

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート

プレフィージビリティ調査報告書

- Ⅱ-2 プロジェクトレポート (チラ川)
- Ⅱ-3 プロジェクトレポート (カニエテ川)
- Ⅱ-4 プロジェクトレポート (チンチャ川)
- Ⅱ-5 プロジェクトレポート (ピスコ川)
- Ⅱ-6 プロジェクトレポート (ヤウカ川)
- Ⅱ-7 プロジェクトレポート (マヘス - カマナ川)

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

独立行政法人 国際協力機構

八千代エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社
中南米工営株式会社

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート
Ⅱ-2 プレフィージビリティ調査報告書
プロジェクトレポート(チラ川)

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

独立行政法人 国際協力機構

八千代エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社
中南米工営株式会社



付図 調査対象地域

略 語

Abbre.	Official Form or Meaning
ANA	全国水資源局 Autoridad Nacional del Agua
ALA	地方水資源局 Autoridad Local del Agua
B/C	便益比(Cost Benefit Ratio)
GDP	国内総生産(Gross Domestic Product) PBI (Producto Bruto Interno)
GIS	地理情報システム Geographic Information System
DGAA	環境局 Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	森林・野生動物局 Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	農業省水インフラ局 Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPI(旧 DGPM)	投資政策局 Dirección General de Política de Inversiones
DGETP(旧 DNEP)	公債国庫局 Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público
DRA	地方農業局 Dirección Regional de Agricultura
EIA	環境影響評価 Environmental Impact Assessment
FAO	国際連合食糧農業機関 Food and Agriculture Organization of the United Nations
F/S	フイージビリティ調査 Feasibility Study
GORE	地方政府 Gobierno Regional
HEC-HMS	Hydrologic Engineering Centers Hydrologic Modeling System 法
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System 法
IGN	国土地理院 Instituto Geográfico Nacional
IGV	売上税 Impuesto General a las Ventas
INDECI	国立防災機構 Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	国立統計院 Instituto Nacional de Estadística
INGEMMET	国立地質・鉱業・冶金院 Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico
INRENA	国立天然資源院 Instituto Nacional de Recursos Naturales
IRR	内部収益率 (Internal Rate of Return) TIR (Tasa Interna de Retorno)
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
JNUDRP	全国水利組合 Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú
L/A	借款契約 Loan Agreement

MEF	経済財政省 Ministerio de Economía y Finanzas
MINAG	農業省 Ministerio de Agricultura
M/M	協議議事録 Minutes of Meeting
NPV	純現在価値 (NET PRESENT VALUE) VAN (Valor Actual Neto)
O&M	運営維持管理 Operation and maintenance (Operación y Mantenimiento)
OGA	総合管理局 Oficina General de Administración
ONERRN	国立天然資源評価局 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI (OPP)	計画投資室 Oficina de Programación e Inversiones (計画・予算室、 Oficina de Planificación y Presupuesto)
PE	特別プロジェクト Proyecto Especial (Exp. PE Chira-Piura チラーピウラ特別プロジェクト)
PES	Payment for Environmental Services, PSA (Pago por Servicios Ambientales)
PERFIL	プロフィール調査
PERPEC	河川流路整備・取水構造物保護プログラム Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructura de Captación
PRONAMACHIS	全国流域・土壌保全管理計画 Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PSI	農業省灌漑サブセクタープログラム Programa Subsectorial de Irrigaciones
SCF	標準変換係数 Standard Conversion Factor
SENAMHI	国立気象・水文機構 Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	公共投資国家審査システム Sistema Nacional de Inversión Pública
UE	実施機関 Unidad Ejectora
UF	形成機関 Unidad Formuladora
VALLE	沖積平野、谷底平野
VAT	付加価値税 Value Added Tax

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査
ファイナルレポート
II-2 プレフィージビリティ調査報告書
プロジェクトレポート(チラ川)

目 次

調査対象地域

略 語

まえがき

第1章 要約	1-1
1.1 プロジェクトの名称	1-1
1.2 プロジェクトの目的	1-1
1.3 需要と供給のバランス	1-1
1.4 構造物対策	1-1
1.5 非構造物対策	1-3
1.5.1 植生/植生回復	1-3
1.5.2 土砂制御計画	1-3
1.5.3 チラ川洪水予警報システム	1-3
1.6 技術支援	1-4
1.7 コスト	1-4
1.8 社会評価	1-5
1.9 持続可能性分析	1-6
1.10 環境インパクト	1-7
1.11 実施計画	1-8
1.12 組織と管理	1-9
1.13 論理的枠組み	1-10
1.14 中長期計画	1-11
第2章 一般的側面	2-1
2.1 プロジェクトの名称	2-1
2.2 形成および執行機関	2-1
2.3 関係機関と被益者の参加	2-1
2.4 構想の枠組み（関連性の枠組み）	2-3
2.4.1 プログラムの背景	2-3
2.4.2 プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン	2-5

第3章 アイデンティフィケーション	3-1
3.1 現状分析	3-1
3.1.1 自然条件	3-1
3.1.2 対象地域の社会経済	3-2
3.1.3 農業	3-9
3.1.4 インフラ	3-13
3.1.5 洪水被害の実態	3-14
3.1.6 現地調査の結果	3-15
3.1.7 植生および植林の現況	3-22
3.1.8 土壌侵食の現況	3-25
3.1.9 流出解析	3-35
3.1.10 氾濫解析	3-41
3.1.11 洪水予警報	3-45
3.2 問題の定義と原因	3-50
3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点	3-50
3.2.2 問題点の原因	3-50
3.2.3 問題点による結果	3-51
3.2.4 原因と結果の樹系図	3-51
3.3 プロジェクトの目的	3-53
3.3.1 主要な問題点を解決する手段	3-53
3.3.2 主要な目的を達成することにより得られる効果	3-53
3.3.3 手段—目的—効果の樹系図	3-54
第4章 プロジェクトの形成と評価	4-1
4.1 プロジェクトの評価期間	4-1
4.2 需要と供給の分析	4-1
4.3 技術的提案	4-5
4.3.1 構造物対策	4-5
4.3.2 非構造物対策	4-14
4.3.2.1 植林/植生回復	4-14
4.3.2.2 土砂制御計画	4-17
4.3.2.3 洪水予警報	4-19
4.3.3 技術支援	4-25
4.4 コスト	4-30
4.4.1 コストの算出（民間価格）	4-30
4.4.2 コストの算出（社会価格）	4-32
4.5 社会評価	4-34

4.5.1	民間価格	4-34
4.5.2	社会価格	4-39
4.5.3	社会評価のまとめ	4-40
4.6	感度分析	4-40
4.7	持続可能性分析	4-43
4.8	環境インパクト	4-43
4.8.1	環境影響評価の手続き	4-43
4.8.2	環境影響評価の方法	4-45
4.8.3	環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価	4-46
4.8.4	環境影響管理	4-49
4.8.5	環境管理計画	4-50
4.8.6	環境影響管理対策実施コスト	4-52
4.8.7	結論と提言	4-52
4.9	実施計画	4-53
4.10	組織と管理	4-56
4.11	最終選定案の論理的枠組み	4-61
4.12	中・長期計画	4-62
4.12.1	全体治水計画	4-62
4.12.2	植林・植生計画	4-73
4.12.3	土砂制御計画	4-75
第5章	結論	5-1

表 一 覧

表-1.3-1	需要と供給分析.....	1-1
表-1.7-1	チラ川流域の事業費および内訳.....	1-5
表-1.8-1	年平均被害軽減額（民間価格）.....	1-5
表-1.8-2	年平均被害軽減額（社会価格）.....	1-5
表-1.8-3	社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）.....	1-6
表-1.8-4	社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）.....	1-6
表-1.9-1	水利組合予算と年間維持管理費.....	1-7
表-1.11-1	実施計画.....	1-9
表-1.13-1	最終案の論理的枠組み.....	1-11
表-1.14-1	全体治水計画における事業費および社会評価（民間価格）.....	1-12
表-1.14-2	全体治水計画における事業費および社会評価（社会価格）.....	1-12
表-1.14-3	上流域における植林計画.....	1-13
表-1.14-4	上流域における土砂制御施設の概算工事費.....	1-13
表-3.1.2-1	チラ川周辺の町および面積.....	3-2
表-3.1.2-2	都市部及び地方部の人口変化.....	3-3
表-3.1.2-3	世帯数および家族数.....	3-3
表-3.1.2-4	労働従事状況.....	3-4
表-3.1.2-5	貧困率.....	3-4
表-3.1.2-6	住宅状況(sullana).....	3-5
表-3.1.2-7	住宅状況(Paita).....	3-6
表-3.1.2-8	1人当たり GNP の経年変化（2001-2009）.....	3-9
表-3.1.3-1	水利組合の概要.....	3-9
表-3.1.3-2	主要農作物の作付け状況および売上額.....	3-11
表-3.1.4-1	道路概要.....	3-13
表-3.1.4-2	PERPEC により実施された事業.....	3-13
表-3.1.5-1	洪水被害状況.....	3-14
表-3.1.5-2	被害状況.....	3-14
表-3.1.5-3	ピウラ州における災害.....	3-15
表-3.1.7-1	チラ流域の代表的植生一覧.....	3-22
表-3.1.7-2	植生区分面積と流域面積に対する割合(チラ流域).....	3-22
表-3.1.7-3	大区分植生の流域面積に対する割合（チラ流域）.....	3-23
表-3.1.7-4	2005年までに減少した森林面積.....	3-23
表-3.1.7-5	1994年から2003年までの植林実績.....	3-24

表-3.1.8-1	収集資料の一覧	3-25
表-3.1.8-2	標高別の面積	3-26
表-3.1.8-3	傾斜区分と面積.....	3-26
表-3.1.8-4	河床勾配と溪流の総流路長	3-27
表-3.1.8-5	チラ川ダム上流の標高毎の傾斜区分	3-30
表-3.1.8-6	チラ川ダム下流の標高毎の傾斜区分	3-30
表-3.1.9-1	雨量観測地点一覧（チラ川流域）	3-36
表-3.1.9-2	雨量観測データ収集期間（チラ川流域）	3-36
表-3.1.9-3	確率 24 時間雨量（チラ川流域）	3-39
表-3.1.9-4	基準地点確率流量.....	3-40
表-3.1.9-5	確率洪水流量（ピーク流量：基準地点）	3-40
表-3.1.10-1	河川測量の概要	3-41
表-3.1.10-2	氾濫解析手法	3-42
表-3.1.11-1	チラ川流域における流量観測所	3-48
表-3.1.11-2	チラ川流域における気象観測所	3-48
表-3.2.1-1	洪水対策における問題点と保全対象	3-50
表-3.2.1-2	主要な問題点の直接的および間接的原因.....	3-50
表-3.2.3-1	問題点による直接的および間接的結果	3-51
表-3.3.1-1	問題点を解決する直接的および間接的手段	3-53
表-3.3.2-1	直接的および間接的効果	3-54
表-4.2-1	流域の需要と供給.....	4-1
表-4.2-2	各地点における需要と供給	4-2
表-4.3.1-1	生起年確率洪水流量と既往最大流量	4-5
表-4.3.1-2	地形測量の概要.....	4-7
表-4.3.1-3	評価項目と採点基準	4-8
表-4.3.1-4	対策箇所の選定根拠（Chira 川）	4-10
表-4.3.1-5	施設概要一覧.....	4-12
表-4.3.1-6	計画高水流量と余裕高	4-13
表-4.3.2.1-1	樹種選定の評価基準	4-15
表-4.3.2.1-2	選定した樹種.....	4-16
表-4.3.2.1-3	植林/植生回復計画数量（河川沿い）	4-16
表-4.3.2.1-4	苗木単価.....	4-17
表-4.3.2.1-5	植林工事費.....	4-17
表-4.3.2.2-1	土砂制御計画基本方針	4-18
表-4.3.2.3-1	洪水予報警報システムの流量観測所.....	4-19

表-4.3.2.3-2	洪水予警報システムの気象観測所	4-20
表-4.3.2.3-3	洪水予警報のコスト	4-24
表-4.3.3-1	技術支援の内容と直接費用	4-28
表-4.4.1-1	直接工事費総括表（民間価格）	4-31
表-4.4.1-2	事業費（民間価格）	4-31
表-4.4.2-1	直接工事費総括表（社会価格）	4-33
表-4.4.2-2	事業費（社会価格）	4-33
表-4.5.1-1	洪水被害額の算定項目	4-35
表-4.5.1-2	想定洪水被害額（民間価格）	4-36
表-4.5.1-3	年平均想定被害軽減額期待額の算定方法	4-37
表-4.5.1-4	年平均被害軽減期待額（民間価格）	4-37
表-4.5.1-5	費用便益分析の評価指標と特徴	4-38
表-4.5.1-6	社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）	4-39
表-4.5.2-1	想定洪水被害額（社会価格）	4-39
表-4.5.2-2	年平均被害軽減期待値（社会価格）	4-40
表-4.5.2-3	社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）	4-40
表-4.6-1	感度分析手法	4-41
表-4.6-2	感度分析の検討ケース及び経済指標	4-41
表-4.6-3	IRR、B/C、NPV の感度分析結果	4-42
表-4.7-1	水利組合の事業予算	4-43
表-4.8.1-1	環境影響に基づくカテゴリー分類	4-44
表-4.8.1-2	工事実施予定地	4-45
表-4.8.2-1	Leopold マトリックスー評価基準	4-46
表-4.8.2-2	影響の大きさの程度の基準	4-46
表-4.8.3-1	影響の認識マトリックス（建設期間）	4-47
表-4.8.3-2	環境影響評価のマトリックス（維持管理期間）	4-47
表-4.8.3-3	影響の認識マトリックス（建設期間）チラ川流域	4-48
表-4.8.3-4	環境影響評価マトリックス（維持管理期間）チラ川流域	4-48
表-4.8.4-1	環境影響と予防・緩和策	4-50
表-4.8.5-1	水質及び生物多様性モニタリング	4-50
表-4.8.5-2	大気質モニタリング	4-51
表-4.8.5-3	騒音モニタリング	4-51
表-4.8.5-4	水質及び生物多様性モニタリング	4-51
表-4.8.6-1	環境影響管理対策直接コスト	4-52
表-4.9-1	実施計画	4-56
表-4.10-1	PSI の予算（2011 年）	4-59

表-4.10-2	PSI の職員数	4-59
表-4.11-1	最終案の論理的枠組み	4-61
表-4.12.1-1	チラ川における堤防計画	4-65
表-4.12.1-2	直接工事費（民間価格）	4-66
表-4.12.1-3	事業費（民間価格）	4-67
表-4.12.1-4	事業費（社会価格）	4-67
表-4.12.1-5	今後計画的に河床掘削すべき箇所	4-68
表-4.12.1-6	50年間の河床掘削事業費（民間価格）	4-70
表-4.12.1-7	50年間の河床掘削事業費（社会価格）	4-70
表-4.12.1-8	各確率洪水量に対する被害額	4-71
表-4.12.1-9	年平均被害軽減額	4-71
表-4.12.1-10	経済評価の結果（民間価格）	4-72
表-4.12.1-11	各確率洪水量に対する被害額	4-72
表-4.12.1-12	年平均被害軽減額	4-73
表-4.12.1-13	経済評価の結果（社会価格）	4-73
表-4.12.2-1	上流域における植林計画全体計画	4-74
表-4.12.3-1	上流域における土砂制御施設の概算工事費	4-75

目 次

図-1.12-1	プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)	1-9
図-1.12-2	プロジェクト実施の関係機関 (投資後：運営維持管理段階)	1-10
図-3.1.1-1	調査対象河川	3-1
図-3.1.2-1	州別 GDP 成長率(2009/2008)	3-7
図-3.1.2-2	州別の GDP への寄与率	3-8
図-3.1.2-3	1人当たり GDP (2009年)	3-8
図-3.1.3-1	作付け面積	3-12
図-3.1.3-2	収穫量.....	3-12
図-3.1.3-3	売上額.....	3-12
図-3.1.6-1	視察現場の概要 (チラ川)	3-18
図-3.1.6-2	課題1に関する現地状況 (チラ川)	3-19
図-3.1.6-3	課題2に関する現地状況 (チラ川)	3-20
図-3.1.6-4	課題3に関する現地状況 (チラ川)	3-21
図-3.1.7-1	チラ流域植生分布	3-24
図-3.1.8-1	標高別の面積	3-26
図-3.1.8-2	傾斜区分と面積	3-27
図-3.1.8-3	河床勾配と溪流の総流路長	3-27
図-3.1.8-4	河床勾配と土砂移動の形態	3-28
図-3.1.8-5	チラ川流域等雨量線図	3-28
図-3.1.8-6	土壌侵食量と各種要因の関係	3-29
図-3.1.8-7	チラ川ポエチョスダム上流の標高毎の傾斜区分.....	3-30
図-3.1.8-8	チラ川ポエチョスダム下流の標高毎の傾斜区分	3-31
図-3.1.8-9	安山岩質～玄武岩質の崩壊地	3-31
図-3.1.8-10	堆積岩類の土砂生産状況	3-31
図-3.1.8-11	サボテンの侵入状況	3-32
図-3.1.8-12	河道付近における土砂移動	3-32
図-3.1.8-13	平常時の土砂生産流出の状態	3-33
図-3.1.8-14	エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨時における土砂生産流出の状態	3-34
図-3.1.8-15	大規模出水時の土砂生産流出の状態 (地質学的スケール)	3-35
図-3.1.9-1	観測地点位置図 (チラ川流域)	3-37
図-3.1.9-2	等雨量線図 (チラ川流域)	3-38
図-3.1.9-3	確率 50 年雨量等雨量線図 (チラ川流域)	3-39
図-3.1.9-4	チラ川の洪水ハイドログラフ	3-41

図-3.1.10-1	一次元モデルのイメージ	3-42
図-3.1.10-2	はん濫解析モデルの概念図	3-43
図-3.1.10-3	チラ川現況疎通能力	3-44
図-3.1.10-4	チラ川氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-45
図-3.1.11-1	ピウラ川流域における予警報システム	3-47
図-3.1.11-2	チラ川流域における観測所位置	3-49
図-3.2.4-1	原因と結果の樹系図	3-52
図-3.3.3-1	手段—目的—効果の樹系図	3-55
図-4.3.1-1	年最大流量（観測値：チラ川：ポエチョスダム流入量）	4-6
図-4.3.1-2	年最大流量（観測値：チラ川：ポエチョスダム放流量）	4-6
図-4.3.1-3	確率洪水流量と被害額および浸水面積（チラ川）	4-7
図-4.3.1-4	チラ川における重点洪水対策施設の選定	4-9
図-4.3.1-5	チラ川における重点洪水対策施設の位置	4-12
図-4.3.1-6	堤防の標準断面	4-14
図-4.3.2.1-1	河川構造物沿いの植林概念図	4-14
図-4.3.2.1-2	河川構造物沿いの植林計画標準配置図	4-15
図-4.3.2.2-1	土砂制御対策	4-18
図-4.3.2.3-1	洪水予警報システムの観測所位置	4-21
図-4.3.2.3-2	観測機器の例	4-22
図-4.3.2.3-3	洪水予警報のシステム	4-23
図-4.8.1-1	農水省における環境承認取得までのプロセス	4-44
図-4.9-1	SNIP プロジェクトサイクル	4-54
図-4.9-2	SNIP の関連組織	4-55
図-4.10-1	プロジェクト実施の関係機関（投資段階）	4-57
図-4.10-2	プロジェクト実施の関係機関（投資後：運営維持管理段階）	4-58
図-4.10-3	PSI の組織	4-60
図-4.12.1-1	堤防法線の決定	4-63
図-4.12.1-2	チラ川平面形状	4-64
図-4.12.1-3	チラ川縦断図	4-65
図-4.12.1-4	チラ川の堤防設置範囲	4-66
図-4.12.1-5	維持管理が必要な堆積区間（チラ川）	4-69
図-4.12.3-1	チラ川流域土砂制御対策工位置図	4-76

まえがき

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム（Sistema Nacional de Inversión Pública、以下SNIPと称す）が法律（Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01）に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIPは、法律第27293号（2000年6月28日発布）により制定され、公共投資事業に使われる公共資源の効果的な使用を目指すため、中央政府/地方政府等が立案・実施する公共投資計画・事業の遵守すべき原則、プロセス、方法、および技術上の規則を定めたものである。

SNIP審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点のもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法などSNIPの指定に従うほか、作成する報告書はSNIPの定める目次に準拠する。

SNIP審査のための報告書は審査のための申請書的な意味合いが強く、前述のように目次の構成および各章に記述すべき内容など事細かく規定されており、これからの逸脱は許されない。従って一般的な技術レポートの構成とはかなり異なっている。本調査の報告書はSNIPの規定を満足し、かつ一般的に必要とされる技術的内容についても関連する章節に盛り込むように配慮して作成した。

以下に本レポートの目次を示すが、この目次において赤で着色した章節は一般的技術報告書に含まれないSNIP報告書特有の章節である。

第1章 要約

第2章 一般的側面

2.1 プロジェクトの名称

2.2 形成および執行機関

2.3 関係機関と被益者の参加

2.4 構想の枠組み（関連性の枠組み）

2.4.1 プログラムの背景

2.4.2 プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン

第3章 アイデンティフィケーション

3.1 現状分析

3.1.1 自然条件

3.1.2 対象地域の社会経済

3.1.3 農業

3.1.4 インフラ

- 3.1.5 洪水被害の実態
- 3.1.6 現地調査の結果
- 3.1.7 植生および植林の現況
- 3.1.8 土壌侵食の現況
- 3.1.9 流出解析
- 3.1.10 氾濫解析
- 3.1.11 洪水予警報

3.2 問題の定義と原因

- 3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点と洪水被害の実態
- 3.2.2 問題点の原因
- 3.2.3 問題点による結果 1
- 3.2.4 原因と結果の樹系図

3.3 プロジェクトの目的

- 3.3.1 主要な問題点を解決する手段
- 3.3.2 主要な目的を達成することにより得られる効果
- 3.3.3 手段—目的—効果の樹系図

第4章 プロジェクトの形成と評価

- 4.1 プロジェクトの評価期間
- 4.2 需要と供給の分析
- 4.3 技術的提案
 - 4.3.1 構造物対策
 - 4.3.2 非構造物対策
 - 4.3.2.1 植林/植生回復
 - 4.3.2.2 土砂制御計画
 - 4.3.2.3 洪水予警報
 - 4.3.3 技術支援
- 4.4 コスト
 - 4.4.1 コストの算出（民間価格）
 - 4.4.2 コストの算出（社会価格）
- 4.5 社会評価
 - 4.5.1 民間価格
 - 4.5.2 社会価格
 - 4.5.3 社会評価のまとめ
- 4.6 感度分析
- 4.7 持続可能性分析
- 4.8 環境インパクト

4.9 実施計画

4.10 組織と管理

4.11 最終選定案の論理的枠組み

4.12 中・長期計画

4.12.1 全体治水計画

4.12.2 植林・植生計画

4.12.3 土砂制御計画

第5章 結論

第1章 要約

1.1 プロジェクトの名称

溪谷村落洪水対策事業 ピウラ州チラ川洪水および氾濫防止対策実施計画
 (Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementacion de Medidas de Prevencion para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Chira, Departamento Piura)

1.2 プロジェクトの目的

プロジェクトの目的は溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

1.3 需要と供給のバランス

確率 50 年洪水流量を計画洪水流量としてチラ川流域において、500mピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余有高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。

また現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

流出解析で求めた確率 50 年流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高 (需要) および現堤防高または地盤高 (供給) ならびにこれらの差 (需給ギャップ) の全川における平均値は表-1.3-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は表-4.2-2 に示すとおりである。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。

表-1.3-1 需要と供給分析

流域	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
チラ川	31.85	29.27	31.38	1.20	32.58	2.71	3.53

1.4 構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 4.12 中・長期計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、チ

チラ川流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討した。

(1) 計画洪水流量

経済財務省 (MEF) の公的部門多年度計画局 (DGPM) 制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン” (Guia Metodologica para Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ (Horizonte de Proyectos)) によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。

本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10 年～50 年洪水流量が計画対象流量として考えられる。

チラ川流域の年最大流量の観測値より既往最大流量を調査し、これと 50 年確率洪水量の規模を比較して後者を計画洪水流量とすれば既往最大値にほぼ匹敵することを確認した。

ペルー国の場合、河川整備がほとんど進んでいないことから、既往最大洪水以上の洪水に対して部分的に整備する必要性はないと思われる。しかし、過去に発生した洪水により多大の被害を受けていることから、それと同程度の洪水に対して安全を確保する施設整備をまず進めるべきである。したがって、今回の各河川の整備目標としては、過去最大規模の洪水流量である 1/50 年確率規模とする。

(2) 重点洪水対策施設の選定

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- ・ 地域住民の要望箇所 (過去の洪水被害を踏まえた要望)
- ・ 流下能力不足箇所 (洗掘箇所も含む)
- ・ 背後地の状況 (市街地や農地の状況)
- ・ 氾濫の状況および規模 (氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況)
- ・ 社会環境条件 (地域の重要施設など)

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果 (水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況) 等を元に上記 5 項目について総合評価を実施し、チラ川において治水上の対策が必要な箇所 (総合評価点の高い箇所) 4 ヶ所を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を 500m ピッチ (横断図) で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500m 区間毎に上記の各項目について 3 段階評価 (0 点、1 点、2 点) を行い、その合計点が 6 点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限值 (6 点) については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

1.5 非構造物対策

1.5.1 植林/植生回復

(1) 基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する 4.12 中長期計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここでは i) について検討した。

(2) 河川構造物沿いの植林について

この案は堤防や護岸などの河川構造物沿いに植林を行う案である。

- 目的：予想外の流量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- 方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
- 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。

河川構造物沿いの植林幅、植林延長および面積はチラ川流域についてはそれぞれ 11m、7.5km および 5.8ha となっている。

1.5.2 土砂制御計画

土砂制御計画としては流域治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 1.12 中・長期 (3) 土砂制御計画に述べてある。結論としては流域全体の土砂制御計画は流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。

チラ川の調査対象河川の上流端にポエチョスダムが存在し上流域からの流出土砂はその大部分が貯水池に貯留されるので下流河道に与える影響は殆どない。したがって特別の土砂抑制対策の必要はないと思われる。

1.5.3 チラ川洪水予警報システム

チラ川における洪水予警報システムは 4.3.2.3 に示すように計画したが、設置に関して次のような問題点が判明した。

- a) 氾濫が予想される地域は大部分が農地であり、早期避難の必要な市街地などは殆どない。

- b) 調査対象範囲の上流端にポエチヨスダムがあり、貯水池の流入量を観測しているので洪水の発生および増大についてはかなりの精度で予測ができる。
- c) モデルケースとしてはチラ川に隣接するピウラ川ですでに洪水予警報が行われているのでモデルケースとして実施する意味は薄い。
- d) チラ川流域の洪水重点施設は本事業の対象から除外される事となったが、事業費が小さい洪水予警報システムのみを円借款事業として採択しなくとも JICA の立案した計画に基づき州政府の予算で十分実施可能と思われる。
- e) システムに含まれる観測所は現在も稼働しており、データの収集は行われているが、観測所機器の現状に関するデータ収集ができず、更新の必要性が不明である。
観測所機器の更新が不要なら計画事業費（2,640 千ソール）の 64%が不要となる。

上記の結果 2011 年 12 月 5 日に開催された JICA ペルー事務所、DGIH, OPI, DGPM および JICA 調査団による合同会議においてチラ川洪水予警報システムは本事業から除外し、必要に応じてピウラ州政府により実施する事となった (Minutes of Meetings on Main Points of Inerim Report, Lima, December 5, 2011)。

1.6 技術支援

本事業においては上述した構造的および非構造的対策に係る技術的提案に基づき、これらの対策を補完する技術的な支援を提案した。

技術支援の目的は、「対象溪谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

事業実施においては、チラ川流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、チラ川流域について独自に実施することとする。研修対象者はチラ川流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

上記目的を実現するため、4 つの研修「河岸保護活動の知識に係る研修」、「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」、「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」、「洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修」を実施することとする。

1.7 コスト

本事業の事業費は表-1.7-1 に示すとおりである。

表-1.7-1 チラ川流域の事業費および内訳

構造物対策費					非構造物対策費		技術支援費	合計
建設費	詳細設計費	施工管理費	環境費	小計	植林費	洪水予警報	防災教育費	
52,564	2,628	5,256	526	60,974	102	2,640	314	64,031

1.8 社会評価

(1) 便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合（Without-the-project）と実施した場合（With-the-project）の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を50年として、洪水の生起確率（2～50年）ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。プロジェクトを実施することによる年平均被害軽減額は民間価格および社会価格について表-1.8-1 および表-1.8-2 に示すとおりである。

表-1.8-1 年平均被害軽減額（民間価格）

s/1000

流域 Cuencas	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor Incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 = 年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ②=①-② Daños mitigados ②=①-②				
			CHIRA	1	1.000				
	2	0.500	0	0	0	0.500	0	0	
	5	0.200	349,698	333,585	16,113	8,056	2,417	2,417	
	10	0.100	427,001	411,472	15,529	15,821	1,582	3,999	
	25	0.040	485,714	471,293	14,421	14,975	898	4,897	
	50	0.020	562,385	525,002	37,382	25,901	518	5,415	

表-1.8-2 年平均被害軽減額（社会価格）

s/1000

流域 Cuencas	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor Incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 = 年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ②=①-② Daños mitigados ②=①-②				
			CHIRA	1	1.000				
	2	0.500	0	0	0	0.500	0	0	
	5	0.200	407,180	384,769	22,410	11,205	3,362	3,362	
	10	0.100	494,866	473,618	21,248	21,829	2,183	5,544	
	25	0.040	563,929	544,283	19,646	20,447	1,227	6,771	
	50	0.020	649,089	605,046	44,043	31,844	637	7,408	

(2) 社会評価の結果

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。

事業開始から 15 年間でプロジェクト評価期間として便益を算定する。評価期間 15 年のうち、施工期間として 2 年間で想定しており、実際の便益は整備完了後の 13 年間で検討した。

本事業の社会評価の結果は民間価格および社会価格について表-1.8-3 および表-1.8-4 に示す通りとなる。

表-1.8-3 社会評価 (B/C、NPV、IRR) (民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	70,400,707	31,791,584	84,030,772	3,418,889	0.55	-25,862,780	0.0%

表-1.8-4 社会評価 (B/C、NPV、IRR) (社会価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	96,306,401	43,490,062	51,721,005	2,747,002	0.94	-2,911,709	9%

チラ川流域の社会評価は社会価格においても経済効果が認められない。金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としては以下が上げられる。

- ① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
- ② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
- ③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
- ④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
- ⑤ 農地価格の上昇

以上の経済評価から、経済効果が認められないので、金銭的効果以外の効果が有るとしても本プロジェクトを実施することは困難である。

1.9 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府 (DGIH) と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。事業費の分担は中央政府 (DGIH) と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する。一般的

な分担率は中央政府（DGIH）が 80%、水利組合 10%、地方政府 10%であるが、水利組合と地方政府の分担割合は協議により決定される。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

(1) 収益性

チラ川における事業費は 64.0 百万ソルであるが、経済効果については社会価格で $B/C=0.94$ 、 $NPV=-2.9$ 百万ソレス、内部収益率 9%となっており、経済効果は認められない。

(2) 維持管理費

2008 年をベースとして本事業で必要となる年間維持管理費は建設費の 0.5%とするとチラ川においては S/263,000 である。一方、水利組合の最近 4 ヶ年の平均事業費は 2,463,008 となっている。

水利組合の年間予算に占める年間維持管理費は約 10.75%であり、水利組合の資金面の維持管理能力からは十分に持続可能性があると判断される。

しかしながら基本となる事業の経済効果が認められないので、事業の実現は困難である。

表-1.9-1 水利組合予算と年間維持管理費

河川	年予算				(単位 S)
	2006	2007	2008	2009	4 ヶ年平均
チラ川	30,369.84	78,201.40	1,705,302.40	8,037,887.44	2,463,008

1.10 環境インパクト

(1) 環境影響評価の手続き

ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて 3 つのカテゴリーに分類する。環境への影響の程度に応じて軽度であるカテゴリー I については「環境影響宣言報告書 (DIA)」、カテゴリー II の事業は「準詳細環境影響評価 (EIA-sd)」、カテゴリー III の事業に関しては、「詳細環境影響評価 (EIA-d)」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

まず、事業実施主体が事前環境評価 (Evaluación Ambiental Preliminar: EAP) 報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリー I に分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリー II 及び III に分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によりチラ川流域については2010年12月から2011年1月にかけて実施された。

EAPは2011年1月25日に調査団よりDGIHに提出され、DGIHからDGAAにはそれぞれ2011年7月19日に提出された。

DGAAはこれの審査を終了し、2011年12月6日DGIHに承認レターを出し、チラ川流域はカテゴリーIに分類された。チラ川について更なる環境影響評価は必要ない。

(2) 環境影響評価の結果

本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を提示した。自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法は、まず河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のためにLeopoldマトリックスを作成した。

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法は、まず河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のためにLeopoldマトリックスを作成した。

環境レベル(自然環境、生物環境、社会環境)及びプロジェクトレベル(建設期間、維持管理期間)に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度(強度、範囲、発現期間、可逆性)に基づき数値化し、環境影響値を算出した。

EAPの結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価された。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。

また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

1.11 実施計画

本プロジェクトの実施計画は表-1.11-1に示すとおりである。

表-1.11-1 実施計画

項目	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1	調査				審査																							
2					調査				審査																			
3																												
4																												
5													設計・入札図書				施工管理											
6																												
7																												
1)																												
2)																												
3)																												
8																												

1.12 組織と管理

投資段階と投資後の維持管理段階における組織と管理を図-1.12-1 および図-1.12-2 に示す通りとなる。

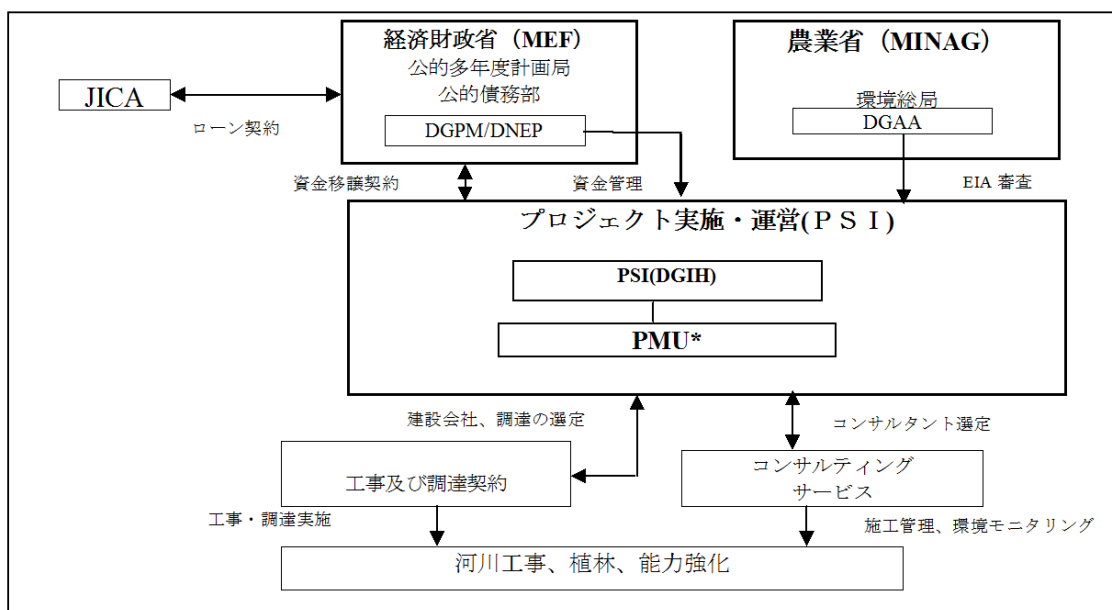


図-1.12-1 プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)

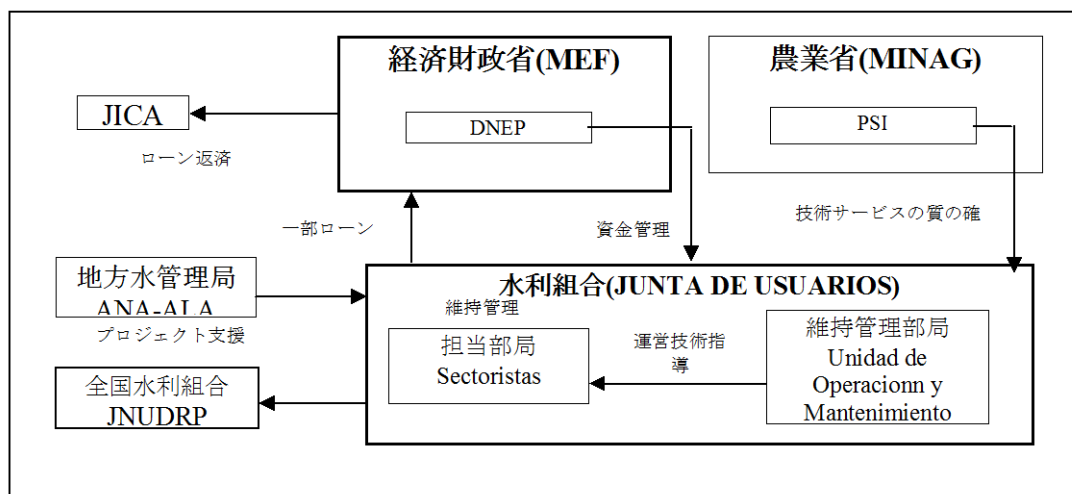


図-1.12-2 プロジェクト実施の関係機関（投資後：運営維持管理段階）

1.13 論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-1.13-1 に示すとおりである。

表-1.13-1 最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減、	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関
結果			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、道路損壊の回避、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止、ポエチヨスダム安全確保	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、道路損箇所および頻度、河岸侵食の状況、ダム下流の侵食状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA.: 構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善、道路の損壊防止、ダムの安全確保施設等28の構造物対策	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.: 非構造物対策			
B-1 植林・植生回復	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントやNGOの支援、対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
B-2 洪水予警報	機器据付状況、操作状況、予報・警報の回数、情報の伝達状況	工事進捗報告書、担当官庁や住民によるモニタリング	機器の正常な作動および操作、担当者による良好な訓練、連絡・広報活動、機器やソフトウェアの維持・管理
コンポーネントC.: 防災教育・能力開発	講習会、実習、訓練、ワークショップなどの回数	実施報告書、地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルやNGOによる指導
プロジェクト実施管理			
プロジェクトマネジメント	詳細設計、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費積算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被益住民の参加

1.14 中長期計画

本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も逐次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を提案する。

(1) 全体治水計画

チラ川には調査対象河川の最上流にポエチヨスダムが有り、その下流には氾濫原が広がっておりダム案は成立しない。遊水地案についても 50 年確率洪水流量をピークカットして 10 年確率洪水流量まで低下させるとして遊水地の必要貯水量を概算すると 150 百万m³ となり、ポエチヨスダム下流の河川沿いの低平地は殆ど農地として使用されていて適地がなく、今回の調査では検討の対象とすることは困難である。従って実現性が高いと思われる堤防方式について

検討する。

確率 50 年洪水量を計画対象としてチラ川流域における河川水位を計算し、これに余裕高を加えて必要堤防高を求め、現堤防高または現地盤高がこれより低い地区に堤防を建設すると必要堤防延長は約 167 km となる。施設の維持管理として堤防の維持管理のほかに、別途実施した河床変動解析に基づき、堆積土砂による河床の上昇が予測される箇所については約 50,000m³/年の堆積土砂を掘削除去する必要がある。

全体治水計画における事業費および社会評価は民間価格および社会価格について表-1.14-1 および表-1.14-2 に示すとおりである。

表-1.14-1 全体治水計画における事業費および社会評価(民間価格)

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chira	2,375,308,338	1,072,642,163	809,055,316	59,450,746	1.46	338,327,966	18%

表-1.14-2 全体治水計画における事業費および社会評価(社会価格)

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chira	2,783,328,667	1,256,896,056	650,480,474	47,798,400	2.13	666,507,441	27%

経済評価の結果としては民間価格および社会価格共に経済効果はあるが、事業費が民間価格で 809.1 百万ソル(242.7 億円)と巨額となり、本プロジェクトでは採用が困難である。

(2) 植林・植生計画

長期的には上流域において植林が必要なすべての地域に植林を行う案を検討した。目的は水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させることである。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。植林対象地は水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所である。

チラ川流域において、植林が必要と考えられる面積、及び事業費用を算出すると合計で約 35,000ha、実施期間は約 9 年間、事業費は 95.2 百万ソレスとなり、長期間かつ莫大な費用を要することとなる。従って本事業としては適当でなく、本事業の終了後にこの計画に基づき長期的に逐次実施すべきである。

表 1.14-3 上流域における植林計画

流域	植栽面積 (ha)	必要事業期間(年)	必要事業費 (千ソレス)
チラ下流	7,442	2	20,086
チラ上流	27,835	9	75,130
計	35,277	—	95,216

(3) 土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。

今回対象としているチラ川流域は広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストが非常に大きく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかかなりの時間が必要となる。したがって本プロジェクトにおいては実施することは困難であり、本プロジェクト終了後にこの長期計画に従って逐次対策工を実施する事が望ましい。

表-1.14-4 上流域における土砂制御施設の概算工事費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費 合計	事業費 (Million S./)
		数量 (km)	直接工事費 (Million S./)	数量 (基)	直接工事費 (Million S./)	数量 (基)	直接工事費 (Million S./)		
チラ川	全流域	0	S/0	0	S/0	272	S/423	S/423	S/796
	優先範囲	0	S/0	0	S/0	123	S/192	S/192	S/361

第2章 一般的側面

2.1 プロジェクトの名称

溪谷村落洪水対策事業 ピウラ州チラ川洪水および氾濫防止対策実施計画
(Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementacion de Medidas de Prevencion para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Chira, Departamento Piura)

2.2 形成および執行機関

(1) 形成機関

名称：農業省水インフラ総局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura)

責任者：オルランド・エルナン・チリノス・トルヒーヨ (Orlando Hernán Chirinos Trujillo)
水インフラ総局長 (Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica)

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

電話：(511) 4455457/6148154

e メール：ochirinos@minag.gob.pe

(2) 執行機関

名称：農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura)

責任者：ホルヘ・ツニーガ・モルガン (Ing. Jorge Zúñiga Morgan)
実施局長 (Director Ejecutivo)

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

電話：(511)4244488

e メール：postmast@psi.gob.pe

2.3 関係機関と被益者の参加

本プロジェクトに関係する機関をよび被益者は次のとおりである。

(1) 農業省 Ministerio de Agricultura(MINAG)

流域における農業の発展を目的とし、流域の天然資源を管理する機関として、経済的、社会的、環境的な持続性を維持して農業の発展に寄与する責務を負っている。

その目的を効果的かつ効率的に果たすために MINAG は 1999 年以来河川流路整備・取水構造物保護プログラム (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Cptación, PERPEC) の着実な達成に取り組んでいる。また地方政府はこのプログラムによって河川の防災

プログラムに対するファイナンスを得ている。

1) 総務局 (Oficina de Administracion, OA)

- プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
- 管理および財務ガイドラインの作成を立案する。

2) 農業省水インフラ総局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, DGIH)

- 投資プログラムの調査、コントロール、実施を司る。
- OPI と協力してプログラムの一般的なガイドラインを立案する。

3) 計画投資室 (Oficina de Planeamiento e Inversiones, OPI)

- 投資プログラムの事前審査を行う。
- プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
- 管理および財務ガイドラインの作成を立案する。

4) 農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, PSI)

- OPI および DGPM により承認された投資プログラムを実施する。

(2) 経済財務省 Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

公共部門多年度計画局 (Dirección General de Programación Multianual del Sector Publico, DGPM)

公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム (SNIP) に基づき公共投資事業の承認を行い、これに基づき国家予算の支出や JICA ローンの申請を許可する。

(3) 日本国国際協力機構 (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA)

日本政府の機関であり、その目的は国際的な協力を推進して発展途上国の社会的、経済的發展に寄与することである。JICA は本プロジェクトのプレフィージビリティ調査およびフィージビリティ調査の実施に資金援助を行っている。

(4) 地方政府 (Gobiernos Regionales, GORE)

国家や地方や地域の計画やプログラムに従って地方の統合的、持続的發展を促進し、公共および民間投資や雇用の増大に努め、住民の権利と機会均等を保証する機関である。

地方政府の参加はプロジェクトに対する財務的な寄与が考えられるのでプロジェクトの持続性にとって不可欠である。

ピウラ州政府のチラピウラ特別プロジェクト (Proyecto Especial Chira Piura, Gobierno Regional Piura) は本プロジェクトの調査対象地域であるチラ川を含んでいる。

(5) 水利組合 (Comisión de Regantes)

チラ川流域には 6 の灌漑委員会があり洪水により現実に多大な被害を蒙っており、堤防、護岸、取水堰の改修などについて強い要望をもっている。チラ川流域の水利組合の概要を下に示す (詳細は 3.1.3 を参照)。流域における農地および灌漑施設に関連する堤防、護岸、取水堰、灌漑水路

などの維持管理は地方政府の支援を得て、主としてこれらの水利組合および構成員により実施されている。

灌漑セクターの数	6
灌漑委員会の数	6
灌漑面積	48,676 ha
受益者	18,796 人

(6) 国立気象・水文機構 (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología, SENAMHI)

環境省に所属し、気象、水文、環境、農業気象に係わる活動を行っている。また地球規模の大気モニタリングに参加し、持続的発展、安全保障、国家の福祉に貢献すると共に気象観測所や水文観測所からの情報を収集して処理する。

(7) 国立防災機構(Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI)

国家防災システム (Sistema Nacional Defensa Civil) の実行組織である。防災活動に関して住民の組織および調整を行い、計画を策定し、コントロールする。また自然災害や人災による人命の損失を避けまたは軽減し、財産や環境破壊を防ぐ目的を有する。

(8) 国営水資源局(Autoridad Nacional del Agua, ANA)

国全般にわたる水資源の持続的利用に関して政策、計画、プログラムおよび規則を推進し、モニタリングし、コントロールする技術的調整機関である。

その機能は水資源の持続的管理、地域における水道について活動のモニターおよび評価に対する技術的、法的枠組みの改善を行うことである。そして水資源の持続的利用を維持しかつ促進すると共に、主要な管理計画および国家的、国際的な経済的、技術的協力に関して調査を行いプログラムを策定する。

(9) 地方農業局(Direcciones Regionales Agricultura, DRA 'S)

地方農業局は州政府の下で次のような機能を果たしている。

- －農業に関連する国家の政策、セクター別プラン、市町村から提案された開発計画などに関して地域計画や政策を立案、承認、評価、実施、コントロール、管理する。
- －関連する政策や規則および地域のポテンシャルに従って農業活動やサービスの管理を行う。
- －流域の枠組みの実態や国営水道局の政策に従って水資源の持続的管理に参加する。
- －農産物や農産工業の生産物に関して品種の転換、市場開拓、輸出、消費を促進する。
- －灌漑プログラム、灌漑工事、灌漑施設の改修、水資源や土壌の保全や適切な管理を促進する。

2.4 構想の枠組み(関連性の枠組み)

2.4.1 プログラムの背景

(1) 調査の背景

ペルー国 (以下、「ペ」国) は、地震、津波などの自然災害リスクの高い国であり、洪水災害

リスクも高く、特に数年の周期で発生するエルニーニョ現象が起こる年は、各地で豪雨による洪水・土砂災害が多発するといわれている。近年においても1982-1983年および1997-1998年にエルニーニョ現象により大きな被害を受けているが、中でも最も被害が大きかったのは、エルニーニョ現象が発生した1997年から1998年にかけての雨季で、洪水・土砂災害等により「ペ」国全体で35億ドルもの被害を受けた。直近の洪水災害としては、2010年1月末に、世界遺産マチュピチュ付近が集中豪雨に見舞われて鉄道や道路が寸断されるなどし、観光客ら約2千人が孤立した災害が発生したことは記憶に新しい。

このような背景のもと、1997~98年の間、中央政府は「エルニーニョ第一・第二期緊急計画」を実施した。同計画は、エルニーニョの被害を受けた水利インフラの復旧のためのものであり、農業省が管轄していた。また農業省(MINAG)水インフラ総局(DGIH)は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保護プログラム(PERPEC)を1999年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。2007年~2009年までのPERPECの多年度計画では、国全体で206の護岸事業の実施が提案された。それらのプロジェクトは、50年確率洪水で計画されているが、局所的な護岸保全事業等の小規模な事業であり、抜本的・統合的な治水整備となっていないため、洪水の度に異なる場所で被害が発生することが課題となっている。

そこで農業省は、5州9流域を対象とした洪水対策を目的とする「溪谷村落洪水対策プロジェクト」を計画したが、このような大規模な洪水対策事業の投資前調査を実施した経験・技術と資金が不足していることから、JICAに対して投資前調査の支援を要請した。これを受けて、JICAと農業省は、かかる調査をJICAが円借款案形成の協力準備調査として実施するという方針のもと、調査の内容・範囲、実施スケジュール、双方の対応措置などについて協議し、合意内容に関する協議議事録(以下、「M/M」)に2010年1月21日及び2010年4月16日に署名した。本調査は、これらのM/Mに基づき実施されている。

(2) 調査の経緯

5州9流域を対象とした本プロジェクトのプログラムレベルのペルフィイル調査報告書はDGIHにより作成され2009年12月23日にMINAGの計画投資室(OPI)に提出され、同月30日にOPIの承認を得ている。その後DGIHは2010年1月18日に経済財政省(MEF)の公的部門多年度計画局(DGPM)に提出し、同局より2010年3月19日に調査報告書に対するレビューとコメントが伝達された。

JICA調査団は2010年9月5日にペルーに入り本プロジェクトの調査を開始した。当初の調査対象流域は9流域であったが、ペルー側の都合により対象流域よりイカ川が除外され、8流域に変更された。更にこの8流域はAグループ5流域とBグループ3流域に分割され、前者の調査はJICAの担当、後者の調査はDGIHの担当となった。Aグループの5流域はチラ川、カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川およびヤウカ川であり、Bグループの3流域はクンバサ川、マヘス川およびカマナ川となっている。

JICA調査団はAグループ5流域についてのペルフィイル調査をプレF/Sレベルの精度で行い2011

年6月末にAグループ流域のプログラムレポートおよび5流域のプロジェクトレポートを完成してDGIHに提出した。またプレF/S調査を省略して、次のF/S調査も開始した。

DGIH担当のBグループ流域については2011年2月中旬から3月初旬にかけて、ペルフィルレベルの調査が実施され(ミニッツオブミーティングで規定されたプレF/Sレベルではなく)、クンバサ川流域については経済効果がないことを理由に調査対象から除外した。カマナおよびマヘス川流域に関するレポートはOPIに提出されたが、4月26日にOPIよりDGIHに公式コメントが出され、上記2流域の調査が必要精度を満たしていない事を理由に再調査の指示があった。また両河川が同一の流域に属することを理由にカマナ/マヘス川を一流域として取り扱う事を指示された。

一方7月28日の新大統領の就任を控えて3月31に発令された緊縮財政令のため新たな予算措置は当分不可能となり、DGIHは5月6日にJICAに対してカマナ/マヘス流域のプレF/SおよびF/S調査の実施を要請した。

JICAはこの要請を受諾し、第二回目のミニッツオブミーティング変更行い上記流域の調査を行う事とした(Second Amendment on Minutes of Meetings on Inception Report, Lima, July 22,2011 参照)。これに基づきJICA調査団は同流域のプレF/Sレベルの調査を8月に開始し、11月末までに完了した。

このレポートはAグループ5流域のうちのチラ川流域に関するプレF/Sレベルのプロジェクトレポートである。今後マヘス-カマナ流域のF/S調査を2012年1月中旬までに完了し、同時に全対象流域のF/Sレベルの調査も完了することになっている。

なおJICA担当の5流域のプレF/Sレベルのプロジェクトレポート(流域別)に基づきDGIHは7月21日にヤウカ川を除く4流域について、SNIPに登録した。ヤウカ川については経済効果が低いのでDGIHの判断で登録をしていない。

チラ川流域のプレF/Sレベルのプロジェクトレポート(流域別)はDGIHよりOPIに提出され、2011年9月22日にOPIよりDGIHにコメントが伝達された。現在コメントに関する報告書の修正につき、DGIH,OPIと協議中である。

2.4.2 プロジェクトに関連する法令、政策、ガイドライン

本プロジェクトは次に述べる法令、政策、ガイドラインに関連して策定されている。

(1) 水資源法 29338 号 (Ley de Recursos Hidricos)

第75条-水の保護

全国水当局は、流域諮問委員会の意見を受け、水源と生態系そして本法とその他適用可能な規則の枠組みにおけるこれと関わる天然財の保全と保護を含む水の保護を目指さなければならない。上記の目的のため、関連する公共機関と様々な利用者らと調整することができる。

全国水当局は、該当の流域諮問委員会を通し、海、河川、湖の汚染を予防し、対策する目的

で相当する事項において、監視と監査の役割を行使する。この目的のため、公共機関や地方政府、現地政府と調整することができる。

国家は水が源を発する流域を環境的に脆弱性のある地域だと認識する。全国水当局は、環境省の意見を受け、水の利用や取水、流入の権利を一切与えない不可侵地域であると宣言することができる。

第 119 条-出水、災害、洪水対策プログラム

全国水当局は、該当する流域諮問委員会とともに、出水や自然あるいは人為的災害をコントロールする総合的なプログラムと洪水その他水とその関連財による影響が引き起こす被害予防を、構造的、組織的行動と必要な活動を促進しながら、奨励する。

水利計画のなかで、マルチセクターによる有効利用のためのインフラプロジェクトの展開を奨励し、そのなかでは出水コントロール、洪水に対する防御、その他の予防策を考慮する。

(2) 水資源法 29338 号規則 (Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338)

第 118 条-河川敷のメンテナンスプログラムについて

水管理局は、農業省、地方政府、現地政府、水利組織と調整しながら、水の浸食作用からの防御のため河川敷での植林のプログラムとプロジェクトの展開を奨励する。

第 259 条-河岸防護の義務について

自然現象からの影響に対し、取水堰から何らかの影響を受けている範囲全体の河岸を防護することは、それが自己あるいは第三者の土地に位置する場合でも、利用者全員の義務である。そのため、全国水当局からの検討と承認を受けるため、該当するプロジェクトを提出するであろう。

(3) 水法(Ley de Agua)

第 49 条 農地保護のための予防措置の投資はそれらのリハビリや回復作業に比べてコストが小さい。このように経済的で国家にとって便益が大きく、国費の節約ともなることから保護対策を優先することが重要である。

第 50 条 堤防や灌漑水路の保護対策のコストが家族単位農業組織の場合や利用者の支払い能力を超える場合は政府がそれらの一部を負担出来る。

(4) 農業分野における多年度計画に係わる政策と戦略のガイドライン (RM N0 0821-2008-AG)

水資源の利用可能性と適正利用を前提として灌漑関連インフラの建設と改修を行うことを促進する。

(5) 農業省基本法(Ley Orgánica de Ministeri de Agricultura, N0 26821)

第 3 条に関連して河川における工事や農業用の水資源の管理は農業分野の責任であると規定されている。そのような規定がある以上河川での事業や農業目的の水資源の管理は農業セクターが追うことになる。

(6) **ペルーの農業政策ガイドライン-2002 (農業省政策室)(Lineamientos de Política Agraria para el Perú – 2002, por la Oficina de Políticas del MING)**

第10編 セクター別政策

“農業は高いリスクや天候の脆弱性のもとで行われる生産活動で、それらは予見しかつ軽減され得るものである。……” またインフラや農作物や家畜に対する損害により生ずるコストは農業の発展に障害となり、結果としてその地域や地方や国家の諸条件の悪化を助長する。“

(7) **河川流路整備・取水構造物保護プログラム、1999 (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación, PERPEC)**

農業省 (MINAG) 水インフラ総局 (DGIH) は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保プログラム (PERPEC) を1999年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。

第3章 アイデンティフィケーション

3.1 現状分析

3.1.1 自然条件

位置

調査の対象地域であるチラ川の位置は図-3.1.1-1 に示すとおりである。



図-3.1.1-1 調査対象河川

流域の概要

チラ川は首都リマの北方約 850km に位置しており、ピウラ州の管轄である。上流域の一部がエクアドルに属している国際河川である。河口から上流 100km の位置にはペルー最大の貯水量（総貯水容量 8 億トン）を有するポエチョスダム（治水・利水・発電の多目的ダム）が存在する。流

域面積はポエチヨスダム上流で約 13,000km² (うちエクアドル国内は 6,500km²)、ダム下流で約 4,000km² である。調査対象エリアであるポエチヨスダム下流の 100km 区間は、河川勾配が 1400 分の 1 と比較的緩やかであり、川幅も 500m~1500m と大規模である。

年間雨量は標高 500m 以下では 100~1000mm、標高 3000m 以上では 600~1600mm に達する。このように標高が高いほど雨量が多くなる傾向は他の対象流域でも認められるが、平均的な雨量はチラ川が最も大きい。

植生に関しては、ダム上流域では流域最上流部に熱帯雨林が一部分布しているが、低木類と乾林が 9 割を占めている。一方、ダム下流域でも乾林と低木類が 8 割を占めているが、残りの 2 割が農地として利用されている。チラ流域は熱帯域に属し、雨量も多く、砂漠地帯は少ない。農地ではバナナ、サトウキビのプランテーションがたいへん盛んである。また、下流域では天然ガス田の開発も進められている。

3.1.2 対象地域の社会経済

行政区分および面積

チラ川は、ピウラ州 Sullana 郡及び Paita 郡に位置する。チラ川周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-1 に示す。

表-3.1.2-1 チラ川周辺の町および面積

州 (Región)	郡 (Provincia)	町 (Distrito)	面積 (km ²)
ピウラ	スヤナ (Sullana)	スヤナ (Sullana)	488.01
		イグナシオ・エスクデロ (Ignacio Escudero)	306.53
		マルカベリカ (Marcavelica)	1687.98
		ケロコティージョ (Querocotillo)	270.08
		サリトゥラル (Salitral)	28.27
	パイタ (Paita)	アモタペ (Amotape)	90.82
		コラン (Colán)	124.93
		ラ・ワカ (La Huaca)	599.51
		タマリンド (Tamarindo)	63.36

人口および世帯数

1993 年と 2007 年の人口の変化を表-3.1.2-2 に示す。2007 年の Sullana 市の人口は 231,043 人でそのうち 93% の 215,069 人が都市部に、7% の 15,974 人が地方部に居住している。また、Paita 郡の人口は、22,939 人でそのうち 89% の 26,494 人が都市部に、11% の 3,412 人が地方部に居住している。各地域とも人口が増加している。特に Sullana の人口増加が約 3.5 万人と流域内では特出している。

1993 年-2007 年での人口の変化では、Sullana 郡の都市部および地方部ならびに Paita 郡の都市部の人口は 1.0~1.6% 増加している一方で、Paita 郡地方部の人口が 1.3% 減少している。

表-3.1.2-2 都市部及び地方部の人口変化

郡	町名	2007年人口					1993年人口					変化率 (%)	
		都市	%	地方	%	合計	都市	%	地方	%	合計	都市	地方
Sullana	Sullana	145,882	93%	10,719	7%	156,601	115,484	95%	6,410	5%	121,894	1.7%	3.7%
	Ignacio escudero	17,202	96%	660	4%	17,862	13,486	95%	689	5%	14,175	1.8%	-0.3%
	Marcavelica	24,462	94%	1,569	6%	26,031	19,406	92%	1,586	8%	20,992	1.7%	-0.1%
	Querocotillo	21,916	90%	2,536	10%	24,452	19,218	86%	3,219	14%	22,437	0.9%	-1.7%
	Salitral	5,607	92%	490	8%	6,097	4,075	81%	979	19%	5,054	2.3%	-4.8%
Total		215,069	93%	15,974	7%	231,043	171,669	93%	12,883	7%	184,552	1.6%	1.5%
Paíta	Amotape	2,139	93%	166	7%	2,305	2,135	96%	87	4%	2,222	0.0%	4.7%
	Colan	11,343	92%	989	8%	12,332	10,753	92%	908	8%	11,661	0.4%	0.6%
	La Huaca	8,876	82%	1,991	18%	10,867	6,408	70%	2,756	30%	9,164	2.4%	-2.3%
	Tamarindo	4,136	94%	266	6%	4,402	3,643	91%	345	9%	3,988	0.9%	-1.8%
Total		26,494	89%	3,412	11%	29,906	22,939	85%	4,096	15%	27,035	1.0%	-1.3%

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

2007年の世帯数および家族数を表-3.1.2-3に示す。1世帯当りの人数は、概ね4.0~4.5人程度である。1家族当りの人数は、概ね3.8~4.3人程度である。

表-3.1.2-3 世帯数および家族数

項目	町名				
	Sullana	escudero	Marcavelica	Querocotillo	Salitral
人口 (人)	156,601	17,862	26,031	24,452	6,097
世帯数	34,218	4,024	6,309	5,730	1,468
家族数	36,386	4,248	6,504	6,011	1,555
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.58	4.44	4.13	4.27	4.15
1家族当り人数 (人/1家族)	4.30	4.20	4.00	4.07	3.92

項目	町名			
	Amotape	Colan	La Huaca	Tamarindo
人口 (人)	2,305	12,332	10,867	4,402
世帯数	544	2,725	2,422	1,075
家族数	573	2,874	2,608	1,146
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.24	4.53	4.49	4.09
1家族当り人数 (人/1家族)	4.02	4.29	4.17	3.84

労働従事状況

表-3.1.2-4に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。Sullanaでは第3次産業の従事者が71.8%と多くなっているが、その他の町では、第1次産業の従事者が約40~80%と高い比率となっている

表-3.1.2-4 労働従事状況

	町名									
	Sullana		Ignacio escudero		Marcavelica		Querocotillo		Salitral	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
経済活動人口	52,662	100	5,042	100	7,897	100	3,920	100	2,211	100
第1次産業	8,230	15.6	2,813	55.8	4,195	53.1	3,231	82.4	1,065	48.2
第2次産業	6,636	12.6	616	12.2	716	9.1	69	1.8	227	10.3
第3次産業	37,796	71.8	1,613	32.0	2,986	37.8	620	15.8	919	41.6

* 第1次産業: 農林水産業、 第2次産業: 鉱業、建設業、製造業、 第3次産業: サービス業その他

貧困率

貧困率を表-3.1.2-5に示す。Sullana では全住民のうち 39.6%にあたる 231,043 人が貧困者であり、6.7%にあたる 15,536 人が極度の貧困者である。また、Paita では全住民のうち 43.3%にあたる 12,955 人が貧困者であり、4.8%にあたる 1,447 人が極度の貧困者である。特に Colan 地区は貧困者割合が 49.8%、極度の貧困者の割合が 6.5%と住民約半分が貧困者である。

表-3.1.2-5 貧困率

	Sullana											
	Sullana		Ignacio Escudero		Marcavelica		Querecotillo		Salitral			
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	合計	%
地域人口	156,601	100	17,862	100	26,031	100	24,452	100	6,097	100	231,043	100
貧困者	65,747	42.0	6,197	34.7	9,566	36.7	8,013	32.8	2,008	32.9	91,531	39.6
極貧困者	13,269	8.5	538	3.0	983	3.8	622	2.5	124	2.0	15,536	6.7

	Paita									
	Amotape		Colan		La Huaca		Tamarindo			
	人	%	人	%	人	%	人	%	合計	%
地域人口	2,305	100	12,332	100	10,867	100	4,402	100	29,906	100
貧困者	858	37.2	6,081	49.3	4,538	41.8	1,478	33.6	12,955	43.3
極貧困者	91	3.9	801	6.5	465	4.3	90	2.0	1,447	4.8

住居の形態

sullana では、家の壁には、全体の 48%が煉瓦又はセメント、34%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 97%占めている。

公共の上水の普及率は、Ignacio escudero、Querocotilloを除いて 50%を超えており、公共の下水道の普及率は Sullana、Salitral で 60%を超えている。また、電力は平均 82%の世帯に供給されている。

Paita では、家の壁には、全体の 47%が煉瓦又はセメント、46%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 96%占めている。

公共の上水の普及率は、La Huaca を除いて 60%を超えており、公共の下水道の普及率は 50%以下である。また、電力は平均 70%の世帯に供給されている。

表-3.1.2-6 住宅状況(sullana)

Variable/Indicador	Distritos									
	Sullana		Ignacio escudero		Marcavelica		Querocotillo		Salitral	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数										
居住者が居る一般住宅	34,218	94.6	4,024	94.5	6,309	94.9	5,730	92.7	1,468	93
壁財										
煉瓦 or セメント	18,384	53.7	1,108	27.5	1,769	28	1,308	22.8	391	26.6
日干し煉瓦、泥壁	7,930	23.2	2,200	54.7	1,353	21.4	1,611	28.1	96	6.5
竹材+泥壁 or 木材	6,662	19.5	664	16.5	3,041	48.2	2,777	48.5	974	66.3
その他	1,242	3.6	52	1.3	146	2.3	34	0.6	7	0.5
床材										
土	14,564	42.6	2,194	54.5	4,096	64.9	3,707	64.7	943	64.2
セメント	16,772	49	1,746	43.4	2,086	33.1	1,927	33.6	479	32.6
タイル、寄木、高級木材	2,706	7.9	50	1.2	107	1.7	83	1.4	41	2.8
その他	176	0.5	34	0.8	20	0.3	13	0.2	5	0.3
上水システム										
住宅内まで公共上水システムあり	22,703	66.3	1,847	45.9	3,207	50.8	2,240	39.1	1,085	73.9
敷地内に公共上水システムあり	1,187	3.5	119	3	487	7.7	90	1.6	21	1.4
公共の水栓	960	2.8	642	16	31	0.5	449	7.8	8	0.5
下水、トイレ										
住宅内に下水あり	21,836	63.8	643	16	1,351	21.4	1,860	32.5	645	43.9
敷地内に下水あり	842	2.5	99	2.5	138	2.2	78	1.4	22	1.5
簡易トイレ (穴)	6,002	17.5	1,669	41.5	1,769	28	2,321	40.5	437	29.8
電力										
公共電力	28,198	82.4	3,243	80.6	4,769	75.6	5,084	88.7	1,079	73.5
家族数										
居住者がいる一般世帯に住む世帯	36,386	100	4,248	100	6,504	100	6,011	100	1,555	100
家電製品										
3つ以上の家電製品	13,559	37.3	931	21.9	1,543	23.7	1,188	19.8	379	24.4
通信情報サービス										
固定電話と携帯電話	28,020	77.0	1,670	39.3	3,202	49.2	2,179	36.3	668	43.0

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

表-3.1.2-7 住宅状況(Paita)

Variable/Indicador	Distritos							
	Amotape		Colan		La Huaca		Tamarindo	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数								
居住者が居る一般住宅	544	92.4	2,725	82.3	2,422	90.4	1,075	90.2
壁財								
煉瓦 or セメント	188	34.6	958	35.2	683	28.2	202	18.8
日干し煉瓦、泥壁	14	2.6	428	15.7	383	15.8	115	10.7
竹材+泥壁 or 木材	337	61.9	1,304	47.9	1,323	54.6	745	69.3
その他	5	0.9	35	1.3	33	1.4	13	1.2
床材								
土	291	53.5	1,891	69.4	1,499	61.9	680	63.3
セメント	242	44.5	779	28.6	885	36.5	388	36.1
タイル、寄木、高級木材	10	1.8	52	1.9	29	1.2	6	0.6
その他	1	0.2	3	0.1	9	0.4	1	0.1
上水システム								
住宅内まで公共上水システムあり	386	71	1,660	60.9	1,126	46.5	656	61
敷地内に公共上水システムあり	7	1.3	69	2.5	44	1.8	8	0.7
公共の水栓	11	2	21	0.8	12	0.5	3	0.3
下水、トイレ								
住宅内に下水あり	4	0.7	977	35.9	332	13.7	500	46.5
敷地内に下水あり			68	2.5	45	1.9	25	2.3
簡易トイレ (穴)	149	27.4	843	30.9	839	34.6	116	10.8
電力								
公共電力	363	66.7	1,841	67.6	1,743	72	711	66.1
家族数								
居住者がいる一般世帯に住む世帯	573	100	2,874	100	2,608	100	1,146	100
家電製品								
3つ以上の家電製品	134	23.4	463	16.1	544	20.9	242	21.1
通信情報サービス								
固定電話と携帯電話	154	26.9	1,028	35.8	1,049	40.2	346	30.2

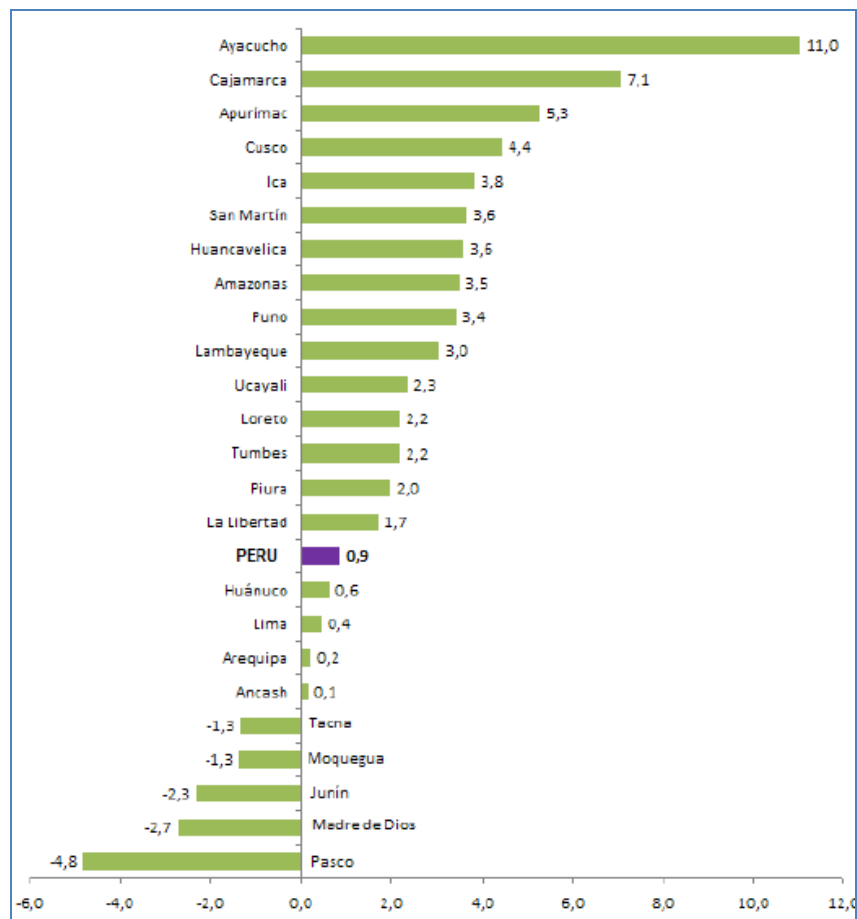
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística - INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

GDP

2009年の「ペ」国におけるGDPは、S./392,565,000,000である。

2009年の「ペ」国の成長率は、世界経済不況の影響で過去11年では最低の前年比0.9%アップであった。

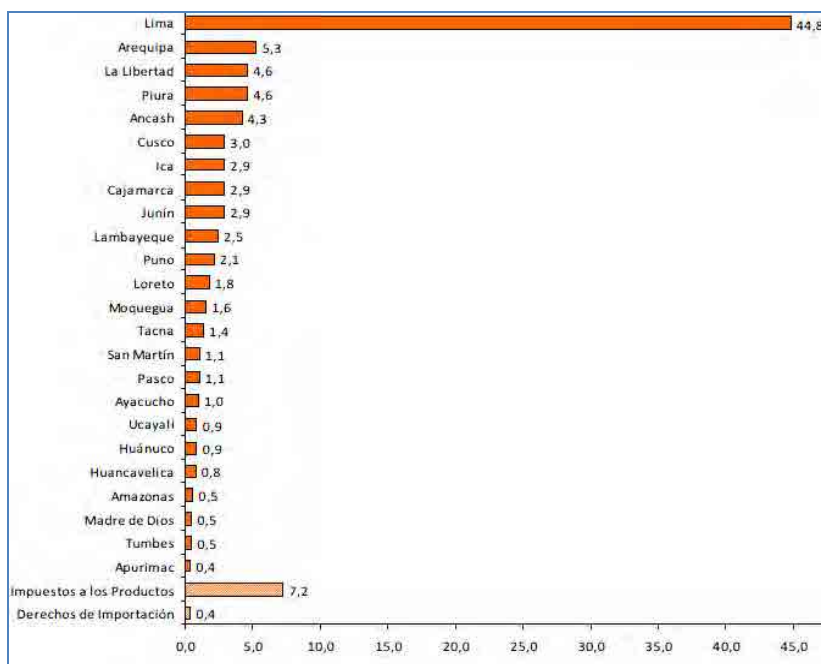
州別のGDPをみると、イカ州が3.8%、ピウラ州が2.0%、リマ州が0.4%、アレキパ州0.2%の成長率を示している。特に、イカ州およびピウラ州は国の全体の値よりも高い成長率を示している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-1 州別 GDP 成長率(2009/2008)

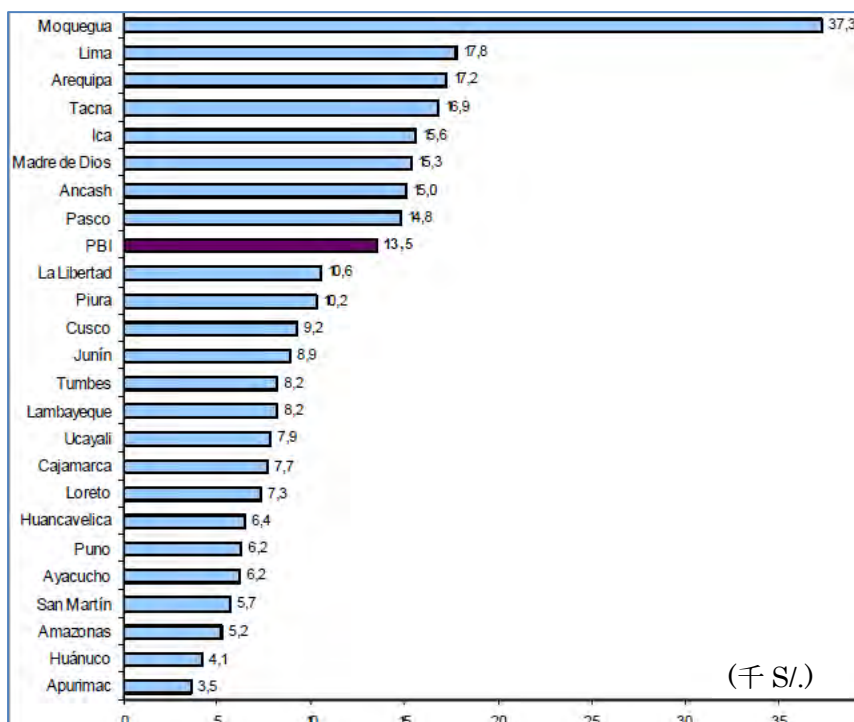
以下にGDPへの寄与率を州ごとに示している。リマ州が全体の半分近く44.8%に寄与している。その他の州の寄与率は、アレキパ州が5.3%、ピウラ州が4.6%、イカ州が2.9%である。また、税金と輸入関税がそれぞれ7.2%、0.4%寄与している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-2 州別の GDP への寄与率

2009 年における「ペ」国 1 人当たりの GDP の値は S/.13,475 であった。州ごとの 1 人当たりの GDP の値は、リマ州では S/.17,800、アレキパ州で S/.17,200、イカ州で S/.15,600 と国の平均より高く、一方、ピウラ州で S/.10,200 と国の平均を下回っている。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-3 1 人当たり GDP (2009 年)

表-3.1.2-8は、2001年から2009年の9年間の州別の1人当たりGDPの経年変化を示したものである。「ペ」国平均で2001年から2009年の9年間にGDPが44%増加している。州別の値は、イカ州で83.9%、アレキパ州で54.2%、ピウラ州で48.3%、リマ州で42.9%増加している。

なお、表-3.1.2-8の値は1994年を基準年とした値である。

表-3.1.2-8 1人当たりGNPの経年変化 (2001-2009)

(基準年 1994年 S/.)

