomaron en cuenta los resultados del reconocimiento en campo ejecutado después de las inundaciones de 2017 del que se describe en el el Capítulo 13.

(2) Generación de inundaciones en la cuenca Piura –Chira por inundación interior del dique

Mediante la entrevista con las personas relacionadas con el gobierno regional se ha aclarado que actualmente el problema de inundaciones de la ciudad de Piura se concentra en inundaciones interiores del dique (el sistema de drenaje es insuficiente o afluentes pequeños se desbordan).

Sin embargo, es posible que el análisis por el modelo RRI que se realiza en el Capítulo 7 no esclarezca los daños exactos de dichas inundaciones, etc. Por lo tanto, es necesario considerarlo separadamente según las necesidades.

(3) Estado de la inundación de 1988 en la cuenca Piura-Chira

Se entrevistó a las personas relacionadas locales sobre el estado de la inundación de 1988 (véanse las fotos del estado de la inundación de entonces). Según dichas personas, las zonas bajas de la ciudad de Piura quedaron inundadas. Pero, el centro de la ciudad no sufrió inundaciones gracias a los diques construidos hasta entonces.

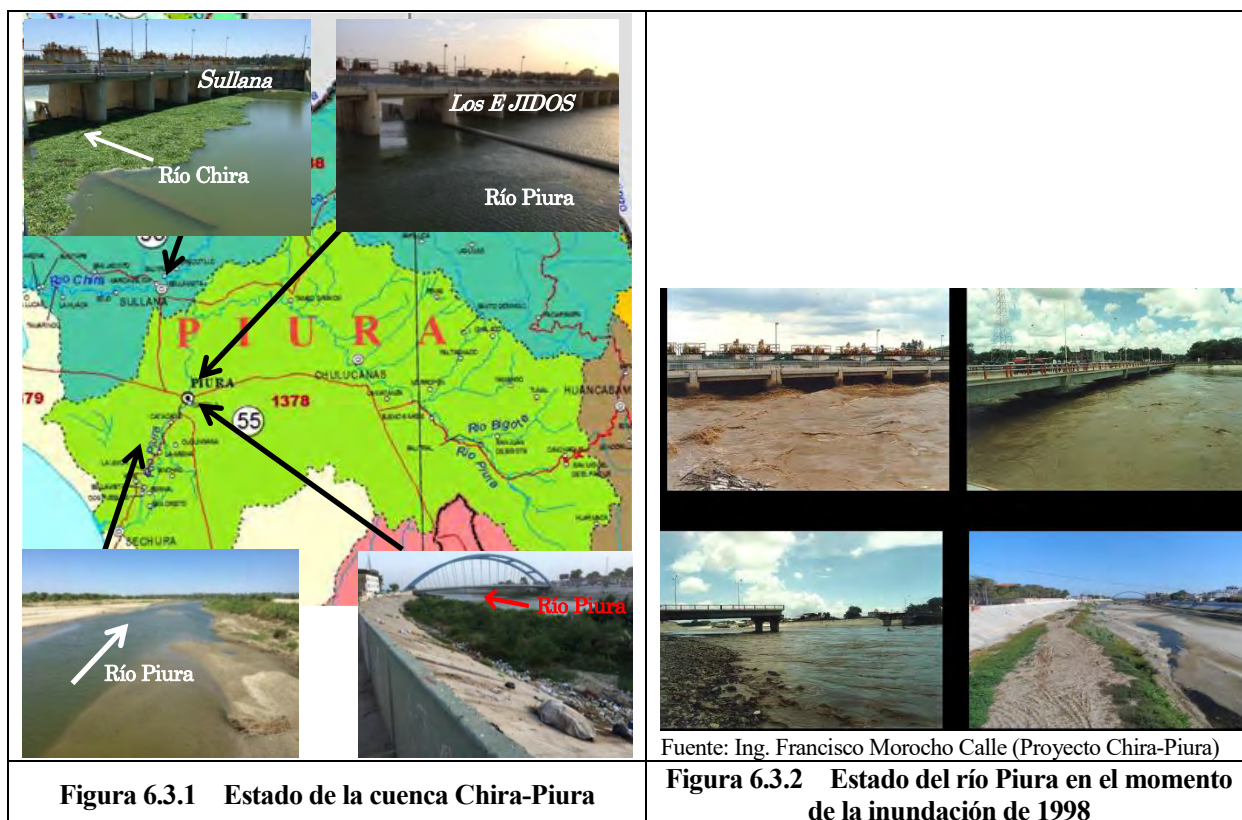


Figura 6.3.1 Estado de la cuenca Chira-Piura

Figura 6.3.2 Estado del río Piura en el momento de la inundación de 1998

6.3.2 Cuenca del río Rímac

(1) Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Rímac

En cuanto al curso principal del río Rímac, frecuentemente se generan daños de inundaciones en el curso superior y medio. Por otra parte, en cuanto a El Callao situado en el curso más bajo del río, el riesgo de inundaciones es bajo, puesto que a pensar de ser tierra baja están contruidos muros de hormigón a lo largo del río.

En la siguiente Tabla 6.3.1 se resumen las zonas que siempre sufren daños por inundaciones en el curso principal del río Rímac.

Tabla 6.3.1 Resumen de los daños por inundaciones en el curso principal del río Rímac

Municipalidad	Nombre del lugar	Estado de inundaciones
Matucana	Guaripache	El río Rímac se desborda en un tramo de unos 1000 m, azotando a unas 50 familias.
San Mateo	Píte	El río Rímac se desborda en un tramo de unos 800 m, azotando a unas 100 familias. Alrededor del kilómetro 95 de la carretera nacional se generó una inundación de gran escala en 1998. Cuando se generan inundaciones, 2 puentes quedan intransitables.
	Sucro	La erosión de las riberas es grave.
Santa Eulalia	-	A lo largo del río Rímac hay una toma de agua del grifo, la cual sufre daños en caso de inundaciones. Unas 7000 familias son afectadas por los daños a esta fuente de suministro de agua.
	-	Algunos sitios cuentan con dique/protección de la ribera como medidas contra inundaciones, pero debido a los daños por la erosión está en aumento el riesgo de inundaciones y el riesgo de daños a los puentes.

Municipalidad	Nombre del lugar	Estado de inundaciones
Chosica	María Parado de Bellido	Se construyeron diques y protección de la libera como medidas contra inundaciones, pero debido a los daños por la erosión otra vez está en aumento el riesgo de inundaciones. Se calcula que actualmente unas 500 familias pueden sufrir daños por inundaciones.
Chaclacayo	Hijo de Santa Ines	Cuando se generan inundaciones, los alrededores quedan anegados. Actualmente, el Ministerio de Vivienda efectúa la excavación del lecho del río.
	Alrededores del puente Bayli	Habitantes ilegales reducen el canal del río.

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

Asimismo, se pudo confirmar que el flujo de lodo y arena provenientes de las pequeñas cuencas (quebradas) verificadas a través de las entrevistas, afectaba a los 2 sitios del río Rímac, los cuales están señalados en la siguiente Tabla 6.3.2.

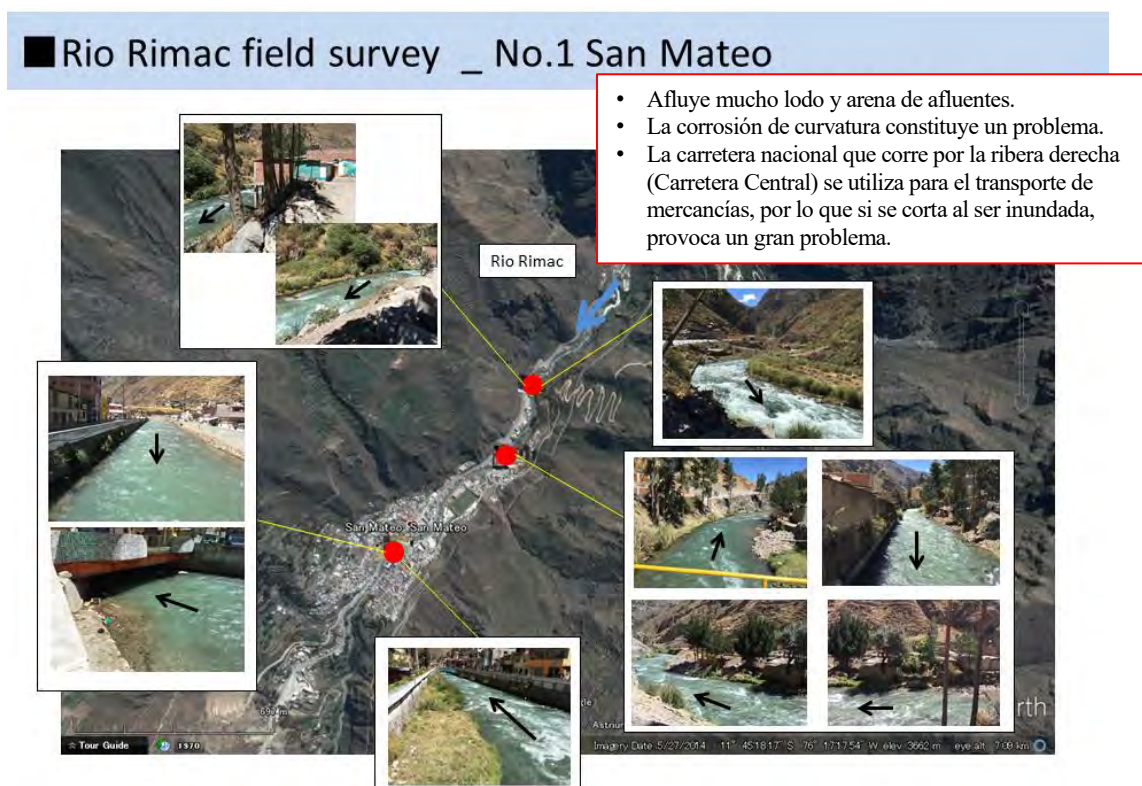
Tabla 6.3.2 Zonas del río Rímac donde se generan frecuentemente daños por sedimentos provenientes de las pequeñas cuencas (quebradas)

Municipalidad	Quebrada	Estado de daños
Matucana	Paiwa	Se genera y derrama mucho lodo y arena, afectando a los alrededores.
	Chukumayo	Se genera y derrama mucho lodo y arena, azotando frecuentemente a unas 70 familias del barrio de Wariquina ubicado en el curso inferior del río Rímac.
Chosica	Rayos del Sol	Debido a la erosión unas 200 familias están expuestas al riesgo.

Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

(2) Resumen de los daños por inundaciones

Las siguientes Figuras 6.3.3 a 6.3.9 son las que resumen los daños por inundaciones en el río Rímac.



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.3 Estado de las riberas del río Rímac

■ Rio Rimac field survey _ No.2 Matucana



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.4 Estado de las riberas del río Rímac

■ Rio Rimac field survey _ No.3 Suruco



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.5 Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Suruco

■ Rio Rimac field survey _ No.4 San Bartolome



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.6 Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de San Bartolome

■ Rio Rimac field survey _ No.5 Chosica



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.7 Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Chosica

■ Rio Rimac field survey _ No.6 Chaclacayo



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.8 Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Chaclacayo

■ Rio Rimac field survey _ No.7 Ate



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.9 Estado de las riberas del río Rímac que se encuentran alrededor de Ate

6.3.3 Cuenca del río Ica

(1) Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Ica

Según La AAA competente, la cuenca del río Ica se divide en 2 zonas de acuerdo con las características de los daños por inundaciones. Una es la zona Ica, que sufre daños de inundaciones del río, y la otra es la zona Ocuñaga, que sufre daños por el mal drenaje.

La capacidad de flujo actual del río Ica es de aproximadamente 300m³/s por término medio. Pero, en caso de lluvia torrencial se supone que fluye 700m³/s de agua. En la inundación de 1998, 15 000 viviendas sufrieron daños.

Actualmente la AAA competente ve que los 2 barrios indicados en la siguiente tabla son los barrios con el mayor riesgo de inundaciones.

Tabla 6.3.3 Barrios con alto riesgo de inundación en la cuenca del río Ica que reconoce la AAA competente

Nombre del área	Explicación
Santiago	Los campos agrícolas ubicados alrededor del puente Cantara quedarán inundados. Se supone que no habrá daños en las viviendas.
Ocuñaga	Los alrededores del puente Tamboler tienen alto riesgo de inundaciones. Principalmente los campos agrícolas quedarán inundados. Los habitantes locales desean una protección de la ribera hecha con gaviones, más que la protección de hormigón.

Fuente: Equipo de Estudio

Asimismo, el curso inferior del río Ica sufre daños por la sal, aunque no se trata de daños por inundaciones.

(2) Proyectos de control de inundaciones que se implementan actualmente en la cuenca del río Ica

Actualmente, en septiembre de 2016, se implementan o planean los 2 siguientes proyectos en la cuenca del río Ica.

- Proyecto de Batea Comezango
- Proyecto de Casa Blanca

A continuación se describirá el resumen de cada proyecto.

(a) Proyecto de Batea Comezango

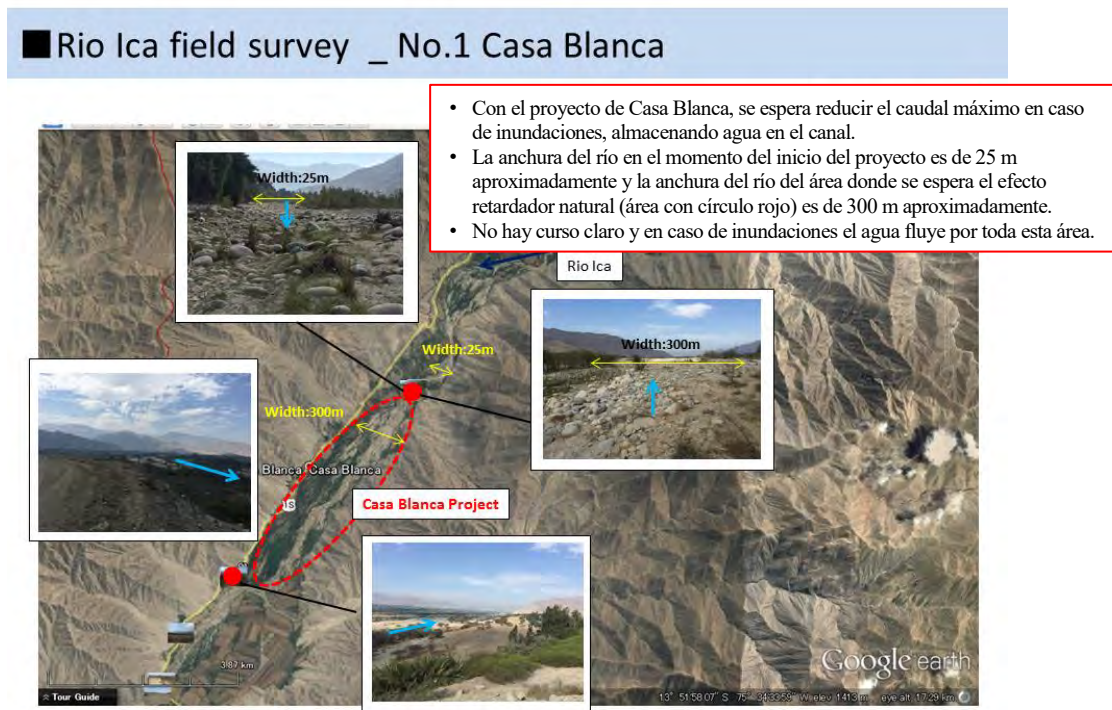
Este proyecto consiste en construir una presa retardadora y utilizar el agua acumulada para el riego después de la inundación. Está planeado construir 60 pequeños estanques en la ribera izquierda del barrio de Batea Comezango e instalar en cada estanque una entrada y una salida con puerta, y aprovechar al máximo el agua acumulada. Ya se han iniciado obras de excavación. El costo total del proyecto es de 1 millón de USD.

