

República del Perú
Autoridad Nacional del Agua

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

Informe Final
Apéndice

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)

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 (Huellaga)	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 <i>Español en el renglón de abajo (letra en itálica)</i>)
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 PNUD	United Nations Development Programme <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

Apéndice-1-1

Contenido de la presentación hecho por el Equipo de Estudio (1er.Estudio de Campo en Perú)

- (1) Explicación del Informe de Inicio (ICR) (18 de abril, 2016) A1-2
- (2) Presentación sobre el manual de uso de los datos de satélites
(22 y 29 de abril, 2016) A1-17
- (3) Presentación del perfil de RRI (3 de mayo, 2016) A1-30
- (4) Técnicas de medidas de prevención de inundaciones (9 de mayo, 2016) A1-43



Agencia de Cooperación Internacional del Japón

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

Abril de 2016



CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

1

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.1 Antecedentes de Estudio (1/3) (Página 1)

- **Perú es un país diverso y complejo, por su variedad ambiental que comprende sectores montañosos, áreas litorales y selvas húmedas susceptibles a desastres naturales como ser sismos, tsunamis, inundaciones y corrimiento de tierra, tales así que, las medidas contra estos riesgos es uno de los temas más apremiantes que enfrenta el gobierno peruano.**
- **A partir de dichos antecedentes, el gobierno de Perú ha venido trabajando en el mejoramiento de la vulnerabilidad ante inundaciones y de fortalecimiento de 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.**

2

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.1 Antecedentes de Estudio (2/3) (Página 1)

- 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 Locales 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.
- La ANA ha elaborado en el 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.

3

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.1 Antecedentes de Estudio (3/3) (Página 1)

- 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 de 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).
- Con base al resultado 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.

4

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.2 Resumen del Estudio (1/2) (Página 2)

- (1) Seleccionar de entre las 159 cuencas hidrográficas a las cuencas prioritarias (aproximadamente 5 cuencas) que requieran de medidas prioritarias para la prevención de las inundaciones.**
- (2) Tipificar las 159 cuencas en 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 representen a cada tipología.**
- (3) Plantear, previo estudio de campo, los proyectos necesarios (medidas estructurales) para la prevención de inundaciones y estimar el costo de los mismos en lo que respecta a las cuencas prioritarias seleccionadas en el precedente punto (1). Estimar además, el costo de los daños que se reducirá con la implementación de los proyectos de prevención de inundaciones.**
- (4) Aclarar el tipo de prevención de inundaciones (contenido, costo y duración del proyecto) necesario para las cuencas modelo a través de los datos y documentos disponibles. Estimar el costo total de los proyectos por tipología multiplicando el costo estimado de los proyectos de cada cuenca modelo por el número de cuencas que conforman cada tipología.**

5

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.2 Resumen del Estudio (2/2) (Página 2)

- (5) Plantear 5 criterios técnicos estándar de prevención de inundaciones para cada modelo tipificado en los que se contemplen el contenido, cronograma y costo de las obras consideradas necesarias como proyectos de prevención de inundaciones de mediano plazo en el Perú, en función a lo descrito en el punto (1) al (4).**
- (6) Lograr a través de la realización de Talleres, la profundización de 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 desconcentrados de la ANA como ser la AAA y la ALA sobre el mecanismo de generación de inundaciones, segundo, con el mejoramiento de la técnica de análisis de imágenes satelitales 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) Socializar el contenido del Borrador del Informe Final mediante la organización de un seminario dirigidos a las organizaciones del lado peruano y Donantes Bilaterales.**

6

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.3 Zona de intervención del Estudio (1/2) (Página 3)



Distribución espacial de las 159 cuencas hidrográficas
Fuente: PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DEL PERÚ

- El Estudio recopilará las informaciones acerca de las 159 cuencas hidrográficas distribuidas en el territorio peruano y llevará a cabo los reconocimientos de campo necesarios en las cuencas prioritarias seleccionadas durante el proceso del presente Estudio.
- El Estudio clasificará en 5 tipologías las 159 cuencas del Perú de acuerdo con las características como ser la topografía, condiciones naturales o historial de daños por inundaciones entre otros factores y elaborará las Normas Técnicas (borrador) para la prevención de inundaciones a partir de datos y documentos disponibles.

7

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.3 Zona de intervención del Estudio (2/2) (Página 3)



Distribución espacial de las 159 cuencas hidrográficas
Fuente: PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DEL PERÚ

- Seguidamente se procederá, a partir de dichas Normas Técnicas (borrador), a elaborar el borrador de la propuesta estándar de prevención de inundaciones en las cuencas modelo que representan a cada tipología estimando el contenido, costo y duración de los proyectos necesarios, para finalmente estimar el costo de los proyectos por tipología multiplicando el número de cuencas que integran cada tipología por el costo de los proyectos estimados en las cuencas modelo.

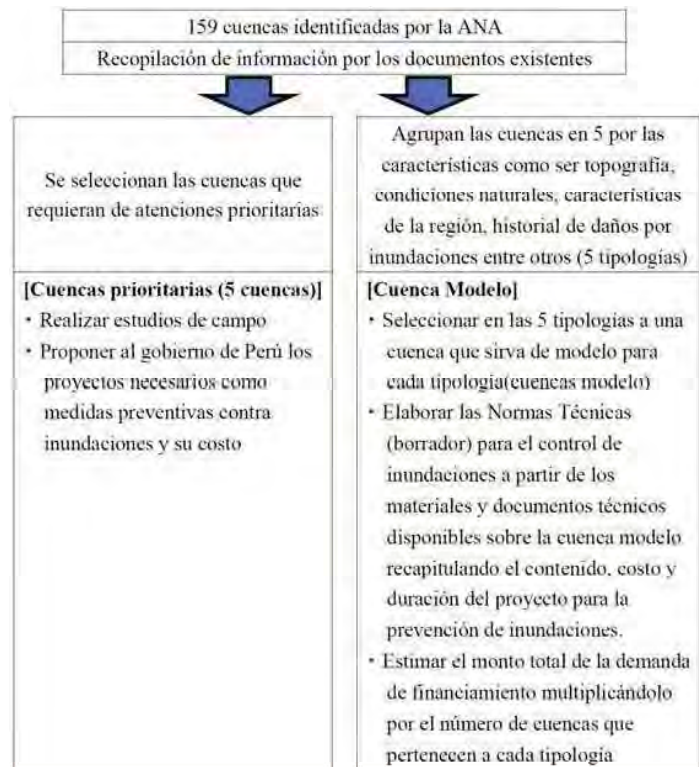
8

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.4 Objetivo del Estudio (1/2) (Página 3)

(1) Seleccionar, de entre las 159 cuencas hidrográficas de Perú identificadas por la ANA como de alto riesgo de inundaciones, a las cuencas que requieran de atenciones prioritarias así como a 5 grupos de cuencas tipificados según sus características como ser topografía, condiciones naturales, características de la región, historial de daños por inundaciones entre otros.

(2) Cuencas prioritarias: identificar, a través de relevamientos de campo, análisis de inundaciones y la elaboración del borrador del Plan de Recuperación del Cauze, la demanda de prevención de inundaciones integral y de mediano plazo que comprendan también el contenido, costo y el efecto cuantitativo del proyecto para la prevención de las inundaciones.

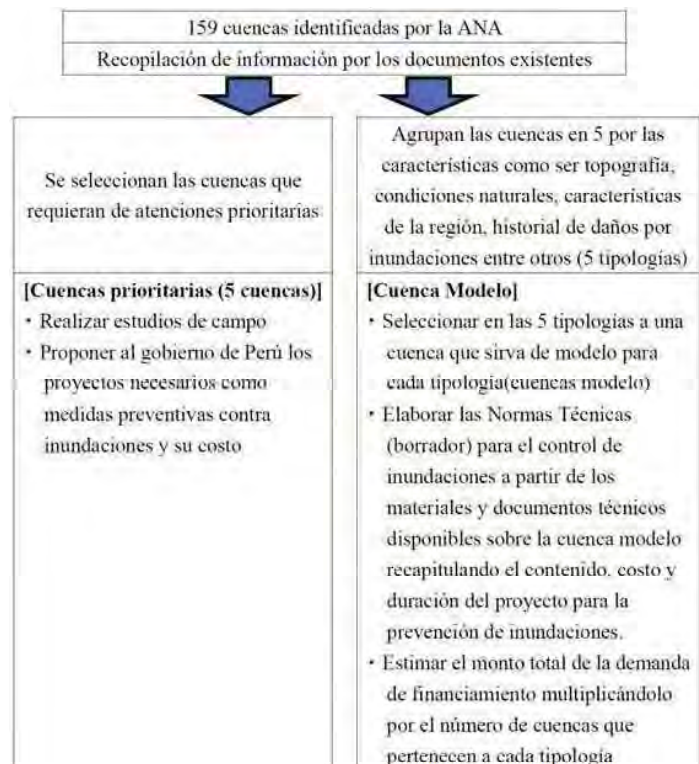


9

Capítulo 1 Descripción General del Estudio (Página 1-4)

1.4 Objetivo del Estudio (2/2) (Página 3)

(3) 5 tipologías: seleccionar en las 5 tipologías a una cuenca que sirva de modelo para cada tipología y recapitular el contenido, costo y duración del proyecto para la prevención de inundaciones a partir de los datos y documentos disponibles. Realizar además el análisis según las necesidades que se presenten, y verificar el contenido del proyecto verificando previamente las directrices técnicas tanto de Perú como las de Japón. Este resultado multiplicado por el número de cuencas que pertenecen a cada tipología, permite estimar el monto total de la demanda de financiamiento. Elaborar además las Normas Técnicas (borrador) para la prevención de inundaciones que tenga un enfoque de gestión integral del recurso hídrico, tomando como referencia los materiales y documentos técnicos disponibles y acumulados hasta la fecha en Japón.



10

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (1/13) (Página 8)

Lineamiento Técnico 1: Realizar un Estudio eficiente y eficaz haciendo uso efectivo del resultado de los estudios pasados, datos existentes y datos globales.

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las 159 cuencas del país ante las inundaciones, se aprovecharán a lo máximo los datos disponibles en Perú, una vez comprobada la credibilidad de dichos datos.

Datos disponibles y método de su uso en el presente Trabajo (borrador)

No.	Nombre de los datos existentes	Método de utilización en el Estudio (borrador)
1	Estadística poblacional y demográfica y datos socioeconómicos (INEI).	Indicadores para la selección de las cuencas prioritarias. Indicadores de evaluación del efecto de prevención de inundaciones. (población afectada prevista). Pronóstico de las zonas de mayor riesgo de inundaciones etc.
2	Base de datos de desastres (Sistema de información para la Prevención y Atención de Desastres, SINPAD) (INDECI)	Identificación de zonas vulnerables a las inundaciones. Aclaración del mecanismo de generación de daños por inundaciones mediante el estudio del relacionamiento entre el inventario de desastre y los datos climáticos e hidrológicos.
3	Resultado del estudio de riesgos en el marco INDECI y UNDP.	Identificación de zonas vulnerables a las inundaciones. Identificación de la situación actual de la planificación urbana que tome en cuenta el riesgo de las inundaciones.
4	Diagnóstico de las zonas propensas a las inundaciones realizado por la ANA (llevado a cabo entre el 2011 y 2014)	Identificación de zonas vulnerables a las inundaciones. Evaluación del riesgo de inundaciones de la ANA mediante un estudio cuidadoso del método de diagnóstico y variables etc.
5	Resultado del estudio sobre el "Tratamiento de Cauces para la Prevención de Inundaciones" llevado a cabo por la ANA a partir del 2010. Actualmente se tiene elaborado acerca de 15 ríos (río Piura, río Chicama, etc.).	Identificación de zonas vulnerables a las inundaciones. Aclaración del mecanismo de generación de daños. Evaluación de riesgos de inundaciones de la ANA.
6	Carta Topográfica disponible en IGN.	Identificación de las características topográficas del Perú. Creación de un Modelo de Análisis de Inundaciones.
7	Carta Topográfica disponible en la ANA (Mapa Hidrográfico).	Identificación de las características topográficas del Perú. Identificación de las características de inundaciones. Creación de un Modelo de Análisis de Inundaciones.
8	Otros "Informe Final del Estudio Preparatorio sobre el Programa de Protección de Valles Rurales y Vulnerables ante Inundaciones en la República del Perú" (marzo de 2013).	Identificación de inundaciones en las cuencas de la vertiente del Pacífico y su utilización como material de referencia para la prevención de inundaciones.

11

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (2/13) (Página 9)

Lineamiento Técnico 1: Realizar un Estudio eficiente y eficaz haciendo uso efectivo del resultado de los estudios pasados, datos existentes y datos globales.

- El presente Estudio verificará la situación de las estaciones hidrológicas así como la disponibilidad de datos acerca de la topografía de Perú, y en caso de que surja la necesidad de complementar u obtener mayores datos, se utilizarán los datos globales.
- Estos datos pueden ser obtenidos gratuitamente desde la página web de los respectivos organismos.

Principales datos globales

No	Variables	Fuente de obtención	Especificaciones	Método de uso para la prevención de inundaciones
1	Precipitación	GSMaP 3B42RT	Resolución 10 km (GSMaP), 30 km (3B42RT) Frecuencia de observación cada hora (GSMaP) 3 horas (3B42RT)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la distribución de la precipitación. • Datos de entrada de modelos de cálculo de escorrentía. • Escala de Diseño del proyecto (empleado como muestra de probabilidad y estadística).
2	Altitud (Digital Elevation Model, DEM)	GTOPO30 SRTM ASTER GDEM	Resolución 900 m (GTOPO30) 90 m (SRTM3), 30 m (SRTM1) 30 m (ASTER GDEM)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las características topográficas. • Construcción de un modelo distribuido de cálculo de la escorrentía. • Construcción de un modelo de análisis de crecidas. • Elaboración de mapas base y mapas de riesgo de inundaciones entre otros.
3	Uso de suelo	GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC)	Resolución 1 km	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la situación del uso de suelo. • Utilizado como datos básicos para la determinación de parámetros de uso de suelo del modelo de cálculo de la escorrentía.

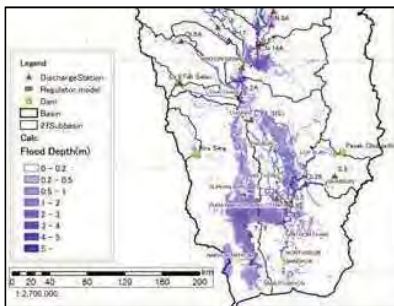
12

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (3/13) (Página 12)

Lineamiento Técnico 2: Realizar un eficiente análisis hidráulico y de crecidas así como una propuesta de control de inundaciones aplicando las experiencias y tecnologías de Japón.

- Lo importante en esta tarea es adoptar un modelo de análisis hidráulico y de crecidas que permita una adecuada representación de las características de las respectivas cuencas, debido a que las características de las cuencas de la vertiente del Pacífico, del Titicaca y la cuenca amazónica difieren en forma significativa entre sí.
- 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, con el cual se determina el hidrograma de descarga de los ríos considerados y el área de inundación aproximada de toda la cuenca.
- Si es difícil de aplicar Modelo RRI, se considera según la necesidad la adopción de un modelo de análisis que permita la reproducción de la escorrentía de la cuenca y las características de la inundación, partiendo de la premisa del consentimiento previo de la ANA.