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

Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

3.1.3 農業

各流域の農業の現況について、水利組合、農作物の種類、作付け面積、収穫量、売上高などを以下に示す。

灌漑セクター

水利組合の概要を表-3.1.3-1に示す。チラ川流域には、6つの灌漑セクター、6の灌漑委員会があり、18,796人が農業に従事している。また、これらセクターが管理する農地の面積は48,676haである。

表-3.1.3-1 水利組合の概要

灌漑セクター	灌漑委員会	灌漑面積		受益者 (人)	河川名
		ha	%		
Miguel Checa	Miguel Checa	12,701	26%	8,499	Chira
El Arenal	El Arenal	3,608	7%	2,045	
Poechos - Pelados	Poechos - Pelados	4,433	9%	1,719	
Cieneguillo	Cieneguillo	6,859	14%	1,451	
Margen Derecha	Margen Derecha	12,415	26%	3,755	
Margen Izquierda	Margen Izquierda	8,660	18%	1,327	
Total		48,676	100%	18,796	

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

主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の 2005 年から 2010 年までの経年変化を表-3.1.3-2 に示す。

チラ川流域の主要作物はコメ、バナナ、レモンであったが、2009 年から始められたエタノール用のサトウキビの栽培が、2009-2010 年の売上額でレモンを超えている。このサトウキビがチラ川流域の主要農作物のひとつになりつつある。

作付け面積、売上高は年によってばらつきがみられる。

表-3.1.3-2 主要農作物の作付け状況および売上額

	Variables	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
コメ	作付け面積(Ha)	16,769	21,943	23,921	22,226	19,973
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	9,882	9,764	9,785	9,588	9,753
	収穫量(Kg)	165,711,258	214,251,452	234,066,985	213,102,888	194,796,669
	取引単価 (S./kg)	0.81	0.93	1.12	0.76	0.81
	売上高(S/.)	134,226,119	199,253,850	262,155,023	161,958,195	157,785,302
バナナ	作付け面積(Ha)	4,595	5,280	5,096	5,096	5,096
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	44,406	41,787	41,608	42,453	43,984
	収穫量(Kg)	204,045,570	220,635,360	212,034,368	216,340,488	224,142,464
	取引単価 (S./kg)	0.40	0.55	0.63	0.67	0.63
	売上高(S/.)	81,618,228	121,349,448	133,581,652	144,948,127	141,209,752
サトウキビ	作付け面積(Ha)				565	5,482
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)				138,969	139,859
	収穫量(Kg)				78,517,485	766,707,038
	取引単価 (S./kg)				0.07	0.07
	売上高(S/.)				5,496,224	53,669,493
レモン	作付け面積(Ha)	3,146	1,932	1,932	1,932	1,932
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	31,856	42,425	38,238	31,034	31,500
	収穫量(Kg)	100,218,976	81,965,100	73,875,816	59,957,688	60,858,000
	取引単価 (S./kg)	0.36	0.43	0.64	0.46	0.58
	売上高(S/.)	36,078,831	35,244,993	47,280,522	27,580,536	35,297,640
トウモロコシ	作付け面積(Ha)	1,156	1,472	1,677	1,255	1,069
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	5,216	5,177	5,266	5,320	5,141
	収穫量(Kg)	6,029,696	7,620,544	8,831,082	6,676,600	5,495,729
	取引単価 (S./kg)	0.55	0.77	0.76	0.78	0.85
	売上高(S/.)	3,316,333	5,867,819	6,711,622	5,207,748	4,671,370
マンゴー	作付け面積(Ha)	537	646	646	646	610
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	25,000	28,855	26,550	26,570	28,292
	収穫量(Kg)	13,425,000	18,640,330	17,151,300	17,164,220	17,258,120
	取引単価 (S./kg)	0.42	0.29	0.71	0.65	0.44
	売上高(S/.)	5,638,500	5,405,696	12,177,423	11,156,743	7,593,573
豆	作付け面積(Ha)	366	674	279	303	272
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	1,399	1,480	1,743	1,780	1,589
	収穫量(Kg)	512,034	997,520	486,297	539,340	432,208
	取引単価 (S./kg)	1.77	1.87	1.98	2.04	2.00
	売上高(S/.)	906,300	1,865,362	962,868	1,100,254	864,416
とうもろこし	作付け面積(Ha)	67	372	254	309	191
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	7,313	7,363	6,996	7,010	7,543
	収穫量(Kg)	489,971	2,739,036	1,776,984	2,166,090	1,440,713
	取引単価 (S./kg)	0.64	0.68	0.80	0.84	0.82
	売上高(S/.)	313,581	1,862,544	1,421,587	1,819,516	1,181,385
牧草	作付け面積(Ha)	319	183	181	181	166
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	45,824	57,169	46,442	77,790	75,268
	収穫量(Kg)	14,617,856	10,461,927	8,406,002	14,079,990	12,494,488
	取引単価 (S./kg)	0.15	0.19	0.15	0.20	0.20
	売上高(S/.)	2,192,678	1,987,766	1,260,900	2,815,998	2,498,898
ウメ・モモ	作付け面積(Ha)	160	160	160	160	160
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	3,519	3,056	3,131	2,867	3,667
	収穫量(Kg)	563,040	488,960	500,960	458,720	586,720
	取引単価 (S./kg)	0.40	0.35	0.33	0.49	0.44
	売上高(S/.)	225,216	171,136	165,317	224,773	258,157
その他	作付け面積(Ha)	4,013	3,004	3,129	2,851	2,886
合計	作付け面積(Ha)	31,128	35,666	37,275	35,524	37,837
	収穫量(Kg)	505,613,401	557,800,229	557,129,794	609,003,509	1,284,212,149
	売上高(S/.)	264,515,787	373,008,615	465,716,915	362,308,113	405,029,984

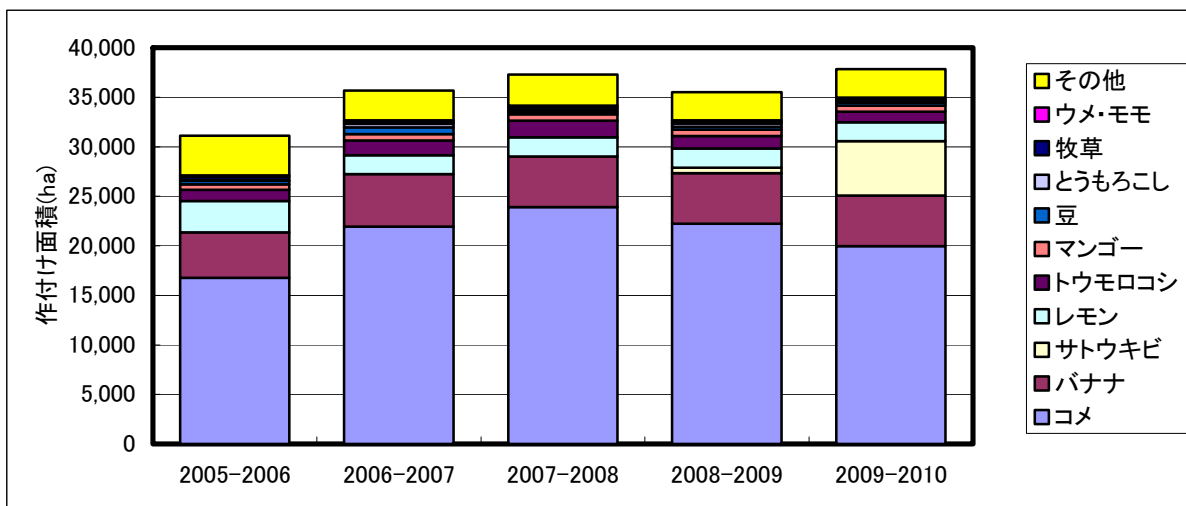


図-3.1.3-1 作付け面積

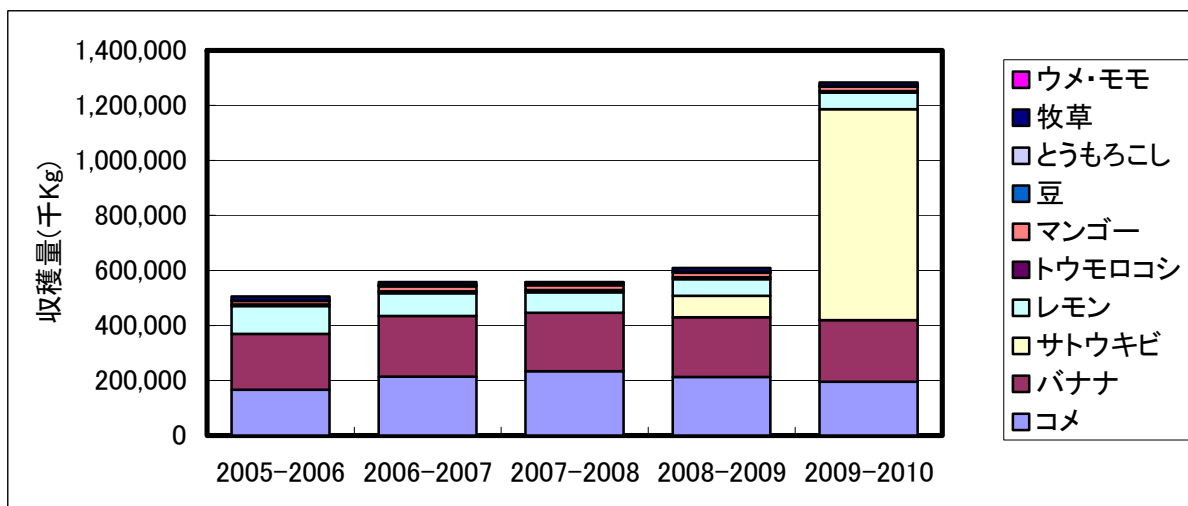


図-3.1.3-2 収穫量

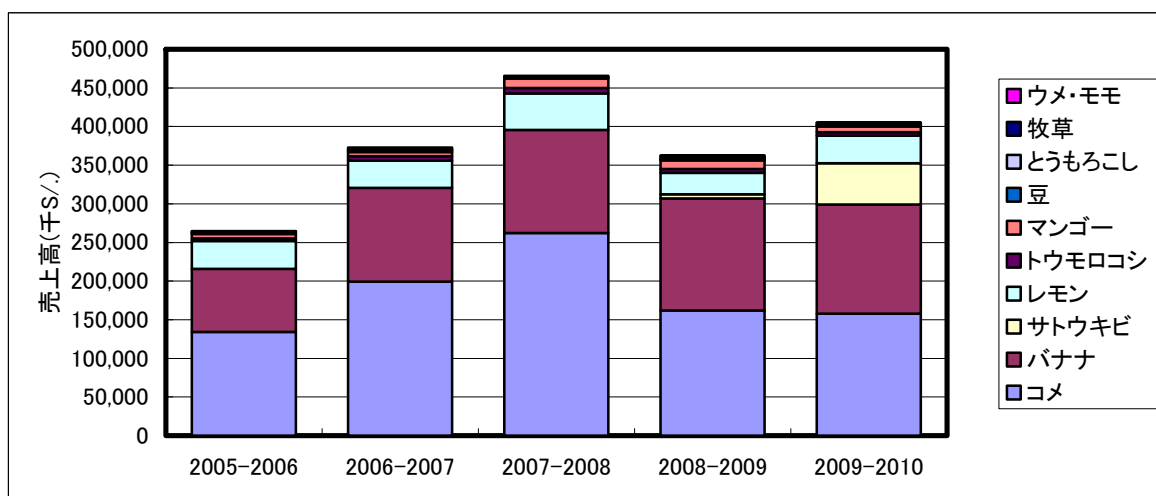


図-3.1.3-3 売上額

3.1.4 インフラ

道路

表-3.1.4-1 にピウラ県に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は4,398kmである。その内訳は、国道:857.0km(19.5%)、県道:578.2km(13.1%)、市道:2,962.8km(67.4%)である。

表-3.1.4-1 道路概要

種別	総延長		舗装状況				(Km)
			アスファルト	転圧道路	無転圧道路	砂利道、自然道	
国道	857.0	19.5%	664.5	126.5	29.0	37.0	
県道	578.2	13.1%	144.8	159.0	68.1	206.3	
市道	2962.8	67.4%	134.3	51.7	313.6	2463.2	
Total	4398.0	100.0%	943.6	337.2	410.7	2706.5	

灌漑水路

各水利組合語との灌漑水路についてはタイプ、名称、位置、築造材料、施設の維持・管理状況などの詳細についてはデータを入手したが、幹線、支線の区別、延長、水路構造などのデータは入手できなかった。前者についてはデータブックを参照のこと。

PERPEC

2006年から2009年にPERPECにより実施された事業を表-3.1.4-2に示す。

表-3.1.4-2 PERPECにより実施された事業

№	年	事業名	所在地				内容	総額 (\$)		
			県	郡	町	地区				
1	2006	El Litoral放水路清掃と路床掘削	Piura	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	放水路の路床掘削	8.4	Km	289,724.70
2	2006	El Rosario放水路清掃と路床掘削	Piura	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	放水路の路床掘削	6.28	Km	195,520.00
3	2006	Santa Elena排水路清掃と路床掘削	Piura	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	排水路の路床掘削	7.92	Km	240,640.00
4	2007	チラ川護岸、Sullana郡Querecotillo町La Jagua de Poechos地区	Piura	Sullana	Querecotillo	Jaquey de Poechos	ロック材による護岸堤防	0.6	Km	480,104.00
5	2007	チラ川護岸、Sullana郡Marcavelica町La Cuarta de Mallares地区	Piura	Sullana	Marcavelica	La cuarta Mallares	ロック材による護岸堤防	0.5	Km	491,151.00
6	2007	チラ川護岸、Sullana郡Marcavelica町La Playa Garabato地区	Piura	Sullana	Marcavelica	Playa Garabato	水制	0.1	Km	187,202.00
7	2008	集排水路1システムの水路横断面回復、Pueblo Nuevo de Colan地区 (緊急時対応)	Piura	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	排水路横断面回復	4.9	Km	217,414.00
8	2008	排水路の水路横断面回復、Marcavelica町Mambre-La Bocana地区 (緊急時対応)	Piura	Sullana	Marcavelica	Mallares	排水路横断面回復	7.02	Km	183,863.15
9	2008	排水路の水路横断面回復、Marcavelica町El Monte-Mallares地区 (緊急時対応)	Piura	Sullana	Marcavelica	Mallares	排水路横断面回復	6.64	Km	167,832.88
10	2008	La Huaca第二期事業におけるロック材敷設堤防のリハビリ、Palcazu郡La Huaca町 (緊急時対応)	Piura	Sullana	La Huaca	La Polvareda	敷設済みロック材整備による堤防斜面リハビリ	0.33	Km	258,772.00
11	2008	Viviate、Chira Palm排水路の水路横断面回復、La Huaca町Palma地区 (緊急時対応)	Piura	Paita	La Huaca	Viviate	Viviate、Chira Palma排水路横断面回復	3.9	Km	50,074.00
12	2008	チラ川左岸の護岸工、aita郡La Huaca町Santa Marcela地区 (緊急時対応)	Piura	Paita	La Huaca	Viviate	排水路横断面回復	3900	Km	245,956.00
13	2008	第4219水路リハビリ、Sullana郡Sullana町Cieneguillo地区 (緊急時対応)	Piura	Sullana	Sullana	Cieneguillo	コンクリート張り水路のリハビリ	680	ml	146,993.00
14	2008	チラ川左岸の護岸工、Paita郡La Huaca町La Polvadera、San Isidro、Pucusilla地区 (防災)	Piura	Paita	La Huaca	La Polvadera, San Isidro, Pucusilla-La Huaca	ロック材利用の水制設置4基	0.206	km	470,816.00
15	2008	護岸工、Sullana郡 Marcavelica町Quebrada Saman - Mallares地区 (防災)	Piura	Sullana	Marcavelica	Mallares	ロック材を利用した水制設置	2	km	465,266.00

3.1.5 洪水被害の実態

全国における被害

ペ国における 2003 年から 2007 年の 5 年間の全国の洪水被害の状況は、表-3.1.5-1 に示すとおりである。毎年数万人から十数万人もの人が洪水被害にあっている。

表-3.1.5-1 洪水被害状況

		Total	2003	2004	2005	2006	2007
災害発生件数	件	1,458	470	234	134	348	272
被災者	人	373,459	118,433	53,370	21,473	115,648	64,535
家屋損失者	人	50,767	29,433	8,041	2,448	6,328	4,517
死亡者	人	46	24	7	2	9	4
被災家屋数	軒	50,156	17,928	8,847	2,572	12,501	8,308
倒壊家屋数	軒	7,951	3,757	1,560	471	1,315	848

出展 : Compendio estadísticos de SINADECI

また、ペ国ではこれまでに、エルニーニョの影響を受けて発生した大雨により甚大な被害を受けてきた。表-3.1.5-2 に近年最も被害が大きかった 1982-1983、1997-1998 のエルニーニョによる大雨での被害を示す。1982-1983 では被災者数が約 6,000,000 人、被害額は US\$1,000,000,000、1997-1998 では被災者数が約 502,461 人、被害額は US\$1,800,000,000 であった。なお、1982-1983 の被害では GNP が 12%ダウンするほどの被害であった。

表-3.1.5-2 被害状況

被害項目	1982-1983	1997-1998
家屋損失者 (人)	1,267,720	—
被災者数	6,000,000	502,461
けが	—	1,040
死者	512	366
不明者	—	163
被災家屋数 (軒)	—	93,691
倒壊家屋数 (軒)	209,000	47,409
被災 学校教育施設	—	740
倒壊 学校教育施設	—	216
被災 病院 診療所	—	511
倒壊 病院 診療所	—	69
被災農地(ha)	635,448	131,000
被災家畜数	2,600,000	10,540
橋梁	—	344
道路(km)	—	944
被害額(\$)	1,000,000,000	1,800,000,000

「—」: 記録記載無し

調査対象流域における災害

調査対象地域が属するピウラ州における災害は表-3.1.5-3 に示すとおりである。

表-3.1.5-3 ピウラ州における災害

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	計	平均
ALUD (土砂崩れ)																	0	
ALUVION (沖積層)																	0	
DERRUMBE (倒壊)									6	1	2	1		1			11	
DESLIZAMIENTO (地すべり)		1		2		1	4		5		1	6	5	7	5	3	40	
HUAYCO (鉄砲水)				1				1	1			1					4	
土砂災害の合計	0	1	0	3	0	1	4	1	12	1	3	8	5	8	5	3	55	3
洪水の合計	0	0	5	51	9	3	5	14	3	5	6	14	8	22	0	1	146	9

3.1.6 現地調査の結果

JICA 調査団は対象河川流域について数回の現地調査を行い、地方政府および水利組合から過去の洪水被害や流域の問題点のヒアリングを行うとともに、現地視察により洪水対策上の課題を抽出した。

現地視察及びヒアリングの結果

(クリティカルポイントについて)

- チラ・ピウラスペシャルプロジェクトが 40 年前からある。
- スペシャルプロジェクトでは水力発電、飲料水、農業用水、セラピアの養殖、ポエチヨスダムの管理などを実施している。
- チラ・ピウラの農村を洪水から守ることが目的の 1 つ。
- 1983 年のエルニーニョ洪水で被災。堤防対策を実施してきた。1998 年のエルニーニョ洪水では被害はほとんど無かったが、トータルで 5km にわたってダイク（堤防）が侵食被害を受けた。資金不足で暫定対策となっている箇所が数カ所ある。
- 計画流量 5,000m³/s を 7,600m³/s(1/100)に変更した。
- ポエチヨスダム(Poechos Dam)では放流口の直下流が大きく侵食を受けた。これがクリティカルポイントの 1 つ。

(現地の状況：現地視察時)

- エルニーニョで堤防が侵食を受けた箇所 (D1011～D1013)
 - 当該区間を現地踏査した結果、ほぼ全区間にわたり築堤・補修がなされていた。
- エルニーニョで堤防が侵食を受けた箇所 (D1020)
 - 現地踏査の結果、堤防はほぼ全区間にわたり補修されていたが、護岸等が施されていない箇所が散見された。
 - 保全対象は農地（野菜、綿）、天然ガス田。ガス田は私設だが、近隣の火力発電に用いられている。
 - 1998 年洪水でこの付近の河床が 2m 低下した。
 - 洪水はピーク流量だけでなく、3,000m³/s くらいの継続時間も長いため、その対策も重要。
 - 潮汐は 1～1.2m 程度変動する。
- エルニーニョで堤防が侵食を受けた箇所 (D2040)
 - 当該区間を現地踏査した結果、ほぼ全区間にわたり築堤・補修がなされていた。

- エルニーニョで堤防が侵食を受けた箇所 (D2052)
 - 当該区間を現地踏査した結果、一部区間(24.5k-27k)が暫定堤防となっており、護岸工などが不十分な区間が存在した。
- エルニーニョで堤防が侵食を受けた箇所 (D3110, D4130)
 - 当該区間を現地踏査した結果、ほぼ全区間にわたり築堤・補修がなされていた。
- 河岸侵食箇所 1 (11.5k-12.5k 右岸)
 - 2008年の洪水で侵食範囲が拡大した。河岸沿いに下流の集落(ビチャヤル(Vichayal)、ミラマル(Miramar)、ビスタ・フロリダ(Vista Florida)に繋がる唯一の道がある。今後の洪水で侵食被害を受ける可能性が高い。
- 河岸侵食箇所 2 (73k 右岸)
 - 河川沿いに広大なバナナ農園が広がる箇所。
 - この地点を含む約5kmに渡り、河岸侵食による農地の流失被害を受けている。
- 河岸侵食箇所 3 (98k 右岸)
 - 河岸沿いにカナル・ミゲル・チェカ(Canal Miguel Checa)という農業用水路が敷設されている。流量は70m³/s。
 - 河岸侵食が進んでおり、今後の洪水によって水路が侵食被害を受ける可能性が高い。
- スヤナ取水堰 (64k)
 - 現地踏査の結果、右岸側の洪水用固定堰区間に土砂が堆積しており、樹林が繁茂していた。この状況だと洪水流が固定堰を流れず、左岸側の可動堰(取水堰)に集中するため過度な負担が掛かり、可動堰が損傷する危険性がある。
- ポエチョスダム直下流部侵食箇所 (99.5k)
 - 現地踏査の結果、放流口直下の左岸側が広く侵食を受けていた。特に堤体直下の侵食はこれ以上進行すると堤体の崩壊に繋がる危険性がある。なお、ダム堤体直下の侵食箇所に関しては現在、暫定的な補修(護岸工など)が施されている。

(その他)

- ポエチョスダムに関するヒヤリング結果
 - ゲートは3門ある。最大放流量は5,000~5,500m³/s。減勢はスキージャンプ方式。放流口直下は25m掘れている。
 - エルニーニョの洪水時は3800m³/s放流した。そのとき下流のスヤナ市での流量は6,000~6,500m³/sだった。
 - 発電用放流に200m³/s利用しており、これを下流の農業用水としても利用。
 - ピウラには80m³/sを供給しており、これを農業、工業、生活用水に利用している。
 - ダム直下には以前、水制があったが放流で壊れてしまった。
 - ペルーで一番大きいダム。貯水容量は8億トン。
 - ポエチョスダムは50%が堆砂しており、堆砂がクリティカル。(総貯水容量8億トンに対し、4億トンが土砂で埋まっている)しかし、ポエチョスダムの堆砂対策はまだ何も検討されていない。
 - 堆砂測量は定期的実施されている。

○堤防工事に関するヒヤリング結果

- 堤防天端の路盤材はマカカラ (Macacara) 石切り場から調達した。それ以外の材料は堤防の両側の農地から調達した。
- 堤防のプロテクションの石は、下流にある Cabo la Mesa (カボ・ラ・メサ) から調達した。

○洪水警報システムに関するヒヤリング結果

- ピウラ川にはシステムはあるがチラ川には計画も存在しない。
(以下は、ピウラ川のシステムについてのヒヤリング)
- ピウラ川の流域(7,500km²)の中に 12 ステーションある。
- 12 箇所はいずれもオートマティックの雨量計を有しており、衛星通信を利用している。
- 12 箇所の他には 30 箇所のマニュアル式のステーションがあり、これらは無線で通信している。
- ナックス (NAXOS) というソフトで解析している。
- 48 時間以内に警報するシステムを保有しており、2002 年から本システムを利用している。
- 2008 年までは無線による通信システムを利用していたが、2008 年に中心ステーションのソーラーパネルを盗まれてしまった。中心ステーションがその他ステーションのデータを集約していたため無線通信が使えなくなった。そのため衛星通信システムを取り入れた。
- 現在は個々のステーションが衛星通信でデータを送ってくる。
- ピウラ川は上流で雨が降ってから到達時間が長い。よって、現時点で降った雨で 48 時間後の下流の水位を予測している。2,000m³/s の場合、到達時間は 12 時間程度。
- 流量が 1,500m³/s を越えたら警報を出している。
- ピウラ流域を 720 に分割している。
- 2002 年に 3,800m³/s の洪水が発生したときの洪水予測量は 3,600m³/s であった。
- 洪水情報はチラ・ピウラスペシャルプロジェクトからディフェンサシビルに伝達される。
- ダム流域の半分がエクアドルにある。エクアドルにも雨量計を設置したい。
- 現在、一番困っているのはソーラーパネルを盗まれたこと。現在、さらに 2 箇所盗まれておりステーションに警備員を配置している。盗難保険に入った。

現地視察概要

現地の主な視察現場は図-3.1.6-1 に示すとおりである。

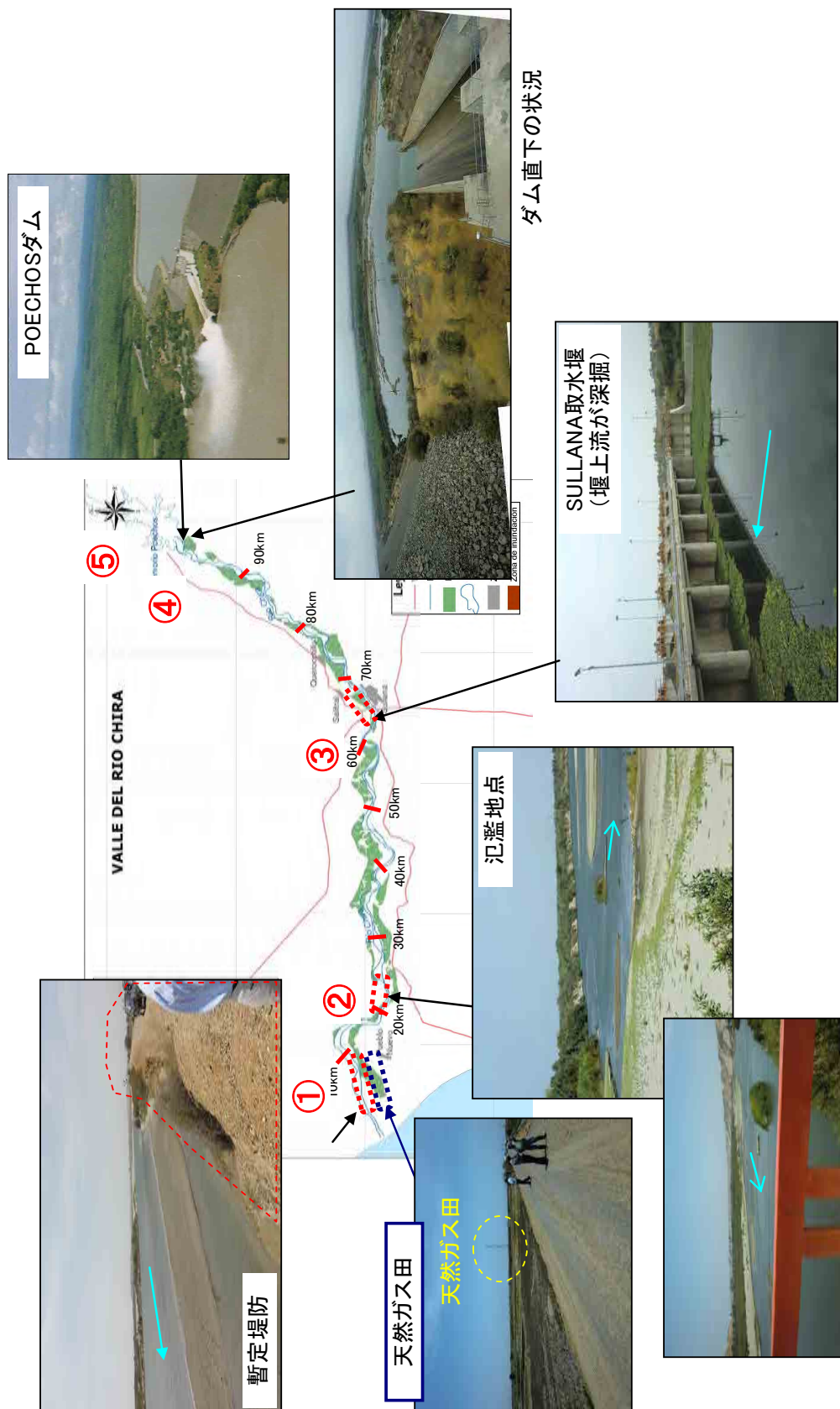


図-3.1.6-1 視察現場の概要 (チラ川)

課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

1) 課題1：エルニーニョ洪水による堤防侵食の多発

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998年のエルニーニョでは浸水被害はなかったが、多くの地点で堤防が侵食被害を受けた。 ・現在、計画流量を見直して設計を見直しているが、資金不足のため暫定堤防で対応している箇所がある。 ・将来同程度の洪水が発生した場合、暫定箇所がクリティカルになる可能性が高く、これらへの対応が課題。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地（主要作物：綿、バナナ） ・天然ガス田（現在12箇所を採掘。周辺地域の発電に用いられている）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・暫定堤防の嵩上げ、護岸工（河岸侵食対策） ・根固め（河床低下対策）

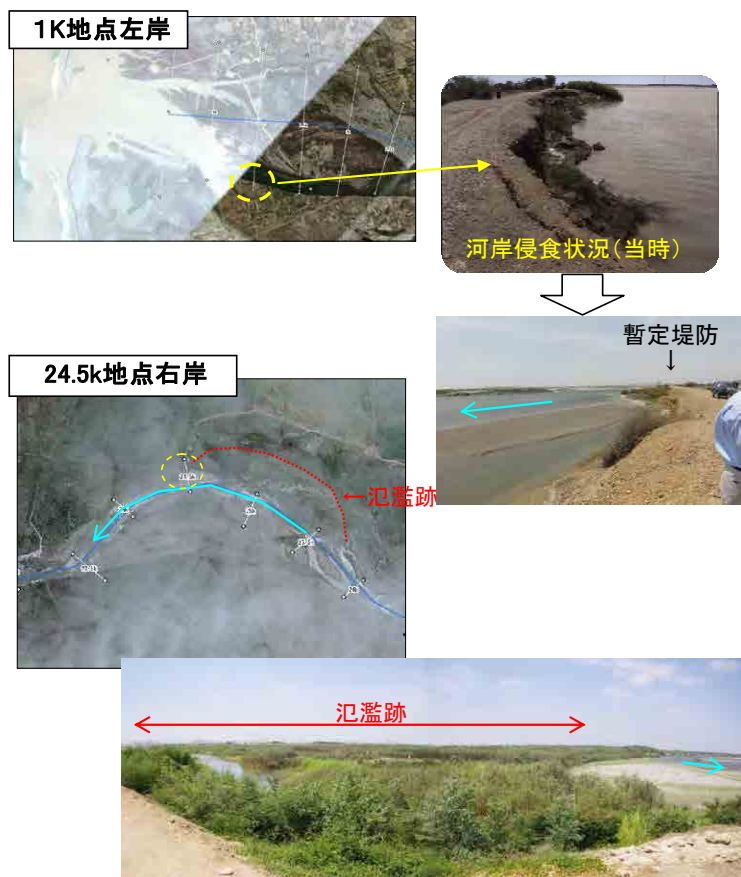


図-3.1.6-2 課題1に関する現地状況（チラ川）

2) 課題2：エルニーニョ洪水による河岸侵食の多発

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998年のエルニーニョ洪水では河岸侵食被害も多発した。 ・農地、道路、農業用水路など、対策未実施の箇所が複数存在する。今後、河岸侵食がさらに進めば大きな被害を受ける可能性が高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地（主要作物：バナナ） ・地方主要道路 ・主要農業用水路
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・河岸侵食の拡大を防止するための護岸が必要

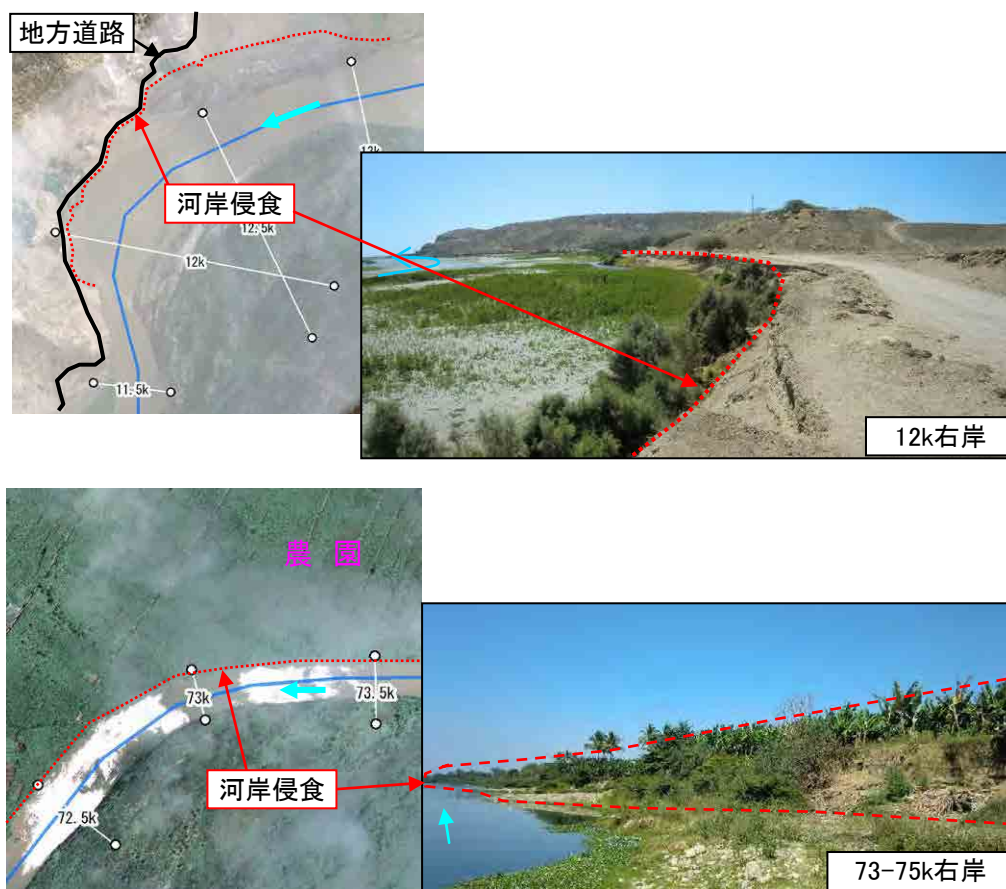


図-3.1.6-3 課題2に関する現地状況（チラ川）

3) 課題3：放流水によるダム堤体直下の侵食

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水放流時にダム直下流左岸が侵食した。 ・今後エルニーニョ時と同程度の洪水が発生したら、ダム本体に影響が出る可能性がある。 ・現在、ダム直下の侵食箇所は暫定的な補修（護岸工）がなされている。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム堤体
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム放流口の左岸に堤体保護のための護岸を設置 ・ダム直下左岸側に放流水が流れこまないように、河道掘削等が必要。



図-3.1.6-4 課題3に関する現地状況（チラ川）

3.1.7 植生および植林の現況

植生現況

1995年植生区分図とその解説によれば、チラ流域は乾燥林が多勢を占めている。流域内の乾燥林としては i) サバンナ性乾燥林 (Bs sa)、ii) 台地性乾燥林 (Bs co)、iii) 山岳性乾燥林 (Bs mo) の3種があり、標高によって特徴付けられている。(表-3.1.7-1 参照)。サバンナ乾燥林の主要構成樹種はアルガロボ (*Prosopis pallida*) で、アルガロボ林では高木、灌木が混生する。台地性乾燥林と山岳性乾燥林を構成する樹種はほとんど同じで、樹高 12m 程度の落葉樹が多い。また、河川沿いなどでは地下水位が高いため、直径 10cm 以上の常緑樹も生育している。乾燥林は厳しい自然条件下にあるため、いったん破壊されると自然回復は困難である。山岳性湿潤林は樹種が豊富だが樹高は 10m 以下のものがほとんどである。

表-3.1.7-1 チラ流域の代表的植生一覧

区分	名称	分布する標高	降雨量	代表的な植生
1)Bs sa	サバンナ型乾燥林	0~500m	160~240mm	アルガロボ林(常緑樹)、高標高では落葉樹、灌木・サボテンもある
2)Bs co	台地性乾燥林	400~700m	230~1,000mm	山岳性乾燥林とほぼ同様
3)Bs mo	山岳性乾燥林	500~1,200m	230~1,000mm	落葉樹を主体とし、12m 程度の高木林を形成する
4)Bh mo	山岳性湿潤林	アマゾン高地からペルー北部までは 3,200m まで ペルー中南部ではアンデス東斜面の 3,800m まで	霧が発生することが多く、雲霧林もある	樹高 10m 程度の高木層、2~4m のヤシ類など、草本類など豊富

このほか、前出の沿岸の砂漠地帯 (Dc、Cu)、半湿潤灌木林 (Msh)、湿潤灌木林 (Mh) がある。

出典：1995年植生区分図を元に JICA 調査団により作成

植生分布面積

1995年 INRENA 調査の結果を GIS 上に移植し、流域ごとに各植生区分の面積と流域面積に対する割合を算出した(表-3.1.7-2 および図-3.1.7-1 を参照)。これを沿岸部の砂漠地帯 (Cu、Dc)、草本・サボテン地帯 (Ms)、灌木林地帯 (Msh、Mh)、乾燥林 (Bs-sa、Bs-co、Bs-mo)、山岳湿潤林 (Bh-mo)、高地の草原 (C-A、Pj) という大区分で面積を集計し、区分ごとの流域面積に対する割合を計算したものが表-3.1.7-3 である。

表-3.1.7-2 植生区分面積と流域面積に対する割合(チラ流域)

	植生区分											計
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Bs-sa	Bs-co	Bs-mo	Bh-mo	C-A*	Pj	
(植生区分面積 : ha)												
上流	714.92	105.81	59.34	142.28	139.47	2,668.16	185.40	222.87	0.00	0.00	0.00	4,238.25
下流	31.70	0.00	0.00	1,205.16	1,021.28	1,889.54	473.16	1,164.53	401.54	90.25	112.57	6,389.73
計	746.62	105.81	59.34	1,347.44	1,160.75	4,557.70	658.56	1,387.40	401.54	90.25	112.57	10,627.98
(流域面積に対する割合 : %)												
上流	16.9	2.5	1.4	3.4	3.3	63.0	4.4	5.3	0.0	0.0	0.0	100.2
下流	0.5	0.0	0.0	18.9	16.0	29.6	7.4	18.2	6.3	1.4	1.8	100.1
計	7.0	1.0	0.6	12.7	10.9	42.9	6.2	13.1	3.8	0.8	1.1	100.1

※注) C-A=Cuerpo Agua (陸生の水域)

(出典：1995年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

表-3.1.7-3 大区分植生の流域面積に対する割合 (チラ流域)

区分	植生区分							計
	砂漠 (Cu、Dc)	草・サボテン (Ms)	灌木林 (Msh、Mh)	乾燥林 (Bs-sa-co、-mo)	山岳湿潤林 (Bh-mo)	水域 (C-A)	草地 (Pj)	
(流域面積に対する割合：%)								
上流	19.4	1.4	6.6	72.6	0.0	0.0	0.0	100.0
下流	0.5	0.0	34.8	55.2	6.3	1.4	1.8	100.0
計	8.0	0.6	23.6	62.1	3.8	0.8	1.1	100.0

※注) C-A=Cuerpo Agua (陸生の水域)

(出典：1995年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

上表によれば砂漠地帯が 1 割程度と少なく、草本・サボテン地帯は 1%にも満たない。灌木林地帯は約 2 割となっており、乾燥林が約 6 割を占めていて、これがピウラ流域の植生の特徴である。

森林面積の変化

ペルーにおける森林面積の変遷は詳細に調査されていないが、INRENA による全国植林計画 (Plan Nacional de Reforestacion Peru 2005 - 2024) の「Anexo 2.」には 2005 年までに減少した森林面積が当時の県 (Departamento) ごとに記載されている。ピウラ県についての累積減少森林面積を表-3.1.7-4 に示す。

表-3.1.7-4 2005 年までに減少した森林面積

県名	面積 (ha)	累積森林減少面積 (ha)、及び減少面積が県面積に占める割合 (%)	伐採後の状況	
			未利用の面積 (ha)	利用されている面積 (ha)
Piura	3,580,750	9,958 (0.3%)	5,223	4,735

(出典：全国植林計画、INRENA、2005)

植林の現況

流域の下流部～中流部では主として次の 3 種類の植林が実施されている。i)河川沿いに防災のための植林、ii)農地の周囲を囲む防風・防砂のための植林、iii)家屋の周囲を囲む植林。いずれも面積としては非常に少なく、樹種もユーカリが最も多く、次いでモクマオウ、郷土種の植林は少ない。一方、アンデス高地では薪炭供給のための植林、農地を冷害・獣害 (家畜) から保全するための植林、水源を保全するための植林が行なわれている。植林樹種はユーカリ、マツがほとんどである。アンデス高地での植林は旧 PRNAMACHIS (現在の AGRORURAL) のプログラムによって実施されているものが多く、AGRORURAL がコミュニティーに苗木を供給し、農民がそれを植栽し、維持管理していくシステムが一般的である。州政府による植林事業もあるが数量としては多くない。このシステムでは、植栽地の選定にコミュニティーの合意が必要で、多くの農民は少しでも農地を増やしたいと考えているため、合意形成には長い期間を要しており、なかなか植林事業がすすまないのが実情である。加えてアンデス高地の 3,800m 以上のところでは冷温のため植林が難しくなる。また、組織改革のため資料が散逸し、これまでの植林事業実績についての記録はほとんど収集できなかった。

前出の全国植林計画 (INRENA、2005) に 1994 年から 2003 年までの旧県 (Departamento) ごとの植林実績が記載されている。ここから、調査対象地に該当する旧県の植林実績を抜粋した (表-3.1.7-5 参照)。1994 年は植林面積が多いものの、その後急激に植林面積は落ち込んでいる。

表-3.1.7-5 1994年から2003年までの植林実績

(単位：ha)

県	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	計
ヒラ	7,449	971	2,407	3,144	19,070	2,358	270	1,134	789	48	37,640

出典：全国植林計画、INRENA、2005

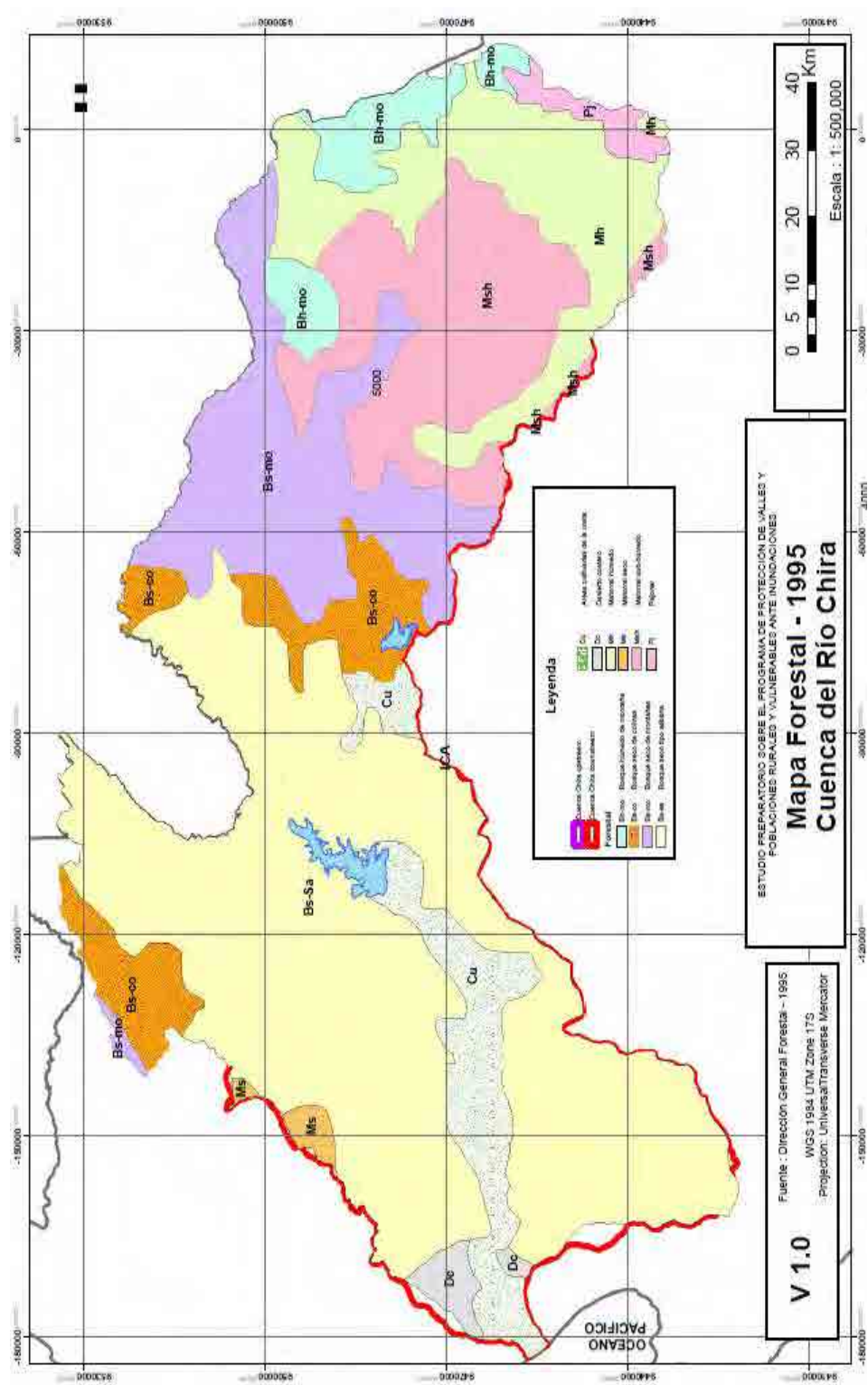


図-3.1.7-1 チラ流域植生分布

3.1.8 土壌侵食の現況

(1) 収集資料および基礎資料の作成

1) 収集資料

調査対象地域の土砂生産の現況を調査する目的で表-3.1.8-1 に示す資料を収集した。

表-3.1.8-1 収集資料の一覧

収集資料	形式	作成機関
地形図 (S=1/50,000)	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
地形図 (S=1/100,000)	Shp,dxf	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
地質図 (S=1/250,000)	SHP	Geologic data systems
地質図 (S=1/100,000)	Shock Wave	INGEMMET
30m メッシュデータ	Text	NASA
河川データ	SHP	ANA
流域データ	SHP	ANA
侵食区分図	SHP	ANA
土壌区分図	SHP	INRENA
植生区分図	SHP2000 年 PDF1995 年	DGFFS
雨量データ	Text	Senami

2) 基礎資料の作成

収集した資料を用いて以下のデータを作成した。これらのデータは Annex-6 に添付する。

- ・ 水系区分図 (3 次谷で流域区分)
- ・ 傾斜区分図
- ・ 地質図
- ・ 侵食区分図と河床勾配
- ・ 侵食区分図と谷次数
- ・ 土壌区分図
- ・ 等雨量線図

(2) 土壌侵食要因の分析

1) 地形特性

i) 標高別面積

チラ川流域の標高別の面積を表-3.1.8-2 および図-3.1.8-1 に示す。Chira 流域では 0-1,000m の割合が多い。表-3.1.8-2 における Chira-upstream は poechoce ダムより上流域を示し、Chira-downstream は同ダム下流域を示す。

表-3.1.8-2 標高別の面積

Altitude (m)	Area (k m ²)	
	チラ川上流	チラ川下流
0 - 1000	3262.43	3861.54
1000 - 2000	1629.48	207.62
2000 - 3000	1153.61	43.24
3000 - 4000	313.74	156.11
4000 - 5000	0.22	0.00
5000 - Mas	0.00	0.00
TOTAL	6359.48	4268.51
Max Altitude	4110.00	

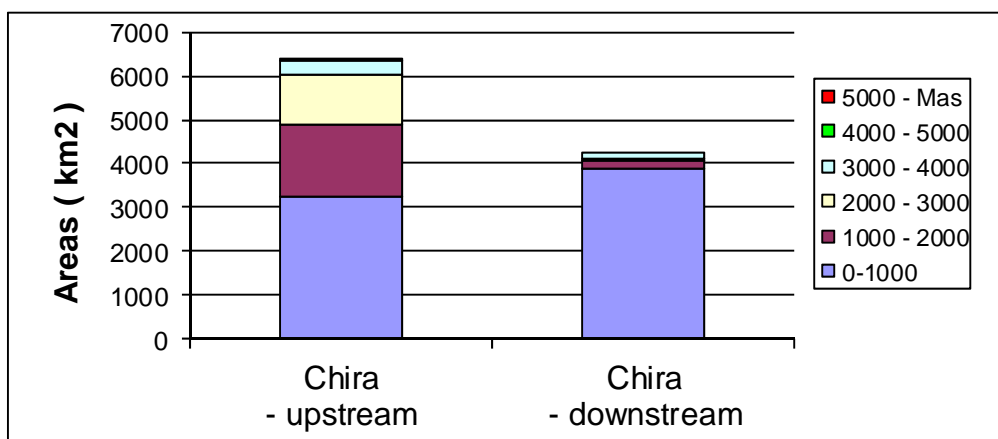


図-3.1.8-1 標高別の面積

ii) 傾斜区分

各流域の傾斜区分を表-3.1.8-3 および図-3.1.8-2 に示す。

表-3.1.8-3 傾斜区分と面積

Slope Basin (%)	Chira - upstream		Chira - downstream	
	Area(km ²)	percentage	Area(km ²)	percentage
0 - 2	131.62	2%	651.28	15%
2 - 15	2167.69	34%	2859.35	67%
15 - 35	1852.79	29%	465.86	11%
Over 35	2237.64	35%	261.76	6%
TOTAL	6389.74	100%	4238.25	100%

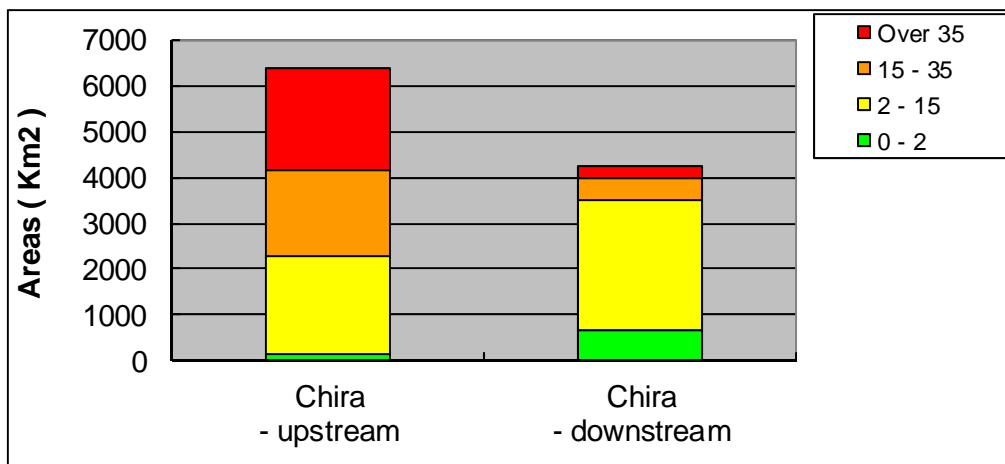


図-3.1.8-2 傾斜区分と面積

iii) 河床勾配

チラ川における河床勾配とこれに属する支川を含めた溪流の流路延長は表-3.1.8-4 および図-3.1.8-3 に示すとおりである。土砂の移動と河床勾配の関係は一般に図-3.1.8-4 に示すとおりである。土石流発生区間の勾配は 1/3 (33.3%) 以上といわれており、堆積区間は 1/30 (3.33%) ~ 1/6 (16.7%) といわれている。

表-3.1.8-4 河床勾配と溪流の総流路長

河川勾配(%)	Chira - upstream	Chira - downstream
0.00 - 1.00	6.00	233.34
1.00 - 3.33	345.77	471.67
3.33 - 16.67	2534.14	1751.16
16.67 - 25.00	435.46	97.84
25.00 - 33.33	201.72	37.51
33.33 - Mas	318.46	42.72
TOTAL	3841.55	2634.24

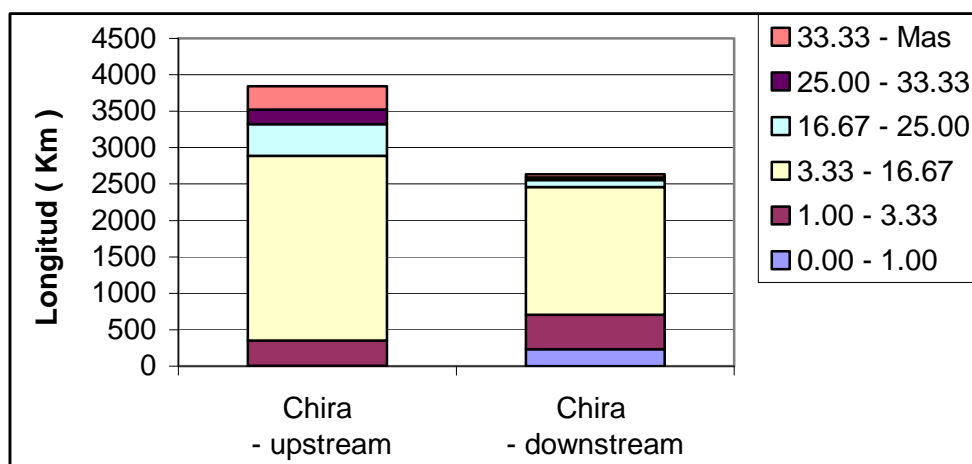


図-3.1.8-3 河床勾配と溪流の総流路長

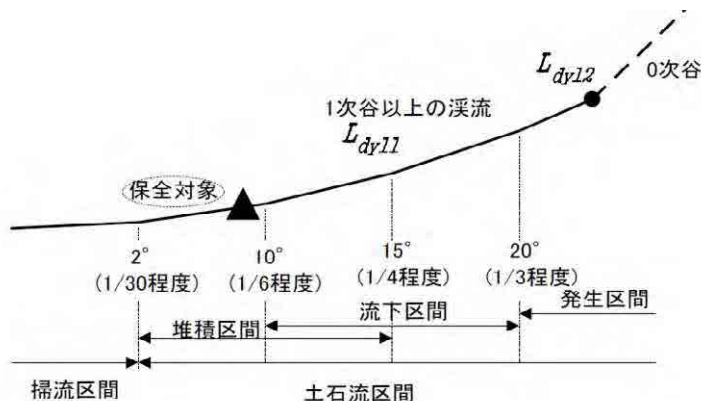


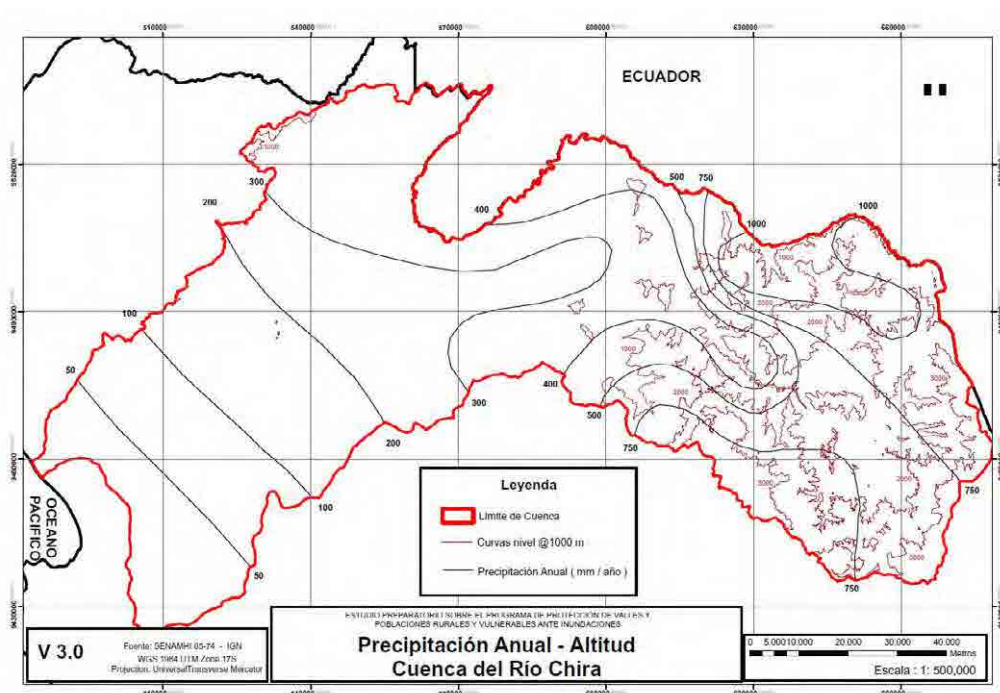
図-3.1.8-4 河床勾配と土砂移動の形態

2) 降雨特性

ペルーの太平洋側に面した幅 30~50km、長さ約 3000km の海岸砂漠地域 (コスタ) は、チャラと呼ばれる気候区分に入り、年間の平均気温は 20℃前後。年間を通じてほとんど雨が降らない。

標高 2500~3500m はケチュアという気候区分に入る。この付近では年間 200~300mm の雨が観測されている。ケチュアを越えると標高 3500~4500m のスニと呼ばれる不毛の地域になり、この付近では年間 700mm 程度の雨が観測される。

チラ川流域の年間雨量等曲線図を図-3.1.8-5 に示す。



出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-5 チラ川流域等雨量線図

氾濫解析対象エリアでの年間降水量は 0~200mm である。東側の標高 2,000m のエリアでの年間降水量は 750~1,000mm である。

3) 侵食特性

流域全体での侵食特性は以下に示す通りである。

流域は大きくコスタ、シエラ～スニ、プナの3つに区分される。それぞれの気候および降水量は図-3.1.8-6 に示す通りである。侵食が最も多い箇所は、地形が急峻でなおかつ裸地となっているシエラ～スニである。

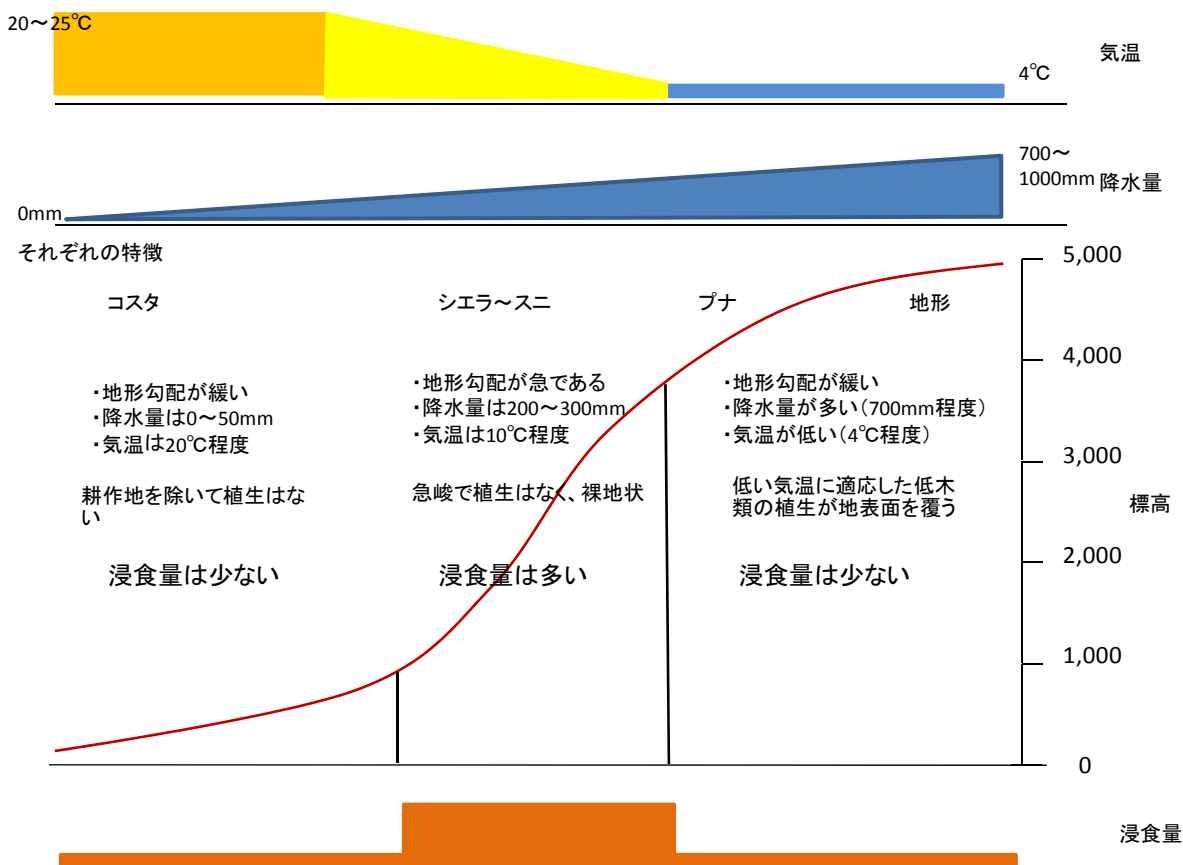


図-3.1.8-6 土壌侵食量と各種要因の関係

(3) 侵食量の大きい箇所の特定

Ana によって作成された侵食区分図は、地質図、斜面勾配、雨量を考慮して作成されている。侵食深は、斜面勾配の影響を最も受けるといわれており、この侵食区分図は、傾斜区分図と調和的である。侵食区分図で侵食が多いと判断されている箇所が流域内での侵食が活発な場所であると判断できる。流域毎に見てみると以下の傾向にある。

Chira 川の標高毎の傾斜区分割合を表-3.1.8-5～-6 および図-3.1.8-7～-8 に示す。ポエチヨスダムより上流では、標高1,000～3,000mに35%以上の斜面が多く分布する。この箇所はchira川最上流付近に相当する。ポエチヨスダムより下流では、2-15%の緩い斜面が分布し、侵食はほとんどないものと想定される。

表-3.1.8-5 チラ川ダム上流の標高毎の傾斜区分

Altitude	Slope				total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Over 35	
0 - 1000	647.61	2777.68	300.77	100.13	3826.19
Ratio	17%	73%	8%	3%	100%
1000 - 2000	0.21	12.58	87.38	108.92	209.09
Ratio	0%	6%	42%	52%	100%
2000 - 3000	0.13	6.7	10.34	31.86	49.03
Ratio	0%	14%	21%	65%	100%
3000 - 4000	3.33	62.39	67.37	20.85	153.94
Ratio	2%	41%	44%	14%	100%
4000 - 5000	0	0	0	0	0
Ratio					
5000 - Mas	0	0	0	0	0
Ratio					
Total	651.28	2859.35	465.86	261.76	4238.25
Ratio	15%	67%	11%	6%	100%

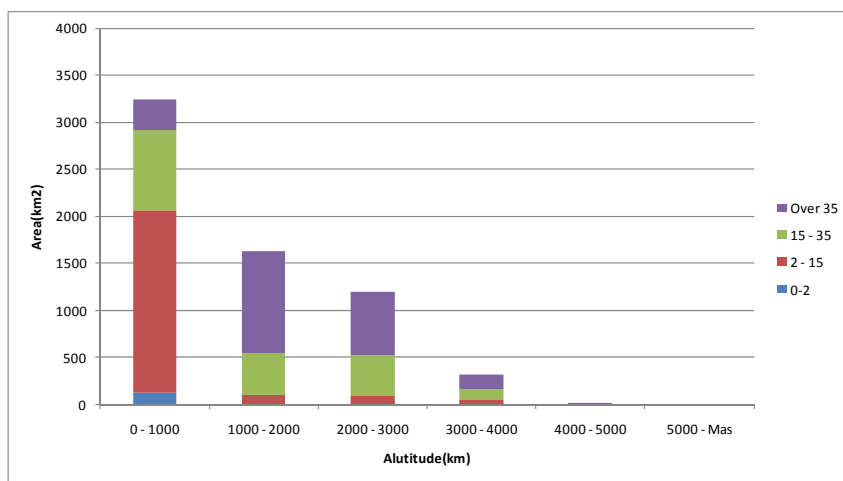


図-3.1.8-7 チラ川ポエチヨスダム上流の標高毎の傾斜区分

表-3.1.8-6 チラ川ダム下流の標高毎の傾斜区分

Altitude	Slope				total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Over 35	
0 - 1000	647.61	2777.68	300.77	100.13	3826.19
Ratio	17%	73%	8%	3%	100%
1000 - 2000	0.21	12.58	87.38	108.92	209.09
Ratio	0%	6%	42%	52%	100%
2000 - 3000	0.13	6.7	10.34	31.86	49.03
Ratio	0%	14%	21%	65%	100%
3000 - 4000	3.33	62.39	67.37	20.85	153.94
Ratio	2%	41%	44%	14%	100%
4000 - 5000	0	0	0	0	0
Ratio					
5000 - Mas	0	0	0	0	0
Ratio					
Total	651.28	2859.35	465.86	261.76	4238.25
Ratio	15%	67%	11%	6%	100%

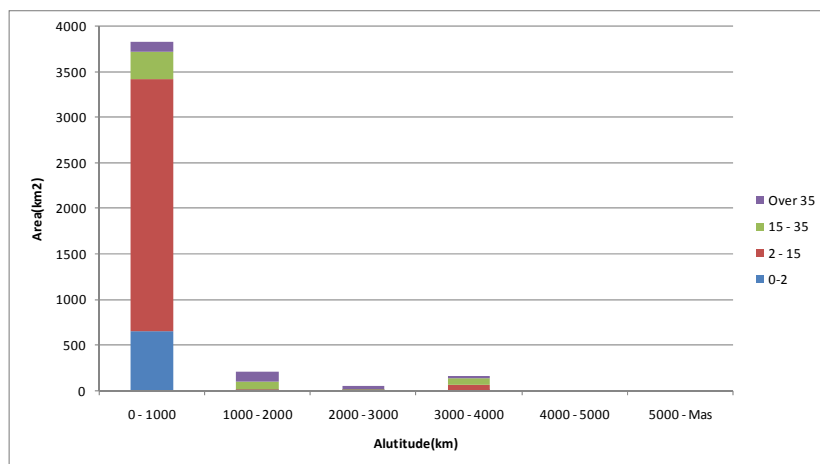


図-3.1.8-8 チラ川ポエチヨスダム下流の標高毎の傾斜区分

(4) 土砂生産状況

1) 現地調査結果

Chira 川では上流に poechoce ダムがあり、このダムに土砂が堆砂するため、下流側への土砂供給はない。調査結果は以下の通りである。

- ・ 山肌には、崩壊、風食などにより生産された碎屑物が崖錐を形成している。
- ・ 基岩地質毎に若干生産形態は異なる。安山岩質～玄武岩質は巨礫の崩落、破碎がメインであり、堆積岩質は風化による風化侵食、細粒砂の匍行がメインである（図-3.1.8-9 および図-3.1.8-10 参照）。
- ・ 平時に匍行性の土砂移動があるためか、図-3.1.8-11 に示すように植生は根付いていない。安山岩質の岩盤摂理面など、あまり土砂移動のない場所においては、藻類やサボテン類が侵入しているのが認められた。
- ・ ほとんどの河道で低位の段丘面が残っているため、そのような場所では斜面から直接河道への土砂流入は見られず、段丘上に崖錐を形成している。そのため、ほとんどの河川への供給土砂は段丘堆積物からの侵食土砂および河床変動による堆積土砂と推察される（図-3.1.8-12 参照）。
- ・ 上流側では、段丘面が少なくなり、斜面からの直接土砂流入が確認できるが、極僅かであると判断できる。



図-3.1.8-9 安山岩質～玄武岩質の崩壊地



図-3.1.8-10 堆積岩類の土砂生産状況



図-3.1.8-11 サボテンの侵入状況



図-3.1.8-12 河道付近における土砂移動

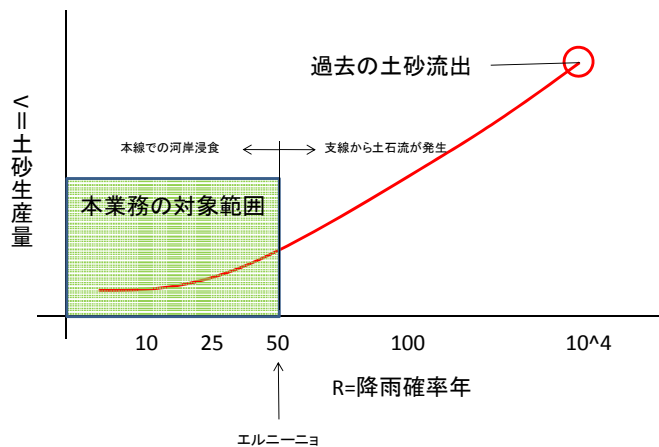
2) 土砂移動状況(河道内)