(b) Proyecto de Casa Blanca

Este proyecto también consiste en construir una presa retardadora, pero es un proyecto de mayor magnitud que el proyecto de Batea Comezango. Se suponen 8 millones de USD como costo total del proyecto. Está planeado construir una presa retardadora de 300 m de ancho, 7 km de largo y 3 m de profundidad efectiva. Actualmente se encuentra en la etapa de medición de la tierra y todavía no se han iniciado las obras.

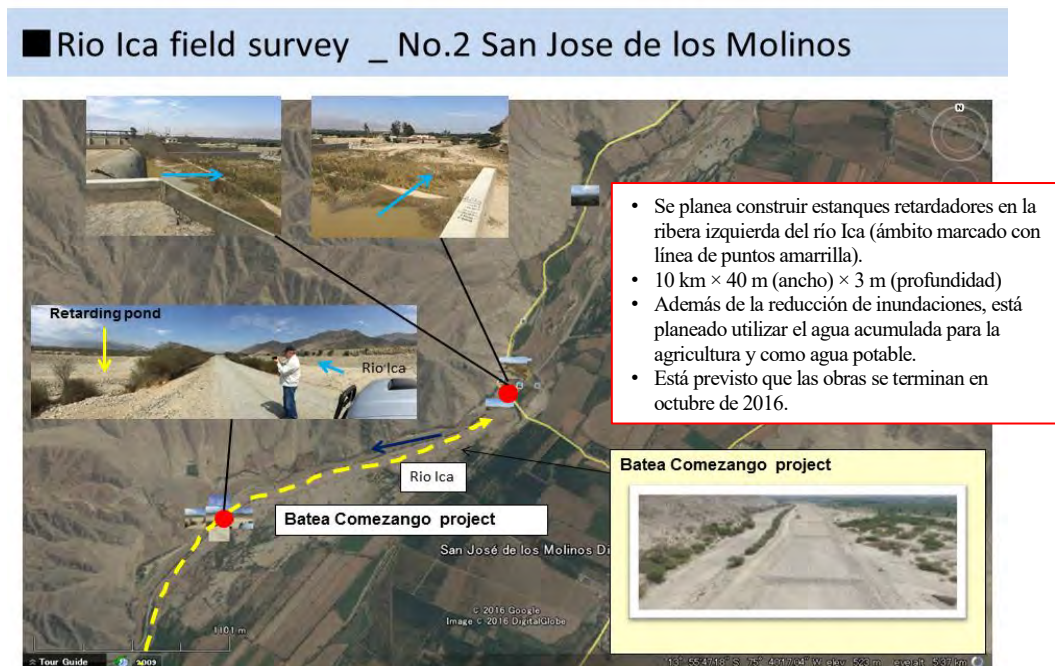
(3) Resumen de los daños por inundaciones y proyectos de control de inundaciones

Las siguientes Figuras 6.3.10 a 6.3.14 son las que resumen los daños por inundaciones y proyectos de control de inundaciones en el río Ica.



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.10 Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Casa Blanca



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.11 Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de San José de los Molinos

■ Rio Ica field survey _ 3. San Juan Bautista



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.12 Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de San Juan Bautista

■ Rio Ica field survey _ 4. Santiago



Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.13 Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Santiago

■ Rio Ica field survey _ 5. Ocucaje



- Cerca del puente hay un dique, pero es viejo y está roto.
- Además, solamente unos metros están protegido por el dique, por lo que en caso de inundaciones los daños se extienden hasta los campos agrícolas.

Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio a partir de una figura original de Google Earth

Figura 6.3.14 Estado de las riberas del río Ica situadas alrededor de Ocucaje

6.3.4 Cuenca del río Huallaga

(1) Estado de daños por inundaciones en la actual cuenca del río Huallaga

El río Huallaga objeto del presente estudio, está gestionado por la AAA Hullaga, y además, está gestionado por 5 ALA competentes de acuerdo con la división del curso. Entre estas, la ALA llamada Huallaga Central, gestiona el mayor número de canales (alrededor del 42%). Dentro de la cuenca hay muchos activos y en los últimos años se generan muchos daños por inundaciones.

En la jurisdicción de la ALA Huallaga Central las 2 siguientes áreas son las áreas donde se generan inundaciones frecuentemente:

- Río Cisa
- Área ribereña del curso principal del río Hullaga (Picota – Bellavista)

A continuación se presentarán fotos de los sitios que sufren siempre daños de inundaciones.

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	7	04	6.612	256.9
	Lon.	76	35	8.0339	
Comentario: En la inundación de 2015 el río se desbordó por esta ribera.					
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	6	59	34.68	238.5
	Lon.	76	25	4.2299	
Comentario: En la inundación de 2015 hasta el centro de la ciudad quedó inundado.					

Figura 6.3.15 Estado de daños por la inundación del curso principal del río Huallaga

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	7	04	6.612	256.9
	Lon.	76	35	8.0339	
Comentario: En la inundación de 2015 el río se desbordó por esta ribera.					
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	6	59	34.68	238.5
	Lon.	76	25	4.2299	
Comentario: En la inundación de 2015 hasta el centro de la ciudad quedó inundado.					

Figura 6.3.16 Estado de daños por la inundación del curso principal del río Huallaga

6.3.5 Cuenca del río Mantaro

En el río Mantaro, se generan frecuentemente daños por inundaciones en Huancayo, ciudad principal del centro de la cuenca, y en el área ribereña del barrio de Jaura. Además, en el curso superior y medio la pendiente del río es abrupta y tienden a generarse corrientes, provocando el problema de erosión en las riberas.

El estado de daños por inundaciones en el río Mantaro se presenta en la siguiente Tabla 6.3.4.

Tabla 6.3.4 Resumen de los daños por inundaciones del río Mantaro

Municipalidad	Nombre del lugar	Estado de inundaciones
Chupaca	Huamancaca	La frecuencia de generación de inundaciones no es alta, pero se generan daños en caso de inundaciones anormales como El Niño. La profundidad máxima del canal del río en caso de inundaciones llega a unos 10 m. Hasta cierto grado están contruidos diques por parte del gobierno regional. Las viviendas ilegales construidas a lo largo del río se han convertido en un problema.
	Huayucachi	Se observan muchos casos de abandono ilegal de lodo y arena para la construcción, lo cual impide que la inundación corra hacia abajo.
Concepcion	Mito	Es un área donde se generan frecuentemente daños por inundaciones y la zona agrícola situada a lo largo del río queda anegada. Las inundaciones representativas se generaron en 1998 y 2010. Se observan muchos casos de abandono ilegal de lodo y arena para la construcción, lo cual impide que la inundación corra hacia abajo. También es un problema la pérdida de campos agrícolas debido a la erosión de las riberas.
Jaura	Huaripampa	Es un área que sufre siempre inundaciones y hasta cierto grado está avanzando la construcción del dique por parte del gobierno regional.
	Parco	Casi todos los años se generan daños por inundaciones y muchas viviendas ubicadas en los alrededores quedan anegadas. Asimismo, la autopista principal que corre cerca, también, queda anegada con frecuencia.

Tabla: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Las siguientes Figuras 6.3.17 a 6.3.20 son las que resumen los daños por inundaciones en el río Mantaro.

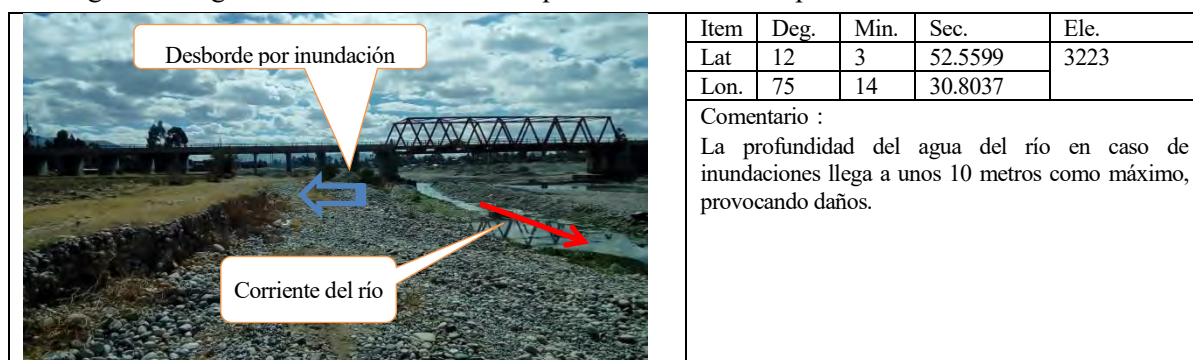


Figura 6.3.17 Estado de Huamancana, río Mantaro



Figura 6.3.18 Estado de Mito, río Mantaro

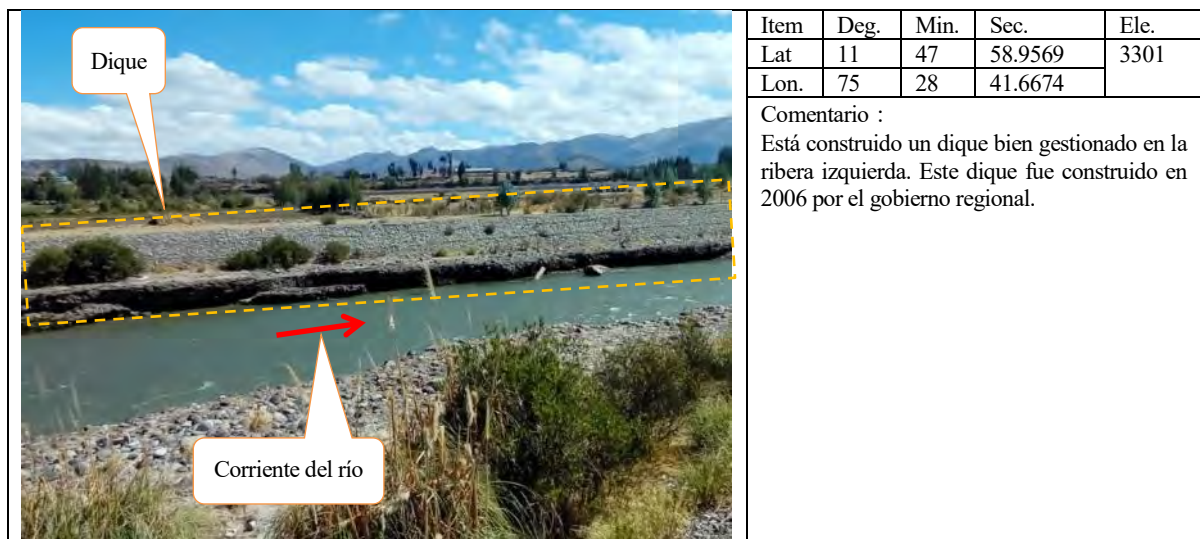


Figura 6.3.19 Estado de Huaripampa, río Mantaro

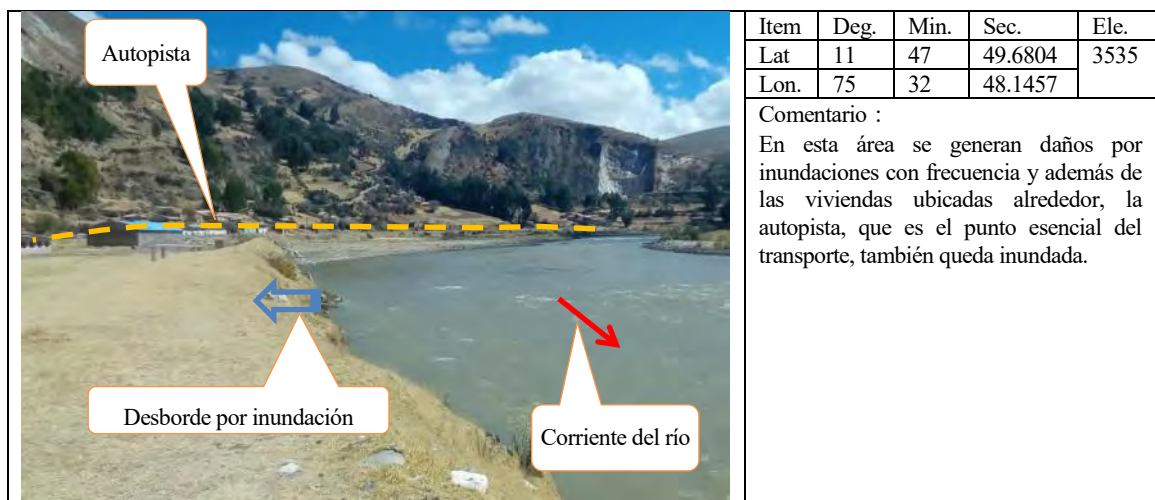


Figura 6.3.20 Estado de Parco, río Mantaro

6.3.6 Cuenca del río Urubamba

En la cuenca del río Urubamba, hubo graves daños por inundaciones en 2010. Tras la inundación, se desarrollaron de manera parcial obras para mitigar las inundaciones por el gobierno local. En la cuenca, los desastres por sedimentos en pequeños afluentes se reconocen como un problema importante.

Se resume la situación de daños por inundaciones en la cuenca del río Urubamba en la Tabla 6.3.5.

Tabla 6.3.5 Resumen de los daños por inundaciones del río Urubamba

Municipalidad	Distrito / Nombre del río	Situación de daños
Quispicanchi	Río Lucre	En 2010, el río Lucre fue afectado por una gran inundación. Después, se instalaron muros de contención de hormigón en secciones importantes del río. Los organismos involucrados no pueden ensanchar el canal del río debido a la oposición de los habitantes que viven en la ribera del canal del río para que sean trasladados.
	Quebrada Huaro	Esta quebrada ha causado a menudo huaycos.
	Río Vilcanota	A lo largo del río Vilcanota, existen áreas de mucho riesgo de inundación, en los puntos que se inundaron en 2010.
Quiquijana	Quebrada Huaraypata	Esta quebrada también ha causado huaycos. El huayco más fuerte ocurrió en 2010. El campo de cultivo a lo largo de la quebrada es una tierra muy propicia para cultivar flores y verduras para fines comerciales.
Canchis	Sicuani	El puente fue dañado por inundaciones en 2010 y 2015. AAA y ALA Sicuani recomendaron dragar el canal del río, pero el ancho del canal no fue diseñado para ello.
	Malangani	En esta sección se ha estrechado el canal. El gobierno municipal ha construido un estudio y un espacio de recreo en un terreno llano inundable.
Calca	Pisac	En Pisac, la inundación de 2010 provocó graves daños por el desborde del agua del río. Después de este evento, entre 2011 y 2014 se construyeron muros de escollera verticales.
Urubamba	Huaullay Bamba	En 2010, en la sección estrecha del río Vilcanota se desbordó por la inundación. Tras la inundación de 2010, los habitantes de la ribera del canal construyeron muros de protección contra inundaciones y llevaron a cabo otras medidas a pequeña escala. AAA y ALA recomendaron obras de canales y protección de taludes en un tramo de 1km en esta zona.

Fuente : Equipo de Estudio de JICA

Las siguientes Figuras 6.3.21 a 6.3.28 son las que resumen los daños por inundaciones en el río Urubamba.

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	38	9.1019	3113.9
	Lon.	71	44	14.766	
Comentario: El muro de contención de hormigón se construyó tras la inundación de 2010. Se han llevado a cabo obras de excavación en la ribera del río por el gobierno local.					

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	38	16.7699	3125.9
	Lon.	71	44	22.0199	
Comentario: Igual que se menciona arriba. Las obras de excavación en la ribera del río fueron recomendadas por AAA y ALA.					