Características del Modelo RRI:

- 1) Analiza el cauce en 1D y el área de tierra (zona de pendiente) en 2D. Aplicable en cuencas que incluyen zonas montañosas y llanuras.
- 2) Algoritmo numérico estable y de alta velocidad
- 3) Reflejo del proceso hidrológico complicado: considera el comportamiento de las aguas subterráneas, así como los cambios en el curso del río debido a construcciones artificiales como ser diques, represas y canales de descarga.
- 4) Paquete de herramientas que hace factible el modelamiento para la respuesta a emergencias: permite disponer de las herramientas y el manual para aplicar los datos de la precipitación por satélite y topográficos.
- 5) Actualmente, el ICHARM de Japón se encuentra desarrollando la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) el cual prevé ser proveído de manera gratuita.

13

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (4/13) (Página 15)

Lineamiento Técnico 2: Realizar un eficiente análisis hidráulico y de crecidas así como una propuesta de control de inundaciones aplicando las experiencias y tecnologías de Japón.

- Las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)” serán elaboradas con base a los documentos disponibles en el Perú. El Estudio, apoyado en las especificaciones de las construcciones contra inundaciones convencionales del Perú, realizará la presentación de la tecnología japonesa como una alternativa que merece ser considerada, y lo propone en el documento de las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)”, verificando previamente las tecnologías japonesas que puedan ser aceptadas por el lado peruano.
- También serán presentadas en el marco del Estudio y a petición de la ANA, las propuestas de la tecnología japonesa así como las demás tecnologías fluviales aplicables en las obras de restauración de las construcciones fluviales como las que se señalan en la tabla y que contribuyan al uso del Préstamo Stand-By.




14

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (5/13) (Página 15)

Lineamiento Técnico 2: Realizar un eficiente análisis hidráulico y de crecidas así como una propuesta de control de inundaciones aplicando las experiencias y tecnologías de Japón.

Tecnologías japonesas aplicables en el exterior

No	Tecnología (Objetivo)	Descripción general	
1	Bolsas rellenas para protección de estribos (Utilizable en la restauración urgente de la protección de riberas y de estribos luego de la inundación).		NETIS No. KT-980199-V Fuente: https://www.kyowa-inc.co.jp/product/civilengineering/ecogreen.html
2	Grandes bolsas de arena a prueba de intemperie (Aplicables en la restauración urgente de la construcción de cierres provisionales y carreteras temporales después de la inundación)		NETIS No. KT-060144-V Fuente: http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=KT-060144&TabType=2&nt=nt
3	Bloques de defensa ribereña con ángulo de talud variable (Permite la construcción de defensas ribereñas ajustadas a la corriente natural del río)		NETIS No. KK-050081-V Fuente: http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=KK-050081&TabType=2&nt=nt

15

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (6/13) (Página 16)

Lineamiento Técnico 3: El trabajo de selección de las cuencas prioritarias y la tipificación de las 159 cuencas y las cuencas modelo basadas en los argumentos científicos y en la opinión de la ANA, se llevarán a cabo poniendo en claro el proceso de selección y en virtud de lo acordado con la ANA.

- Las cuencas prioritarias necesitan ser seleccionadas tomando en cuenta las políticas y lineamientos del gobierno peruano en materia de desarrollo territorial del país. Serán seleccionados previa discusiones con la ANA teniendo en cuenta las prioridades, la eficiencia económica así como la representatividad de las cuencas clasificadas y visualizadas por el gobierno peruano.
- La tipificación de las 159 cuencas en 5 tipologías y la selección de cuencas modelo que representen a cada tipología se harán considerando de manera integral las condiciones naturales del país como ser características topográficas y geológicas, el entorno natural y las características hidrológicas y de las precipitaciones, así como las características sociales, económicas e industriales, y el inventario de desastres registrados en el país como ser la escala y frecuencia de los daños causados por inundaciones pasadas y tipos de inundaciones.
- El análisis utiliza en lo posible indicadores cuantitativos y mantiene la transparencia del proceso, asegurando de esta manera su adecuada objetividad.

16

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (7/13) (Página 16)

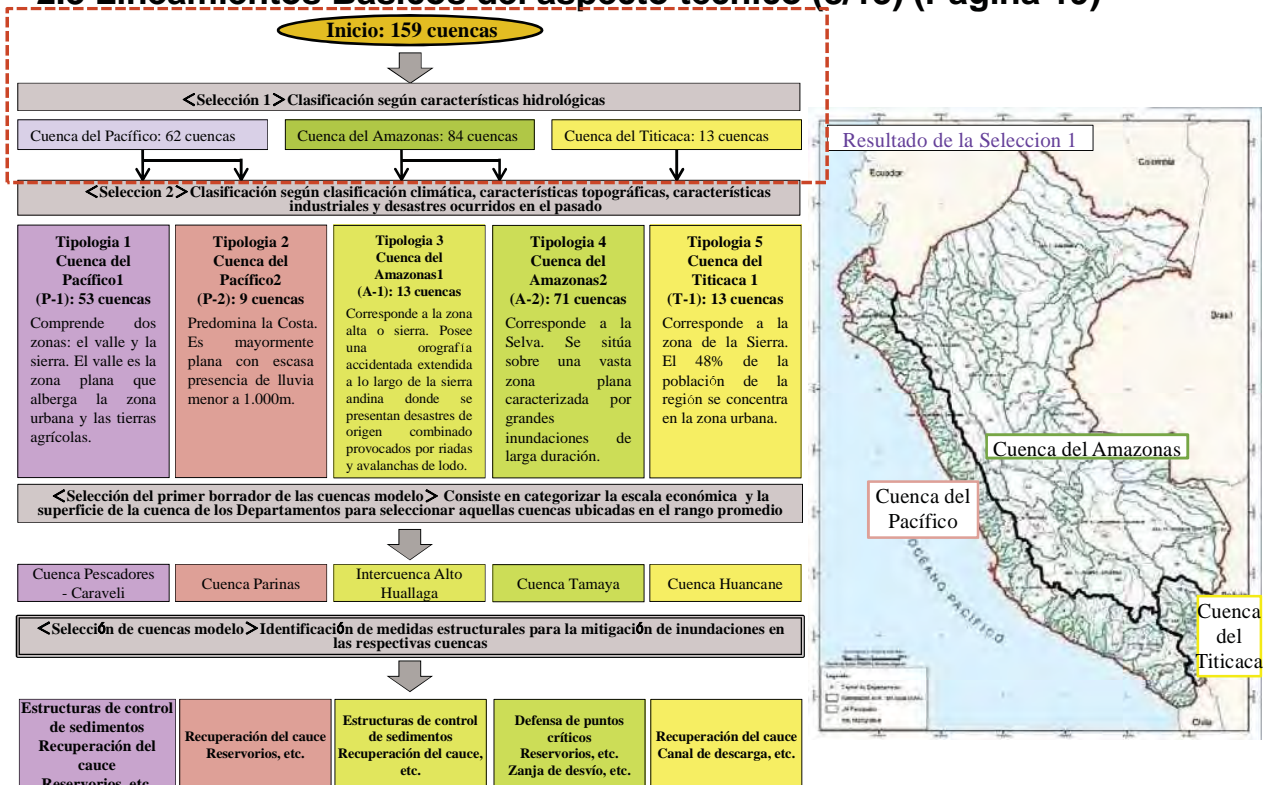
Lineamiento Técnico 3: El trabajo de selección de las cuencas prioritarias y la tipificación de las 159 cuencas y las cuencas modelo basadas en los argumentos científicos y en la opinión de la ANA, se llevarán a cabo poniendo el claro el proceso de selección y en virtud de lo acordado con la ANA.

- Por otro lado, la selección de las cuencas prioritarias, comparada con la clasificación de 5 tipologías, se realiza tomando más en cuenta las características sociales (impacto económico y social (consideraciones para la reducción de la pobreza, desarrollo igualitario)) y las prioridades establecidas por el gobierno peruano relacionadas también con las características sociales.
- En la Primera Etapa de Estudio en Perú se trabaja en la verificación de las cuencas bajo la percepción de “cuál de los ríos deben ser priorizados para la realización del control de inundaciones”. Se discutirá además sobre “cuáles serán los indicadores que el gobierno peruano adoptará para la priorización de los proyectos de control de inundaciones”. Durante la Segunda Etapa de Trabajo en Japón, el Equipo realizará el ordenamiento de la priorización hecha en el párrafo anterior y seleccionará, junto con la ANA, las cuencas prioritarias que resulten convincentes para el gobierno peruano.

17

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

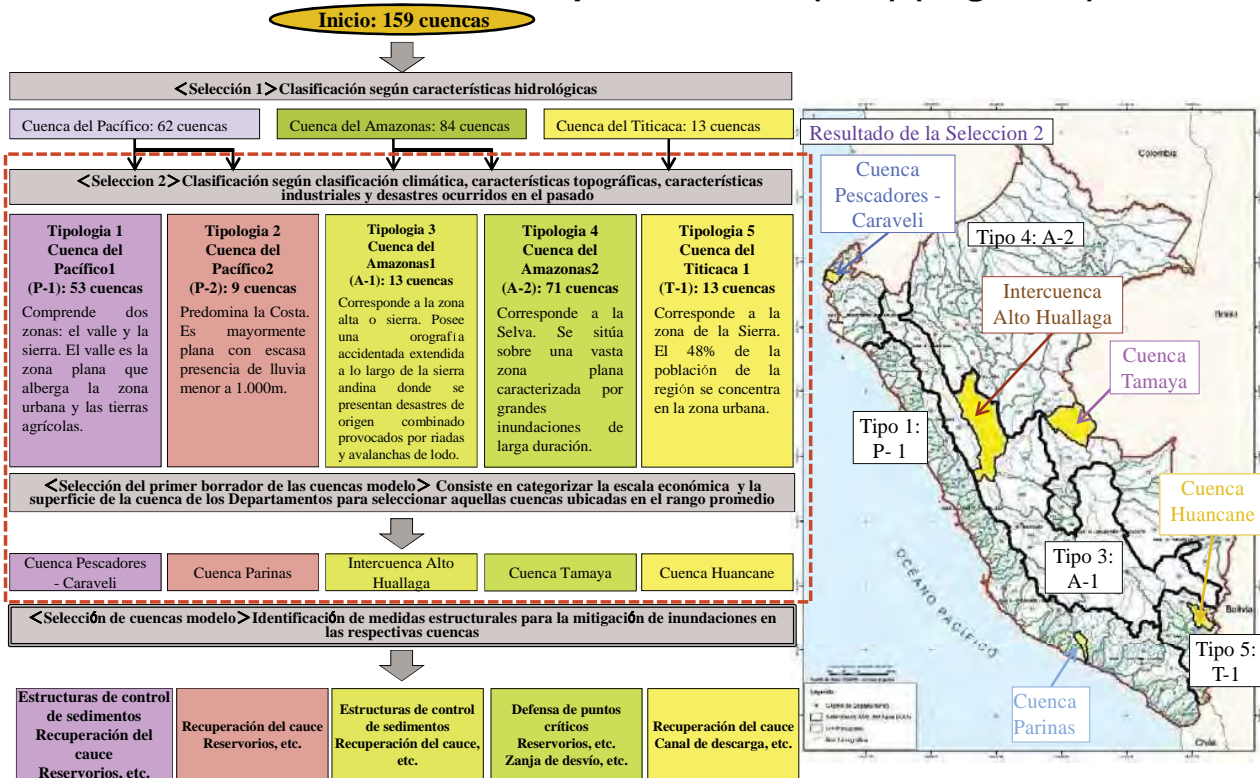
2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (8/13) (Página 19)



Flujo de las 5 tipificaciones y de la selección de las cuencas modelo (borrador) 18

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

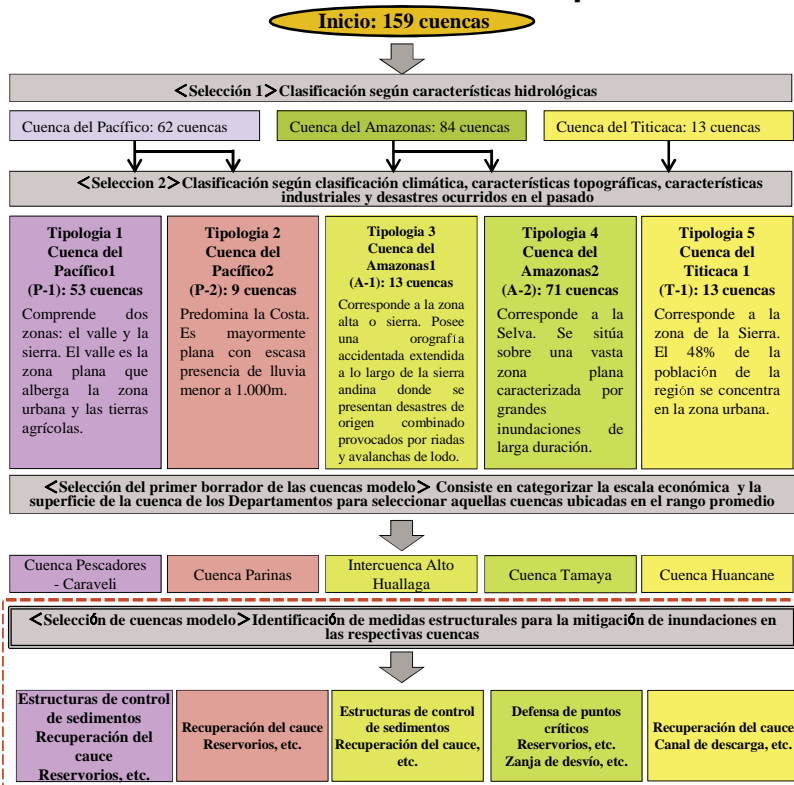
2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (9/13) (Página 19)



Flujo de las 5 tipificaciones y de la selección de las cuencas modelo (borrador) 19

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (10/13) (Página 20)

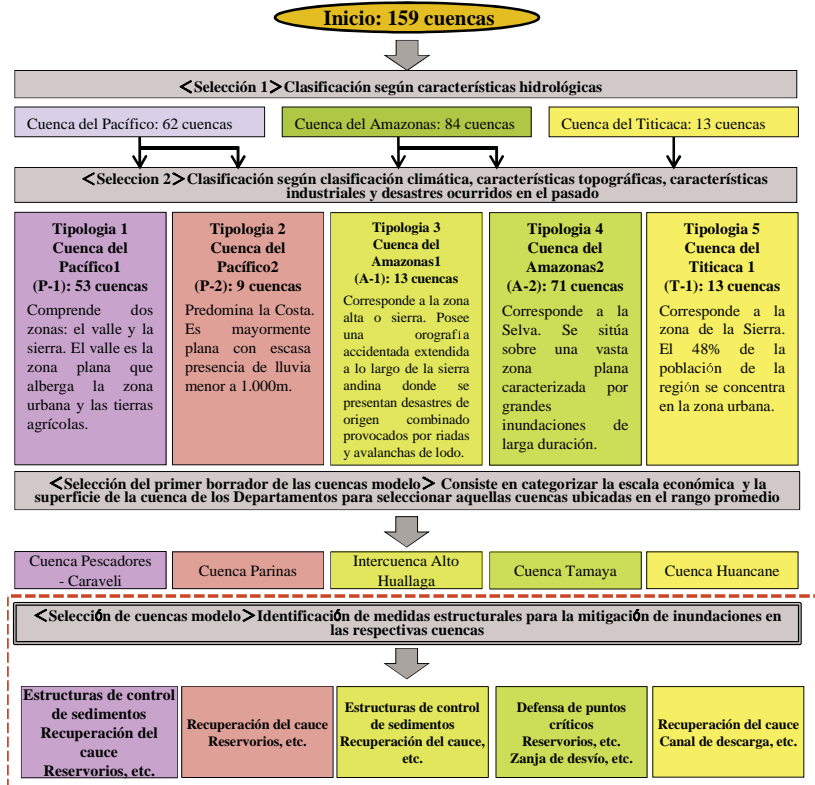


Flujo de las 5 tipificaciones y de la selección de las cuencas modelo (borrador) 20

- El contenido de los proyectos de prevención para las cuencas prioritarias y cuencas modelo será seleccionado sobre la base de las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)” (en adelante “Normas Técnicas (Borrador)”) a ser elaborado en el marco del presente Estudio.
- Este trabajo se basará también en las Directrices Técnicas existentes elaboradas en el Perú así como en las “Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Areas Agrícolas o Urbanas” (en adelante “Guía Metodológica para Inundaciones”) elaborado por el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú.