溪谷内は、段丘が発達している。この段丘面の脚部は各所で流路に接しており、それらの地点からは通常流量(雨期の中小規模出水を含む)で土砂が再流出、移動しているものと考えられる。

3) 予測される土砂生産流出形態

要因(降雨・流量)の規模に応じた土砂生産流出が予見される。

定量的な経過測量、比較検討を行っていないため、平常時、エルニーニョ程度の降雨および大規模出水時での定性的な所見を以下に示す。本業務の対象範囲は、下図に示す通り 50 年確率降雨であり、支線からの土石流が発生する降雨に相当する。



i) 平常時

- ・ 斜面からの土砂生産はほとんど見られない
- ・ 段丘面から崩落，脚部に堆積した崖錐に流水があたることによって土砂が生産、下流側へ流出する。
- ・ 河道内に残置されている中州の堆積土砂が小規模増水時に流路変更に伴い再移動、下流側へ押し出すのパターンで土砂流出が発生すると考えられる(図-3.1.8-13 参照)。

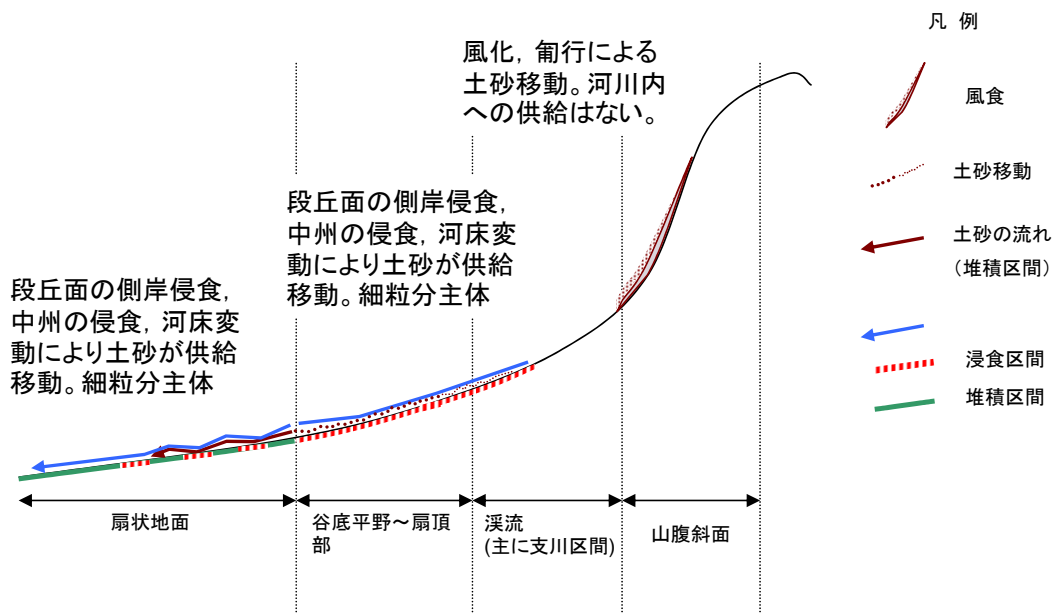


図-3.1.8-13 平常時の土砂生産流出の状態

ii) エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨

現地ヒアリングによればエルニーニョ年度には各支線から土石流が発生しているとのことであった。ただし、河道の土砂調節量が多く、下流への影響はあまりないものと推定される。

- ・ 斜面から水量に見合った量の土砂が流出する。

- ・ 支線から土石流が発生し本線へ流れ込む。
- ・ 河道の土砂調節量が多いため、下流への影響はあまりない。

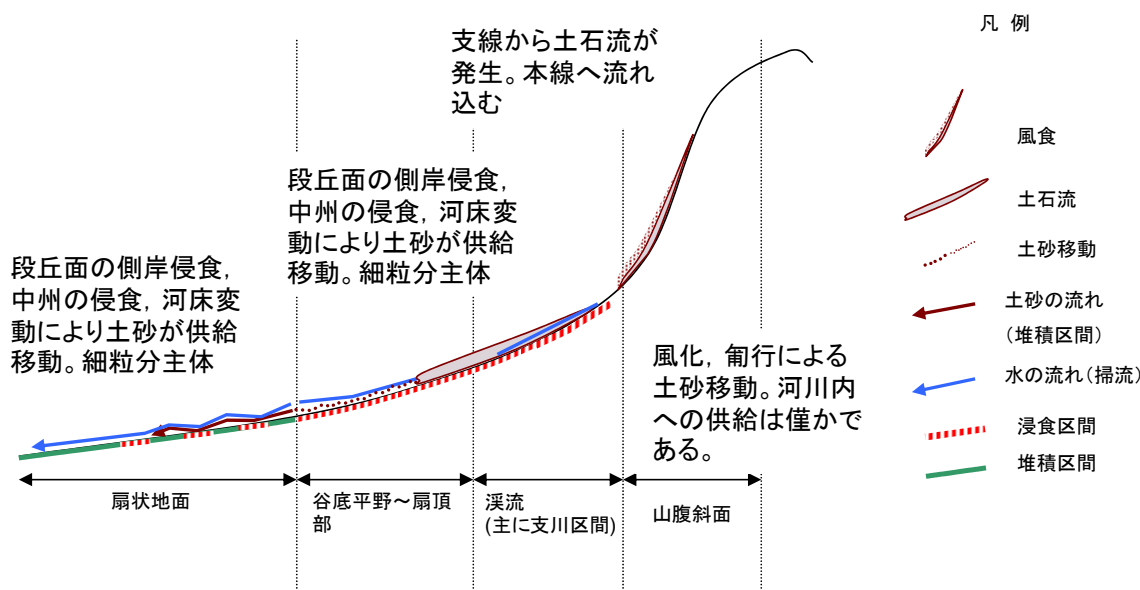


図-3.1.8-14 エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨時における土砂生産流出の状態

iii) 大規模出水時 (現在の段丘面を形成するような出水) 10,000 年に 1 回程度

コスタ地方については、100 年超過確率日降雨量は 50mm 程度である。そのため水による土砂移動がきわめて少ない状態である。しかしながら雨が少ない分、ひとたび豪雨が発生した場合、流水による土砂生産ポテンシャルは非常に高い状態にあるといえる。

およそ 10,000 年確率規模以上の低確率規模降雨が生じた場合、以下の土砂生産形態が発生すると考えられる(図-3.1.8-15 参照)。

- ・ 斜面より水量に見合った量の土砂が流出する。
- ・ 崖錐や斜面脚部の過堆積土砂が水量見合い流出し、溪流や河道の閉塞を伴う土砂移動が発生
- ・ 河道閉塞後に発生する天然ダム決壊、中州の崩壊による土石流、土砂流の発生
- ・ 多量の土砂供給に伴う下流側での河道内堆積の増加と段丘の形成。
- ・ 扇面頂部～加積不足断面における河道変更を伴う氾濫

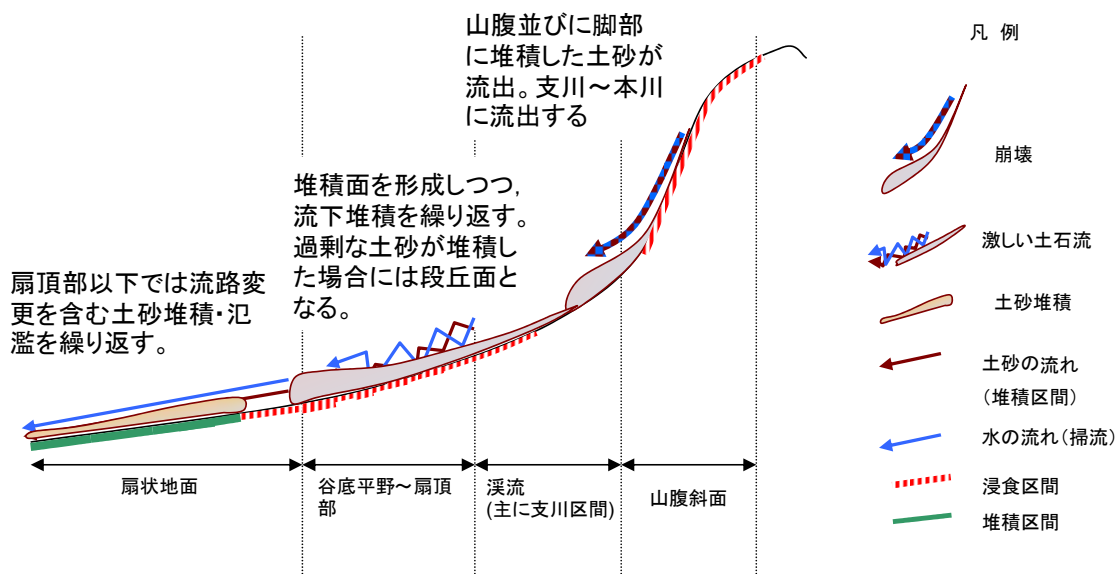


図-3.1.8-15 大規模出水時の土砂生産流出の状態 (地質学的スケール)

3.1.9 流出解析

(1) 降雨データ

1) 降雨観測状況

流出解析に用いる降雨量の観測状況を把握するとともに、流出解析に必要な降雨データの収集および整理を行った。

降雨量データは、SENAMHI、ELECT.PERU より収集した。

チラ川流域の降雨観測地点および観測データの収集期間を整理して表-3.1.9-1～2、図-3.1.9-1 に示す。

チラ川流域ではこれまでに、14箇所の観測所で雨量観測が行われており (現在未観測地点含む)、最長で1964年から2010年までの47年間観測が行われている。

表-3.1.9-1 雨量観測地点一覧 (チラ川流域)

コード	観測地点	県	経度	緯度
152202	ARDILLA (SOLANA BAJA)	PIURA	80° 26'1	04° 31'1
150003	EL CIRUELO	PIURA	80° 09'1	04° 18'1
152108	FRIAS	PIURA	79° 51'1	04° 56'1
230	LA ESPERANZA	PIURA	81° 04'4	04° 55'55
152125	LAGUNA SECA	PIURA	79° 29'1	04° 53'1
152104	LAS LOMAS 1	PIURA	80° 15'1	04° 38'1
140	LAS LOMAS 2	PIURA	80° 15'1	04° 38'1
208	MALLARES	PIURA	80° 44'44	04° 51'51
152144	MONTERO	PIURA	79° 50'1	04° 38'1
152101	PANANGA	PIURA	80° 53'53	04° 33'33
152135	SAN JUAN DE LOS ALISOS	PIURA	79° 32'1	04° 58'1
203	SALALA	PIURA	79° 27'27	05° 06'6
152110	SANTO DOMINGO	PIURA	79° 53'1	05° 02'1

表-3.1.9-2 雨量観測データ収集期間 (チラ川流域)

PERIODO Y LONGITUD DE LA INFORMACION DISPONIBLE DE LAS ESTACIONES PLUVIALES

RIO CHIRA	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010														
ALAMOR																																																																
ARDILLA																																																																
EL CIRUELO																																																																
FRIAS																																																																
LA ESPERANZA																																																																
LAGUNA SECA																																																																
LAS LOMAS 1																																																																
LAS LOMAS 2																																																																
MALLARES																																																																
MONTERO																																																																
PANANGA																																																																
SAN JUAN DE LOS ALISOS																																																																
SALALA																																																																
SANTO DOMINGO																																																																



図-3.1.9-1 観測地点位置図 (チラ川流域)

2) 等雨量線図

観測された 1965 年から 1974 年の降雨データを基に SENAMHI により作成された年降雨量 (10 年平均値) の等雨量線図を各流域毎に示す。

チラ川流域の等雨量線図を図-3.1.9-2 に示す。

チラ川流域では、地域によって年降雨量に大きな開きがあり、最も少ない地域で 50mm 程度以下、最大で 1000mm 程度の降雨量を記録している。下流域ほど降雨量が少なく、標高が高くなる上流域ほど降雨量が多くなる。

洪水対策を行う下流域での年降雨量は 50~200mm 程度とそれほど多くは無いが、今回検討を行っている 5 流域の中では、下流域の降雨量はもっとも多い流域である。

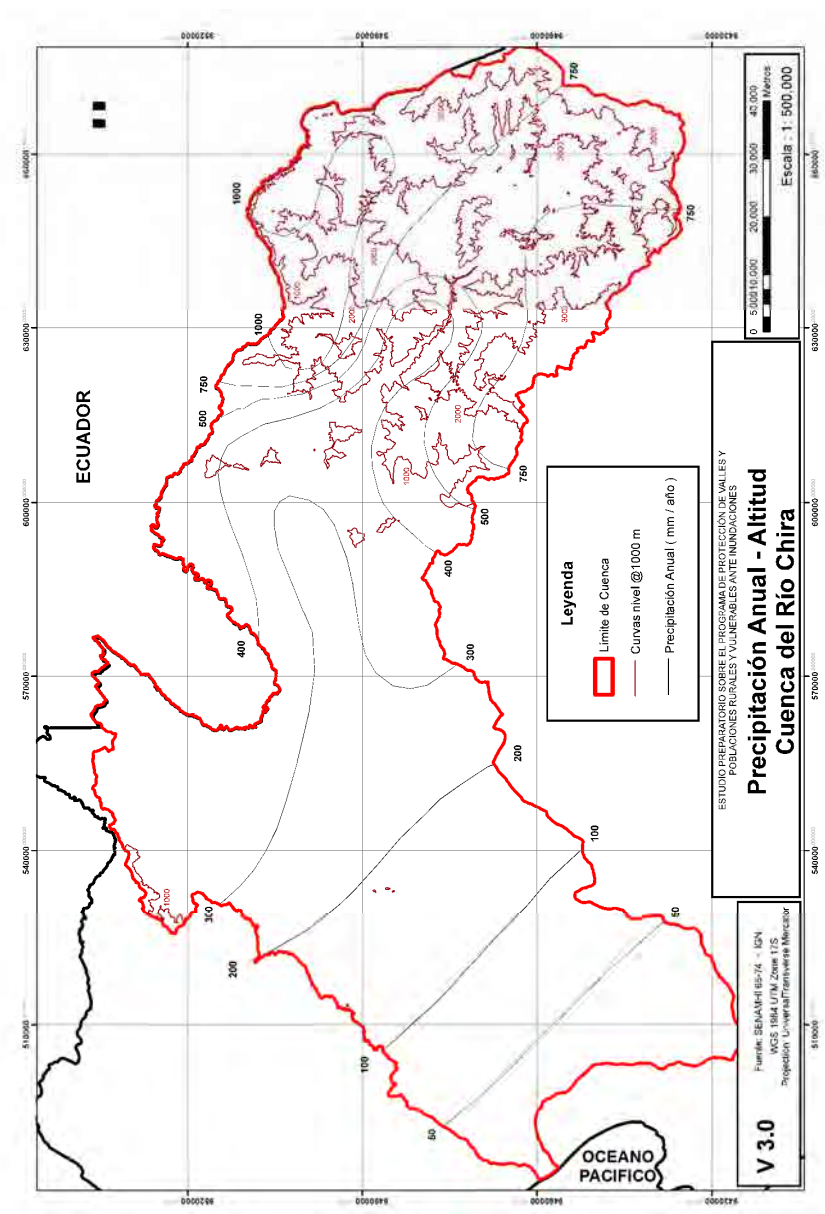


図-3.1.9-2 等雨量線図 (チラ川流域)

(2) 降雨量解析

1) 解析手法

各観測所から収集した降雨データを用いて水文統計計算を行い、各観測所の確率 24 時間降雨量の算出を行った。

水文統計計算は、複数の確率分布モデルを用いて行い、適応性が最も高いモデルを採用し、そのモデルでの計算結果を確率 24 時間降雨量とした。

なお、水文統計に用いたモデルは下記のとおりである。

- Distribution Normal or Gaussiana
- 対数正規分布 3 母数(Log - Normal 3 parameters)
- 対数正規分布 2 母数(Log - Normal 2 parameters)

- ・ガンマー分布(Gamma 2 or 3 parameters)
- ・対数ピアソンⅢ型分布(the log - Pearson III)
- ・ガンベル分布(Gumbel)
- ・一般化極値分布(Generalized Extreme Values)

2) 確率雨量解析結果

各観測所および各流域の基準地点における確率雨量を整理して下記に示す。

チラ川流域の観測所の場合、100mm 以上で最大 339mm となっている。

各観測地点の確率 24 時間雨量を表-3.1.9-3 示すととも確率 50 年雨量の等雨量線図を図-3.1.9-3 に示す。

表-3.1.9-3 確率 24 時間雨量 (チラ川流域)

No.	観測地点	標高 (msnm)	記録数	確率 (年)					記録	分布特性
				25	50	100	500			
1	Morropon	172	10	134.61	156.52	178.27	228.53	90.40	Gumbel	
2	Malacasi	128	9	287.06	339.22	390.99	510.63	251.20	Gumbel	
3	Virrey	230	27	231.55	290.51	347.08	464.48	230.70	Log Pearson III	
4	Chignia	360	19	146.24	170.47	194.53	250.12	164.40	Gumbel	
5	Barrios	310	19	135.34	153.85	172.23	214.69	119.70	Gumbel	
6	Huarmaca	2,180	43	112.54	126.56	140.48	172.64	111.40	Gumbel	
7	Canchaque	1,200	19	164.56	189.45	214.16	271.27	137.30	Gumbel	

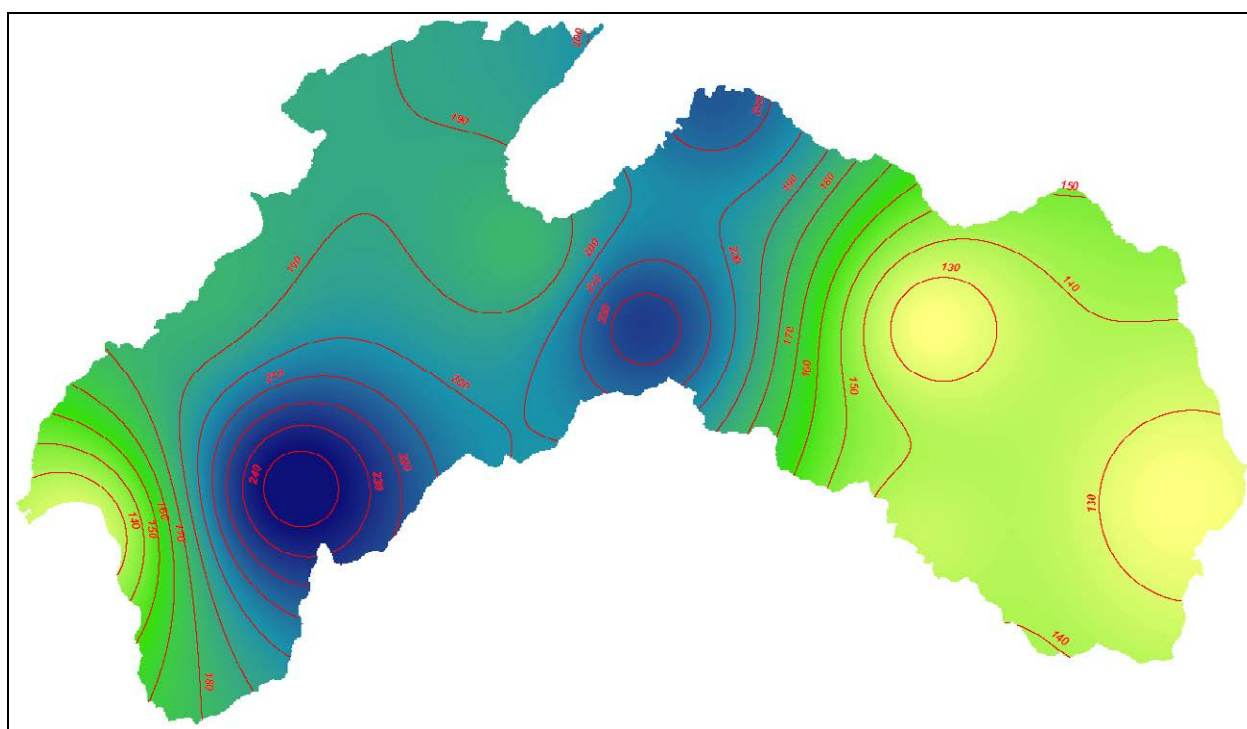


図-3.1.9-3 確率 50 年雨量等雨量線図 (チラ川流域)

(3) 流出量解析

1) 流量観測状況

流出量解析に用いる流量の観測状況を把握するとともに、流出量解析に必要な流量観測データの収集および整理を行った。

流量データは、DGIH、水利組合、水管理局 (ANA)、チラーピウラスペシャルプロジェクトより収集した。

2) 流出量解析

収集した流量データより基準地点の年最大流量を用いて、水文統計計算を行い確率流量を算出した。生起確率 2 年～100 年の確率流量を整理して、表-3.1.9-4 に示す。

表-3.1.9-4 基準地点確率流量

河川名	(m ³ /s)					
	確率 2 年	確率 5 年	確率 10 年	確率 25 年	確率 50 年	確率 100 年
チラ川 Puente Sullana	888	1,726	2,281	2,983	3,503	4,019

3) 確率洪水量解析

①解析手法

確率洪水量の解析は、HEC-HMS を用いて行った。HEC-HMS により、生起確率ごとのハイドログラフを作成するとともにピーク流量の算出を行った。

解析に用いる降雨量は、降雨解析により算出した各流域の生起確率毎のハイレイトを用いた。なお、ハイドログラフは流出量解析で推定したピーク流量を参考に評価を行い決定した。

なお、チラ川については、上流にあるポエチョスダムの洪水調節効果を考慮して解析を行った。

②解析結果

チラ川流域における生起確率 2 年～100 年の確率洪水量を整理して表-3.1.9-5 に示す。

また、チラ川流域における確率洪水のハイドログラフは図-3.1.9-4 に示すとおりである。表-3.1.9-4 および表-3.1.9-5 の数値はほぼ同程度となっているので、以下の氾濫解析にはハイドログラフと一致する表-3.1.9-5 の値を用いることとする。

表-3.1.9-5 確率洪水流量 (ピーク流量 : 基準地点)

河川名	(m ³ /s)					
	確率 2 年	確率 5 年	確率 10 年	確率 25 年	確率 50 年	確率 100 年
チラ川 Puente Sullana	890	1,727	2,276	2,995	3,540	4,058

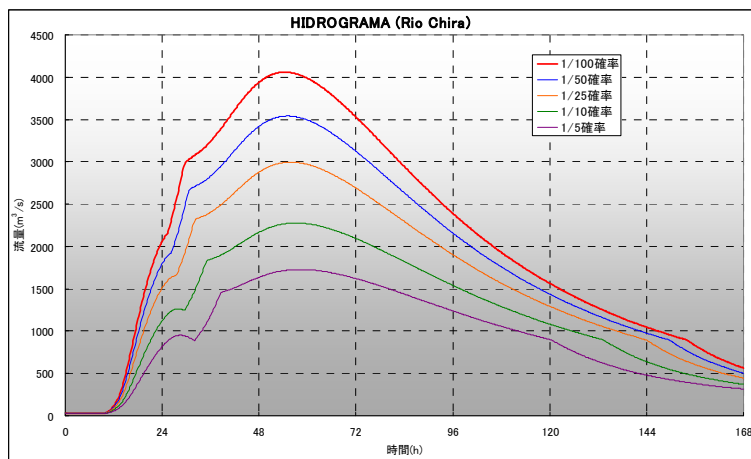


図-3.1.9-4 チラ川の洪水ハイドログラフ

3.1.10 氾濫解析

(1)河川測量

氾濫解析を行うに当たり、河川の横断測量および堤防高の縦断測量を実施した。チラ川について行った河川測量は表-3.1.10-1 に示すとおりである。

氾濫原においては氾濫解析に用いる地形データを得るために衛星画像のデータを利用して表-3.1.10-1 に示す実測結果を補完した。

表-3.1.10-1 河川測量の概要

項目	単位	数量	備考
1. 基準点測量			
チラ川	No.	10	
2. 堤防縦断測量			測点間隔250m、片岸のみ
チラ川	km	100	
3. 河川横断測量			測線間隔500m
チラ川	km	120.0	200測線x0.60km(平均測線長)
4. 標石			
タイプ A	No.	10	各基準点
タイプ B	No.	100	273kmx1ヶ所/km

(2)氾濫解析の方法

洪水氾濫解析は、DGIHがプログラムレベルのペルフィル作成の際にHEC-RAS法を用いて実施していることから、これをレビューし、必要に応じて修正し、活用することを基本とする。

1) 検討方針

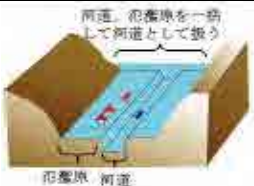
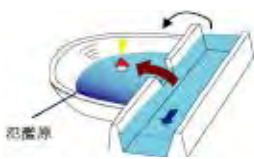
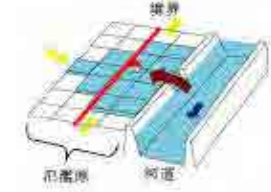
氾濫解析に使用される手法は、一般的には、以下の3種類がある。

- ① 1次元不等流モデル
- ② 池モデル
- ③ 平面2次元不定流モデル

氾濫解析手法により作業に要する時間、コストが大幅に異なるため、浸水想定区域図に必要な精度を確保できる範囲で、より効率的な解析手法を選択する。

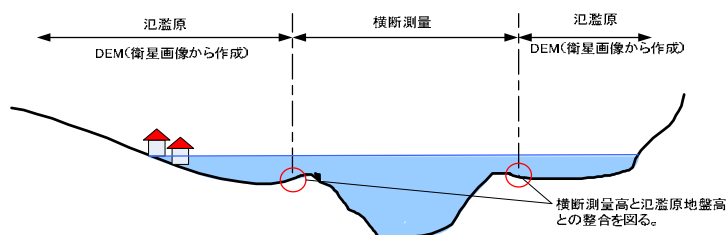
表-3.1.10-2 にそれぞれの氾濫解析手法の特徴を示す。DGIH が実施した既往の氾濫シミュレーション結果、河床勾配 1/100~1/300 であることから、対象河川の氾濫形態は流下型と想定されたため、氾濫解析は1次元不等流モデルを採用する予定であったが、対象区間の下流側では氾濫水が流域内に拡散することが想定されたため、平面二次元不定流モデルを用いて、精度を向上させることにした。

表-3.1.10-2 氾濫解析手法

氾濫解析手法名	1次元不等流モデル	池(ポンド)モデル	平面2次元不定流モデル
浸水区域の設定の概念	氾濫源も河道の一部として扱い、洪水のピーク流量に対する河道内水位を算出することで、浸水区域を設定する。	氾濫源と河道を分割し、氾濫源を閉鎖された一体の領域として取り扱う。この一体化した領域を“池(ポンド)”と呼び、その中の浸水位は全て同一である。河道から氾濫源へ流入した氾濫水量と、氾濫源の地形特性(水位-容量-面積)の関係から浸水区域を設定する。	氾濫源と河道を分割して取り扱い、河道から氾濫源への流入した氾濫水の挙動を2次元の流体運動をして解析することで、浸水区域を設定する。
イメージ			
手法の特徴	氾濫水が河川に沿って氾濫源を流下する氾濫形態、すなわち流下型氾濫に対して適用可能である。ただし手法の特性上、氾濫解析区域は、無堤防(無堤)として扱う。	氾濫水が山地、高地、盛土などで閉塞され拡散を妨げられる氾濫形態、すなわち非拡散型に対して適用可能である。閉鎖領域内の氾濫水は水面勾配や流速を持たず同一の水位となる。ただし氾濫源内に連続盛土などが存在する場合は、それらを反映して背後地の領域を区別し多池モデルとする必要場合もある。	基本的にどのような氾濫形態においても適用可能である。最大浸水区域や浸水深だけでなく氾濫水の流速、それらの時間変化も再現できる。また、計算精度も他の手法に対し一般的に高いとされており、そのため浸水想定区域図作成においても使用実績が多い。ただし、手法の特性上、氾濫解析精度は、解析モデルの格子サイズに限定される。

2) 氾濫解析方法

平面二次元不定流氾濫解析モデルのイメージは図-3.1.10-1 に示すとおりである。



◆はん濫解析モデルイメージ

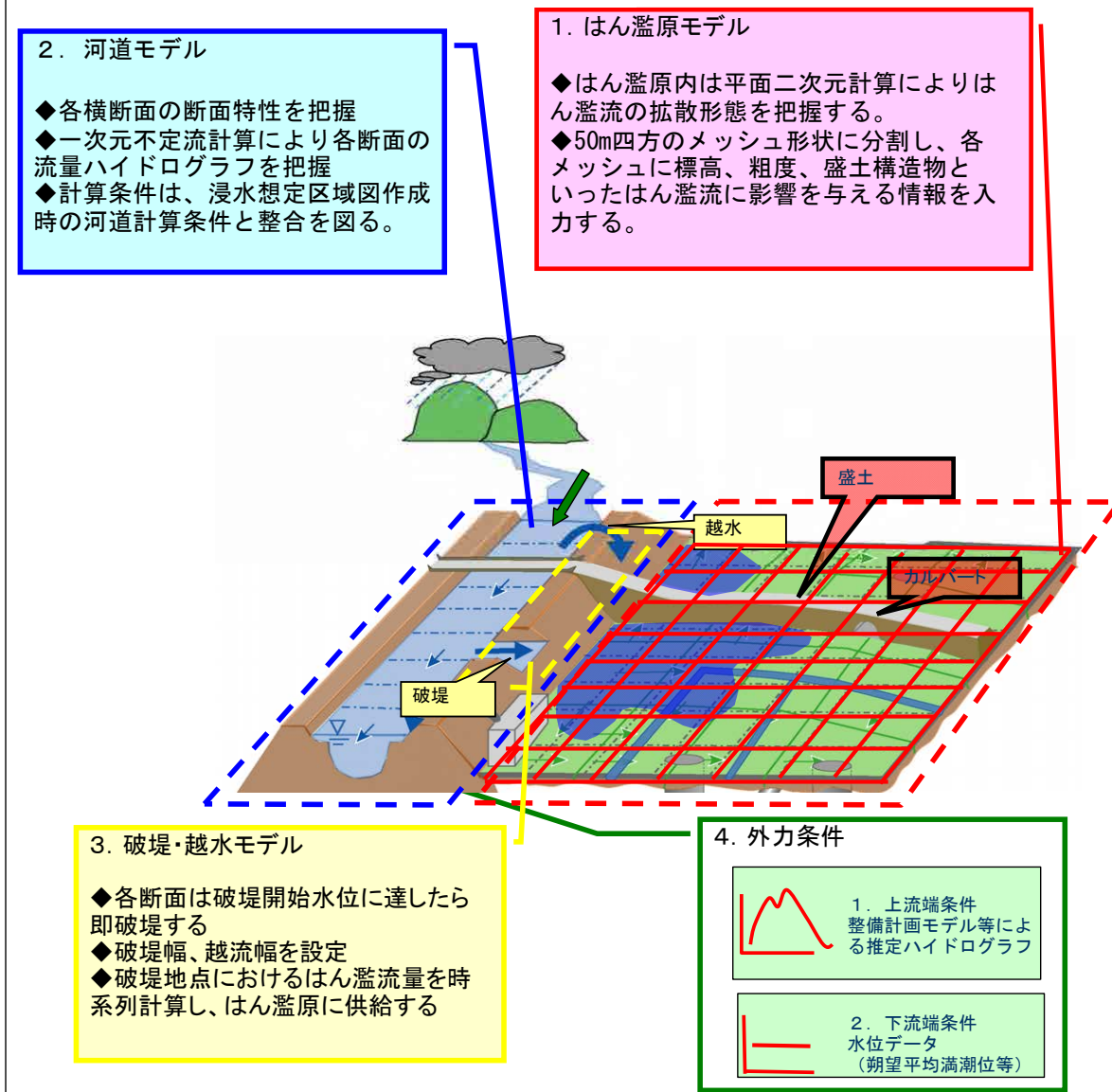


図-3.1.10-2 はん濫解析モデルの概念図

(3)現況流下能力

河川測量の結果に基づき HEC-RAS 法を用いて現河道の現況疎通能力を推定すると図-3.1.10-3 に示すとおりとなる。図には生起確率洪水量も示してあるので、チラ川の各地点においてどの確率洪水量で氾濫が発生するかが分かる。

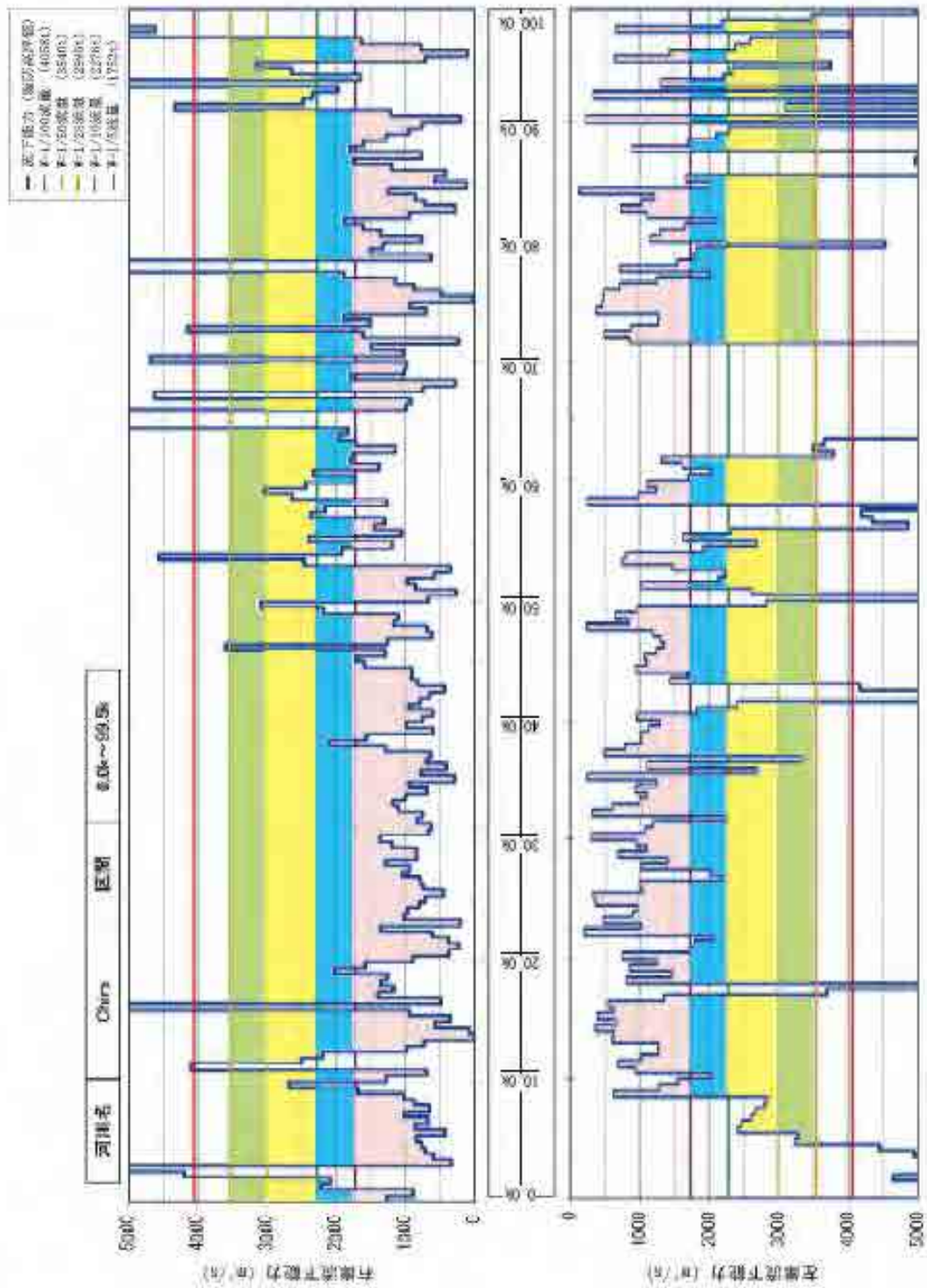


図-3.1.10-3 チラ川現況疎通能力

(4) 氾濫範囲

一例として生起確率50年洪水量に対してチラ川における氾濫範囲を計算すると図-3.1.10-4に示すとおりとなる。

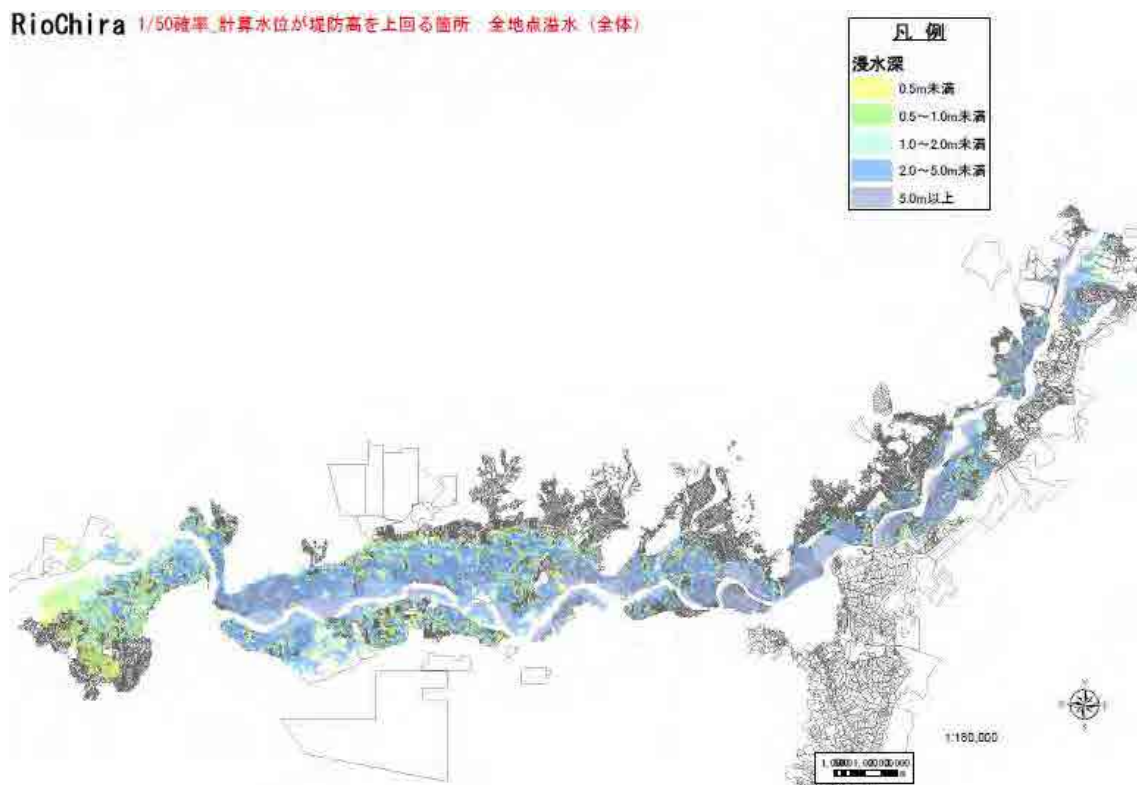


図-3.1.10-4 チラ川氾濫範囲 (確率50年洪水)

3.1.11 洪水予警報

(1) ピウラ川流域

チラ川の南側に位置するピウラ川流域にはピウラ川下流域における洪水防御システムの再建および修復プロジェクト(Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura)のフィージビリティ調査において洪水予警報システムが開発されている。このシステムはドイツのGTZおよび、CTAR-Piura(Consejo Transitorio de Administración Regional de Piura)によって2001年に設立された。

このプロジェクトの目的は次のとおりである。

- ・洪水予警報に従事する機関を計画し、組織する。
- ・ピウラ川沿いの重要ポイントにテレメーターネットワークを構築する。
- ・NAXOS 水文解析モデルを構築する。
- ・ピウラ川流域沿いのエルニーニョ現象における降雨特性を研究する。
- ・地方における健康および農業分野に係わる偶発性と脆弱性の減少計画に関して技術的支援を行う。

洪水予警報活動(STAT: Sistema de Alerta Temprana)はつぎのように行われる。SENAMI, PECH

および DIRESA により運営される 30 ヶ所の降雨、流量観測所のリアルタイムデータをチラーピウラプロジェクトのオペレーションセンターに送り、NAXOS 解析モデルにより処理した後、地域情報センター (CIR)、関連組織およびシビルデフェンスシステムに伝達され、洪水に対して脆弱な地域の被害を軽減するための決定をする。

SIAT は次の機関により締結された国際的協定に基づいて行われる。

- ・ピウラ州地方政府 (RGP)
- ・ドイツ開発機構 (GTZ)
- ・国立気象・水文機構 (SENAMI)
- ・ピウラ地方健康局 (DIRESA)
- ・ピウラ大学 (UDEP)
- ・ピウラ科学技術コンサルティング協議会 (CCCTEP)
- ・チラーピウラ特別プロジェクト (PECHP)

SIAT のネットワークは始めはテレメトリックシステムであったが、現在では衛星経由となっている。図-3.1.11-1 にピウラ川流域に設置されている予警報システムと運用のための連絡網を示す。

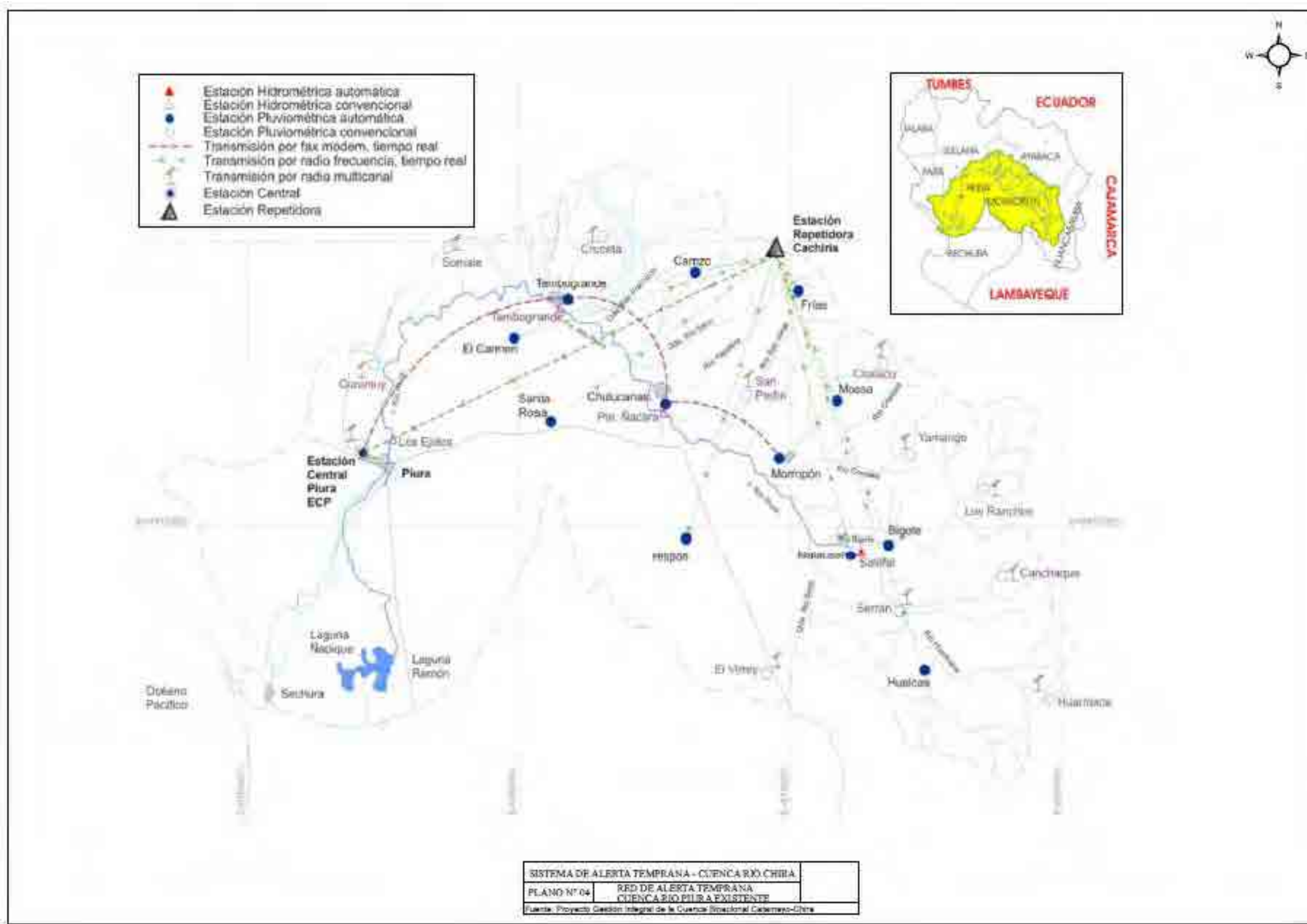


図-3.1.11-1 ピウラ川流域における予警報システム

(2)チラ川流域

チラ-ピウラ特別プロジェクトはチラ - ピウラシステムの特にポエチョスダムのおペレーションに関しておペレーション情報を得るシステムである。この貯水池は 1971 年以降に建設されており、システムは水文観測所8か所、降雨量観測所7か所で構成されている。すべての情報はマルチチャンネルによる伝達される。電話通信はこれらの観測所に設備されている。図-3.11.1-2 はそれぞれの情報の収集と伝達を表すものであり、本プロジェクトの第1段階の建設時のデーターによるものである。

これは、予報警報情報システム (SIAT) 前処理段階を示す。現在利用されているのは、毎日午前7時から午後7時まで、マルチチャンネルラジオシステムである。チラーピウラシステムのすべての情報を集積するのはピウラをベースとする観測所である。ここではポエチョス貯水池やプエンテスジャナの情報が再送される。伝達の系列は次の通りである。

- ・水文気象観測所送受信ラジオ
- ・ベース観測所の送受信ラジオ
- ・データーベースの CP 情報収集
- ・流域の流出降雨量のモデルはない。しかし流域上流と流域下流の流量を転換して等時性の情報として利用している。

表-3.1.11-1 チラ川流域における流量観測所

	観測所	UTM		河川	状態
		N	E		
1	パラヘ・グランデ	9488151	620548	キロス	既存
2	プエンテ・インテル	9515414	616512	マカラ	既存
3	アラモル	9529244	589330	アラモル	既存
4	エシルエロ	9524654	594327	チラ	既存
5	アルディジャ	9503620	567918	チラ	既存
6	ポエチョス	9482714	552473	チラ	既存
7	プエンテ・スジャナ	9459530	534271	チラ	既存

表-3.1.11-2 チラ川流域における気象観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	アヤバカ	アヤバカ	アヤバカ	キロス	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI
2	チラコ	スジャナ	スジャナ	チラ	9480963	554900	90	MAO	PECHP
3	エシルエロ	アヤバカ	スヨ	チラ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP
4	プエンテインタ	アヤバカ	スヨ	マカラ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP
5	パラヘ・グランデ	アヤバカ	パルマス	キロス	9488151	620548	555	PV	PECHP
6	サビジカ	アヤバカ	サビジカ	チビジコ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI
7	エルパルティトル	ピウラ	ラスロマス	チビジコ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI
8	アラモル	スジャナ	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI

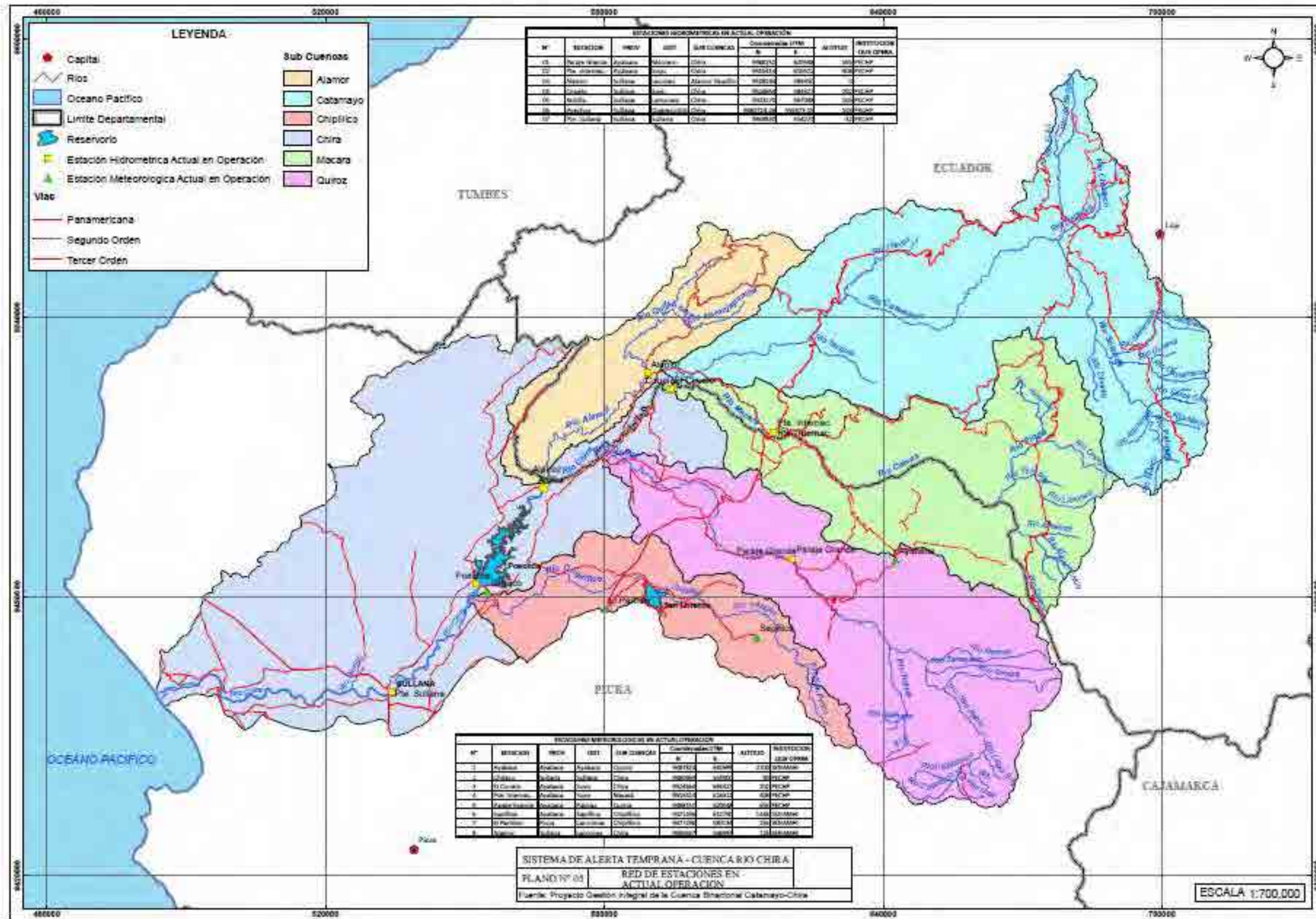


図-3.1.11-2 チラ川流域における観測所位置

3.2 問題の定義と原因

3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点

現地調査の結果に基づき調査対象地域のチラ川における洪水対策上の問題点とこれらに関連する保全対象は表-3.2.1-1 に示すとおりである。

表-3.2.1-1 洪水対策における問題点と保全対象

問題点		氾濫			堤防侵食	河岸侵食	取水堰機能不全	分流堰機能不全
		無堤	河床堆積	河幅狭小				
保全対象	農地	○	○	○	○	○	○	○
	灌漑水路					○	○	
	市街地	○		○				○
	道路					○		
	道路橋		○					
	ダム堤体					○		
	天然ガス田				○			

3.2.2 問題点の原因

調査対象地域における洪水対策上の主要な問題点、直接的原因および間接的原因は次に示すとおりである。

(1) 主要な問題点

溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性

(2) 直接的原因および間接的原因

主要な問題点の直接的原因および間接的原因は表-3.2.1-2 に示すとおりである。

表-3.2.1-2 主要な問題点の直接的原因および間接的原因

直接的原因	1. 過大な洪水流量	2. 氾濫	3. 洪水対策施設の維持管理不十分	4. 地域の水防活動が不十分
間接的原因	1.1 エルニーニョなどの異常気象の頻発	2.1 洪水対策施設が未整備	3.1 維持管理の知識能力が不足	4.1 水防活動の知識能力の不足
	1.2 上・中流域の異常降雨	2.2 施設整備の資金不足	3.2 維持管理の訓練不足	4.2 水防活動の訓練の不足
	1.3 上・中流域の植生が殆どない	2.3 流域の治水計画が不十分	3.3 堤防や河岸の維持補修が不十分	4.3 洪水予警報システムの欠如
	1.4 上・中流域からの土砂流出が大きい	2.4 堤防の整備不十分	3.4 取水堰や分流堰の維持補修が不十分	4.4 水文資料の観測・収集の不足
	1.5 河床勾配の変化による流下能力の減	2.5 河道幅の不足	3.5 河床の不法農地化	
		2.6 河床の土砂堆積	3.6 維持管理費用の不足	
		2.7 橋梁部における河幅狭小		
		2.8 橋梁部における河床の上昇		
		2.9 堤防や河岸の侵食		
		2.10 施設設計の能力不足		

3.2.3 問題点による結果

(1) 主要な問題点

溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性

(2) 直接のおよび間接的結果

主要な問題点による直接のおよび間接的結果は表-3.2.3-1 に示すとおりである。

表-3.2.3-1 問題点による直接のおよび間接的結果

直接的結果	1.農業関連の被害	2.住民の直接被害	3.社会インフラの被害	4.その他経済に対する被害
間接的結果	1.1 農作物・家畜の被害	2.1 家屋・私有財産の損害	3.1 道路の損壊	4.1 交通の途絶
	1.2 農地の流失	2.2 事業所・在庫資産の損害	3.2 橋梁の流失	4.2 水防活動・避難のコスト
	1.3 灌漑水路の損壊	2.3 事故、人命の損失	3.3 水道、電力、ガス、通信の被害	4.3 復旧・応急対策コスト
	1.4 取水堰・分流堰の損壊	2.4 営業損失		4.4 地域住民の雇用喪失
	1.5 堤防・河岸の侵食			4.5 地域住民の収入の減少
				4.6 生活の品質低下
				4.7 経済活動の低下

(3) 最終的な結果

主要な問題点による最終的な結果はこれによって影響を受ける地域の社会経済的発展の阻害である。

3.2.4 原因と結果の樹系図

上述の分析結果に基づき原因と結果の樹系図は図-3.2.4-1 に示すとおりとなる。

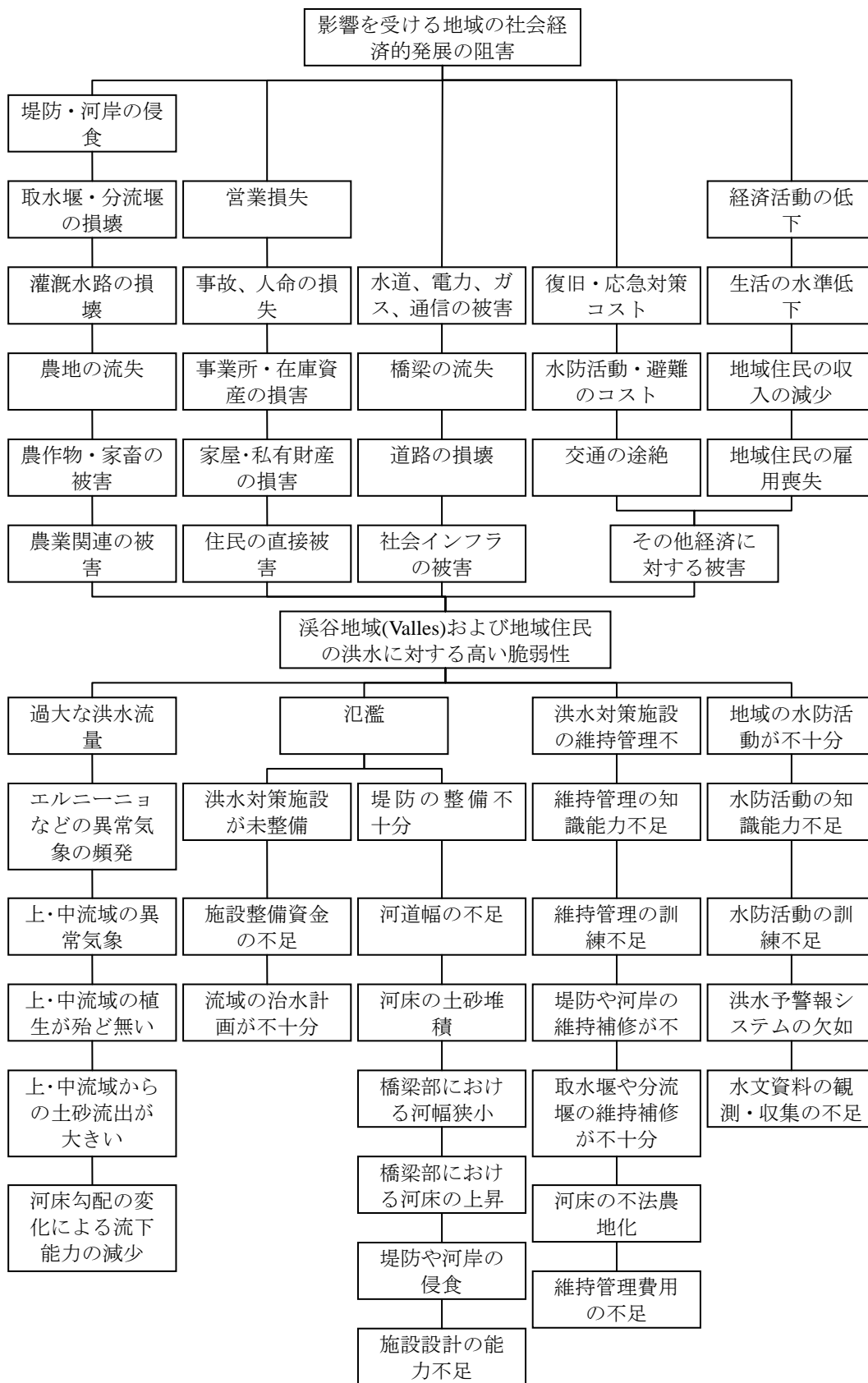


図-3.2.4-1 原因と結果の樹系図

3.3 プロジェクトの目的

プロジェクトの目標とする最終的な結果は溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

3.3.1 主要な問題点を解決する手段

(1) 主要な目的

溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。

(2) 直接的および間接的手段

主要な目的を達成するための直接的および間接的手段は表-3.3.1-1 に示すとおりである。

表-3.3.1-1 問題点を解決する直接的および間接的手段

直接的手段	1.過大な洪水流量の解析および軽減	2.氾濫の防止	3.洪水対策施設の維持管理の徹底	4.地域の水防活動奨励
間接的手段	1.1エルニーニョなどの異常気象の解析	2.1洪水対策施設の整備	3.1維持管理の知識能力の強化	4.1水防活動の知識能力の強化
	1.2上・中流域の異常降雨量の解析	2.2施設整備の資金の供給	3.2維持管理の訓練の強化	4.2水防活動の訓練実施
	1.3上・中流域の植生の実施	2.3流域の治水計画策定	3.3堤防や河岸の維持補修	4.3洪水予警報システムの整備
	1.4上・中流域からの土砂流出の軽減	2.4堤防の整備	3.4取水堰や分流堰の維持補修	4.4水文資料の観測・収集強化
	1.5河床勾配の変化による流下能力の減少への対策実施	2.5河道の拡幅	3.5河床の不法農地化の防止	
		2.6河床の堆積土砂の掘削	3.6維持管理費用の増加	
		2.7橋梁部における河幅の拡大		
		2.8橋梁部における河床堆積の掘削上		
		2.9堤防や河岸の侵食防止		
		2.10施設設計能力の強化		

3.3.2 主要な目的を達成することにより得られる効果

(1) 最終的な効果

主要な目的を達成することにより得られる最終的な結果は溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

(2) 直接的および間接的效果

最終的な結果を得るために主要な目的を達成することによって得られる直接的および間

接的効果は表-3.3.2-1 に示すとおりである。

表-3.3.2-1 直接のおよび間接的効果

直接的効果	1.農業関連被害の軽減	2.住民の直接被害軽減	3.社会インフラの被害軽減	4.その他経済に対する被害
間接的効果	1.1農作物・家畜の被害軽減	2.1家屋・私有財産の損害防止	3.1道路の損壊防止	4.1交通の途絶防止
	1.2農地の流失軽減	2.2事業所・在庫資産の損害防止	3.2橋梁の流失防止	4.2水防活動・避難のコストの減少
	1.3灌漑水路の損壊防止	2.3事故、人命の損失防止	3.3水道、電力、ガス、通信の被害軽減	4.3復旧・応急対策コストの減少
	1.4取水堰・分流堰の損壊防止	2.4営業損失の軽減		4.4地域住民の雇用増加
	1.5堤防・河岸の侵食軽減			4.5地域住民の収入の増加
				4.6生活の品質向上
				4.7経済活動の発展

3.3.3 手段—目的—効果の樹系図

手段—目的—効果の樹系図は図-3.3.3-1 に示すとおりである。

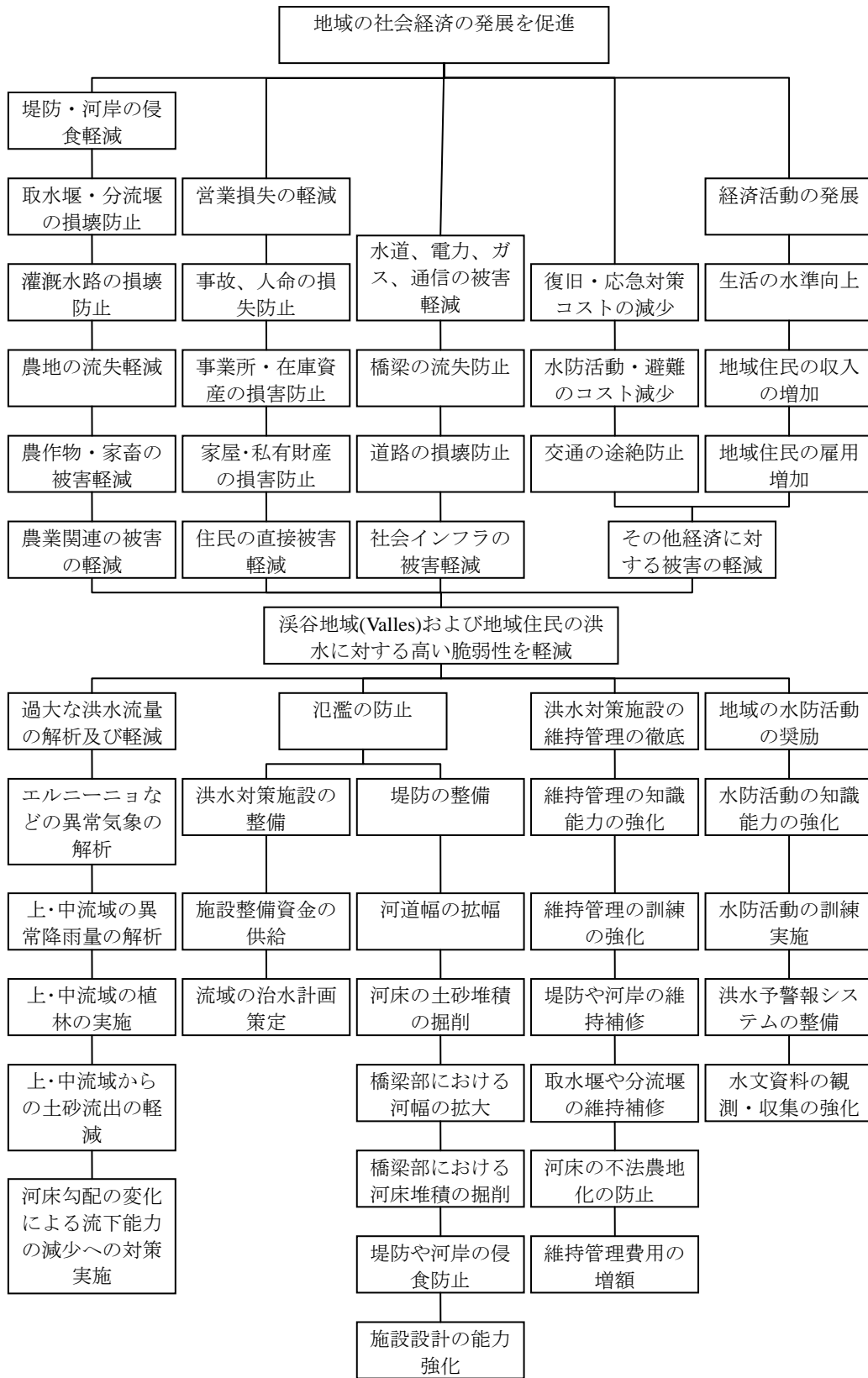


図-3.3.3-1 手段—目的—効果の樹系図

第4章 プロジェクトの形成と評価

4.1 プロジェクトの評価期間 (Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto)

プロジェクトの評価期間は本プロジェクトのプログラムペルフィルレポートに採用されたと同様に 15 年間とする。SNIP の規定 Annex-10 には評価期間は原則として 10 年とするが、プロジェクトの形成機関 (本プロジェクトの場合 DGIH) が必要と認めれば変更出来るとしている。DGIH はプログラムペルフィルレポートにおいて 15 年間を採用し、OPI および DGPM の承認を得ている (2010 年 3 月 19 日)。JICA の開発調査においては一般に 50 年を採用しているため、DGIH および OPI に問い合わせたところ、当初採用の 15 年とする事を指示された。なお評価期間を 50 年とした場合の社会経済評価は Annex-14 有償資金協力事業実施計画に記載する。

4.2 需要と供給分析

確率 50 年洪水流量を計画洪水流量として各流域において、500m ピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水流量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余裕高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。

また現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

3.1.9 流出解析で求めた確率 50 年流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高 (需要) および現堤防高または地盤高 (供給) ならびにこれらの差 (需給ギャップ) の平均値は表-4.2-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は表-4.2-2 に示す通りである。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。

表-4.2-1 流域の需要と供給

流域	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
チラ川	31.85	29.27	31.38	1.20	32.58	2.71	3.53

表-4.2-2 各地点における需要と供給

距離標 (km)	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
0.0	1.43	0.48	2.10	1.20	3.30	1.88	2.82
0.5	3.78	1.37	2.34	1.20	3.54	0.00	2.17
1.0	4.16	1.44	2.60	1.20	3.80	0.00	2.36
1.5	4.70	2.58	2.85	1.20	4.05	0.00	1.47
2.0	3.94	2.68	3.14	1.20	4.34	0.40	1.66
2.5	4.40	3.95	3.36	1.20	4.56	0.16	0.61
3.0	4.48	5.77	3.65	1.20	4.85	0.36	0.00
3.5	5.18	2.02	3.90	1.20	5.10	0.00	3.08
4.0	5.58	2.73	4.27	1.20	5.47	0.00	2.75
4.5	5.98	3.30	4.70	1.20	5.90	0.00	2.60
5.0	6.17	3.46	5.15	1.20	6.35	0.18	2.89
5.5	6.47	3.84	5.74	1.20	6.94	0.47	3.10
6.0	6.92	3.31	6.52	1.20	7.72	0.80	4.41
6.5	7.29	4.66	7.24	1.20	8.44	1.15	3.78
7.0	7.52	4.40	7.29	1.20	8.49	0.98	4.09
7.5	7.79	5.37	7.70	1.20	8.90	1.11	3.54
8.0	8.08	4.73	7.95	1.20	9.15	1.07	4.43
8.5	8.21	5.28	8.10	1.20	9.30	1.08	4.02
9.0	4.85	5.67	8.15	1.20	9.35	4.50	3.68
9.5	6.23	6.84	8.30	1.20	9.50	3.27	2.66
10.0	6.78	8.22	8.40	1.20	9.60	2.82	1.38
10.5	7.71	6.69	8.44	1.20	9.64	1.94	2.95
11.0	6.39	5.90	8.78	1.20	9.98	3.60	4.08
11.5	6.48	10.02	9.00	1.20	10.20	3.72	0.18
12.0	7.21	8.85	9.22	1.20	10.42	3.21	1.57
12.5	7.62	8.62	9.30	1.20	10.50	2.88	1.88
13.0	7.65	7.25	9.36	1.20	10.56	2.91	3.31
13.5	6.89	7.10	9.36	1.20	10.56	3.67	3.46
14.0	7.16	4.67	9.76	1.20	10.96	3.80	6.29
14.5	6.53	5.20	9.95	1.20	11.15	4.62	5.95
15.0	7.82	7.57	10.49	1.20	11.69	3.87	4.12
15.5	7.32	7.17	10.93	1.20	12.13	4.81	4.96
16.0	8.19	8.78	11.17	1.20	12.37	4.17	3.59
16.5	8.35	15.27	11.31	1.20	12.51	4.16	0.00
17.0	10.28	8.03	11.66	1.20	12.86	2.58	4.84
17.5	14.24	10.59	12.33	1.20	13.53	0.00	2.94
18.0	34.72	10.34	12.84	1.20	14.04	0.00	3.70
18.5	9.67	10.89	12.97	1.20	14.17	4.50	3.27
19.0	11.28	10.86	13.14	1.20	14.34	3.06	3.48
19.5	10.21	12.41	13.27	1.20	14.47	4.26	2.06
20.0	11.30	11.88	13.62	1.20	14.82	3.53	2.94
20.5	11.00	11.31	13.86	1.20	15.06	4.07	3.75
21.0	13.85	10.33	14.69	1.20	15.89	2.04	5.56
21.5	14.24	9.88	15.42	1.20	16.62	2.39	6.74
22.0	14.82	10.66	15.60	1.20	16.80	1.98	6.14
22.5	10.06	11.63	15.66	1.20	16.86	6.80	5.24
23.0	12.96	13.73	16.06	1.20	17.26	4.30	3.54
23.5	11.55	10.33	16.26	1.20	17.46	5.91	7.13
24.0	13.59	13.89	16.15	1.20	17.35	3.75	3.45
24.5	14.03	13.98	16.95	1.20	18.15	4.12	4.17
25.0	12.22	13.66	17.31	1.20	18.51	6.29	4.85
25.5	12.14	13.49	17.37	1.20	18.57	6.43	5.08
26.0	14.51	12.67	17.40	1.20	18.60	4.09	5.94
26.5	14.53	13.79	17.42	1.20	18.62	4.09	4.83
27.0	17.09	14.09	17.46	1.20	18.66	1.57	4.57
27.5	16.97	14.95	17.49	1.20	18.69	1.72	3.75
28.0	15.03	14.79	17.56	1.20	18.76	3.72	3.97
28.5	16.01	15.74	17.53	1.20	18.73	2.72	2.99
29.0	14.75	15.11	17.65	1.20	18.85	4.10	3.74
29.5	15.95	15.33	18.20	1.20	19.40	3.45	4.07
30.0	15.81	16.33	18.49	1.20	19.69	3.88	3.37
30.5	14.10	16.91	19.02	1.20	20.22	6.12	3.31
31.0	16.48	15.29	19.01	1.20	20.21	3.73	4.92
31.5	16.94	15.38	19.57	1.20	20.77	3.83	5.39
32.0	19.58	16.29	19.63	1.20	20.83	1.25	4.54
32.5	14.61	16.28	20.29	1.20	21.49	6.88	5.21
33.0	16.00	17.47	20.65	1.20	21.85	5.85	4.38