Figura 6.3.21 Situación de daños por inundación en el río Lucre, afluente del río Urubamba

Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
Lat	13	41	24.9119	3189.6
Lon.	71	38	35.7800	

Comentario:

Los muros en ambos lados se construyeron tras la inundación de 2010.

Vista desde la carretera río arriba.

Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
Lat	13	41	24.786	3170.2
Lon.	71	38	35.706	

Comentario:

Igual que se menciona arriba.

Vista desde la carretera río abajo.

Figura 6.3.22 Situación de daños por inundación en la quebrada Huaro, afluente del río Urubamba

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	43	47.4959	3147.3
	Lon.	71	36	5.1240	
	Comentario: La inundación de 2010 causó daños en esta zona.				

Figura 6.3.23 Situación de daños por inundación en el río Vilcanota, afluente del río Urubamba

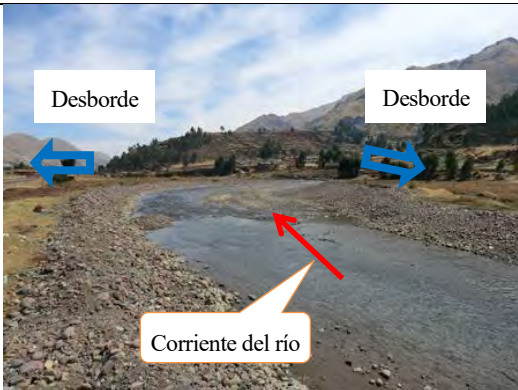
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	45	54.6900	3297.7
	Lon.	71	35	58.1520	
	Comentario: Vista de la quebrada de río abajo a río arriba				
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	46	3.1680	3312.3
	Lon.	71	35	32.4420	
	Comentario: Cultivo de verduras y flores que se ha de proteger.				

Figura 6.3.24 Situación de daños por inundación en la quebrada Huaraypata, afluente del río Urubamba

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	14	22	55.8119	3750
	Lon.	71	08	14.2740	
Comentario: En 2010, las zonas agrarias situadas en llanuras aluviales fueron inundadas.					

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	14	22	55.8720	3750
	Lon.	71	08	14.5020	
Comentario: Igual que en la foto anterior. Los agricultores que viven en esta zona dicen que en la temporada de lluvias, los estudiantes no pueden ir a la escuela debido a que el puente está dañado. El puente se construyó en la década de los 80.					

Figura 6.3.25 Situación de daños por inundación en el distrito Sucani en la cuenca del río Urubamba

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	14	21	18.6959	3687.1
	Lon.	71	10	18.6959	
	Comentario: En la inundación de 2010, todas las zonas de cultivo estaban inundadas.				

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	14	21	18.6900	3686.1
	Lon.	71	10	1.7699	
	Comentario: Se ha comenzado el desarrollo empezado por el gobierno local en los terrenos llanos inundables				

Figura 6.3.26 Situación de daños por inundación en el distrito Malangani en la cuenca del río Urubamba

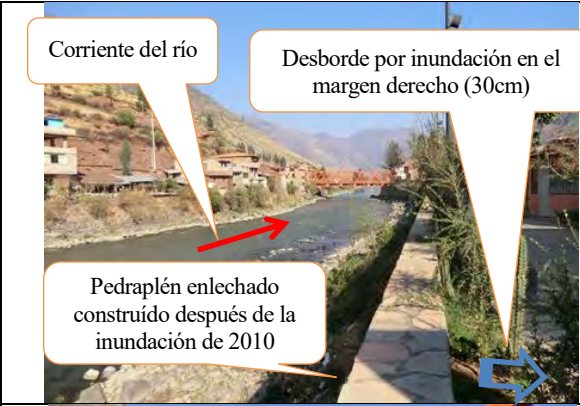
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	25	25.5179	2966.4
	Lon.	71	50	57.9899	
	Comentario: La anchura del canal del río en esta sección es de aproximadamente 40 m. Con la inundación, se desbordó el río del margen porque no había muros de contención en 2010.				
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	25	24.7920	2997
	Lon.	71	51	3.9720	
	Comentario: El puente viejo sufrió graves daños por la inundación de 2010, así como la comisaría cercana. Debido a ello, el puente nuevo que aparece en la foto se construyó en 2014. La longitud del nuevo puente es de 30 m.				

Figura 6.3.27 Situación de daños por inundación en el río Pisac, afluente del río Urubamba

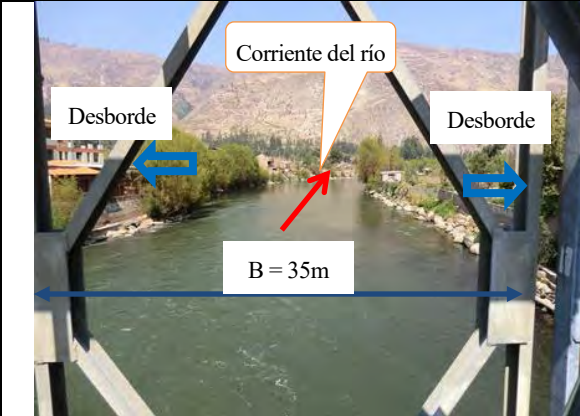
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	20	7.8899	2886
	Lon.	72	03	46.7999	
	Comentario: Anchura del río: 35 metros. Los habitantes se oponen a ser trasladados.				
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	13	20	7.9740	2899.3
	Lon.	72	03	46.4159	
	Comentario: Los habitantes viven a lo largo del estrecho margen del río y no aceptan un traslado de vivienda.				

Figura 6.3.28 Situación de daños por inundación en el distrito Huaullay Bamba en la cuenca del río Urubamba

6.3.7 Cuenca del río Nanay

(1) Estado de daños por inundaciones en la cuenca del río Nanay

La elevación del nivel de agua del río Nanay se provoca por descargas desde el curso principal del Amazonas y el estado de alto nivel de agua continúa durante meses. El casco urbano de Iquitos se ubica sobre un terreno alto, y en parte gracias a esto, el riesgo de inundación es bajo, pero los pueblos que se encuentran en sus alrededores sufren daños de inundaciones casi todos los años.

El estado de daños por inundaciones en la cuenca del río Nanay se presenta en la siguiente Tabla 6.3.6.

Tabla 6.3.6 Resumen de los daños por la inundación del río Nanay

Municipalidad	Nombre del lugar	Estado de inundaciones
Iquitos	Calle Putumayo	Las corrientes de inundación desde el río Nanay llegan y la profundidad alcanza unos 5 metros.
	Morona Cocha	En caso de inundaciones el nivel de agua llega hasta justo debajo de la carretera situada en un terreno elevado y muchos pueblos quedan inundados casi todos los años.
	Pampachica	A lo largo del río Nanay se encuentran pueblos y en caso de inundaciones casi todas las viviendas quedan inundadas.

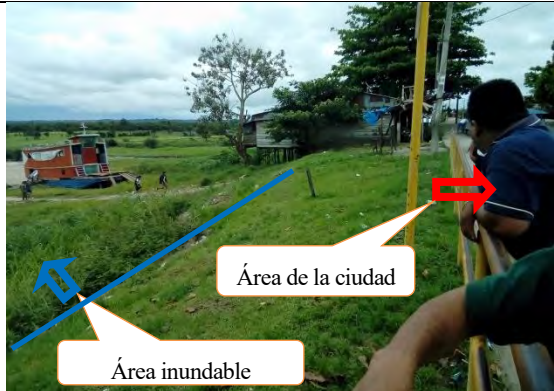
Fuente: Tabla elaborada por el Equipo de Estudio

Las siguientes Figuras 6.3.29 a 6.3.31 son las que resumen los daños por inundaciones en el río Nanay.



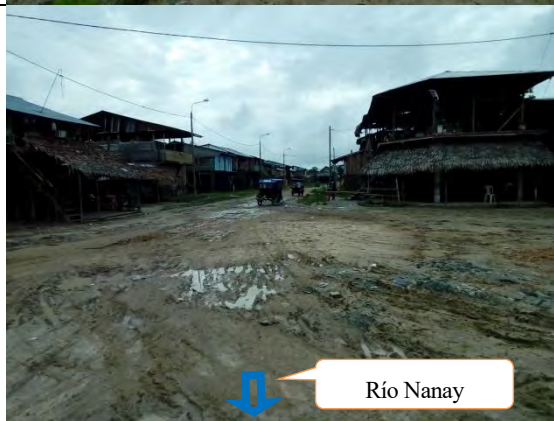
Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 6.3.29 Estado de daños en la calle Putumayo por la inundación del río Nanay

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	73	15	55.8105	106
	Lon.	3	44	41.9824	
	Comentario: Las corrientes de inundación llegan hasta 1 m más bajo que el casco urbano ubicado sobre un terreno elevado, pero el casco urbano no queda inundado.				
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	73	15	55.8105	106
	Lon.	3	44	41.9824	
	Comentario : En el área siempre atacada por inundaciones, se encuentran muchas viviendas.				

Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 6.3.30 Estado de daños en Morona Cocha por inundaciones del río Nanay

	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	73	16	48.1604	101
	Lon.	3	45	04.4819	
	Comentario: A lo largo del río Nanay se encuentran pueblos y en caso de inundaciones casi todas las viviendas de los pueblos quedan anegadas. En esta área está planeada la construcción de un dique por parte de la ciudad de Iquitos.				
	Item	Deg.	Min.	Sec.	Ele.
	Lat	73	16	47.6660	101
	Lon.	3	45	04.7163	
	Comentario: En caso de inundaciones casi todas las viviendas del pueblo y el camino central quedan inundados.				

Fuente: Figura elaborada por el Equipo de Estudio

Figura 6.3.31 Estado de daños en Pampachica por inundaciones del río Nanay

(2) Proyecto de control de inundaciones en la cuenca actual del río Nanay

En Pampachica se promueve el proyecto de control de inundaciones (Título del proyecto: Defensa Riverena Asentamiento Humano Porvenir y Pampachica) por parte de la ciudad de Iquitos y está programado construir un dique de 1864 m. El costo del proyecto es de 1,2 millones de soles aproximadamente.

Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Escorrentía

7.1 Políticas básicas para el análisis de la inundación-escorrentía

En el presente Estudio se realizará el análisis de inundaciones para examinar de forma resumida los posibles tipos de medidas de prevención de inundaciones, sus escalas y efectos en las cuencas prioritarias y cuencas modelo. Para tal efecto es necesario prestar atención a los siguientes puntos.

- ✓ Representar adecuadamente la inundación y la escorrentía originadas por las crecidas de los ríos montañosos, debido a que casi todas las cuencas de la vertiente del pacífico se extienden desde una vertiente empinada hacia la llanura plana (abanico aluvial).
- ✓ Representar adecuadamente las características de la inundación y de la escorrentía y del fenómeno de inundaciones en las cuencas de grandes extensiones con importantes remansos naturales como la cuenca del Amazonas.
- ✓ Poder analizar el fenómeno de inundaciones incluso en los ríos sobre los cuales no existen datos de corte transversal.
- ✓ Considerar el aprovechamiento de los datos globales (datos de satélite sobre elevación y datos de cobertura de tierra, etc.) debido a que en algunas cuencas objeto del análisis se carece de datos de observaciones hidrológicas (precipitación, nivel de agua y caudal) e información topográfica.
- ✓ Utilizar un software de fácil uso y excelente operatividad para que los funcionarios de la ANA puedan realizar en el futuro desde su propia perspectiva los análisis que contribuyan a las decisiones de las políticas.

Tomando en cuenta los requisitos arriba mencionados, se plantea como base el uso del Modelo de Lluvia-Escorrentía-Inundación (Modelo RRI) desarrollado y mantenido por el Centro Internacional de Desastres de Agua y Gestión de Riesgos (ICHARM) de Japón.

El Modelo RRI es un modelo distribuido que analiza de manera integrada el proceso desde la escorrentía del río hasta la inundación teniendo como datos de entrada la precipitación. Analizar la escorrentía de aguas pluviales y el fenómeno de inundaciones de manera integrada sobre una misma malla de cálculo en 2D, permite la representación del fenómeno de escorrentía-inundación en las zonas de llanura baja, que resulta difícil reproducir con un modelo distribuido de escorrentía común. También es posible lograr un análisis de alta precisión aún en las zonas montañosas que albergan fondos de valles, determinando adecuadamente el tamaño de la malla de cálculo.

Sin embargo, en virtud de que el Modelo RRI analiza asumiendo una sección transversal rectangular del río, existen algunos casos en que su aplicación resulte difícil para conocer detalladamente el nivel de agua dentro del cauce, o para evaluar el perfil de la sección transversal necesaria del río mejorado. Tomando en cuenta esta desventaja, se revisó la posibilidad de aplicar otro programa de análisis de inundaciones en los

ríos donde ya se ha ejecutado el levantamiento transversal y que requieren de un análisis más detallado de inundaciones. Sin embargo, en vista de que no existían los ríos con datos completos del cauce en la cuenca en su conjunto, se optó finalmente por aplicar el Modelo RRI para todas las cuencas.

7.2 Condiciones de la simulación del análisis de la inundación-escorrentía

A continuación, se presentan las condiciones del análisis de la escorrentía de inundación en la siguiente tabla Tabla 7.2.1 y la lista de casos de cálculo de análisis de la escorrentía de inundación, en la Tabla 7.2.2.

Tabla 7.2.1 Políticas básicas para el análisis de inundación-escorrentía

Ítems	Contenido	Razones para las políticas
Descarga de escorrentía desde la parte alta de la cuenca	Para cuencas de río que están compuestas por sub-cuencas tales como el Huallaga y el Ramis, estas sub cuencas se simulan de manera integral para reproducir procesos de escorrentía más precisos.	Para reproducir procesos de escorrentía e inundación más precisos a lo largo de la cuenca del río.
Nivel del agua en la parte baja al final de la cuenca	En la simulación de los afluentes del río Amazonas, como el río Nanay, el nivel de agua registrado durante el periodo de inundación es dado como condición limite menor.	Considerar el efecto de remanso del río Amazonas.
Resolución espacial del análisis de inundación	Básicamente depende del tamaño del área de captación.	Tamaño apropiado a la cuadrícula es dado considerando la compensación entre la resolución especial y el tiempo de cómputo.
Data de elevación de la planicie inundable	Básicamente se aplica ASTER GDEM, el cual es de data satelital de elevación y es conectado usando otras fuentes de data como el SRTM en caso de que la reproducibilidad del curso del río no sea suficiente.	Es data global la cual es de disponibilidad gratuita y ha sido ya utilizada por la ANA.
Data de corte transversal	Primero es estimado de manera automática por el Modelo RRI. Luego de ello se hacen los ajustes basados en imagines aéreas y resultados de los s de cortes transversales de haberlos. Condiciones actuales del dique también se reflejan en las simulaciones siempre que se puedan confirmar a través de fotografías y reconocimiento de campo.	Se estima basado en la relación entre el área de captación, el ancho del río, la profundidad del río ya que en la mayoría de casos en las cuencas objetivo se carece de data de corte transversal.
Data de corte transversal detallado	Para algunas cuencas priorizadas, se utiliza data satelital de elevación más detallada (AW3D) con resolución de 2m x 2m (mas preciso que el ASTER) se utiliza para considerar condiciones mas precisas del canal del río y de las condiciones del dique.	Para mejorar la precisión de la simulación en algunas áreas objetivo que ANA considere importantes como “Puntos Críticos” al importar información más detallada sobre las condiciones del río.
Cobertura de tierra	Se adopta Data MODIS 2008 : información mundial sobre cobertura de tierra del 2008 con resolución 500m x 500m, la cual es automáticamente condicionada por el Modelo RRI.	Data global, la cual es disponible de manera gratuita y es de fácil uso.
Parámetro de rugosidad del canal del río	Se da de acuerdo a los documentos existentes (ver Tabla 7.2.4) luego de verificar las condiciones del río a través de imagenes aéreas.	Adoptar valores estándar generalmente aplicados en el Japón
Parámetro de rugosidad tierra adentro	Se da de acuerdo al documento existente (ver Tabla 7.2.5) tomando en consideración la variedad de condiciones del uso de tierra en la cuenca	Considerar las características de la rugosidad por el tipo de uso de suelo.