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (11/13) (Página 20)



➤ Tal es así que el presente Estudio propondrá las medidas para el control de inundaciones con tecnología japonesa basadas en las Normas Técnicas (Borrador) y Directrices para la Restauración del Río arriba señaladas, a través de las discusiones a ser mantenidas con la parte peruana.

Flujo de las 5 tipificaciones y de la selección de las cuencas modelo (borrador) 21

Capítulo 2 Lineamientos de Ejecución del Trabajo (Página 5-22)

2.3 Lineamientos Básicos del aspecto técnico (12/13)

Tipo	Cuenca modelo	Propuestas para la prevención de inundaciones
Tipología 2 Cuenca del Pacífico2 (P-2): 9 cuencas	Cuenca Parinas	Recuperación del cauce Reservorios, etc.

Costo de los proyectos estimados en las cuencas modelo **Número de cuencas** **Monto total de la demanda de financiamiento**

188,570,000 × **9** = **1,697,130,000**

Recuperación del cauce	Longitud de las obras fluviales (km)	Costo unitario (S./.)	Costo del proyecto (S./.)
	10	1,757,000	17,570,000
Reservorios	Volumen de almacenamiento (MCM)	Costo unitario (S./.)	Costo del proyecto (S./.)
	3.0	57,000,000	171,000,000
Total			188,570,000

➤ La elaboración del costo de la obra se realiza de una manera ajustada a la realidad del país, con la adopción del costo unitario utilizado en las construcciones de infraestructuras llevadas a cabo en el pasado en Perú multiplicado por la tasa de aumento del precio.

➤ Si no se tiene algunos datos históricos de costo unitario en Perú, se aplica el ejemplo de otros países.

➤ Se calcula los costos estimados de mitigación a generarse con la implementación del proyecto de prevención estimando los costos respectivos de los daños ocasionados con o sin la implementación del proyecto, para estimar los beneficios cuantitativos del proyecto.

NPV	EIRR	B/C
374,000	23.55%	2.95

Imagen de la estimación de costos

Capítulo 3 Método de Ejecución del Trabajo (Página 23-32)

3.3 Personal del Estudio y plan de personal (Página 30)

Cód.	Funciones	Nombre	Organización perteneciente *1
a	Lider/ Control de inundaciones • Plan de mitigación de las inundaciones	Kazuto SUZUKI	CTII
b	Co-Lider/Análisis de inundaciones • Plan de control de Inundaciones	Emi SUGINO	CTII
c	Hidráulica • Medidas de prevención de inundaciones	Daisuke FUJITA	CTII
d*2	Consideraciones sociales y ambientales	Sebastian Jara	Personal local

Nota: *1 CTII: CTI Engineering International Co., Ltd.

*2 Expertos que se unen durante el Estudio en Perú

25

Capítulo 4 Materiales disponibles y recopilados en Perú (Página 33-35)

4.1 Materiales recopilados antes del inicio del Estudio (Página 33)

Fuente de información	Material	Tipo de material
Peru		
ANA	Mapa de cuencas hidrológicas	Datos electrónicos (shp/pdf)
	Mapa de areas jurisdiccionales de la ANA	Datos electrónicos (shp)
	Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)	Datos electrónicos (pdf/docx)
INDECI	Inventario de desastres	Datos electrónicos (csv)
MEF	Directrices para la evaluación del proyecto de mejoramiento del cauce del río	Datos electrónicos (pdf)
	Materiales relacionados al SNIP	Datos electrónicos (pdf)
INEI	Datos estadísticos	Datos electrónicos (xls)
Otros		
USGS	Límites administrativos	Datos electrónicos (shp)
	Altura del suelo	SRTM90m (GIS)
		ASTER30m (GIS)
	Pendiente de la superficie	Datos electrónicos (shp)
	Dirección del flujo de agua	
	Imágenes satelitales (LANDSAT)	Datos electrónicos (Datos de imagen)
GLCC	Datos electrónicos (Datps raster)	
	Uso de suelo	
JAXA	GSMaP	Datos electrónicos (csv)
Texas Univ.	Carta topográfica, etc.	Datos electrónicos (pdf)
PVC	Distribución de la población	Datos electrónicos (shp)
Land Scan		
DesInventar	Inventario histórico de desastres	Datos electrónicos(csv)

26

4.2 Planteamiento Básico de la Ejecución de Trabajo (Página 34)

Fuente de información	Nombre del documento	Observaciones (grado de prioridad)
ANA	Informe ● Diagnóstico nacional de zonas propensas a inundaciones (2011-2014) ● Tratamiento de Cauces para la prevención de Inundaciones	(Alto) Elaborado para 15 ríos (alto)
	Ubicación de los ríos.	Ríos de todo el país (alto)
	Datos básicos de los ríos	
	Datos de altura y caudal, Curva H-Q	Cuencas prioritarias y cuencas modelo (alto)
	Construcciones fluviales (diques, compuertas, etc.)	
	Plan de mejoramiento de ríos, etc.	
	Datos de represas	
	Datos de toma de agua	
	Datos del levantamiento de los ríos llevado a cabo	
	Altura del suelo	(Alto) (En caso de que disponga)
SENAMHI	Ubicación y área de las estaciones meteorológicas	De todo el país (alto)
	Precipitación	
	Velocidad del viento	Dentro de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (bajo)
	Horas de luz solar	
	Temperatura	
	Cantidad de evaporación	
IGN	Carta topográfica (1:50.000)	Dentro de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (alto)
	Imagen satelital	(Bajo) (En caso de que disponga)
	Geología superficial	Dentro de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (bajo)
INDECI	Informe "Programa Ciudades Sostenibles"	(Alto)
	Inventario de desastres del SINPAD	A partir del 2014 (alto)
Gobiernos regionales	Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	Dentro de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (bajo)
Se desconoce la institución que tiene la información	Uso de Suelo Actual	Dentro de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (alto)
	Datos del nivel del mar	Desembocaduras de las cuencas prioritarias y cuencas modelo (alto)

Capítulo 4 Materiales disponibles y recopilados en Perú (Página 33-35)

4.3 Solicitud del equipo de estudio (Página 34)

- Al Equipo de estudio le gustaría tener reuniones ordinarias con ANA, que podrían ser realizadas de forma regular una o dos veces por semana.
- En estas reuniones, el Equipo de estudio hará las presentaciones que figuran en la tabla de abajo.
- Además, al equipo de estudio le gustaría recibir las informaciones que ANA puede proveer y que guardan relación con el contenido de las presentaciones.

Contenido de la reunión ordinaria semanal con la ANA (Borrador)

Fecha	Contenido (contenido de la presentación realizada por el Equipo de Estudio)	Solicitudes a la ANA
1ra. semana	Explicación del contenido del Informe de Inicio	Programación de citas con los demás organismos para la recopilación de datos.
2da. semana	Datos de satélites disponibles de forma gratuita	Provisión de datos fluviales e hidrológicos disponibles en la ANA al Equipo de Estudio.
3ra. semana	Explicación del modelo de inundaciones de Japón (Modelo RRI, etc.)	Análisis del proyecto de control de inundaciones y de riesgos de la ANA, propuestas sobre cuencas prioritarias y cuencas modelo.
4ta. semana	Tecnología de control de inundaciones de Japón. Lineamientos futuros del Estudio.	Presentación de tecnologías de control de inundaciones de la ANA.

Thanks Acknowledgment

I would like to express our gratitude to your attention.

JICA Survey Team hopes to obtain the good conclusion for the relationship between Peru and Japan.



Agencia de Cooperación Internacional del Japón

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

Datos de satélites disponibles de forma gratuita

Abril de 2016



CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

1

Reunión Semanal Ordinaria

- En la tabla de abajo se indican el contenido a ser desarrollado durante las reuniones semanales
- Además, al equipo de estudio le gustaría recibir las informaciones que ANA puede proveer y que guardan relación con el contenido de las presentaciones.
- En el día de hoy, corresponde el desarrollo del contenido correspondiente a la segunda semana referentes a datos de satélites disponibles de forma gratuita

Contenido de la reunión ordinaria semanal con la ANA (Borrador)

Fecha	Contenido (contenido de la presentación realizada por el Equipo de Estudio)	Solicitudes a la ANA
1ra. semana	Explicación del contenido del Informe de Inicio	Programación de citas con los demás organismos para la recopilación de datos.
2da. semana	Datos de satélites disponibles de forma gratuita	Provisión de datos fluviales e hidrológicos disponibles en la ANA al Equipo de Estudio.
3ra. semana	Explicación del modelo de inundaciones de Japón (Modelo RRI, etc.)	Análisis del proyecto de control de inundaciones y de riesgos de la ANA, propuestas sobre cuencas prioritarias y cuencas modelo.
4ta. semana	Tecnología de control de inundaciones de Japón. Lineamientos futuros del Estudio.	Presentación de tecnologías de control de inundaciones de la ANA.

2

Lineamientos de Ejecución del Trabajo

Lineamiento Técnico 1: Realizar un Estudio eficiente y eficaz haciendo uso efectivo del resultado de los estudios pasados, datos existentes y datos globales.

- El presente Estudio verificará la situación de las estaciones hidrológicas así como la disponibilidad de datos acerca de la topografía de Perú, y en caso de que surja la necesidad de complementar u obtener mayores datos, se utilizarán los datos globales.
- Estos datos pueden ser obtenidos gratuitamente desde la página web de los respectivos organismos.

Principales datos globales

No	Variables	Fuente de obtención	Especificaciones	Método de uso para la prevención de inundaciones
1	Precipitación	GSMaP 3B42RT	Resolución 10 km (GSMaP), 30 km (3B42RT) Frecuencia de observación cada hora (GSMaP) 3 horas (3B42RT)	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de la distribución de la precipitación.• Datos de entrada de modelos de cálculo de escorrentía.• Escala de Diseño del proyecto (empleado como muestra de probabilidad y estadística).
2	Altitud (Digital Elevation Model, DEM)	SRTM ASTER GDEM	Resolución 90 m (SRTM3), 30 m (SRTM1) 30 m (ASTER GDEM)	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de las características topográficas.• Construcción de un modelo distribuido de cálculo de la escorrentía.• Construcción de un modelo de análisis de crecidas.• Elaboración de mapas base y mapas de riesgo de inundaciones entre otros.
3	Uso de suelo	GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC)	Resolución 1 km	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de la situación del uso de suelo.• Utilizado como datos básicos para la determinación de parámetros de uso de suelo del modelo de cálculo de la escorrentía.

3

LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN

4

Introducción a los datos de lluvia por satélite

- i) GSMaP : Mapas de precipitaciones globales por hora, proporcionados por JAXA, Japón
- ii) 3B42RT : Datos de precipitación por satélite proporcionadas por la NASA, EE.UU.

Items	GSMaP	3B42RT
Desarrollador y proveedor	JAXA	NASA
Cobertura	N60° ~ S60°	N50° ~ S50°
Resolución	0.1° (a unos 10 km)	0.25° (a unos 30 km)
Tiempo de resolución	1 hora	3 horas
Lapso de tiempo	4 horas	10 horas
Sistema coordinado	WGS 1984	
Información histórica	desde marzo de 2000	desde diciembre de 1997

5

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

Como obtener datos

<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>



GSMaP User Tentative Registration **Mensaje del administrador**

*This message is sent to you automatically.
If you do not know why you are receiving this message, please delete it.

Your account is currently tentatively registered to the GSMaP data use.
To complete your registration, please click the link below.

*Access to the following link, and click "OK" button to complete your registration.
Then, e-mail including access information will be sent to your registered email address.

URL:

Haga clic en la URL para mover al próximo proceso

TRMM Realtime Office
TRMM Real-Time Office
Earth Observation Research Center,
Japan Aerospace Exploration Agency
2-1-1, Sengen, Tsukuba-city, Ibaraki 305-8505 Japan
Fax +81-29-868-2961
E-mail: trmm_real@jaxa.jp

Formulario de inscripción

registro de usuario

Rellene el formulario y envíarlo

User Registration (Input Check)

Step 1: Input Step 2: Input check Step 3: E-mail check Step 4: Completed

Your registration is NOT COMPLETED yet.
If you push "Complete Registration" button, user ID and password will be sent to your registered email address.
*If you do not push the "Complete Registration" button, user ID and password will not be issued.