33.5	17.31	17.76	20.77	1.20	21.97	4.66	4.21
34.0	17.93	17.63	20.83	1.20	22.03	4.10	4.40
34.5	17.70	16.95	21.14	1.20	22.34	4.64	5.39
35.0	18.56	17.79	21.30	1.20	22.50	3.94	4.71
35.5	15.47	15.63	21.32	1.20	22.52	7.05	6.89
36.0	21.32	17.51	21.32	1.20	22.52	1.20	5.01
36.5	19.34	16.99	21.55	1.20	22.75	3.40	5.76
37.0	23.95	18.53	22.19	1.20	23.39	0.00	4.86
37.5	18.08	18.56	22.65	1.20	23.85	5.78	5.29
38.0	19.29	20.59	23.15	1.20	24.35	5.06	3.76
38.5	20.13	22.45	23.35	1.20	24.55	4.42	2.10
39.0	20.34	21.60	23.74	1.20	24.94	4.60	3.35
39.5	20.69	19.15	23.77	1.20	24.97	4.28	5.82
40.0	21.32	20.54	24.01	1.20	25.21	3.88	4.67
40.5	21.20	20.54	23.90	1.20	25.10	3.91	4.56
41.0	23.56	20.27	24.66	1.20	25.86	2.30	5.59
41.5	24.89	21.57	25.02	1.20	26.22	1.33	4.65
42.0	31.86	21.40	25.09	1.20	26.29	0.00	4.89
42.5	37.02	21.16	25.47	1.20	26.67	0.00	5.51
43.0	27.98	20.48	25.73	1.20	26.93	0.00	6.45
43.5	23.52	21.90	25.85	1.20	27.05	3.53	5.15
44.0	24.10	22.25	25.87	1.20	27.07	2.97	4.82
44.5	22.56	22.45	26.17	1.20	27.37	4.81	4.92
45.0	23.08	24.17	26.36	1.20	27.56	4.48	3.39
45.5	23.18	24.53	26.38	1.20	27.58	4.40	3.05
46.0	24.00	24.07	26.55	1.20	27.75	3.75	3.68
46.5	24.59	27.88	26.82	1.20	28.02	3.43	0.14
47.0	24.69	24.60	27.03	1.20	28.23	3.54	3.63
47.5	25.00	23.54	27.09	1.20	28.29	3.29	4.75
48.0	22.35	24.08	27.46	1.20	28.66	6.31	4.58
48.5	24.80	25.61	28.05	1.20	29.25	4.45	3.64
49.0	24.46	25.71	28.58	1.20	29.78	5.32	4.07
49.5	25.58	28.08	28.72	1.20	29.92	4.34	1.84
50.0	29.39	29.77	29.19	1.20	30.39	1.00	0.62
50.5	41.99	25.10	29.33	1.20	30.53	0.00	5.43
51.0	29.20	23.78	29.40	1.20	30.60	1.40	6.82
51.5	26.38	25.91	29.58	1.20	30.78	4.40	4.87
52.0	28.69	26.32	29.81	1.20	31.01	2.32	4.69
52.5	29.06	25.39	30.13	1.20	31.33	2.27	5.94
53.0	27.82	24.56	30.28	1.20	31.48	3.66	6.92
53.5	26.29	30.30	30.50	1.20	31.70	5.41	1.40
54.0	26.71	33.91	31.05	1.20	32.25	5.54	0.00
54.5	29.67	29.65	31.26	1.20	32.46	2.79	2.81
55.0	31.29	28.20	31.43	1.20	32.63	1.34	4.43
55.5	30.31	31.63	31.77	1.20	32.97	2.66	1.34
56.0	31.64	29.27	32.09	1.20	33.29	1.65	4.02
56.5	35.26	30.28	32.57	1.20	33.77	0.00	3.50
57.0	34.64	30.04	32.61	1.20	33.81	0.00	3.77
57.5	36.39	33.42	33.70	1.20	34.90	0.00	1.48
58.0	58.58	34.00	34.42	1.20	35.62	0.00	1.62
58.5	28.33	32.15	35.15	1.20	36.35	8.02	4.20
59.0	31.38	35.27	35.27	1.20	36.47	5.09	1.20
59.5	32.22	36.10	35.45	1.20	36.65	4.43	0.56
60.0	32.00	34.99	35.38	1.20	36.58	4.58	1.59
60.5	33.67	33.70	35.77	1.20	36.97	3.30	3.27
61.0	34.42	35.01	35.82	1.20	37.02	2.60	2.01
61.5	33.54	32.93	35.85	1.20	37.05	3.51	4.12
62.0	32.88	34.00	36.03	1.20	37.23	4.35	3.23
62.5	37.71	34.00	36.18	1.20	37.38	0.00	3.38
63.0	37.27	32.51	36.21	1.20	37.41	0.14	4.90
63.5	37.55	34.05	36.32	1.20	37.52	0.00	3.47
64.0	60.11	36.40	38.32	1.20	39.52	0.00	3.12
64.5	60.11	37.30	39.12	1.20	40.32	0.00	3.02
65.0	51.58	41.61	39.46	1.20	40.66	0.00	0.00
65.5	51.58	41.75	39.97	1.20	41.17	0.00	0.00
66.0	51.58	44.00	40.22	1.20	41.42	0.00	0.00

66.5	51.58	37.56	40.39	1.20	41.59	0.00	4.03
67.0	51.58	38.19	40.84	1.20	42.04	0.00	3.85
67.5	55.36	42.37	41.52	1.20	42.72	0.00	0.36
68.0	55.36	38.72	41.75	1.20	42.95	0.00	4.23
68.5	55.36	37.76	41.91	1.20	43.11	0.00	5.35
69.0	55.36	40.42	42.02	1.20	43.22	0.00	2.80
69.5	70.76	39.82	42.43	1.20	43.63	0.00	3.80
70.0	70.76	39.82	42.50	1.20	43.70	0.00	3.87
70.5	70.76	43.43	42.58	1.20	43.78	0.00	0.35
71.0	67.10	40.21	42.74	1.20	43.94	0.00	3.73
71.5	67.10	41.06	43.27	1.20	44.47	0.00	3.41
72.0	40.21	38.70	43.40	1.20	44.60	4.39	5.90
72.5	39.42	41.65	44.07	1.20	45.27	5.85	3.62
73.0	40.46	44.78	44.17	1.20	45.37	4.91	0.58
73.5	41.35	41.75	44.38	1.20	45.58	4.23	3.83
74.0	41.81	42.85	45.06	1.20	46.26	4.45	3.41
74.5	42.27	42.84	45.47	1.20	46.67	4.41	3.83
75.0	42.85	43.61	46.02	1.20	47.22	4.37	3.61
75.5	42.85	41.22	46.16	1.20	47.36	4.51	6.14
76.0	42.90	42.85	46.19	1.20	47.39	4.49	4.54
76.5	43.41	43.66	46.36	1.20	47.56	4.16	3.90
77.0	44.33	44.17	46.57	1.20	47.77	3.44	3.60
77.5	45.28	45.12	46.63	1.20	47.83	2.55	2.71
78.0	43.59	48.49	46.70	1.20	47.90	4.31	0.00
78.5	44.89	49.89	46.77	1.20	47.97	3.08	0.00
79.0	45.47	43.72	47.22	1.20	48.42	2.96	4.70
79.5	45.66	45.28	47.29	1.20	48.49	2.83	3.21
80.0	48.26	45.32	47.50	1.20	48.70	0.44	3.38
80.5	45.56	44.82	48.38	1.20	49.58	4.02	4.76
81.0	46.31	46.40	49.17	1.20	50.37	4.06	3.97
81.5	47.01	46.93	49.27	1.20	50.47	3.46	3.54
82.0	48.12	47.87	49.35	1.20	50.55	2.42	2.68
82.5	47.49	47.13	50.93	1.20	52.13	4.64	5.00
83.0	47.63	46.29	51.60	1.20	52.80	5.17	6.51
83.5	48.82	48.12	52.30	1.20	53.50	4.68	5.38
84.0	49.54	48.83	52.60	1.20	53.80	4.26	4.97
84.5	47.57	50.20	52.82	1.20	54.02	6.45	3.82
85.0	51.69	48.16	53.21	1.20	54.41	2.72	6.25
85.5	51.82	49.96	53.81	1.20	55.01	3.19	5.05
86.0	63.61	50.00	54.19	1.20	55.39	0.00	5.39
86.5	69.13	51.94	54.60	1.20	55.80	0.00	3.86
87.0	56.61	53.49	55.37	1.20	56.57	0.00	3.08
87.5	70.38	53.01	56.75	1.20	57.95	0.00	4.94
88.0	53.86	55.45	57.62	1.20	58.82	4.96	3.37
88.5	55.92	55.78	57.72	1.20	58.92	3.00	3.14
89.0	56.71	55.79	57.87	1.20	59.07	2.36	3.28
89.5	57.20	55.74	58.09	1.20	59.29	2.09	3.55
90.0	63.07	56.69	59.78	1.20	60.98	0.00	4.29
90.5	55.90	55.77	60.55	1.20	61.75	5.85	5.98
91.0	76.15	58.17	60.60	1.20	61.80	0.00	3.63
91.5	60.48	61.40	60.79	1.20	61.99	1.51	0.59
92.0	63.03	60.76	61.57	1.20	62.77	0.00	2.01
92.5	58.64	61.19	62.11	1.20	63.31	4.67	2.12
93.0	64.36	61.35	62.73	1.20	63.93	0.00	2.58
93.5	61.19	63.94	62.99	1.20	64.19	3.00	0.25
94.0	62.54	62.02	63.56	1.20	64.76	2.22	2.73
94.5	63.79	63.98	64.48	1.20	65.68	1.89	1.70
95.0	65.13	64.80	65.00	1.20	66.20	1.07	1.40
95.5	64.58	64.65	66.74	1.20	67.94	3.36	3.29
96.0	65.68	63.40	67.32	1.20	68.52	2.83	5.12
96.5	67.11	65.02	68.08	1.20	69.28	2.17	4.26
97.0	67.67	66.58	68.47	1.20	69.67	2.00	3.09
97.5	69.14	77.54	68.67	1.20	69.87	0.73	0.00
98.0	65.73	69.83	68.95	1.20	70.15	4.41	0.31
98.5	68.48	71.57	69.64	1.20	70.84	2.36	0.00
99.0	70.30	80.96	70.32	1.20	71.52	1.22	0.00
99.5	71.59	85.56	70.58	1.20	71.78	0.19	0.00
平均	31.85	29.27	31.38	1.20	32.58	2.71	3.53

4.3 技術的提案

4.3.1 構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 4.12 中・長期計画、4.12.1 全体治水計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、それぞれの流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討する。

(1) 計画洪水流量

1) ペルー国洪水対策ガイドライン

経済財務省 (MEF) の公的部門多年度計画局 (DGPM) 制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン” (Guia Metodologica para Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ (Horizonte de Proyectos) によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10 年～50 年洪水流量が計画対象流量として考えられる。

2) 既往最大流量と計画洪水流量

チラ川流域における年最大流量の観測値は図-4.3.1-1、4.3.1-2 に示すとおりである。これに基づき既往最大流量を抽出して各生起年確率洪水流量とともに示すと表-4.3.1-1 に示すとおりである。

既往最大流量は各河川において 1/50 年規模程度の洪水が過去に 1～2 回程度発生している。また、過去の洪水において多大な被害が発生しているのも 1/50 年規模程度の洪水規模の場合である。

ペルー国の場合、河川整備がほとんど進んでいないことから、既往洪水以上の洪水に対して部分的に整備する必要性はないと思われる。しかし、過去に発生した洪水により多大の被害を受けていることから、それと同程度の洪水に対して安全を確保する施設整備をまず進めるべきである。したがって、今回の各河川の整備目標としては、過去最大規模の洪水流量である 1/50 年確率規模とする。

表-4.3.1-1 生起年確率洪水流量と既往最大流量(m³/sec)

河川名	確率2年	確率10年	確率25年	確率50年	確率100年	既往最大
チラ川	890	2,276	2,995	3,540	4,058	3,595

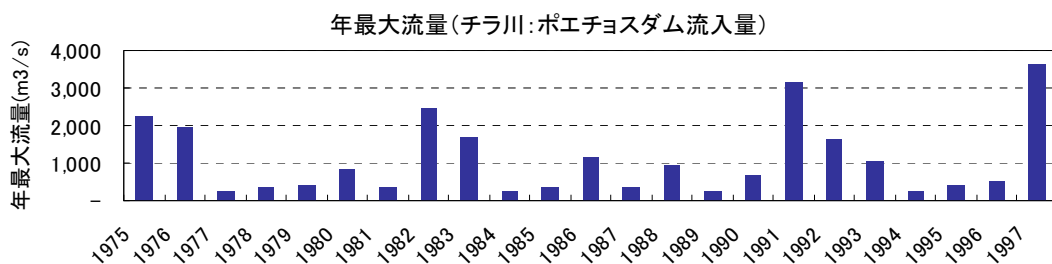


図- 4.3.1-1 年最大流量 (観測値:チラ川:ポエチヨスダム流入量)

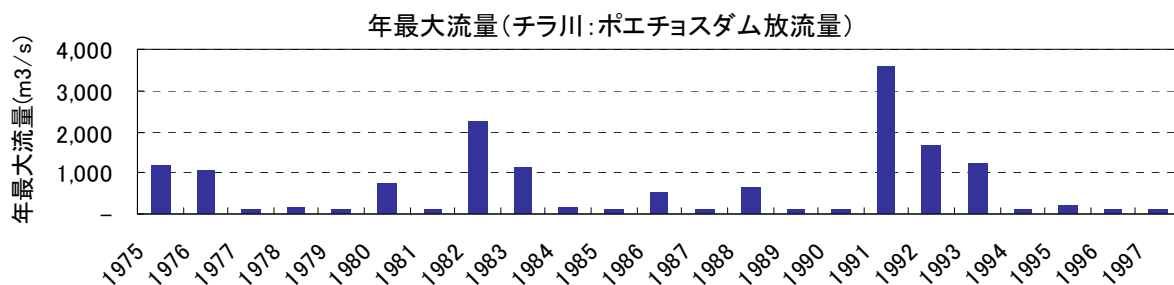


図- 4.3.1-2 年最大流量 (観測値:チラ川:ポエチヨスダム放流量)

3) 確率洪水流量と被害額および浸水面積

チラ川流域について確率年洪水流量と被害額および浸水面積の関係を概略検討して図-4.3.1-2に示す。

チラ川においては図中の3線は確率洪水流量の増加に伴ってほぼ同一線上をたどる。即ち被害軽減効果が殆どない。なおチラ川については後述 4.5 社会評価の検討結果経済効果が低い事から本事業より除外する事となった。

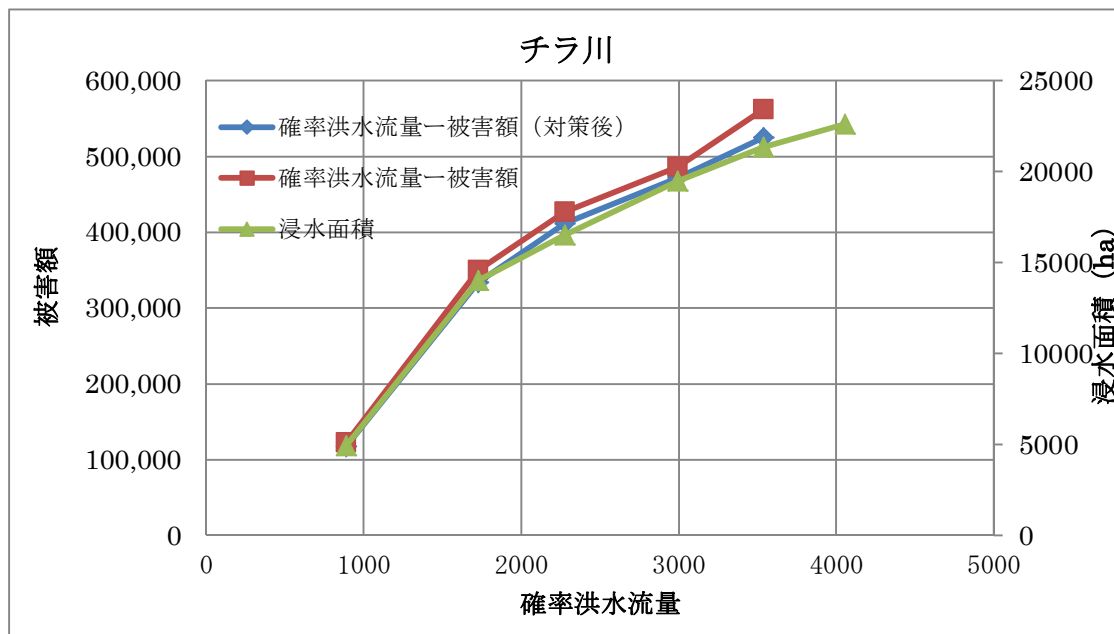


図-4.3.1-3 確率洪水流量と被害額および浸水面積 (チラ川)

(2) 地形測量

各構造物対策の予定地において表-4.3.1-2 に示す地形測量を行った。洪水対策施設の前備設計はこの地形測量の結果に基づいて行った。

表-4.3.1-2 地形測量の概要

河川名	位置	施設	地形測量 (S=1/2,000)	横断測量(S=1/200)		
				測線の数	平均長 (m)	合計 (m)
チラ川	Chira-1	護岸	75	151	50	7,550
	Chira-2	護岸	75	151	50	7,550
	Chira-3	築堤・護岸	52.5	106	50	5,300
	Chira-4	河道掘削	20	41	50	2,050
	Chira-5	護岸	20	11	50	550
	Chira-6	ダム保護	12	13	100	1,300
合計			254.5	460		24,300

(3) 重点洪水対策施設の選定

1) 基本方針

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- ・ 地域住民の要望箇所 (過去の洪水被害を踏まえた要望)
- ・ 流下能力不足箇所 (洗掘箇所も含む)
- ・ 背後地の状況 (市街地や農地の状況)
- ・ 氾濫の状況および規模 (氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況)
- ・ 社会環境条件 (地域の重要施設など)

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果（水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況）等を元に上記5項目について総合評価を実施し、各河川において治水上の対策が必要な箇所（総合評価点の高い箇所）を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を 500mピッチ（横断図）で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500m区間毎に上記の各項目について3段階評価（0点、1点、2点）を行い、その合計点が6点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限值（6点）については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

評価の項目と採点基準は表-4.3.1-3 に示すとおりである。

表-4.3.1-3 評価項目と採点基準

評価項目	評価内容	段階評価基準
地域の要望箇所	<ul style="list-style-type: none"> ●過去の洪水被害の実績 ●地域住民・農民の要望 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な洪水被害の経験があり、地域の要望が特に高い箇所（2点） ・地域の要望箇所（1点）
流下能力不足箇所（洗掘箇所含）	<ul style="list-style-type: none"> ●流下能力不足により氾濫の可能性 ●洗掘による堤防崩壊の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力が特に低い箇所（確率洪水流量 1/10 年以下）（2点） ・流下能力の低い箇所（1/25 年以下）（1点）
背後地の状況	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模農地等 ●市街地等 ●背後地や周辺施設の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な農地が広がっている箇所（2点） ・農地に市街地が混在、大規模市街地（2点） ・上記の規模の小さいもの（1点）
氾濫状況	<ul style="list-style-type: none"> ●氾濫の規模 	<ul style="list-style-type: none"> ・氾濫が平面的に大きく拡散する場合（2点） ・氾濫が限定的な範囲に留まる場合（1点）
社会環境条件 （地域の重要施設）	<ul style="list-style-type: none"> ●灌漑や上水道の取水施設など ●主要道（パンアメリカーナなど）の橋や道路 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の重要施設がある場合（2点） ・重要施設に準ずる施設（地方道、小規模取水施設等）の場合（1点）

Chira-5は灌漑水路がチラ川本流に接近しているため河岸侵食から水路を保護する施設であったが、Chira-6 ポエチョスダムの下流保護工において河道を付け替え、上記水路の下流端で現在の河川に合流する計画となっていたので、Chira-5の必要性がなくなり、本調査よりこれを除外した。またChira-6は同様のプロジェクトがピウラ州政府により着手されたので、これも除外した。

2) 選定結果

各河川の各区間における評価の結果および重要洪水対策施設の選定結果は図-4.3.1-4 に示すとおりである

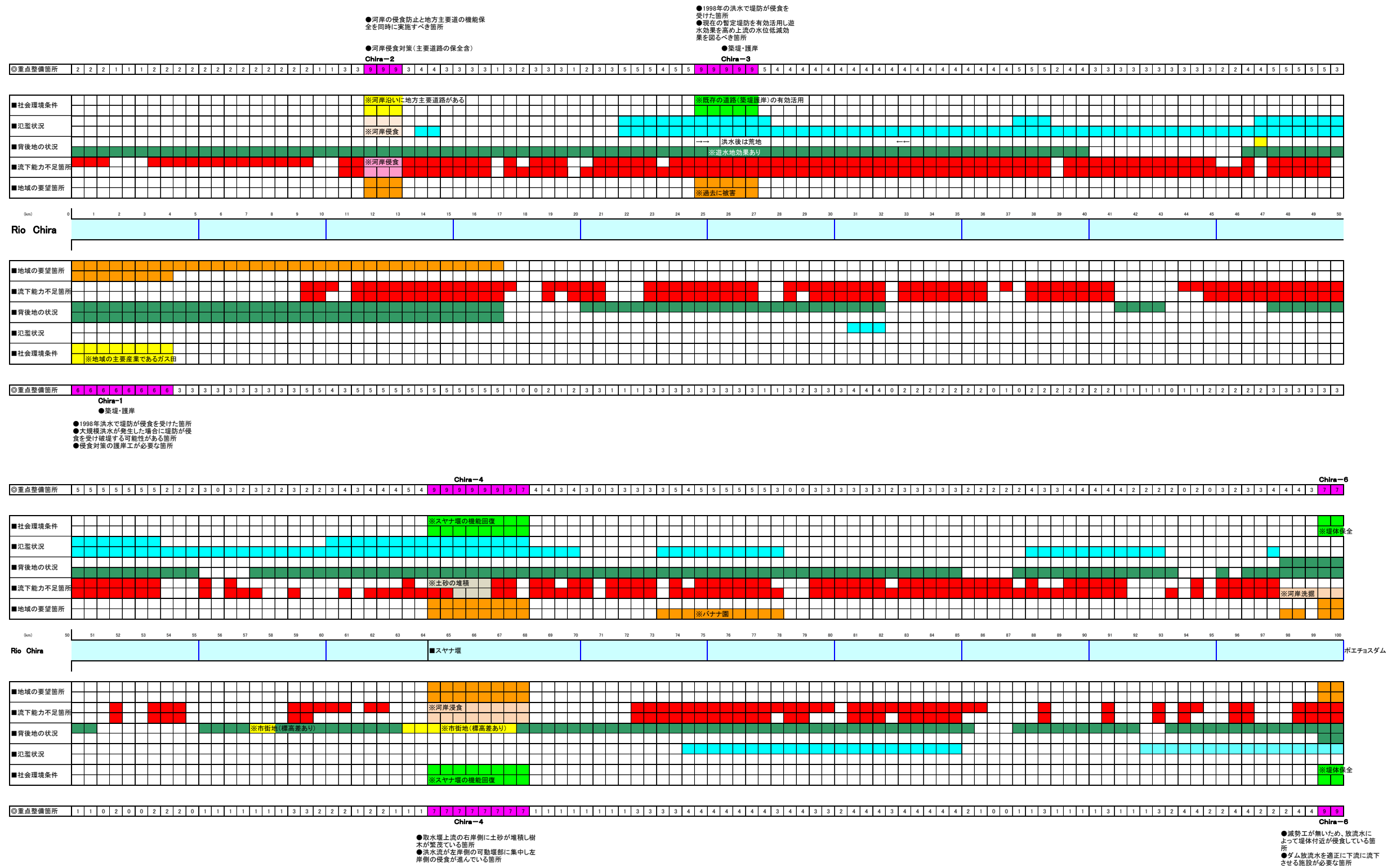


図-4.3.1-4 チラ川における重点洪水対策施設の選定

3) 選定の根拠

チラ川における各施設の選定根拠は次に述べるとおりである。

チラ川の特徴は、全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がることである。しかし、チラ川の場合、ポエチョスダム¹の運用によっては、中小洪水時には大きな効果が期待できるが、ダムの能力を超えるような規模の洪水が発生した場合は、多大な被害が発生するものと考えられる。

チラ川の治水対策としては、基本的には、下流から整備を進めることが重要であるが、今回は、背後地の状況及び地域にとっての重要施設、さらには被災経験箇所を保全することに留意して対策箇所を設定する。

表-4.3.1-4 対策箇所の選定根拠 (Chira 川)

No	対策位置	選定根拠
①	0.0km～4.0km (左岸側)	<p>当該箇所は、現在堤防が築造されているが護岸が実施されていない状況であり、1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所である。従って、洪水継続時間が長時間に及び侵食が進み破堤した場合、背後地の重要施設（ガス田、農地等）へ及ぼす被害は甚大なものになると考えられる。また、当該箇所には護岸のかわりに水制工が設置されているものの一部破損している箇所も見られる。現在の水制工でもある程度の水はね効果は期待できるものの背後地に抱えている天然ガス施設等の重要性を鑑み、護岸を設置することが重要な箇所である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●1998年洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●護岸がなく、大規模洪水が発生した場合に堤防が侵食を受け破堤する可能性がある箇所 ●侵食対策の護岸工が必要な箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置左岸側に広がる広大な農地とガス田等</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼既存の堤防を有効活用して築堤・護岸し、流下能力確保、河岸侵食対策を実施する。</p> <p>▼広大な農地とガス田を保全するためには、過去に発生したエルニーニョ時に被害を受けた 3600m³/s 程度（確率規模 1/50 年程度）の流量に耐える施設とする。</p>
②	11.75km～12.75km (右岸側)	<p>当該箇所は大きく湾曲しており、右岸側が大きく侵食され、今の河道断面が形成されている。そのまま放置した場合、右岸側に位置している地方主要道路が崩壊する可能性が非常に高い。よって、現在の河道の形状をできるだけ維持しながら護岸を設置し、河道の貯留効果を維持した上で、道路の安全を図る（道路崩壊による地方経済に与える影響に配慮）ことが重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●洪水時の河岸侵食により地方主要道路が崩壊する危険性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側に位置する地方主要道路</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多いため、エルニーニョ等（確率規模 1/50 年程度）が発生しても安全を確保する。</p> <p>▼災害で侵食した範囲を基本に護岸を整備する。</p>
③	24.5km～27.0km (右岸側)	<p>過去の洪水被害により右岸側が大きな被害を受けた箇所である。現在は、暫定堤防（道路兼用）が築造されており、この施設を有効に活用した整備が重要である。</p> <p>当該箇所のように暫定堤防が通常の河川幅よりも大きく築造されていることにより、遊水効果が高まり、その上流側の水位を低下させる効果がある。</p> <p>チラ川の治水安全度を高めるためには、当該箇所のような遊水地区</p>

		<p>を多数設けて河川全体の水位を下げる事が重要である。当該箇所は、現在暫定堤防がその効果をきちんと発揮する高さまで整備されていないため、堤防を嵩上げし、その遊水効果を最大限に発揮するように整備する必要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●現在の暫定堤防を有効活用し遊水効果を高め、上流の水位低減効果を図るべき箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側の農地 <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼右岸側の広大な農地を保全するとともに遊水効果を最大限に発揮するためには、現在の暫定堤防を有効に活用するとともに、過去のエルニーニョにより被害を受けた経験を踏まえ、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼災害後に整備された堤防道路をかさ上げして、流下能力を確保するとともに、遊水効果を期待する。
④	64.0km～68.0km (全体)	<p>当該箇所には大規模な取水堰(スヤナ堰)が設置されている箇所である。現在のスヤナ堰は、右岸側の固定堰(洪水吐)上流部に土砂等が堆積して樹林化が進んでおり、その影響を受けて対岸である左岸側は侵食されている。このまま放置すると右岸側の樹林化が益々進み、左岸側の可動堰の機能が損なわれることが懸念される。</p> <p>よって、当該堰の重要性及び左岸側可動堰の安全性確保の観点から、右岸側固定堰上流側の樹木及び土砂を取り除くことが洪水時の流況を安定させると共に構造物の維持管理にとっても重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰上流の右岸側に土砂が堆積し樹木が繁茂している箇所 ●洪水流が左岸側の可動堰部に集中し左岸側の侵食が進んでいる箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰(スヤナ堰) <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼スヤナ堰は、当該河川の中でも最も重要な河川施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼スヤナ堰上流の流下能力を確保するために、堰上流右岸側に繁茂している樹木及び堆積土砂を掘削する。

(4) 重点洪水対策施設の位置

チラ川における重点洪水対策施設の位置は図-4.3.1-5 に示すとおりである。また施設の概要を表-4.3.1-5 に示す。

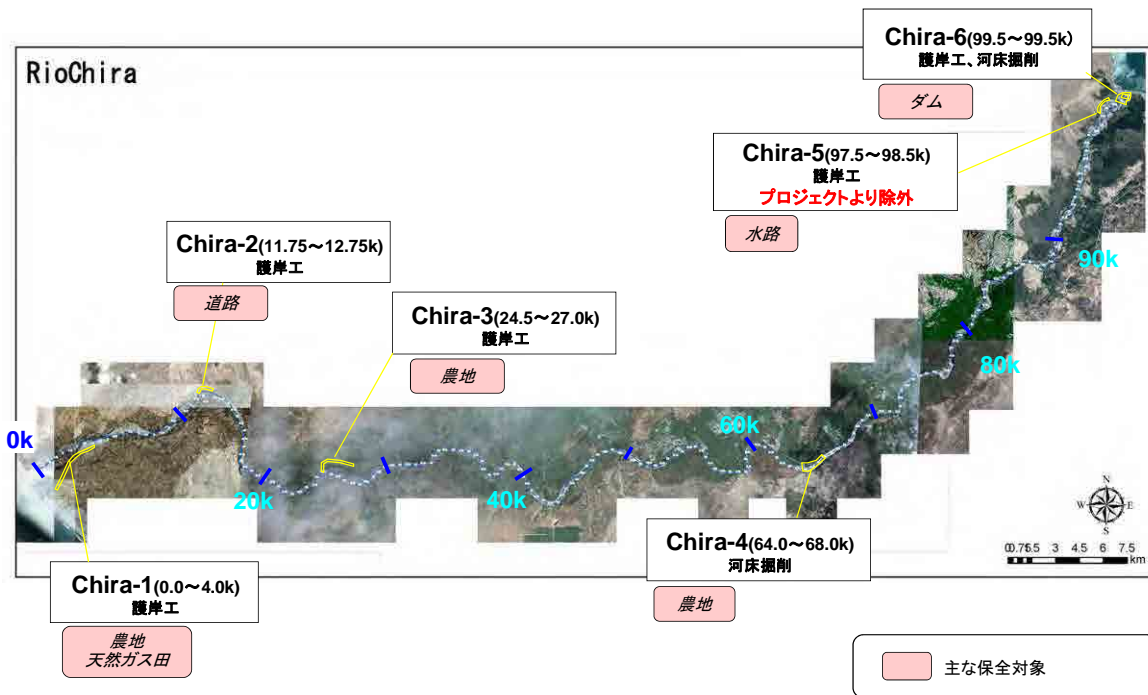


図-4.3.1-5 チラ川における重点洪水対策施設の位置

表-4.3.1-5 施設概要一覧

対象河川	クリティカルポイント		保全対象	対策(暫定案)	施設規模	対象範囲
チラ川	1	0.0k-4.0k	護岸	護岸工	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:4000m	0.0km~4.0km(左岸)
	2	11.75k-12.75k	河岸侵食		高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:1,000m	11.75km~12.75km(右岸)
	3	24.5k-27.0k	護岸	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:2,500m	24.5km~27.0km(右岸)	
	4	64.0k-68.0k	河道掘削	河床掘削	掘削幅:100m 掘削深:1.0m 延長:1,000m	64.0km~68.0km(全体)

(5) 堤防の標準断面

i) 天端幅

堤防の天端幅は、計画高水に対する堤防の安定、既存堤防の幅・管理通路あるいは地域交通道路としての道路幅を考慮して4mとした。

ii) 堤防の構造

堤防の構造は、過去の被災履歴、地盤条件、背後地の状況等を勘案して過去の経験等に基づいて計画した。

各流域の堤防構造は、すべて土質材料により構成されている。地域ごとに若干構造が異なるが現地で確認し、堤防の管理者からヒヤリングした結果は次のようである。

- ① のり面勾配は鉛直1に対して水平2の1：2勾配程度のものが大半である。河川や地域によって若干形状が異なる。
- ② 堤体材料は、近傍の河床材料を使用しており、砂礫～礫混じり砂質土で塑性は低い。材料強度として粘着力は期待できないものが大半である。
- ③ カニエテ川流域では大小の砂礫で構成される礫質土で構成されており、比較的良く締まっている。
- ④ チラ川のスマナ堰より下流では、シルト混じりの砂質土で構成され、川表側に比較的透水性の低い材料を配置し、河裏側に透水性の高い材料を配置するゾーン型の構造として設計している。しかし、現実には透水性の低い材料の入手は困難で、施工管理で粒度等の管理による厳密な材料配置をしているわけではないとのことである。

- ⑤ 各河川で被災箇所を調べたが、洪水による破堤箇所と残存箇所の堤防に特別な堤体材料や地盤の差は認められなかった。破堤は、殆ど越流によるものである。
- ⑥ チラ川、カニエテ川などでは水制工が施工されているが、破壊されているものも多い。水制工は巨石で構成されているが内部は土砂で構成されているものもあり内部材料の吸出しにより破壊された可能性がある。
- ⑦ ピスコ川の河口部では巨石で構成された護岸があり、管理者の話では、この構造は破堤に対して強いとのことである。巨石材料については、概ね 10km 圏内に採石場がありそこから搬送している。

これらの状況から堤防の構造は、つぎのとおりとした。

- ① 堤防は、現地の河床あるいは河岸で入手可能な土質材料を用いて築造するものとする。この場合の土質材料としては、砂礫～礫混じり砂質土となり、透水性は高くならざるを得ない。
- ② 堤防の糊面勾配は、粘着力のない砂質土であれば、内部摩擦角 ϕ $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 程度と想定される。また、粘着力の無い材料で構成される盛土の法面の安定勾配は $\tan \theta = \tan \phi / n$ で求められる。(θ : のり面勾配、 ϕ 内部摩擦角、 n : 安全率 1.5) 必要な安定勾配は、内部摩擦角 30° に対して $V : H = 1 : 2.6$ ($\tan \theta = 0.385$) となる。この計算上必要なのり面勾配に対して、流出解析の結果、計画高水の継続時間が 24 時間以上と長いこと、2 割勾配の既存堤では破壊例が多い事、異常洪水時の越流に対してもある程度耐えられる事などを考慮して現地の在来堤防よりは勾配の緩い 1:3.0 の勾配とした。
- ③ 河床勾配が比較的急なため流速が早いので堤防の川表のり面には、護岸を配する。護岸の形式として接続ブロックのようなコンクリート性のものは流通していないので現地で容易に入手できる粗石または巨石を用いた護岸形式を採用する。石材の大きさは、各河川の流速により最終的に設計するが、概ね径 30cm～1m とし護岸の最小の厚みを 1m と計画した。

iii) 堤防の余裕高

堤防は土質材料により建設されるため、一般的には越水に対して極めて弱い構造である。従って、堤防は、計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるべきであり、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対して、堤防にしかるべき余裕をとる必要がある。また、堤防にはその他洪水時の巡視や水防活動を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素をカバーするためにもしかるべき余裕の高さが必要である。日本における堤防の余裕高の考え方は、表-4.3.1-6 のとおりである。ペルー国には余裕高についての基準が無いが、河川の状況が日本のそれと類似しているため、長年の経験に基づいて定められた日本の基準を適用する。

表-4.3.1-6 計画高水流量と余裕高

計画高水流量	計画高水位に加える高さ
200 m ³ /s 未満	0.6m
200 m ³ /s 以上 500 m ³ /s 未満	0.8m
500 m ³ /s 以上 2,000 m ³ /s 未満	1.0 m
2,000 m ³ /s 以上 5,000 m ³ /s 未満	1.2 m
5,000 m ³ /s 以上 10,000 m ³ /s 未満	1.5 m
10,000 m ³ /s 以上	2.0 m

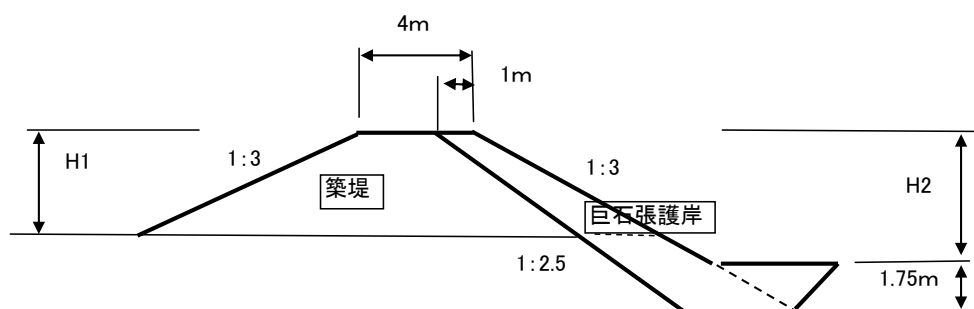


図-4.3.1-6 堤防の標準断面

4.3.2 非構造物対策

4.3.2.1 植林/植生回復

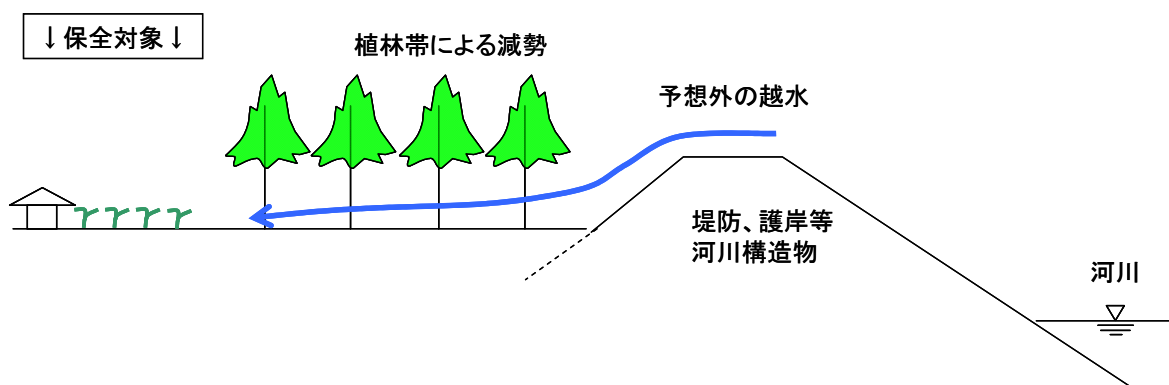
(1) 基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する 4.12 中・長期計画、4.12.2 植林・植生計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここでは i) について検討する。

(2) 河川構造物沿いの植林について

この案は堤防や護岸などの河川構造物沿いに植林を行う案である。

- 目的：予想外の流量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- 方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
- 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。



(出典：JICA 調査団)

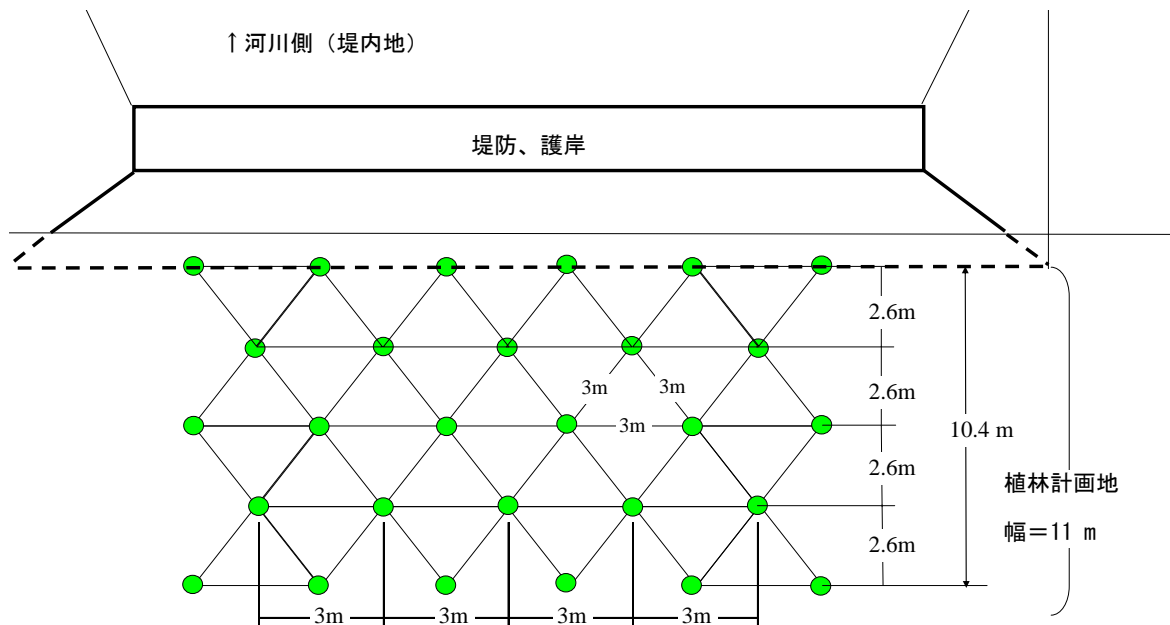
図-4.3.2.1-1 河川構造物沿いの植林概念図

(3) 河川構造物沿いの植林/植生回復計画

洪水時になんらかの理由で堤防等を越水した場合に備え、河川構造物沿いに植生帯を設け、緩衝帯としての機能を発揮させる。

1) 構造 (植栽配置)

ペルーにおける一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を3mとする。3m間隔で植栽木を配置した場合、直径1mの石がどこかの立木に衝突し、停止するかあるいは減勢されることも期待でき、これを4列配置することにより効果を高める。ただし、主たる目的は堤防等を乗り越えてくる洪水の減勢であり、洪水が直接立木に衝突した場合、その効果はあまり期待できない。



(出典：JICA 調査団)

図-4.3.2.1-2 河川構造物沿いの植林計画標準配置図

2) 植栽樹種

以下の評価項目によって河川沿いに植栽する樹種を評価し、総合的に判断して選定した。

- 1 樹種特性から河川沿いで生育すると考えられること (施工地近傍に自生していることが望ましい)
- 2 苗木生産が可能なこと
- 3 木材、果実などが利用可能であること
- 4 住民の要望があること
- 5 郷土種であること (望ましいが必須ではない)

現地調査の結果、現地で植栽されている樹種、あるいは自生している樹種のリストを作成し、苗木生産業者へのヒアリングによって苗木生産が可能な樹種のリストを作成した。

現地における適性、苗木生実績、の2点を重視し、利用、要望、郷土種であることは参考にした。それぞれの評価基準は表-4.3.2.1-1 に示すとおりである。

表-4.3.2.1-1 樹種選定の評価基準

		評価項目				
		1	2	3	4	5
評価点	A	現地で自生・植栽を確認した	通常生産されている	木材と果実が利用可能	水利組合等の要望有	郷土種である
	B	現地では自生が確認できなかったが一般樹種特性では適性がある	時々生産される	木材か果実のどちらかが利用可能	水利組合の要望なし	郷土種ではない

C	上記の2項目に該当しない	生産可能だが稀	どちらも利用されない	—	—
D	不明	生産されていない	不明	—	—

(出典：JICA 調査団)

この評価基準をもって想定される樹種を評価した結果として、選定された樹種は、表-4.3.2.1-2に示すとおりである。◎の樹種を主として計画し、○を3割から5割の割合で混交する。混交する理由は、病虫害等の理由で植栽樹種に被害があった場合に全滅を避けるためである。

表-4.3.2.1-2 選定した樹種

チラ流域	: アルガローボ (◎)、タマリックス (○)、モクマオウ (○)
------	-----------------------------------

チラ流域では地域の代表的な種で、植栽実績の多いアルガローボを主として植栽する。アルガローボは特にペルー北部のコスタにおける代表的郷土樹種であり、植栽実績が多く、地元の住民にはなじみがある。タマリックスはアルガローボと特性がほとんど同じであり、果実が食用にできることから採用する。モクマオウは耐塩性が高いため、特に海岸に近い場所における植栽に使用する。

3) 植林/植生回復計画数量

河川沿いに計画される、護岸工、堤防、遊砂地において1)で述べたような配置計画で植林計画を策定する。植栽幅は11mとするが、遊砂地では遊砂地の内部で通常の河川水を流下させるところ以外の場所に植栽する。

流域別の植林/植生回復数量は表-4.3.2.1-3に示すとおりである。なお植林は河川堤防沿いに行う事としているので、築堤を伴わない洪水対策（河床掘削、堰の改修など）については表中で植林の数量を計上していない。

表-4.3.2.1-3 植林/植生回復計画数量 (河川沿い)

番号	位置	植林延長 (m)	植林幅 (m)	植林面積 (ha)	植栽本数 (本)	植栽樹種内訳(本)			
						アルガローボ	タマリックス	モクマオウ	計
Cira-1	左岸	4,000	11	4.4	13,024	2,605	1,302	9,117	13,024
Cira-2	右岸	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Cira-3	右岸	2,500	1	0.3	888	444	266	178	888
Cira-4	全体			0.0	0	—	—	—	—
チラ流域計		7,500		5.8	17,168	4,677	2,545	9,946	17,168

4) 植林/植生回復計画箇所

河川構造物の植林/植生回復計画箇所はそれぞれの構造物の配置と同じであるため、配置については、図-4.3.2.1-2を参照されたい。

5) 植林/植生回復計画工事費

植林/植栽計画の工事費は以下の方法で算出した。

- ・苗木単価 (苗木単価+運搬費)
- ・植栽労務費

苗木の供給者は i)アグロローラル、ii)民間業者に区分できるが、河川沿いの植林については ii)民間業者から苗木を購入する計画とする。

植栽労務単価は、河川沿いの植林では一般労務単価を用いる。

(i) 苗木単価

民間業者へのヒアリングにより苗木単価を表-4.3.2.1-4のように設定した。苗木の値段、輸送費とも業者によって幅があるため、平均値を用いている。

表-4.3.2.1-4 苗木単価

流域	樹種	苗木単価 (苗木単価+輸送費) (ソレス/本)
チラ	アルガローボ	1.3
	タマリックス	5.4
	モクマオウ	1.9

(ii) 植栽労務費

植栽作業の歩掛は、アグロルーラル、水利組合などからの聞き取りによって 40 本/人日として計算した。労務単価は河川沿い植林では 33.6 (ソレス/人日)、上流域の植林ではその半分として 16.8 (ソレス/人日) とした。

(iii) 植林工事費

河川沿い植林/植生回復計画に必要な直接工事費は表-4.3.2.1-5 に示すとおりである。なお用地取得は堤防用地と同時に行い別途計上する。

表-4.3.2.1-5 植林工事費

流域	番号	植林工事費		
		苗木費用	植栽費用	計
チラ	Cira-1	27,740	10,940	38,680
	Cira-2	8,629	2,735	11,364
	Cira-3	2,352	746	3,098
	Cira-4			0
チラ流域 計		38,721	14,421	53,142

6) 事業実施工程計画

河川沿い植林の工事工程計画は河川構造物の一部であることから、河川構造物の工事計画と同じとする。本来、植栽木の活着のため、雨季開始時あるいはその直前に植林作業を開始し、雨期終了 1 ヶ月程度前に終了しなければならないが、河川沿いの地域はほとんど降雨がないため、雨期乾期の影響は少ない。したがって、できるだけ河川水位が上昇する時期を狙って植栽することが望ましいが、河川構造物の建設工事工程によっては河川水位が低い時期に植栽しても大きな問題はなく、河川水位が上昇するまでホースを利用した重力式の簡易な散水システムを用いて植栽後 3 ヶ月程度の間散水すればよい。この散水システムはホースを等高線上に配置し、ホースに穴をあけて散水する方法でチラ川のポエチョスダム周辺で実施されていた現場技術を利用する。

4.3.2.2 土砂制御計画

(1) 土砂制御計画位置づけ

対象流域における治水上の課題として以下があげられており、その内の幾つかは土砂制御に関係が深い。本プロジェクトでは、上流から下流まで一貫した総合的な治水計画検討が行われている。土砂制御計画では、流域全体を対象として土砂制御の検討を実施した。

- 洪水が河岸高を越え、氾濫する。
- 河床勾配が 1/30-1/300 程度の急流河川である。そのため、流速、土砂運搬能力が大きい。
- 大量の流入土砂の堆積による河道閉塞・河床上昇が洪水被害を助長している。
- 河道は土砂堆積が激しく、複列砂州の形態となっており、濬筋や水衝部が不安定で流路が変化し、水衝部もそれにつれて移動する。

- 河岸の侵食が激しい。そのため農地等の面積減少、地域主要道路の崩壊の危険等があり、保護する必要がある。
- 農業用水路の取水口が土石により損傷や破壊される。

(2) 土砂制御計画（構造物対策）

現在の土砂移動形態に適合した土砂制御計画を検討した。基本方針は表-4.3.2.2-1 に示す通りとする。

表-4.3.2.2-1 土砂制御計画基本方針

状況	通常時	50年超過確率降雨時
土砂流出状況	河岸侵食および河床変動	河岸侵食および河床変動 溪流からの土石流
対応方針	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工)	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工) 土石流対応→山腹保全工、砂防堰堤の配置

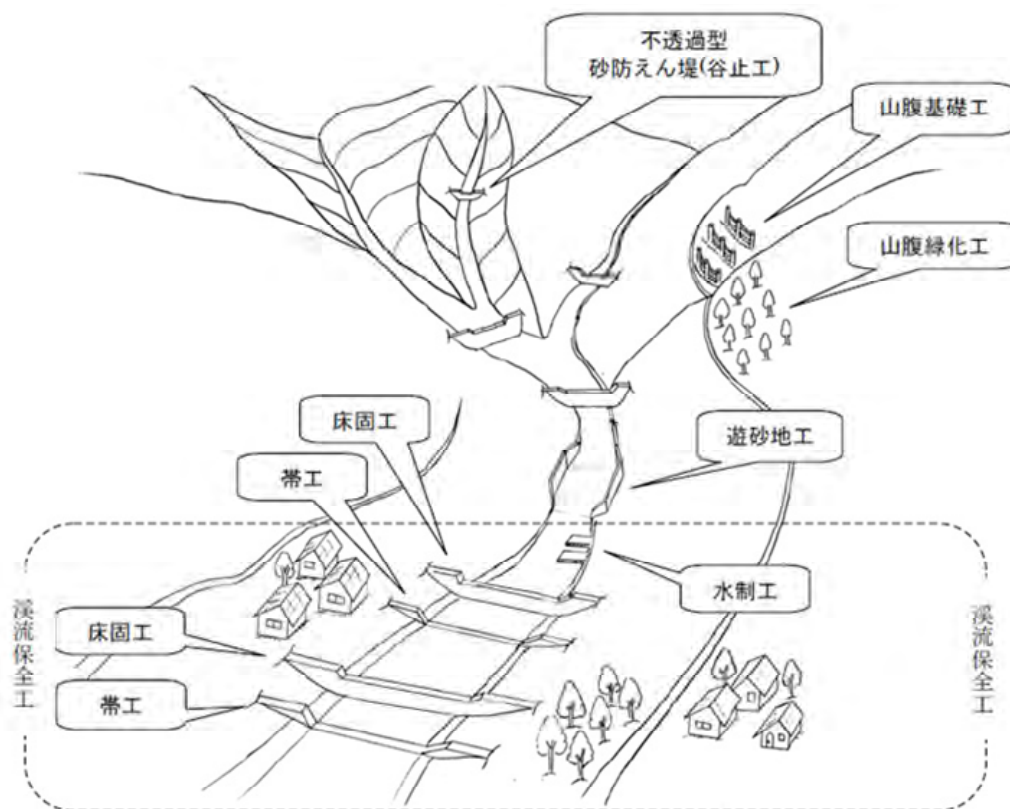


図-4.3.2.2-1 土砂制御対策

1) 上流域での土砂制御計画

上流域全体を対象とした土砂制御計画は後述の 4.12 中・長期計画、4.12.3 土砂制御計画に述べているが、事業費が膨大となり、実施期も長期にわたるので、本プロジェクトで実施するのは困難である。中・長期計画として段階的に実施すべきと思われる。

2) 下流域での土砂抑制計画

流域全体を対象とした砂防施設は、非常に高額となることが明らかとなったため、下流域での土砂抑制計画について検討した。検討に際しては、別途実施された河床変動解析結果を考慮した。

チラ川におけるポエチョスダム下流の河床変動解析結果は次に示す通りである。

総流入土砂量 (千m ³)	5,000
年平均流入土砂量 (千m ³)	100
総河床変動量 (千m ³)	-1,648
平均河床変動高 (m)	-0.01

チラ川の下流域ではポエチョスダムにより上流域よりの流出土砂量の大部分が貯留されるため、下流河道に与える影響は殆どない。したがって特別の土砂抑制対策の必要はないと思われる。

4.3.2.3 洪水予警報

(1) 目的

洪水予警報システム調査の目的は次に述べるとおりである。

- ・ 降雨観測所、流量観測所、データ伝送システム、予警報センター、地域住民への情報伝達システムを整備する。
- ・ 降雨量、流量観測記録よりリアルタイムに洪水の発生、流量の大きさ、洪水波形、到達時間などを予測する。
- ・ 流域における水文現象を場所的、時間的に把握する。
- ・ 地域住民に危険な影響を及ぼす洪水について予報および警報を行う。
- ・ 地域住民の洪水に対する避難や水防活動のための組織を形成する。
- ・ 洪水予警報センターの担当者に対し、洪水発生時の対処方法について訓練と能力開発を行う。
- ・ 地域住民に対して防災教育および訓練を実施する。

(2) 降雨観測所および流量観測所

現在チラーピウラ流域にはチラーピウラ特別プロジェクトおよび SENAMI の観測所があり現在の観測および将来の洪水予警報に対して十分な運用を行っている。チラ川流域の洪水予報警報に用いる観測所はすべて既存の観測所で 1972 年またはそれ以前から観測を行っている。洪水予警報システムに組み込む 7 ヶ所の流量観測所および 8 ヶ所の気象観測所はそれぞれ表-4.3.2.3-1 および表-4.3.2.3-2 に示すとおりである。またこれらの位置は図-4.3.2.3-1 に示すとおりである。

これらの観測所は 1963 年以降および 1972 年以降に建設されており、情報の質に関しては、観測は仕事を熟知した観測者により行われており、この活動の分野の訓練を受けたものであって収集されたデータは正確で良質であり、信頼出来る。またすべての情報は 30 年以前のデータも含めてデジタル化されている。

表-4.3.2.3-1 洪水予報警報システムの流量観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	エルシルエロ	アヤバカ	スヨ	チラ	9524654	594327	202	Hg	PECHP
2	アルティシヤ	スジヤナ	スジヤナ	チラ	9503270	567048	106	Hg	PECHP
3	プエンティンター	アヤバカ	スヨ	マカラ	9515414	616512	408	Hg	PECHP
4	パラヘグランテ	アヤバカ	パイマス	キロス	9488151	620548	555	Hg	PECHP
5	サビシカ	アヤバカ	サビシカ	チピシゴ	9471196	612750	1446	Hg	SENAMHI
6	アラモル	スジヤナ	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	Hg	PECHP
7	エルアレナル	パイタ	エルアレナル	チラ	9459524	529062	62	Hg	PECHP

表-4.3.2.3-2 洪水予警報システムの気象観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	アヤバカ	アヤバカ	キロス	キロス	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI
2	チラコ	スジヤナ	チラ	チラ	9480963	554900	90	MAO	PECHP
3	エルシルエロ	アヤバカ	チラ	チラ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP
4	プエンティンター	アヤバカ	マカラ	マカラ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP
5	パラハグランダ	アヤバカ	キロス	キロス	9488151	620548	555	PV	PECHP
6	サビシカ	アヤバカ	チビシゴ	チビシゴ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI
7	エルハルティトル	ラスロマス	ラスロマス	チビシゴ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI
8	アラモル	ランコネス	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI

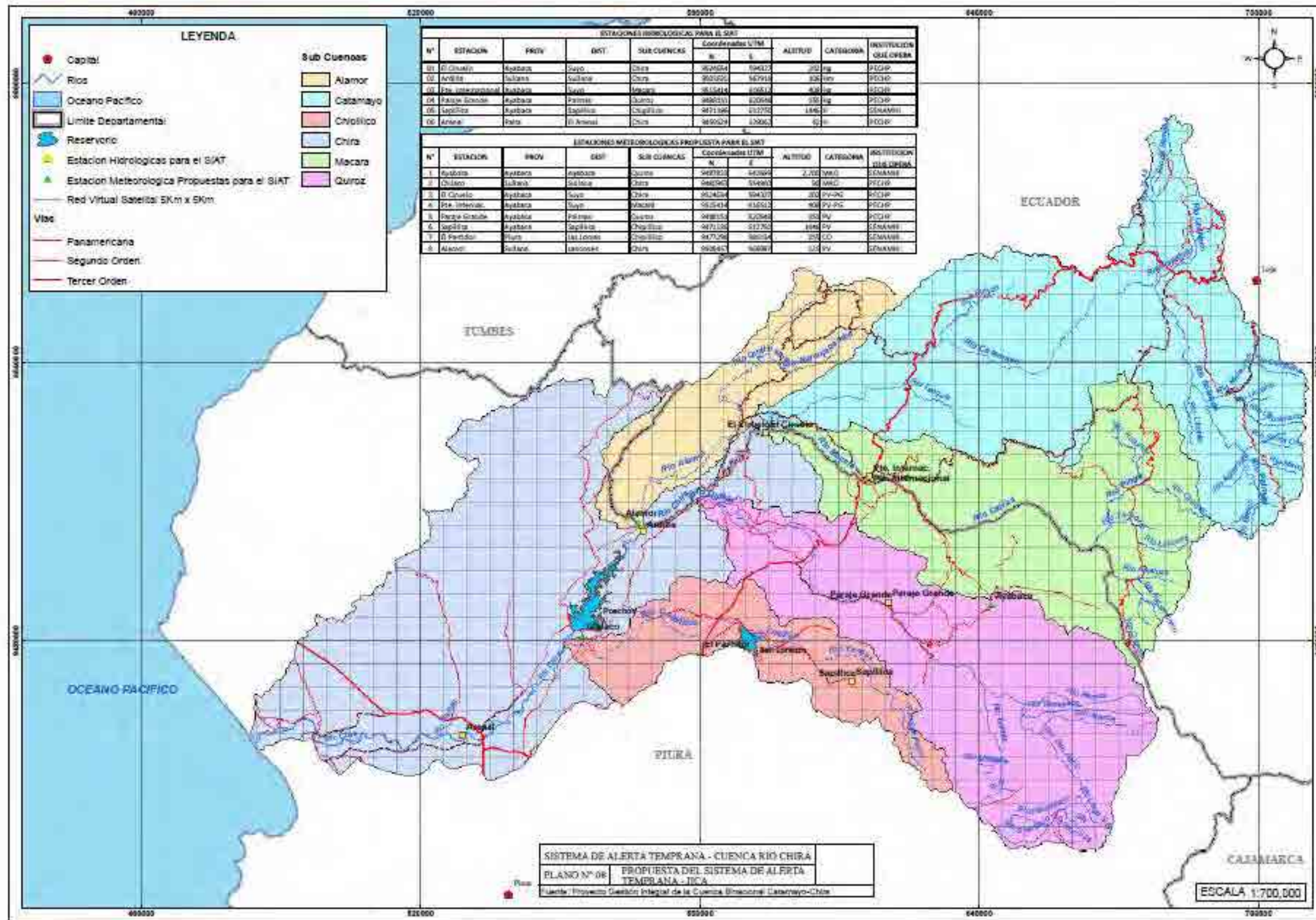


図-4.3.2.3-1 洪水予警報システムの観測所位置

(3) 観測機器の更新

1) 観測機器の現状および更新の理由

チラ川洪水予警報システムを構成する7流量観測所と8ヶ所の気象観測所の機器は現在も機能しているが、設置年代が古く、機器の能力や維持管理に問題が生ずる可能性がある。今回の予警報システムの新設を機会に新型の機器に更新し、システム内の機器の統一と能力の増進を図るべきと思われる。

2) 更新機器の種別

i) 流量観測所

7ヶ所の流量観測所については機器を更新することとし、その内容は次のとおりである。

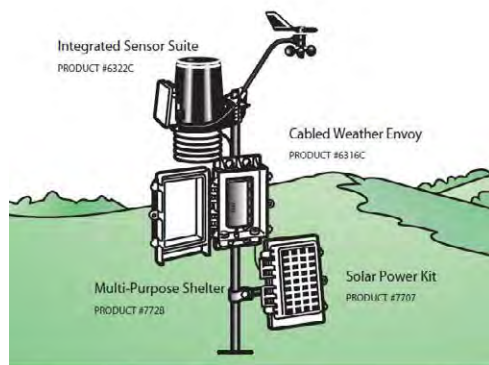
- ・ 気象観測センサー
- ・ 水位観測センサー
- ・ デジタル情報伝送のためのデジタルストレージシステム
- ・ 衛星通信システム
- ・ エネルギー貯留のためのソーラーパネル
- ・ 避雷針
- ・ 機器設置工事および防護柵

ii) 気象観測所

8ヶ所の気象観測所については次の機器について更新を行う。

- ・ 自動気象観測装置
- ・ 情報記録装置

上記の機器の一例を図-4.3.2.3-2 に示す。



気象観測機器

図-4.3.2.3-2 観測機器の例

(4) データ伝送システム

洪水予警報システムはリアルタイムで運用することが重要である。情報の伝達は次の手順によりリアルタイムで行う。

- 1) オートマチックステーションにおいて観測データを記録する。
- 2) 記録されたデータを収集し、衛星または電話経由でベースステーションに伝送する。
- 3) ベースステーションで処理されたデータを、予警報連絡システムを通じて、関連官庁および機関に伝達する。

(5) 洪水予警報センターの設置

ベースステーションとした洪水予警報センターを設置する。洪水予警報センターではフィールドからのすべてのデータを受信し、降雨量や流出量のモニタリングを行い、これらのデータに基づき洪水流量の予測を行い、必要に応じて関係機関に予警報を伝達する。洪水予警報センターはデータ収集の中心に設けるべきで、たとえばチラーピウラ特別プロジェクト内、ポエチョスダムまたはスヤナ堰管理所などが考えられる。

ピウラ川流域の洪水予警報システムは、現在問題なく運用管理されている。また、チラ川、ピウラ川両河川は隣接し、かつ、同一のピウラ州に位置することからチラ川の洪水予警報を既存のシステムに統合して、現在ピウラ川の洪水予警報システムを運用しているピウラ州政府のチラ-ピウラ特別プロジェクトが双方のシステムを運用管理すれば体制・能力に問題はないと思われる。

ベースステーションにはデータ受信装置、デコーダー、コンピューター、情報表示板などの機器を設置する。

洪水予警報のシステムは図-4.3.2.3-3 に示すとおりである。

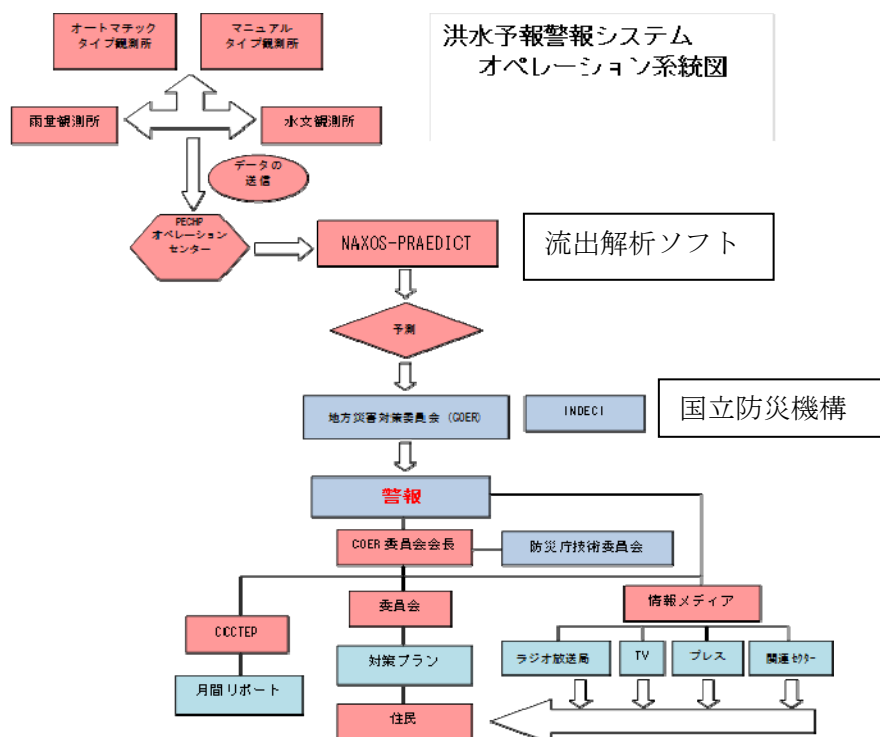


図-4.3.2.3-3 洪水予警報のシステム

(6) 洪水予測のためのソフト整備

流域内の降雨量データおよび流量データなどから洪水のピーク流量および波形を予測する既存のソフト（例えば NAXOS）を整備し、必要に応じて改良する。

(7) 洪水予警報の住民への伝達システムの確立

洪水予警報の地方自治体、民間防災システム、地域住民などへの伝達システムおよび機器の整備をこのプロジェクトと並行して別途行う。

(8) 洪水予警報センターの職員の訓練および能力開発

(9) 地域住民や地方自治体職員の防災教育および実地訓練

(10) コスト

洪水予警報システムに要するコストは表-4.3.2.3-3 に示すように 550 千 US \$ となる。

表-4.3.2.3-3 洪水予警報のコスト

	名称	単位	数量	単価	小計	小合計
1	水文気象観測機器					
1.1	装備					
	hidro metro	ユニット	7.00	10,000.00	70,000.00	
	気象観測機器	ユニット	15.00	8,000.00	120,000.00	
1.2	設置					
	hidro metro	ユニット	7.00	13,000.00	91,000.00	
	気象観測機器	ユニット	8.00	3,000.00	24,000.00	
2	データ伝送システム					
	伝送機器 H/M	ユニット	7.00	7,000.00	49,000.00	
3	ベース基地 (観測所)					
3.1	装備	総体	1.00	50,000.00	50,000.00	
3.2	ローカル (チラ川)					
4	水文モデル					
4.1	システム適用 (設置)		1.00	20,000.00	20,000.00	
4.2	ソフトウェア		1.00	30,000.00	30,000.00	
4.3	調査アドバイス	月間	3.00	15,000.00	45,000.00	499,000.00
5	制度的対応					
5.1	民間能力開発	総体			2,500.00	
5.2	ポエチヨス管理能力	総体			2,500.00	5,000.00
5.3	メンテナンス (年間)					
5.4	水文気象観測所	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.5	ベース基地 (観測所)	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.6	サテライト接続 (8)	月間	72.00	500.00	36,000.00	
5.7	技術支援	総体			4,000.00	
5.8	防災機器機材	総体			2,000.00	46,000.00
合計 (US\$) 米ドル						550,000.00

(11) 洪水予警報システム設置の問題点

洪水予警報に関しては次のような問題点がある。

- 1) 洪水予警報システムの設置に関する疑問点
 - a) 氾濫が予想される地域は大部分が農地であり、早期避難の必要な市街地などは殆どない。
 - b) 調査対象範囲の上流端にポエチヨスダムがあり、貯水池の流入量を観測してい

- るので洪水の発生および増大についてはかなりの精度で予測ができる。
- c) モデルケースとしてはチラ川に隣接するピウラ川ですでに洪水予警報が行われているのでモデルケースとして実施する意味は薄い。
 - d) チラ川流域の洪水重点施設は本事業の対象から除外される事となったが、事業費が小さい洪水予警報システムのみを円借款事業として採択しなくとも JICA の立案した計画に基づき州政府の予算で十分実施可能と思われる。
- 2) システムに含まれる観測所は現在も稼働しており、データの収集は行われているが、観測所機器の現状に関するデータ収集ができず、更新の必要性が不明である。観測所機器の更新が不要なら計画事業費 (2,640 千ソール) の 64% が不要となる。

(12) 結論

2011 年 12 月 5 日に開催された、JICA ペルー事務所、DGIH, OPI, DGPM および JICA 調査団による合同会議においてチラ川洪水予警報システムは本事業から除外し、必要に応じてピウラ州政府により実施する事となった (Minutes of Meetings on Main Points of Inerim Report, Lima, December 5, 2011)。

4.3.3 技術支援

技術支援では、上述した構造物的および非構造物的対策に係る技術的提案に基づき、本事業におけるこれらの対策を補完する技術的な支援を提案する。

(1) 目的

本コンポーネントの目的は、「対象溪谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

(2) 対象地域

本コンポーネントにおいても、本事業対象流域であるチラ川流域を対象とする。

事業実施においては、各流域における研修において連携を図るものの、各流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、流域ごとに個別実施することとする。

(3) 支援対象者

研修対象者は、受講許容人数に限りがあるため、チラ川流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

また、これまでに開催されてきたこのような研修機会では、農村女性の参画が極めて限られてきたことから、農村女性の参画にも十分に配慮する必要がある。

(4) 活動内容

上記目的を実現するため、本コンポーネントでは下記 4 つの研修「河岸保護活動の知識に係る研修」、「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」、「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」、「洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修」を実施することを提案する。

1) 活動1「河岸保護活動の知識に係る研修」

コース	a) 構造物維持管理に係る実習・講習 b) 河岸植物の取り扱いに係る実習・講習 c) 侵食の予防と軽減および天然資源の管理に係る実習・講習
目的	a) 既往および本プロジェクトによって工事・建設される構造物に対する適切な維持管理技術を現地住民が習得すること。 b) 洪水制御に係る河岸植物の役割についての適切な知識を現地住民が習得すること。 c) 土壌侵食および天然資源の適切な知識をふまえ、適切な管理体制および予防策・軽減策を現地住民が習得すること。
対象者	a) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者 b-c) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 12 回 (1 回当たり 6 時間) b) 各流域において全 12 回 (1 日 5 時間) c) 各流域において全 26 回 (1 日 3 時間)
講師	a) 既往構造物の工事建設請負業者、本プロジェクトの工事建設請負業者、MINAG および州政府農業局の技術者 b-c) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者 (大学教員、研究機関研究員、NGO、等)
内容	a-1) 既存の河岸防災構造物に係る適切な維持管理技術 a-2) 建設工事に係る維持管理技術 (排水堆積処理、取水堰や用水路、等) b-1) 河岸植物と防災に係るメカニズム b-2) 河岸植物管理による洪水被害軽減策 b-3) 河岸植物管理による環境影響への予防と軽減策 c-1) 既往農業システムにおける土壌侵食に対する評価 c-2) 既往農業システムにおける天然資源に対する評価 c-3) 適切な技術による土壌侵食の予防および軽減策 c-4) 災害予防向け天然資源の活用策 c-5) 環境に配慮した天然資源の活用策 c-6) 水資源の有効利用方法 c-7) 農業システムの調整 (協同耕作、輪作、連作等)

2) 活動2「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」

コース	a) 危機管理計画策定に係る実習・講習 (第1期) b) 危機管理計画策定に係る詳細な実習・講習 (第2期)
目的	a) 現地住民の参画を基本としたコミュニティ防災および危機管理プランの策定にむけた知識及び技術を習得すること。 b) 上記 a)の補完
対象者	a-b) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 19 回 (1 日 4 時間) b) 各流域において全 34 回 (1 日 5 時間)
講師	a-b) MINAG および州政府農業局の技術者、コミュニティ開発専門家、ファシリテーター (住民参加)
内容	a-1) 危機管理計画策定マニュアル a-2) 危機管理に係る現況分析・課題分析 a-3) 住民参加型コミュニティ開発の手法 a-4) 危機管理計画 (案) 策定のデモンストレーション b-1) 生態学的地域計画 b-2) 危機管理計画 b-3) 活動計画策定

3) 活動3 「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」

コース	a) 溪谷（山腹）保全技術 b) 植林用苗木栽培技術 c) 植林用苗木植え付け技術 d) 森林資源管理・保全
目的	a) 河川堆積対策を促進するため、各流域の状況に沿った山腹部の適切な保全技術を現地住民が習得すること。 b) 植林用苗木を栽培する技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 c) 植林用苗木の植付技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 d) 森林資源の管理・保全技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。
対象者	a-d) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 12 回（1 日 5 時間） b-d) 各流域において、本研修を含め河川堆積対策向け溪谷（山腹）管理に係る 3 つの研修にて合計 40 回（1 日 5 時間）
講師	a-d) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）
内容	a-1) 溪谷地域における土壌の特性と保全 a-2) 山腹部の農林システム a-3) 山腹部の牧草システム a-4) 伝統的な植物群の再生方法 a-5) 山腹部の保全対策および軽減策 b-1) 地域適性の高い樹木の選定 b-2) 苗床技術 b-3) 苗木栽培技術 b-4) コミュニティ管理による苗床設置計画 c-1) 植林予定地の検討 c-2) 苗木植え付け技術 c-3) 土壌管理技術 c-4) 剪定技術 c-5) コミュニティ植林管理計画 d-1) 植林による洪水対策 d-2) 植林苗木の保全と運用計画 d-3) 林産物の運用計画 d-4) コミュニティ植林管理計画