Ítems	Contenido	Razones para las políticas
Parámetro de infiltración	Se da de acuerdo al documento existente (ver Tabla 7.2.6) por tipo de suelo.	Considerar las características de la permeabilidad por tipo de suelo.
Otros parámetros (porosidad del suelo, etc...)	Se adoptan valores estándar empleados por el Modelo RRI	Es difícil poder verificar la validez de estos parámetros, también los parámetros tienen poca influencia en el resultado del análisis.

«Expresión relacional entre el área de captación, el ancho del río y la profundidad del río»

Como indica la tabla de arriba, el Modelo RRI hace la estimación de acuerdo con la expresión basada en experiencias, suponiendo que la forma del corte transversal es rectangular. O sea, la relación entre el área de captación A [km²], el ancho del río W [m] y la profundidad del río D [m] del sitio objeto se expresará como se muestran en las siguientes expresiones (1) y (2).

$$W = C_w A^{S_w} \dots (1)$$

$$D = C_D A^{S_D} \dots (2)$$

Aquí, C_w , S_w , C_D y S_D son parámetros que se definen según las características del canal del río, y en el presente Estudio, se determinarán confirmando el ancho del río del sitio objeto de acuerdo con los resultados obtenidos en el reconocimiento en campo y con las fotos proporcionadas por la ANA y las fotos aéreas disponibles en Internet (por ejemplo, Google Earth, etc.).

Tabla 7.2.2 Lista de casos de simulación

Nombre del río		Probabilidad de precipitación (periodo de retorno)						Cuencas de río priorizadas	Cuencas de río modelo
		2 años	5 Años	10 años	25 años	50 años	100 años		
(1)	Biabo	●	●	●	●	●	●		●
(2)	Locumba	●	●	●	●	●	●		●
(3)	Chancay-Lambayeque	●	●	●	●	●	●		●
(4)	Huallaga	●	●	●	●	●	●	●	●
(5)	Nanay	●	●	●	●	●	●		●
(6)	Ramis	●	●	●	●	●	●		●
(7)	Rímac	●	●	●	●	●	●	●	●
(8)	Chira	●	●	●	●	●	●	●	●
(9)	Piura	●	●	●	●	●	●	●	●
(10)	Urubamba	●	●	●	●	●	●	●	●
(11)	Ica	●	●	●	●	●	●	●	●
(12)	Mantaro	●	●	●	●	●	●	●	●

Tabla 7.2.3 Resolución espacial del análisis de inundación – escorrentía para cada cuenca de río

Nombre de río		Resolución (m × m)	Cuencas de río priorizadas	Cuencas de río modelo
(1)	Biabo			●
(2)	Locumba	300m × 300m (10 sec)		●
(3)	Chancay-Lambayeque	900m × 900m (30 sec)		●
(4)	Huallaga	300m × 300m (10 sec)	●	●
(5)	Nanay	200m × 200m (6.6 sec)		●
(6)	Ramis	600m × 600m (20 sec)		●
(7)	Rímac	180m × 180m (6 sec)	●	●

Nombre de río		Resolución (m × m)	Cuencas de río priorizadas	Cuencas de río modelo
(8)	Chira	180m × 180m (6 sec)	●	●
(9)	Piura	180m × 180m (6 sec)	●	●
(10)	Urubamba	480m × 480m (16 sec)	●	●
(11)	Ica	180m × 180m (6 sec)	●	●
(12)	Mantaro	480m × 480m (16 sec)	●	●

Tabla 7.2.4 Parámetros de rugosidad recomendados por el manual del ingeniero civil en Japón

Tipo de canal	Valor n	Tipo de canal	Valor n
• Tubería		• Canal artificial abierto (sin revestimiento)	
Tubería de latón	0.009 – 0.013	Canal abierto de materiales de tierra (línea recta)	0.017 – 0.025
Tubería de hierro fundido	0.011 – 0.015	Canal abierto de materiales de tierra (línea curva)	0.023 – 0.030
Tubería de concreto	0.012 – 0.016	Canal hecho perforando roca (suave)	0.025 – 0.035
		Canal hecho perforando roca (gruesa)	0.035 – 0.045
• Canal abierto artificial (con revestimiento)		• Río natural	
Madera suave	0.010 – 0.014	Canal de forma uniforme con profundidad de agua	0.025 – 0.033
Concreto	0.012 – 0.018	Canal de forma uniforme con profundidad de agua con grava en el lecho del río y vegetación en la ribera	0.030 – 0.040
Mortero de sillar	0.013 – 0.017	Canal curvo rápidos	0.033 – 0.045
Mortero de escombros	0.017 – 0.030	Canal curvo con agua de poca profundidad	0.040 – 0.055
		Canal con vegetación acuática densa	0.050 – 0.080

Tabla 7.2.5 Parámetros de rugosidad por condiciones en tierra adentro

Condiciones en tierra adentro	Coficiente de Manning($m^{1/3} s$)
Terreno accidentado con áreas residenciales escalonadas	0.05
Terreno accidentado con 15% de área residencial	0.1 – 0.2
Espacios escalonados de cultivos de arroz y otros cultivos	0.2 – 0.4
Espacios escalonados de cultivos de arroz y otros cultivos con terreno accidentado en la parte alta de la cuenca y área urbana en la parte media y baja de la misma.	0.3 – 0.5
Área de montaña con bosque en buena condición.	0.4 – 0.8
50% de terreno accidentado, 20% de área urbana y 30% campo de arroz	0.6 – 1.1
Campo de arroz con malas condiciones de drenaje	1 – 3

Tabla 7.2.6 Parámetros de infiltración por manual de hidrología

Tabla de referencia: parámetros de infiltración de Grenn-Ampt para texturas de suelo			
Clase de textura de suelo	K_{sv} (m/s)	ϕ	S_f (m)
Arena	6.54E-05	0.437	0.0495
Franco arenoso	1.66E-05	0.437	0.0613
Arenoso limoso	6.06E-06	0.453	0.1101
Limoso	3.67E-06	0.463	0.0889
Franco limoso	1.89E-06	0.501	0.1668
Arenoso arcilloso limoso	8.33E-07	0.398	0.2185
Arcilloso limoso	5.56E-07	0.464	0.2088
Franco arcilloso limoso	5.56E-07	0.471	0.2730
Arenoso arcilloso	3.33E-07	0.430	0.2390
Franco arcilloso	2.78E-07	0.479	0.2922
Arcilloso	1.67E-07	0.475	0.3163

7.3 Calibración de los resultados del análisis de inundación-escorrentía

7.3.1 Validación de los resultados basados en la comparación con resultados de estudios pasados

(1) Análisis de precipitaciones

- Para verificar los resultados del análisis hidrológico e hidráulico realizado en el presente estudio,
- se realizará una comparación con las precipitaciones consideradas en
- el Estudio Preparatorio del Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones en la República del Perú (JICA) y
- el informe “Tratamiento de Cauces para el Control de Inundaciones (ANA), que son los estudios realizados en el pasado.

En cuanto a la comparación, es necesario que las cuencas a comparar tengan la misma duración de precipitación y las características de la precipitación sean similares, por lo que las cuencas objeto de la comparación serán del sistema hidrográfico del Pacífico cuya duración de precipitación es de 24 horas. Concretamente, son las siete cuencas seleccionadas para el presente Estudio indicadas en la En conclusión, aquí se decidió utilizar los valores obtenidos por el análisis de precipitación realizado en el presente Estudio que se aproximan a los caudales reales captados en las estaciones de monitoreo al realizar la calibración de los resultados de análisis de escorrentía utilizando el Modelo RRI, incluyendo los valores del río Chira cuyos valores no coincidían con los resultados del análisis de precipitación realizado en los estudios precedentes.

Tabla 7.3.1 y las siete cuencas seleccionadas en el estudio precedente.

Se puede decir que los resultados del análisis de precipitaciones del presente Estudio y los resultados de los estudios pasados, más o menos, coinciden, pero con respecto a la cuenca de Chira, la precipitación según la escala de probabilidad del estudio pasado de JICA es grande respecto a la del presente Estudio. En caso de la cuenca de Chira, las características de precipitaciones varían mucho por áreas: en el área con la menor precipitación la cantidad de precipitación es inferior a 50 mm aproximadamente y en el área con la mayor precipitación se registran alrededor de 1000 mm de precipitación. Mientras más bajo es el curso, menos precipitación se registra y mientras más alto es el curso y la altura, se registra más cantidad de precipitación. De acuerdo con lo anterior, se estima que la estación cuyos datos se adoptan influye considerablemente sobre los resultados del análisis de precipitaciones.

En conclusión, aquí se decidió utilizar los valores obtenidos por el análisis de precipitación realizado en el presente Estudio que se aproximan a los caudales reales captados en las estaciones de monitoreo al realizar la calibración de los resultados de análisis de escorrentía utilizando el Modelo RRI, incluyendo los valores del río Chira cuyos valores no coincidían con los resultados del análisis de precipitación realizado en los estudios precedentes.

Tabla 7.3.1 Cantidad estimada de precipitación 24-Hr por probabilidad de ocurrencia

Nombre del río	Nombre del estudio*	Cantidad de precipitación 24 Hr (mm)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Chira	2016JICA	23.2	34.1	41.8	52.3	60.5	69.2
Piura	2016JICA	20.7	36.3	49.5	70.2	89.0	110.9
Rímac	2016JICA	9.2	12.0	14.0	16.7	18.8	20.9
Ica	2016JICA	7.6	11.7	15.4	21.5	27.3	34.4
Qulica-Vitor-Chili	2016JICA	9.4	12.9	15.4	18.8	21.6	24.6
Locumba	2016JICA	8.4	12.0	14.3	17.4	19.6	21.8
Chancay-Lambayeque	2016JICA	37.1	48.3	55.8	65.2	72.2	79.1
Chira**	2013JICA	18.6	81.7	106.5	143.1	174.9	211.2
Cañete**	2013JIC3+-A	17.7	24.2	28.8	35.6	41.1	47.4
Chincha**	2013JICA	-	21.5	25.2	29.8	33.0	36.4
Pisco**	2013JICA	18.6	25.2	29.2	34.6	38.7	43.8
Yauca**	2013JICA	15.1	21.4	25.6	31.1	35.5	40.1
Majes-Camana**	2013JICA	-	30.0	36.2	44.4	51.1	58.6
Chillón**	ANA	-	-	32.0	38.8	42.8	47.7

* : "2013JICA" indica "Estudio Preparatorio Sobre El Programa De Protección De Valles Y Poblaciones Rurales Vulnerables Ante Inundaciones En La República Del Perú" y "ANA" indica "Tratamiento de Cauces para el Control de Inundaciones"

** : Precipitación Promedio de Cuenca calculada por el Equipo de Estudio de JICA.

(2) Resultados del análisis de inundación- escorrentía

Los resultados del análisis de inundación-escorrentía de la escala de probabilidad de 100 años en las cuencas prioritarias y cuencas modelo (11 cuencas en total) se presentan en las Figuras 7.4.1 a 7.4.12, y los resultados de otras escalas de probabilidad (50 años, 25 años, 10 años, 5 años, 2 años), en los documentos adjuntos 4-1 a-4-12.

Asimismo, en la Tabla 7.3.2 se muestra el caudal por probabilidad de ocurrencia en locaciones representativas calculado a partir de los resultados del análisis de inundación-escorrentía de cada cuenca. Como locaciones representativas están seleccionadas las ciudades o pueblos principales que se ubican a lo largo del curso inferior de los respectivos ríos.

En cuanto al río Nanay, el efecto de remanso del río Amazonas, que es el río principal, es grande en el momento de inundaciones, y en el curso inferior la contracorriente es superior, por lo que los valores del río Nanay corresponden a la contracorriente.

Tabla 7.3.2 Tasa máxima estimada de flujo por probabilidad de ocurrencia en locaciones representativas

No	Nombre del río	Localidad representativa	Tasa de Flujo Máximo (m ³ /s)						Valores referenciados a ser comparados (m ³ /s)
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
1	Biabo	Nuevo Lima	220	800	1,300	1,900	2,200	2,500	
2	Locumba	Locumba	90	200	230	260	350	420	
3	Chancay-Lambayeque	Eten	700	1000	1,300	1,500	1,700	1,900	1,900 (en inundaciones de 1998)
4	Huallaga	Yurimaguas	8000	10 000	11 000	12 000	12 500	13 500	
5	Nanay	Pampachica	800	950	1000	1100	1150	1200	
6	Ramis	Taraco	650	800	850	900	950	1000	

No	Nombre del río	Localidad representativa	Tasa de Flujo Máximo (m ³ /s)						Valores referenciados a ser comparados (m ³ /s)
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
7	Rímac	Chosica	128	225	225	327	470	487	425 ^{※1} (En inundaciones con período de retorno 100 años)
8	Chira	Poechos	1100	1900	2500	2980	3570	4830	5,500
9	Piura	Sanchez Cerro	1200	1900	2400	2900	3400	3800	3,700 (en inundaciones de 1998) 3,500 (en inundaciones de 2017)
10	Urubamba	Quillabamba	180	180	520	965	1,260	1,730	—
11	Ica	Achirana	40	130	165	360	410	600	561 ^{※2} (En inundaciones con período de retorno 100 años)
12	Mantaro	Concepcion	200	350	375	423	500	525	—

※1 El valor proviene del estudio “Transmient del Cauce del Río Rímac” provisto por ANA.

※2 El valor proviene del estudio previo “ESTUDIO DEFINITIVO Y EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “CONTROL DE DESBORDES E INUNDACIONES EN EL RÍO ICA Y QUEBRADA CANSAS/CHANCHAJALLA” provisto por AAA.

7.3.2 Validación de los resultados basada en la comparación con los estudios de reconocimiento de campo

De acuerdo con los resultados del análisis de inundación-escorrentía en las cuencas de ríos prioritarias y cuencas modelo, se llevó a cabo el reconocimiento de campo en las cuencas indicadas en la Tabla 7.3.3.

Respecto a la pertinencia de los resultados del análisis, se realizó la verificación y recolección de información en el Perú sobre los siguientes puntos dentro de la posibilidad.