Haga clic para completar el registro

Complete Registration

6

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

```
--
1. Name
Daisuke FUJITA

2. E-Mail
fujita@ctii.co.jp

3. Organization/Affiliation
CTI Enginller International Co., Ltd

4. Country
Japan

5. Category of data usage
Research

6. Field of interests
Meteorology
Hydrology
Floods

7. Purpose
I'm examining rainfall at the Indonesia, and I want to compare satellite rainfall data with ground observation data.
--

Followings are information of password protected ftp site
for GSMaP_NRT.
Since we may send announcements about processing information
and/or algorithm version-up to your e-mail address,
please notify us when you will change your e-mail address.

When you will access through ftp software;
Address: hokusai.eorc.jaxa.jp
UID: rainmap
PW: Niskur+1404

When you will access through web browser (IE, etc.):
ftp://rainmap:Niskur+1404@hokusai.eorc.jaxa.jp/
```

7

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

<ftp://rainmap:Niskur+1404@hokusai.eorc.jaxa.jp/>

ftp://rainmap@hokusai.eorc.jaxa.jp/ の一覧

上位のディレクトリへ移動

名前	サイズ	最終更新日時
now		2016/04/12 4:16:00
realtime ← <i>datos en tiempo real</i>		2015/06/26 0:00:00
reanalysis ← <i>los datos estándar entre marzo de 2000 y febrero de 2014</i>		2016/03/31 2:46:00
reanalysis_gauge <i>calibrada por el CPC (Centro de Predicción del Clima), EE.UU.</i>		2015/09/25 0:00:00
standard ← <i>los datos estándar desde marzo de 2014 para presentar</i>		2014/09/01 0:00:00
standard_gauge <i>calibrada por el CPC (Centro de Predicción del Clima), EE.UU.</i>		2014/09/01 0:00:00

8

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

versión 6 (v6) es la última se puede elegir datos horarios o diarios

ftp://rainmap@hokusai.eorc.jaxa.jp/standard_gauge/v6/txt/hourly/ の一覧

上位のディレクトリへ移動

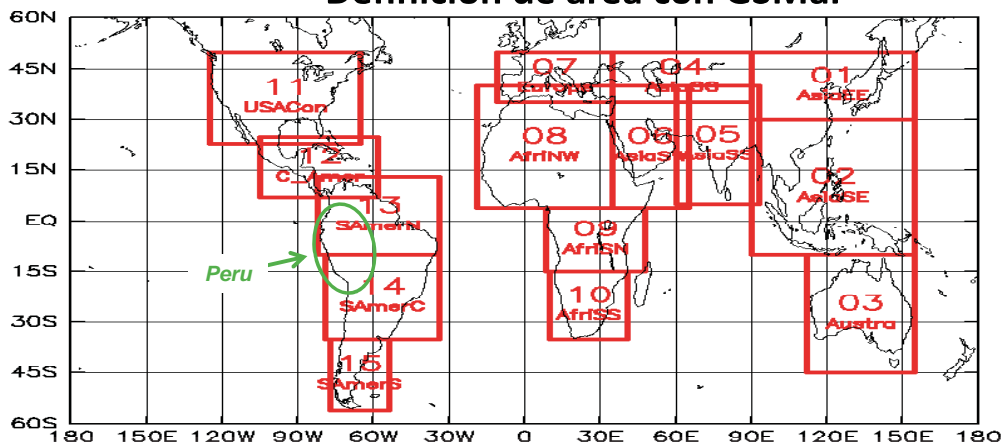
名前	サイズ	最終更新日時
01_AsiaEE		2016/01/05 12:38:00
02_AsiaSE		2016/01/05 12:38:00
03_Austra		2016/01/05 12:38:00
04_AsiaCC		2016/01/05 12:38:00
05_AsiaSS		2016/01/05 12:38:00
06_AsiaSW		2016/01/05 12:38:00
07_Europe		2016/01/05 12:38:00
08_AfriNW		2016/01/05 12:39:00
09_AfriSN		2016/01/05 12:39:00
10_AfriSS		2016/01/05 12:39:00
11_USACon		2016/01/05 12:39:00
12_C_Amer		2016/01/05 12:39:00
13_SAmerN		2016/01/05 12:39:00
14_SAmerC		2016/01/05 12:39:00
15_SAmerS		2016/01/05 12:39:00

9

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

Definición de área con GSMaP



Nombre del área	Longitud (W)	Longitud (E)	Latitud (S)	latitud (N)
01_AsiaEE	90	155	30	50
02_AsiaSE	90	155	-10	30
:	:	:	:	:
13_SAmerN	-82	-34	-10	13
14_SAmerC	-79	-34	-35	-10
15_SAmerS	-77	-54	-56	-35

Al norte de los 10 grados de latitud sur → 13

Al sur de los 10 grados de latitud sur → 14

10

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

ftp://rainmap@hokusai.eorc.jaxa.jp/standard_gauge/v6/txt/hourly/13_SAmern/2016/01/01/ の一覧

↑ 上位のディレクトリへ移動

名前	descargar	サイズ	最終更新日時
gsmag_mv641330_20160101_0000_13_SAmern.csv.zip		360 KB	2016/01/05 10:05:00
gsmag_mv641330_20160101_0100_13_SAmern.csv.zip		357 KB	2016/01/05 10:10:00
gsmag_mv641330_20160101_0200_13_SAmern.csv.zip		356 KB	2016/01/05 10:15:00
gsmag_mv641330_20160101_0300_13_SAmern.csv.zip		358 KB	2016/01/05 10:20:00
gsmag_mv641330_20160101_0400_13_SAmern.csv.zip		357 KB	2016/01/05 10:24:00
gsmag_mv641330_20160101_0500_13_SAmern.csv.zip		357 KB	2016/01/05 10:29:00
gsmag_mv641330_20160101_0600_13_SAmern.csv.zip		359 KB	2016/01/05 10:34:00
gsmag_mv641330_20160101_0700_13_SAmern.csv.zip		358 KB	2016/01/05 10:39:00
gsmag_mv641330_20160101_0800_13_SAmern.csv.zip		354 KB	2016/01/05 11:04:00
gsmag_mv641330_20160101_0900_13_SAmern.csv.zip		351 KB	2016/01/05 11:09:00
gsmag_mv641330_20160101_1000_13_SAmern.csv.zip		347 KB	2016/01/05 11:14:00
gsmag_mv641330_20160101_1100_13_SAmern.csv.zip		337 KB	2016/01/05 11:19:00
gsmag_mv641330_20160101_1200_13_SAmern.csv.zip		339 KB	2016/01/05 11:24:00
gsmag_mv641330_20160101_1300_13_SAmern.csv.zip		348 KB	2016/01/05 11:28:00
gsmag_mv641330_20160101_1400_13_SAmern.csv.zip		354 KB	2016/01/05 11:33:00
gsmag_mv641330_20160101_1500_13_SAmern.csv.zip		358 KB	2016/01/05 11:38:00
gsmag_mv641330_20160101_1600_13_SAmern.csv.zip		363 KB	2016/01/05 12:04:00
gsmag_mv641330_20160101_1700_13_SAmern.csv.zip		368 KB	2016/01/05 12:09:00
gsmag_mv641330_20160101_1800_13_SAmern.csv.zip		371 KB	2016/01/05 12:14:00
gsmag_mv641330_20160101_1900_13_SAmern.csv.zip		371 KB	2016/01/05 12:19:00
gsmag_mv641330_20160101_2000_13_SAmern.csv.zip		371 KB	2016/01/05 12:23:00
gsmag_mv641330_20160101_2100_13_SAmern.csv.zip		372 KB	2016/01/05 12:28:00

ftp://rainmap@hokusai.eorc.jaxa.jp/standard_gauge/v6/txt/daily/00Z-23Z/13_SAmern/2016/01/ の一覧

↑ 上位のディレクトリへ移動

名前	descargar	サイズ	最終更新日時
gsmag_mv641330_20160101_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		403 KB	2016/01/05 13:25:00
gsmag_mv641330_20160102_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		394 KB	2016/01/06 4:25:00
gsmag_mv641330_20160103_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		373 KB	2016/01/06 8:26:00
gsmag_mv641330_20160104_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		378 KB	2016/01/07 7:25:00
gsmag_mv641330_20160105_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		387 KB	2016/01/08 7:25:00
gsmag_mv641330_20160106_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		396 KB	2016/01/09 7:25:00
gsmag_mv641330_20160107_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		390 KB	2016/01/10 7:25:00
gsmag_mv641330_20160108_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		384 KB	2016/01/11 7:25:00
gsmag_mv641330_20160109_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		373 KB	2016/01/12 7:25:00
gsmag_mv641330_20160110_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		375 KB	2016/01/13 7:25:00
gsmag_mv641330_20160111_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		377 KB	2016/01/14 7:25:00
gsmag_mv641330_20160112_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		370 KB	2016/01/15 7:25:00
gsmag_mv641330_20160113_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		367 KB	2016/01/16 7:25:00
gsmag_mv641330_20160114_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		370 KB	2016/01/22 7:43:00
gsmag_mv641330_20160115_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		365 KB	2016/01/21 4:34:00
gsmag_mv641330_20160116_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		354 KB	2016/01/22 1:35:00
gsmag_mv641330_20160117_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		364 KB	2016/01/22 1:38:00
gsmag_mv641330_20160118_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		375 KB	2016/01/22 1:43:00
gsmag_mv641330_20160119_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		396 KB	2016/01/22 7:47:00
gsmag_mv641330_20160120_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		389 KB	2016/01/23 7:25:00
gsmag_mv641330_20160121_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		379 KB	2016/01/24 7:25:00
gsmag_mv641330_20160122_daily_00Z-23Z_13_SAmern.csv.zip		378 KB	2016/01/26 9:49:00

11

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cartografía global por satélite de la precipitación (GSMaP)

latitud longitud intensidad de lluvia (mm / hora) intensidad de lluvia calibrado (mm / hora)

Lat	Lon	RainRate	Gauge-calibratedRain
5.65	-52.95	0	0
5.55	-52.95	0	0
5.45	-52.95	0	0.26
5.35	-52.95	0.16	0.34
5.25	-52.95	0.28	0.38
5.15	-52.95	0	0.34
5.05	-52.95	0.08	0.35
4.95	-52.95	0.04	0.34
4.85	-52.95	0.03	0.36
4.75	-52.95	0.04	0.39
4.65	-52.95	0.05	0.39
4.55	-52.95	0.05	0.41
4.45	-52.95	0.36	0.49
4.35	-52.95	0.37	0.52
4.25	-52.95	0.37	0.58
4.15	-52.95	0.36	0.56
4.05	-52.95	0.41	0.52
3.95	-52.95	0.42	0.5
3.85	-52.95	0.45	0.56
3.75	-52.95	0.37	0.56
3.65	-52.95	0.29	0.54
3.55	-52.95	0.19	0.5
3.45	-52.95	0.05	0.48
3.35	-52.95	0.04	0.48
3.25	-52.95	0	0.46

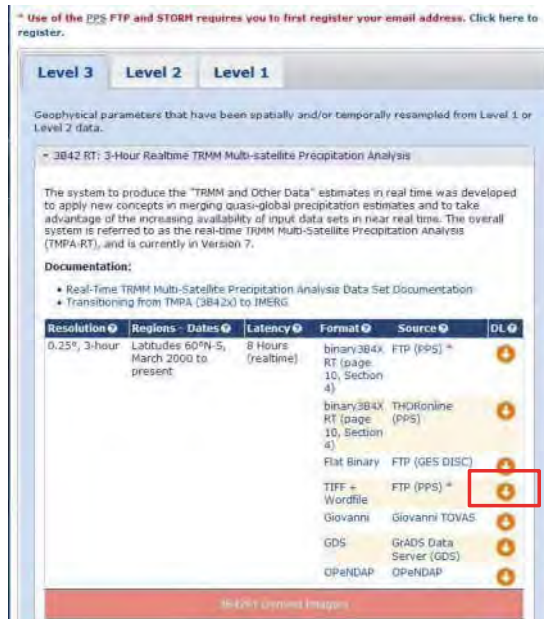
12

Introducción a los datos de lluvia por satélite

3B42RT

Como obtener datos

<http://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm>



✓ no podemos obtener datos de texto directamente.

✓ Datos SIG (TIFF) está disponible.

13

Introducción a los datos de lluvia por satélite

3B42RT

Como obtener datos

<http://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm>

ftp://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/gis/201601/ の一覧

↑ 上位のディレクトリへ移動

名前	サイズ	最終更新日時
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.03hr.tifw	1 KB	2016/01/05 19:28:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.03hr.tif	107 KB	2016/01/05 19:28:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.1day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:28:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.1day.tif	282 KB	2016/01/05 19:28:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.3day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:28:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.3day.tif	483 KB	2016/01/05 19:28:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.7day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:28:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010100.7.7day.tif	697 KB	2016/01/05 19:29:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.03hr.tifw	1 KB	2016/01/05 19:34:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.03hr.tif	102 KB	2016/01/05 19:34:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.1day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:34:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.1day.tif	283 KB	2016/01/05 19:34:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.3day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:34:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.3day.tif	482 KB	2016/01/05 19:34:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.7day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:35:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010103.7.7day.tif	697 KB	2016/01/05 19:35:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.03hr.tifw	1 KB	2016/01/05 19:37:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.03hr.tif	98 KB	2016/01/05 19:37:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.1day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:39:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.1day.tif	284 KB	2016/01/05 19:39:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.3day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:39:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.3day.tif	481 KB	2016/01/05 19:39:00
<input type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.7day.tifw	1 KB	2016/01/05 19:39:00
<input checked="" type="checkbox"/> 3B42RT.2016010106.7.7day.tif	696 KB	2016/01/05 19:39:00

✓ se puede descargar los datos por año, mes, día y hora.

año Mes día hora

3B42RT.YYYYMMDDHH.7.03hr.tif

3 horas precipitación total en el momento

3B42RT.YYYYMMDDHH.7.1day.tif

1 día precipitación total en el momento

3B42RT.YYYYMMDDHH.7.3day.tif

3 días precipitación total en el momento

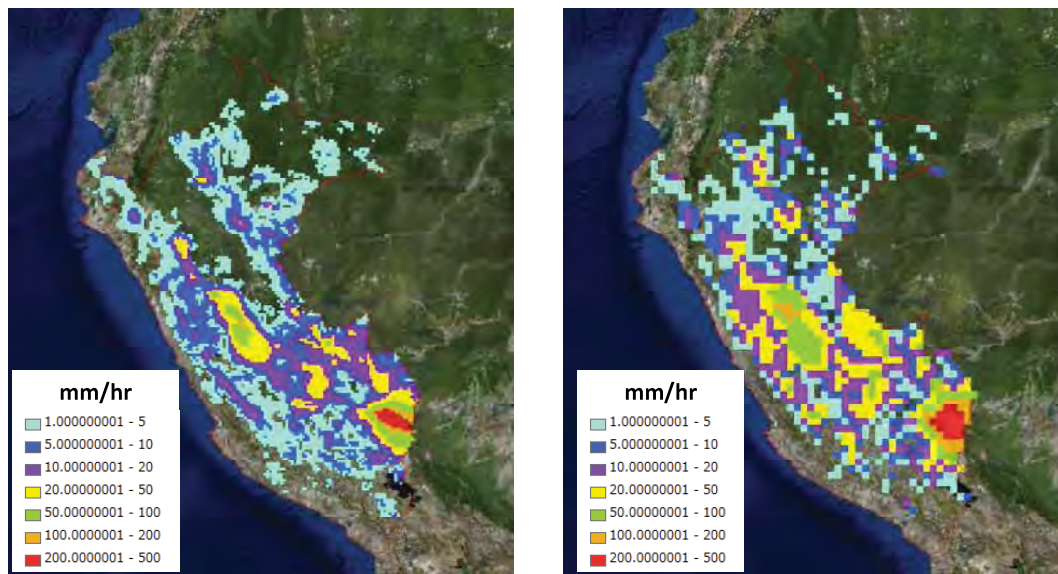
3B42RT.YYYYMMDDHH.7.7day.tif

7 días precipitación total en el momento

14

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Comparación de los datos de lluvia del 27 de febrero del año 2016



GSMaP

3B42RT

15

Introducción a los datos de lluvia por satélite

Cómo utilizar los datos de satélite

- ✓ Complementar los datos sobre el terreno
- ✓ Los datos son usados para el desarrollo del modelo de escorrentía

En general, la exactitud de los datos de lluvia satélite es menor que la de los datos calibrados en el terreno.

Cuando se utilizan los datos de lluvia por satélite, es mejor compararlos con los datos calibrados en el terreno.