4) 活動4 「洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修」

コース	a) 危機管理および予警報システム情報網 b) 地方自治体・水利組合等との共同研修
目的	a) 災害を受けやすい状況にある現地住民が災害予防の段階から災害発生時、災害発生後も含めて危機管理対策を習得すること。 b) 洪水被害に対する危機管理能力を高めるため、地方自治体、水利組合、集落、現地住民間における連携体制の構築を図ること。
対象者	a-b) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 全 12 回（1 日 5 時間） b) 全 12 回（1 日 5 時間）
講師	a-b) MINAG および州政府農業局の技術者、予警報システム導入請負業者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）
内容	a-1) 洪水危機の現況把握 a-2) 予警報システムを含めた洪水対策の総合的管理 a-3) 予警報システムにおける住民参加計画 a-4) 予警報システムにおけるコミュニティ危機管理計画 b-1) 予警報システムを含めた情報網の構築

	b-2) 予警報システムにおける連携体制の構築と役割分担
	b-3) 予警報システムを含めて地域危機管理計画の策定

(5) 事業費用および期間

チラ川における上記活動にかかるコスト（見込み）は、表-4.3.3-1 のとおりであり、S/185,275（案）を見込む。

また、事業期間は構造的および非構造的対策の進捗を鑑みながら決定すべきであるが、概ね2年での実施を想定する。

表-4.3.3-1 技術支援の内容と直接費用

項目	活動	形態	溪谷数	費用計(S/)	第1年度費用	第2年度費用
	選択肢 1					
1.00	河岸保護活動の知識に係る研修					
1.1.	構造物維持管理に係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
1.2.	河岸植物の取り扱いに係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
	侵食の予防と軽減に係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
	天然資源の管理に係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
2.00	洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修					
2.1	危機管理計画策定に係る実習・講習	実習・講習	1	8,370	4,185	4,185
2.2	上記に係る詳細実習・講習					
	生態学的地域計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	危機管理計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	資源管理計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	活動計画策定	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	気象学的管理計画(ピウラ溪谷対象)	実習・講習	1	20,725	10,363	10,363
	水文学的管理計画(ピウラ溪谷対象)	実習・講習	1	20,500	10,250	10,250
3.00	河川堆積対策向け溪谷(山腹)管理に係る研修					
3.1	溪谷(山腹)保全技術					
	植林用苗木栽培技術	実習・講習	1	7,500	3,750	3,750
	植林用苗木植え付け技術	実習・講習	1	7,900	3,950	3,950
	森林資源管理・保全	実習・講習	1	7,900	3,950	3,950
3.2	パンフレット等資料の配布					
		実習・講習	1	3,600	1,800	1,800
4.00	洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修					
4.1	危機管理および予警報システム情報網	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
4.2	地方自治体・水利組合等との共同研修	実習・講習	1	5,580	2,790	2,790
	合計			185,275	92,638	92,638

出典: JICA調査団

(6) 実施計画

本コンポーネントの実施に当たっては、本事業の実施機関である農業省水インフラ総局(DGIH-MINAG)が、州政府農業局(DRA)や水利組合など各流域の関連諸機関と連携して中心的な役割を担う。円滑な事業活動を実現するため、下記のような業務担当に留意する必要がある。

- ・ 農業省水インフラ総局(DGIH-MINAG)は、本コンポーネントの実施に当たり、各流域を管轄する農業省中央管理局および各流域に該当する州政府農業局(DRA)の協力を得て本コンポーネントの実施に当たる。
- ・ 事業運営管理においては、農業省水インフラ総局は、類似経験を豊富に有する農業省管轄のPSI(農業省灌漑サブセクタープログラム)と調整しながら進める。
- ・ ペルー国家防災庁(INDECI)や地方自治体の下、市民防衛委員会を通じて、同様の危機管理計画を作成し始めている地方自治体もあることから、農業省水インフラ総局(DGIH-MINAG)は各流域における既往計画と齟齬のないような調整を図る必要がある。
- ・ 各研修の運営管理に当たっては、各流域における地方自治体の協力を得ながら、水利組合(特に、能力向上・コミュニケーション課)が、現場レベルでの円滑な活動を支援する。

- 各研修の講師およびファシリテーター等は、各流域が位置する州政府災害対策局、ANA、AGRORURAL（農業省農村農業生産開発プログラム）、ペルー国家防災庁（INDECI）等関連諸機関の各専門家およびコンサルタント（インターナショナルおよび国内）を通じて実施される。

4.4 コスト

4.4.1 コストの算出(民間価格)

(1) 事業費の構成

事業費の構成はつぎのとおりである。

- ① 直接工事費 = 工事種別毎の工事数量 x 工事単価の合計
- ② 共通仮設 = ① x 10%
- ③ 工事費-1 = ① + ②
- ④ 諸経費 = ③ x 15%
- ⑤ 利益 = ③ x 10%
- ⑥ 工事費-2 = ③ + ④ + ⑤
- ⑦ 税金 = ⑥ x 18% (I G V)
- ⑧ 建設費 = ⑥ + ⑦
- ⑨ 環境対策費 = ⑧ x 1%
- ⑩ 詳細設計費 = ⑧ x 5%
- ⑪ 施工管理費 = ⑧ x 10%
- ⑫ 事業費 = ⑧ + ⑨ + ⑩ + ⑪

(2) 直接工事費

チラ川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.1-1 に示す。なお構造物対策 Chira-5 は灌漑水路の保護のための護岸工であるが、再度の現地調査の結果、Chira-6 の施工により Chira-5 沿いの現河道が付け替えられ、Chira-5 の計画護岸工の下流端で現河道に合流する事となるので、この護岸工は不要と判断して対策より除外した。また Chira-6 についてはピウラ州政府により同様のプロジェクトが開始されたので本プロジェクトから除外する。

(3) 事業費

事業費は表-4.4.1-2 に示すように 64.0 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工、洪水予警報および技術支援コストも含まれている。なお構造物完成後に毎年必要となる維持管理費は建設費の 0.5% と仮定する。

表-4.4.1-1 直接工事費総括表 (民間価格)

Cuenca 流域名	Puntos críticos リティカル・ポイント	ク	Medidas 対策	Costo directo 直接工事費計 (1)	
Rio Chira	1	0.0K~4.0K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	8,442,000
	2	11.75K~12.75K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	15,480,000
	3	24.5K~27.0k	Defensa ribereña	築堤・護岸工	6,075,000
	4	64K~68K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,400,000
	5	97.5K~98.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	0
	6	99K	Defensa ribereña+Descolmatación	築堤・護岸工・河床掘削	0
SUB TOTAL				32,397,000	

表-4.4.1-2 事業費 (民間価格)

流域名	MEDIDAS ESTRUCTURALES 構造物対策											MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策			ASISTENCIA TECNICA 能力開発	(16) = (12)+(13)+(14)+(15)
	COSTO DIRECTO (直接工事費)			COSTO INDIRECTO (間接工事費)								INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費	REFORESTACION Costo Total 植林/植生回復 事業費	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報 事業費	CAPACITACION Costo Total 防災教育 事業費	
	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Tecnico	Supervisión					
	直接工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15 x (3)	利益 (5) = 0.1 x (3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18 x (6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9)=0.01 x (8)	詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	施工管理費 (11) = 0.1 x (8)					
CHIRA	32,397,000	3,239,700	35,636,700	5,345,505	3,563,670	44,545,875	8,018,258	52,564,133	525,641	2,628,207	5,256,413	60,974,394	101,892	2,640,213	314,273	64,030,772

4.4.2 コストの算出(社会価格)

(1) 直接工事費

チラ川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.2-1 に示す。民間価格直接工事費を変換係数により社会価格に変換した。

(2) 事業費

事業費は表-4.4.2-3 に示すように 51.7 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工、洪水予警報および技術支援コストも民間価格より変換して含めている。

表-4.4.2-1 直接工事費総括表 (社会価格)

Cuenca 流域名	Puntos críticos リティカル・ポイント	ク	Medidas 対策	Precio Privado 民間価格 (PP)	Factor de Corrección 係数 (fs)	Precio Social 社会価格 (PS) = (fs)*(PP)	
Rio Chira	1	0.0K~4.0K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	8,442,000	0.804	6,787,368
	2	11.75K~12.75K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	15,480,000	0.804	12,445,920
	3	24.5K~27.0k	Defensa ribereña	築堤・護岸工	6,075,000	0.804	4,884,300
	4	64K~68K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,400,000	0.804	1,929,600
	5	97.5K~98.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	0	0.804	0
	6	99K	Defensa ribereña+Descolmatación	築堤・護岸工・河床掘削	0	0.804	0
SUB TOTAL				32,397,000		26,047,188	

表-4.4.2-2 事業費 (社会価格)

流域名	MEDIDAS ESTRUCTURALES 構造物対策											MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策		ASISTENCIA TECNICA 能力開発	(16) = (12)+(13)+(14)+(15)	
	COSTO DIRECTO (直接工事費)			COSTO INDIRECTO (間接工事費)								INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費	REFORESTACION Costo Total 植林/ 植生回復 事業費	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報 事業費		CAPACITACION Costo Total 防災教育 事業費
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9) = 0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)	(13)	(14)		(15)
CHIRA	26,047,188	2,604,719	28,651,907	4,297,786	2,865,191	35,814,884	6,446,679	42,261,563	422,616	2,113,078	4,226,156	49,023,413	81,648	2,343,438	272,506	51,721,005

4.5 社会評価

4.5.1 民間価格

(1) 便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合 (Without-the-project) と実施した場合 (With-the-project) の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を 50 年として、洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。ペルー国における洪水対策ガイドライン (GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRICOLAS O URBANAS、4.1.2p-105) においても同様の方法が規定されている。

具体的な便益の算定方法は

- ① 事業を実施しない場合の氾濫解析を洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに行い、氾濫地域における洪水被害額を算出する。次に
- ② 重点洪水対策施設 (Chira-1~Chira-6, Chira-5 を除く) を配置した状態で同様の氾濫解析を行い、氾濫区域における洪水被害を算出する。
- ③ ①と②の差に、堤防以外の施設 (取水堰、道路護岸、ダム保護など) について算出した便益を加えて合計の便益を算定する。

被害は氾濫による直接被害および構造物被災危険箇所については、その構造物が破損することによる間接被害額 (農作不能、交通遮断による損失等) を便益とする。

1) 被害額の算定方法

本件調査では、表-4.5.1-1 に示す項目を直接被害及び間接被害として設定し、被害額を算定している。

表-4.5.1-1 洪水被害額の算定項目

被害分類	被害項目	適用
(1)直接被害	①農作物被害	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水期における畑作物 農作物に関する洪水被害は、浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定 ・農地及び水路等の農業用施設 ・農地土砂流出被害資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定
	②水利構造物への被害	・取水堰及び水路等の水利構造物の破損による被害額
	③道路被害	・道路に関する洪水被害は、流通に関する被害を算出する。
	④家屋被害	<ul style="list-style-type: none"> ・居住用及び事業所用の建物 資産額に水深に応じた被害率を乗じて算出。 家屋：居住用及び事業所用の建物 家庭用品：家具・家電製品・衣類・自動車等 住宅及び商店の家屋、資産、在庫に関する洪水被害は、洪水による浸水深によって被害係数を乗じることにより算出する。
	⑤公共施設被害	<ul style="list-style-type: none"> ・道路、橋梁、下水道及び都市施設 ・学校、教会等の公共施設の被害を算出する。 一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、公共土木施設等の被害額を算定
	⑥公共サービス被害	・電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設
(2)間接被害	①農業へ被害	<ul style="list-style-type: none"> ・水利構造物破損により農業用水供給ができなることによる被害を想定 ・水利構造物の新設、修理費用を直接被害として産出する。
	②交通遮断による被害	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水により破壊された道路の交通遮断による被害を想定 ・道路の補修、新設費用を直接被害として算出する。

A.直接被害

直接被害は、資産額に氾濫水深による被害係数を乗じることにより算出する。

B.間接被害

間接被害については、取水堰の破損による影響と道路の崩壊による影響を考慮した。被害額算出の考え方は以下のとおりである。

a.堰の破損

堰の破損については、堰の新設、修復にかかる直接被害と農業用水が供給不能になることにより農作物の収穫が損なわれることを想定した農作物被害額の間接被害との総和を被害額として算定する。

①施設コストの算出

施設コスト=単位取水量当り施設建設費×規模（流量、施設延長）

単位当り施設建設費：取水堰、水路は、既往施設の取水量と施設整備費用（新設、補修）の資料を収集し、その相関性を検討して単位当り費用を設定

施設は 1/10 確率流量で全損するとして算定

②農作物被害

灌漑区域で耕作されている農作物毎に年間収益額を算出

年間収益額 = (作物収穫高 - コスト) × 年間収穫回数

作物収穫高 = 作付け面積(ha) × 単位収穫量(kg/ha) × 取引単価

コスト=単位面積当りのコスト(S/ha)×作付け面積(ha)

b.道路の被災

交通遮断による損失を算定する。

被害額=直接被害額+間接被害額

直接被害額：道路の建設コスト（新設、補修）

間接被害額：道路の崩壊により通行不能となった場合の機械損失費用（車の損料+人件費ロス）

通行不能期間を5日間として算出（ペルー国では一般的に5日間程度で仮設道路が整備される。）

2) 確率規模別想定被害額

チラ川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.1-2に示す。

表-4.5.1-2 想定洪水被害額（民間価格）

		Chira
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	0
	5	349,698
	10	427,001
	25	485,714
	50	562,385
	Total	1,824,797
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	0
	5	333,585
	10	411,472
	25	471,293
	50	525,002
	Total	1,741,353

3) 年平均被害軽減期待額

流量規模別に求めた被害軽減額に、流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定する。

洪水は確率的に発生するため、毎年の便益は年平均被害軽減期待額として算出する。その計算方法は以下のとおりである。

表-4.5.1-3 年平均想定被害軽減期待額の算定方法

生起確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害軽減額
	事業無し	事業有り	被害軽減額			
1/1			$D_0=0$			
1/2	L_1	L_2	$D_1=L_1-L_2$	$(D_0+D_1)/2$	$1-(1/2)=0.500$	$d_1=(D_0+D_1)/2 \times 0.67$
1/5	L_3	L_4	$D_2=L_3-L_4$	$(D_1+D_2)/2$	$(1/2)-(1/5)=0.300$	$d_2=(D_1+D_2)/2 \times 0.300$
1/10	L_5	L_6	$D_3=L_5-L_6$	$(D_2+D_3)/2$	$(1/5)-(1/10)=0.100$	$d_3=(D_2+D_3)/2 \times 0.100$
1/20	L_7	L_8	$D_4=L_7-L_8$	$(D_3+D_4)/2$	$(1/10)-(1/20)=0.050$	$d_4=(D_3+D_4)/2 \times 0.050$
1/30	L_9	L_{10}	$D_5=L_9-L_{10}$	$(D_4+D_5)/2$	$(1/20)-(1/30)=0.017$	$d_5=(D_4+D_5)/2 \times 0.017$
1/50	L_{11}	L_{12}	$D_6=L_{11}-L_{12}$	$(D_5+D_6)/2$	$(1/30)-(1/50)=0.013$	$d_6=(D_5+D_6)/2 \times 0.013$
1/100	L_{13}	L_{14}	$D_7=L_{13}-L_{14}$	$(D_6+D_7)/2$	$(1/50)-(1/100)=0.010$	$d_7=(D_6+D_7)/2 \times 0.010$
Expected Annual Average of Damage Reduction				$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+d_7$		

チラ川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.1-4 に示す。

表-4.5.1-4 年平均被害軽減期待額（民間価格）

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 =年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合①	事業を実施した場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CHIRA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0	0	
	5	0.200	349,698	333,585	16,113	8,056	0.300	2,417	2,417
	10	0.100	427,001	411,472	15,529	15,821	0.100	1,582	3,999
	25	0.040	485,714	471,293	14,421	14,975	0.060	898	4,897
	50	0.020	562,385	525,002	37,382	25,901	0.020	518	5,415

(2)社会評価

1) 目的及び評価指標

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。内部収益率 (IRR) は事業への投資の効率性を示す指標である。IRR は、事業によって発生する費用の現在価値を便益の現在価値と同額にすることによる割引率と定義され、純現在価値(NPV)を0に、また B/C を1にする割引率であり、投資が何%の収益をもたらすかを示す。経済評価において用いられる内部収益率は

経済的内部収益率(IRR)と呼ばれる。市場価格は市場の歪みの影響を除去して経済価格（いわゆる社会価格）に変換される。

内部収益率、B/C 及び純現在価値は、下表の数式によって計算される。IRR が社会的割引率、B/C が 1、または NPV が 0 を超えた場合、その事業は国民経済の成長の観点から効率的であると判断される。

表-4.5.1-5 費用便益分析の評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV: Net Present Value)	$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ・事業実施による純便益の大きさを比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
費用便益費 (CBR: Cost Benefit Ratio)	$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$	<ul style="list-style-type: none"> ・単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
経済的内部収益率 (IRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 ・社会的割引率の影響を受けない。
ここで、Bi: 第 i 年目の便益、Ci: 第 i 年目の費用、r: 社会的割引率(10%) n: 評価年数		

2) 前提条件

経済評価を実施する上での各指標の前提条件は以下のとおりである。

i) 評価期間

評価期間は 2013 年～2027 年（建設着手後 15 年）である。事業実施の想定スケジュールは以下のとおりである。

- 2012 年：詳細設計
- 2013 年～2014 年：建設
- 2013 年～2027 年：評価対象期間

ii) 標準変換係数 (SCF)

標準変換係数とは、その国の経済の全ての財に関して、国境において計算された社会経済価格と国内の民間価格の比率である。国内で調達された財やサービスを SCF を適用して経済価格に変換する。本調査では SCF として以下の値を使用する。

- 堤防 0.804
- 蛇籠 0.863
- 取水堰 0.863

また、市場価格から社会経済価格の変換に当たっては消費税を考慮しない。

iii) その他の前提条件

- 価格水準: 2011 年
- 社会的割引率: 10%
- 年間維持管理費: 建設費の 0.5%

3) 費用対効果分析

治水施設の整備及び維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益（被害軽減額）を、社会的割引率を用いて現在価値化して比較する。このため、評価時点を現在価値化の基準とし、本事業の着手開始から15年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

表-4.5.1-6 に民間価格における B/C、NPV、IRR の計算結果を示す。

表-4.5.1-6 社会評価 (B/C、NPV、IRR) (民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	70,400,707	31,791,564	64,030,772	3,416,669	0.55	-25,662,760	0.6%

4.5.2 社会価格

(1) 便益

1) 確率規模別想定被害額

チラ川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.2-1 に示す。

表-4.5.2-1 想定洪水被害額 (社会価格)

Caso ケース	t	Precios Sociales / Chira
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	0
	5	407,180
	10	494,866
	25	563,929
	50	649,089
	Total	2,115,064
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	0
	5	384,769
	10	473,618
	25	544,283
	50	605,046
	Total	2,007,716

2) 年平均被害軽減期待額

チラ川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.2-2 に示す。

表-4.5.2-2 年平均被害軽減期待額（社会価格）

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計＝年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CHIRA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	
	5	0.200	407,180	384,769	22,410	11,205	0.300	3,362	3,362
	10	0.100	494,866	473,618	21,248	21,829	0.100	2,183	5,544
	25	0.040	563,929	544,283	19,646	20,447	0.060	1,227	6,771
	50	0.020	649,089	605,046	44,043	31,844	0.020	637	7,408

(2) 社会評価

表-4.5.2-3 に社会価格における計算結果を示す。

表-4.5.2-3 社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）

	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害 軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	96,306,401	43,490,062	51,721,005	2,747,002	0.94	-2,911,709	9%

4.5.3 社会評価のまとめ

チラ川流域の社会評価は社会価格において経済効果が認められない。金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としても以下が上げられる。

- ① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
- ② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
- ③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
- ④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
- ⑤ 農地価格の上昇

以上の経済評価から、経済効果が認められないので金銭的効果以外の効果が有るとしても本プロジェクトを実施することは困難である。

4.6 感度分析

(1) 目的

社会経済状況の変動による将来の不確実性に対応するため、感度分析を実施する。費用便益分

析においては、評価対象事業に係る将来の費用と便益を予測する必要がある。しかし、公共事業には、計画から共用までに要する事業期間や、共用後の耐用年数が長いという特性があり、将来の費用や便益に大きな影響を及ぼす不確実な要因が多数存在するため、これらを確定的に予測することはできない。そのため、事前に設定した前提条件や仮定が現実と乖離し、費用便益分析の結果が実際の事業の効率性と乖離することも少なくない。したがって、不確実性を伴う費用便益分析の結果は、本来、一つのシナリオから算出される絶対的、一義的なものではなく、幅を持ったものとして算出し、示すことが望ましい。これに対応する手法として、感度分析が挙げられる。

感度分析を実施し、費用便益分析の結果に幅を持って示すことにより、事業の適切な執行管理や国民へのアカウントビィティーを果たすとともに、事業評価の精度や信頼性の向上を図る。

(2) 感度分析の実施

1) 感度分析の概要

感度分析には、表-4.6-1 に示すような3つの手法がある。

表-4.6-1 感度分析手法

感度分析の手法	各手法の概要	アウトプット
要因別感度分析	分析で設定した前提条件や仮定のうち、一つだけを変動させた場合の分析結果への影響を把握する。	一つの前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
上位ケース・下位ケース	分析で設定した前提条件や仮定のうち、主要なもの全てを変動させた場合に、分析結果が良好になる場合や悪化する場合は設定し、分析結果の幅を把握する手法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
モンテカルロ感度分析	分析で設定した前提条件や仮定の主要なもの全ての変数に確率分布を与え、モンテカルロシミュレーションによって、分析結果の確率分布を把握する方法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果の確率分布

2) 感度分析の検討内容

本事業においては、一般的に公共事業投資において採用されている要因別感度分析を採用し、実施する。感度分析を行う検討ケース及び経済指標は以下のとおりとする。

表-4.6-2 感度分析の検討ケース及び経済指標

指 標	要因変動幅	評価する経済指標
建設費	建設費が 5% 及び 10% 上昇した場合	IRR、NPV、B/C
便益	便益が 5% 及び 10% 下落した場合	IRR、NPV、B/C
社会的割引率	社会的割引率が 5% 上昇した場合及び 5% 下落した場合	NPV、B/C

3) 感度分析結果

表-4.6-3 に民間価格および社会価格における各検討ケースについて感度分析結果を示す。

表-4.6-3 IRR、B/C、NPV の感度分析結果

流域名	Item	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
			Cost increase 5%	Cost increase 10%	Benefit decrease 5%	Benefit decrease 10%	Discount rate increase 5%	Discount rate decrease 5%
民間価格	CHIRA	IRR (%)	0.6%	-	-1%	-	-	0.6%
		B/C	0.55	0.53	0.50	0.53	0.50	0.43
		NPV(s)	-25,662,760	-28,535,476	-31,408,193	-27,252,338	-28,841,917	-30,786,945
社会価格	CHIRA	IRR (%)	9%	8%	7%	8%	7%	9%
		B/C	0.94	0.89	0.85	0.89	0.84	0.72
		NPV(s)	-2,911,709	-5,231,797	-7,551,886	-5,086,212	-7,260,715	-12,054,326

(3) 感度分析評価

本プロジェクトにおける社会経済状況の変化にともなうプロジェクトへの影響は民間価格および社会価格のいずれについても検討した感度分析の結果によれば費用、便益および割引率が多少変化しても IRR、B/C、NPV の数値の変動は小さく、かつ経済効果は認められない事業である。ただし社会価格における Case 6 (割引率が 5% の場合) においてのみ経済効果が認められる。

4.7 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府（DGIH）と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。建設費用の分担は中央政府（DGIH）と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する。一般的な分担率は中央政府（DGIH）が 80%、水利組合 10%、地方政府 10%であるが、水利組合と地方政府の分担割合は協議により決定される。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

表-4.7-1 に最近のチラ川流域の水利組合の予算を示す。

表-4.7-1 水利組合の事業予算

河川	年予算				(単位 S)
	2006	2007	2008	2009	4 カ年平均
チラ川	30,369.84	78,201.40	1,705,302.40	8,037,887.44	2,463,008

(1) 収益性

チラ川における事業費は 64.0 百万ソルであるが、経済効果については社会価格で $B/C=0.94$, $NPV=-2.9$ 百万ソレス、内部収益率 9%となっており、経済効果は認められない。

(2) 維持管理費

2008 年をベースとして本事業で必要となる年間維持管理費は建設費の 0.5%とするとチラ川においては S/263,000 である。一方、水利組合の最近 4 カ年の平均事業費は 2,463,008 となっている。

水利組合の年間予算に占める年間維持管理費は約 10.75%であり、水利組合の資金面の維持管理能力からは十分に持続可能性があると判断される。

しかしながら基本となる事業の経済効果が認められないので、事業の実現は困難である。

4.8 環境インパクト

4.8.1 環境影響評価の手続き

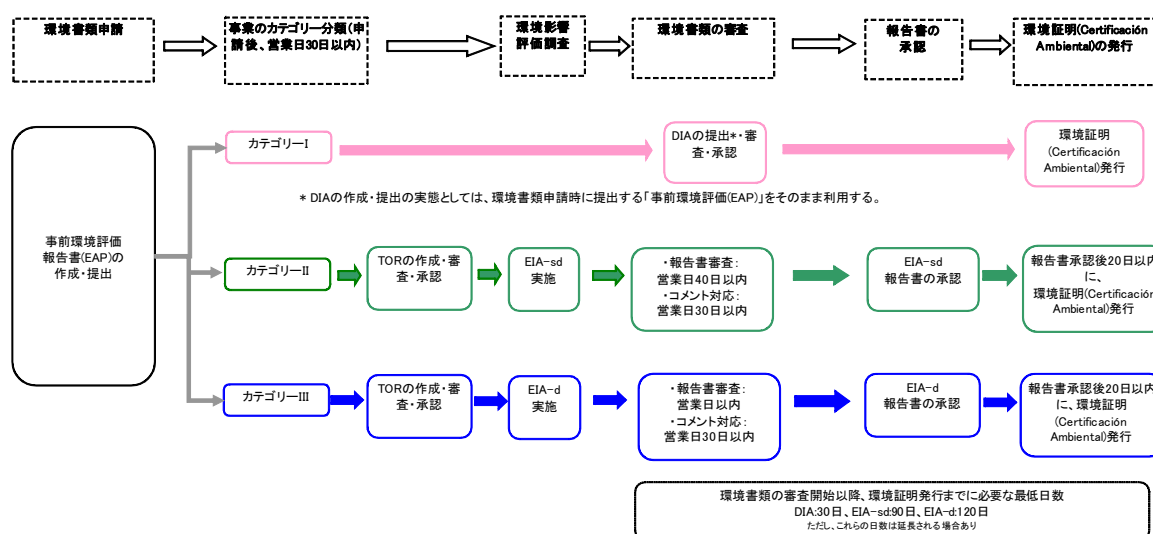
ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて 3 つのカテゴリーに分類する。環境への影響が軽度であるカテゴリーIについては「環境影響宣言報告書 (Declaración de Impacto Ambiental: DIA)」、カテゴリーII の事業は「準詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado: EIA-sd)」、カテゴリーIII の事業に関しては、「詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Detallado: EIA-d)」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

表-4.8.1-1 環境影響に基づくカテゴリー分類

	事業による環境影響の度合い	環境証明取得に必要な報告書
カテゴリーⅠ	環境に軽度の負の影響を与える事業	DIA
カテゴリーⅡ	環境に中程度の負の影響を与えるが、容易な方策によりその影響を予防・緩和することができる事業	EIA-sd
カテゴリーⅢ	環境に量的・質的に重度な負の影響を与え、その影響を評価するのに詳細な調査を必要として、影響を予防・緩和するために環境管理戦略を提案する必要がある事業	EIA-d

出典：SEIA 法（2001年）を基に JICA 調査団作成

環境書類の申請、カテゴリー分類、環境影響調査の TOR 作成・承認、調査の実施、報告書の審査・承認、「環境承認」発行の一連のプロセスを、次の図で示す。



出典：SEIA 法ガイドライン（2009年）及び DGAA への聞き取りを基に JICA 調査団作成

図-4.8.1-1 農業省における環境承認取得までのプロセス

まず、事業実施主体が事前環境評価（Evaluación Ambiental Preliminar: EAP）報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリーⅠに分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリーⅡ及びⅢに分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる。農業省セクターの事業については、環境総局（Dirección General de Asuntos Ambientales: DGAA）への聞き取りによると、事業実施主体が両調査の TOR を提案し、DGAA から承認を受ける（承認は営業日 20 日以内に出される）。EIA-sd については、報告書審査開始から「環境承認」取得までに営業日 90 日、EIA-d については営業日 120 日が必要とされているが、SEIA 法ガイドラインによるとこれらの日数は、事業の規模や管轄省庁の諸事情により延長される可能性がある。

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によ

りチラ川流域については2010年12月から2011年1月にかけて実施された。

EAPは2011年1月25日に調査団よりDGIHに提出され、DGIHからDGAAには2011年7月19日に提出された。

チラ川流域のEAPについてDGAAが審査を行い、2011年9月9日にDGIHへコメントが出された。調査団はこのコメントに対してEAPの修正を行い、同年9月21日DGAAに提出した。DGAAはこれの審査を終了し、2011年12月6日に承認レターを出し、チラ川流域はカテゴリーIに分類された。したがってチラ川について更なる環境影響評価は必要ない。

本節では本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を事前環境評価の結果と、JICA調査団員の現地踏査及び聞き取り調査の結果に基づき作成した。

本事業の中で計画されている工事内容は、既存堤防の修復、築堤、河道掘削、護岸工、分流堰・取水堰の修復・改良、河道拡幅である。表-4.8.1-2は、チラ川において計画されている洪水対策工事（選択肢）をまとめたものである。

表-4.8.1-2 工事实施予定地

対象河川	クリティカルポイント		保全対象		対策(暫定案)	施設規模	対象範囲
チラ川	Chira1	0.0k-4.0k	護岸	農地 天然ガス	護岸工	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:4000m	0.0km~4.0km(左岸)
	Chira2	11.75k-12.75k	河岸侵食	道路		高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:1,000m	11.75km~12.75km(右岸)
	Chira3	24.5k-27.0k	護岸	農地	河床掘削	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:2,500m	24.5km~27.0km(右岸)
	Chira4	64.0k-68.0k	河道掘削	農地		掘削幅:100m 掘削深:1.0m 延長:1,000m	64.0km~68.0km(全体)

出典：JICA調査団作成

4.8.2 環境影響評価の方法

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法を説明する。まず、河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のためにLeopoldマトリックスを作成した。

環境レベル（自然環境、生物環境、社会環境）及びプロジェクトレベル（建設期間、維持管理期間）に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度（強度、範囲、発現期間、可逆性）に基づき数値化し、環境影響値をだした。表-4.8.2-1は、影響の評価（数値化）に用いた基準である。

表-4.8.2-1 Leopold マトリックスー評価基準

評価変数		点数	
環境影響の性質	正(+)	+	
	負(-)	-	
環境影響の発現可能性	高(50%>)	1	
	中(50%>10%)	0.5	
	低<10%	0.2	
環境影響の程度	強度	大	10
		中	5
		小	2
	範囲	間接的に影響を受ける範囲	10
		直接的に影響を受ける範囲	5
		事業実施地	2
	発現期間	10年以上	10
		5~10年	5
		1~5年	2
		なし	10
可逆性	部分的にあり	5	
	あり	2	

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

表-4.8.2-2 影響の大きさの程度の基準

環境影響値	顕著の度合い
15以下	あまり顕著でない
15.1-28	顕著である
28以上	極めて顕著である

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

4.8.3 環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価

ここでは、チラ川流域における影響評価の結果をまとめ、その次に特に顕著な影響について説明する。その後、チラ川流域の EAP で作成したマトリックスの要約を載せる。

チラ川において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点 (97%) の影響は、負の性質を持ち、2 点 (3%) の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。これらの点数は、表-4.8.3-2 を利用して算出した。影響の程度に関係なく、影響を与えるか与えないかで点数をつけている。なお、表中の「N」は「負の影響」、「P」は「正の影響」を示す。

表-4.8.3-1 影響の認識マトリックス (建設期間)

		建設期間の期間	工事中小の規模(基礎は打込み、区画整理、地盤改良)	河川の掘削(掘削)	河川の掘削と掘り上	河川の掘削と掘り上	土工工事(コンクリート工事)	新築または改修工事の維持管理	大量の掘削土(掘削土)の維持管理	工事期間中の維持管理	新築工事の建設	工事終了後の維持管理の建設	負の影響の合計	正の影響の合計		
		影響の程度	1-4	1-4	1-4	3	1,2,4	1,3	1-4	1-4	1-4	1-4				
自然環境	大気	粉塵(PM-10)		N	N	N	N		N	N		N	N	8	0	
		排気ガス		N	N	N	N		N	N		N	N	8	0	
	騒音	騒音		N	N	N	N		N	N		N	N	10	0	
	土壌	安定性		N						N	N				3	0
		土地利用性		N						N	N				3	0
	水	地表水質			N	N	N								4	0
地表水量							N			N				2	0	
地形・河川地形		河川地形			N	N	N		N						4	0
	地形			N					N					2	0	
生物環境	植物	陸上植物		N						N				2	0	
		水生植物			N	N	N		N					4	0	
	動物	陸上動物		N						N				2	0	
		水生生物			N	N	N		N	N				4	0	
社会経済環境	社会	景観		P					N	N				2	0	
		生活の質		P							N	N		3	1	
	経済	脆弱性・安全性		P										0	0	
		経済活動人口		P										0	1	
	土地の利用												0	0		
合計			2	3	7	7	7	3	10	8	3	4	4	82	2	
%														87%	3%	

出典：事前環境評価 (チラ川流域)

維持管理期間には 14 点の影響が予測される。そのうち 4 点 (29%) が負の影響、10 点 (71%) が正の影響である。4 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。点数の算出方法は、先に掲載した建設期間中の方法と同じである。

表-4.8.3-2 影響の認識マトリックス - チラ川 (維持管理期間)

			掘削工 1,2,3	河川掘削 4	負の影響	正の影響
自然環境	大気	粉塵(PM-10)			0	0
		排気ガス			0	0
	騒音	騒音			0	0
	土壌	安定性			0	0
		土地利用性			0	0
	水	地表水質			0	0
地表水量		P	P	0	2	
地形・河川地形		河川地形	N	N	2	0
	地形			0	0	
生物環境	植物	陸上植物			0	0
		水生植物			0	0
	動物	陸上動物			0	0
		水生生物	N	N	2	0
社会経済環境	社会	景観	P	P	0	2
		生活の質	P	P	0	2
	経済	脆弱性・安全性	P	P	0	2
		経済活動人口			0	0
	土地の利用	P	P	0	2	
合計			7	7	4	10
%					29%	71%

表-4.8.3-3 環境影響評価のマトリックス (建設期間) チラ川流域

		工事計画	チラ川流域										
			地元住民の雇用	工事サイトの準備 (雑草切り払い、区画策定、地ならし)	河川の転流・困い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬
		環境指標	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1, 2, 3 y 4	Chi 1, 2, y 3	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1-4	Chi 1-4
自然環境	大気	粉塵(FM-10)	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		排気ガス	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	騒音	騒音	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
		安定性	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0
	土壌	土地利用性	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0
		水	地表水質	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	地形・河川地形	地形	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		河川地形	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	陸上植物	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生生物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
社会経済環境	社会	景観	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		生活の質	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
	経済	脆弱性・安全性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		経済活動人口	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

表-4.8.3-4 環境影響評価マトリックス (維持管理期間) チラ川流域

			チラ川流域	
			Chi1,Chi2,Chi3 (護岸)	Chi4 (河床の掘削)
自然環境	大気	粉塵(PM-10)	0.0	0.0
		排気ガス	0.0	0.0
	騒音	騒音	0.0	0.0
		安定性	0.0	0.0
	土壌	土地利用性	0.0	0.0
		水	地表水質	0.0
	地形・河川地形	地形	26.0	31.0
		河川地形	-25.5	-30.5
地形	地形	0.0	0.0	
	生物環境	植物	陸上植物	0.0
水生植物			0.0	0.0
動物		陸上動物	0.0	0.0
		水生生物	-25.5	-30.5
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0
		脆弱性・安全性	36.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0
土地の利用		36.0	36.0	

表-4.8.3-2、4.8.3-4 で使用している凡例

正の影響			負の影響		
	0 - 15	あまり顕著でない		0 - 15	あまり顕著でない
	15.1 - 28	顕著である		15.1 - 28	顕著である
	28.1 以上	極めて顕著である		28.1 以上	極めて顕著である

チラ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現が予測される 6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Chi4 においては、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.8.5 環境管理計画にて検討する。

4.8.4 環境影響管理

環境影響管理計画は、建設期間と維持管理期間において発現すると予測される顕著な影響及び極めて顕著な影響に対処するための計画である。適切にこれらの計画を実施することにより、負の影響を予防・軽減することになり、また事業の持続性を確保することになる。

建設期間は、チラ川流域において「地元住民雇用計画」、「事業実施サイト管理計画」、「河川転流・囲い堰作業管理計画」、「河岸の掘削・盛り土作業管理計画」、「河床の掘削・盛り土作業管理計画」、「採掘場管理計画」、「大量の掘削土・浚渫土の管理計画」、「労働者・工事事務所の管理計画」、「工事車両交通管理計画」を事業実施主体または工事請負業者が責任を持ち実施する。維持管理期間においては、「河床・水生生物管理計画」を実施することにより河川地形の侵食を抑え、水生生物に適した生息環境を整備する。

次の表は、顕著な影響を与える作業と、それに対する予防・軽減対策をまとめたものである。環境影響管理計画は、顕著もしくは極めて顕著な負の影響を発現すると分析された工事を実施する事業実施対象地において、それに対応する計画を実施する。

表-4.8.4-1 環境影響と予防・緩和策

	影響	対策	期間
自然環境	表流水水質・水量への影響	河川転流・囲い堰作業管理計画 河岸の掘削・盛り土作業管理計画 河床の掘削・盛り土作業管理計画	建設期間
	河川地形への影響	河岸の掘削・盛り土作業管理計画 河床の掘削・盛り土作業管理計画 採掘場管理計画	
	地形への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
	粉塵	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
生物環境	水生生物への影響	河床の掘削・盛り土作業管理計画	維持管理期間
	陸上生物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	建設期間
	陸上植物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
社会環境	生活の質への影響	労働者・工事事務所の管理計画 工事車両交通管理計画 地元住民雇用計画	建設期間
	経済活動人口	地元住民雇用計画	

4.8.5 環境管理計画

(1) フォローアップ・モニタリング計画

フォローアップ計画においては、計画されている環境影響管理計画の実施を確実にする計画である。モニタリング計画は、環境質基準及び排出量基準といった環境基準を満たしていることを確認するために実施する。なお、フォローアップ計画及びモニタリング計画は事業実施主体もしくはその監督下の第三者により責任を持ち実施される¹。

建設期間

建設期間においては、環境影響管理計画のフォローアップのほかに、以下のモニタリングを実施する。

水質・生物多様性モニタリング

河床の掘削及び盛り土といった作業により、河川地形及び水生生物の生息環境に負の影響を与える。したがって、事業実施対象地付近及びその下流の水質及び生物多様性のモニタリングを実施する必要がある。以下の表が、モニタリング計画の概要である。

表-4.8.5-1 水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく) 多様性評価指数: 多様性指数(H)(Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J)(Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典: JICA 調査団作成

¹ 環境基本法 (Ley 28611) 第 74 項、75 項において、事業の実施により発生する全ての環境影響は、事業実施主体が責任を負うこと、そしてそれらの負の環境影響を予防する方策を事前に実施することが決められている。

大気質モニタリング

チラ川流域の事前環境評価の結果によれば、計画されている事業による顕著な大気質汚染は懸念されない。しかしながら、工事により発生する粉塵等は工事従事者及び工事現場に近い住民に影響を与えると考えられる。したがって、大気質のモニタリングを実施することが望ましい。

表-4.8.5-2 大気質モニタリング

	詳細
実施地点	工事現場、河川から離れた場所に位置する採掘場(最大のもの/居住地区付近のもの)、大量の掘削土・浚渫土を設置する場所 計測地の風上と風下に1箇所ずつ計測地を設置
測定項目	PM-10/PM-2.5/CO/NO ₂ /O ₃ /Pb/SO ₂ /H ₂ S
測定頻度	毎3ヶ月
参照基準	D.S. N° 074-2001-PCM(大気質国家基準)
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

騒音モニタリング

各工事現場にて以下の表に基づき騒音のモニタリングを実施する。

表-4.8.5-3 騒音モニタリング

	詳細
測定地点	工事現場で騒音が発生する付近に想定装置を設置
パラメーター	等価平均騒音レベル(ECPNL)をデシベルで表現
奨励する測定方法	IEC 61672, IEC651/804, ANSI S 1.4
測定頻度	毎2ヶ月
基準	騒音国家基準 (ECA) - D.S. N° 085-2003-PCM
実施地域	住宅地
最大騒音値	昼間(7:01 - 22:00): 60 デシベル 夜間(22:01 - 7:00): 50 デシベル
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

維持管理期間

続いて、河床掘削・盛り土等の工事により河川地形と水生生物の生活環境に影響を与える事業については、維持管理期間において河川の水質及び水生生物の多様性をモニタリングする必要がある。

表-4.8.5-4 水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく)
	多様性評価指数: 多様度指数(H')/Shannon-Wiener Index/均衡度指数(J')/Pielou Evanness Index/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	維持管理期間開始後2年間、毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

(2) 事業終了時計画

事業終了時には、工事に使用した機器の撤収、工事を実施した区画や影響を与えた区画の整備をそれぞれの流域において実施する。区画の整備として、汚染された土壌、瓦礫等の廃棄物を撤収し、地形を整え、植物を植えることが考えられる。

(3) 市民参加計画

建設期間及び事業終了時において、それぞれの流域において市民参加の協議を実施する計画を提示する。

- 工事前：事業内容および事業がもたらす便益について、事業対象地の住民に対して説明するためのワークショップの開催。公共スペースに事業の概要・期間・目的・便益等に関する資料を掲示。
- 工事期間：工事の進捗状況の公表。工事期間中に発生する住民からの苦情への対応。その対応は事前に住民との間でコンセンサスをとる必要あり。
- 工事終了時：工事終了を通知するためのワークショップ。住民への建設物の引渡し。

4.8.6 環境影響管理対策実施コスト

上記で提案した環境影響管理対策実施に必要な直接コストはチラ川流域について以下の通りである。なお、詳細設計時に各流域の環境影響管理対策実施予算をさらに詳細に算出する必要がある。

表-4.8.6-1 環境影響管理対策直接コスト

内容	単位	数量	単価(S/.)	小計(S/.)	合計(s/.)
工事車両入口の標識設置	1ヶ月	6	S/. 1,400.0	S/. 8,400.0	S/. 8,400.0
工業廃棄物の運搬	1ヶ月	6	S/. 4,200.0	S/. 25,200.0	S/. 25,200.0
事業対象地の景観保護対策	1ヶ月	6	S/. 2,800.0	S/. 16,800.0	S/. 16,800.0
工事機器の維持管理	1ヶ月	6	S/. 1,960.0	S/. 11,760.0	S/. 11,760.0
工事従事者への騒音対策	1ヶ月	6	S/. 1,120.0	S/. 6,720.0	S/. 6,720.0
環境影響緩和対策実施に必要な運営費	1ヶ月	6	S/. 4,480.0	S/. 26,880.0	S/. 26,880.0
土壌・大気汚染予防のための能力育成	1ヶ月	6	S/. 2,520.0	S/. 15,120.0	S/. 15,120.0
河床状況及び水中生物のモニタリング					S/. 11,239.2
多様性指標モニタリング	回	3	S/. 672.0	S/. 2,016.0	
水量モニタリング	回	3	S/. 588.0	S/. 1,764.0	
T°, pH, OD モニタリング	回	3	S/. 571.2	S/. 1,713.6	
DBO モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総溶解固形分(TDS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総浮遊物質(TSS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
大気質・騒音モニタリング					S/. 37,500.0
排出ガスモニタリング	回	3	S/. 4,500.0	S/. 13,500.0	
粉塵モニタリング	回	3	S/. 5,000.0	S/. 15,000.0	
騒音モニタリング	回	3	S/. 3,000.0	S/. 9,000.0	
合計					S/. 159,619.2

4.8.7 結論と提言

(1) 結論

EAP の結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響に

については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価されている。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

(2) 提言

- 1) 建設工事の時期については乾期に合わせて事業を開始することが好ましい。チラ川は年間を通して水がある河川である（水量の増減あり）ことを考慮に入れる必要がある。また、事業実施対象地の多くが農地の付近に位置するため、各流域における農業のサイクルを考慮したうえで事業を実施する必要がある。それにより、農業機器や農作物の運搬などを行う住民生活への影響を最小限に抑えることができる。
- 2) 生態系への影響についてはチラ川には、フラミンゴが少数ではあるが毎年 11 月～3 月（チラ川の増水期）に飛来する。フラミンゴの飛来時期を避けて工事を実施することにより、フラミンゴの生態への影響を緩和することができる。
- 3) 用地問題については事業対象地域の河川区域が明確にされていない場合には、以下の対応をとる。FS 調査終了後直ちに事業実施主体である農業省 DGIH は、①河川区域を明確にし、②用地取得の対象となる土地及びそこを利用する人の特定化をする必要がある。その後、「用地取得基本法」で規定されているプロセスを実施し、用地取得を行う。また、特定された土地がコミュニティの土地である場合には、住民との協議により合意を形成する必要がある。
- 4) 文化遺産保全に係る手続きについては DGIH は F S 調査終了後直ちに CIRA 取得に必要な手続きを行うことにより、事業開始時まで CIRA を取得する必要がある。
- 5) ジェンダー配慮については流域において女性が置かれている概況より、水利組合の会合への女性の参加はある程度確保されているが、能力強化等のワークショップへの参加は少ない。したがって、本事業に含まれる防災教育・能力強化コンポーネントにおいては、女性の参加を促進するような配慮が必要である。例えば、全ての流域において、女性組織の存在が確認されていることを踏まえ、ワークショップ開催の通達は既存の女性組織を通じて行うことができるだろう。また、開催時間についても出来る限り多くの女性が参加できる時間を調査し、それにあった時間設定をするといった配慮が考えられる。
- 6) 最後に、DGIH が環境承認取得に向けて今後とるべき手段を示す。2011 年 4 月現在、農業省 DGAA が 5 流域の初期環境評価（EAP）報告書を審査している。この審査により事業のカテゴリー分類がされる。カテゴリー I に分類された場合には、環境承認が発行される。カテゴリー II もしくは III に分類された場合には、DGAA の指示に応じて EIA-sd あるいは EIA-d を、実施し、環境承認を F/S 段階終了時まで取得する。

4.9 実施計画

プロジェクトの実実施計画では、①投資前段階のプレ F S および FS 調査の完成及び SNIP 承認、②L/A 締結、投資中の③コンサルタント選定、④コンサルティングサービス（詳細設計、技術仕様書作成）、⑤建設業者の選定、⑥建設工事、及び投資後の⑦工事完成と水利組合への引渡し時期、

O&M の着手について概略のスケジュールを検討する。

(1) 公共投資審査 (SNIP)

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム (Sistema Nacional de Inversión Pública、以下SNIPと称す) が法律 (Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01) に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIP では、ペルフィル調査 (事業の概略調査)、プレ F/S、F/S という 3 段階の投資前調査の中から事業の規模等に応じて必要な投資前調査が決定される。SNIP は、法律第 27293 号 (2000 年 6 月 28 日 発 布) に 由 り 制 定 さ れ、 公 共 投 資 事 業 に 使 わ れ る 公 共 資 源 の 効 果 的 な 使 用 を 目 指 す た め、 中 央 政 府 / 地 方 政 府 等 が 立 案 ・ 実 施 す る 公 共 投 資 計 画 ・ 事 業 の 遵 守 す べ き 原 則、 プ ロ セ ス、 方 法、 お よ び 技 術 上 の 規 則 を 定 め た も の で あ る。

SNIP では、以下に示すとおり、全ての公共事業に対して投資総額に応じて 3 段階の投資前調査 (ペルフィル (以下、ペルフィルまたは Perfil)、プレ F/S または PreF/S、F/S) の作成と承認を義務づけている。ただし 2011 年 4 月に法律の改訂があり (Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 07)、中間段階の PreF/S 調査は不要になったが、Perfil 調査において一次情報に基づく調査が要求されており、改訂の前後で調査段階全体を通じての必要調査精度には殆ど変化がない。

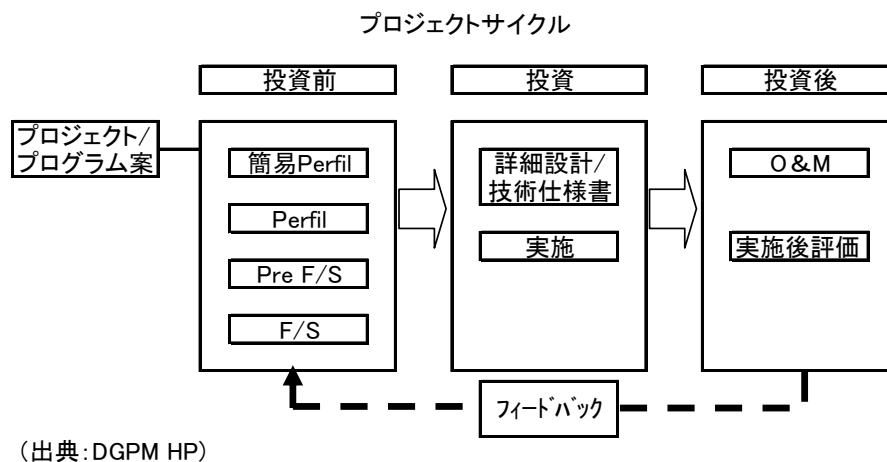


図-4.9-1 SNIP プロジェクトサイクル

また、本件業務のような複数のプロジェクトにより構成される事業を進めるためには、プログラムレベルでの投資前調査の作成と承認が求められる。

各段階でのプロセスは若干異なるものの、SNIP 手続きでは、案件形成機関 (以下、「UF」) が各段階の調査を実施し、計画・投資室 (以下、「OPI」) が UF から提出された各調査を評価、承認し、公的部門多年度計画局 (以下、「DGPM」) に対し、F/S 承認、及び次の調査に進むことにつき承認を依頼する。そして、最終的に DGPM が公共投資の妥当性について評価、判断、承認することとなる。



(Directiva No. 001-2009-EF/68.01を参照)

図-4.9-2 SNIP の関連組織

審査部局 (OPI・DGPM) から UF へのコメントに対し、UF は回答を用意し各調査を改善する必要がある。審査部局は最終的な回答を得てから正式な申請として受け付けるために、調査報告書の完成から審査終了までは、数ヶ月を要することも多い。

SNIP 審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点はもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法など SNIP の指定に従うほか、作成する報告書は SNIP の定める目次に準拠する。

JICA 調査団の作成したチラ川流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポートに基づき DGPIH は 7 月 21 日に SNIP に登録した。

チラ川流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポートの審査は OPI により 7 月下旬より行われ 9 月 9 日にコメントが出された。このコメントに対する報告書の修正および OPI との協議が継続中である。なおチラ川流域はプロジェクトの内容に変更があり、経済効果が低下した為に F/S 対象流域から除外された。

(2) 円借款契約

本プロジェクトの FS 報告書提出後に OPI および DGPI による SNIP 審査を経て、事業実施の承認を得た後、JICA よりアプレイザルミッションが派遣され、円借款の契約協議が開始される。円借款契約交渉が合意に達すれば、Loan Agreement(LA)が締結される。円借款契約交渉手続きに 9 ヶ月程度の期間を想定する。

(3) プロジェクト実施工程

L/A の締結が行われた後、コンサルタントが選定される。コンサルティングサービスは、詳細設計と技術仕様書作成、建設業者選定のアシスト及び工事中の施工管理である。想定した各工程の所要期間以下のとおりである。全体工事工程を表-4.9-1 に示す。

- 1) コンサルタント選定 3 ヶ月、
- 2) コンサルタントによる詳細設計、技術仕様書作成の作成 6 ヶ月
- 3) 建設業者選定 12 ヶ月

- 4) コンサルタントによる 河川施設および河川構造物沿いの植林の施工管理期間を 2 年。
- 5) 河川施設および河川構造物沿いの植林は河川施設と並行して実施する。
- 6) 防災教育/能力強化は河川施設工事と並行して同時期に実施する。

表-4.9-1 実施計画

項目	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1 ペルフィル調査/SNIP審査		調査							審査																			
2 F/S調査/SNIP審査				調査						審査																		
3 円借款手続き																												
4 コンサルタント選定																												
5 コンサルティングサービス(詳細設計、入札図書作成)														設計・入札図書						施工管理								
6 建設業者選定																												
7 事業実施																												
1) 洪水対策施設の建設																												
2) 植林																												
3) 防災教育/能力開発																												
8 施設完成/水利組合引き渡し																												

4.10 組織と管理

本プロジェクトの実施と管理に関係するペルー国機関は、農業省、経済財政省及び水利組合であり、各機関の役割は以下のとおりである。

農業省(MINAG)

- プログラム実施の責任官庁は、農業省 (MINAG) であり、プログラムの技術的な管理は水インフラ総局(DGIH)が担当する。水インフラ総局(DGIH)は投資前段階の調査段階において投資プログラムの調整、管理、監督を行う。
- 投資段階の建設段階においては農業省の PSI(Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura, 農業省灌漑サブセクタープログラム) が、プロジェクトコストの算定、詳細設計、工事実施に対する監理を行う。
- 農業省の計画投資室(OPI)は、水インフラ総局(DGIH)のプロジェクトの投資前段階におけるプレF S及びF S 審査に関する責任部局であり、経済財政省 (MEF) の公的部門多年度計画局(DGPM)へ承認申請を行う。
- 農業省の総合管理局(OGA-MINAG)は財務省の公的債務部 (National Debt Public (DNEP)) と財務管理を行う。また、農業省の入札、工事発注、契約、調達等の予算執行を行う。
- 環境総局(DGAA)は、投資段階において EIA の審査、承認を行う。

経済財政省(MEF)

- 公的多年度計画局(DGPM)は、FS の承認を行う。また、円借款ローン契約の条件確認と承認を行う。また、投資段階においては、プロジェクト実施前に技術的なコメントを出す。

- また、財務管理は、財務省の公的債務部 (National Debt Public (DNEP)) と農業省の総合事務所 (OGA-MINAG)が担当する。
- 経済財政省の公的債務部(DNEP)は、投資段階及び投資後の運営段階において支出の管理を行う。

水利組合

- 投資後の運営段階において施設の維持管理を行う。

プロジェクト実施における関係機関の関係を図-4.10-1 及び図-4.10-2 に示す。

本プロジェクトにおいては、投資段階すなわちプロジェクト実施段階は農業省の組織である PSI が担当することになっている。PSI では、JBIC プロジェクト等を実施しており、新たなプロジェクトを実施する場合、そのプロジェクトを管理する組織 (Project Management Unit (PMU)) を組織し、コンサルタントの選定や工事発注、施工管理等を実施することになっている。下図にプロジェクト実施段階の各関係機関の構成を示す。

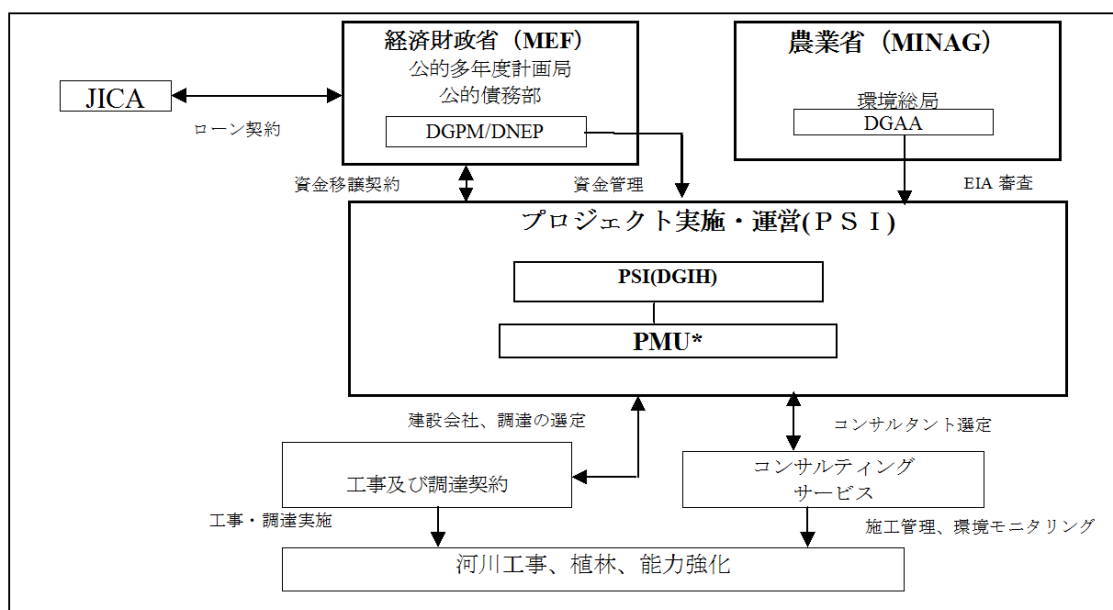


図-4.10-1 プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)

投資後の段階においては、施設の維持管理とローンの返済が主な活動となるが、施設の維持管理は水利組合が実施することになっている。また水利組合は施設建設の負担金をローンで返済することになっている。プロジェクト実施後における関係機関の関係を下図に示す。

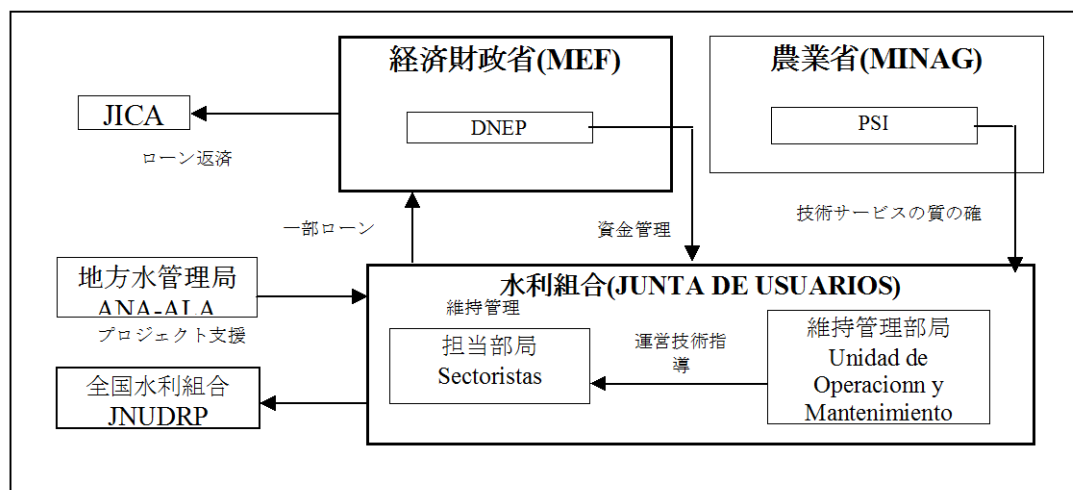


図-4.10-2 プロジェクト実施の関係機関 (投資後：運営維持管理段階)

(1) DGIH

1) 役割及び機能

国家水政策や国家環境政策に沿って、水関連施設の開発促進を目的として政策、戦略及び計画を策定することである。

水関連インフラ開発には、調査、建設、運用、維持管理、建設リスク管理、開発、ダムの改造、取水、小水路、用水路、排水路、メーター、ソケット、地下水取水井戸及び灌漑の近代化等が含まれる、

2) 主な所掌

- a. 水インフラ開発に対して、計画及び予算事務所と調整して水インフラの開発に関する管理及び部門 政策を提案することと、水インフラ開発に関して、部門政策の実施をモニタリングし評価する。
- b. 部門政策の一部として政府や州、地方が関与する基準を提案する。
- c. 水インフラ施設の必要性を確認するとともに優先付けをする。
- d. 概略の水インフラ施設への公共投資のレベルで開発プロジェクトの開発及び推進を行う。
- e. 水インフラ整備の実施に関する技術基準を整備する。
- f. 水インフラの技術開発を促進する。
- g. 水インフラ設備の維持管理に関する技術基準を整備する。

(2) PSI

1) 役割

灌漑サブセクターPROGRAM - PSIは、投資プロジェクトの実施を担当する。プロジェクト実施にあたってはプロジェクト毎にプロジェクトマネジメントユニットが創設される。

2) 主な所掌

- a. PSIは、農業省の内部組織であるが、運営と財政的に独立した組織であり、プロジェクト参加組織の調整、管理、運営に責任があり、投資プロジェクトの目的や目標を達成することを目的としている。

- b. 同様に、JICA のような海外の援助組織の融資に対しても支出などの調整を行う。
- c. PSI の計画財務部において、業務発注や調達、投資プログラムの作成やプロジェクト実施計画を策定する。これらのプロジェクトの準備のための作業はインハウスコンサルタント雇用し実施される。
- d. 同様に、コントラクターを召集し入札、工事、調達等のプロジェクトの実施を行う。
- e. 契約管理は計画財務部が実施する。

3) 予算

2011 年の PSI の予算を表-4.10-1 に示す。

表-4.10-1 PSI の予算 (2011 年)

Programs / Projects / Activities	PIM (S/.)
JBIC Program (Loan Agreement EP-P31)	69,417,953
Program - PSI Sierra (Loan Agreement 7878-PE)	7,756,000
Works by direct administration	1,730,793
South Earthquake Recostruction Works - FORSUR	228,077
Crop Conversion Project - ARTRA	132,866
Modern irrigation program - PRT	1,851,330
Activity - 1.113819 Smallholders ...	783,000
Program Management of PSI (Current Expenditure)	7,280,005
TOTAL	89,180,024

4) 組織

PSI は 235 名の職員で構成されており、JBIC プロジェクトに対しては 14 名が専属で活動しており、その下に 29 名の技術者やアシスタントが活動している。

表-4.10-2 PSI の職員数

CENTRAL UNIT LEVEL	Data from 31 May 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Central Office	61	43	104
Zonal Office LIMA	12	24	36
Zonal Office AREQUIPA	14	12	26
Zonal Office CHICLAYO	17	13	30
Zonal Office TRUJILLO	13	26	39
TOTAL	117	118	235

PSI の組織を図-4.10-3 に示す。

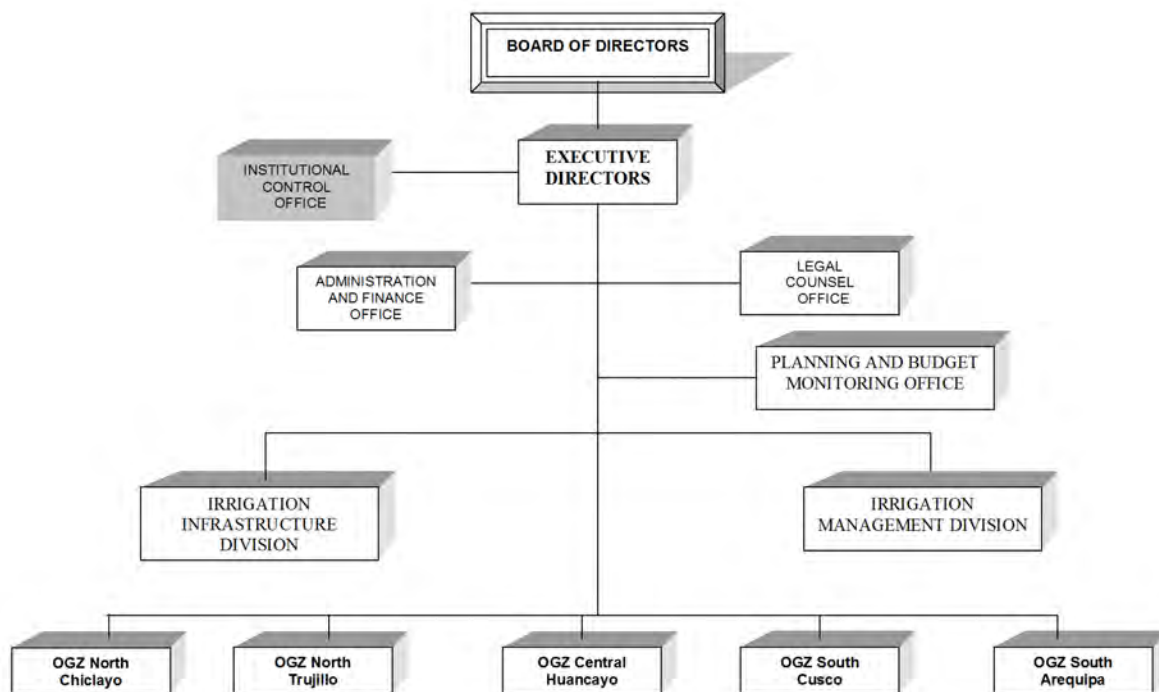


図-4.10-3 PSI の組織

4.11 最終選定案の論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-4.11-1 に示すとおりである。

表-4.11-1 最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減、	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関
結果			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、道路損壊の回避、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止、ポエチヨスダムの安全確保	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、道路損壊箇所および頻度、河岸侵食の状況、ダム下流の侵食状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA.: 構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善、道路の損壊防止、ダムの安全確保施設等28の構造物対策	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.: 非構造物対策			
B-1 植林・植生回復	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントやNGOの支援、対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
B-2 洪水予警報	機器据付状況、操作状況、予報・警報の回数、情報の伝達状況	工事進捗報告書、担当官庁や住民によるモニタリング	機器の正常な作動および操作、担当者の良好な訓練、連絡・広報活動、機器やソフトウェアの維持・管理
コンポーネントC.: 防災教育・能力開発	講習会、実習、訓練、ワークショップなどの回数	実施報告書、地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルやNGOによる指導
プロジェクト実施管理			
プロジェクトマネジメント	詳細設計、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費積算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被益住民の参加

4.12 中・長期計画

前節までには本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も逐次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を検討する。

4.12.1 全体治水計画

流域全体を対象とした場合の治水方式としてダム案、遊水地案、堤防案およびこれ等の組み合わせ案などがある。

チラ川には調査対象河川の最上流にポエチョスダムが有り、その下流には氾濫原が広がっておりダム案は成立しない。遊水地案についても 50 年確率洪水流量をピークカットして 10 年確率洪水流量まで低下させるとして遊水地の必要貯水量を概算すると 150 百万 m^3 となり、ポエチョスダム下流の河川沿いの低平地は殆ど農地として使用されていて適地がなく、今回の調査では検討の対象とすることは困難である。

従って実現性が高いと思われる堤防方式について検討する。

(1) 河道計画

1) 流下能力

河川の縦断および横断測量の結果に基づき現河道の流下能力を算定した。その結果は 3.1.10、図-3.1.10-3 に示すとおりである。

2) 氾濫特性

各河川について氾濫解析を行った。確率 50 年洪水流量に対する氾濫状況は 3.1.10、図-3.1.10-9 に示す通りとなる。チラ川の氾濫特性は全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がる。

3) 計画高水位および堤防標準断面

計画高水位は計画対象洪水の確率 50 年洪水が流下する時の水位とし、堤防標準断面は 4.3.1、(5)、1) に示す通りとする。4.2、表-4.2-2 には計画洪水流量の計算水位および必要堤防天端高を示している。

4) 堤防法線

現況の堤防整備状況等を踏まえて、堤防法線を設定した。基本的には、流下能力の増加と遊水効果を得るためにできるだけ広く川幅を設定した。図-4.12.1-1 に一般河道部と現河道の川幅が広い部分の法線の定め方を模式的に示している。一般部では堤防天端を確率 50 年洪水流下時の水位+余裕高とし、川幅の広い部分では堤防を 2 重にして内側の堤防法線は上下流の一般部と連続する法線を保ち、天端高を確率 50 年洪水流下水位とし、外側の堤防天端高は確率 50 年洪水流下時の水位+余裕高として内側堤防越流時には貯砂効果と遊水効果を持たせた。

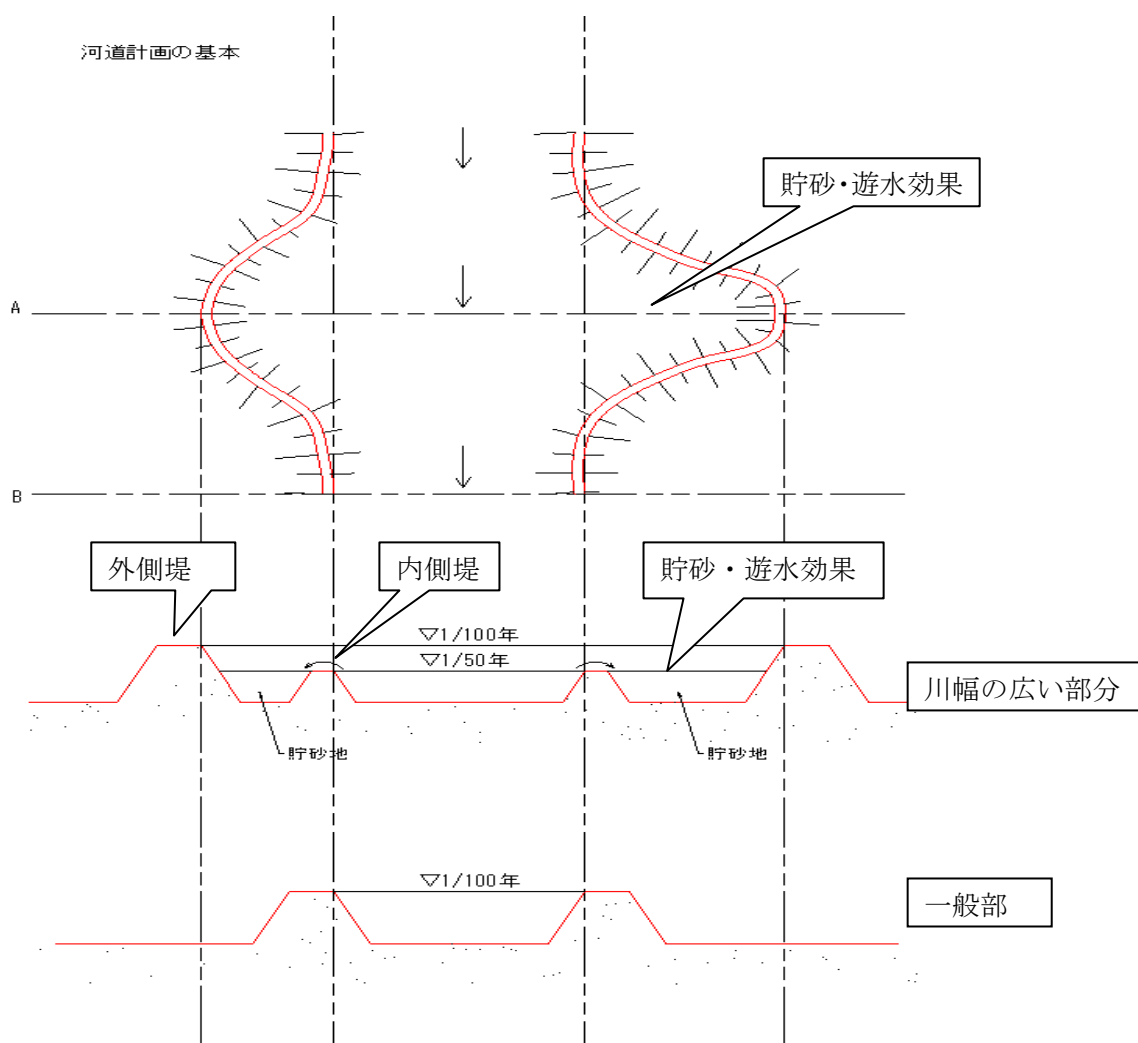


図-4.12.1-1 堤防法線の決定

5) 河川の平面および縦断形状

チラ川の平面および縦断形状は図-4.12.1-2 および図-4.12.1-3 に示す通りである。

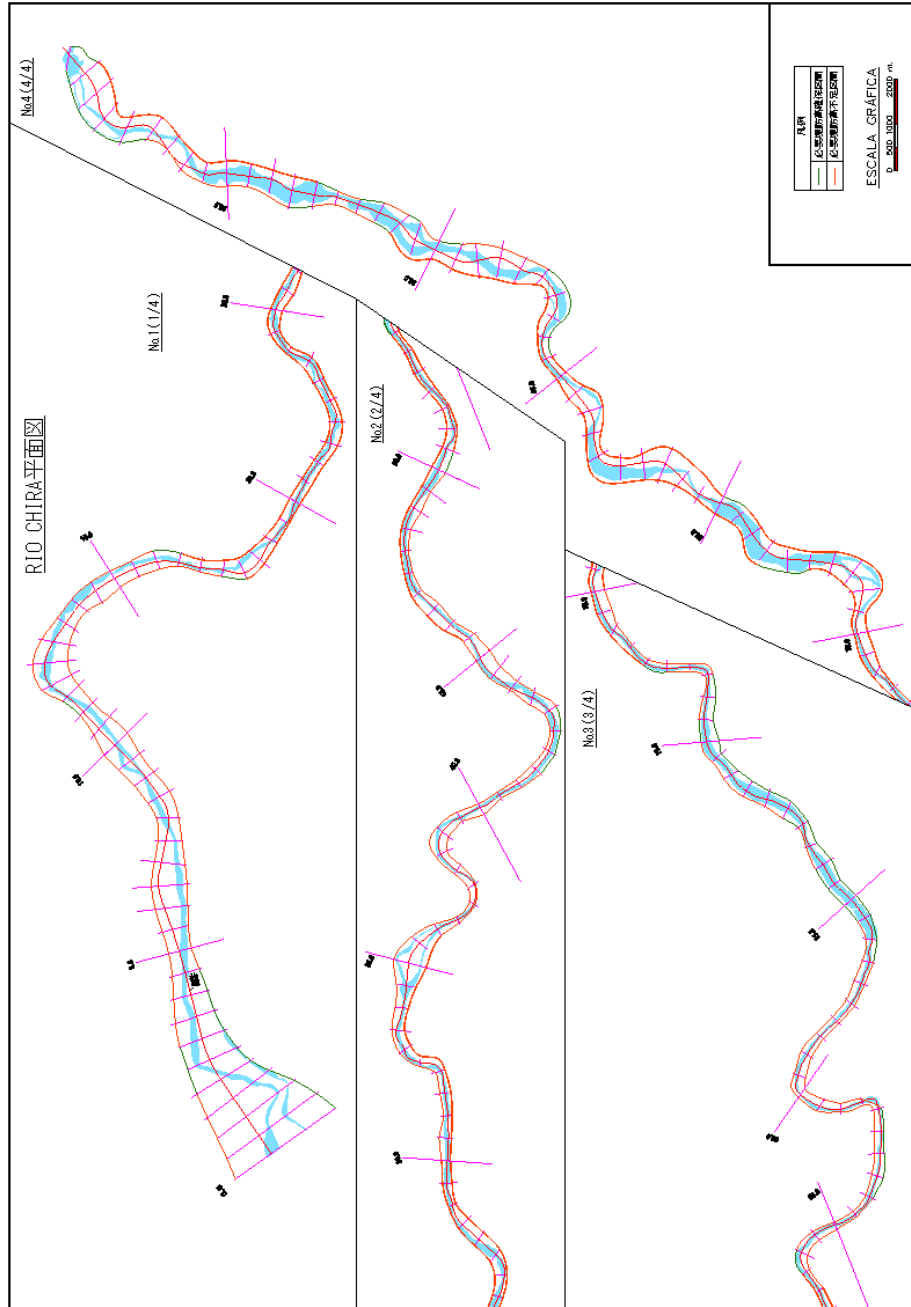


図-4.12.1-2 チラ川平面形状

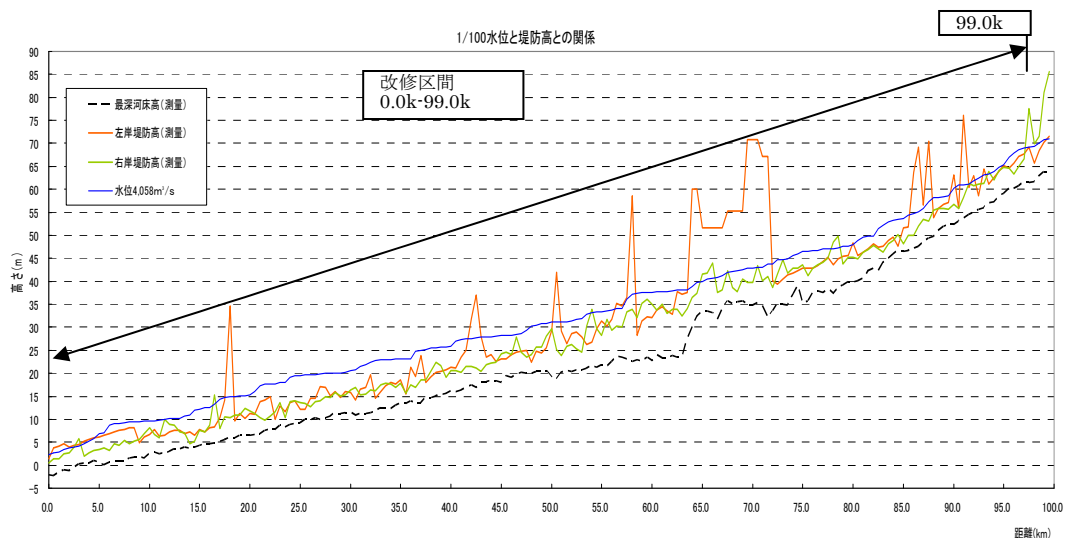


図-4.12.1-3 チラ川縦断面図

6) 堤防の設置計画

チラ川流域における堤防設置計画の基本方針は以下のとおりである。

- ① 確率流量 1/50 年の洪水を安全に流下する堤防を配置する。
- ② 堤防設置範囲は、氾濫シミュレーションにより堤内地への氾濫が拡散する箇所とする。
- ③ 堤防配置は、洪水拡散区間のうち、計画水位が既存堤防高または堤内地盤高を上回っている箇所とする。
- ④ 堤防高は、1/50 年確率洪水の水位+余裕高とする。