«Puntos de verificación de la pertinencia del modelo de inundación-escorrentía»

- ✓ Captación de las áreas siempre azotadas por inundaciones (áreas donde cada año se generan daños por inundaciones)
- ✓ Captación de las áreas inundadas en caso de inundaciones de gran escala (El Niño)
- ✓ Captación del caudal del río en caso de inundaciones

Tabla 7.3.3 Comparación entre estudio de campo y resultados del análisis de modelo de inundación y escorrentía

Nombre de la cuenca	Análisis de los resultados, simulación de inundación real e información de riesgo de inundación obtenida de aaa/ala
Chira -Piura	• Durante la inundación del El Niño de 1998, el nivel de descarga máximo del río en Sullana fue de 3,700 m³/s, aunque esta información viene no de data que fue medida sino que proviene de entrevistas. Las aguas de inundación nace de Sullana y fluye en dirección sur, entra al lago y posteriormente cambia su dirección hacia el oeste hasta desembocarse en el Océano Pacífico. Parte de las avenidas entra a la región colindante de Lambayeque. • Para las cuencas de los ríos Chira y Piura se han construido diques de manera extensa y de acuerdo a las entrevistas no ha ocurrido daño de inundaciones en las últimas décadas. (De acuerdo al “Estudio preparatorio sobre el programa de protección de valles y poblaciones rurales vulnerable ante inundaciones” de JICA, algunas secciones del río Piura-Chira vienen ya desarrollando protección con un periodo de retorno de 50 años contra inundación). Sin embargo, cuando ocurrió el exceso de lluvias provocado por El Niño en 2017, se produjeron las inundaciones en la ciudad de Piura y sus alrededores causando grandes daños. Según el “Proyecto Especial Chira Piura” que ejecuta el gobierno de la provincia de Piura, el caudal de avenidas que llegó a la ciudad de Piura durante el exceso de lluvias de 2017 alcanzó el orden

Nombre de la cuenca	Análisis de los resultados, simulación de inundación real e información de riesgo de inundación obtenida de aaa/ala
	de 3,500 m³/s. • Antes de 1998, cuando el sistema de diques aún no se encontraba bien desarrollado, las partes bajas de la ciudad de Piura se vieron dañadas por inundaciones. • En el "Proyecto Especial Chira Piura" arriba mencionado, se tiene planificada la construcción de una cuenca de retardo en áreas bajas cercana a Chulucanas, localizada en la parte media de la cuenca del Piura. Ya empiezan deliberaciones sobre un lugar para la construcción. Se detalla al respecto en el Capítulo 13. • Existen puntos críticos señalados por ANA en la parte baja de la ciudad de Piura. De acuerdo al análisis de Inundación-Escorrentía bajo condición de un periodo de retorno de 100 años, las áreas en y alrededor de estos puntos críticos son inundadas.
Rímac	• Durante una inundación de gran escala, casas, sembríos y caminos localizados a lo largo del canal principal son inundados en la parte alta y media de la cuenca. • En la sección de aguas abajo del río Rímac, desde la confluencia con río Santa Eulalia, la erosión del canal del río en la sección curva es más grave que la misma inundación. • Dentro de los 6 km desde la desembocadura del río, no ha ocurrido ningún daño por inundación después de que el Gobierno Regional construyera un sistema de diques. • De acuerdo al análisis de Inundación – Escorrentía, el área del río en la sección media y alta de la cuenca se inunda, pero la inundación es limitada a la orilla del río. Además se inunda poca porción de tierra agrícola, caminos y vías férreas.
Ica	• El área de inundación estimada por el análisis de Inundación-Escorrentía es consistente con lo manejado por el personal de AAA/ALA. • En la parte media de la cuenca del río Ica, se encuentra bajo construcción la cuenca de retardo llamado Proyecto Casa Blanca. • El distrito de Ocucaje, el cual está ubicado en la parte media de la cuenca, los sembríos a lo largo del río es inundado durante un evento de gran escala. Este tipo de situación es consistente con el análisis de Inundación-Escorrentía.
Huallaga	• El área de riesgo de inundación va de Picota a Bellavista, la cual está localizada en la parte media de la cuenca. Los resultados del análisis de Inundación – Escorrentía hecho por el modelo RRI muestran los mismos resultados para la características de la inundación comparado a los resultados de entrevistas. • Sembríos en Uracyacu, la parte alta del río Mayo, así como Naranjillo y Tonchima, que son afluentes del río Mayo, se inundan con frecuencia. Los resultados del análisis de Inundación – Escorrentía hecho por el Modelo RRI muestran los mismos resultados para la características de la inundación. También la erosión del canal del río es seria en estas áreas. • Socavación y depósitos en el canal del río son problemas frecuentes a lo largo de la cuenca del Huallaga, incluyendo el río Mayo y por ende la cuenca del Huallaga, el manejo integral de sedimentos es un problema en esta area.
Mantaro	• Las áreas con más alto riesgo de inundación están localizadas en las zonas ribereñas desde Tres de Diciembre hasta Huaripama en la provincia de Junín. Los resultados del análisis de Inundación – Escorrentía muestran los mismos resultados de la situación. • En algunas partes de la sección arriba mencionada, ALA ha construido un sistema de diques. • Debido a que la pendiente del terreno es muy pronunciada, la velocidad del flujo tiende a ser alta por lo que causa un problema de erosión. • En algunos lugares a lo largo del canal del río, mayormente en los cruces de puentes, el canal se angosta, lo cual incrementa el riesgo de inundación al aumentar el nivel de superficie del agua.
Urubamba	• Durante la gran inundación del 2010, ocurrieron desbordamientos de algunos afluentes como Lucre y Vilcanota. La misma situación de inundación se ve reproducida con el análisis realizado utilizando el Modelo RRI. • Personal del AAA y ALA están preocupados no solo por eventos de gran escala como el del 2010 sino también por pequeños eventos de inundación y huaycos. • Después de la inundación del 2010, algunas obras de construcción de diques se han implementado o en curso.
Nanay	• El incremento en el nivel de aguas del río Nanay es causado por el efecto remanso del río Amazonas y esta condición de aguas altas dura entre 2 y 3 meses. • La ciudad de Iquitos, como está localizada en una terraza alta, no se inundó durante el evento del 2012, el cual fue el evento de inundación más grande registrado en el área. Por el contrario, un gran número de viviendas se inundan en los alrededores de la ciudad de Iquitos casi cada

Nombre de la cuenca	Análisis de los resultados, simulación de inundación real e información de riesgo de inundación obtenida de aaa/ala
	año, y la profundidad del agua de inundación puede alcanzar cerca de 4m.
Chancay-Lambayeque	- El área más susceptible a los daños de inundaciones es el distrito de Etén. Sin embargo, se está llevando a cabo la obra de encauzamiento en los últimos años, y de acuerdo con las entrevistas con el personal responsable, el caudal de diseño adoptado es de 1,200 m³/s. - Cuando ocurrió El Niño en 1998, se produjeron las avenidas del orden de 1,900 m³/s en Eten, causando daños de inundaciones. - Aun cuando se desborda el agua de los ríos Chancay-Lambayeque, el flujo no llega a Chiclayo localizada en el oeste, que es la ciudad principal de esta región. - Durante las inundaciones de 2017, se produjo el flujo de avenidas de aprox. 600 m³/s en Tinajones, en la cuenca media, pero sin causar daños por inundaciones.

7.4 Resumen de los resultados del análisis

El análisis de los resultados de las 11 cuencas se resume en la siguiente Tabla 7.4.1.

Tabla 7.4.1 Análisis de los resultados para las cuencas de río priorizadas/modelo

Priorizada o modelo	No.	Nombre de río	Resultado del análisis de inundación- escorrentía	Figuras
Modelo	1	Biabo	- Inundación ocurre frecuentemente en los afluentes. - Para el canal principal, la inundación ocurre en secciones curvas y cerca de las secciones bajas localizadas en la confluencia con el río Huallaga. - Numero de Población en la totalidad de la cuenca es baja y la mayoría de hogares están localizadas en el área de aguas abajo de la cuenca. Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales así como otros lugares económicamente importantes.	Figura 7.4.1 adjunto 4-1
Modelo	2	Locumba	- El agua de inundación esta confinada a la orilla del río debido a las escarpadas condiciones topográficas y la extensión del área inundable es pequeña. - Numero de habitantes en la totalidad de la cuenca es bajo y la mayoría de hogares están localizados aguas abajo. Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales, así como otros lugares de económicante importantes	Figura 7.4.2 adjunto 4-2
Modelo	3	Chancay-Lambayeque	- En la parte alta de la cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla el río debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. Contrariamente, en la parte baja de la cuenca, hay zonas planas en donde el agua de la inundación se esparce fácilmente. - De acuerdo al resultado de los análisis, algunas áreas pobladas se inundan. Por lo tanto, para estas zonas se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques.	Figura 7.4.3 adjunto 4-3
Priorizada/ Modelo	4	Huallaga	- El área con mayor riesgo de inundación es la parte central de la cuenca y alrededor del río Mayo. - Se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques para el área poblada localizada en una zona de riesgo máximo de inundación. También, otras importantes infraestructuras de manufactura y transporte deberían de ser protegidas.	Figura 7.4.4 adjunto 4-4
Modelo	5	Nanay	- Inundación del río Nanay causada principalmente por el remanso de las aguas del río Amazonas. - Para la construcción de diques, se espera un alto costo de construcción. Por lo tanto, se espera la protección puntual inteligente del área poblada en los alrededores de la ciudad de Iquitos así como otros lugares de importancia económica.	Figura 7.4.5 adjunto 4-5
Modelo	6	Ramis	- En la parte alta de la cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla del río debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. En la parte media de la cuenca, existen áreas planas con población donde la inundación se esparce fácilmente. En la parte baja de la cuenca el riesgo de inundación no es alto. - Se espera la protección puntual inteligente del área poblada	Figura 7.4.6 adjunto 4-6

Priorizada o modelo	No.	Nombre de río	Resultado del análisis de inundación- escorrentía	Figuras
			de la ciudad así como otros lugares de importancia económica.	
Priorizada/ Modelo	7	Rímac	- La inundación esta limitada a la orilla del río debido a lo pronunciado de las condiciones topográficas. - Aunque la extensión del área inundable es pequeña, hay algunas vías principales y la vía férrea, importantes para el transporte de alimentos y otros bienes que podrían ser afectados. Se espera la protección puntual inteligente de estos lugares económicamente muy importantes.	Figura 7.4.7 adjunto 4-7
Priorizada/ Modelo	8	Chira	- La inundación es notable en la parte media y baja de la cuenca. - En el área poblada del distrito de Sullana y su parte baja, la inundación se esparce en las áreas planas contiguas al canal principal. - Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas mencionadas.	Figura 7.4.8 adjunto 4-8
Priorizada/ Modelo	9	Piura	- En la parte alta de la cuenca, la inundación se desvía a los lados del río debido al relieve topográfico inclinado y que el área inundable es pequeña. Contrariamente, en la parte baja de la cuenca hay zonas planas donde la inundación fácilmente puede esparcirse. - Se esperan medidas de protección en algunas de las áreas pobladas.	Figura 7.4.9 adjunto 4-9
Priorizada/ Modelo	10	Urubamba	- La inundación esta limitada a la orilla del río debido a lo inclinado de las condiciones topográficas. - Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas.	Figura 7.4.10 adjunto 4-10
Priorizada/ Modelo	11	Ica	- En la parte media y baja de la cuenca, el rango de inundación es pequeño y limitado a lo largo del río. - Se esperan medidas de protección en algunos centros poblados así como para Ica. - No solo hay áreas residenciales, sino que también hay zonas agrícolas a lo largo del río. - Se espera la construcción de diques extensos, ya que el riesgo de dispersión del agua de inundación es relativamente grande.	Figura 7.4.11 adjunto 4-11
Priorizada/ Modelo	12	Mantaro	- La inundación es notable en la parte media de la cuenca y en el afluente Cunas. En la parte baja de la cuenca, el agua de inundación esta limitada a la orilla del río y el área de inundación es pequeña. - Se esperan las medidas de protección en algunas áreas pobladas de la parte media de la cuenca inclusive dentro del distrito de Huancayo.	Figura 7.4.12 adjunto 4-12

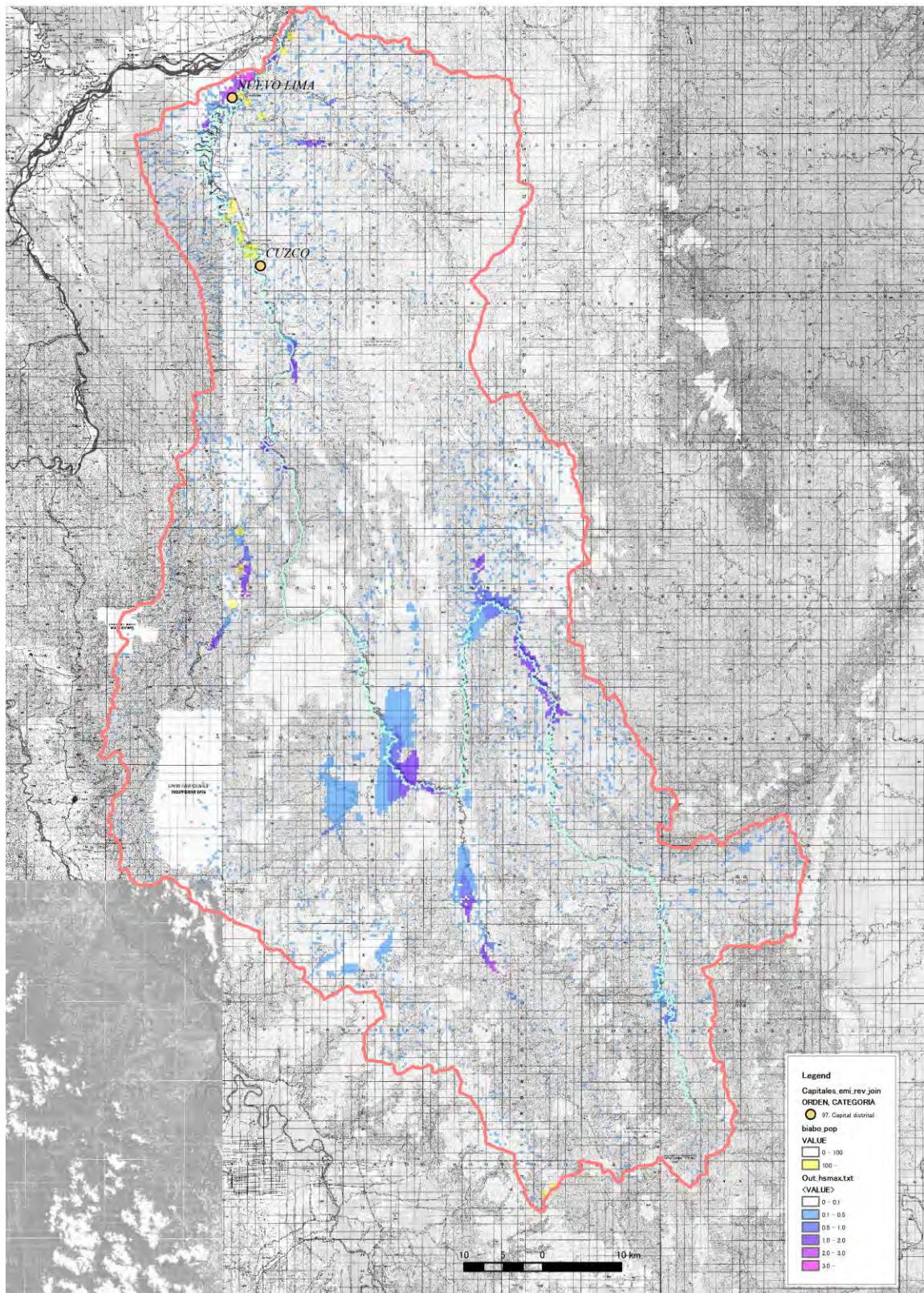


Figura 7.4.1 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Biabo (inundación con período de retorno de 100 años)