16

DATOS TOPOGRÁFICOS

17

Introducción a los datos topográficos por satélite

Tipo de datos topográficos por satélite

Productos	SRTM-1	SRTM-3	ASTER
Items			
Generación y Distribución	NASA / USGS		METI / NASA
Año de lanzamiento	2015	2003	2009
Intervalo espacial	30 m	90 m	30 m
Area de cobertura	N60° ~ S56°	N60° ~ S56°	N83° ~ S83°

18

Introducción a los datos topográficos por satélite

Como obtener los datos

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

Login



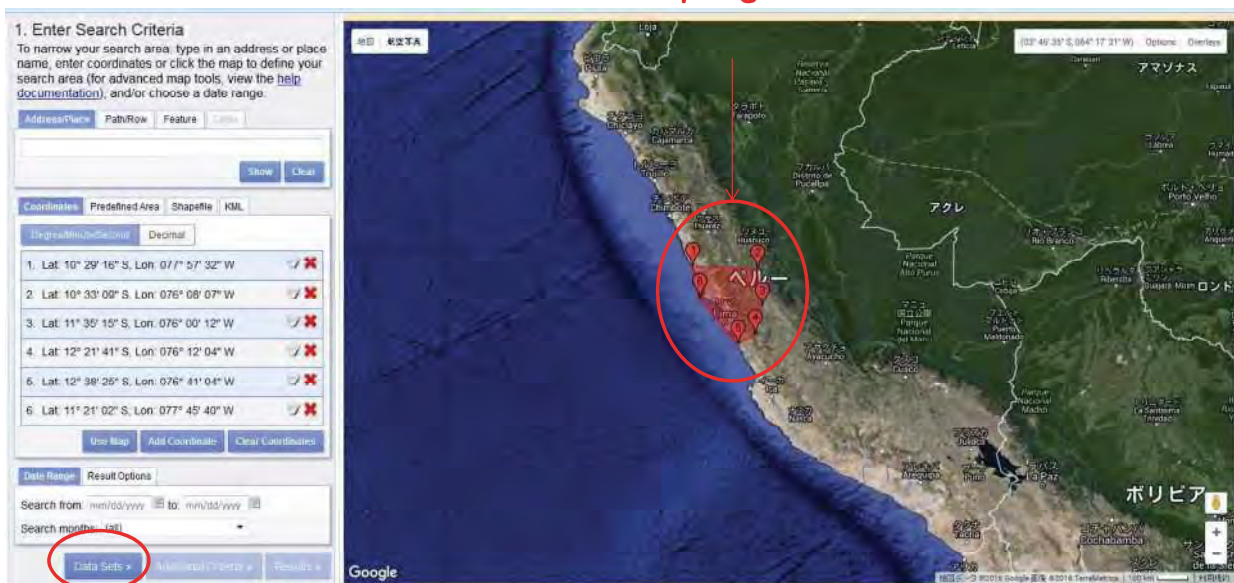
19

Introducción a los datos topográficos por satélite

Como obtener los datos

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

dibujar un polígono



20

Introducción a los datos topográficos por satélite

Como obtener los datos

<http://earthexplorer.usgs.gov/>



21

Introducción a los datos topográficos por satélite

Como obtener los datos

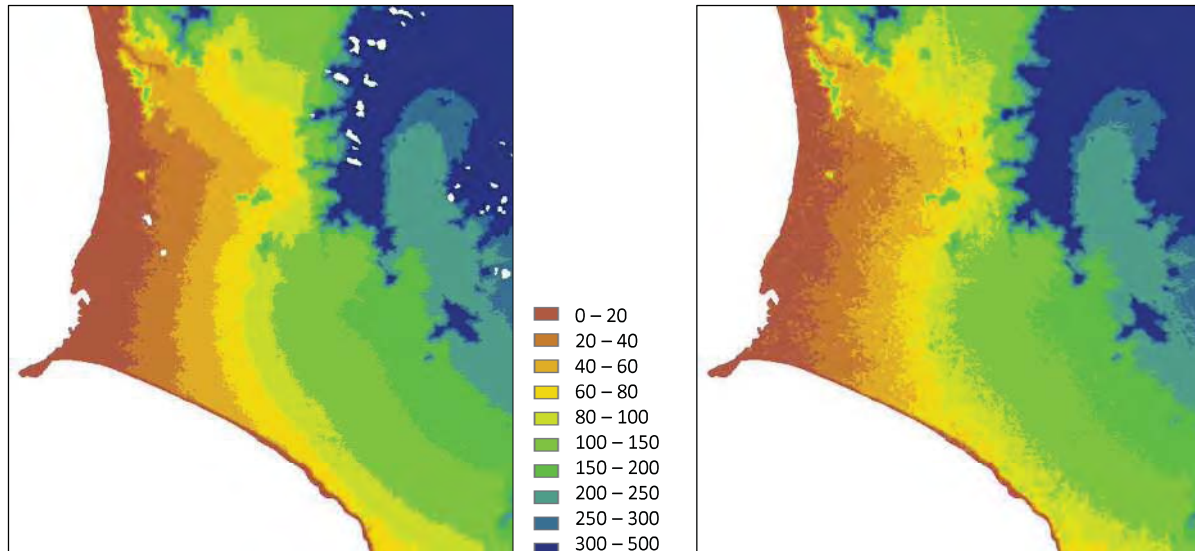
<http://earthexplorer.usgs.gov/>



22

Introducción a los datos topográficos por satélite

Comparación entre SRTM y ASTER



La precisión debe comprobarse con otro mapa topográfico o una fotografía aérea.

23

Introducción a los datos topográficos por satélite

Los datos de satélite se utilizan:

- ✓ Para comprender las características topográficas de la cuenca objetivo
- ✓ Como datos de entrada para el modelo de análisis de inundaciones
- ✓ Para comprender el riesgo de inundación (estimación del área propensa a inundaciones)

La precisión debe comprobarse con otro mapa topográfico o una fotografía aérea.

24

Introducción a los datos de población (digitales)

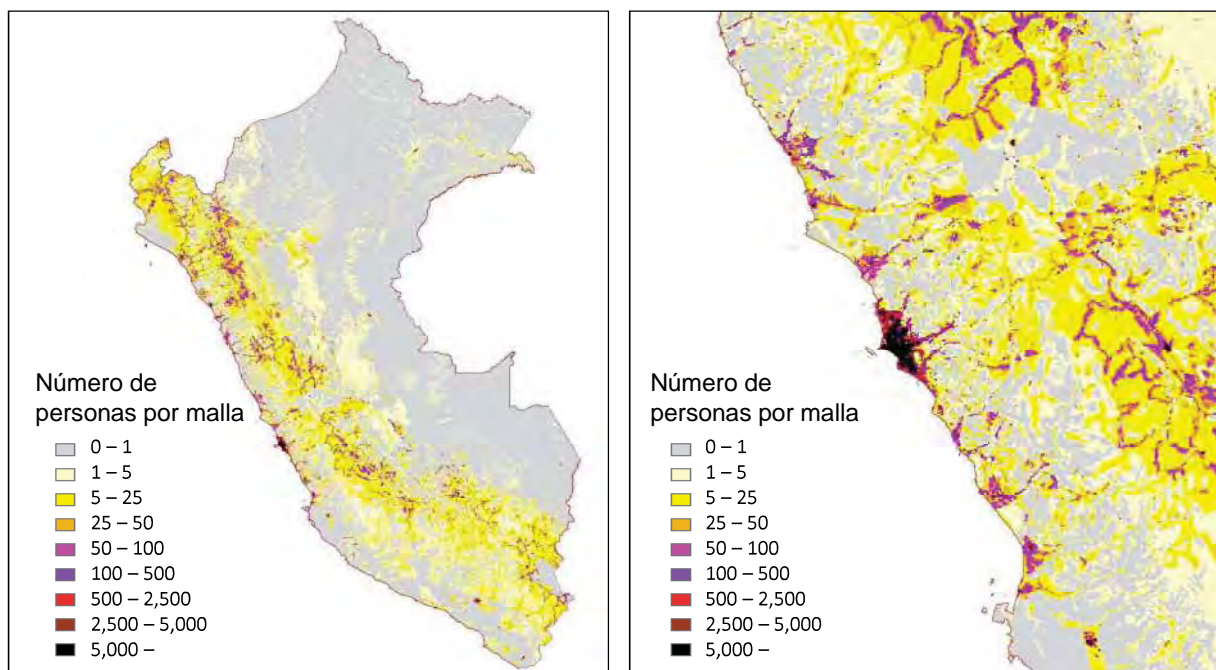
Landscan

- ✓ Preparado por el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (ORNL), EE.UU..
- ✓ Datos de población en todo el mundo basado en la tecnología de teledetección
- ✓ La resolución es de aproximadamente 1 km
- ✓ Los datos se actualiza cada año
- ✓ El precio es de alrededor de 1.500 dólares
- ✓ Utilizable para la estimación de la población afectada por la inundación o la población vulnerable a la inundación

25

introducción de los datos de población digitales

Landscan



Población de Perú a partir de 2013 con Landscan

26



Agencia de Cooperación Internacional del Japón

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

Modelo de Simulación de Inundaciones (Modelo RRI)

Mayo de 2016



CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

1

Work Shop for Inundation Analysis

Parte- A

Esquema del modelo de Hidráulica e Hidrológico



2

El modelo de simulación es necesario para ...??

→ Evaluar de manera cuantitativa la influencia del daño ocasionado por las inundaciones.

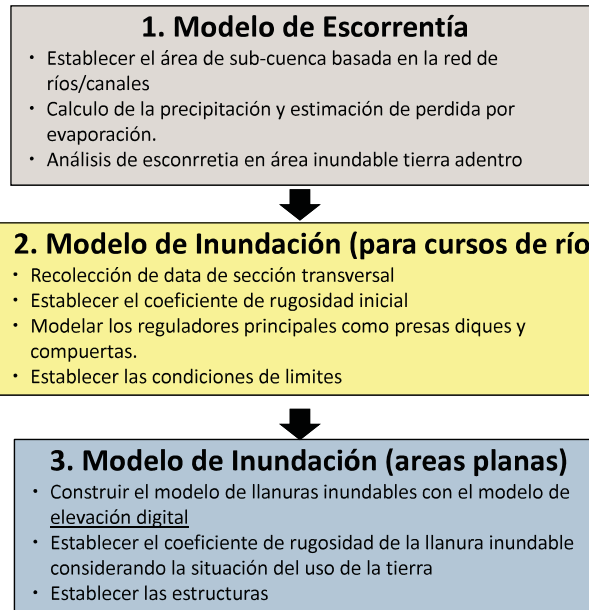


Fig-1 Diagrama de flujo del análisis de inundación

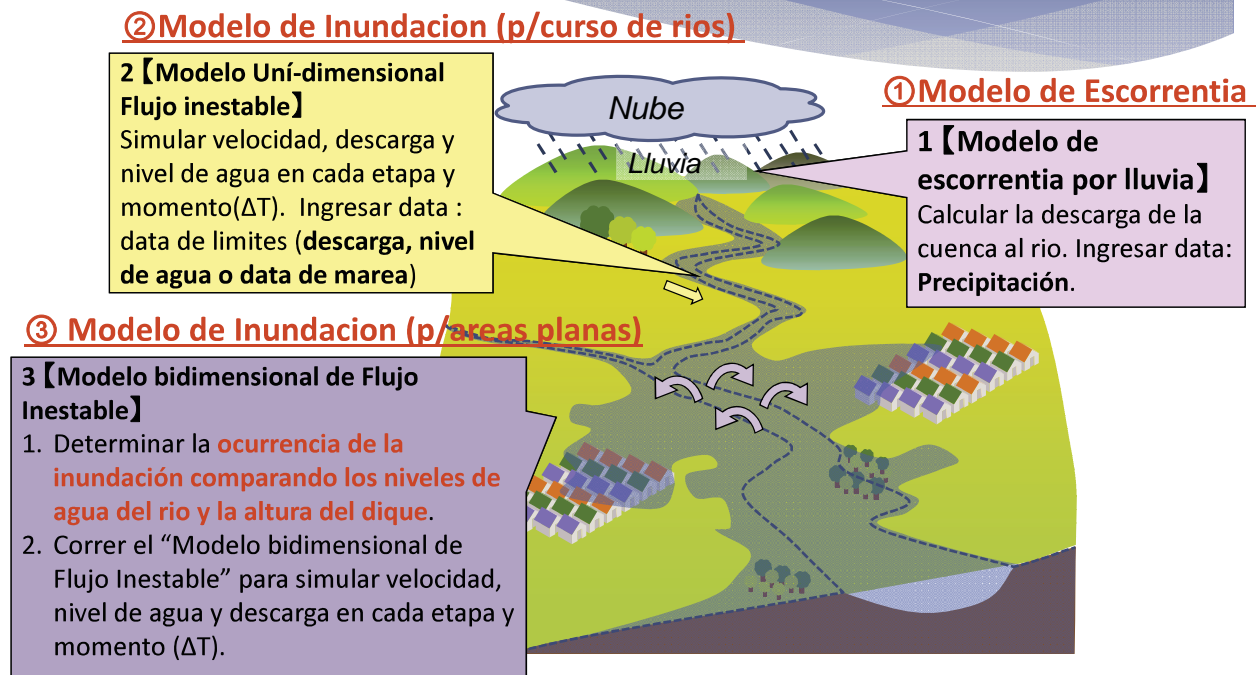


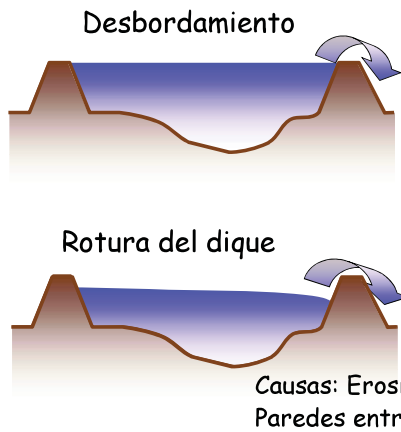
Fig-2 Imagen de análisis de inundación

Que es el análisis de Inundación?

Es estimar el área/profundidad inundada usando modelos hidráulicos e hidrológicos.

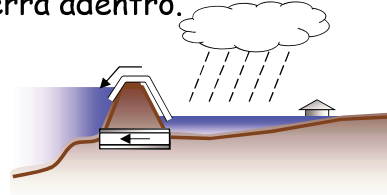
[Desbordamiento del rio]

Nivel del agua sube y el agua del rio desborda a áreas protegidas.



[Inundaciones tierra adentro]

Si la lluvia local no es drenada hacia ríos o canales pueden ocurrir inundaciones tierra adentro.



Usualmente, el agua en tierra adentro es drenada a través de conductos y/o bombeada.

Fig- 3 Típico fenomeno de inundacion

A-4 Tipos de Inundación

Tabla-1 Formas Típicas de Inundación (inundación por desbordamiento)

Tipo de Inundación	Descripción
<p>Tipo Expandido</p>	<p>[Características Topográficas]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pendiente de la tierra es baja/plana <input type="checkbox"/> Extensas áreas de zonas bajas <p>[Formas de Inundación]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agua de la inundación se expande en todas las direcciones (bi-dimensional) <input type="checkbox"/> Extensas áreas inundadas
<p>Tipo Almacenado</p>	<p>[Características Topográficas]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pendiente de la tierra es baja. <input type="checkbox"/> Área inundable es regulada por diques, terraplenes de caminos/vías etc. <p>[Formas de Inundación]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agua de la inundación se expande en todas la direcciones (Bi-dimensional) <input type="checkbox"/> Área inundada es limitada, la profundidad del agua es mayor y el tiempo de inundación es largo
<p>Tipo de flujo hacia abajo</p>	<p>[Características Topográficas]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pendiente de la tierra es pronunciada. <input type="checkbox"/> Tierras bajas angostas y escasas <p>[Formas de Inundación]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aguas de la inundación corren de manera paralela al rio (Uni-dimensional) <input type="checkbox"/> Área inundable es angosta y la profundidad de la inundación es poca, sin embargo la velocidad del flujo del agua es alta.