チラ川における堤防計画は表-4.12.1-1 および図-4.12.1-4 に示すとおりである。

表-4.12.1-1 チラ川における堤防計画

河川名	改修区間		平均堤防不足高 (m)	想定堤防規模	堤防延長 (km)
	左岸	右岸			
チラ川	左岸	0.0k-99.0k	3.80	堤防 h=4.0m 護岸 h=4.0m	77.5
	右岸	0.0k-99.0k	4.17		89.5
	計			4.00	167

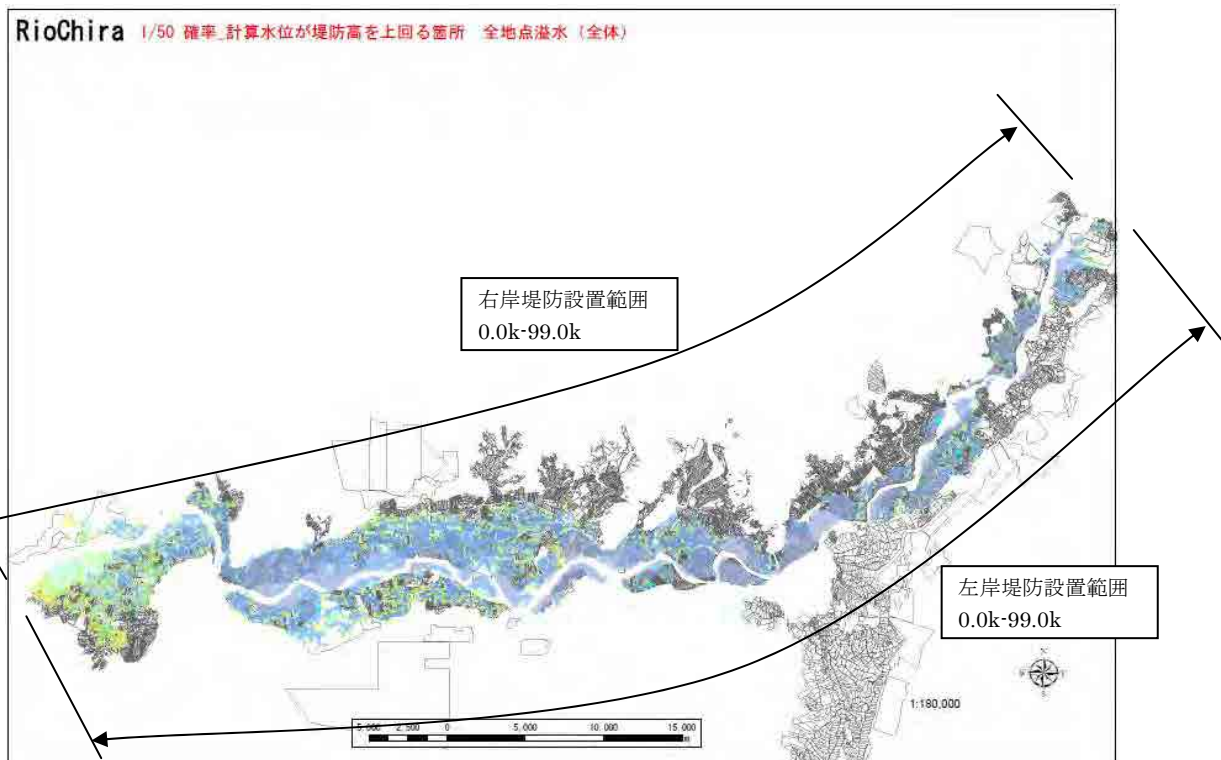


図-4.12.1-4 チラ川の堤防設置範囲

7) 事業費

民間価格の直接工事費および事業費はそれぞれ表-4.12.1-2 および表-4.12.1-3 に示すとおりである。また社会価格の事業費は表-4.12.1-4 に示す通りである。

表-4.12.1-2 直接工事費 (民間価格)

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H1	B2	A	B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8	1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0	1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8	1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0	1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8	1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	6.0	4.9	28.9
				1.0	1.5	2.6	12.0
				1.0	10.0	6.9	52.4

流域	工種	数量	単位	単価(ソ ル)	直接工事 費/m	直接工事 費/km	堤防延長 (km)	直接工事費 (千ソル)
チラ川	築堤	56.0	m3	10.0	560.0	560.0	167.0	93,520.00
	護岸	20.1	m3	100.0	2014.1	2014.1		336,348.40
	合計				2,574.10	2,574.10		429,868.40

表-4.12.1-3 事業費 (民間価格)

Nombre de la Cuenca 流域名		事業費 (民間価格)											INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費
		直接費			間接費								Supervisión 施工管理費
		Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
チラ川		429,868,400	42,986,840	472,855,240	70,928,286	47,285,524	591,069,050	106,392,429	697,461,479	6,974,615	34,873,074	69,746,148	809,055,316

表-4.12.1-4 事業費 (社会価格)

Nombre de la Cuenca 流域名		事業費 (社会価格)											INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費
		直接費			間接費								Supervisión 施工管理費
		Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA		345,614,194	34,561,419	380,175,613	57,026,342	38,017,561	475,219,516	85,539,513	560,759,029	5,607,590	28,037,951	56,075,903	650,480,474

(2) 維持管理計画

一次元河床変動解析の結果に基づいて河床の堆積／侵食傾向を把握し、それらへの対応を考慮して長期の維持管理計画を立案し、コストを推定する。

現況の河道の形状は、道路橋や農業施設（取水堰）等が存在する箇所が狭窄部となっており、その上流側に土砂が堆積する傾向にある。従って、今回の計画では、狭窄部の流下能力を高め、できるだけ狭窄部及びその上流の河道（主要部）には土砂が堆積しないようにするとともに、狭窄部上流側の河道（拡幅部）に 1/50 年規模を超える洪水時に土砂をできるだけ貯めるように工夫する。

1) 河床変動解析

チラ川流域について今後 50 年間の河床変動解析を行った結果を図-4.12.1-5 に示す。図より河床の堆積および侵食の今後の傾向および堆積量および侵食量が推定出来る。

2) 維持管理の必要箇所

チラ川流域において今後、長期的に維持管理が必要すべきと考えられる箇所を抽出して表-4.12.1-5 に示す。

3) 維持管理費

各流域における今後 50 年間に渡って必要とされる河床掘削のための維持管理費については民間価格の直接工事費は次に示すとおりである。

直接工事費

民間価格 $2,500,000\text{m}^3 \times 10 \text{ ソル} = 25,000 \text{ 千ソル}$

また民間価格および社会価格における 50 年間の事業費それぞれ表-4.12.1-6 および表-4.12.1-7 に示す通りである。

表-4.12.1-5 今後計画的に河床掘削すべき箇所

河川名	掘削対象範囲		維持管理方法
チラ川	箇所 1	対象区間：64.0km-68.0km 対象土量：2,500,000m ³	スヤナ堰上流に今後土砂が堆積するため、定期的に土砂を除去すべきと考えられる。土砂量が大量であり、すべてを除去することは現実的に困難であるため、特に重要と考えられる固定堰の直上部を重点的に維持すべきと考えられる。

※対象土量は 50 年間の堆積土砂量

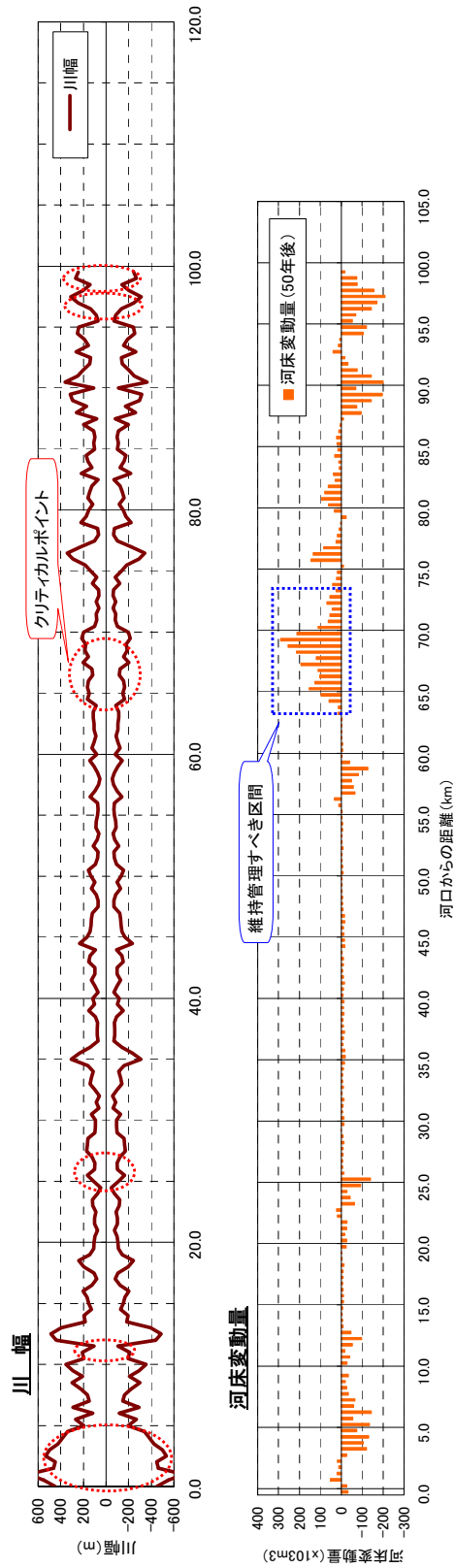


図-4.12.1-5 維持管理が必要な堆積区間 (チラ川)

表-4.12.1-6 50年間の河床掘削事業費 (民間価格)

(千ソールレス)

Nombre de la Cuenca	Costo Directo (soles)	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Tecnico	Supervisión	Costo Total
流域名	直接工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15*(3)	利益 (5) = 0.1*(3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18*(6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9)=0.01*(8)	詳細設計 (10) = 0.05*(8)	施工管理費 (11) = 0.1*(8)	事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
チラ川	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	406	2,028	4,056	47,053

表-4.12.1-7 50年間の河床掘削事業費 (社会価格)

(千ソールレス)

Nombre de la Cuenca	Costo Directo (soles)	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Factor de Corrección	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Tecnico	Supervisión	Costo Total
流域名	直接工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15*(3)	利益 (5) = 0.1*(3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18*(6)	建設費 (8) = (6)+(7)	修正係数 fc	建設費 (9) = fc*(8)	環境影響 (10) = 0.01*(9)	詳細設計 (11) = 0.05*(9)	施工管理費 (12) = 0.1*(9)	事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
チラ川	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	0.804	32,612	326	1,631	3,261	37,830

(3) 社会評価

1) 民間価格

i) 被害額

チラ川流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.12.1-8 に示すとおりである。

表-4.12.1-8 各確率洪水量に対する被害額

Daños en miles de S./ 被害額(千ソール)	
確率年(t)	Chira
2	0
5	349,698
10	427,001
25	485,714
50	562,385

ii) 年平均被害軽減額

表-4.12.1-8 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.12.1-9 に示す通りとなる。

iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.12.1-3 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として建設費の0.5%および表-4.12.1-6 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

iv) 経済評価

経済評価の結果は表-4.12.1-10 に示すとおりである。

表-4.12.1-9 年平均被害軽減額

s/1000									
民間価格									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した 場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①-② Daños mitigados ③=①-②				
			CHIRA	1	1.000				
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	
	5	0.200	349,698	0	349,698	174,849	0.300	52,455	52,455
	10	0.100	427,001	0	427,001	388,349	0.100	38,835	91,290
	25	0.040	485,714	0	485,714	456,357	0.060	27,381	118,671
	50	0.020	562,385	0	562,385	524,049	0.020	10,481	129,152

表-4.12.1-10 経済評価の結果 (民間価格)

	年平均被害軽減額	評価期間被害軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
流域名	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chira	1,678,976,217	758,192,379	809,055,316	59,450,746	1.03	23,878,182	11%

2) 社会価格

i) 被害額

各流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.12.1-11 に示すとおりである。

表-4.12.1-11 各確率洪水量に対する被害額

	Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)
確率年(t)	Chira
2	0
5	407,180
10	494,866
25	563,929
50	649,089

ii) 年平均被害軽減額

表-4.12.1-11 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.12.1-12 に示す通りとなる。

iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.12.1-4 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として事業費の0.5%および表-4.12.1-7 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

iv) 経済評価

経済評価の結果は表-4.12.1-13 に示すとおりである。

表-4.12.1-12 年平均被害軽減額

s/1000									
社会価格									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CHIRA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	
	5	0.200	407,180	0	407,180	203,590	0.300	61,077	61,077
	10	0.100	494,866	0	494,866	451,023	0.100	45,102	106,179
	25	0.040	563,929	0	563,929	529,397	0.060	31,764	137,943
	50	0.020	649,089	0	649,089	606,509	0.020	12,130	150,073

表-4.12.1-13 経済評価の結果 (社会価格)

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害 軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chira	1,950,952,864	881,011,642	650,480,474	47,798,400	1.49	290,623,028	18%

(4) 結論

経済評価の結果としては民間価格および社会価格共に経済効果はあるが、事業費が民間価格で809.1百万ソル(242.7億円)と巨額となり、本プロジェクトでは採用が困難である。

4.12.2 植林・植生計画

(1) 上流域における植林

長期的には上流域において植林が必要なすべての地域に植林を行う事が望ましいのでこの案を検討する。

1) 基本方針

- ① 目的：水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させる。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。
- ② 植林対象地：水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所に植林する。
- ③ 植林方法：地域住民による植栽とする。プロモーターによる自主的管理と、NGOによる現地植栽管理、コンサルタントによるNGOの指導・管理によって工事を実施する。

- ④ 植栽後のメンテナンス: 植栽を担当したコミュニティによる維持管理を行ない、そのための費用は下流の受益者（水利組合）が支払うシステムを構築する。（PESの適用）。
- ⑤ 注意：伐採後は必ず再植林し、持続的に植林地を保全し、長期的な視点に立って森林を維持管理していく。上流の住民に対し、インセンティブを与える工夫が必要である。

地域住民による維持管理、伐採後の再植林がなされることで長期的に植林地を保全でき、洪水緩和・防止機能が発揮できる。このためには地域住民への植林の意義、下流への寄与、広い視点での「ペ」国における植林の必要性などの普及啓蒙活動を事業期間中に実施していく必要がある。

2) 植林対象地の選定

チラ流域の既存植林計画はペルー・エクアドル二国間協力調査に基づき、カタマイヨ・チラプロジェクトによる事業が実施中で、そのコンポーネントのひとつとして、土壤保全・水源林保全などを目的とした活動が行なわれている。このプロジェクトはスペイン政府 70%、ペルー政府 15%、エクアドル政府 15%の出資比率で実施中である。植林・森林保全に関する事業の対象地は水源として重要性の高い区域であり、本事業で必要とする植林対象地と重複する。既に他ドナーによる事業がすすめられているところでの重複は避けるべきであると考えられる。

3) 必要事業期間

もともと人口密度が低い労働力が少ないことから、一日当りの投入量が少ないと推定され、高い作業効率望めない。JICA 調査団は、植林計画地周辺の人口、植栽本数、作業効率等から全ての面積を植林した場合に必要な期間を試算した。それによればチラ流域（上下流域）では 11 年間となる。

4) 上流域の植林計画全体数量、事業期間、事業費用

チラ川流域において、植林が必要と考えられる面積、及び事業費用を算出すると合計で約 35,000ha、実施期間は約 9 年間、事業費は 95.2 百万ソレスとなり、長期間かつ莫大な費用を要することとなる。

表-4.12.2-1 上流域における植林計画全体計画

流域	植栽面積 (ha)	必要事業期間(年)	必要事業費 (千ソレス)
チラ下流	7,442	2	20,086
チラ上流	27,835	9	75,130
計	35,277	—	95,216

(出典：JICA 調査団)

5) 結論

本事業の目的において、緊急性の高い工事を実施することとなっているため、間接的効果であり効果が発現するまで長い期間を要する植林事業でこのような長い実施期間は本質的な目的とも一致しない。また、9 年間という事業期間、95.2 百万ソレスの事業費を考慮すると

本事業としては適当でなく、本事業の終了後にこの計画に基づき長期的に逐次実施すべきである。

4.12.3 土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。

上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。流域全体に実施する土砂制御対策工の配置は図-4.12.3-1 に示す通りである。チラ川流域に対して、流域全体を対象とした場合および優先範囲を限定して、これらの配置検討を実施した結果、概算工事費は表-4.12.3-1 に示す通りとなる。

今回対象としているチラ川流域は広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストが非常に大きく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかかなりの時間が必要となる。したがって本プロジェクトにおいては実施することは困難であり、本プロジェクト終了後にこの長期計画に従って逐次対策工を実施する事が望ましい。

表-4.12.3-1 上流域における土砂制御施設の概算工事費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費 合計	事業費 (Million S/.)
		数量 (km)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)		
チラ川	全流域	0	S/0	0	S/0	272	S/423	S/423	S/796
	優先範囲	0	S/0	0	S/0	123	S/192	S/192	S/361

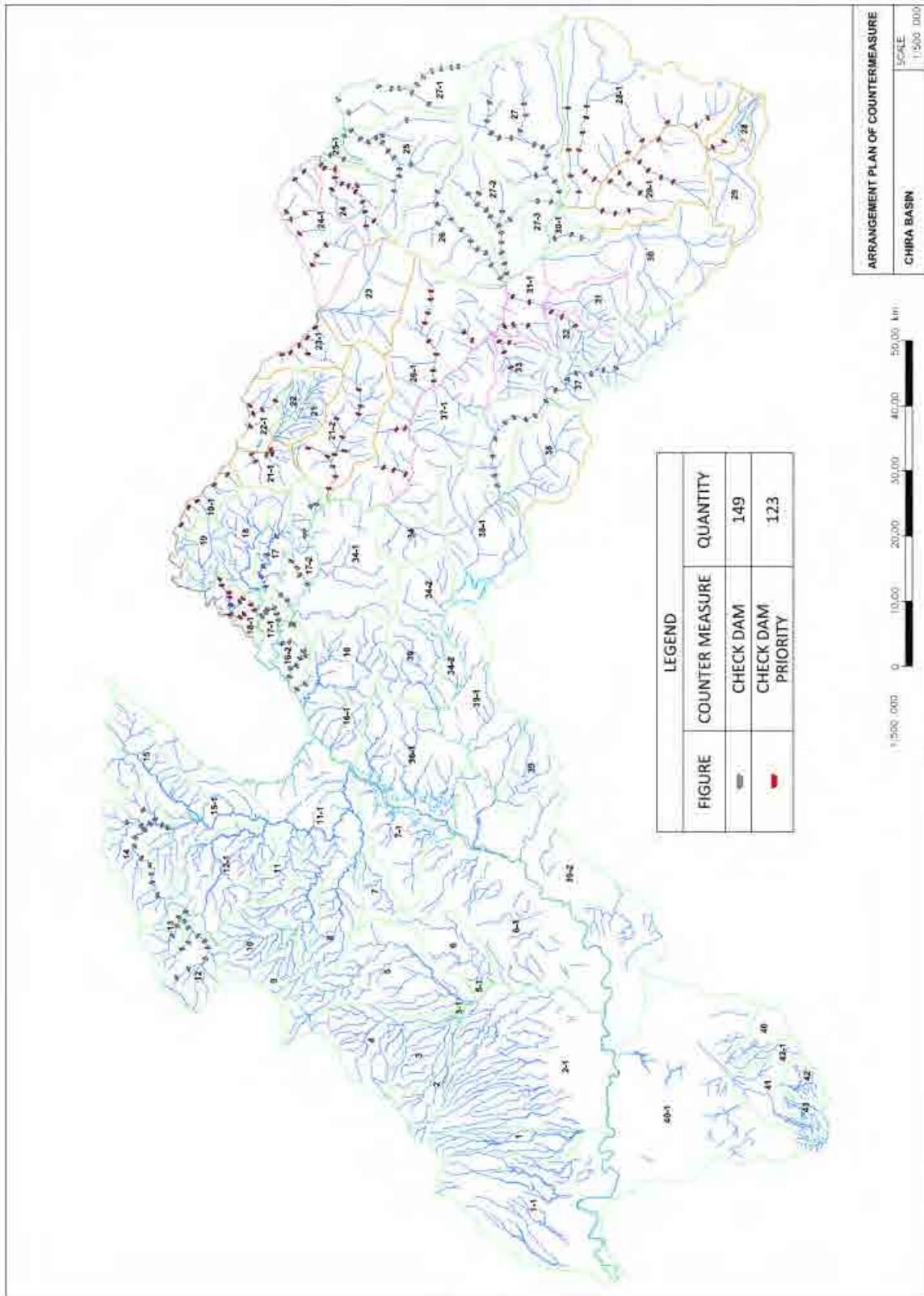


図-4.12.3-1 チラ川流域土砂制御対策工位置図

第5章 結論

調査において最終的に選定された案は構造的に安全で環境に与える影響も小さいと思われるが、社会評価においては経済価値が低く、本プロジェクトを採択することは困難である。

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート
Ⅱ-3 プレフィージビリティ調査報告書
プロジェクトレポート(カニエテ川)

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

独立行政法人 国際協力機構

八千代エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社
中南米工営株式会社



Base 800745 (801044) 4-91

付図 調査対象地域

略 語

Abbre.	Official Form or Meaning
ANA	全国水資源局 Autoridad Nacional del Agua
ALA	地方水資源局 Autoridad Local del Agua
B/C	便益比(Cost Benefit Ratio)
GDP	国内総生産(Gross Domestic Product) PBI (Producto Bruto Interno)
GIS	地理情報システム Geographic Information System
DGAA	環境局 Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	森林・野生動物局 Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	農業省水インフラ局 Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPI(旧 DGPM)	投資政策局 Dirección General de Política de Inversiones
DGETP(旧 DNEP)	公債国庫局 Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público
DRA	地方農業局 Dirección Regional de Agricultura
EIA	環境影響評価 Environmental Impact Assessment
FAO	国際連合食糧農業機関 Food and Agriculture Organization of the United Nations
F/S	フイージビリティ調査 Feasibility Study
GORE	地方政府 Gobierno Regional
HEC-HMS	Hydrologic Engineering Centers Hydrologic Modeling System 法
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System 法
IGN	国土地理院 Instituto Geográfico Nacional
IGV	売上税 Impuesto General a las Ventas
INDECI	国立防災機構 Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	国立統計院 Instituto Nacional de Estadística
INGEMMET	国立地質・鉱業・冶金院 Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico
INRENA	国立天然資源院 Instituto Nacional de Recursos Naturales
IRR	内部収益率 (Internal Rate of Return) TIR (Tasa Interna de Retorno)
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
JNUDRP	全国水利組合 Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú
L/A	借款契約 Loan Agreement

MEF	経済財政省 Ministerio de Economía y Finanzas
MINAG	農業省 Ministerio de Agricultura
M/M	協議議事録 Minutes of Meeting
NPV	純現在価値 (NET PRESENT VALUE) VAN (Valor Actual Neto)
O&M	運営維持管理 Operation and maintenance (Operación y Mantenimiento)
OGA	総合管理局 Oficina General de Administración
ONERRN	国立天然資源評価局 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI (OPP)	計画投資室 Oficina de Programación e Inversiones (計画・予算室、 Oficina de Planificación y Presupuesto)
PE	特別プロジェクト Proyecto Especial (Exp. PE Chira-Piura チラーピウラ特別プロジェクト)
PES	Payment for Environmental Services, PSA (Pago por Servicios Ambientales)
PERFIL	プロフィール調査
PERPEC	河川流路整備・取水構造物保護プログラム Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructura de Captación
PRONAMACHIS	全国流域・土壌保管理計画 Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PSI	農業省灌漑サブセクタープログラム Programa Subsectorial de Irrigaciones
SCF	標準変換係数 Standard Conversion Factor
SENAMHI	国立気象・水文機構 Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	公共投資国家審査システム Sistema Nacional de Inversión Pública
UE	実施機関 Unidad Ejectora
UF	形成機関 Unidad Formuladora
VALLE	沖積平野、谷底平野
VAT	付加価値税 Value Added Tax

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査
ファイナルレポート
II-3 プレフィージビリティ調査報告書
プロジェクトレポート (カニエテ川)

目 次

調査対象地域

略 語

まえがき

第1章 要約	1-1
1.1 プロジェクトの名称	1-1
1.2 プロジェクトの目的	1-1
1.3 需要と供給のバランス	1-1
1.4 構造物対策	1-1
1.5 非構造物対策	1-3
1.5.1 植生/植生回復	1-3
1.5.2 土砂制御計画	1-3
1.6 技術支援	1-4
1.7 コスト	1-4
1.8 社会評価	1-4
1.9 持続可能性分析	1-6
1.10 環境インパクト	1-7
1.11 実施計画	1-8
1.12 組織と管理	1-9
1.13 論理的枠組み	1-10
1.14 中長期計画	1-10
第2章 一般的側面	2-1
2.1 プロジェクトの名称	2-1
2.2 形成および執行機関	2-1
2.3 関係機関と被益者の参加	2-1
2.4 構想の枠組み (関連性の枠組み)	2-4
2.4.1 プログラムの背景	2-4
2.4.2 プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン	2-5
第3章 アイデンティフィケーション	3-1

3.1	現状分析	3-1
3.1.1	自然条件	3-1
3.1.2	対象地域の社会経済	3-2
3.1.3	農業	3-7
3.1.4	インフラ	3-11
3.1.5	洪水被害の実態	3-12
3.1.6	現地調査の結果	3-14
3.1.7	植生および植林の現況	3-20
3.1.8	土壌侵食の現況	3-24
3.1.9	流出解析	3-33
3.1.10	氾濫解析	3-40
3.2	問題の定義と原因	3-45
3.2.1	調査対象地域の洪水対策における問題点と洪水被害の実態	3-45
3.2.2	問題点の原因	3-45
3.2.3	問題点による結果	3-45
3.2.4	原因と結果の樹系図	3-46
3.3	プロジェクトの目的	3-48
3.3.1	主要な問題点を解決する手段	3-48
3.3.2	主要な目的を達成することにより得られる効果	3-48
3.3.3	手段—目的—効果の樹系図	3-49
第4章	プロジェクトの形成と評価	4-1
4.1	プロジェクトの評価期間	4-1
4.2	需要と供給の分析	4-1
4.3	技術的提案	4-3
4.3.1	構造物対策	4-3
4.3.2	非構造物対策	4-12
4.3.2.1	植林/植生回復	4-12
4.3.2.2	土砂制御計画	4-16
4.3.3	技術支援	4-17
4.4	コスト	4-22
4.4.1	コストの算出（民間価格）	4-22
4.4.2	コストの算出（社会価格）	4-24
4.5	社会評価	4-26
4.5.1	民間価格	4-26
4.5.2	社会価格	4-31
4.5.3	社会評価のまとめ	4-32

4.6	感度分析	4-33
4.7	持続可能性分析	4-35
4.8	環境インパクト	4-35
4.8.1	環境影響評価の手続き	4-35
4.8.2	環境影響評価の方法	4-37
4.8.3	環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価.....	4-38
4.8.4	環境影響管理	4-41
4.8.5	環境管理計画	4-42
4.8.6	環境影響管理対策実施コスト	4-44
4.8.7	結論と提言	4-44
4.9	実施計画	4-45
4.10	組織と管理	4-48
4.11	最終選定案の論理的枠組み	4-52
4.12	中・長期計画	4-53
4.12.1	全体治水計画	4-54
4.12.2	植林・植生計画	4-65
4.12.3	土砂制御計画	4-67
第5章	結論	5-1

表 一 覧

表-1.3-1	需要と供給分析.....	1-1
表-1.7-1	カニエテ河流域の事業費及び内訳.....	1-4
表-1.8-1	年平均被害軽減額（民間価格）.....	1-5
表-1.8-2	年平均被害軽減額（社会価格）.....	1-5
表-1.8-3	社会評価（民間価格）.....	1-6
表-1.8-4	社会評価（社会価格）.....	1-6
表-1.9-1	水利組合予算と年間維持管理費.....	1-7
表-1.11-1	実施計画.....	1-8
表-1.13-1	最終案の論理的枠組み.....	1-10
表-1.14-1	全体治水計画における事業費および社会評価（民間価格）.....	1-11
表-1.14-2	全体治水計画における事業費および社会評価（社会価格）.....	1-11
表-1.14-3	上流域における植林計画.....	1-12
表-1.14-4	上流域における土砂制御施設の概算事業費.....	1-12
表-3.1.2-1	カニエテ川周辺の町および面積.....	3-2
表-3.1.2-2	都市部及び地方部の人口変化.....	3-2
表-3.1.2-3	世帯数および家族数.....	3-3
表-3.1.2-4	労働従事状況.....	3-3
表-3.1.2-5	貧困率.....	3-3
表-3.1.2-6	住宅状況.....	3-4
表-3.1.2-7	1人当たり GNP の経年変化（2001-2009）.....	3-7
表-3.1.3-1	水利組合の概要.....	3-8
表-3.1.3-2	主要農作物の作付け状況および売上額.....	3-9
表-3.1.4-1	道路概要.....	3-11
表-3.1.4-2	灌漑水路の状況.....	3-11
表-3.1.4-3	排水路.....	3-12
表-3.1.4-4	PERPEC により実施された事業.....	3-12
表-3.1.5-1	洪水被害状況.....	3-13
表-3.1.5-2	被害状況.....	3-13
表-3.1.5-3	リマ州における災害.....	3-14
表-3.1.7-1	カニエテ流域の代表的植生一覧.....	3-20
表-3.1.7-2	植生区分面積と流域面積に対する割合(カニエテ流域).....	3-21
表-3.1.7-3	大区分植生の流域面積に対する割合（カニエテ流域）.....	3-21
表-3.1.7-4	2005年までに減少した森林面積.....	3-21

表-3.1.7-5	1995年から2000年の植生区分の面積変化	3-21
表-3.1.7-6	1994年から2003年までの植林実績	3-22
表-3.1.8-1	収集資料の一覧	3-24
表-3.1.8-2	標高別の面積	3-25
表-3.1.8-3	傾斜区分と面積.....	3-25
表-3.1.8-4	河床勾配と溪流の総流路長	3-26
表-3.1.8-5	カニエテ川の標高毎の傾斜区分	3-29
表-3.1.9-1	雨量観測地点一覧（カニエテ川流域）	3-34
表-3.1.9-2	雨量観測データ収集期間（カニエテ川流域）	3-34
表-3.1.9-3	確率24時間雨量（カニエテ川流域）	3-37
表-3.1.9-4	基準地点確率流量.....	3-39
表-3.1.9-5	確率洪水流量（ピーク流量：基準地点）	3-39
表-3.1.10-1	河川測量の概要	3-40
表-3.1.10-2	氾濫解析手法	3-41
表-3.2.1-1	洪水対策における問題点と保全対象.....	3-45
表-3.2.1-2	主要な問題点の直接的および間接的原因.....	3-45
表-3.2.3-1	問題点による直接的および間接的結果	3-46
表-3.3.1-1	問題点を解決する直接的および間接的手段	3-48
表-3.3.2-1	直接的および間接的効果	3-49
表-4.2-1	流域の需要と供給.....	4-1
表-4.2-2	各地点における需要と供給	4-2
表-4.3.1-1	生起年確率洪水流量と既往最大流量	4-3
表-4.3.1-2	地形測量の概要.....	4-5
表-4.3.1-3	評価項目と採点基準	4-5
表-4.3.1-4	重要洪水対策施設の選定根拠	4-8
表-4.3.1-5	重点洪水対策施設の概要	4-10
表-4.3.1-6	計画高水流量と余裕高	4-12
表-4.3.2.1-1	樹種選定の評価基準	4-14
表-4.3.2.1-2	選定した樹種.....	4-14
表-4.3.2.1-3	植林/植生回復計画数量（河川沿い）	4-14
表-4.3.2.1-4	苗木単価.....	4-15
表-4.3.2.1-5	植林工事費.....	4-15
表-4.3.2.2-1	土砂制御計画基本方針	4-16
表-4.3.3-1	技術支援の内容と直接費用	4-20
表-4.4.1-1	直接工事費総括表（民間価格）	4-24

表-4.4.1-2	事業費（民間価格）	4-24
表-4.4.2-1	直接工事費総括表（社会価格）	4-25
表-4.4.2-2	事業費（社会価格）	4-25
表-4.5.1-1	洪水被害額の算定項目	4-27
表-4.5.1-2	想定洪水被害額（民間価格）	4-28
表-4.5.1-3	年平均想定被害軽減額期待額の算定方法	4-29
表-4.5.1-4	年平均被害軽減期待額（民間価格）	4-29
表-4.5.1-5	費用便益分析の評価指標と特徴	4-30
表-4.5.1-6	社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）	4-31
表-4.5.2-1	想定洪水被害額（社会価格）	4-31
表-4.5.2-2	年平均被害軽減期待値（社会価格）	4-32
表-4.5.2-3	社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）	4-32
表-4.6-1	感度分析手法	4-33
表-4.6-2	感度分析の検討ケース及び経済指標	4-33
表-4.6-3	IRR、B/C、NPV の感度分析結果	4-34
表-4.7-1	水利組合の事業予算	4-35
表-4.8-1-1	環境影響に基づくカテゴリー分類	4-36
表-4.8-1-2	工事実施予定地	4-37
表-4.8.2-1	Leopold マトリックスー評価基準	4-38
表-4.8.2-2	影響の大きさの程度の基準	4-38
表-4.8.3-1	影響の認識マトリックス（建設期間）	4-39
表-4.8.3-2	環境影響評価のマトリックス（建設期間）カニエテ川流域	4-39
表-4.8.3-3	影響の認識マトリックス（維持管理期間）	4-40
表-4.8.3-4	環境影響評価マトリックス（維持管理期間）カニエテ川流域	4-40
表-4.8.4-1	環境影響と予防・緩和策	4-42
表-4.8.5-1	水質及び生物多様性モニタリング	4-42
表-4.8.5-2	大気質モニタリング	4-43
表-4.8.5-3	騒音モニタリング	4-43
表-4.8.5-4	水質及び生物多様性モニタリング	4-43
表-4.8.6-1	環境影響管理対策直接コスト	4-44
表-4.9-1	実施計画	4-48
表-4.10-1	PSI の予算（2011 年）	4-51
表-4.10-2	PSI の職員数	4-51
表-4.11-1	最終案の論理的枠組み	4-53
表-4.12.1-1	全体洪水防御施設計画	4-57
表-4.12.1-2	直接工事費（民間価格）	4-58

表-4.12.1-3	事業費（民間価格）	4-59
表-4.12.1-4	事業費（社会価格）	4-59
表-4.12.1-5	今後計画的に河床掘削すべき箇所	4-60
表-4.12.1-6	50年間の河床掘削事業費（民間価格）	4-62
表-4.12.1-7	50年間の河床掘削事業費（社会価格）	4-62
表-4.12.1-8	各確率洪水量に対する被害額	4-63
表-4.12.1-9	年平均被害軽減額	4-63
表-4.12.1-10	経済評価の結果（民間価格）	4-64
表-4.12.1-11	各確率洪水量に対する被害額	4-64
表-4.12.1-12	年平均被害軽減額	4-65
表-4.12.1-13	経済評価の結果（社会価格）	4-65
表-4.12.2-1	上流域における植林計画全体計画	4-66
表-4.12.3-1	上流域における土砂制御施設の概算工事費	4-67

目 次

図-1.12-1	プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)	1-9
図-1.12-2	プロジェクト実施の関係機関 (投資後：運営維持管理段階)	1-9
図-3.1.1-1	調査対象河川	3-1
図-3.1.2-1	州別 GDP 成長率(2009/2008)	3-5
図-3.1.2-2	州別の GDP への寄与率	3-6
図-3.1.2-3	1人当たり GDP (2009年)	3-6
図-3.1.3-1	作付け面積	3-10
図-3.1.3-2	収穫量.....	3-10
図-3.1.3-3	売上額.....	3-10
図-3.1.6-1	視察現場の概要 (カニエテ川)	3-16
図-3.1.6-2	課題1に関する現地状況 (カニエテ川)	3-17
図-3.1.6-3	課題2に関する現地状況 (カニエテ川)	3-18
図-3.1.6-4	課題3に関する現地状況 (カニエテ川)	3-19
図-3.1.7-1	カニエテ流域植生分布	3-23
図-3.1.8-1	標高別の面積	3-25
図-3.1.8-2	傾斜区分と面積	3-26
図-3.1.8-3	河床勾配と溪流の総流路長	3-26
図-3.1.8-4	河床勾配と土砂移動の形態	3-27
図-3.1.8-5	カニエテ川流域等雨量線図	3-27
図-3.1.8-6	土壌侵食量と各種要因の関係	3-28
図-3.1.8-7	カニエテ川の標高毎の傾斜区分	3-29
図-3.1.8-8	安山岩質～玄武岩質の崩壊地	3-30
図-3.1.8-9	堆積岩類の土砂生産状況	3-30
図-3.1.8-10	サボテンの侵入状況	3-30
図-3.1.8-11	河道付近における土砂移動	3-30
図-3.1.8-12	平常時の土砂生産流出の状態	3-31
図-3.1.8-13	エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨時における土砂生産流出の状態	3-32
図-3.1.8-14	大規模出水時の土砂生産流出の状態 (地質学的スケール)	3-33
図-3.1.9-1	観測地点位置図 (カニエテ川流域)	3-35
図-3.1.9-2	等雨量線図 (カニエテ川流域)	3-36
図-3.1.9-3	確率 50年雨量等雨量線図 (カニエテ川流域)	3-38
図-3.1.9-4	カニエテ川の洪水ハイドログラフ	3-39
図-3.1.10-1	一次元モデルのイメージ	3-40

図-3.1.10-2	はん濫解析モデルの概念図	3-42
図-3.1.10-3	カニエテ川現況疎通能力	3-43
図-3.1.10-4	カニエテ川氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-44
図-3.2.4-1	原因と結果の樹系図	3-47
図-3.3.3-1	手段－目的－効果の樹系図	3-50
図-4.3.1-1	年最大流量（観測値：カニエテ川）	4-3
図-4.3.1-2	確率洪水流量と被害額および浸水面積（カニエテ川）	4-4
図-4.3.1-3	カニエテ川各区間の評価および重要洪水対策施設選定	4-7
図-4.3.1-4	カニエテ川における重点洪水対策施設の位置	4-10
図-4.3.1-5	堤防の標準断面	4-12
図-4.3.2.1-1	河川構造物沿いの植林 概念図	4-13
図-4.3.2.1-2	河川構造物沿いの植林計画標準配置図	4-13
図-4.3.2.2-1	土砂制御対策	4-17
図-4.8.1-1	農業省における環境承認取得までのプロセス	4-36
図-4.9-1	SNIP プロジェクトサイクル	4-46
図-4.9-2	SNIP の関連組織	4-47
図-4.10-1	プロジェクト実施の関係機関（投資段階）	4-49
図-4.10-2	プロジェクト実施の関係機関（投資後：運営維持管理段階）	4-50
図-4.10-3	PSI の組織	4-52
図-4.12.1-1	堤防法線の決定	4-55
図-4.12.1-2	カニエテ川平面形状	4-56
図-4.12.1-3	カニエテ川縦断図	4-57
図-4.12.1-4	カニエテ川の堤防設置範囲	4-58
図-4.12.1-5	維持管理が必要な堆積区間（カニエテ川）	4-61
図-4.12.3-1	カニエテ川流域土砂制御対策工位置図	4-68

まえがき

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム（Sistema Nacional de Inversión Pública、以下SNIPと称す）が法律（Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01）に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIPは、法律第27293号（2000年6月28日発布）により制定され、公共投資事業に使われる公共資源の効果的な使用を目指すため、中央政府/地方政府等が立案・実施する公共投資計画・事業の遵守すべき原則、プロセス、方法、および技術上の規則を定めたものである。

SNIP審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点のもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法などSNIPの指定に従うほか、作成する報告書はSNIPの定める目次に準拠する。

SNIP審査のための報告書は審査のための申請書的な意味合いが強く、前述のように目次の構成および各章に記述すべき内容など事細かく規定されており、これからの逸脱は許されない。従って一般的な技術レポートの構成とはかなり異なっている。本調査の報告書はSNIPの規定を満足し、かつ一般的に必要とされる技術的内容についても関連する章節に盛り込むように配慮して作成した。

以下に本レポートの目次を示すが、この目次において赤で着色した章節は一般的技術報告書に含まれないSNIP報告書特有の章節である。

第1章 要約

第2章 一般的側面

2.1 プロジェクトの名称

2.2 形成および執行機関

2.3 関係機関と被益者の参加

2.4 構想の枠組み（関連性の枠組み）

2.4.1 プログラムの背景

2.4.2 プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン

第3章 アイデンティフィケーション

3.1 現状分析

3.1.1 自然条件

3.1.2 対象地域の社会経済

3.1.3 農業

3.1.4 インフラ

- 3.1.5 洪水被害の実態
- 3.1.6 現地調査の結果
- 3.1.7 植生および植林の現況
- 3.1.8 土壌侵食の現況
- 3.1.9 流出解析
- 3.1.10 氾濫解析
- 3.1.11 洪水予警報

3.2 問題の定義と原因

- 3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点と洪水被害の実態
- 3.2.2 問題点の原因
- 3.2.3 問題点による結果 1
- 3.2.4 原因と結果の樹系図

3.3 プロジェクトの目的

- 3.3.1 主要な問題点を解決する手段
- 3.3.2 主要な目的を達成することにより得られる効果
- 3.3.3 手段—目的—効果の樹系図

第4章 プロジェクトの形成と評価

- 4.1 プロジェクトの評価期間
- 4.2 需要と供給の分析
- 4.3 技術的提案
 - 4.3.1 構造物対策
 - 4.3.2 非構造物対策
 - 4.3.2.1 植林/植生回復
 - 4.3.2.2 土砂制御計画
 - 4.3.2.3 洪水予警報
 - 4.3.3 技術支援
- 4.4 コスト
 - 4.4.1 コストの算出（民間価格）
 - 4.4.2 コストの算出（社会価格）
- 4.5 社会評価
 - 4.5.1 民間価格
 - 4.5.2 社会価格
 - 4.5.3 社会評価のまとめ
- 4.6 感度分析
- 4.7 持続可能性分析
- 4.8 環境インパクト

4.9 実施計画

4.10 組織と管理

4.11 最終選定案の論理的枠組み

4.12 中・長期計画

4.12.1 全体治水計画

4.12.2 植林・植生計画

4.12.3 土砂制御計画

第5章 結論

第1章 要約

1.1 プロジェクトの名称

溪谷村落洪水対策事業 リマ州カニエテ川洪水および氾濫防止対策実施計画
 (Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementacion de Medidas de Prevencion para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Canete, Departamento Lima)

1.2 プロジェクトの目的

プロジェクトの目的は溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

1.3 需要と供給のバランス

確率 50 年洪水流量を計画洪水流量としてカニエテ川流域において、500mピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余有高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。

また現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

流出解析で求めた確率 50 年流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高 (需要) および現堤防高または地盤高 (供給) ならびにこれらの差 (需給ギャップ) の全川における平均値は表-1.3-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は表-4.2-2 に示すとおりである。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。

表-1.3-1 需要と供給分析

流域	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
カニエテ川	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03

1.4 構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 4.12 中・長期計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、カ

ニエテ川流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討した。

(1) 計画洪水流量

経済財務省 (MEF) の公的部門多年度計画局 (DGPM) 制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン” (Guia Metodologica para Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ (Horizonte de Proyectos)) によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。

本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10 年～50 年洪水流量が計画対象流量として考えられる。

カニエテ川流域の年最大流量の観測値より既往最大流量を調査し、これと 50 年確率洪水量の規模を比較して後者を計画洪水流量とすれば既往最大値にほぼ匹敵することを確認した。

ペルー国の場合、河川整備がほとんど進んでいないことから、既往最大洪水以上の洪水に対して部分的に整備する必要性はないと思われる。しかし、過去に発生した洪水により多大の被害を受けていることから、それと同程度の洪水に対して安全を確保する施設整備をまず進めるべきである。したがって、今回の各河川の整備目標としては、過去最大規模の洪水流量である 1/50 年確率規模とする。

カニエテ川流域について確率年洪水流量と被害額および浸水面積の関係を検討すると確率洪水流量が増加するほど浸水面積および被害額が増加するが、対策後の被害額の増加傾向は前者 2 者の増加傾向より緩やかであり、対策前後の被害軽減額の絶対値は検討した確率 50 年流量までの確率流量においては確率 50 年流量において最大となる。

上述したように計画値として採用した確率 50 年流量は既往最大流量にほぼ等しく、被害軽減額の絶対値が確率 50 年以下の他の確率洪水流量より大きくなっており、社会評価の結果、経済効果も確認されている。

(2) 重点洪水対策施設の選定

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- ・ 地域住民の要望箇所 (過去の洪水被害を踏まえた要望)
- ・ 流下能力不足箇所 (洗掘箇所も含む)
- ・ 背後地の状況 (市街地や農地の状況)
- ・ 氾濫の状況および規模 (氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況)
- ・ 社会環境条件 (地域の重要施設など)

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果（水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況）等を元に上記5項目について総合評価を実施し、カニエテ川において治水上の対策が必要な箇所（総合評価点の高い箇所）5か所を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を500mピッチ（横断図）で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500m区間毎に上記の各項目について3段階評価（0点、1点、2点）を行い、その合計点が6点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限值（6点）については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

1.5 非構造物対策

1.5.1 植林/植生回復

(1) 基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する4.12 中長期計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここではi) について検討した。

(1) 河川構造物沿いの植林について

この案は堤防や護岸などの河川構造物沿いに植林を行う案である。

- 目的：予想外の流下量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- 方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
- 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。

河川構造物沿いの植林幅、植林延長および面積はカニエテ川流域についてはそれぞれ11m、3.4km および3.7ha となっている。

1.5.2 土砂制御計画

土砂制御計画としては流域全体計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する4.12 中・長期計画に述べてある。結論としては流域全体の土砂制御計画は流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。

カニエテ川上流には昨年度プランタナルダムが建設されたため、このダムに土砂が堆積し、下流側への土砂供給は大幅に減少することが想定される。下流河道は洪水時には局所的な洗掘と堆積を伴う河道の変化を繰り返すが、長期的には河床低下傾向が認められると推定される。下流域の土砂抑制対策としては、河道の変化をモニタリングしながら必要に応じた河道維持対策を検討

すべきであるが、現時点で緊急を要する対策はない。

1.6 技術支援

本事業においては上述した構造物的および非構造物的対策に係る技術的提案に基づき、これらの対策を補完する技術的な支援を提案した。

技術支援の目的は、「対象溪谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

事業実施においては、カニエテ川流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、カニエテ川流域について独自に実施することとする。研修対象者はカニエテ川流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

技術支援における研修については「河岸保護活動の知識に係る研修」、「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」および「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」を実施する

1.7 コスト

本事業の事業費はつぎのとおりである。

表-1.7-1 カニエテ川流域の事業費および内訳

構造物対策費					非構造物対策費		技術支援費	合計
建設費	詳細設計費	施工管理費	環境費	小計	植林費	洪水予警報	防災教育費	
21,902	1,095	2,190	219	25,406	40	0	219	25,666

1.8 社会評価

(1) 便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合（Without-the-project）と実施した場合（With-the-project）の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を50年として、洪水の生起確率（2～50年）ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。プロジェクトを実施することによる年平均被害軽減額は民間価格および社会価格について表-1.8-1 および表-1.8-2 に示すとおりである。

表-1.8-1 年平均被害軽減額（民間価格）

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	1,660	153	1,507	754	0.500	377	377
	5	0.200	6,068	832	5,236	3,372	0.300	1,012	1,388
	10	0.100	73,407	8,413	64,994	35,115	0.100	3,512	4,900
	25	0.040	98,357	11,776	86,581	75,787	0.060	4,547	9,447
	50	0.020	149,018	16,428	132,589	109,585	0.020	2,192	11,639

表-1.8-2 年平均被害軽減額（社会価格）

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	2,582	272	2,311	1,155	0.500	578	578
	5	0.200	10,558	1,024	9,534	5,922	0.300	1,777	2,354
	10	0.100	105,137	9,908	95,229	52,382	0.100	5,238	7,593
	25	0.040	144,972	14,260	130,712	112,971	0.060	6,778	14,371
	50	0.020	213,134	20,117	193,018	161,865	0.020	3,237	17,608

(2) 社会評価の結果

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。

事業開始から 15 年間でプロジェクト評価期間として便益を算定する。評価期間 15 年のうち、施工期間として 2 年間で想定しており、実際の便益は整備完了後の 13 年間として検討した。

本事業の社会評価の結果は民間価格および社会価格について表-1.8-3～表-1.8-4 に示す通りとなる。

表-1.8-3 社会評価 (民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Cañete	151,304,096	68,325,931	25,665,970	1,423,638	2.96	45,266,114	36%

表-1.8-4 社会評価 (社会価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Cañete	228,904,527	103,368,747	20,648,077	1,144,605	5.57	84,817,688	62%

カニエテ川流域の社会評価は民間価格および社会価格において経済効果が認められる。金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としては以下が上げられる。

- ① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
- ② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
- ③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
- ④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
- ⑤ 農地価格の上昇

以上の経済評価から、本プロジェクトを実施することにより地域経済の発展に大きく貢献することが期待される。

1.9 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府 (DGIH) と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。事業費の分担は中央政府 (DGIH) と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する。一般的な分担率は中央政府 (DGIH) が 80%、水利組合 10%、地方政府 10%であるが、水利組合と地方政府の分担割合は協議により決定される。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

(1) 収益性

カニエテ川における事業収益性は十分であり、事業の持続可能性は高い。カニエテ川における投資額は民間価格で S/ 25.7 百万ソルであるが、事業実施にともなう経済効果は社会価格において B/C は 5.57 であり、内部収益率も約 62% と高く、NPV は S/ 84.8 百万ソルとなり、効率性の高い事業である。

(2) 維持管理費

2008 年をベースとして本事業で必要となる年間維持管理費は建設費の 0.5% とするとカニエテ川で、S/ 109,511 である。一方、水利組合の最近 4 ヶ年の平均事業費は 2,421,157 となっている。

水利組合の年間予算に占める年間維持管理費は約 4.5% であり、水利組合の資金面の維持管理能力からも十分に持続可能性があるかと判断される。

表-1.9-1 水利組合予算と年間維持管理費

河 川	年予算 (単位 S)				
	2007	2008	2009	2010	4 ヶ年平均
カニエテ川	2,355,539.91	2,389,561.65	2,331,339.69	2,608,187.18	2,421,157

1.10 環境インパクト

(1) 環境影響評価の手続き

ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて 3 つのカテゴリーに分類する。環境への影響の程度に応じて軽度であるカテゴリー I については「環境影響宣言報告書 (DIA)」、カテゴリー II の事業は「準詳細環境影響評価 (EIA-sd)」、カテゴリー III の事業に関しては、「詳細環境影響評価 (EIA-d)」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

まず、事業実施主体が事前環境評価 (Evaluación Ambiental Preliminar: EAP) 報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリー I に分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリー II 及び III に分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によりカニエテ川流域については 2010 年 12 月から 2011 年 1 月にかけて実施された。

EAP は 2011 年 1 月 25 日に調査団より DGIH に提出され、DGIH から DGAA にはそれぞれ 2011 年 7 月 19 日に提出された。

DGAA はこれの審査を終了し、2011 年 12 月下旬 DGIH に承認レターを出し、カニエテ川流域

はカテゴリー I に分類された。したがって更なる環境影響評価は必要ない。

(2) 環境影響評価の結果

本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を提示した。本事業にかかる事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)により 2010 年 12 月から 2011 年 1 月にかけてカニエテ川流域について実施され、現在農業省環境総局(DGAA)によりその審査が行われている。

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法は、まず河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のために Leopold マトリックスを作成した。

環境レベル（自然環境、生物環境、社会環境）及びプロジェクトレベル（建設期間、維持管理期間）に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度（強度、範囲、発現期間、可逆性）に基づき数値化し、環境影響値を算出した。

EAP の結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価された。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。

また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

1.11 実施計画

本プロジェクトの実施計画は表-1.11-1 に示すとおりである。

表-1.11-1 実施計画

項目	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1 ペルフィル調査/SNIP審査	調査								審査																			
2 F/S調査/SNIP審査					調査				審査																			
3 円借款手続き																												
4 コンサルタント選定																												
5 コンサルティングサービス(詳細設計、入札図書作成)													設計・入札図書				施工管理											
6 建設業者選定																												
7 事業実施																												
1) 洪水対策施設の建設																												
2) 植林																												
3) 防災教育/能力開発																												
8 施設完成/水利組合引き渡し																												

1.12 組織と管理

投資段階と投資後の維持管理段階における組織と管理を図-1.12-1 および図-1.12-2 に示す通りとなる。

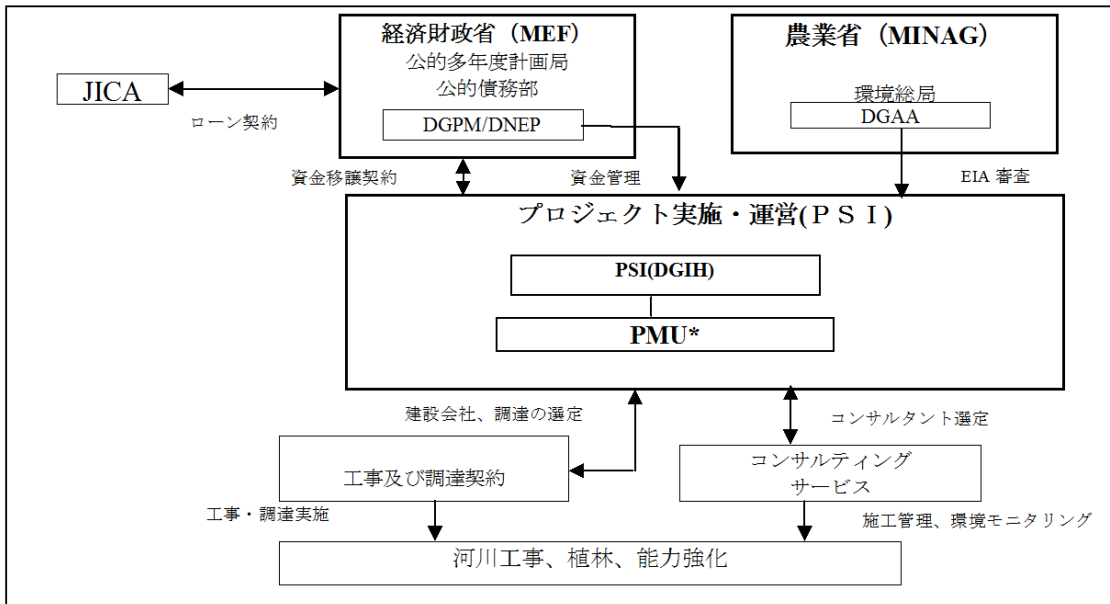


図-1.12-1 プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)

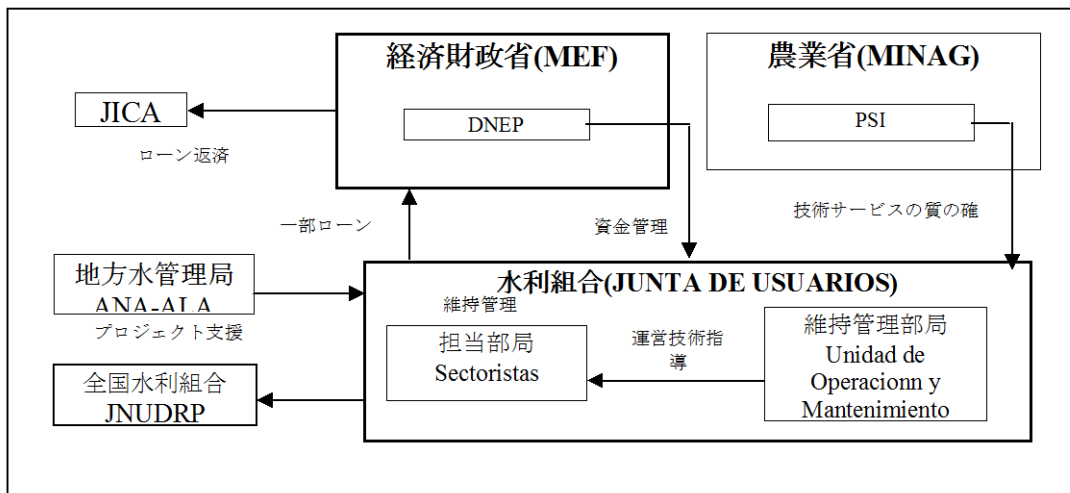


図-1.12-2 プロジェクト実施の関係機関 (投資後：運営維持管理段階)

1.13 論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-1.13-1 に示すとおりである。

表-1.13-1 最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減、	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関与
結果			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、道路損壊の回避、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止、ポエチョスダムの安全確保	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、道路損箇所および頻度、河岸侵食の状況、ダム下流の侵食状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA.: 構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善、道路の損壊防止、ダムの安全確保施設等28の構造物対策の建設	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.: 非構造物対策			
B-1 植林・植生回復	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントやNGOの支援、対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
B-2 洪水予警報	機器据付状況、操作状況、予報・警報の回数、情報の伝達状況	工事進捗報告書、担当官庁や住民によるモニタリング	機器の正常な作動および操作、担当者の良好な訓練、連絡・広報活動、機器やソフトウェアの維持・管理
コンポーネントC.: 防災教育・能力開発	講習会、実習、訓練、ワークショップなどの回数	実施報告書、地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルやNGOによる指導
プロジェクト実施管理			
プロジェクトマネジメント	詳細設計、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費積算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被益住民の参加

1.14 中長期計画

本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も逐次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を提案する。

(1) 全体治水計画

流域全体を対象とした場合の治水方式としてダム案、遊水地案、堤防案およびこれ等の組み合わせ案などがあるが、ダム案や遊水地案では50年確率洪水流量が非常に大きいので、必要な貯水容量が膨大になり、これを満足する施設の建設は不可能である。従って全体治水方式としては実現性の高い堤防方式とする。

確率50年洪水量を計画対象としてカニェテ川流域における河川水位を計算し、これに余裕高を加えて必要堤防高を求め、現堤防高または現地盤高がこれより低い地区に堤防を建設すると必要堤防延長は約30kmとなる。施設の維持管理として堤防の維持管理のほかに、別途実施した河床変動解析に基づき、堆積土砂による河床の上昇が予測される箇所については約9,000m³/年の堆積土砂を掘削除去する必要がある。

全体治水計画における事業費および社会評価は民間価格および社会価格について表-1.14-1および表-1.14-2に示すとおりである。

表-1.14-1 全体治水計画における事業費および社会評価(民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	171,269,615	77,341,963	104,475,371	8,236,962	0.81	-17,765,825	6%

表-1.14-2 全体治水計画における事業費および社会評価(社会価格)

流域名	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	253,314,406	114,391,764	83,998,198	6,622,517	1.50	37,925,103	18%

全体治水方式の事業費は民間価格で104.5百万ソレスと大きくなる。また社会価格における社会評価では十分な経済効果が認められる。

(2) 植林・植生計画

長期的には上流域において植林が必要なすべての地域に植林を行う案を検討した。目的は水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させることである。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。植林対象地は水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所である。

カニエテ川流域において、植林が必要と考えられる面積、及び事業費用をチンチャ流域の植林計画をもとに算出すると表-1.14-3 に示すように合計で植林面積 11 万 ha、総事業費は 3 億ソレス、事業実施機関 35 年間という長期間、莫大な費用となった。

表-1.14-3 上流域における植林計画

流域	植栽面積 (ha)	必要事業期間(年)	必要事業費(ソレス)
カニエテ	110,111.72	35	297,206,251

(3) 土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。各流域に対して、流域全体を対象とした場合および優先範囲を限定して、これらの配置検討を実施した結果、概算工事費は表-1.14-4 に示す通りとなる。

今回対象としている流域はいずれも広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストだけでなく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかかなりの時間が必要となる。

表-1.14-4 上流域における土砂制御施設の概算事業費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費 合計	事業費 (Million S/.)
		数量 (km)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)		
Canete	全流域	325	S/.347	32	S/.1	201	S/.281	S/.629	S/.1,184
	優先範囲	325	S/.347	32	S/.1	159	S/.228	S/.576	S/.1,084

第2章 一般的側面

2.1 プロジェクトの名称

溪谷村落洪水対策事業 リマ州カニエテ川洪水および氾濫防止対策実施計画
(Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementacion de Medidas de Prevencion para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Canete, Departamento Lima)

2.2 形成および執行機関

(1) 形成機関

名称: 農業省水インフラ総局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura)

責任者: オルランド・エルナン・チリノス・トルヒーヨ (Orlando Hernán Chirinos Trujillo)
水インフラ総局長 (Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica)

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

電話: (511) 4455457/6148154

e メール: ochirinos@minag.gob.pe

(2) 執行機関

名称: 農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura)

責任者: ホルヘ・ツニーガ・モルガン (Ing. Jorge Zúñiga Morgan)
実施局長 (Director Ejecutivo)

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

電話: (511)4244488

e メール: postmast@psi.gob.pe

2.3 関係機関と被益者の参加

本プロジェクトに関係する機関をよび被益者は次のとおりである。

(1) 農業省 Ministerio de Agricultura(MINAG)

流域における農業の発展を目的とし、流域の天然資源を管理する機関として、経済的、社会的、環境的な持続性を維持して農業の発展に寄与する責務を負っている。

その目的を効果的かつ効率的に果たすために MINAG は 1999 年以来河川流路整備・取水構造物保護プログラム (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Cptación, PERPEC) の着実な達成に取り組んでいる。また地方政府はこのプログラムによって河川の防災プ

プログラムに対するファイナンスを得ている。

1) 総務局 (Oficina de Administracion, OA)

- －プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
- －管理および財務ガイドラインの作成を立案する。

2) 農業省水インフラ総局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, DGIH)

- －投資プログラムの調査、コントロール、実施を司る。
- －OPI と協力してプログラムの一般的なガイドラインを立案する。

3) 計画投資室 (Oficina de Planeamiento e Inversiones, OPI)

- －投資プログラムの事前審査を行う。
- －プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
- －管理および財務ガイドラインの作成を立案する。

4) 農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, PSI)

- －OPI および DGPM により承認された投資プログラムを実施する。

(2) 経済財務省 **Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)**

公共部門多年度計画局 (Dirección General de Programación Multianual del Sector Publico, DGPM)

公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム (SNIP) に基づき公共投資事業の承認を行い、これに基づき国家予算の支出や JICA ローンの申請を許可する。

(3) 日本国国際協力機構 (**Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA**)

日本政府の機関であり、その目的は国際的な協力を推進して発展途上国の社会的、経済的発展に寄与することである。JICA は本プロジェクトのプレフィージビリティ調査およびフィージビリティ調査の実施に資金援助を行っている。

(4) 地方政府 (**Gobiernos Regionales, GORE**)

国家や地方や地域の計画やプログラムに従って地方の統合的、持続的発展を促進し、公共および民間投資や雇用の増大に努め、住民の権利と機会均等を保証する機関である。

地方政府の参加はプロジェクトに対する財務的な寄与が考えられるのでプロジェクトの持続性にとって不可欠である。

(5) 水利組合 (**Comisión de Regantes**)

カニエテ流域には 42 の灌漑委員会があり、各河川における洪水により現実に多大な被害を蒙っており、堤防、護岸、取水堰の改修などについて強い要望をもっている。カニエテ流域の水利組合の概要を示す (詳細は 3.1.3 を参照)。流域における農地および灌漑施設に関連する堤防、護岸、取水堰、灌漑水路などの維持管理は地方政府の支援を得て、主としてこれらの水利組合および構成員により実施されている。

灌漑セクターの数	42
灌漑委員会の数	7
灌漑面積	22,242 ha
受益者	5,843 人

(6) 国立気象・水文機構 (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología, SENAMHI)

環境省に所属し、気象、水文、環境、農業気象に係わる活動を行っている。また地球規模の大気モニタリングに参加し、持続的発展、安全保障、国家の福祉に貢献すると共に気象観測所や水文観測所からの情報を収集して処理する。

(7) 国立防災機構 (Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI)

国家防災システム (Sistema Nacional Defensa Civil) の実行組織である。防災活動に関して住民の組織および調整を行い、計画を策定し、コントロールする。また自然災害や人災による人命の損失を避けまたは軽減し、財産や環境破壊を防ぐ目的を有する。

(8) 国営水資源局 (Autoridad Nacional del Agua, ANA)

国全般にわたる水資源の持続的利用に関して政策、計画、プログラムおよび規則を推進し、モニタリングし、コントロールする技術的調整機関である。

その機能は水資源の持続的管理、地域における水道について活動のモニターおよび評価に対する技術的、法的枠組みの改善を行うことである。そして水資源の持続的利用を維持しかつ促進すると共に、主要な管理計画および国家的、国際的な経済的、技術的協力に関して調査を行いプログラムを策定する。

(9) 地方農業局 (Direcciones Regionales Agricultura, DRA 'S)

地方農業局は州政府の下で次のような機能を果たしている。

- 1) 農業に関連する国家の政策、セクター別プラン、市町村から提案された開発計画などに関して地域計画や政策を立案、承認、評価、実施、コントロール、管理する。
- 2) 関連する政策や規則および地域のポテンシャルに従って農業活動やサービスの管理を行う。
- 3) 流域の枠組みの実態や国営水道局の政策に従って水資源の持続的管理に参加する。
- 4) 農産物や農産工業の生産物に関して品種の転換、市場開拓、輸出、消費を促進する。
- 5) 灌漑プログラム、灌漑工事、灌漑施設の改修、水資源や土壌の保全や適切な管理を促進する。

2.4 構想の枠組み(関連性の枠組み)

2.4.1 プログラムの背景

(1) 調査の背景

ペルー国（以下、「ペ」国）は、地震、津波などの自然災害リスクの高い国であり、洪水災害リスクも高く、特に数年の周期で発生するエルニーニョ現象が起こる年は、各地で豪雨による洪水・土砂災害が多発するといわれている。近年においても 1982-1983 年および 1997-1998 年にエルニーニョ現象により大きな被害を受けているが、中でも最も被害が大きかったのは、エルニーニョ現象が発生した 1997 年から 1998 年にかけての雨季で、洪水・土砂災害等により「ペ」国全体で 35 億ドルもの被害を受けた。直近の洪水災害としては、2010 年 1 月末に、世界遺産マチュピチュ付近が集中豪雨に見舞われて鉄道や道路が寸断されるなどし、観光客ら約 2 千人が孤立した災害が発生したことは記憶に新しい。

このような背景のもと、1997~98 年の間、中央政府は「エルニーニョ第一・第二期緊急計画」を実施した。同計画は、エルニーニョの被害を受けた水利インフラの復旧のためのものであり、農業省が管轄していた。また農業省（MINAG）水インフラ総局（DGIH）は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保護プログラム（PERPEC）を 1999 年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。2007 年~2009 年までの PERPEC の多年度計画では、国全体で 206 の護岸事業の実施が提案された。それらのプロジェクトは、50 年確率洪水で計画されているが、局所的な護岸保全事業等の小規模な事業であり、抜本的・統合的な治水整備となっていないため、洪水の度に異なる場所で被害が発生することが課題となっている。

そこで農業省は、5 州 9 流域を対象とした洪水対策を目的とする「溪谷村落洪水対策プロジェクト」を計画したが、このような大規模な洪水対策事業の投資前調査を実施した経験・技術と資金が不足していることから、JICA に対して投資前調査の支援を要請した。これを受けて、JICA と農業省は、かかる調査を JICA が円借款案形成の協力準備調査として実施するという方針のもと、調査の内容・範囲、実施スケジュール、双方の対応措置などについて協議し、合意内容に関する協議議事録（以下、「M/M」）に 2010 年 1 月 21 日及び 2010 年 4 月 16 日に署名した。本調査は、これらの M/M に基づき実施されている。

(2) 調査の経緯

5 州 9 流域を対象とした本プロジェクトのプログラムレベルのペルフィル調査報告書は DGIH により作成され 2009 年 12 月 23 日に MINAG の計画投資室（OPI）に提出され、同月 30 日に OPI の承認を得ている。その後 DGIH は 2010 年 1 月 18 日に経済財政省（MEF）の公的部門多年度計画局（DGPM）に提出し、同局より 2010 年 3 月 19 日に調査報告書に対するレビューとコメントが伝達された。

JICA 調査団は 2010 年 9 月 5 日にペルーに入り本プロジェクトの調査を開始した。当初の調査対象流域は 9 流域であったが、ペルー側の都合により対象流域よりイカ川が除外され、8 流域に変更された。更にこの 8 流域は A グループ 5 流域と B グループ 3 流域に分割され、前者の調査は