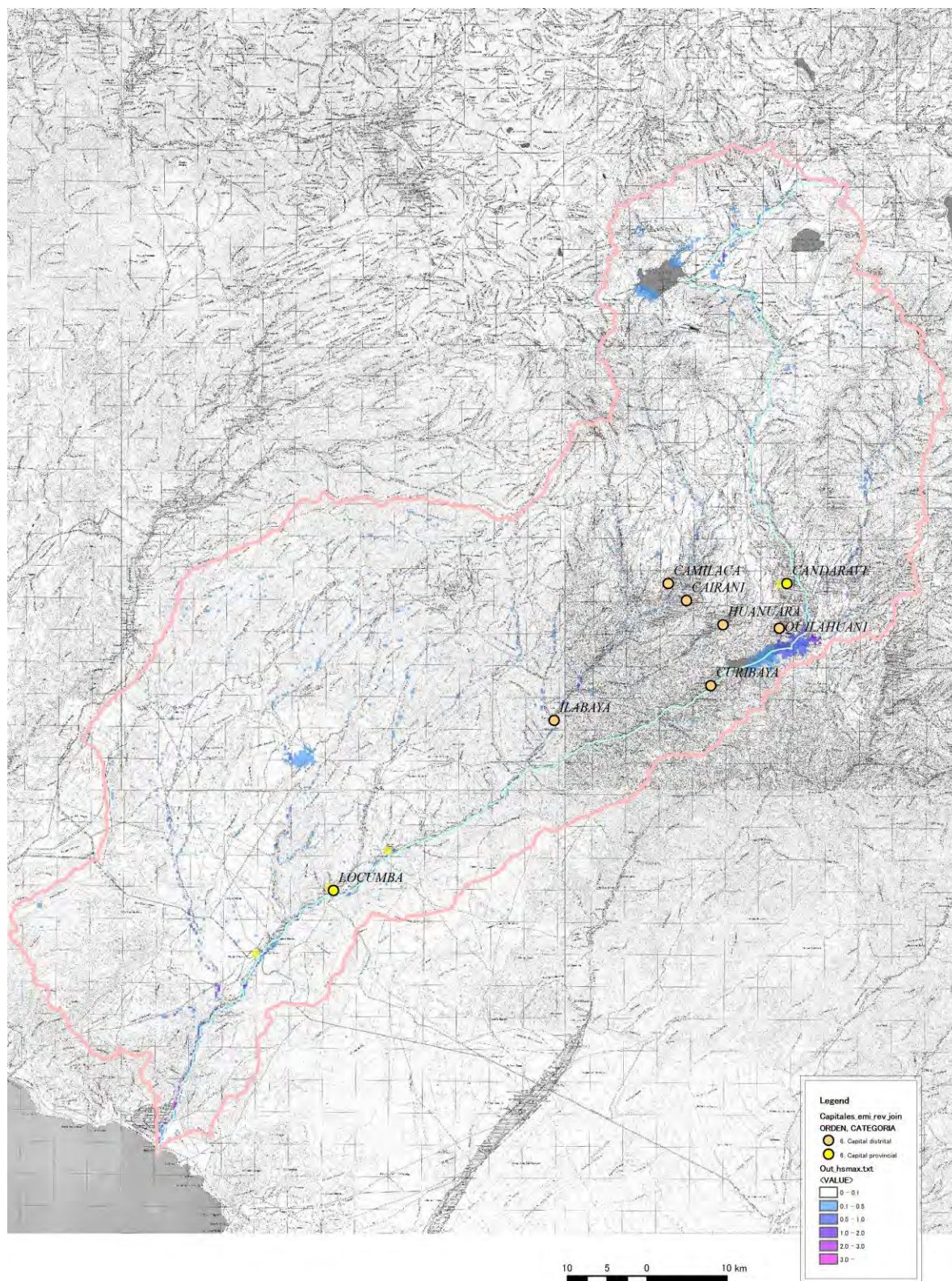


Figura 7.4.2 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Locumba (inundación con periodo de retorno de 100 años)

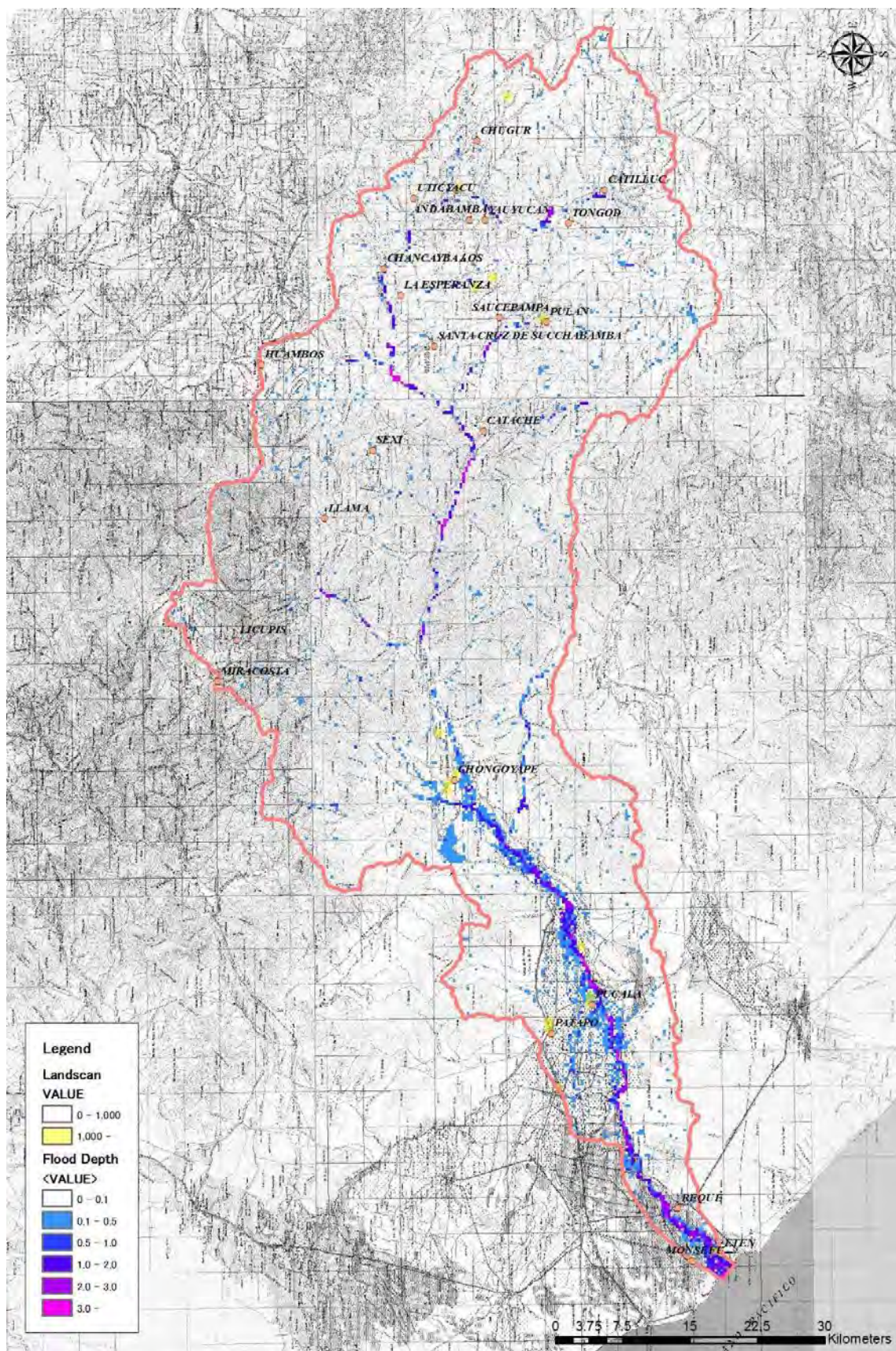


Figura 7.4.3 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque
(inundación con período de retorno de 100 años)

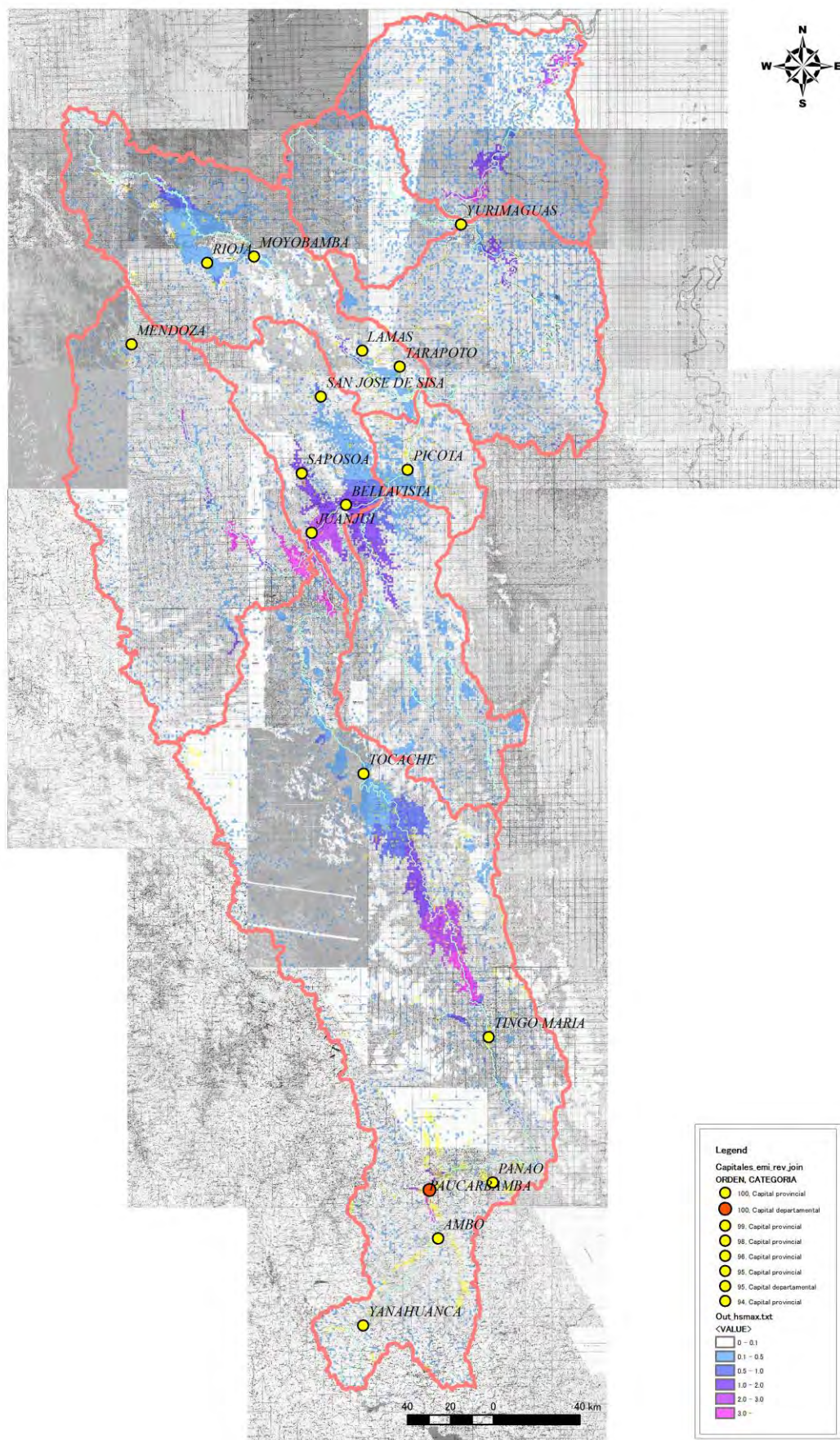


Figura 7.4.4 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Huallaga (inundación con período de retorno de 100 años)

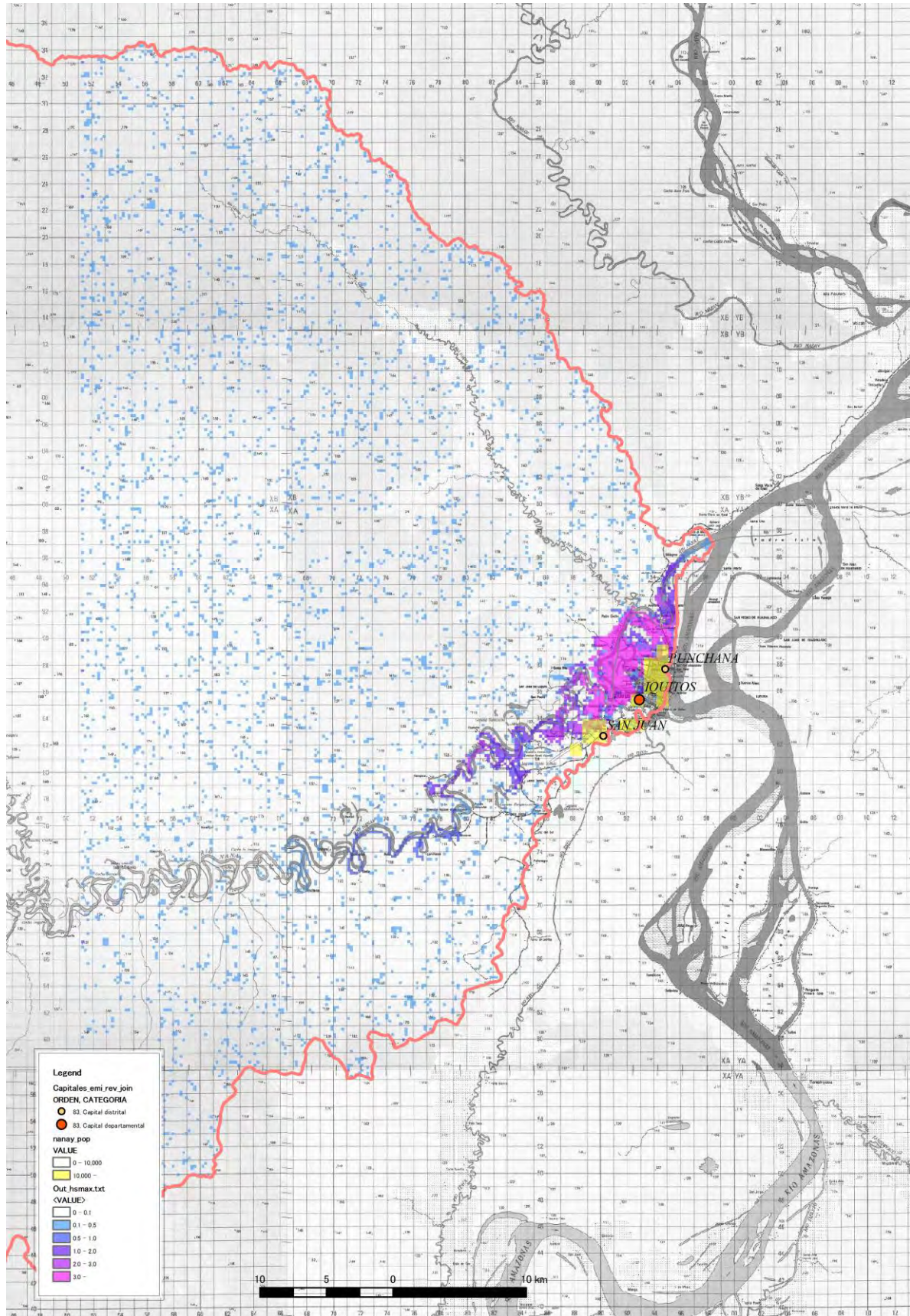


Figura 7.4.5 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Nanay (inundación con período de retorno de 100 años)