El modelo de inundación debe de ser seleccionado y usado para el análisis de la inundación de acuerdo a las características topográficas y tipo de inundación del área en cuestión.

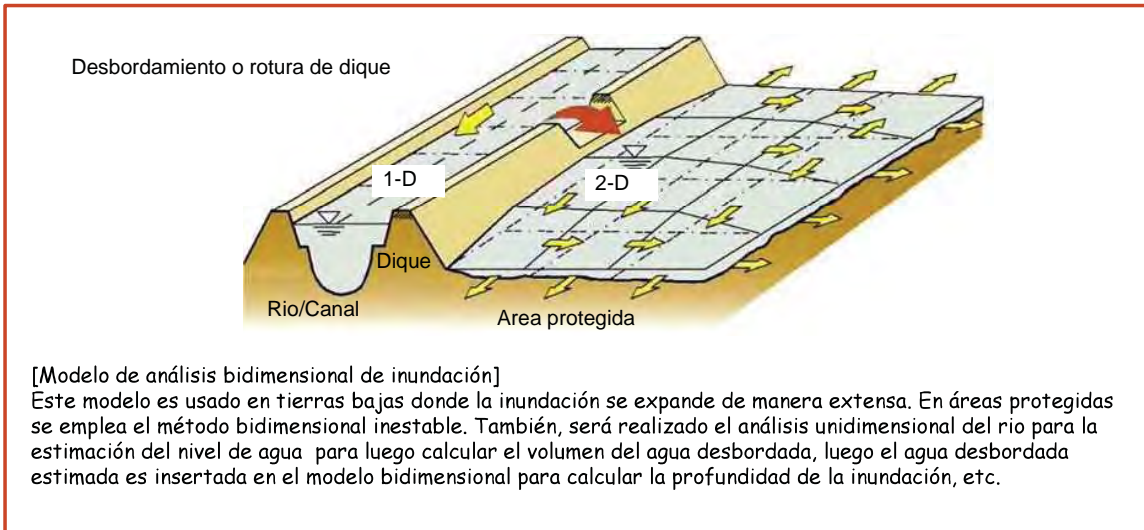


Fig-4 Modelo 2-D de análisis de Inundación

Tabla-2 Comparación de los Principales modelos Hidráulicos, Hidrológicos

Itemsh	RRI	HEC-RAS	FLO-2D	DHI MIKE-Series
Distribuidor	Global Center of Excellence for Water Hazard and Risk Management (ICHARM), Japan http://www.icharm.pwri.go.jp/index.html	United States Army Corps of Engineers, USACE, (USA) http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/	FLO-2D Software, INC http://www.flo-2d.com/flo2d-basic	DHI Water & Environment (Denmark) http://www.dhi.dk/
Descripción general	>>Modelo de Inundación/ Escorrentía / Hidráulico >>Modelo de escorrentía (Modelo de onda cinemática) >>modelo de inundación 2-dimensional, modelo hidráulico 1-dimensional para río (1-D flujo inestable) >>El análisis de la inundación se lleva a cabo combinando los modelos 1-dimensional y 2-dimensional >>Este software tiene una interface operativa. >>Precio/ Gratis	>>Modelo Hidráulico >>Modelo hidráulico 1-dimensional para río >>Software con interface de uso amigable, llenado de módulos/funciones para el análisis de inundaciones >>HEC-RAS no esta equipado con modulo de inundación 2-dimensional, pero en combinación con el FLO-2D (https://www.flo-2d.com/) obtenga versión gratuita), se pueden hacer análisis de inundaciones 2-dimensional. >>Este software se usa en todo el mundo >>Precio/ Gratis	>>Modelo de inundación/Escorrentía/ Hidráulico >>modelo de inundaciones 2-dimensional, modelo hidráulico 1-dimensión para río >>Análisis de la inundación se lleva a cabo combinando los modelos 1-dimensional y 2-dimensional >>Este software tiene una interface operativa. >>FLO-2D tiene una versión básica (gratis) y una versión profesional (paga) . En caso de la versión gratuita se tiene un numero limitado de cuadrículas de calculo >>Precio/ Gratis o Formato pagado US\$1,000(Ver.Pro)	>>Modelo hidrológico/ hidráulico >> La serie MIKE consiste en una serie de módulos incluyendo el modelo de escorrentia, modelo hidráulico 1-dimensional, modelo de inundación (2-dimensional) , balance de agua, calidad de agua, etc. >>Software con interface de uso amigable >> Este software puede simular inundaciones de corto y largo plazo. >>Este software se utiliza en todo el mundo para el manejo de agua. >>Precio/Formato pagado US\$ 30,000

Parte - B

Introducción al Modelo Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) Precipitación-Escorrentia-Inundación

B-1 Esquema del Modelo RRI

Características/contenidos principales del modelo RRI son.....

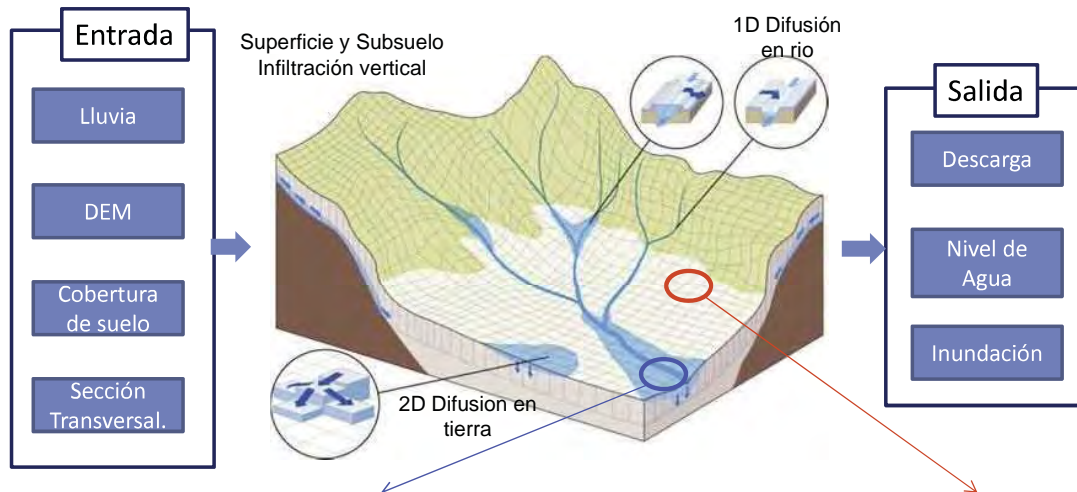
- ❑ RRI es la abreviación de **Precipitación-Escorrentia-Inundación**.
- ❑ RRI es el modelo hidrológico desarrollado por ICHRAM (Global Center of Excellence for Water Hazard and Risk Management ,Japan).
- ❑ Este modelo calcula la escorrentía procedente de las cuencas a los ríos y canales considerando la inundación (función de almacenaje) y la filtración del subsuelo.
- ❑ Este modelo puede ser construido contando solo con DEM (Digital Elevation Model ó Modelo de Elevación Digital), data de precipitaciones, cobertura de suelo y secciones transversales.

B-2 Esquema del Modelo RRI

Work Shop for Inundation Analysis

(1) Esquema del Modelo RRI (1/3)

La siguiente figura muestra un diagrama conceptual del modelo RRI. Básicamente el modelo RRI puede simular los niveles y descargas de un río y la zona de inundación.



Cuadrícula de cálculo en el curso del río tiene modelos de superficie y modelos de análisis de aguas subterráneas así como modelo de cauce de río.

Cada cuadrícula de cálculo esta equipada con modelos de análisis de superficie y análisis de aguas subterráneas

B-3 Esquema del Modelo RRI

Work Shop for Inundation Analysis

(1) Esquema del Modelo RRI (2/3)

El modelo de superficie puede ser categorizado en 1) modelo agrupado y 2) modelo distribuido.

El modelo RRI es un modelo distribuido

[Modelo Agrupado]

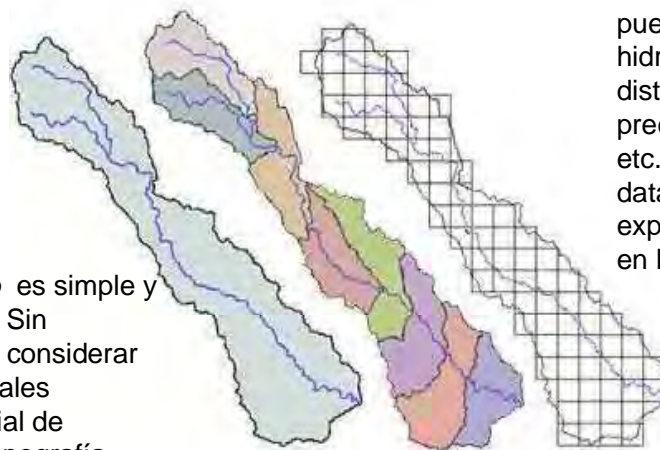


[Modelo Distribuido]

El modelo Distribuido

puede simular condiciones hidrológicas considerando distribuciones espaciales de precipitaciones y topografía, etc. pero requiere de mucha data/información así como experiencia y capacidades en hidrología.

Modelo Agrupado es simple y fácil de desarrollar. Sin embargo no puede considerar las condiciones locales (distribución espacial de precipitaciones y topografía etc.)



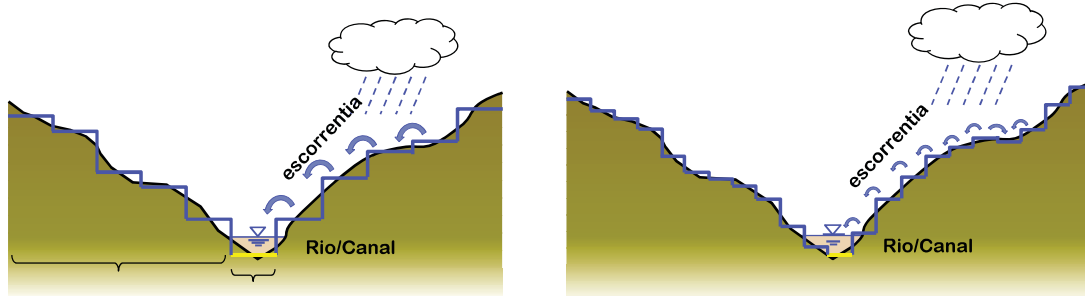
NOAA / NWS / The COMET Program

B-4 Outline of RRI Model

Work Shop for Inundation Analysis

(1) Esquema del Modelo RRI (3/3)

El modelo RRI describe la forma del suelo con una cuadrícula de elevación.(DEM)



Cuadrícula se calcula para cuenca de río equipada

- 1) Modelo de superficie
- 2) Modelo de aguas subterráneas.

Cuadrícula de calculo para el rio/canal cuenta con modelo de canal/rio (para el calculo de la descarga)

Si la cuadrícula de calculo se divide en partes mas pequeñas, el modelo puede expresar la forma del suelo de manera mas precisa. Sin embargo esto requiere de mucho mas tiempo de análisis debido al incremento en el numero de cuadrículas de calculo.

El modelo hidrológico distribuido es capaz de reflejar las características de la cuenca y detallar las características de escorrentía.

B-5 Ingreso de data para el Modelo RRI

Work Shop for Inundation Analysis

□ Data de Lluvia

- **Lluvias registradas localmente**
(necesario convertirlas a data bidimensional) ⇒ Ver Slide No 16
- GSMaP
<ftp://rainmap:Niskur+1404@hokusai.eorc.jaxa.jp/>
- 3B42RT (producto satelital gratuito)
http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=rt_intercomp

□ Data de Elevación

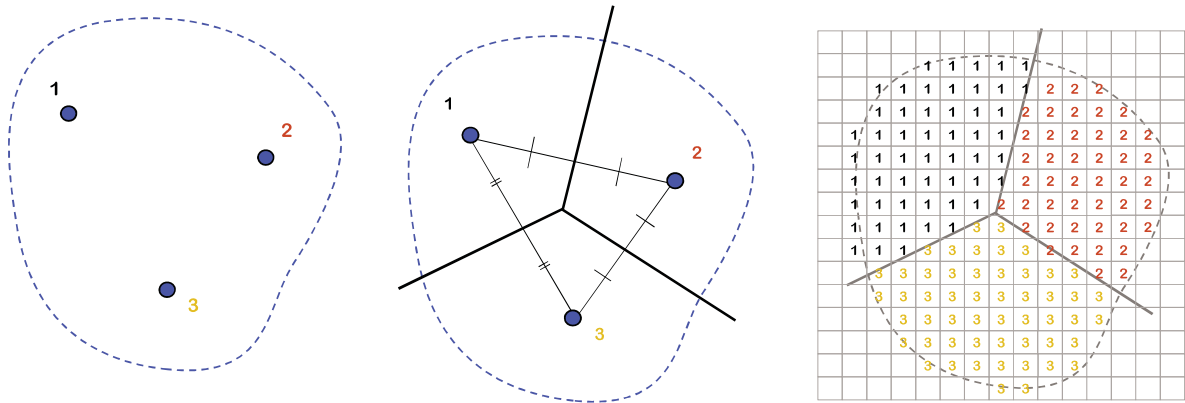
- **Mapa Topográfico(local)**
- GTOPO30 (resolution:900m) <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>
- SRTM (resolution:90m) <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- ASTER GDEM (resolution:30m)
<http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/index.html>

□ Data de uso de tierra (opcional), data geológica (opcional)

- **Mapa Topográfico (local)**
- GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC)
<http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc.php>
- Commission for the Geological Map of the World (CGWM)
http://ccgm.free.fr/cartes_monde_gb.html etc.

Referencia: Conversión de data de punto a data bidimensional

El ingreso de data de precipitaciones para el Modelo RRI son series temporales de matrices de 2 dimensiones. Generalmente el método de Polígonos de Thiessen (movimiento de orillas) se emplea para convertir data de punto (estaciones de lluvia) en data plana (bidimensional).



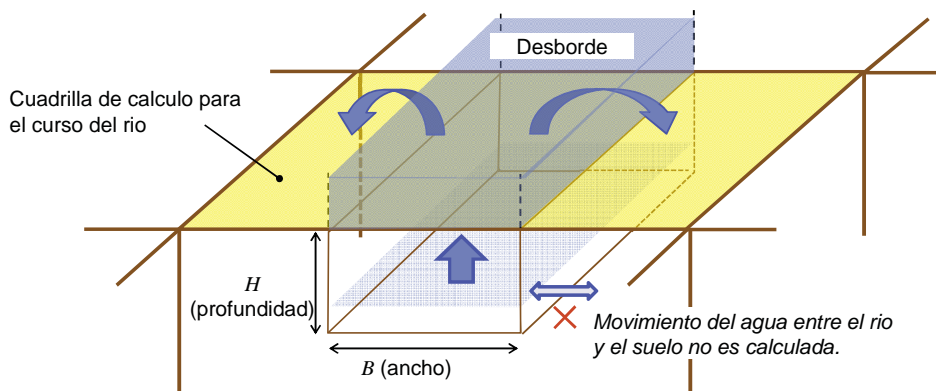
● : Estación de medición lluvia
 - - - : Limite de la cuenca

Para identificar la cobertura de cada una de las estaciones de medición se usa el "Método de Polígonos de Thiessen"

Para preparar la data de distribución de lluvia 2-dimensional.