JICA の担当、後者の調査は DGIH の担当となった。A グループの 5 流域はチラ川、カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川およびヤウカ川であり、B グループの 3 流域はクンバサ川、マヘス川およびカマナ川となっている。

JICA 調査団は A グループ 5 流域についてのペルフィル調査をプレ F/S レベルの精度で行い 2011 年 6 月末に A グループ流域のプログラムレポートおよび 5 流域のプロジェクトレポートを完成して DGIH に提出した。またプレ F/S 調査を省略して、次の F/S 調査も開始した。

DGIH 担当の B グループ流域については 2011 年 2 月中旬から 3 月初旬にかけて、ペルフィルレベルの調査が実施され（ミニッツオブミーティングで規定されたプレ F/S レベルではなく）、クンバサ川流域については経済効果がないことを理由に調査対象から除外した。カマナおよびマヘス川流域に関するレポートは OPI に提出されたが、4 月 26 日に OPI より DGIH に公式コメントが出され、上記 2 流域の調査が必要精度を満たしていない事を理由に再調査の指示があった。また両河川が同一の流域に属することを理由にカマナ/マヘス川を一流域として取り扱う事を指示された。

一方 7 月 28 日の新大統領の就任を控えて 3 月 31 に発令された緊縮財政令のため新たな予算措置は当分不可能となり、DGIH は 5 月 6 日に JICA に対してカマナ/マヘス流域のプレ F/S および F/S 調査の実施を要請した。

JICA はこの要請を受諾し、第二回目のミニッツオブミーティング変更行い上記流域の調査を行う事とした (Second Amendment on Minutes of Meetings on Inception Report, Lima, July 22,2011 参照)。

これに基づき JICA 調査団は同流域のプレ F/S レベルの調査を 8 月に開始し、11 月末までに完了した。

このレポートは A グループ 5 流域のうちのカニエテ川流域に関するプレ F/S レベルのプロジェクトレポートである。今後マヘス - カマナ流域 F/S レベルの調査を 2012 年 1 月中旬までに完了し、同時に全対象流域の F/S レベルの調査も完了することになっている。

なお JICA 担当の 5 流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポート（流域別）に基づき DGIH は 7 月 21 日にヤウカ川を除く 4 流域について、SNIP に登録した。ヤウカ川については経済効果が低いので DGIH の判断で登録をしていない。

カニエテ川流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポートは DGIH より OPI に提出され、2011 年 9 月 22 日に OPI より DGIH にコメントが伝達された。現在コメントに関する報告書の修正につき、DGIH,OPI と協議中である。

2.4.2 プロジェクトに関連する法令、政策、ガイドライン

本プロジェクトは次に述べる法令、政策、ガイドラインに関連して策定されている。

(1) **水資源法 29338 号 (Ley de Recursos Hídricos)**

第 75 条-水の保護

全国水当局は、流域諮問委員会の意見を受け、水源と生態系そして本法とその他適用可能な規則の枠組みにおけるこれと関わる天然財の保全と保護を含む水の保護を目指さなければならない。上記の目的のため、関連する公共機関と様々な利用者らと調整することができる。

全国水当局は、該当の流域諮問委員会を通し、海、河川、湖の汚染を予防し、対策する目的で相当する事項において、監視と監査の役割を行使する。この目的のため、公共機関や地方政府、現地政府と調整することができる。

国家は水が源を発する流域を環境的に脆弱性のある地域だと認識する。全国水当局は、環境省の意見を受け、水の利用や取水、流入の権利を一切与えない不可侵地域であると宣言することができる。

第 119 条-出水、災害、洪水対策プログラム

全国水当局は、該当する流域諮問委員会とともに、出水や自然あるいは人為的災害をコントロールする総合的なプログラムと洪水その他水とその関連財による影響が引き起こす被害予防を、構造的、組織的行動と必要な活動を促進しながら、奨励する。

水利計画のなかで、マルチセクターによる有効利用のためのインフラプロジェクトの展開を奨励し、そのなかでは出水コントロール、洪水に対する防御、その他の予防策を考慮する。

(2) **水資源法 29338 号規則 (Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338)**

第 118 条-河川敷のメンテナンスプログラムについて

水管理局は、農業省、地方政府、現地政府、水利組織と調整しながら、水の浸食作用からの防御のため河川敷での植林のプログラムとプロジェクトの展開を奨励する。

第 259 条-河岸防護の義務について

自然現象からの影響に対し、取水堰から何らかの影響を受けている範囲全体の河岸を防護することは、それが自己あるいは第三者の土地に位置する場合でも、利用者全員の義務である。そのため、全国水当局からの検討と承認を受けるため、該当するプロジェクトを提出するであろう。

(3) **水法(Ley de Agua)**

第 49 条 農地保護のための予防措置の投資はそれらのリハビリや回復作業に比べてコストが小さい。このように経済的で国家にとって便益が大きく、国費の節約ともなることから保護対策を優先することが重要である。

第 50 条 堤防や灌漑水路の保護対策のコストが家族単位農業組織の場合や利用者の支払い能力を超える場合は政府がそれらの一部を負担出来る。

(4) 農業分野における多年度計画に係わる政策と戦略のガイドライン (RM N0 0821-2008-AG)

水資源の利用可能性と適正利用を前提として灌漑関連インフラの建設と改修を行うことを促進する。

(5) 農業省基本法(Ley Orgánica de Ministeri de Agricultura, N0 26821)

第3条に関連して河川における工事や農業用の水資源の管理は農業分野の責任であると規定されている。そのような規定がある以上河川での事業や農業目的の水資源の管理は農業セクターが追うことになる。

**(6) ペルーの農業政策ガイドライン-2002 (農業省政策室)
(Lineamientos de Política Agraria para el Perú – 2002, por la Oficina de Políticas del MING)**

第10編 セクター別政策

“農業は高いリスクや天候の脆弱性のもとで行われる生産活動で、それらは予見しかつ軽減され得るものである。……” またインフラや農作物や家畜に対する損害により生ずるコストは農業の発展に障害となり、結果としてその地域や地方や国家の諸条件の悪化を助長する。“

**(7) 河川流路整備・取水構造物保護プログラム
1999 (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación, PERPEC)**

農業省 (MINAG) 水インフラ総局 (DGIH) は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保プログラム (PERPEC) を1999年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。

第3章 アイデンティフィケーション

3.1 現状分析

3.1.1 自然条件

(1) 位置

調査の対象地域であるカニエテ川の位置は図-3.1.1-1 に示すとおりである。



図-3.1.1-1 調査対象河川

(2) 流域の概要

カニエテ川は首都であるリマの南方約 130km に位置しており、対象 5 河川の中ではリマに一番近い川である。流域面積は約 6,100km² である。流域の形に着目すると、下流域の幅が細く、中流域・上流域の占める割合が大きい。そのため、標高 4000m を越えるエリアが流域全体の約 50% を占めており、標高 1000m 以下のエリアは 10% 程度となっている。調査対象エリアである下流域は、河川勾配が概ね 90 分の 1、川幅は平均 200m 程度である。

カニエテ川流域の年間雨量は標高によって大きく異なっている。例えば、標高 4000m 以上では年間 1000mm の降水があるが、標高 500m 以下になると年間 20mm 以下と極めて少なく、砂漠化しやすい気象条件となっている。しかしながら、流域面積は比較的大きく、流量は比較的豊富である。

植生は、流域の中流域・上流域の大半が草原である。一方、下流域は河川周辺は農地であるが、全体的には砂漠の占める割合が大きい。農地ではぶどうやリンゴの栽培が盛んである。その他に川エビの採取や、ラフティング、カヌーなどの観光も盛んである。

3.1.2 対象地域の社会経済

(1) 行政区分および面積

カニエテ川は、リマ州 Cañete 郡に位置する。カニエテ川周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-1 に示す。

表-3.1.2-1 カニエテ川周辺の町および面積

州 (Región)	郡 (Provincia)	町 (Distrito)	面積 (km ²)
リマ	カニエテ (Cañete)	サン・ビセンテ・デ・カニエテ (San Vicente de Cañete)	513.15
		セロ・アスル (Cerro Azul)	105.17
		ヌエボ・インペリアル (Nuevo Imperial)	329.3
		サン・ルイス (San Luis)	38.53
		ルナワナ (Lunahuaná)	500.33

(2) 人口および世帯数

1993 年と 2007 年の人口の変化を表-3.1.2-2 に示す。2007 年の人口は 120,663 人でそのうち 85% の 102,642 人が都市部に、15% の 18,021 人が地方部に居住している。

各地域とも人口が増加している。しかしながら、都市部では国の平均を超えて平均年 2.7% で人口が増加している一方で、地方部は-0.1% と人口が減少傾向にある。

表-3.1.2-2 都市部及び地方部の人口変化

町名	2007 年人口					1993 年人口					変化率 (%)	
	都市	%	地方	%	合計	都市	%	地方	%	合計	都市	地方
San Vicente de Cañete	37,512	81%	8,952	19%	46,464	22,244	68%	10,304	32%	32,548	3.8%	-1.0%
Cerro Azul	5,524	80%	1,369	20%	6,893	3,271	64%	1,853	36%	5,124	3.8%	-2.1%
Imperial	33,728	93%	2,612	7%	36,340	28,195	92%	2,459	8%	30,654	1.3%	0.4%
Nuevo Imperial	15,144	80%	3,882	20%	19,026	9,403	72%	3,733	28%	13,136	3.5%	0.3%
San Luis	10,734	90%	1,206	10%	11,940	7,725	76%	2,434	24%	10,159	2.4%	-4.9%
Total	102,642	85%	18,021	15%	120,663	70,838	77%	20,783	23%	91,621	2.7%	-1.0%

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

2007 年の世帯数および家族数を表-3.1.2-3 に示す。1 世帯当りの人数は、Nuevo Imperial 地区が他の地区よりも少なく 3.91 人であり、その他の地区は概ね 4.4 人程度である。

1 家族当りの人数も同様に、Nuevo Imperialr 地区が他の地区よりも少なく 3.77 人であり、その他の地区は概ね 4.1 人程度である。

表-3.1.2-3 世帯数および家族数

項目	地域名				
	San Vicente de Cañete	Cerro Azul	Imperial	Nuevo Imperial	San Luis
人口 (人)	46,464	6,893	36,340	19,026	11,940
世帯数	10,468	1,549	8,170	4,867	2,750
家族数	11,267	1,662	8,922	5,052	2,940
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.44	4.45	4.45	3.91	4.34
1家族当り人数 (人/1家族)	4.12	4.15	4.07	3.77	4.06

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

(3) 労働従事状況

表-3.1.2-4 に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。第 1 次産業の従事者が 27.9～56.5%と各地域とも高い比率となっている

表-3.1.2-4 労働従事状況

	地域名									
	San Vicente de Cañete		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
経済活動人口	19,292	100	2,562	100	15,114	100	7,770	100	4,723	100
第1次産業	5,910	30.6	742	29.0	4,213	27.9	4,393	56.5	2,349	49.7
第2次産業	2,310	12.0	550	21.5	1,590	10.5	621	8.0	504	10.7
第3次産業	11,072	57.4	1,270	49.6	9,311	61.6	2,756	35.5	1,870	39.6

* 第1次産業:農林水産業、第2次産業:鉱業、建設業、製造業、第3次産業:サービス業その他

(4) 貧困率

貧困率を表 3-1.2-5 に示す。全地域住民のうち 34.7%にあたる 41,840 人が貧困者であり、3.1%にあたる 3,793 人が極度の貧困者である。特に Nuevo Imperial 地区は貧困者割合が 42.8%、極度の貧困者の割合が 4.6%と他の地域よりも貧困率の割合が高くなっている。

表-3.1.2-5 貧困率

	地域名										合計	
	San Vicente		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis			
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
地域人口	46,464	100	6,893	100	36,340	100	19,026	100	11,940	100	120,663	100
貧困者	14,068	30.3	2,097	30.4	12,947	35.6	8,152	42.8	4,576	38.3	41,840	34.7
極貧困者	1,382	3.0	129	1.9	1,029	2.8	878	4.6	375	3.1	3,793	3.1

(5) 住居の形態

家の壁には、全体の 39%が煉瓦又はセメント、42%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 94%占めている。

Nuevo Imperial 地区を除いて、公共の上水の普及率は、平均 58%であり、公共の下水道の普及率は平均 52%である。Nuevo Imperial 地区は、公共下水道の普及が 25.1%、公共の下水道の普及

が 11.3%と他の地区よりの普及率が低くなっている。

表-3.1.2-6 住宅状況

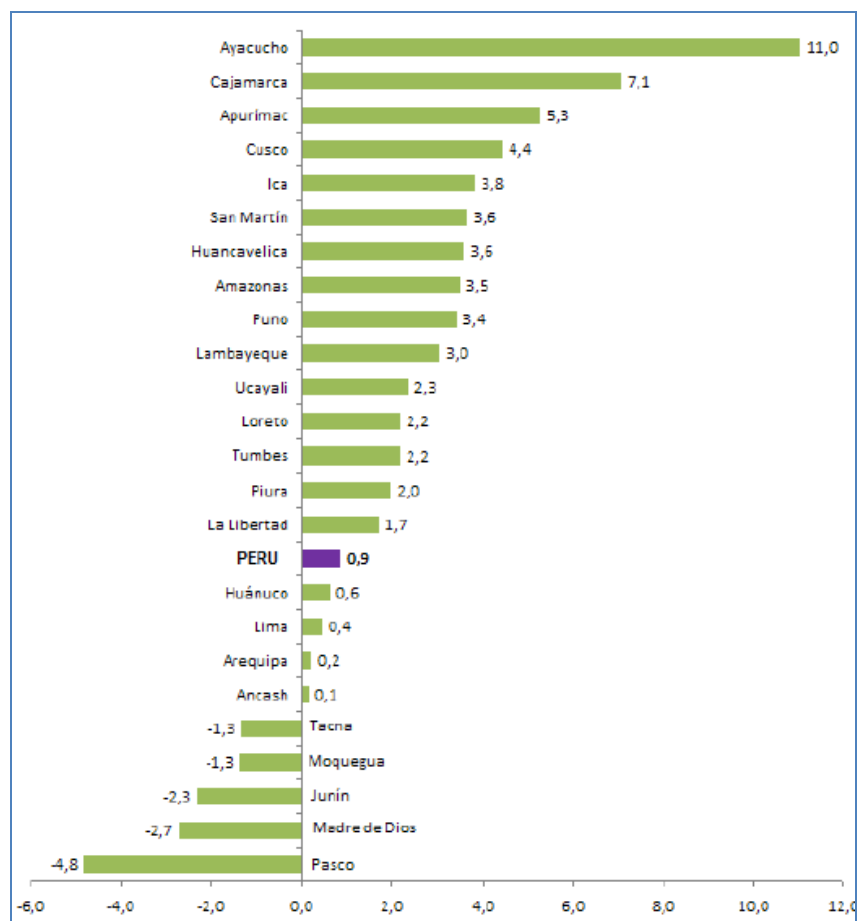
Variable/Indicador	地域名									
	San Vicente de Cañete		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数										
居住者が居る一般住宅	10,468	78.8	1,549	45.1	8,170	88.9	4,867	77.1	2,750	84.5
壁財										
煉瓦 or セメント	4,685	44.8	853	55.1	2,661	32.6	1,220	25.1	848	30.8
日干し煉瓦、泥壁	3,518	33.6	210	13.6	4,075	49.9	2,105	43.3	1,145	41.6
竹材+泥壁 or 木材	783	7.5	288	18.6	161	2.0	650	13.4	183	6.7
その他	1,482	14.2	198	12.8	1,273	15.6	892	18.3	574	20.9
床材										
土	4,196	40.1	661	42.7	4,279	52.4	2,842	58.4	1,501	54.6
セメント	4,862	46.4	781	50.4	3,432	42	1,925	39.6	1,109	40.3
タイル、寄木、高級木材	1,342	12.8	100	6.5	421	5.2	67	1.4	102	3.7
その他	68	0.6	7	0.5	38	0.5	33	0.7	38	1.4
上水システム										
住宅内まで公共上水システムあり	5,729	54.7	886	57.2	5,642	69.1	1,220	25.1	1,457	53.0
敷地内に公共上水システムあり	584	5.6	66	4.3	373	4.6	334	6.9	166	6.0
公共の水栓	666	6.4	52	3.4	234	2.9	80	1.6	346	12.6
下水、トイレ										
住宅内に下水あり	4,987	47.6	824	53.2	5,115	62.6	549	11.3	1,167	42.4
敷地内に下水あり	482	4.6	32	2.1	364	4.5	70	1.4	118	4.3
簡易トイレ (穴)	2,002	19.1	317	20.5	1,206	14.8	3,564	73.2	203	7.4
電力										
公共電力	8,373	80	1,217	78.6	6,733	82.4	3,520	72.3	2,110	76.7
家族数										
居住者がいる一般世帯に住む世帯	11,267	100	1,662	100	8,922	100	5,052	100	2,940	100
家電製品										
3つ以上の家電製品	4,844	43.0	648	39	2,822	31.6	1,237	24.5	1,045	35.5
通信情報サービス										
固定電話と携帯電話	9,391	83.3	1,373	82.6	5,759	64.5	2,708	53.6	1,728	58.8

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

(6) GDP

2009年の「ペ」国における GDP は、S./392,565,000,000 である。

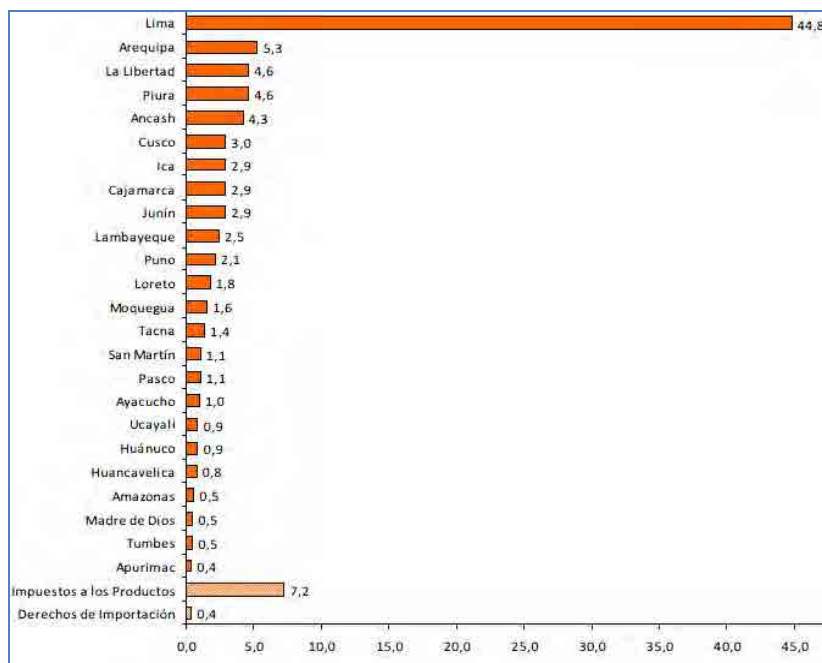
2009年の「ペ」国の成長率は、世界経済不況の影響で過去11年では最低の前年比0.9%アップであった。州別のGDPをみると、イカ州が3.8%、ピウラ州が2.0%、リマ州が0.4%、アレキパ州0.2%の成長率を示している。特に、イカ州およびピウラ州は国の全体の値よりも高い成長率を示している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-1 州別 GDP 成長率(2009/2008)

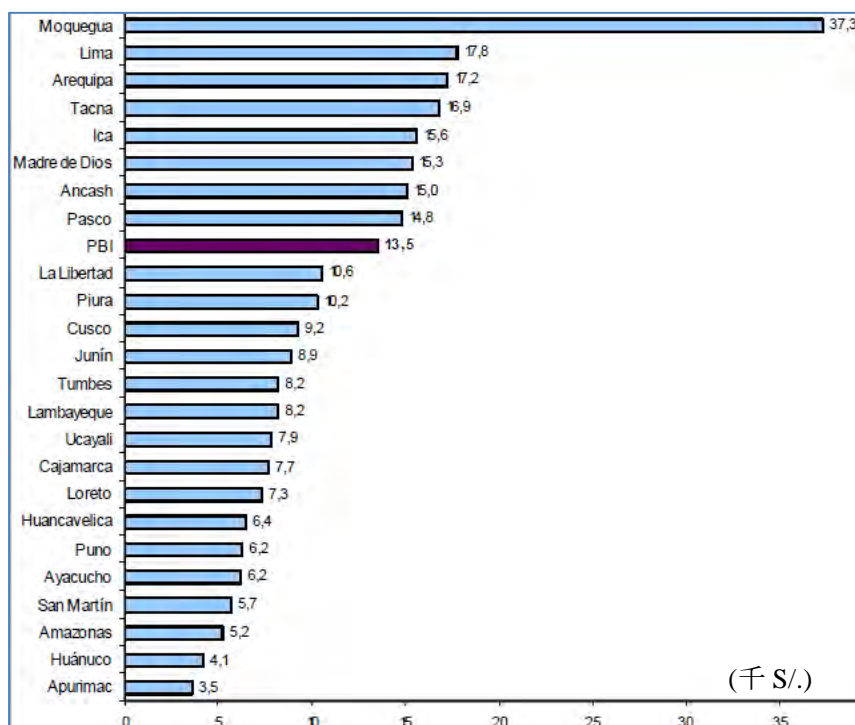
以下にGDPへの寄与率を州ごとに示している。リマ州が全体の半分近く44.8%に寄与している。その他の州の寄与率は、アレキパ州が5.3%、ピウラ州が4.6%、イカ州が2.9%である。また、税金と輸入関税がそれぞれ7.2%、0.4%寄与している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-2 州別の GDP への寄与率

2009 年における「ペ」国 1 人当たりの GDP の値は S/.13,475 であった。州ごとの 1 人当たりの GDP の値は、リマ州では S/.17,800、アレキパ州で S/.17,200、イカ州で S/.15,600 と国の平均より高く、一方、ピウラ州で S/.10,200 と国の平均を下回っている。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

図-3.1.2-3 1 人当たり GDP (2009 年)

表-3.1.2-7 は、2001 年から 2009 年の 9 年間の州別の 1 人当たり GDP の経年変化を示したものである。「ペ」国平均で 2001 年から 2009 年の 9 年間に GDP が 44%増加している。州別の値は、イカ州で 83.9%、アレキパ州で 54.2%、ピウラ州で 48.3%、リマ州で 42.9%増加している。なお、表-3.1.2-7 の値は 1994 年を基準年とした値である。

表-3.1.2-7 1人当たり GNP の経年変化 (2001-2009)

(基準年 1994 年 S/.)

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

Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

3.1.3 農業

カニエテ流域の農業の現況について、水利組合、農作物の種類、作付け面積、収穫量、売上高などを以下に示す。

(1) 灌漑セクター

水利組合の概要を表-3.1.3-1 に示す。カニエテ川流域には、42 の灌漑セクター、7 の灌漑委員会があり、22,242 人が農業に従事している。また、これらセクターが管理する農地の面積は 5,843ha である。

表-3.1.3-1 水利組合の概要

灌漑セクター	灌漑委員会	灌漑面積		受益者 (人)	河川名
		ha	%		
Roma Rinconada. La Huerta	Canal Nuevo Imperial	7,883	35	2,202	Cañete
Lateral A					
Cantera Almenares					
Lateral B					
Lateral T					
Túnel Grande					
Quebrada Ihuanca					
Cantagallo-U Campesina					
Caltopa Caltopilla					
Casa Pintada Sn Isidro					
Cerro Alegre Huaca Chivato	Canal Viejo Imperial	3,715	17	1,080	
Conde Chico Ungara					
Josefina Sta. Gliceria					
Tres Cerros					
Montejato	Canal María Angola	1,785	8	470	
La Quebrada					
Hualcara					
Cerro de Oro					
Chilcal					
Montalván-Arona-La Qda.-Tupac	Canal San Miguel	3,627	16	860	
Lúcumo - Cuiva - Don Germán					
Lateral 74-La Melliza-Sta Bárbara					
Casa Blanca - Los Lobos					
Lúcumo - Cuiva - Don Germán	Canal Huanca	2,301	10	421	
Huanca Media					
Huanca Baja					
Huanca Alta					
Gr.9.2 lateral 4	Canal Pachacamilla	928	4	234	
Gr.9.1 lateral 3					
Gr.8.2 lateral 2					
Gr.8.1 lateral 1					
Gr.7 compuerta 10 Y 11					
Gr.6 compuerta 9					
Gr.5 compuerta 6,7 Y 8					
Gr.4 compuerta 5					
Gr.3 compuerta 4 Y 12					
Gr.2 compuerta 2 Y 3					
Gr.11 Basombrio					
Gr.10 Pachacamilla Vieja					
Gr.1 compuerta 1					
Palo					
Herbay Alto	Canal Palo Herbay	2,003	9	576	
Total		22,242	100	5,843	

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

(2) 主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の 2004 年から 2009 年までの経年変化を表-3.1.3-2 に示す。

カニエテ流域では、作付け面積、収穫量、売上高が 2005 年から 2007 年にかけて減少しているが、その後増加し、2009 年には、2004-2005 年の値まで回復している。2008-2009 年の売上高は合計 219,095,280 (S/) である。この流域の主要作物はとうもろこし (黄)、綿花、サツマイモ、ブドウ、とうもろこし (生) である。

表-3.1.3-2 主要農作物の作付け状況および売上高

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
とうもろこし (黄)	作付け面積(Ha)	10,700	9,203	7,802	11,285	12,188
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	8,225	8,278	8,591	8,711	8,411
	収穫量(Kg)	88,010,215	76,182,249	67,023,861	98,302,605	102,512,719
	取引単価 (S./kg)	0.53	0.57	0.69	0.80	0.69
	売上高(S./.)	46,645,414	43,423,882	46,246,464	78,642,084	70,733,776
綿花	作付け面積(Ha)	6,750	6,241	4,146	4,887	1,697
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	3,015	3,290	3,295	3,502	3,448
	収穫量(Kg)	20,350,647	20,533,219	13,662,388	17,112,523	5,850,911
	取引単価 (S./kg)	2.14	2.13	2.77	2.67	1.85
	売上高(S./.)	43,550,385	43,735,756	37,844,815	45,690,436	10,824,186
サツマイモ	作付け面積(Ha)	2,794	1,804	2,823	1,475	3,855
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	24,367	24,434	18,953	21,768	20,088
	収穫量(Kg)	68,088,708	44,081,379	53,500,528	32,112,154	77,429,196
	取引単価 (S./kg)	0.24	0.33	0.45	0.58	0.37
	売上高(S./.)	16,341,290	14,546,855	24,075,238	18,625,049	28,648,803
ブドウ	作付け面積(Ha)	1,725	1,898	1,780	2,100	2,247
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	14,891	15,735	17,928	19,088	18,702
	収穫量(Kg)	25,685,486	29,857,163	31,911,840	40,077,165	42,023,394
	取引単価 (S./kg)	0.62	0.84	1.12	1.11	0.99
	売上高(S./.)	15,925,001	25,080,017	35,741,261	44,485,653	41,603,160
とうもろこし	作付け面積(Ha)	2,617	2,602	2,453	2,796	2,563
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	47,095	47,125	48,377	54,848	52,276
	収穫量(Kg)	123,224,068	122,623,963	118,683,294	153,333,069	133,957,250
	取引単価 (S./kg)	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10
	売上高(S./.)	8,625,685	8,583,677	9,494,664	15,333,307	13,395,725
みかん	作付け面積(Ha)	932	941	814	1,077	1,087
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	38,670	41,261	42,913	43,596	SD
	収穫量(Kg)	36,032,706	38,818,349	34,944,056	46,957,252	
	取引単価 (S./kg)	0.74	0.64	0.79	0.67	1.19
	売上高(S./.)	26,664,202	24,843,743	27,605,804	31,461,359	
りんご	作付け面積(Ha)	769	802	752	865	833
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	20,459	21,884	21,717	22,175	25,526
	収穫量(Kg)	15,726,833	17,540,026	16,329,012	19,185,810	21,270,816
	取引単価 (S./kg)	0.52	0.63	0.63	0.75	0.75
	売上高(S./.)	8,177,953	11,050,216	10,287,278	14,389,358	15,953,112
じゃがいも	作付け面積(Ha)	1,161	739	772	878	1,053
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	24,700	25,216	23,717	26,687	24,386
	収穫量(Kg)	28,681,640	18,637,146	18,302,409	23,420,511	25,676,019
	取引単価 (S./kg)	0.37	0.44	0.35	0.74	0.43
	売上高(S./.)	10,612,207	8,200,344	6,405,843	17,331,178	11,040,688
ユカ	作付け面積(Ha)	686	1,030	671	717	981
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	33,162	33,594	32,856	36,007	37,963
	収穫量(Kg)	22,732,551	34,605,179	22,056,233	25,817,019	37,241,703
	取引単価 (S./kg)	0.36	0.36	0.42	0.67	0.42
	売上高(S./.)	8,183,718	12,457,865	9,263,618	17,297,403	15,641,515
アボガド	作付け面積(Ha)	306	411	403	662	765
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	5,844	6,064	8,162	5,424	6,129
	収穫量(Kg)	1,790,602	2,494,123	3,285,205	3,589,603	4,689,298
	取引単価 (S./kg)	2.69	3.02	2.54	2.66	2.40
	売上高(S./.)	4,816,718	7,532,252	8,344,421	9,548,345	11,254,315
その他	作付け面積(Ha)	3,947	4,839	4,223	5,281	5,296
合計	作付け面積(Ha)	32,387	30,509	26,639	32,022	32,564
	収穫量(Kg)	430,323,455	405,372,795	379,698,827	459,907,710	450,651,306
	売上高(S./.)	189,542,574	199,454,608	215,309,405	292,804,171	219,095,280

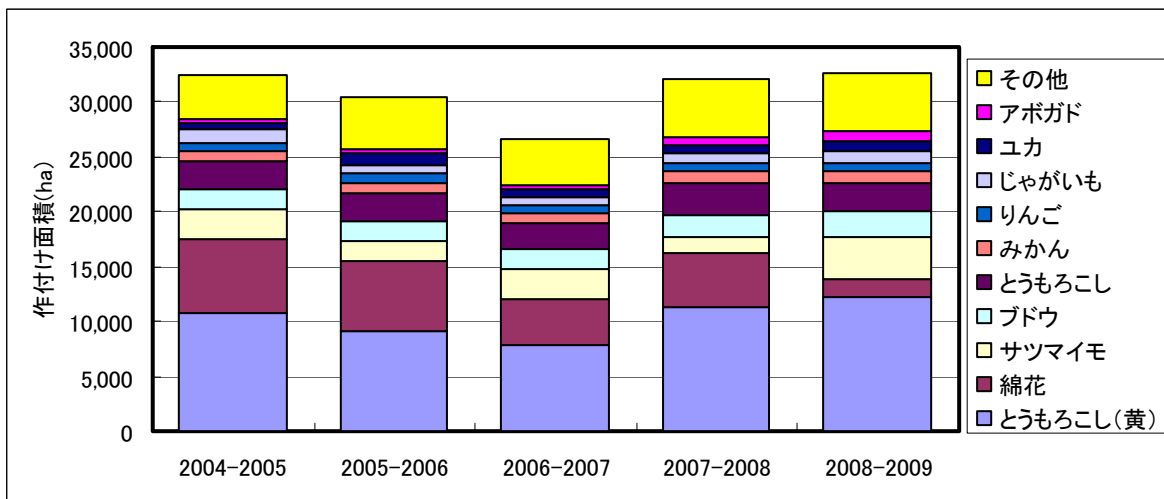


図-3.1.3-1 作付け面積

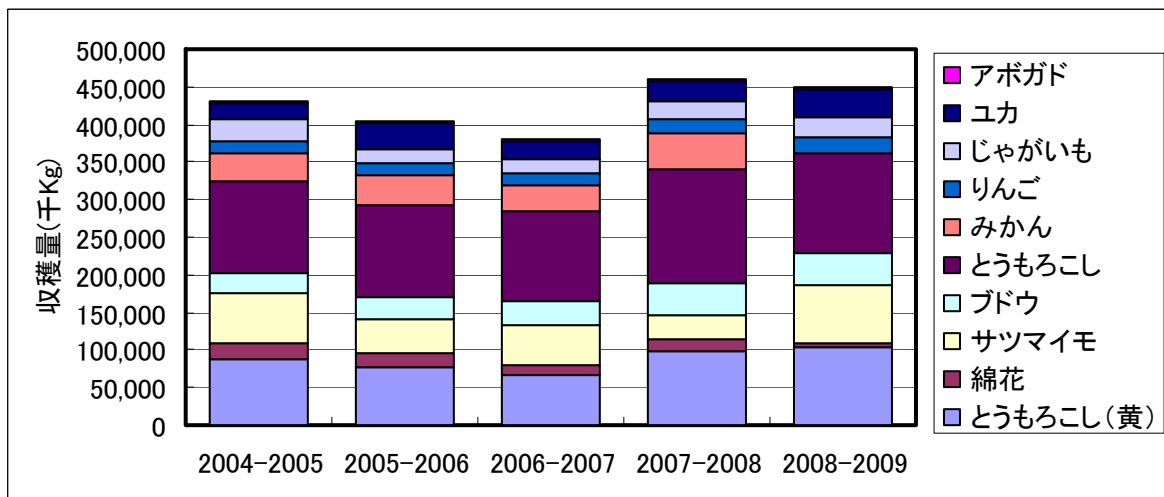


図-3.1.3-2 収穫量

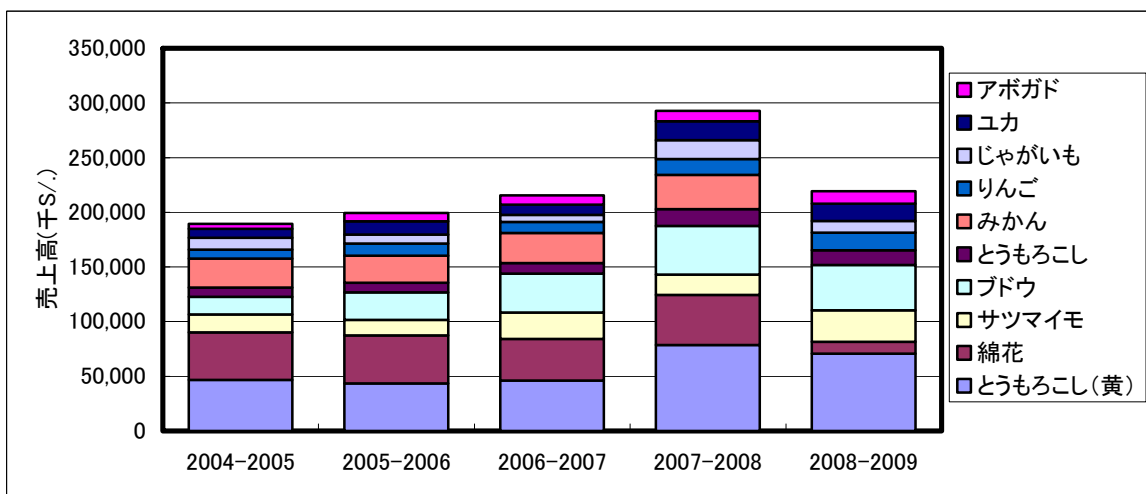


図-3.1.3-3 売上高

3.1.4 インフラ

(1) 道路

表-3.1.4-1 にカニエテ流域に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は 822.39km である。その内訳は、国道:265.89Km(32.3%)、県道:59.96km(7.3%)、市道:496.54km(60.4%)である。

表-3.1.4-1 道路概要

種別	総延長		舗装状況 (Km)			
			アスファルト	転圧道路	無転圧道路	砂利道、自然道
国道	265.89	32.3%	205.75	60.14	0.00	0.00
県道	59.96	7.3%	10.40	49.56		
市道	496.54	60.4%	39.83	213.18	211.37	32.16
Total	822.39	100.0%	255.98	322.88	211.37	32.16

(2) 灌漑施設

- 取水堰

カニエテ川には4つの取水堰があり、そのうち常設の堰は Nuevo Imperial、La Fortaleza、Palo Herbay の3つの堰である。

- 灌漑水路

灌漑水路の状況を延長を表-3.1.4-2 に示す。メイン水路、1次水路、2次水路合わせた水路延長は約1,232km である。そのうち内張りされた水路は約80km 程度で全体の6%程度である。

表-3.1.4-2 灌漑水路の状況

水利組合委員会	導水用水路				一次水路				二次・三次水路			
	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)
Canal Nuevo Imperial	10.00	7.75	40.73	48.48	67.00	14.99	108.66	123.65	418.00	7.65	252.85	260.50
Canal Viejo Imperial	1.00	4.42	16.57	20.99	50.00	4.99	42.87	47.86	116.00	0.32	108.64	108.96
Canal San Miguel	5.00	4.74	42.69	47.43	73.00	10.98	70.58	81.56	114.00	12.39	67.46	79.85
Canal Maria Angola	3.00	3.52	24.47	27.99	56.00	2.80	59.29	62.09	68.00	0.42	38.40	38.82
Canal Palo Herbay	6.00	0.00	18.89	18.89	37.00	0.08	49.96	50.04	116.00	0.00	68.33	68.33
Canal Huanca	1.00	0.00	1.96	1.96	6.00	0.00	20.20	20.20	82.00	4.33	83.66	87.99
Canal Pachacamilla	2.00	0.00	5.27	5.27	4.00	0.00	3.42	3.42	15.00	0.00	28.28	28.28
計	28.00	20.43	150.58	171.01	293.00	33.84	354.98	388.82	929.00	25.11	647.62	672.73

出典: カニエテ水利組合

- 排水路

水利組合ごとに排水路延長を表-3.1.4-3 に示す。

表-3.1.4-3 排水路

水利組合委員会	排水システム			
	集水路(m)	幹線(m)	支線(m)	全長(m)
Nuevo Imperial	6,830	3,541	1,832	12,203
Viejo Imperial	0	0	0	0
San Miguel	25,164	25,289	8,732	59,185
María Angola	3,950	1,960	787	6,697
Palo Herbay	8,925	1,432	0	10,357
Huanca	23,553	5,694	866	30,113
Pachacamilla		992		2,292
カニエテ溪谷	68,422	38,908	12,217	120,847

(3) PERPEC

2006年から2009年にPERPECにより実施された事業を表-3.1.4-4 に示す。

表-3.1.4-4 PERPECにより実施された事業

№	年	事業名	所在地			内容			総額 (\$/)	
			県	郡	町		地区			
1	2006	カニエテ川護岸工、Huacre地区	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete	Huacre	堤防形成	1	Km	250,482.00
2	2007	カニエテ川上流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	Colonia, Madean, Pulanza, Yauyos, Huanán	複数箇所	水路のコンクリート護岸	3.48	Km	201,250.00
3	2007	カニエテ川中流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	Zuhiga, Pacaran, Lunahuana	複数箇所	水路のコンクリート護岸	1.66	Km	261,363.00
4	2007	カニエテ川下流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete, San Luis, Nuevo Imperial	複数箇所	水路のコンクリート護岸	12.56	Km	483,522.00
5	2007	カニエテ川放水路のリハビリと清掃	Lima	Cañete	San Luis, San Miguel, Quilmana	複数箇所	水路横断面リハビリ	13.1	Km	169,363.00
6	2007	マラ溪谷灌漑・排水インフラリハビリ	Lima	Cañete	Mala-San Antonio	Santa Cruz de Flores, Mala, Sta Cruz de Flores, La Huaca	水路のコンクリート護岸	1.7	Km	219,502.00
7	2007	マラ川護岸工、Santa Clorinda地区	Lima	Cañete	Mala	Mala	ロック材利用の堤防	1	Km	459,280.00
8	2008	カニエテ川暫定護岸工、Carlos V, Sta. Teresa地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete	Carlos V, Sta Teresa	河床の清掃	1.6	Km	282,794.55
9	2008	マラ川暫定護岸工、San José, Las Animas地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	Mala	San José, Las Animas	河床の清掃	1	Km	207,713.00
10	2008	マラ川河床整備・護岸工 Correviento, Rinconada地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	Mala	Correviento - Rinconada	ロック材利用の堤防	0.56	Km	324,009.64

3.1.5 洪水被害の実態

(1) 全国における被害

「ペ」国における2003年から2007年の5年間の全国の洪水被害の状況は、表-3.1.5-1 に示すとおりである。毎年数万人から十数万人もの人が洪水被害にあっている。

表-3.1.5-1 洪水被害状況

		Total	2003	2004	2005	2006	2007
災害発生件数	件	1,458	470	234	134	348	272
被災者	人	373,459	118,433	53,370	21,473	115,648	64,535
家屋損失者	人	50,767	29,433	8,041	2,448	6,328	4,517
死亡者	人	46	24	7	2	9	4
被災家屋数	軒	50,156	17,928	8,847	2,572	12,501	8,308
倒壊家屋数	軒	7,951	3,757	1,560	471	1,315	848

出展 : Compendio estadísticos de SINADECI

また、「ペ」国ではこれまでに、エルニーニョの影響を受けて発生した大雨により甚大な被害を受けてきた。表-3.1.5-2 に近年最も被害が大きかった 1982-1983、1997-1998 のエルニーニョによる大雨での被害を示す。1982-1983 では被災者数が約 6,000,000 人、被害額は US\$1,000,000,000、1997-1998 では被災者数が約 502,461 人、被害額は US\$1,800,000,000 であった。なお、1982-1983 の被害では GNP が 12%ダウンするほどの被害であった。

表-3.1.5-2 被害状況

被害項目	1982-1983	1997-1998
家屋損失者 (人)	1,267,720	—
被災者数	6,000,000	502,461
けが	—	1,040
死者	512	366
不明者	—	163
被災家屋数 (軒)	—	93,691
倒壊家屋数 (軒)	209,000	47,409
被災 学校教育施設	—	740
倒壊 学校教育施設	—	216
被災 病院 診療所	—	511
倒壊 病院 診療所	—	69
被災農地(ha)	635,448	131,000
被災家畜数	2,600,000	10,540
橋梁	—	344
道路(km)	—	944
被害額(\$)	1,000,000,000	1,800,000,000

「—」：記録記載無し

(2) 調査対象流域における被害

調査対象地域が属するリマ州における災害は表-3.1.5-3 に示すとおりである。

表-3.1.5-3 リマ州における災害

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	計	平均
ALUD (土砂崩れ)																	0	
ALUVION (沖積層)																	0	
DERRUMBE (倒壊)									14	4	17	32	15	22	10	23	137	
DESLIZAMIENTO (地すべり)	1	3	1	4	2	1	3	4	5	4	2	1	5	5	2	7	50	
HUAYCO (鉄砲水)	6		2	17	17	4	2	11	8	4	0	7		3	3	3	87	
土砂災害の合計	7	3	3	21	19	5	5	15	27	12	19	40	20	30	15	33	274	17
洪水の合計	2	2	1	23	21	9	15	5	13	11	7	10	11	4	4	0	138	9

3.1.6 現地調査の結果

JICA 調査団は対象河川流域について数回の現地調査を行い、地方政府および水利組合から過去の洪水被害や流域の問題点のヒアリングを行うとともに、現地視察により洪水対策上の課題を抽出した。

(1) 現地視察及びヒヤリングの結果

(クリティカルポイントについて)

- 25km 地点の SOCSI より下流が水利組合の管轄。
- '98 のエルニーニョでは 800m³/s の洪水が発生した。観測地点が SOCSI にあり、7～250m³/s が通常時の流量。
- このときパンアメリカナの橋が土砂堆積で通行できなくなった。さらに、橋で堰上がって上流域で氾濫した。また、この時の氾濫で畑が侵食され、川幅が 200m まで広がった。この区間(クリティカルな区間のみ)は PERPEC で築堤がなされた。
- パナアメリカナの下流の川幅が毎年侵食によって広がっている。
- 管轄区間には4つの取水施設がある。4つのうち3つの取水施設はコンクリートなのでエルニーニョの洪水でも顕著な被害はなかった。ただし、残りの1つはコンクリートでないため、現在、手作業で補修している。
- 水力発電所が SOCSI より上流にある。

(その他：現地視察地点)

○パンアメリカナ (4.3km 地点)

- 1998 年の洪水の際は水が橋の上をオーバーフローした。洪水で河床が約 2m 上昇した。
- 橋は 60 年代に掛け替えている。以前の橋は 60 年代以前のエルニーニョで壊れた。
- 現在、パンアメリカナの下流に新しいパンアメリカナの橋梁が建設されている。

○氾濫地点 (7.5km 地点)

- この周辺には氾濫ポイントが3つあり、ここはそのうちの1つ。(氾濫ポイントはルクモ、コルネリオ、カルロスキント。氾濫はすべて右岸側)
- 10 年前に堤防が作られたが、洪水で流された。5 年前にディフェンサスシビルが作り直した。
- 洪水が氾濫すると土砂が畑上に広がり、作物は全滅してしまう。

- 洪水になると洗掘されて堤防が崩れ、洪水流が氾濫する。

○取水堰 (BOCATOMA FORTRESA : 10.2km 地点)

- 2001 に改修した。
- エルニーニョでの取水堰への洪水被害は特になかった。
- 受益面積は 6000ha。

○取水堰 (BOCATOMA NUEVO IMPERIAL : 24.5km 地点)

- 150m³/s までは取水堰を流れるが、それ以上になると自然に左岸側に分流される。
- 1998 年のエルニーニョの際に取水口に土砂が溜まり取水困難となり、約 1 ヶ月以上、水が取れない状況が続いた。
- 取水堰の 500m 上流で洪水によって右岸側農地が侵食被害を受けた。次のエルニーニョで洪水になると河岸沿いの道路も侵食を受ける可能性が高い。

○流量観測点 (SOCSI : 27.2km 地点)

- SENAMI の観測所がある。
- 通常の雨期では流量は 250m³/s 程度だが、1998 年のエルニーニョ時は 350m³/s の流量だった。
- 1986 年以降、橋で 1 日おきに流速を計測している。(橋上で 1m 間隔で流速を計測して流量を算出) 観測データはすべて SENAMI に提出している。

(2) 現地視察概要

現地の主な視察現場を図-3.1.6-1 に示す。

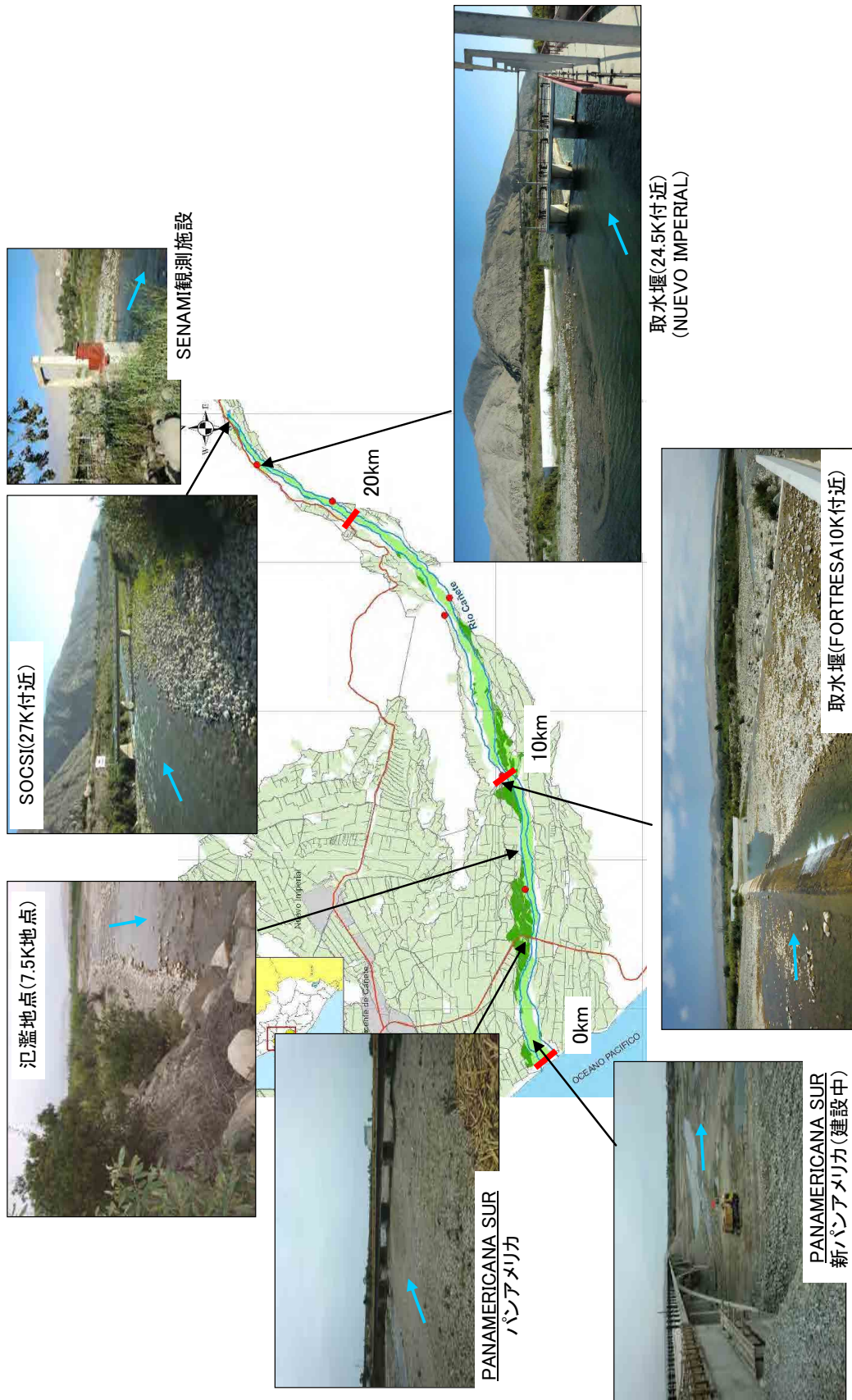


図-3.1.6-1 視察現場の概要 (カニエテ川)

(3) 課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

1) 課題1：取水堰と河岸侵食 (24k-25k 地点)

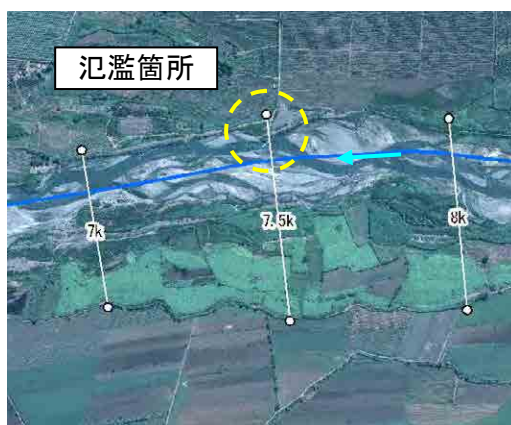
現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ '98 の洪水の際、取水口に土砂が堆積し、約1ヶ月以上取水できない状況が続いたことがある。今後も同様の事が発生する可能性が高く、土砂流入対策を高める必要がある。 ・ 堰上流で過去の出水時に河岸が侵食され、農地が流失している。侵食域が道路に近い為、再度大きな出水が生じると道路が崩壊する可能性が非常に高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路 ・ 取水堰
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水時の流量配分を適正にするため、取水堰上流に分流施設を設置 ・ 河岸侵食対策（水制工など）の実施



図-3.1.6-2 課題1に関する現地状況 (カニエテ川)

2) 課題2：氾濫地点 (7.5k 地点周辺)

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998の洪水で堤防が崩壊し、農作物に被害が生じた。 ・この周辺で3箇所(いずれも右岸側)破堤している。 ・7.5K 右岸部は水衝部になっており、水流が激しくなると河床が洗掘を受けて堤防が崩落する。現在、堤防は補修されているが、今後も大規模な洪水が発生すると破堤する可能性が高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地(主要作物はりんご、ぶどう、綿)
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・河岸侵食対策のための築堤・護岸工



再構築された堤防の状況

図-3.1.6-3 課題2に関する現地状況 (カニエテ川)

3) 課題3：狭窄部 (4.3k 地点)

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998 の洪水ではパンアメリカナに洪水が越流し、土砂が堆積した。その結果、一時通行ができなくなった。 ・パンアメリカナが狭窄部になっているため、上流域の水位が堰上げされて土砂が堆積し、各所で氾濫が生じている。 ・現在、クリティカルな部分(約 200m)だけ築堤がなされているが、ほとんどの区間は堤防が整備されていない。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・道路 (パンアメリカナ) ・農地 (主要作物はりんご、ぶどう、綿)
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・道路橋の改修が現段階としては不可能であるため、流下能力の確保 (河床掘削など) が必要。



図-3.1.6-4 課題3に関する現地状況 (カニエテ川)

3.1.7 植生および植林の現況

(1) 植生現況

1995年植生区分図とその解説によれば、カニエテ流域は海岸からアンデス高地に至るが、おおむね標高によって植生分布が特徴づけられている。海岸から標高約 2,500m 付近 (Cu、Dc) までは非常に植生が乏しく、河川沿いを除く場所では草本・サボテンが主体か植生がほとんどない区域が代表的で、やや標高の高いところでも灌木が点在する程度である。標高 2,500m から 3,500m 付近までは降雨条件がよいため灌木林が形成されるが、それ以上の標高では低温のため植生は育ちにくく、草本が主体の区域となっている。また、灌木がある区域でも樹高は最大でも 4m 程度となっている。ただし、砂漠地帯であっても河川沿いには高木となる木本植物が成立している。

表-3.1.7-1 カニエテ流域の代表的植生一覧

区分	名称	分布する標高	降雨量	代表的な植生
1)Cu	沿岸部の農地	沿岸部	ほとんどゼロ	河川沿いに広がる農地
2)Dc	沿岸部の砂漠	0~1,500m	ほとんどゼロ、霧出現箇所あり	ほとんどなく、霧の発生場所に草本がある程度
3)Ms	乾燥草本・灌木帯	1,500~3,900m	120~220mm	サボテン類、草本
4)Msh	半湿潤灌木・草本帯	北中部 2,900~3,500m アンデス山間 2,000~3,700m	220~1,000mm	常緑、4mを超えない低木
5)Mh	湿潤草本・灌木帯	北部 2,500~3,400m 南部 3,000~3,900m	500~2,000mm	常緑、4m以下
6)Cp	アンデス高地の牧草地	3,800m付近	(記述なし)	イネ科の草本
7)Pj	草原	3,200~3,300m 中南部 3,800mまで	南部寡雨地帯で 125mm 下東斜面では 4,000mm 超	イネ科の草本
8)N	雪山		—	—

出典：1995年植生区分図を元に JICA 調査団により作成

(2) 植生分布面積

1995年 INRENA 調査の結果を GIS 上に移植し、流域ごとに各植生区分の面積と流域面積に対する割合を算出した (表-3.1.7-2 および図-3.1.7-1 を参照)。この結果を、沿岸部の砂漠地帯 (Cu、Dc)、草本・サボテン地帯 (Ms)、灌木林地帯 (Msh、Mh)、高地の草原 (Cp、Pj) という大区分で面積を集計し、区分ごとの流域面積に対する割合を計算したものが表-3.1.7-3 である。砂漠地帯が 2 割程度、草本・サボテン地帯が 1 割、草地が 5 割となっており、灌木林地帯は 2 割弱である。灌木林は、うっ閉林が成立できないような厳しい自然条件下で成立することが多く、それさえも面積は少ない。このことから、カニエテ流域においては、自然条件が相当に厳しいと判断できる。特に厳しい条件としては、降雨条件、貧しい土壌条件、急勾配斜面などが想定され、自然植生としては大型木本植生の成立が非常に難しいところであるといえる。

表-3.1.7-2 植生区分面積と流域面積に対する割合(カニエテ流域)

流域名	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	計
(植生区分面積 : ha)									
カニエテ流域	61.35	1,072.18	626.23	1,024.77	70.39	187.39	2,956.65	66.78	6,065.74
(流域面積に対する割合 : %)									
カニエテ流域	1.0	17.7	10.3	16.9	1.2	3.1	48.7	1.1	100.0

(出典 : 1995 年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

表-3.1.7-3 大区分植生の流域面積に対する割合 (カニエテ流域)

流域名	植生区分					
	砂漠等 (Cu, Dc)	草・サボテン (Ms)	灌木林 (Msh, Mh)	草地 (Cp, Pj)	雪山 (N)	計
(流域面積に対する割合 : %)						
カニエテ流域	18.7	10.3	18.1	51.8	1.1	100.0

(出典 : 1995 年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

(3) 森林面積の変化

ペルーにおける森林面積の変遷は詳細に調査されていないが、INRENA による全国植林計画 (Plan Nacional de Reforestacion Peru 2005 - 2024) の「Anexo 2.」には 2005 年までに減少した森林面積が当時の県 (Departamento) ごとに記載されている。調査対象地で該当する箇所は、Arequipa 県、Ayacucho 県、Huancavelica 県、Ica 県、Lima 県、Piura 県であるが、いずれの県に対しても調査対象地はその一部である。該当する県の累積減少森林面積を表-3.1.7-4 に示す。

リマ州についてはデータが存在しない。

表-3.1.7-4 2005 年までに減少した森林面積

県名	面積 (ha)	累積森林減少面積 (ha)、及び減少面積が県面積に占める割合 (%)	伐採後の状況	
			未利用の面積 (ha)	利用されている面積 (ha)
Lima	3,487,311	-	-	-

(出典 : 全国植林計画、INRENA、2005)

2005 年に実施された FAO の調査による植生区分 (2000 年の衛星画像データを元に作成) と 1995 年の INRENA 調査による植生区分 (1995 年の衛星画像データを元に作成) を GIS 上に移植し、流域ごとに植生区分の変化を測定した。(表-3.1.7-5 参照)。

植生区分ごとの面積の増減をみると、乾燥地 (砂漠、サボテン地 : Cu, Dc, Ms) が減少、灌木林地帯 (Msh, Mh)、牧草地 (Cp)、雪山 (N) が増加、という結果となっている。

表-3.1.7-5 1995 年から 2000 年の植生区分の面積変化

流域名	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	流域面積
(植生区分面積 : ha)									
カニエテ(a)	-13.46	-28.34	-50.22	7.24	23.70	34.89	-2.18	28.37	6,065.74
現況面積(b)	61.35	1,072.18	626.23	1,024.77	70.39	187.39	2,956.65	66.78	6,065.74
現況に対する割合 (a/b) %	-21.9	-2.6	-8.0	+0.7	+33.7	+18.7	-0.1	+42.5	

(出典 : 1995 年 INRENA 調査、2005 年 FAO 調査を元に JICA 調査団により作成)

(4) 植林の現況

流域の下流部～中流部では主として次の3種類の植林が実施されている。i)河川沿いに防災のための植林、ii)農地の周囲を囲む防風・防砂のための植林、iii)家屋の周囲を囲む植林。いずれも面積としては非常に少なく、樹種もユーカリが最も多く、次いでモクマオウ、郷土種の植林は少ない。一方、アンデス高地では薪炭供給のための植林、農地を冷害・獣害(家畜)から保全するための植林、水源地を保全するための植林が行なわれている。植林樹種はユーカリ、マツがほとんどである。アンデス高地での植林は旧 PRNAMACHIS (現在の AGRORURAL) のプログラムによって実施されているものが多く、AGRORURAL がコミュニティに苗木を供給し、農民がそれを植栽し、維持管理していくシステムが一般的である。州政府による植林事業もあるが数量としては多くない。このシステムでは、植栽地の選定にコミュニティの合意が必要で、多くの農民は少しでも農地を増やしたいと考えているため、合意形成には長い期間を要しており、なかなか植林事業がすすまないのが実情である。加えてアンデス高地の3,800m以上のところでは冷温のため植林が難しくなる。また、組織改革のため資料が散逸し、これまでの植林事業実績についての記録はほとんど収集できなかった。

前出の全国植林計画(INRENA、2005)に1994年から2003年までの旧県(Departamento)ごとの植林実績が記載されている。ここから、調査対象地に該当する旧県の植林実績を抜粋した(表-3.1.7-6参照)。1994年は植林面積が多いものの、その後急激に植林面積は落ち込んでいる。また、リマは沿岸に位置し、降雨量が非常に少ないため植林が可能なところが少なく、また、植林の需要が低いと想定される。

表-3.1.7-6 1994年から2003年までの植林実績

(単位: ha)

県	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	計
リマ	6,692	490	643	1,724	717	1,157	nr	232	557	169	12,381

出典: 全国植林計画、INRENA、2005

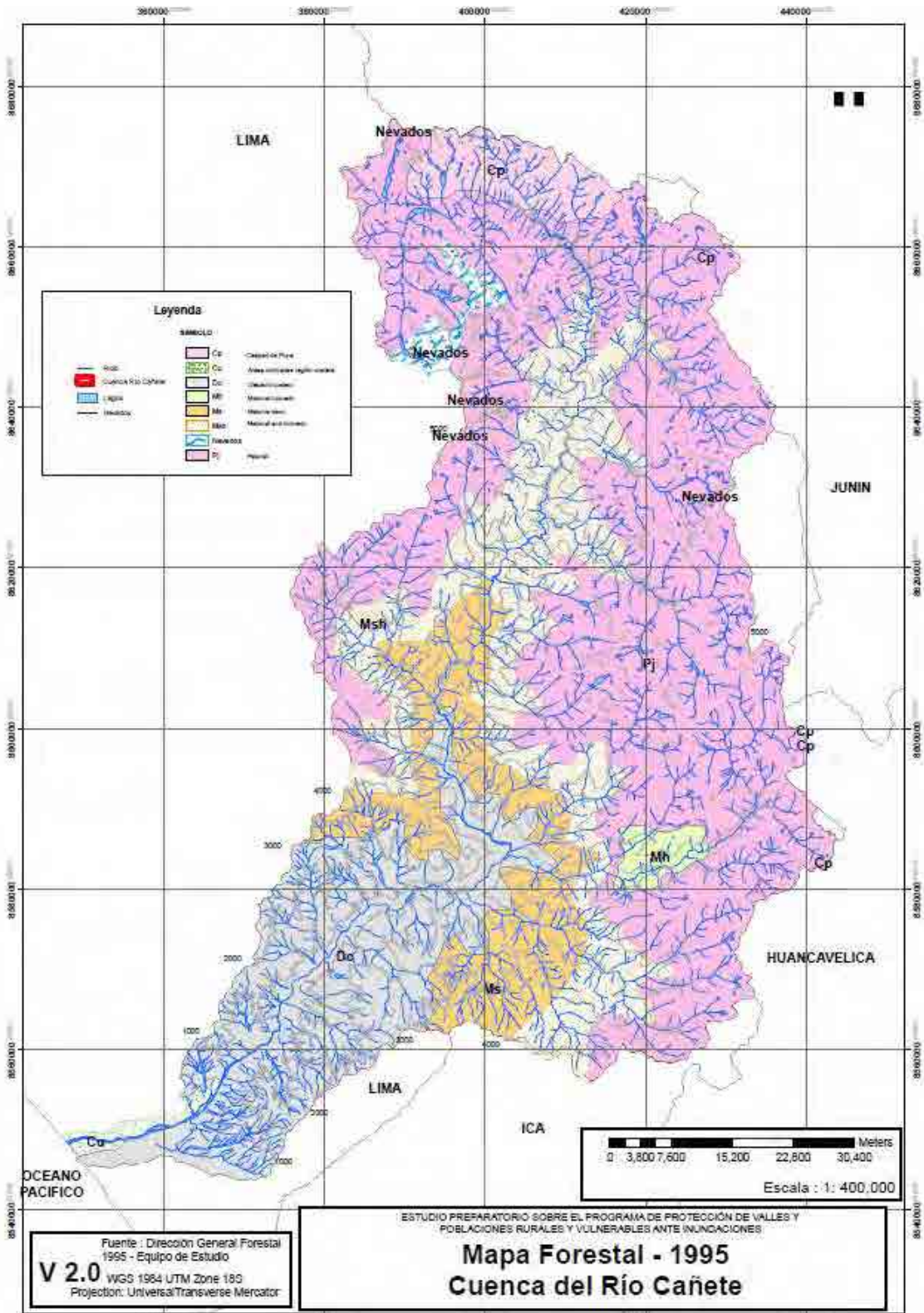


図-3.1.7-1 カニエテ流域植生分布

3.1.8 土壌侵食の現況

(1) 収集資料および基礎資料の作成

1) 収集資料

調査対象地域の土砂生産の現況を調査する目的で表-3.1.8-1 に示す資料を収集した。

表-3.1.8-1 収集資料の一覧

収集資料	形式	作成機関
地形図 (S=1/50,000)	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
地形図 (S=1/100,000)	Shp,dxf	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
地質図 (S=1/250,000)	SHP	Geologic data systems
地質図 (S=1/100,000)	Shock Wave	INGEMMET
30m メッシュデータ	Text	NASA
河川データ	SHP	ANA
流域データ	SHP	ANA
侵食区分図	SHP	ANA
土壌区分図	SHP	INRENA
植生区分図	SHP2000年 PDF1995年	DGFFS
雨量データ	Text	Senami

2) 基礎資料の作成

収集した資料を用いて以下のデータを作成した。これらのデータは Annex-6 に添付する。

- ・水系区分図 (3次谷で流域区分)
- ・傾斜区分図
- ・地質図
- ・侵食区分図と河床勾配
- ・侵食区分図と谷次数
- ・土壌区分図
- ・等雨量線図

(2) 土壌侵食要因の分析

1) 地形特性

i) 標高別面積

カニェテ川流域の標高別の面積を表-3.1.8-2 および図-3.1.8-1 に示す。Canete 流域においては 4,000m 以上の標高の示す割合が多い。4,000m 以上の標高は比較的なだらかでこの部分に雪山およびため池が多く分布している。Canete 流域のこの部分は面積が広く水源が豊富で、流量も多い。

表-3.1.8-2 標高別の面積

Altitude (m)	Aewa (km ²)
	カニエテ川
0 - 1000	381.95
1000 - 2000	478.2
2000 - 3000	1015.44
3000 - 4000	1012.58
4000 - 5000	3026.85
5000 - Mas	108.95
TOTAL	6023.97
Max Altitude	5355.00

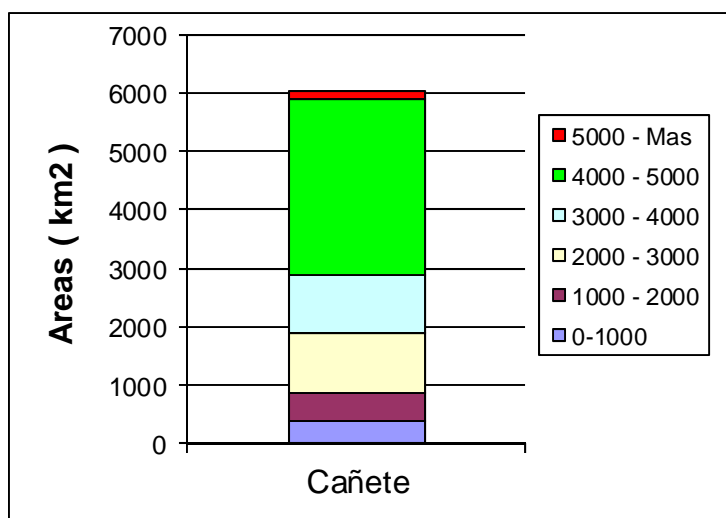


図-3.1.8-1 標高別の面積

ii) 傾斜区分

各流域の傾斜区分を表-3.1.8-3 および図-3.1.8-2 に示す。

表-3.1.8-3 傾斜区分と面積

傾斜 (%)	カニエテ川	
	面積(km ²)	傾斜
0 - 2	36.37	1%
2 - 15	650.53	11%
15 - 35	1689.81	28%
Over 35	3647.26	61%
TOTAL	6023.97	100%

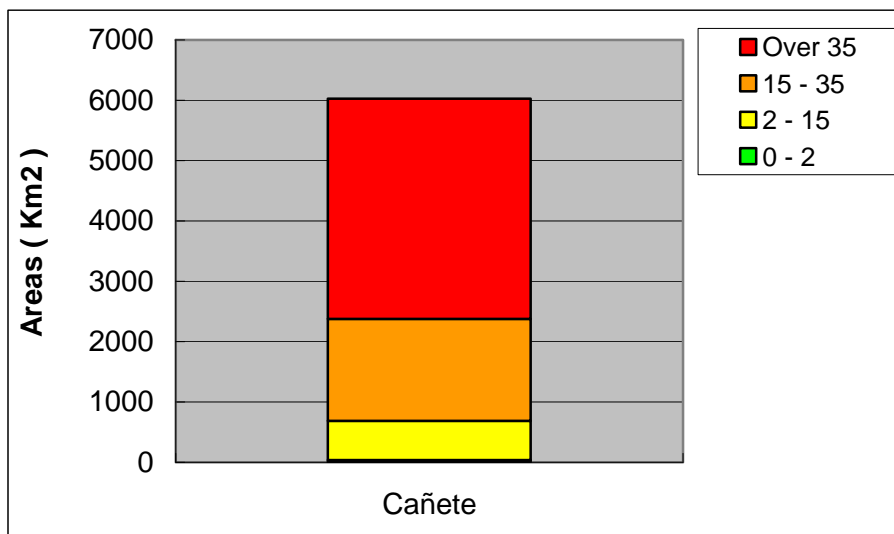


図-3.1.8-2 傾斜区分と面積

iii) 河床勾配

各河川における河床勾配とこれに属する支川を含めた溪流の流路延長は表-3.1.8-4 および図-3.1.8-3 に示すとおりである。土砂の移動と河床勾配の関係は一般に図-3.1.8-4 に示すとおりである。土石流発生区間の勾配は 1/3 (33.3%) 以上といわれており、堆積区間に区分される 1/30 (3.33%) ~1/6 (16.7%) といわれている。

表-3.1.8-4 河床勾配と溪流の総流路長

河川勾配(%)	Cañete
0.00 - 1.00	12.82
1.00 - 3.33	173.88
3.33 - 16.67	1998.6
16.67 - 25.00	753.89
25.00 - 33.33	467.78
33.33 - Mas	975.48
TOTAL	4382.45

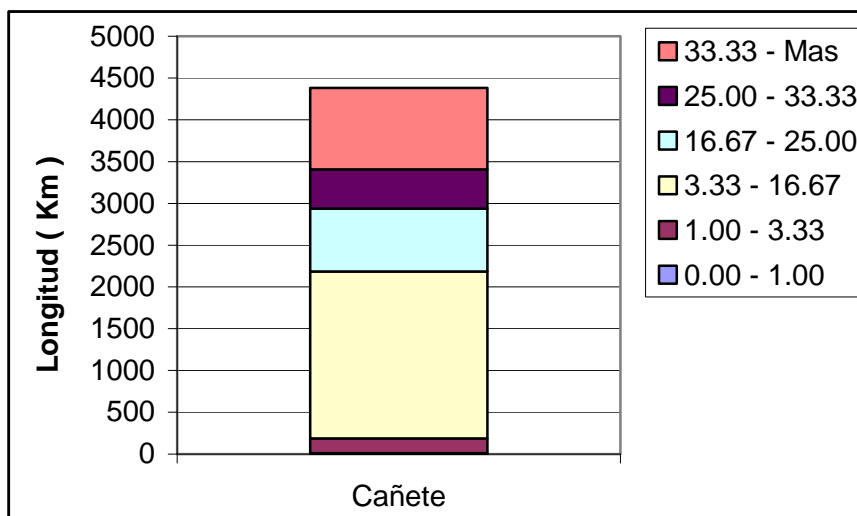


図-3.1.8-3 河床勾配と溪流の総流路長

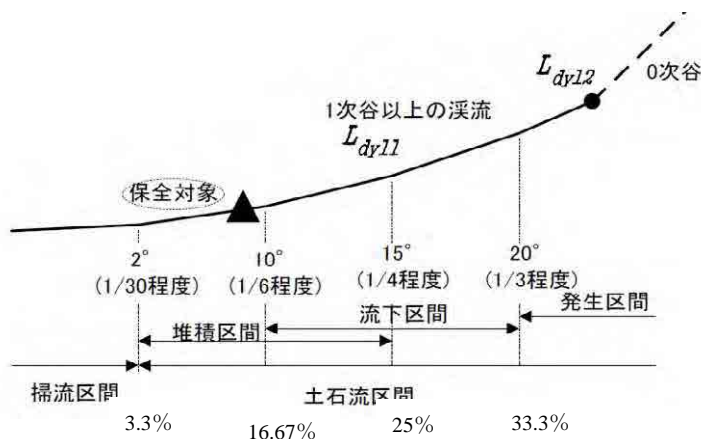


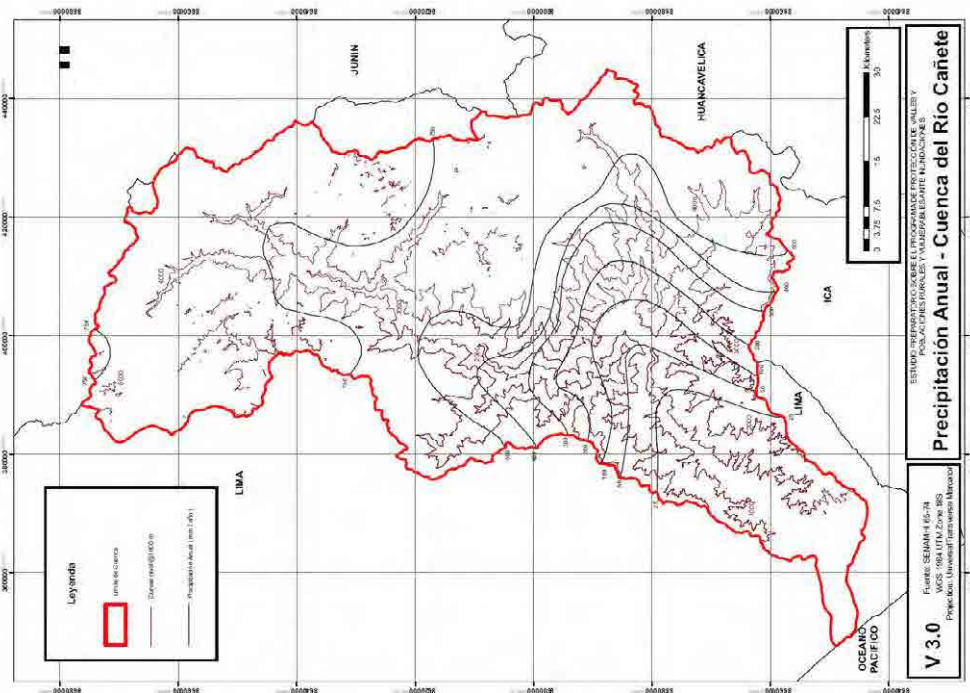
図-3.1.8-4 河床勾配と土砂移動の形態

2) 降雨特性

ペルーの太平洋側に面した幅 30~50km、長さ約 3000km の海岸砂漠地域 (コスタ) は、チャラと呼ばれる気候区分に入り、年間の平均気温は 20℃前後。年間を通じてほとんど雨が降らない。