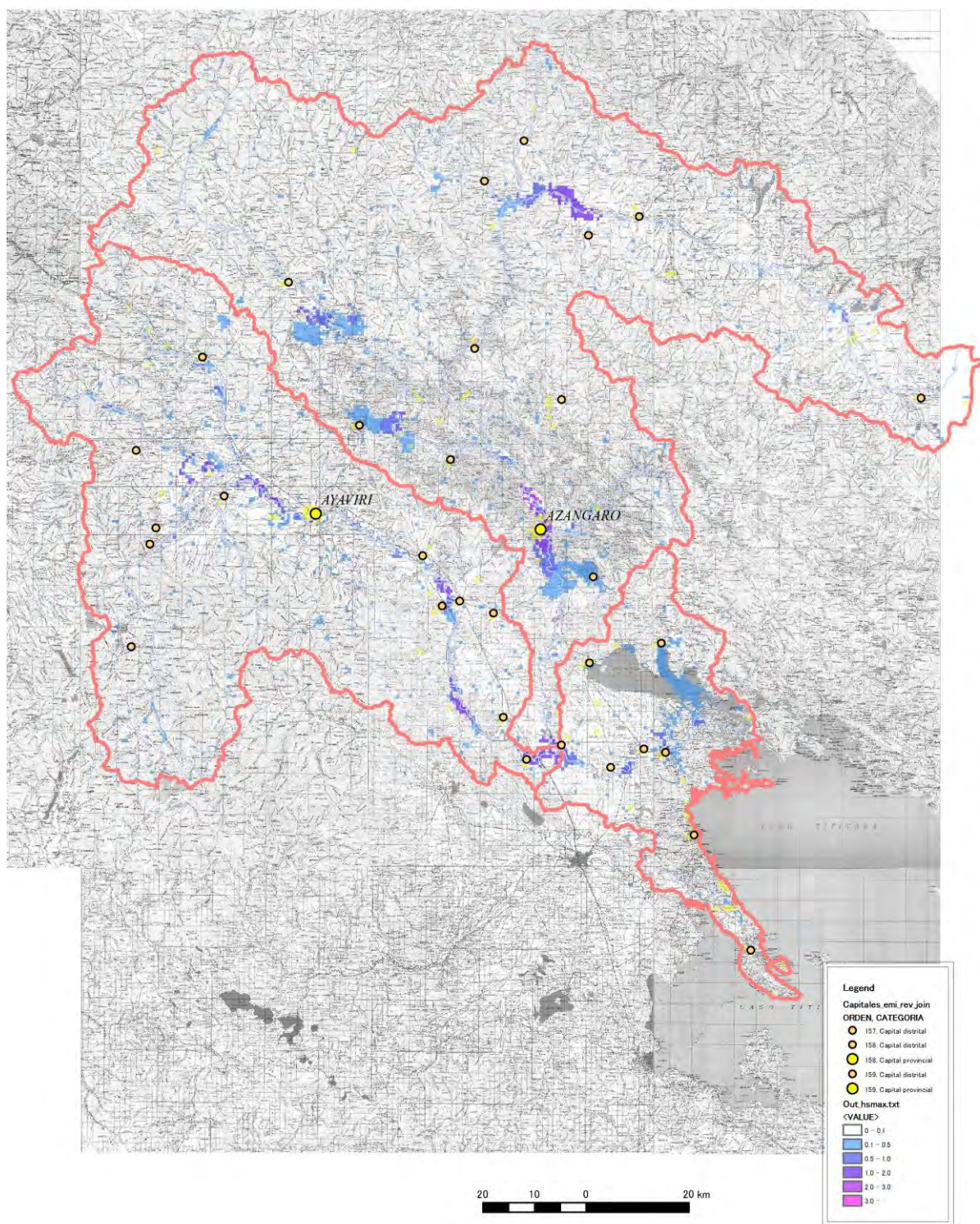


Figura 7.4.6 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Ramis (inundación con período de retorno de 100 años)

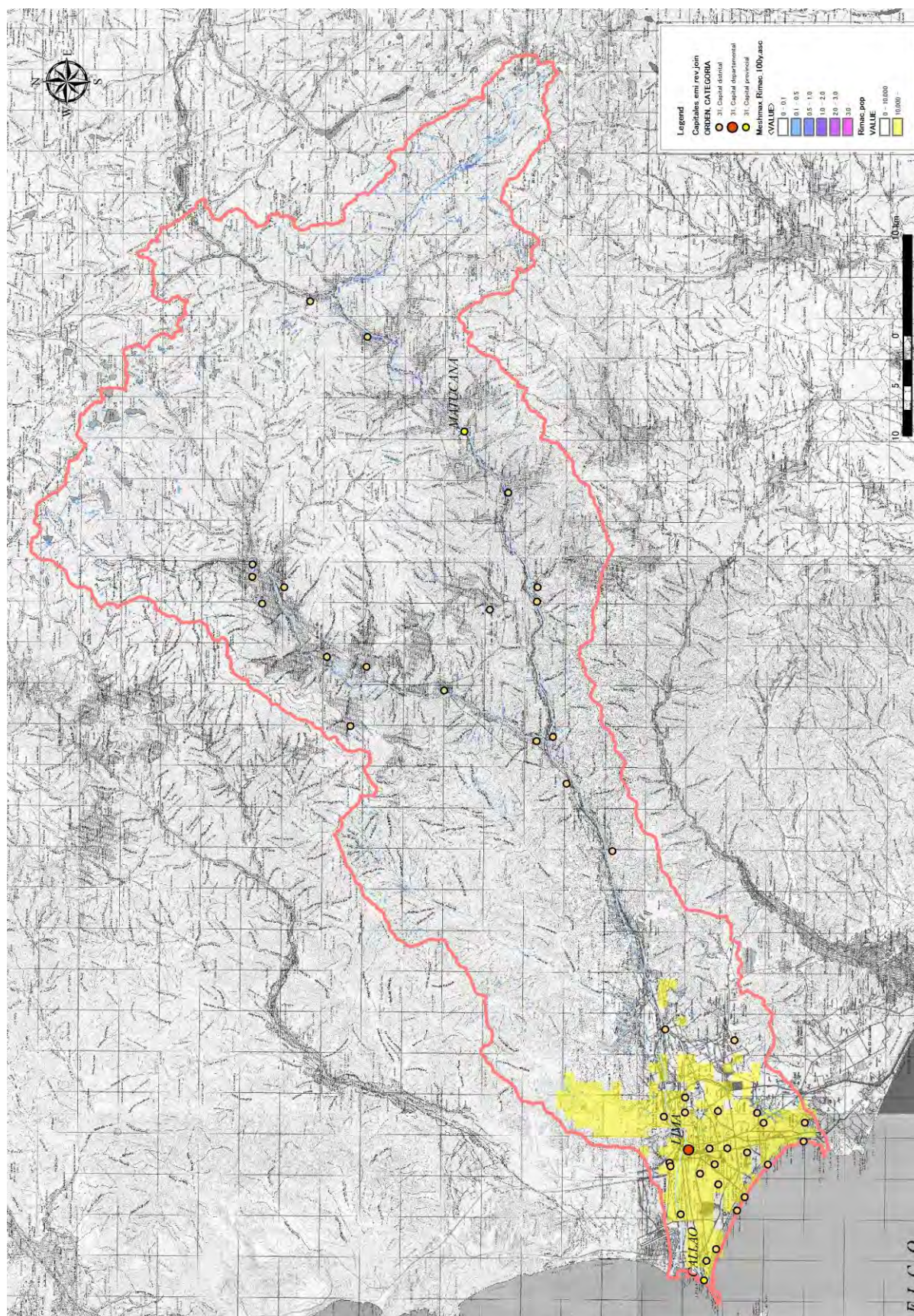


Figura 7.4.7 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Rímac (inundación con período de retorno de 100 años)

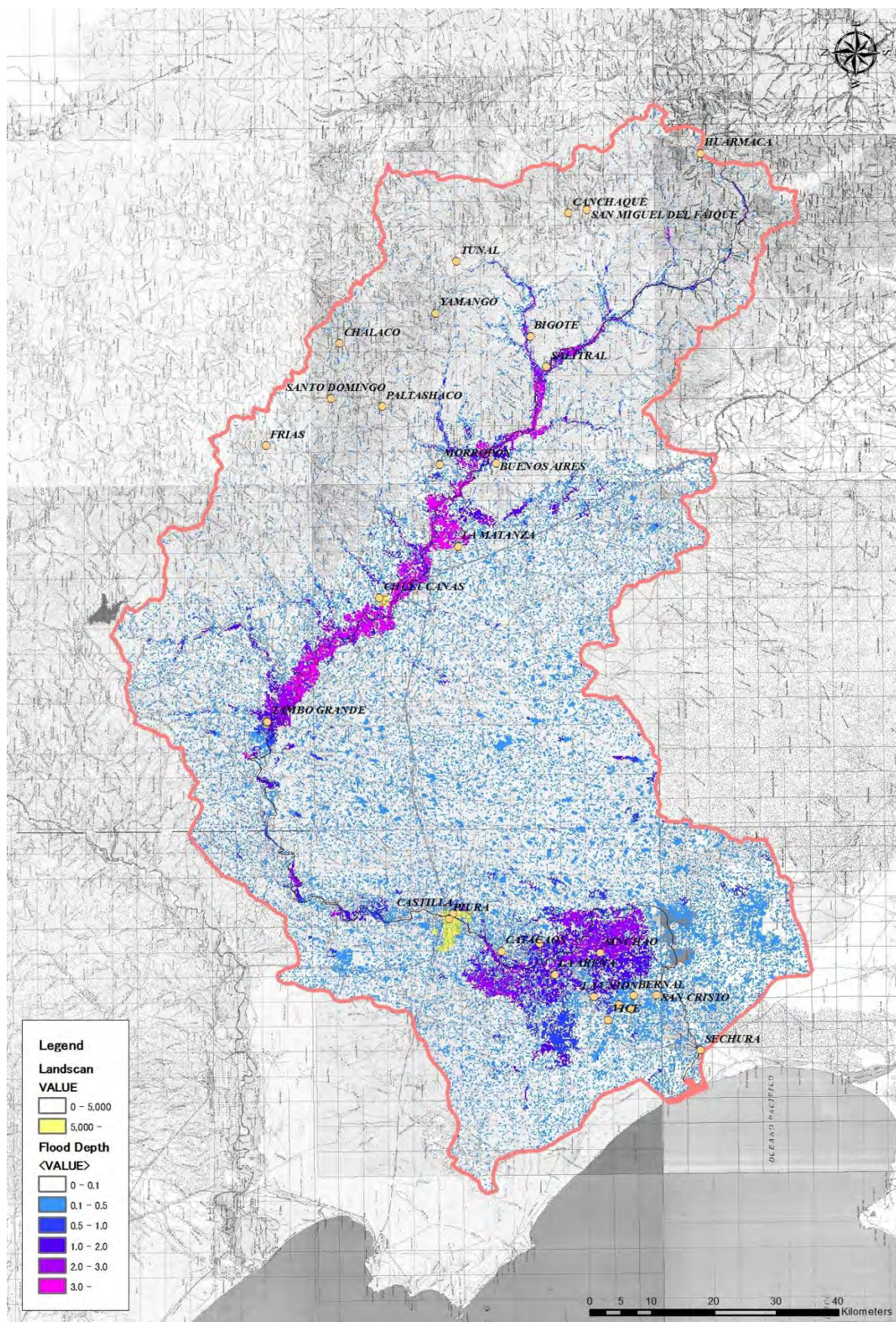


Figura 7.4.9 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Piura (inundación con período de retorno de 100 años)

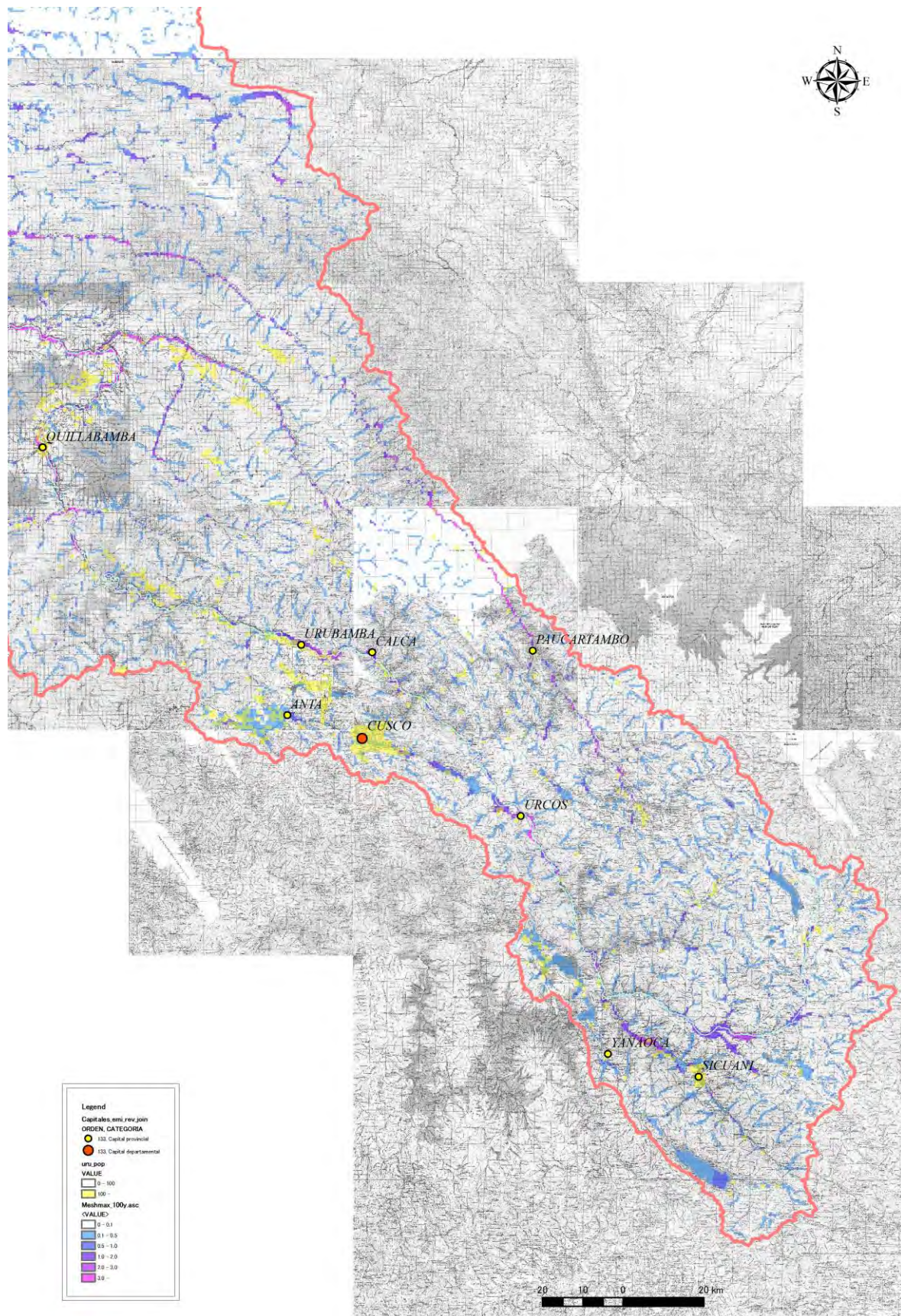


Figura 7.4.10 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Urubamba (inundación con período de retorno de 100 años)