B-7 Método de calculo del desborde

- ❑ Cuadrícula de calculo en el curso del rio es realizado con un modelo hidráulico.
- ❑ A esta cuadrícula de calculo se le da un modelo inestable 1-dimensional.
- ❑ Cuando el nivel de agua calculado ha sobrepasado H, empezara la inundación. Por otro lado, de ser la profundidad mayor que el nivel de agua del rio, el agua de la inundación se verterá en el rio.



B-8 Data necesaria para el modelo RRI

Work Shop for Inundation Analysis

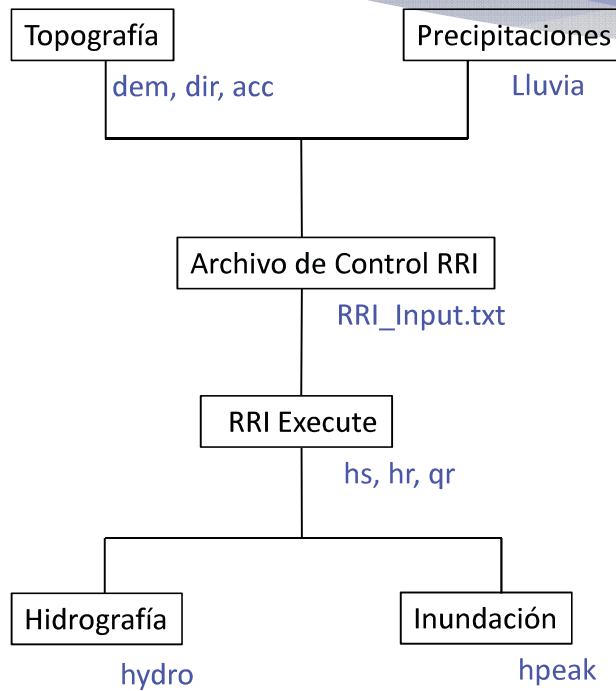


Fig-4 Pasos claves en el modelamiento RRI

B-9 Data necesaria para el modelo RRI

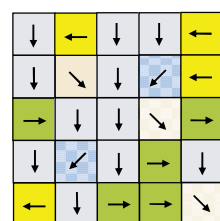
Work Shop for Inundation Analysis

Data Topográfica

- (1) Data de elevación
- (2) Data de dirección de flujo
- (3) Data de acumulación de flujo

En el modelo RRI, tres datos con el formato de data de ASCII deben de ser preparadas.

Data esencial!!



Dirección de flujo



1	0	0	1	0
2	0	1	3	0
3	4	7	0	0
0	5	8	0	2
7	0	9	10	14

Acumulación de flujo

- (4) Data de precipitaciones
 - (5) Data del uso de tierra
 - (6) Data de sección de río(Ancho, Profundidad)
 - (7) Data de limites(rio arriba: afluencia, rio abajo :data de mareas)
- etc.

Data de precipitaciones debe de ser preparada.

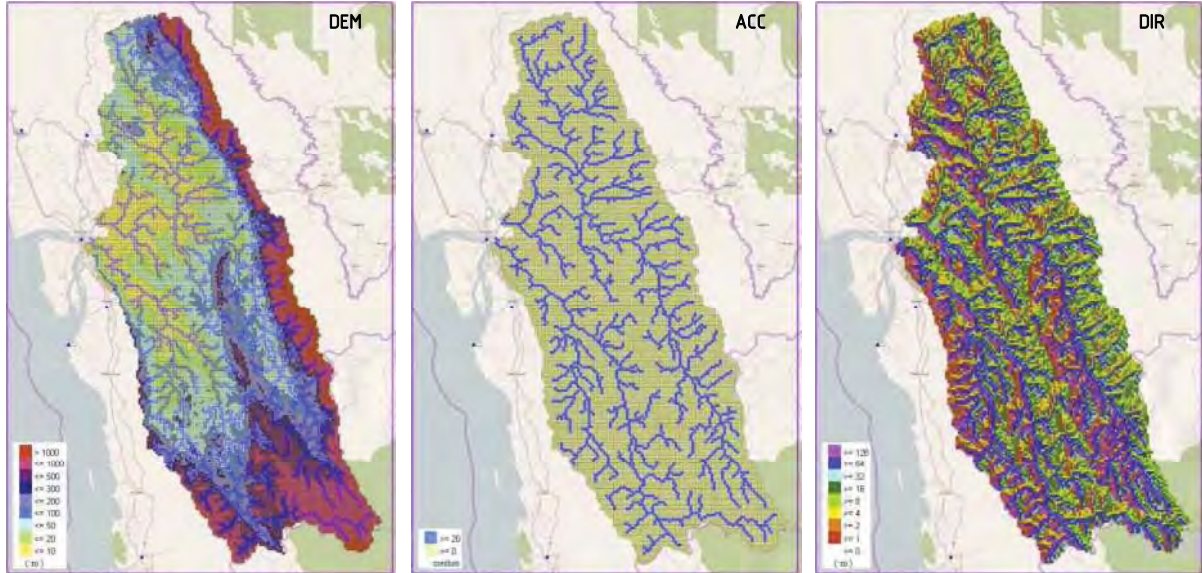
Data esencial!!

B-10 Data necesaria para el modelo RRI

Work Shop for Inundation Analysis

■ Ejemplo de data Topográfica.

(1) Data de elevación , Data de dirección de flujo , Data de acumulación de flujo



B-11 Data necesaria para el modelo RRI

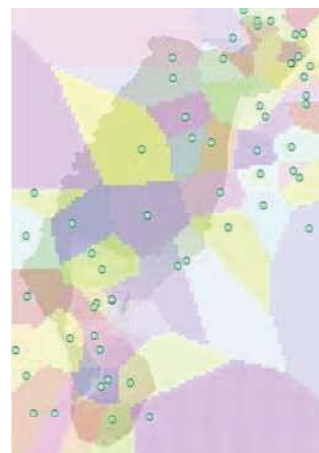
Work Shop for Inundation Analysis

Data de Lluvia
(ingreso)

Polígono de Thiessen
(salida)

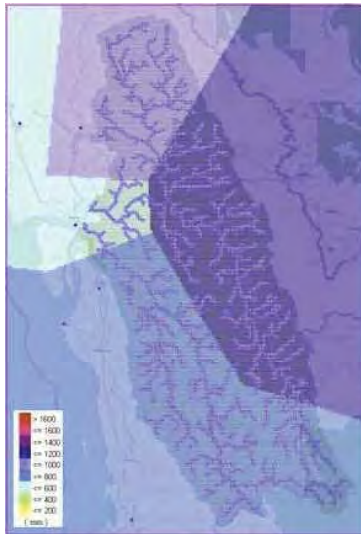
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	93										
2	Lat	29.20	29.20	29.24	31.97	33.02	31.06	33.61	33.37	31.17	30.30
3	Long	73.61	73.47	73.47	71.04	70.36	73.06	73.12	73.66	72.10	72.36
4	h	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
5	304300	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
6	172600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	289200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	349000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	432200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	818400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	104800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	691200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	771600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	664200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	800400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1308800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	152200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Preparar la data de lluvia con información de tiempos y locaciones (ej. el archivo de Excel que se muestra arriba y ejecutar el programa de rainThiessen.exe para crear el archivo de lluvia.

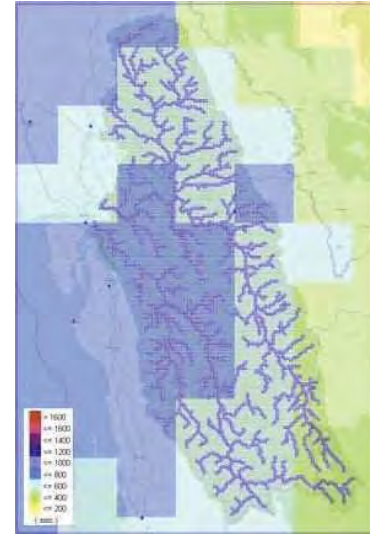
■ Ejemplo de data de precipitaciones



Calibrado en suelo
(Método Thiessen, basado en Data diaria)



GSMap
(0.1°x0.1° cuadrícula de celdas, basada en data por horas)



3B42RT
(0.25°x0.25° cuadrícula de celdas, basada en data de cada tres horas)

■ Muestra de data de la sección transversal

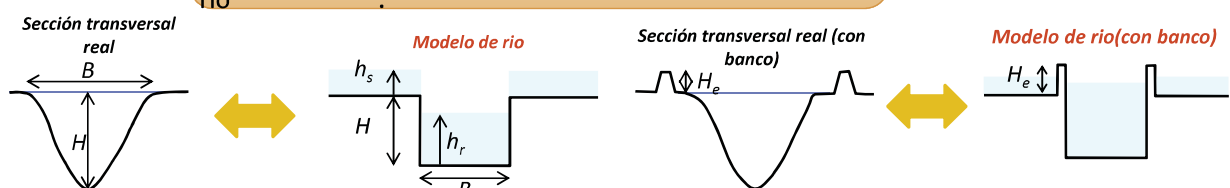
Fuente de la data: calculo basado en modelo de rio unidimensional.

- ✓ Sección transversal rectangular es asumida.
- ✓ Estimar el ancho y profundidad del rio como función del área de drenaje (A) para cada celda de la cuadrícula del rio

Como aplicarlo:

- ✓ Abajo describe el uso de ecuaciones
- ✓ Usar un parámetro empíricamente definido

Ancho del rio: $B = c_w A^{S_w}$
 Profundidad del rio: $H = c_d A^{S_d}$
c_w, S_w: parámetro de anchura
c_d, S_d: parámetro de profundidad



B-16 Ejemplo de la aplicación del modelo RRI

Sistema de pronóstico de inundación y escorrentía en tiempo real
Para la cuenca del río Chao Phraya basada en el modelo RRI
(desarrollada por JICA/FRICS y operada bajo RID, Tailandia)



http://floodinfo.rid.go.th/index_en.html



jica Japan International Cooperation Agency



Work Shop for Inundation Analysis

Gracias por su atención !!



Agencia de Cooperación Internacional del Japón

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

“Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)”

Mayo de 2016



CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

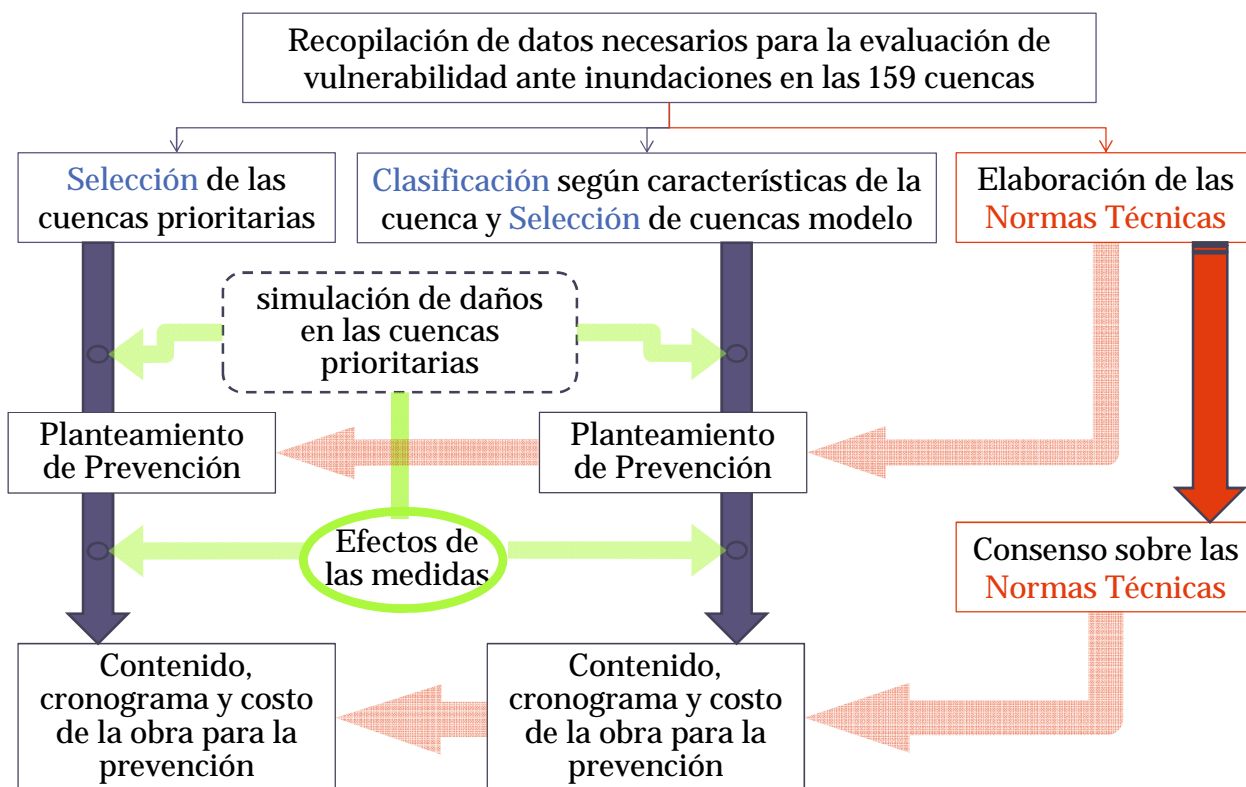
1

2

1. Introducción

Las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)” serán elaboradas con base a los documentos disponibles en el Perú. El Estudio, apoyado en las especificaciones de las construcciones contra inundaciones convencionales del Perú, realizará la presentación de la tecnología japonesa como una alternativa que merece ser considerada, y lo propone en el documento de las “Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)”, verificando previamente las tecnologías japonesas que puedan ser aceptadas por el lado peruano.

2. Flujo del Estudio



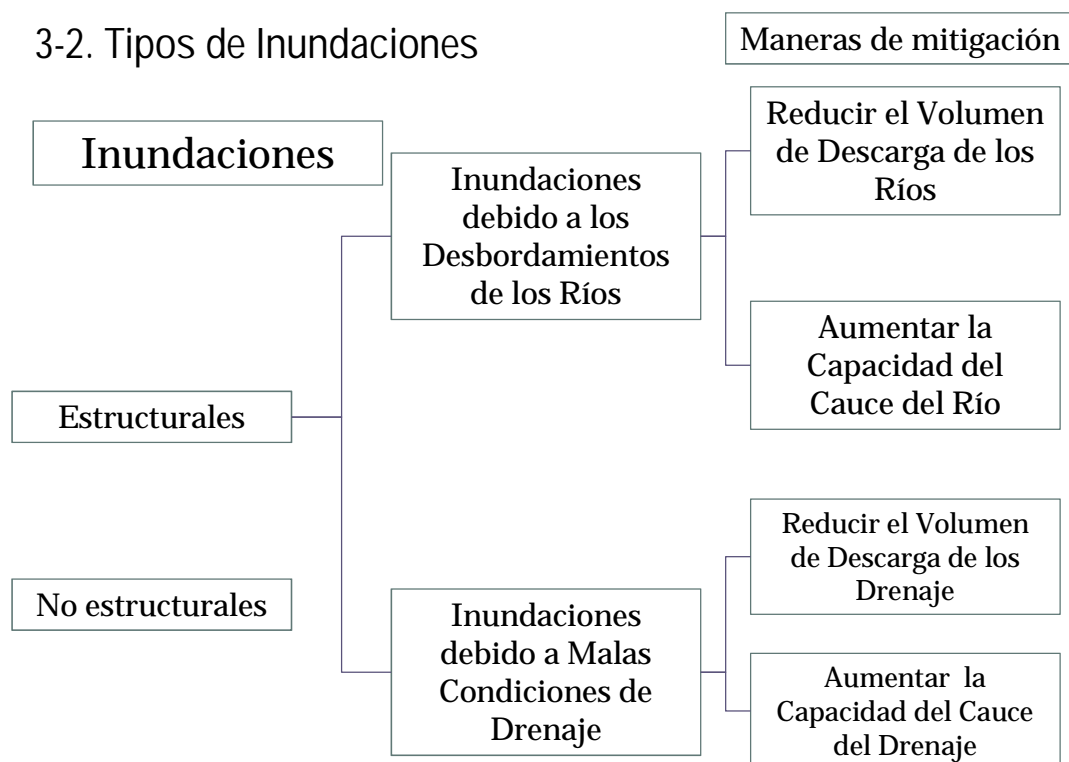
3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-1. Gestión del Riesgo de Desastres para la Cuenca del Río



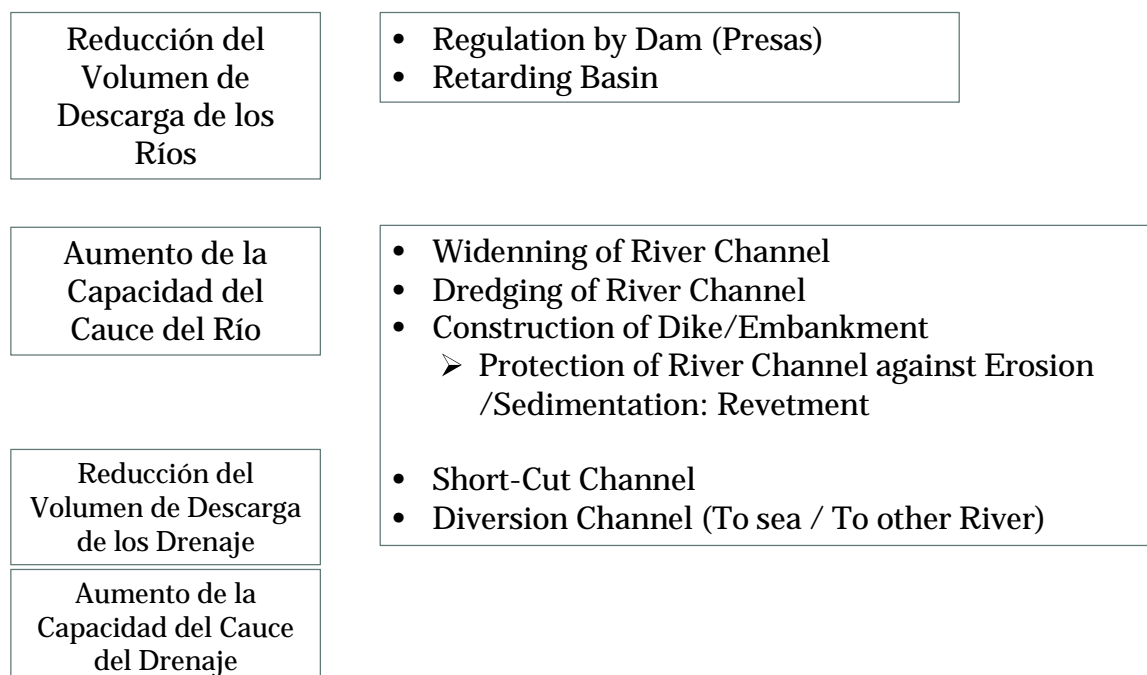
3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-2. Tipos de Inundaciones



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

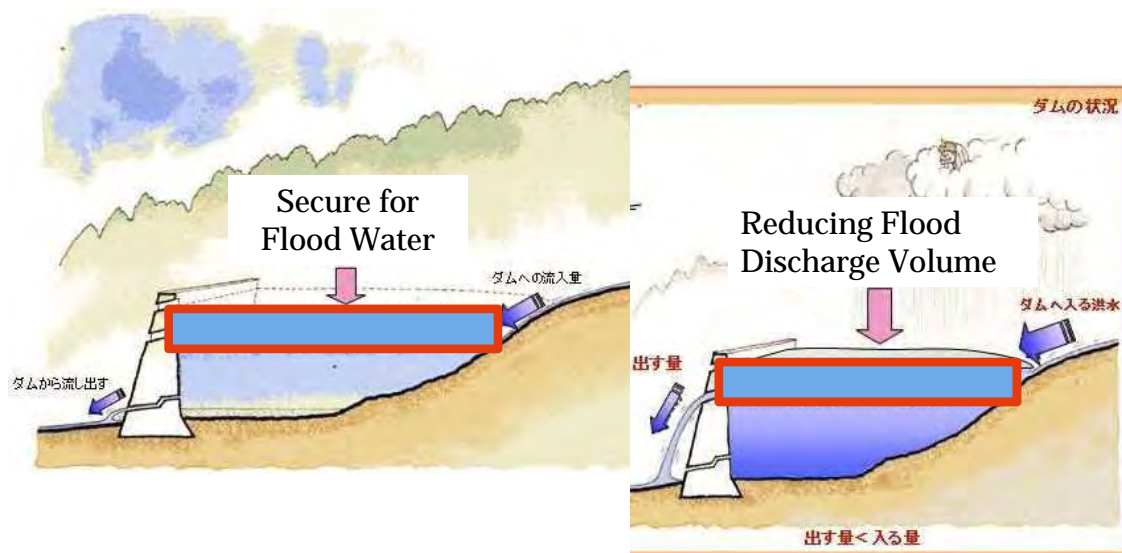
3-3. Medidas de Mitigación y Prevención



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

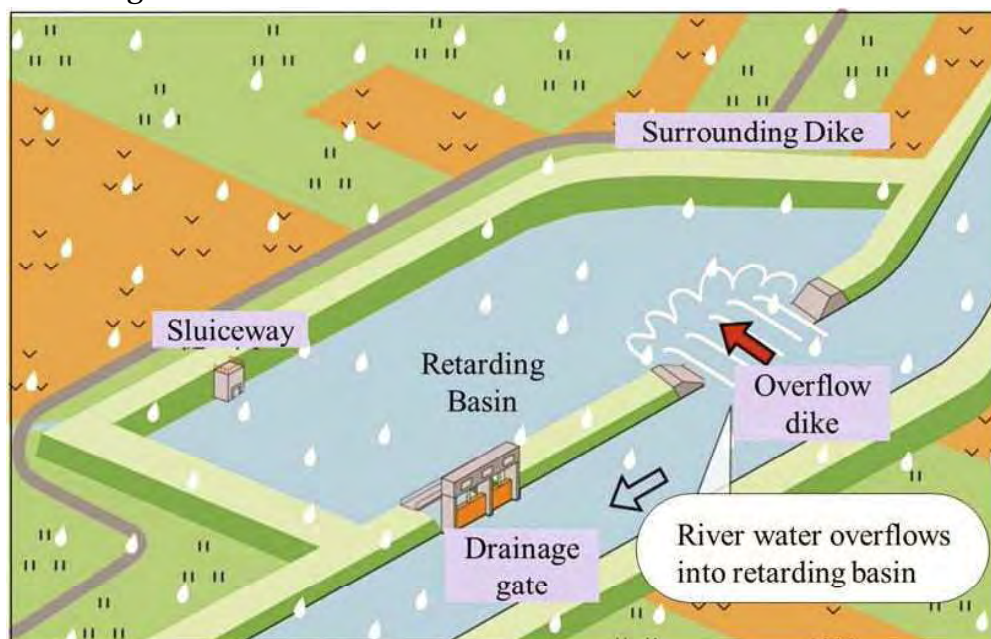
- Regulation by Dam (Presas)



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Retarding Basin /



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Retarding Basin



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Widening / Dredging of River Channel



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Widening / Dredging of River Channel



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

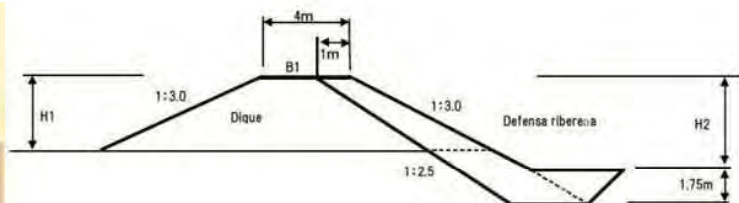
3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Construction of Dike/Embankment

In Case of No Dike...



After Dike is constructed...



Proposed Typical Cross Section
of Dike under JICA Fund
(Caniete ~ Chincha ~ Pisco)

3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Construction of Dike/Embankment

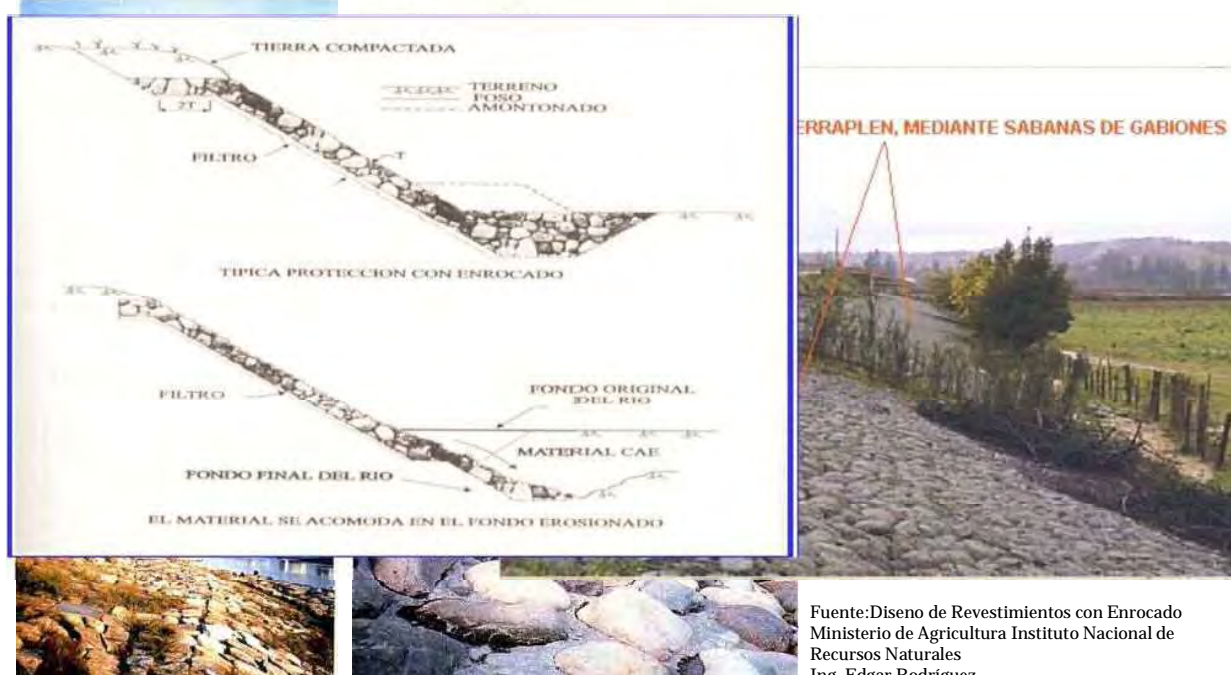


大淀大橋から下流方向を望む。特殊堤とともに、イベント広場を設置した橋公園も新

3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Protection of River Channel against Erosion /Sedimentation: Revetment



Fuente: Diseño de Revestimientos con Enrocado
Ministerio de Agricultura Instituto Nacional de
Recursos Naturales
Ing. Edgar Rodríguez

3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

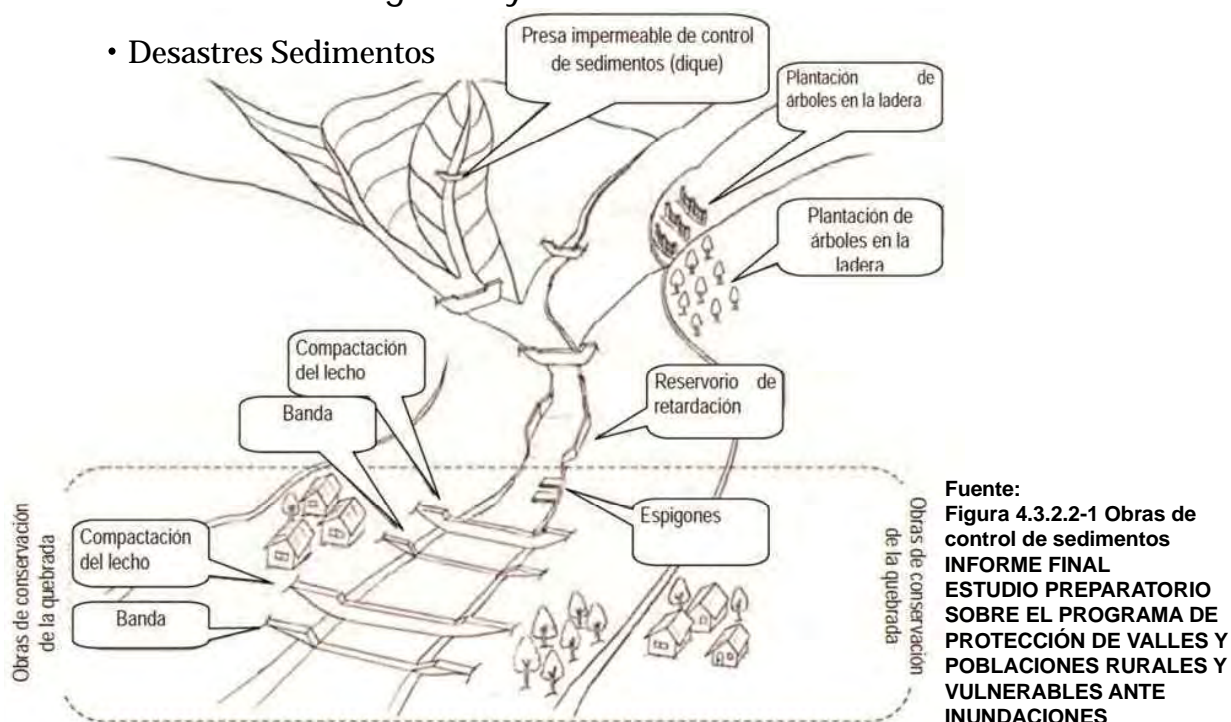
- Short-Cut and Flood Diversion Channel



3. Proyecto de Prevención de Inundaciones

3-3. Medidas de Mitigación y Prevención

- Desastres Sedimentos



4. Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones

CONTENIDO (Borrador)

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, Hillside preservation works (Overview / Hillside works/ Hillside conservation works) / Erosion control dikes / Consolidation works / Anti-erosion works / Torrent-preservation works / Torrent-preservation works / Training dikes), etc.
 - 5-6. Otros (Río Abajo) : Estación de bombeo de Inundaciones
6. Evaluación económica de proyectos de protección contra inundaciones

Gracias por su atención !!