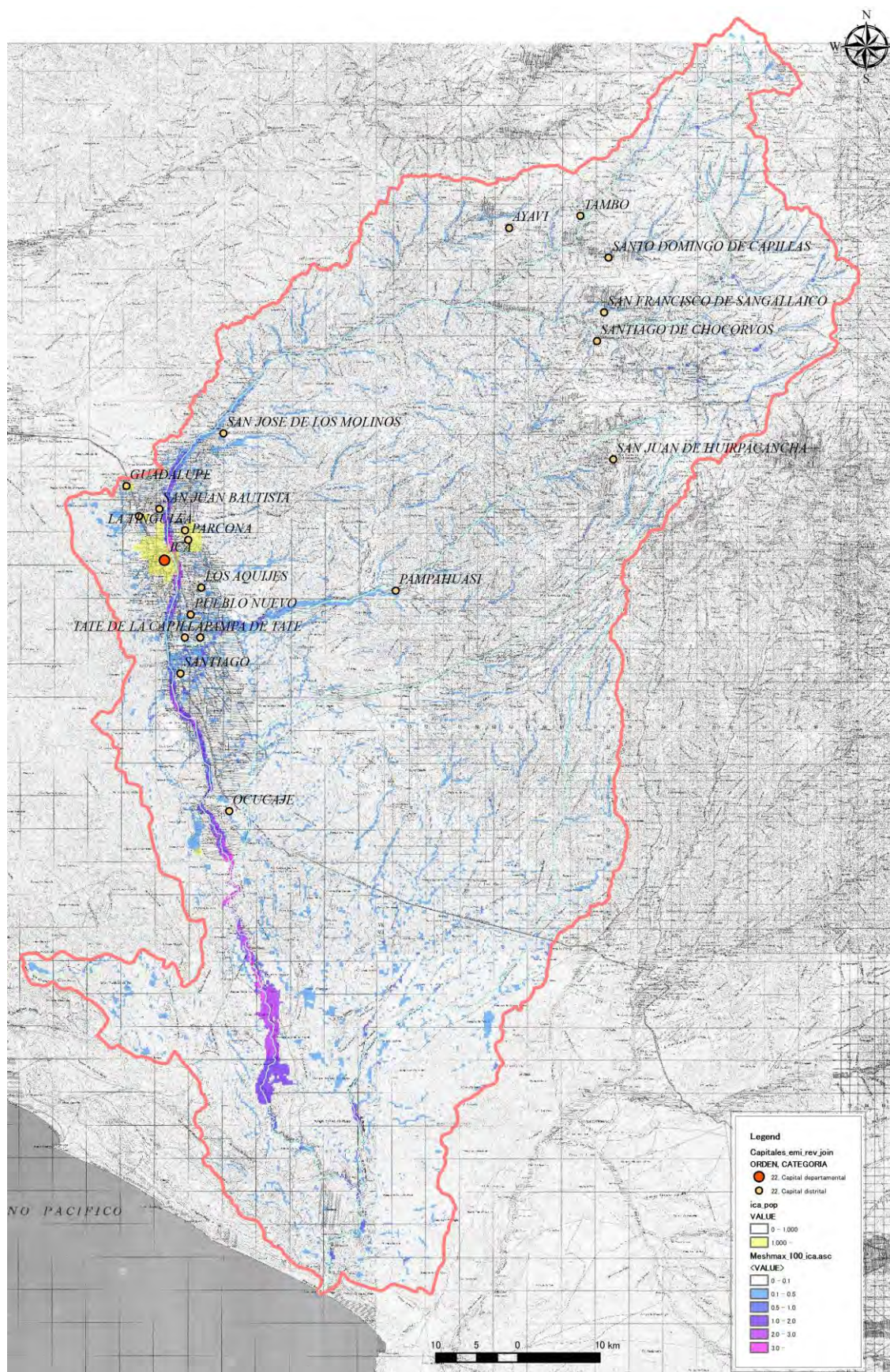


Figura 7.4.11 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca del río Ica (inundación con período de retorno de 100 años)

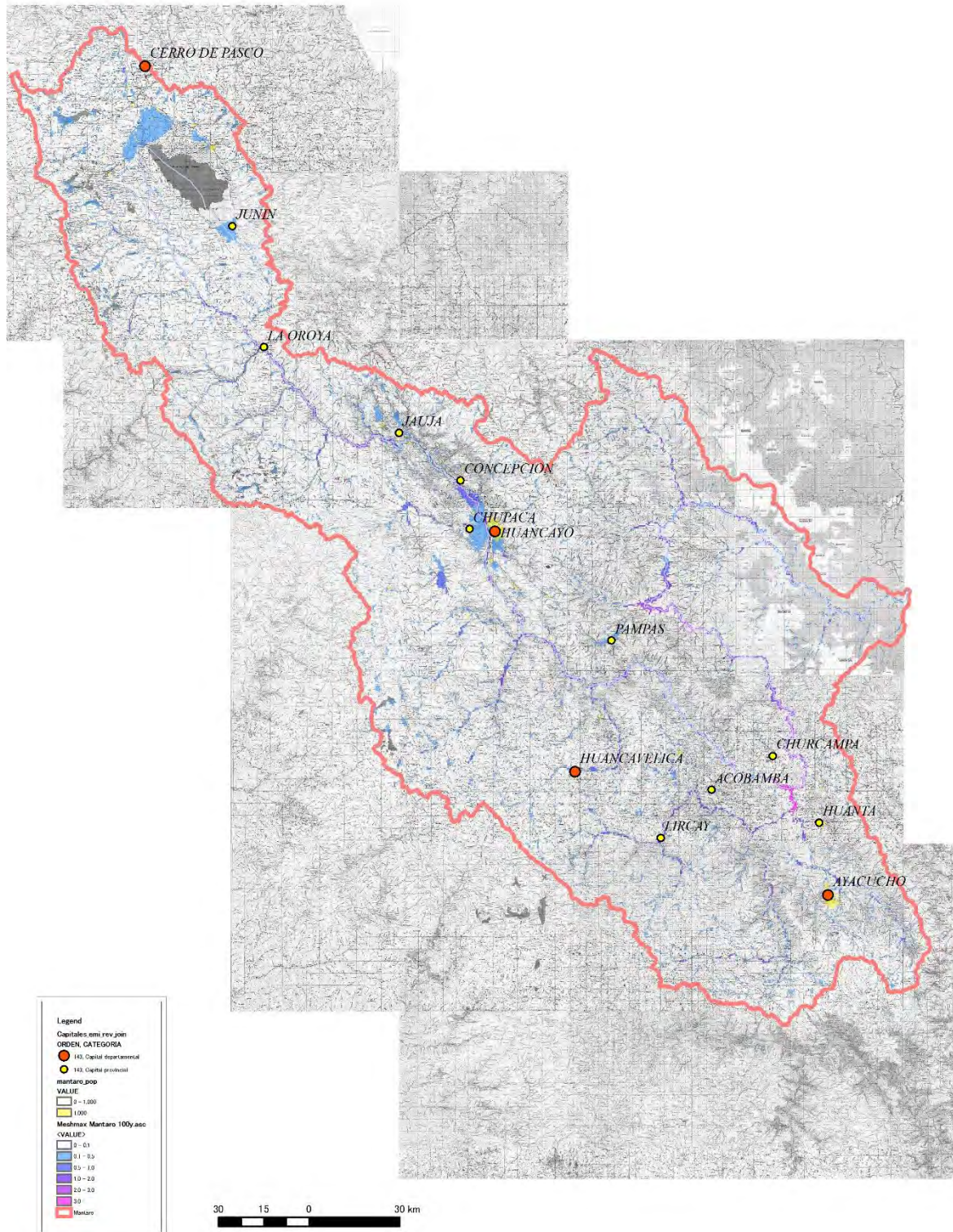


Figura 7.4.12 Distribución de la profundidad máxima de inundación en la cuenca río Mantaro (inundación con período de retorno de 100 años)

Capítulo 8 Preparación de Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)

8.1 Antecedentes de la preparación de normas técnicas para proyectos de prevención de inundaciones

Como se indicó al inicio del presente Informe, el Perú es un país con gran diversidad natural que se desarrolla en las regiones de la Costa, Sierra y la Selva. Sin embargo, esto se traduce también en el alto riesgo de diversos desastres naturales, como son sismos, tsunamis, inundaciones, deslizamientos y huaycos, etc., y la respuesta a estos riesgos constituye una tarea urgente para el país.

Para abordar esta tarea, el gobierno del Perú ha venido ejecutando varios proyectos de control de inundaciones, como es el caso del PERPEC (1999-2009, con una inversión de US\$ 126 millones; Véase el Capítulo 1 para más detalles). Sin embargo, los gobiernos regionales y locales se ven dificultados a menudo a atender los proyectos de control de inundaciones en forma individual y aislada, en términos tanto financieros como técnicos. Adicionalmente, no es fácil formular y ejecutar los proyectos de control de inundaciones que considerando todas las cuencas del país en su conjunto.

Dentro de este contexto, la ANA, a través de las 14 AAAs que son sus delegaciones descentralizadas, ha tomado la iniciativa de materializar la gestión de los recursos hídricos de las 159 cuencas del país, en colaboración con los CRHCs que son las entidades a cargo de definir las directrices, políticas y planes de gestión de cada cuenca. Actualmente, en la ANA ya se ha iniciado la recolección y almacenamiento de datos básicos relacionados con las medidas de prevención de inundaciones y en algunos ríos se ha emprendido la verificación del riesgo de inundaciones y de las áreas peligrosas. De ahora en adelante se requiere formular y realizar lo antes posible el plan contra inundaciones sobre los ríos y áreas con alto riesgo de inundaciones.

Sin embargo, la ANA no cuenta con directrices para la planificación de canales del río ni manual del plan de instalaciones fluviales que puedan aplicarse a nivel nacional como estándares y en la actualidad los define de acuerdo con cada proyecto.

8.2 Propósitos de la elaboración de las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)”

Las Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones se han elaborado como uno de los trabajos que se efectúan bajo el estudio de JICA titulado “Estudio Básico de la Demanda de Control de Inundaciones en la República del Perú” (en adelante, se llamará “presente Estudio”). En el presente Estudio, se propondrán medidas urgentes de control de inundaciones de las 6 cuencas de río prioritarias mencionadas en el Capítulo 3 de las cuales se ha confirmado la necesidad de mejora del río. Asimismo, se tipificarán las 159 cuencas del Perú según la topografía, las condiciones naturales y las características locales, etc. y se estimarán el contenido, el costo y el período del proyecto de control de inundaciones

necesario para cada grupo de cuencas tipificadas (véase los Capítulos 9-11).

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, en el Perú no existen directrices estandarizadas para la formulación de planes de construcciones fluviales destinadas al control de inundaciones, por lo que es difícil definir el contenido del proyecto con facilidad y determinar la especificación general de cada construcción y calcular el costo estimado del proyecto.

Como un desafío fundamental, actualmente el Perú no cuenta con los criterios normalizados e integrados de formulación de planes y de diseño de las estructuras fluviales necesarios para analizar las medidas de control de inundaciones. Debido a ello, se hace necesario elaborar la propuesta de normas técnicas para el control de inundación sistematizando las bases de la metodología de planificación de las obras de control de inundaciones, instrumento que actualmente no cuenta el Perú, con el fin de ejecutar oportuna y apropiadamente los futuros proyectos.

Por lo tanto, en el presente Estudio se elaboraron la propuesta de las "Normas Técnicas de Control de Inundaciones" (en lo sucesivo referido como "estas Normas Técnicas (borrador)". Estas Normas Técnicas reúnen principalmente las normas técnicas propuestas para la planificación y diseño de las estructuras fluviales representativas necesarias para controlar las inundaciones.

8.3 Contenido de las Normas Técnicas (Borrador)

8.3.1 Contenido de las Normas Técnicas (Borrador)

El contenido incluido en el borrador de las presentes normas es como se describe a continuación.

- Desastres que se deben prevenir por la gestión de las cuencas de río y su política básica de medidas
- Base de la gestión del riesgo de desastres en las cuencas de río
- Base del método de reducción del riesgo de inundaciones
- Base del diseño de construcciones destinadas a la prevención de inundaciones
- Evaluación del proyecto para la prevención de desastres

Las presentes normas técnicas (borrador) señalan principalmente las ideas básicas necesarias para las medidas de reducción y mitigación de inundaciones, que son el objetivo principal del presente Estudio, designando un capítulo a cada uno de los puntos arriba citados. Asimismo, en el Perú, igual que las inundaciones, los desastres por lodo y piedras se generan con frecuencia en el curso superior de cada cuenca de río. Las medidas contra dichos desastres se relacionan estrechamente con la reducción del riesgo de inundaciones y en Japón se toman las medidas contra inundaciones y desastres por lodo y piedra conjuntamente en el marco de gestión integral de desastres en cuencas de río, por lo que especialmente en el “Capítulo 3: Base de la gestión del riesgo de desastres en las cuencas de río” y en el “Capítulo 4: Base del método de reducción del riesgo de inundaciones” de las presentes normas se describen las ideas básicas de las medidas contra desastres por lodo y piedras detalladamente igual que las medidas contra inundaciones.

8.3.2 Método de elaboración

Las Normas Técnicas (Borrador) se han elaborado de acuerdo con el siguiente material.

- Japón : Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT) : Criterios Técnicos para Obras Fluviales: Guías Prácticas para la Planificación

Asimismo, se han aprovechado los siguientes materiales como referencia.

- Perú : ANA : documentos sobre la planificación y diseño de construcciones fluviales
- Perú : ANA : datos sobre precios unitarios estándares de las obras fluviales
- Perú : MEF : Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas
- Perú : MEF : Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Protección de Unidades Productoras de Bienes y Servicios Públicos Frente a Inundaciones, a Nivel de Perfil
- Perú : MEF : Anexo CME 25: Contenidos Mínimos Específicos De Estudios de Preinversión A Nivel De Perfil de Proyectos de Inversión Pública de Servicios de Protección Frente A Inundaciones
- Japón : orden sobre estándares de estructuras para instalaciones de gestión del río
- JICA : Estudio preparatorio del Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones En La República Del Perú
- Estudio del Plan de Medidas de Prevención de Desastres del Río Rimac

8.4 Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador) elaboradas

Las Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador) elaboradas por el presente Estudio están presentadas integralmente al final del presente informe como documento adjunto 5-1.

8.5 Deliberación con la ANA sobre las Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador) elaboradas, comentarios de la ANA y respuesta del Equipo de Estudio

La ANA ha entregado durante el proceso de la elaboración del borrador de las Normas Técnicas de Control de Inundaciones elaboradas, las observaciones referentes principalmente al diseño de las obras de defensa ribereña y de espigones, que pueden resumirse en los siguientes cinco aspectos.

- Diferencia entre las normas y los valores adoptados en las obras: Por ejemplo, las normas establecen la pendiente de las obras de defensa ribereña y de los diques en 1:2.0 o más. Sin embargo, en realidad muchas de las obras ejecutadas en el Perú adoptan una pendiente de 1:1.5 aprox. lo que plantea la necesidad de reforzar las estructuras fluviales más del valor especificado en las normas.
- Sin embargo, en realidad las obras son construidas manteniendo el mismo espesor de los miembros, etc., lo que ocasiona el arrastre de estos miembros.
- Dentro de este contexto, es importante emitir a ALA y a otros actores involucrados instrucciones

necesarias para que se respeten el diseño en la ejecución de las obras.

- Otro tema preocupante, al igual que la defensa ribereña para prevenir la socavación de las riberas, es el diseño y construcción de los espigones. No pocas veces los espigones recién construidos son destruidos por las inundaciones.
- Además de las obras de control de inundaciones propiamente dicha, es necesario también realizar las investigaciones y estudios y establecer las normas de planificación y diseño de las obras de control de sedimentos (presas de sedimentos) en los afluentes. Básicamente, las medidas contra los deslizamientos y huaycos en los afluentes son responsabilidad de los gobiernos regionales y éste tema también constituye un desafío hacia el futuro.

Con el fin de responder a estas observaciones planteadas por la ANA, el Equipo de Estudio organizó el seminario taller donde se les dio a conocer a los participantes la relación entre la defensa ribereña y la pendiente, incluyendo la metodología del cálculo, en base a las normas de diseño de las obras de defensa ribereña en Japón. En cuanto a las medidas contra los deslizamientos y huaycos, que en realidad no es un tema cubierto por el presente Estudio, se realizó un estudio junto con la evaluación de los daños de inundaciones de 2017 y el estudio de identificación de necesidades. En el Capítulo 13, Sección 13.3.3 se resumen los desafíos identificados y las recomendaciones para las futuras medidas.