標高 2500~3500m はケチュアという気候区分に入る。この付近では年間 200~300mm の雨が観測されている。ケチュアを越えると標高 3500~4500m のスニと呼ばれる不毛の地域になり、この付近では年間 700mm 程度の雨が観測される。

カニエテ流域の年間雨量等曲線図を図-3.1.8-5 に示す。



出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-5 カニエテ流域等雨量線図

氾濫解析対象エリアでの年間降水量は0～25mmである。北側の標高4,000mのエリアでの年間降水量は750～1,000mmである。

3) 侵食特性

流域全体での侵食特性は以下に示す通りである。

流域は大きくコスタ、シエラ～スニ、プナの3つに区分される。それぞれの気候および降水量は図-3.1.8-6に示す通りである。侵食が最も多い箇所は、地形が急峻でなおかつ裸地となっているシエラ～スニである。

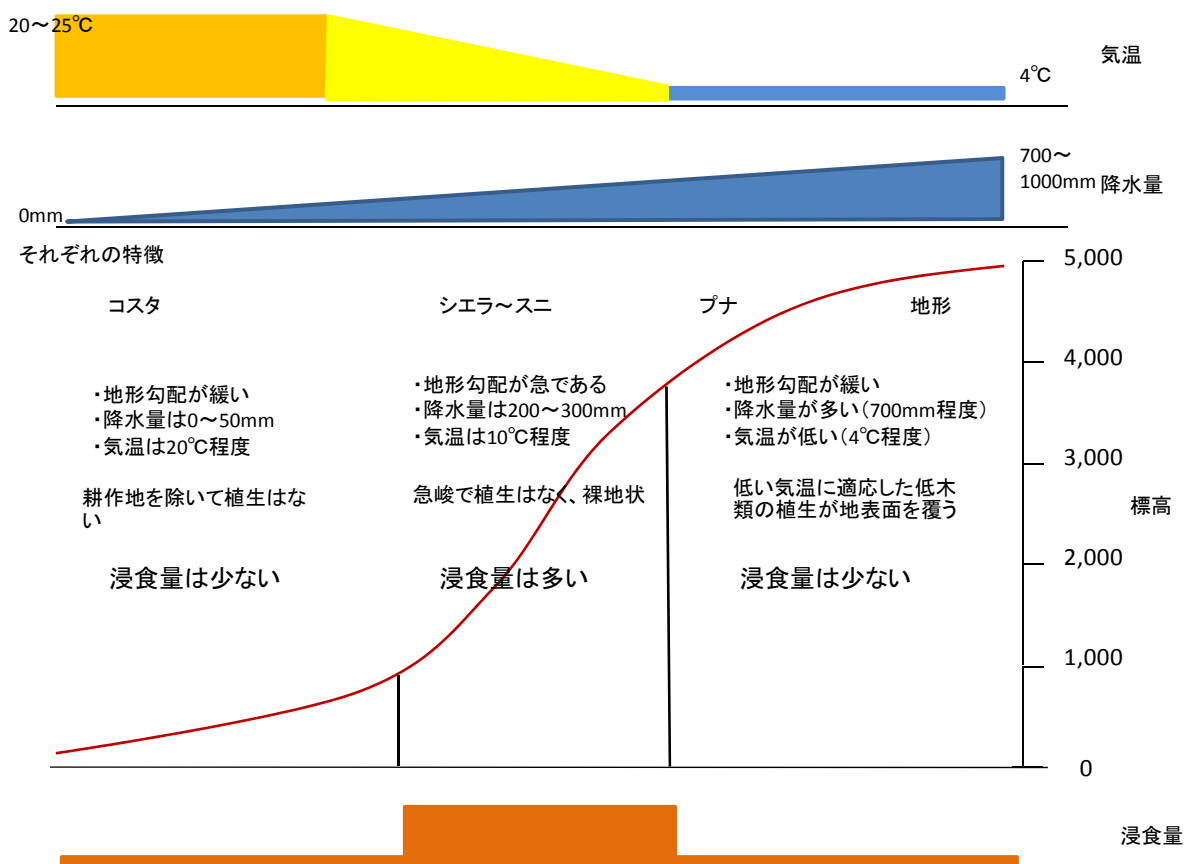


図-3.1.8-6 土壌侵食量と各種要因の関係

(3) 侵食量の大きい箇所の特定

Anaによって作成された侵食区分図は、地質図、斜面勾配、雨量を考慮して作成されている。侵食深は、斜面勾配の影響を最も受けるといわれており、この侵食区分図は、傾斜区分図と調和的である。侵食区分図で侵食が多いと判断されている箇所が流域内での侵食が活発な場所であると判断できる。流域毎に見てみると以下の傾向にある。

標高2,000-5,000mにかけて35%以上の斜面が分布する。流域全体の約60%が35%以上の斜面からなる。特に標高1,000～3,000mでは80%以上が35%以上の斜面からなる。この箇所での侵食が多いものと推定される。

表-3.1.8-5 カニエテ川の標高毎の傾斜区分

Altitude	Slope				total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Over 35	
0 - 1000	15.51	111.54	101.99	141.11	370.15
Ratio	4%	30%	28%	38%	100%
1000 - 2000	0.56	18.13	75	435.02	528.71
Ratio	0%	3%	14%	82%	100%
2000 - 3000	0.15	11.1	64.27	604.91	680.43
Ratio	0%	2%	9%	89%	100%
3000 - 4000	0.52	35.27	193.48	751.43	980.7
Ratio	0%	4%	20%	77%	100%
4000 - 5000	8.88	490.68	1252.7	1668.31	3420.57
Ratio	0%	14%	37%	49%	100%
5000 - Mas	0.05	3.26	21.88	59.99	85.18
Ratio	0%	4%	26%	70%	100%
Total	25.67	669.98	1709.32	3660.77	6065.74
Ratio	0%	11%	28%	60%	100%

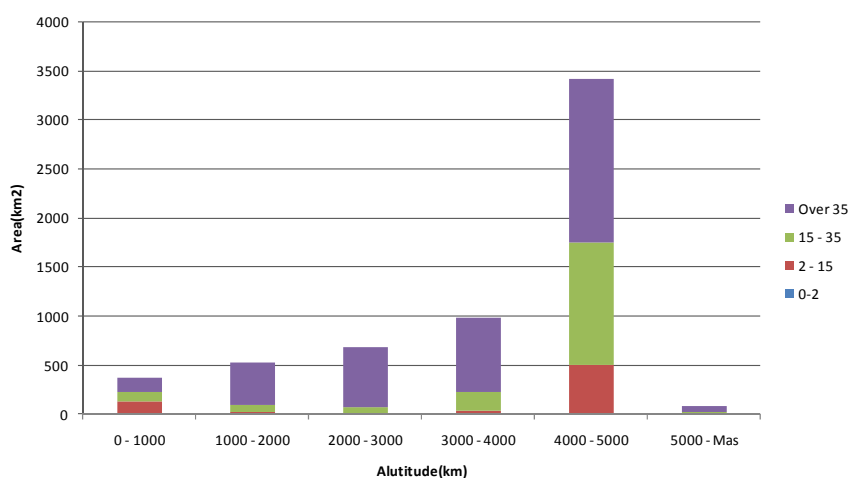


図-3.1.8-7 カニエテ川の標高毎の傾斜区分

(4) 土砂生産状況

1) 現地調査結果

Canete 流域に対して上流域の調査を行った。調査結果は以下の通りである。

- ・ 山肌には、崩壊、風食などにより生産された碎屑物が崖錐を形成している。
- ・ 基岩地質毎に若干生産形態は異なる。安山岩質～玄武岩質は巨礫の崩落、破砕がメインであり、堆積岩質は風化による風化侵食、細粒砂の匍行がメインである（図-3.1.8-8 および図-3.1.8-9 参照）。
- ・ 平時に匍行性の土砂移動があるためか、図-3.1.8-10 に示すように植生は根付いていない。安山岩質の岩盤摂理面など、あまり土砂移動のない場所においては、藻類やサボテン類が侵入しているのが認められた。
- ・ ほとんどの河道で低位の段丘面が残っているため、そのような場所では斜面から直接河道への土砂流入は見られず、段丘上に崖錐を形成している。そのため、ほとんどの河川への供給土砂は段丘堆積物からの侵食土砂および河床変動による堆積土砂と推察される（図-3.1.8-11 参照）。

- ・上流側では、段丘面が少なくなり、斜面からの直接土砂流入が確認できるが、極僅かであると判断できる。



図-3.1.8-8 安山岩質～玄武岩質の崩壊地



図-3.1.8-9 堆積岩類の土砂生産状況



図-3.1.8-10 サボテンの侵入状況



図-3.1.8-11 河道付近における土砂移動

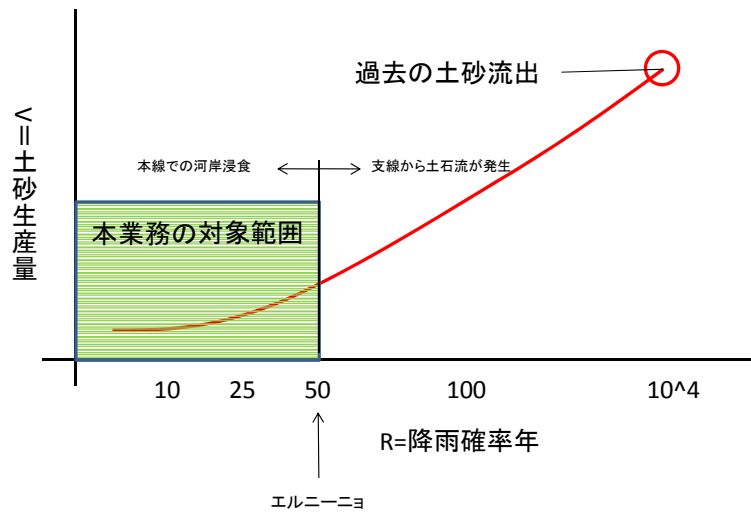
2) 土砂移動状況(河道内)

溪谷内は、段丘が発達している。(canete 流域で高さ 10m 以上の規模)この段丘面の脚部は各所で流路に接しており、それらの地点からは通常流量(雨期の中小規模出水を含む)で土砂が再流出、移動しているものと考えられる。

3) 予測される土砂生産流出形態

要因(降雨・流量)の規模に応じた土砂生産流出が予測される。

定量的な経過測量、比較検討を行っていないため、平常時、エルニーニョ程度の降雨および大規模出水時での定性的な所見を以下に示す。本業務の対象範囲は、下図に示す通り 50 年確率降雨であり、支線からの土石流が発生する降雨に相当する。



i) 平常時

- ・ 斜面からの土砂生産はほとんど見られない
- ・ 段丘面から崩落、脚部に堆積した崖錐に流水があたることによって土砂が生産、下流側へ流出する。
- ・ 河道内に残置されている中州の堆積土砂が小規模増水時に流路変更に伴い再移動、下流側へ押し出すの 패턴で土砂流出が発生すると考えられる(図-3.1.8-12 参照)。

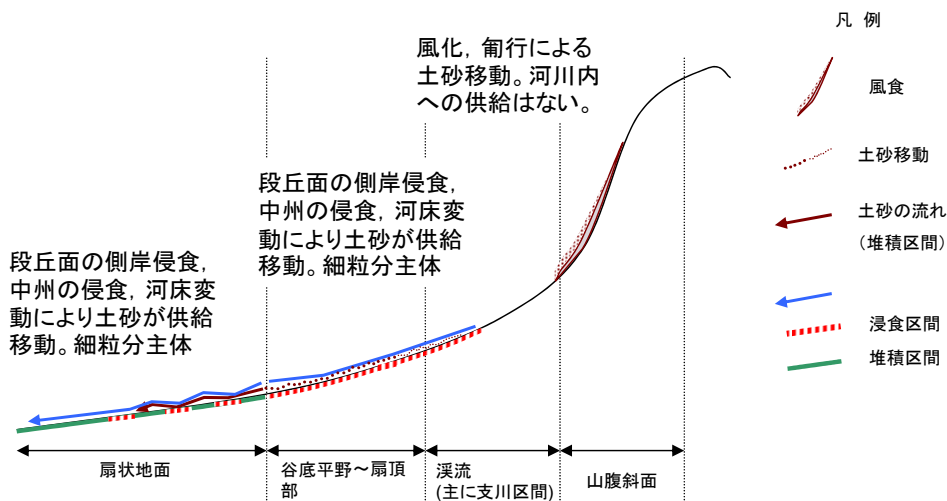


図-3.1.8-12 平常時の土砂生産流出の状態

ii) エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨

現地ヒアリングによればエルニーニョ年度には各支線から土石流が発生しているとのことであった。ただし、河道の土砂調節量が多く、下流への影響はあまりないものと推定される。

- ・ 斜面から水量に見合った量の土砂が流出する
- ・ 支線から土石流が発生し本線へ流れ込む
- ・ 河道の土砂調節量が多いため、下流への影響はあまりない

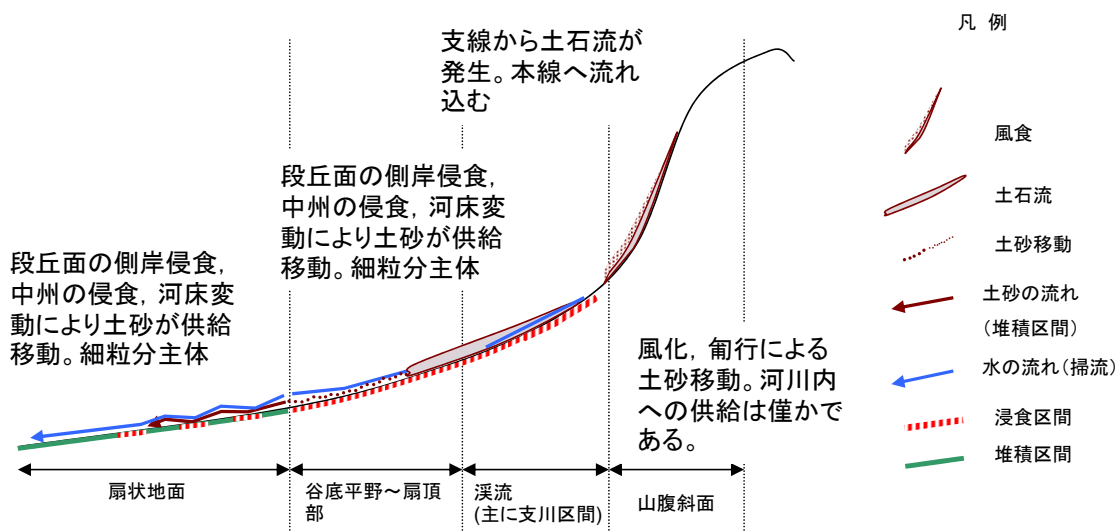


図-3.1.8-13 エルニーニョ (1/50) 程度の豪雨時における土砂生産流出の状態

iii) 大規模出水時 (現在の段丘面を形成するような出水) 10,000 年に 1 回程度

コスタ地方については、100 年超過確率日降雨量は 50mm 程度である。そのため水による土砂移動がきわめて少ない状態である。しかしながら雨が少ない分、ひとたび豪雨が発生した場合、流水による土砂生産ポテンシャルは非常に高い状態にあるといえる。およそ 10,000 年確率規模以上の低確率規模降雨が生じた場合、以下の土砂生産形態が発生すると考えられる(図-3.1.8-14 参照)。

- ・ 斜面より水量に見合った量の土砂が流出する。
- ・ 崖錐や斜面脚部の過堆積土砂が水量見合い流出し、溪流や河道の閉塞を伴う土砂移動が発生
- ・ 河道閉塞後に発生する天然ダム決壊、中州の崩壊による土石流、土砂流の発生
- ・ 多量の土砂供給に伴う下流側での河道内堆積の増加と段丘の形成
- ・ 扇面頂部～加積不足断面における河道変更を伴う氾濫

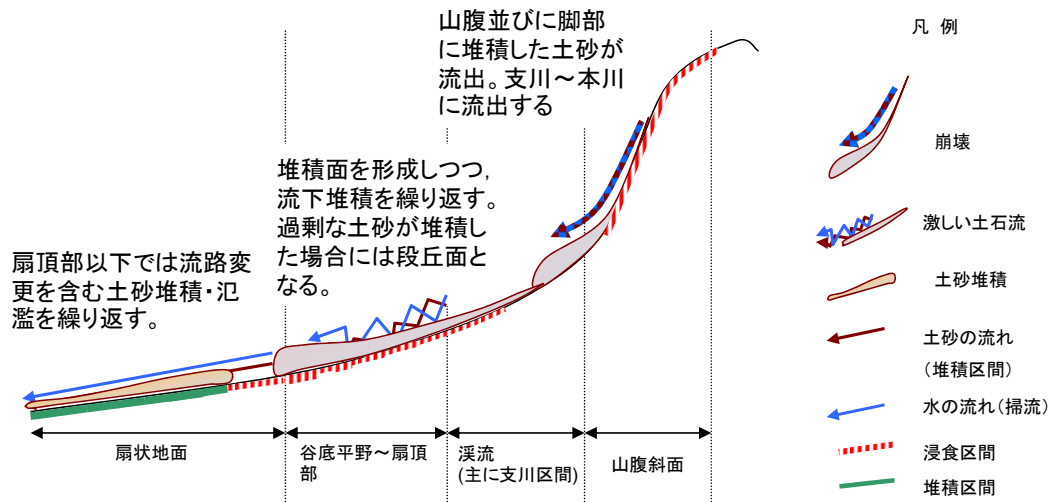


図-3.1.8-14 大規模出水時の土砂生産流出の状態 (地質学的スケール)

3.1.9 流出解析

(1) 降雨量データ

1) 降雨観測状況

流出解析に用いる降雨量の観測状況を把握するとともに、流出解析に必要な降雨データの収集および整理を行った。降雨量データは、SENAMHI、ELECT.PERU より収集した。

カニエテ流域の降雨観測地点および観測データの収集期間を整理して表-3.1.9-1～2、図-3.1.9-1 に示す。

カニエテ流域ではこれまでに、13箇所の観測所で雨量観測が行われており (現在未観測地点含む)、最長で1964年から2010年までの47年間観測が行われている。

表-3.1.9-1 雨量観測地点一覧 (カニエテ川流域)

コード	観測地点	県	経度	緯度
152202	ARDILLA (SOLANA BAJA)	PIURA	80° 26'1	04° 31'1
150003	EL CIRUELO	PIURA	80° 09'1	04° 18'1
152108	FRIAS	PIURA	79° 51'1	04° 56'1
230	LA ESPERANZA	PIURA	81° 04'4	04° 55'55
152125	LAGUNA SECA	PIURA	79° 29'1	04° 53'1
152104	LAS LOMAS 1	PIURA	80° 15'1	04° 38'1
140	LAS LOMAS 2	PIURA	80° 15'1	04° 38'1
208	MALLARES	PIURA	80° 44'44	04° 51'51
152144	MONTERO	PIURA	79° 50'1	04° 38'1
152101	PANANGA	PIURA	80° 53'53	04° 33'33
152135	SAN JUAN DE LOS ALISOS	PIURA	79° 32'1	04° 58'1
203	SALALA	PIURA	79° 27'27	05° 06'6
152110	SANTO DOMINGO	PIURA	79° 53'1	05° 02'1

表-3.1.9-2 雨量観測データ収集期間 (カニエテ川流域)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
CAÑETE																															
COSMOS																															
AYAVIRI																															
CARANIA																															
COLONIA																															
HUANGASCAR																															
HUANTAN																															
NICOLAS FRANCO SILVERA																															
PARARAN																															
SOCSI																															
TANTA																															
TOMAS																															
YAUURICUCHA																															
YAUYS																															



図-3.1.9-1 観測地点位置図 (カニエテ川流域)

2) 等雨量線図

観測された 1965 年から 1974 年の降雨データを基に SENAMHI により作成された年降雨量（10 年平均値）の等雨量線図を各流域毎に示す。

カニエテ川流域の等雨量線図を図-3.1.9-2 に示す。カニエテ川流域では、地域によって年降雨量に大きな開きがあり、最も少ない地域で 25mm 程度以下、最大で 750mm 程度の降雨量を記録している。下流域ほど降雨量が少なく、標高が高くなる上流域ほど降雨量が多くなる。

洪水対策を行う下流域での年降雨量は 25～50mm 程度と降雨量は少ない。

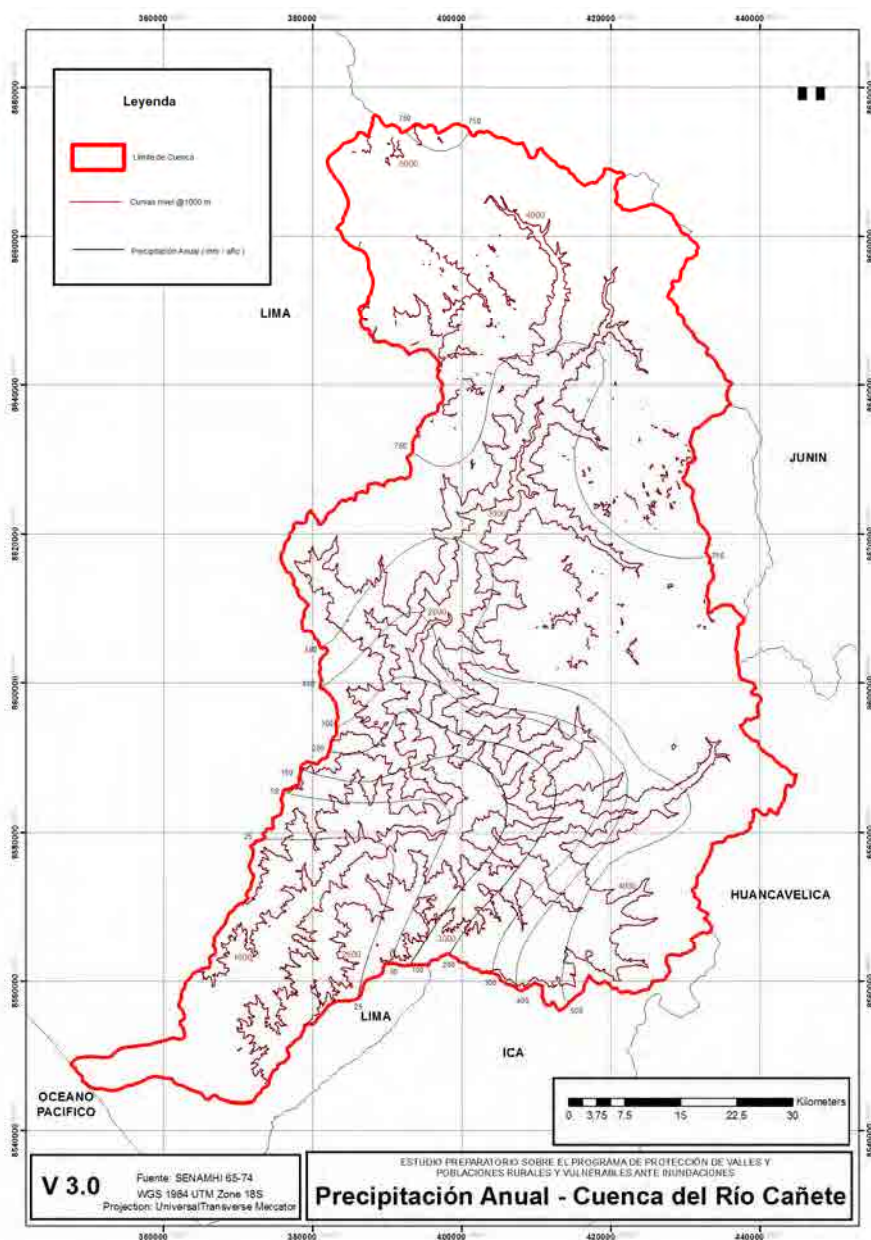


図-3.1.9-2 等雨量線図（カニエテ川流域）

(2) 降雨量解析

1) 解析手法

各観測所から収集した降雨データを用いて水文統計計算を行い、各観測所の確率 24 時間降雨量の算出を行った。

水文統計計算は、複数の確率分布モデルを用いて行い、適応性が最も高いモデルを採用し、そのモデルでの計算結果を確率 24 時間降雨量とした。

なお、水文統計に用いたモデルは下記のとおりである。

- ・ Distribution Normal or Gaussiana
- ・ 対数正規分布 3 母数(Log - Normal 3 parameters)
- ・ 対数正規分布 2 母数(Log - Normal 2 parameters)
- ・ ガンマー分布(Gamma 2 or 3 parameters)
- ・ 対数ピアソンⅢ型分布(the log - Pearson III)
- ・ ガンベル分布(Gumbel)
- ・ 一般化極値分布(Generalized Extreme Values)

2) 確率雨量解析結果

各観測所および各流域の基準地点における確率雨量を整理して下記に示す。

各観測地点および基準地点(Station Socsi)の確率 24 時間雨量を表-3.1.9-3 に示すとともに確率 50 年雨量の等雨量線図を図-3.1.9-3 に示す。

表-3.1.9-3 確率 24 時間雨量 (カニエテ川流域)

NOMBRE DE ESTACION	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]						
	PT_2	PT_5	PT_10	PT_25	PT_50	PT_100	PT_200
AYAVIRI	29.0	35.0	37.0	39.0	40.0	41.0	42.0
CARANIA	18.0	23.0	27.0	33.0	39.0	45.0	52.0
COLONIA	21.0	30.0	37.0	48.0	56.0	66.0	77.0
COSMOS	23.0	31.0	35.0	40.0	43.0	45.0	47.0
HUANGASCAR	20.0	29.0	35.0	44.0	51.0	59.0	67.0
HUANTAN	30.0	40.0	48.0	58.0	66.0	75.0	84.0
PACARAN	4.0	7.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0
SOCSI CAÑETE	0.0	1.0	2.0	4.0	7.0	12.0	21.0
TANTA	23.0	32.0	38.0	46.0	52.0	58.0	65.0
TOMAS	14.0	18.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
YAUICOCHA	27.0	36.0	43.0	54.0	64.0	75.0	88.0
YAUYOS	18.0	23.0	27.0	31.0	34.0	37.0	40.0

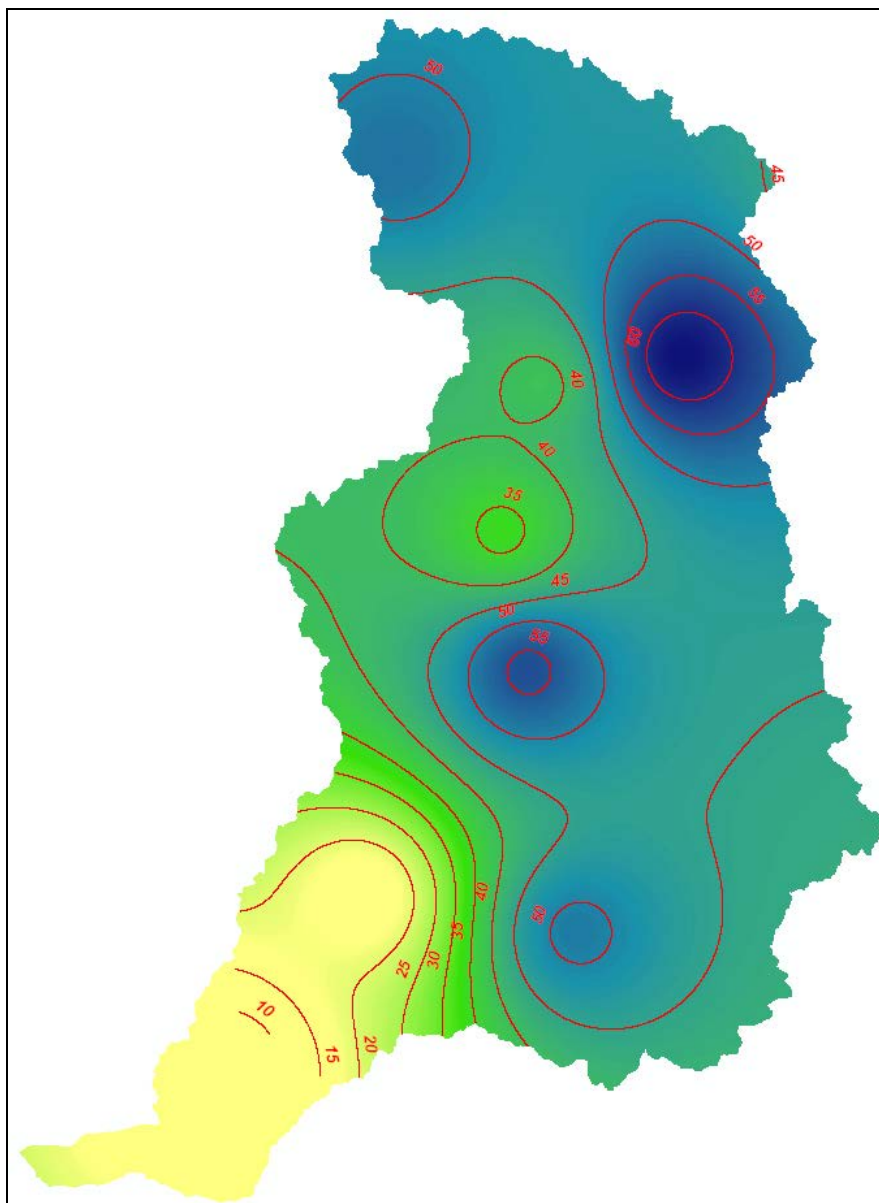


図-3.1.9-3 確率50年雨量等雨量線図 (カニエテ流域)

(3) 流出量解析

1) 流量観測状況

流出量解析に用いる流量の観測状況を把握するとともに、流出量解析に必要な流量観測データの収集および整理を行った。

流量データは、DGIH、水利組合、水管理局 (ANA) より収集した。

2) 流出量解析

収集した流量データより基準地点の年最大流量を用いて、水文統計計算を行い確率流量を算出した。生起確率2年～100年の確率流量を整理して、表-3.1.9-4に示す。

表-3.1.9-4 基準地点確率流量

河川名	(m ³ /s)					
	確率 2年	確率 5年	確率 10年	確率 25年	確率 50年	確率 100年
カニエテ川 Socsi	313	454	547	665	753	840

3) 確率洪水量解析

a) 解析手法

確率洪水量の解析は、HEC-HMS を用いて行った。HEC-HMS により、生起確率ごとのハイドログラフを作成するとともにピーク流量の算出を行った。

解析に用いる降雨量は、降雨解析により算出した各流域の生起確率毎のハイエイトを用いた。なお、ハイドログラフは流出量解析で推定したピーク流量を参考に評価を行い決定した。

b) 解析結果

カニエテ川流域における生起確率2年～100年の確率洪水量を整理して表-3.1.9-5 に示す。

また、カニエテ川流域における確率洪水のハイドログラフは図-3.1.9-4 に示すとおりである。

表-3.1.9-4 および表-3.1.9-5 の数値はほぼ同程度となっているので、以下の氾濫解析にはハイドログラフと一致する表-3.1.9-5 の値を用いることとする。

表-3.1.9-5 確率洪水流量 (ピーク流量：基準地点)

河川名	(m ³ /s)					
	確率 2年	確率 5年	確率 10年	確率 25年	確率 50年	確率 100年
カニエテ川 Socsi	331	408	822	1,496	2,175	2,751

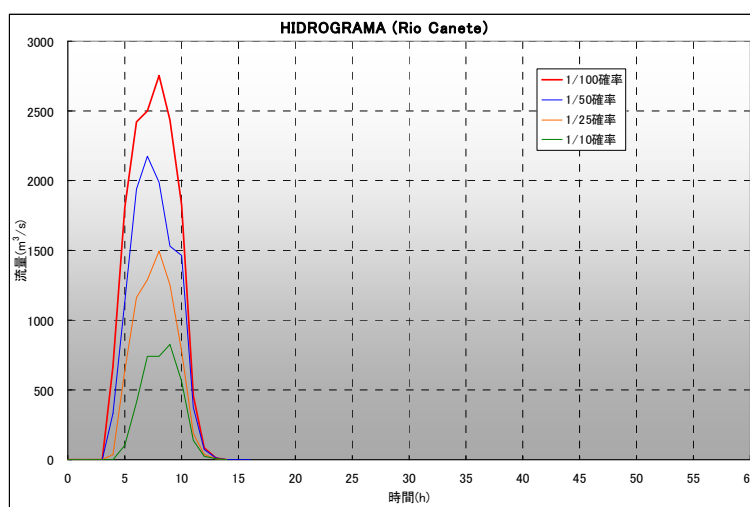


図-3.1.9-4 カニエテ川の洪水ハイドログラフ

3.1.10 氾濫解析

(1) 河川測量

氾濫解析を行うに当たり、河川の横断測量および堤防高の縦断測量を実施した。カニエテ川について行った河川測量は表-3.1.10-1 に示すとおりである。

氾濫原においては氾濫解析に用いる地形データを得るために衛星画像のデータを利用して表-3.1.10-1 に示す実測結果を補完した。

表-3.1.10-1 河川測量の概要

項目	単位	数量	備考
1. 基準点測量			
カニエテ川	No.	4	
2. 堤防縦断測量			測点間隔 250m、片岸のみ
カニエテ川	km	33	
3. 河川横断測量			測線間隔 500m
カニエテ川	km	46.9	67 測線 x0.7km
4. 標石			
タイプ A	No.	4	各基準点
タイプ B	No.	33	33kmx1ヶ所/km

(2) 氾濫解析の方法

洪水氾濫解析は、DGIH がプログラムレベルのペルフィル作成の際に HEC-RAS 法を用いて実施していることから、これをレビューし、必要に応じて修正し、活用することを基本とする。

1) 検討方針

氾濫解析に使用される手法は、一般的には、以下の3種類がある。

- ① 1次元不等流モデル
- ② 池モデル
- ③ 平面 2次元不定流モデル

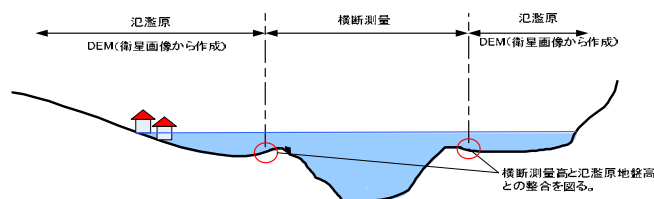
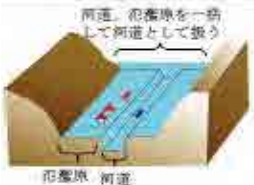
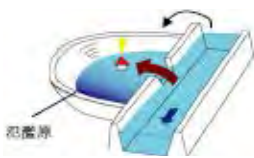
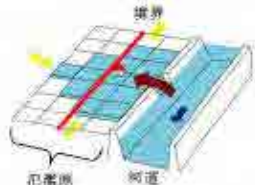


図-3.1.10-1 一次元モデルのイメージ

氾濫解析手法により作業に要する時間、コストが大幅に異なるため、浸水想定区域図に必要な精度を確保できる範囲で、より効率的な解析手法を選択する。

表-3.1.10-2 にそれぞれの氾濫解析手法の特徴を示す。DGIH が実施した既往の氾濫シミュレーション結果、河床勾配 1/100~1/300 であることから、対象河川の氾濫形態は流下型と想定されたため、氾濫解析は 1次元不等流モデルを採用する予定であったが、対象区間の下流側では氾濫水が流域内に拡散することが想定されたため、平面二次元不定流モデルを用いて、精度を向上させることにした。

表-3.1.10-2 氾濫解析手法

氾濫解析 手法名	1次元不等流モデル	池（ポンド）モデル	平面2次元不定流モデル
浸水区域の設定の概念	<p>氾濫源も河道の一部として扱い、洪水のピーク流量に対する河道内水位を算出することで、浸水区域を設定する。</p>	<p>氾濫源と河道を分割し、氾濫源を閉鎖された一体の領域として取り扱う。この一体化した領域を“池（ポンド）”と呼び、その中の浸水位は全て同一である。河道から氾濫源へ流入した氾濫水量と、氾濫源の地形特性（水位－容量－面積）の関係から浸水区域を設定する。</p>	<p>氾濫源と河道を分割して取り扱い、河道から氾濫源への流入した氾濫水の挙動を2次元の流体運動をして解析することで、浸水区域を設定する。</p>
イメージ	 <p>河道、氾濫源を一括して河道として扱う</p>	 <p>氾濫源</p>	 <p>境界 氾濫源 河道</p>
手法の特徴	<p>氾濫水が河川に沿って氾濫源を流下する氾濫形態、すなわち流下型氾濫に対して適用可能である。ただし手法の特性上、氾濫解析区域は、無堤防（無堤）として扱う。</p>	<p>氾濫水が山地、高地、盛土などで閉塞され拡散を妨げられる氾濫形態、すなわち非拡散型に対して適用可能である。閉鎖領域内の氾濫水は水面勾配や流速を持たず同一の水位となる。ただし氾濫源内に連続盛土などが存在する場合は、それらを反映して背後地の領域を区別し多池モデルとする必要がある場合もある。</p>	<p>基本的にどのような氾濫形態においても適用可能である。最大浸水区域や浸水深だけでなく氾濫水の流速、それらの時間変化も再現できる。また、計算精度も他の手法に対し一般的に高いとされており、そのため浸水想定区域図作成においても使用実績が多い。ただし、手法の特性上、氾濫解析精度は、解析モデルの格子サイズに限定される。</p>

2) 氾濫解析方法

平面二次元不定流氾濫解析モデルのイメージは図-3.1.10-2 に示すとおりである。

◆はん濫解析モデルイメージ

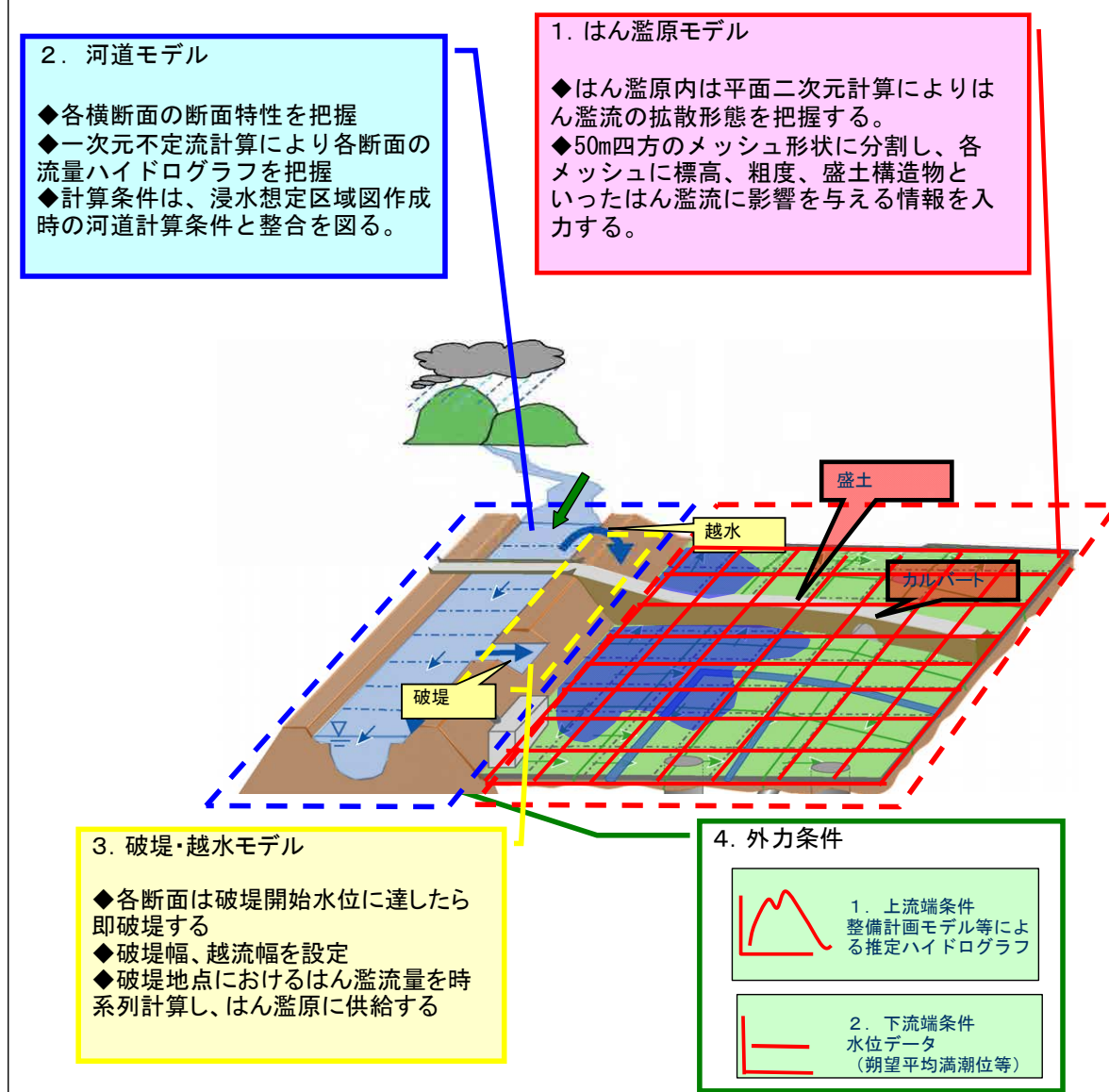


図-3.1.10-2 はん濫解析モデルの概念図

(3) 現況流下能力

河川測量の結果に基づき HEC-RAS 法を用いて現河道の現況疎通能力を推定すると図-3.1.10-3に示すとおりとなる。図には生起確率洪水量も示してあるので、カニエテ流域の各地点においてどの確率洪水量で氾濫が発生するかが分かる。

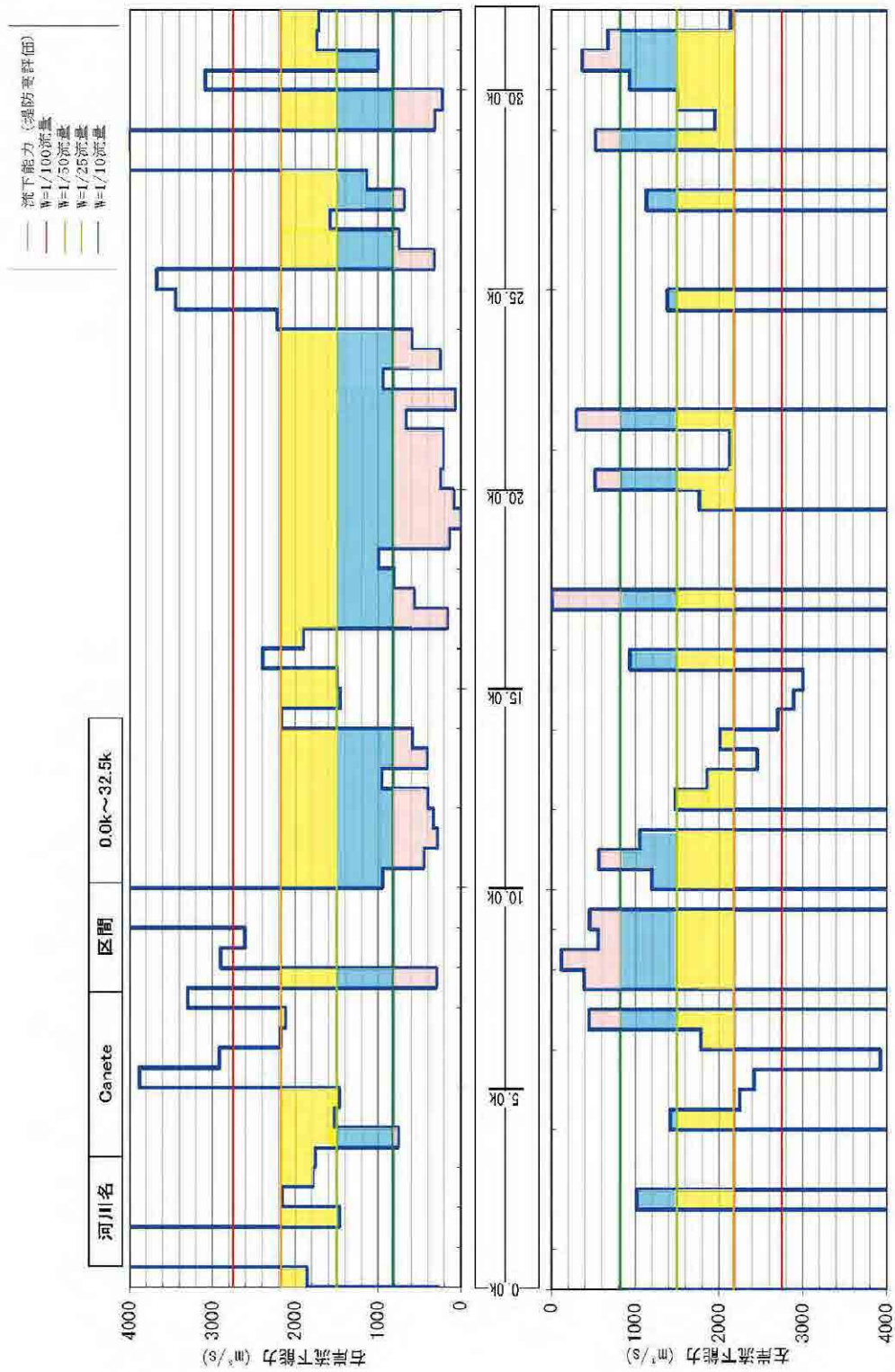


図-3.1.10-3 カニエテ川現況疎通能力

(4) 氾濫範囲

一例として生起確率 50 年洪水量に対してカニエテ流域における氾濫範囲を計算すると図-3.1.10-4 に示すとおりとなる。

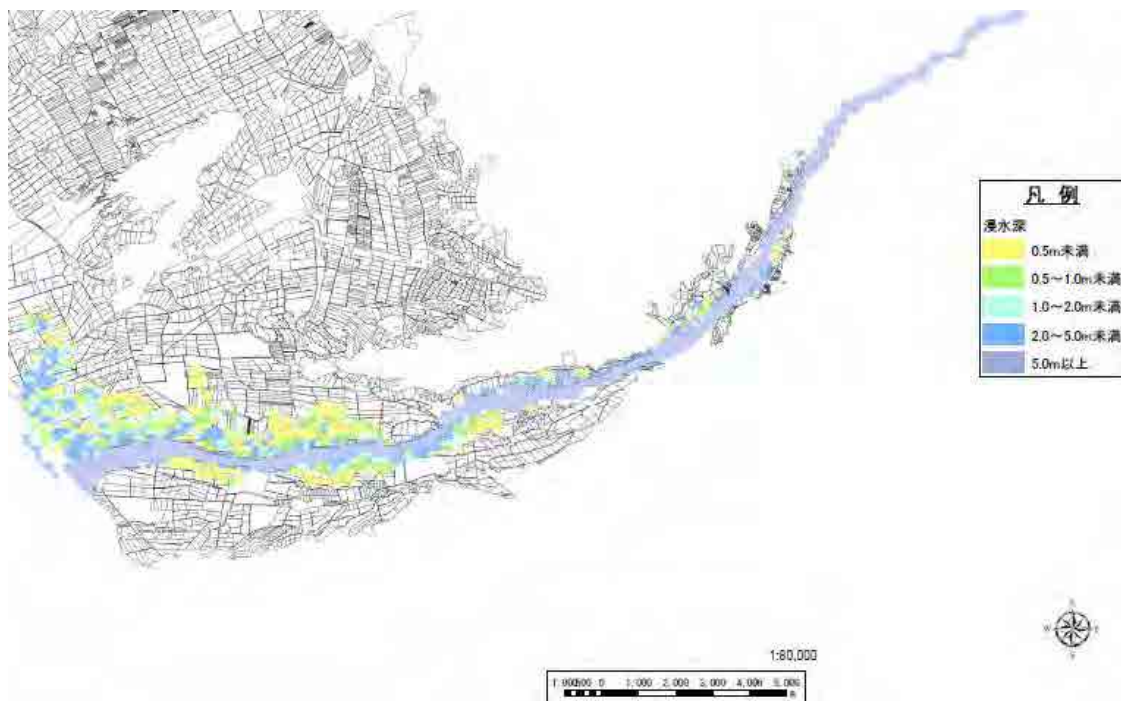


図-3.1.10-4 カニエテ川氾濫範囲 (確率 50 年洪水)

3.2 問題の定義と原因

3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点

現地調査の結果に基づき調査対象地域のカニエテ川における洪水対策上の問題点とこれらに関連する保全対象は表-3.2.1-1 に示すとおりである。

表-3.2.1-1 洪水対策における問題点と保全対象

問題点	氾濫			堤防侵食	河岸侵食	取水堰機能不全	分流堰機能不全
	無堤	河床堆積	河幅狭小				
保全対象	農地	○	○	○	○	○	○
	灌漑水路				○	○	
	市街地	○		○			○
	道路				○		
	道路橋		○				

3.2.2 問題点の原因

調査対象地域における洪水対策上の主要な問題点、直接的原因および間接的原因は次に示すとおりである。

(1) 主要な問題点

溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性

(2) 直接的原因および間接的原因

主要な問題点の直接的原因および間接的原因は表-3.2.1-2 に示すとおりである。

表-3.2.1-2 主要な問題点の直接的原因および間接的原因

直接的原因	1. 過大な洪水流量	2. 氾濫	3. 洪水対策施設の維持管理不十分	4. 地域の水防活動が不十分
間接的原因	1.1 エルニーニョなどの異常気象の頻発	2.1 洪水対策施設が未整備	3.1 維持管理の知識能力が不足	4.1 水防活動の知識能力の不足
	1.2 上・中流域の異常降雨	2.2 施設整備の資金不足	3.2 維持管理の訓練不足	4.2 水防活動の訓練の不足
	1.3 上・中流域の植生が殆どない	2.3 流域の治水計画が不十分	3.3 堤防や河岸の維持補修が不十分	4.3 洪水予警報システムの欠如
	1.4 上・中流域からの土砂流出が大きい	2.4 堤防の整備不十分	3.4 取水堰や分流堰の維持補修が不十分	4.4 水文資料の観測・収集の不足
	1.5 河床勾配の変化による流下能力の減	2.5 河道幅の不足	3.5 河床の不法農地化	
		2.6 河床の土砂堆積	3.6 維持管理費用の不足	
		2.7 橋梁部における河幅狭小		
		2.8 橋梁部における河床の上昇		
		2.9 堤防や河岸の侵食		
		2.10 施設設計の能力不足		

3.2.3 問題点による結果

(1) 主要な問題点

溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性

(2) 直接のおよび間接的結果

主要な問題点による直接のおよび間接的結果は表-3.2.3-1 に示すとおりである。

表-3.2.3-1 問題点による直接のおよび間接的結果

直接的結果	1.農業関連の被害	2.住民の直接被害	3.社会インフラの被害	4.その他経済に対する被害
間接的結果	1.1 農作物・家畜の被害	2.1 家屋・私有財産の損害	3.1 道路の損壊	4.1 交通の途絶
	1.2 農地の流失	2.2 事業所・在庫資産の損害	3.2 橋梁の流失	4.2 水防活動・避難のコスト
	1.3 灌漑水路の損壊	2.3 事故、人命の損失	3.3 水道、電力、ガス、通信の被害	4.3 復旧・応急対策コスト
	1.4 取水堰・分流堰の損壊	2.4 営業損失		4.4 地域住民の雇用喪失
	1.5 堤防・河岸の侵食			4.5 地域住民の収入の減少
				4.6 生活の品質低下
				4.7 経済活動の低下

(3) 最終的な結果

主要な問題点による最終的な結果はこれによって影響を受ける地域の社会経済的発展の阻害である。

3.2.4 原因と結果の樹系図

上述の分析結果に基づき原因と結果の樹系図は図-3.2.4-1 に示すとおりとなる。

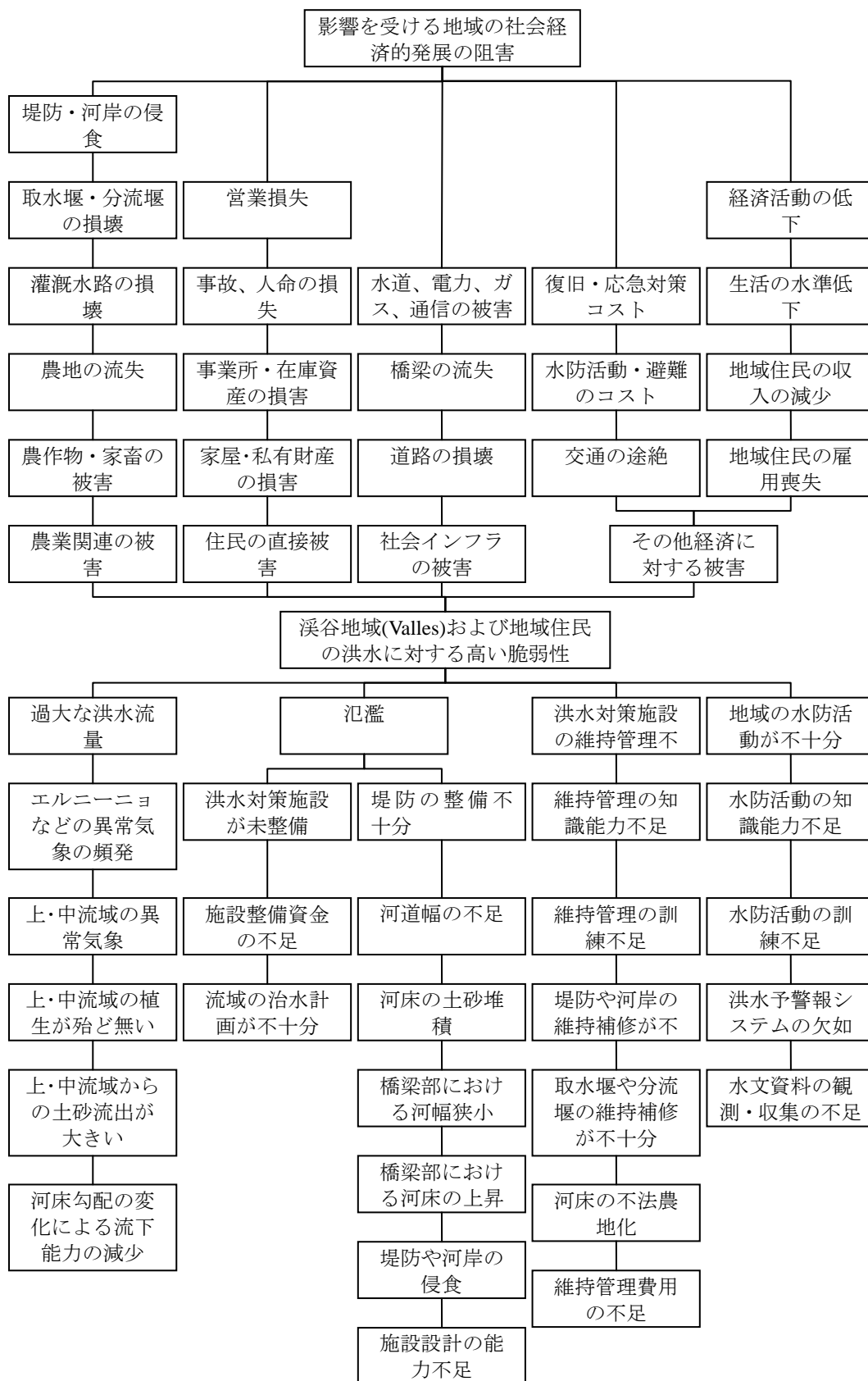


図-3.2.4-1 原因と結果の樹系図

3.3 プロジェクトの目的

プロジェクトの目標とする最終的な結果は溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

3.3.1 主要な問題点を解決する手段

(1) 主要な目的

溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。

(2) 直接および間接的手段

主要な目的を達成するための直接および間接的手段は表-3.3.1-1 に示すとおりである。

表-3.3.1-1 問題点を解決する直接および間接的手段

直接的手段	1.過大な洪水流量の解析および軽減	2.氾濫の防止	3.洪水対策施設の維持管理の徹底	4.地域の水防活動奨励
間接的手段	1.1エルニーニョなどの異常気象の解析	2.1洪水対策施設の整備	3.1維持管理の知識能力の強化	4.1水防活動の知識能力の強化
	1.2上・中流域の異常降雨量の解析	2.2施設整備の資金の供給	3.2維持管理の訓練の強化	4.2水防活動の訓練実施
	1.3上・中流域の植生の実施	2.3流域の治水計画策定	3.3堤防や河岸の維持補修	4.3洪水予警報システムの整備
	1.4上・中流域からの土砂流出の軽減	2.4堤防の整備	3.4取水堰や分流堰の維持補修	4.4水文資料の観測・収集強化
	1.5河床勾配の変化による流下能力の減少への対策実施	2.5河道の拡幅	3.5河床の不法農地化の防止	
		2.6河床の堆積土砂の掘削	3.6維持管理費用の増加	
		2.7橋梁部における河幅の拡大		
		2.8橋梁部における河床堆積の掘削上		
		2.9堤防や河岸の侵食防止		
		2.10施設設計能力の強化		

3.3.2 主要な目的を達成することにより得られる効果

(1) 最終的な効果

主要な目的を達成することにより得られる最終的な結果は溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

(2) 直接のおよび間接的効果

最終的な結果を得るために主要な目的を達成することによって得られる直接のおよび間接的効果は表-3.3.2-1 に示すとおりである。

表-3.3.2-1 直接のおよび間接的効果

直接的効果	1.農業関連被害の軽減	2.住民の直接被害軽減	3.社会インフラの被害軽減	4.その他経済に対する被害
間接的効果	1.1農作物・家畜の被害軽減	2.1家屋・私有財産の損害防止	3.1道路の損壊防止	4.1交通の途絶防止
	1.2農地の流失軽減	2.2事業所・在庫資産の損害防止	3.2橋梁の流失防止	4.2水防活動・避難のコストの減少
	1.3灌漑水路の損壊防止	2.3事故、人命の損失防止	3.3水道、電力、ガス、通信の被害軽減	4.3復旧・応急対策コストの減少
	1.4取水堰・分流堰の損壊防止	2.4営業損失の軽減		4.4地域住民の雇用増加
	1.5堤防・河岸の侵食軽減			4.5地域住民の収入の増加
				4.6生活の品質向上
			4.7経済活動の発展	

3.3.3 手段—目的—効果の樹系図

手段—目的—効果の樹系図は図-3.3.3-1 に示すとおりである。

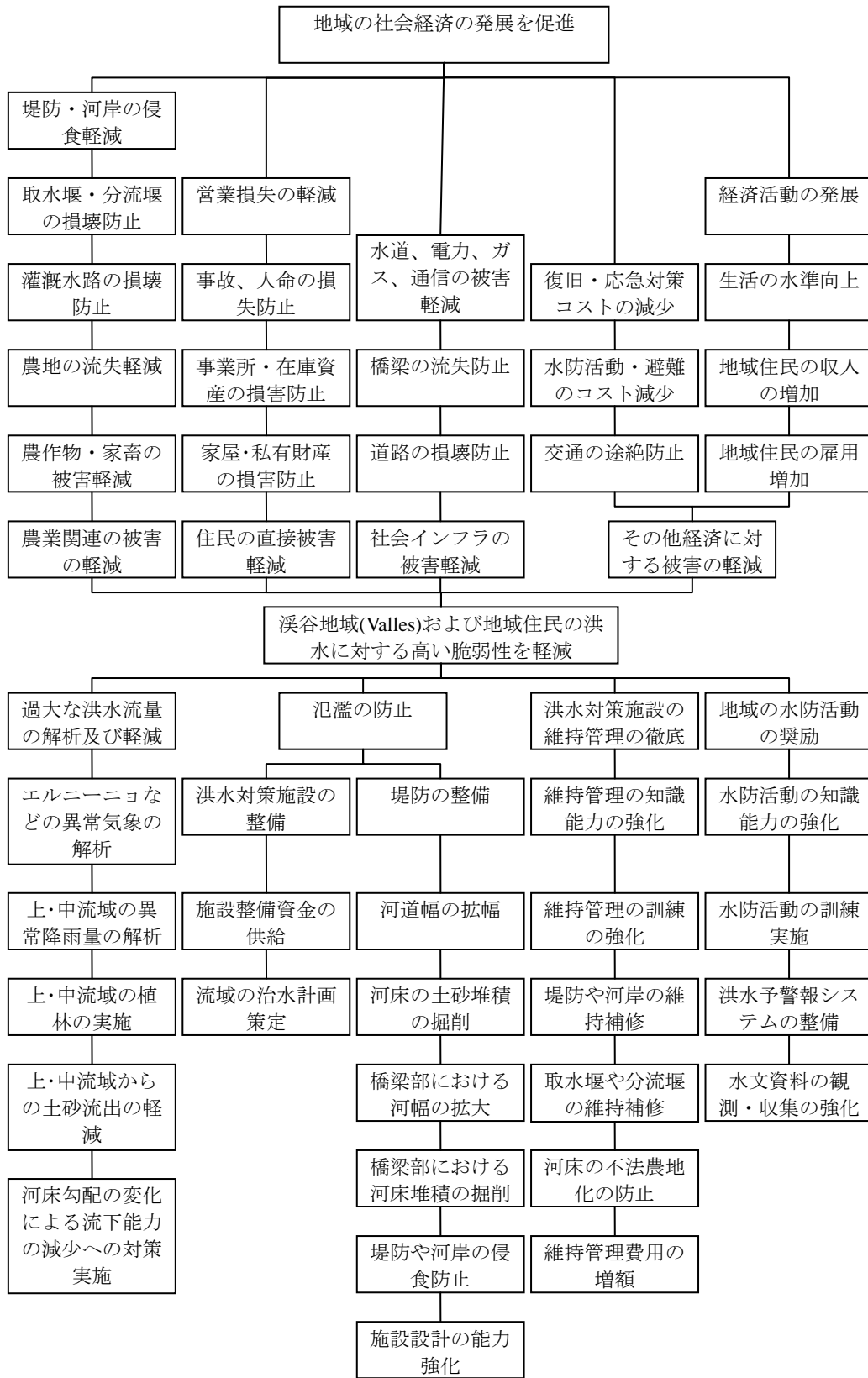


図-3.3.3-1 手段—目的—効果の樹系図

第4章 プロジェクトの形成と評価

4.1 プロジェクトの評価期間 (Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto)

プロジェクトの評価期間は本プロジェクトのプログラムペルフィルレポートに採用されたと同様に 15 年間とする。SNIP の規定 Annex-10 には評価期間は原則として 10 年とするが、プロジェクトの形成機関 (本プロジェクトの場合 DGIH) が必要と認めれば変更出来るとしている。DGIH はプログラムペルフィルレポートにおいて 15 年間を採用し、OPI および DGPM の承認を得ている (2010 年 3 月 19 日)。JICA の開発調査においては一般に 50 年を採用しているため、DGIH および OPI に問い合わせたところ、当初採用の 15 年とする事を指示された。なお評価期間を 50 年とした場合の社会経済評価は Annex-14 有償資金協力事業実施計画に記載する。

4.2 需要と供給分析

確率 50 年洪水流量を計画洪水流量としてカニエテ流域において、500mピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水流量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余裕高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。

また現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

3.1.9 流出解析で求めた確率 50 年流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高 (需要) および現堤防高または地盤高 (供給) ならびにこれらの差 (需給ギャップ) の平均値は表-4.2-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は表-4.2-2 に示す通りである。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。

表-4.2-1 流域の需要と供給

流域	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
カニエテ川	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03

表-4.2-2 各地点における需要と供給

距離標 (km)	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
0.0	3.04	2.42	3.88	1.20	5.08	2.04	2.66
0.5	10.85	6.43	6.69	1.20	7.89	0.00	1.46
1.0	19.26	15.46	11.66	1.20	12.86	0.00	0.00
1.5	23.14	22.02	18.55	1.20	19.75	0.00	0.00
2.0	28.54	24.14	24.47	1.20	25.67	0.00	1.53
2.5	29.77	30.43	30.42	1.20	31.62	1.85	1.19
3.0	39.57	36.32	36.54	1.20	37.74	0.00	1.42
3.5	44.29	41.17	41.52	1.20	42.72	0.00	1.55
4.0	50.87	44.51	45.90	1.20	47.10	0.00	2.59
4.5	50.77	50.90	51.48	1.20	52.68	1.91	1.78
5.0	56.72	55.97	56.70	1.20	57.90	1.18	1.93
5.5	61.60	62.63	61.30	1.20	62.50	0.90	0.00
6.0	67.94	67.29	66.75	1.20	67.95	0.01	0.66
6.5	71.98	72.26	72.21	1.20	73.41	1.43	1.15
7.0	75.91	77.89	77.87	1.20	79.07	3.16	1.18
7.5	84.54	83.93	83.14	1.20	84.34	0.00	0.41
8.0	87.14	86.94	89.24	1.20	90.44	3.30	3.50
8.5	92.88	94.92	95.12	1.20	96.32	3.44	1.40
9.0	97.59	99.58	99.95	1.20	101.15	3.55	1.57
9.5	103.52	106.09	104.87	1.20	106.07	2.55	0.00
10.0	113.17	112.15	110.18	1.20	111.38	0.00	0.00
10.5	115.92	115.66	116.69	1.20	117.89	1.97	2.23
11.0	120.02	120.74	121.86	1.20	123.06	3.04	2.32
11.5	126.04	125.46	126.55	1.20	127.75	1.71	2.29
12.0	133.58	131.61	132.64	1.20	133.84	0.26	2.23
12.5	138.25	137.29	138.65	1.20	139.85	1.60	2.56
13.0	144.87	144.19	145.04	1.20	146.24	1.37	2.05
13.5	151.37	149.50	151.14	1.20	152.34	0.97	2.84
14.0	157.25	155.68	157.32	1.20	158.52	1.27	2.84
14.5	163.04	162.65	162.70	1.20	163.90	0.85	1.24
15.0	169.07	168.02	168.53	1.20	169.73	0.66	1.71
15.5	174.33	173.29	173.80	1.20	175.00	0.67	1.71
16.0	178.76	179.67	179.56	1.20	180.76	2.00	1.09
16.5	189.69	184.90	185.00	1.20	186.20	0.00	1.30
17.0	198.92	190.23	192.31	1.20	193.51	0.00	3.28
17.5	204.00	196.35	198.05	1.20	199.25	0.00	2.90
18.0	208.64	202.64	203.68	1.20	204.88	0.00	2.24
18.5	216.02	208.07	208.90	1.20	210.10	0.00	2.03
19.0	231.58	214.00	215.17	1.20	216.37	0.00	2.37
19.5	234.50	219.81	221.58	1.20	222.78	0.00	2.97
20.0	227.59	225.71	227.83	1.20	229.03	1.44	3.32
20.5	232.17	231.84	233.16	1.20	234.36	2.19	2.51
21.0	239.69	238.14	239.70	1.20	240.90	1.21	2.76
21.5	243.75	244.32	245.70	1.20	246.90	3.15	2.58
22.0	258.48	248.71	251.12	1.20	252.32	0.00	3.61
22.5	261.54	255.90	256.70	1.20	257.90	0.00	2.00
23.0	277.79	260.72	263.17	1.20	264.37	0.00	3.65
23.5	286.32	266.55	268.34	1.20	269.54	0.00	2.99
24.0	293.96	274.25	274.19	1.20	275.39	0.00	1.14
24.5	279.29	280.51	279.73	1.20	280.93	1.64	0.42
25.0	305.10	286.83	285.94	1.20	287.14	0.00	0.31
25.5	310.22	289.46	291.96	1.20	293.16	0.00	3.70
26.0	317.26	295.71	297.32	1.20	298.52	0.00	2.81
26.5	307.24	302.64	303.34	1.20	304.54	0.00	1.90
27.0	307.18	306.25	308.61	1.20	309.81	2.64	3.56
27.5	335.69	311.92	313.47	1.20	314.67	0.00	2.75
28.0	342.51	321.75	317.21	1.20	318.41	0.00	0.00
28.5	323.24	329.22	326.63	1.20	327.83	4.59	0.00
29.0	331.04	327.61	331.31	1.20	332.51	1.47	4.90
29.5	335.86	332.81	336.85	1.20	338.05	2.19	5.25
30.0	340.36	343.00	341.99	1.20	343.19	2.83	0.19
30.5	346.28	347.78	349.42	1.20	350.62	4.33	2.84
31.0	352.37	355.00	355.54	1.20	356.74	4.38	1.74
31.5	363.03	362.32	363.14	1.20	364.34	1.31	2.02
32.0	372.35	365.18	368.39	1.20	369.59	0.00	4.41
32.5	375.30	373.38	376.70	1.20	377.90	2.60	4.52
平均	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03

4.3 技術的提案

4.3.1 構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 4.12 中・長期計画、4.12.1 全体治水計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、それぞれの流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討する。

(1) 計画洪水流量

1) ペルー国洪水対策ガイドライン

経済財務省 (MEF) の公的部門多年度計画局 (DGPM) 制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン” (Guia Metodologica para Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ (Horizonte de Proyectos) によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。

本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10 年～50 年洪水流量が計画対象流量として考えられる。

2) 既往最大流量と計画洪水流量

カニエテ川流域における年最大流量の観測値は図-4.3.1-1 に示すとおりである。これに基づき既往最大流量を抽出して各生起年確率洪水流量とともに示すと表-4.3.1-1 に示すとおりである。

カニエテ川の既往最大流量は 900m³/sec は 1/50 年流量 2,175m³/sec よりかなり小さいが、1) のガイドラインに従って後者を計画洪水流量とする。

表-4.3.1-1 生起年確率洪水流量と既往最大流量(m³/sec)

河川名	確率10年	確率25年	確率50年	確率100年	既往最大
カニエテ川	822	1,496	2,175	2,751	900

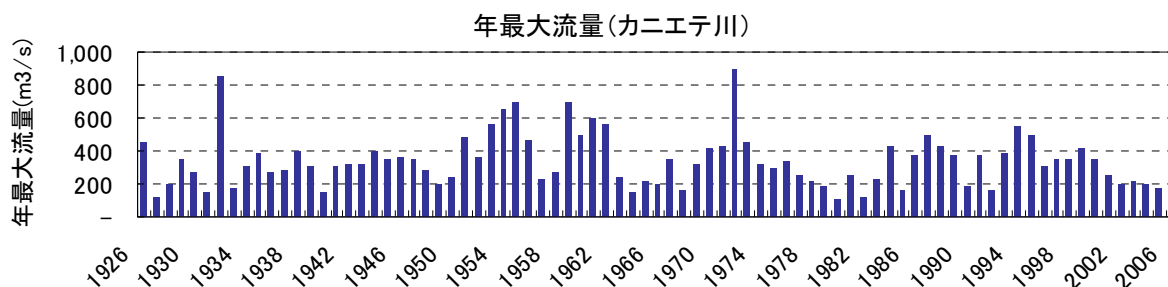


図-4.3.1-1 年最大流量 (観測値：カニエテ川)

3) 確率洪水流量と被害額および浸水面積

カニエテ川流域について確率年洪水流量と被害額および浸水面積の関係を概略検討して図-4.3.1-2 に示す。

これらの図より次のことが言える。

- ① 確率洪水流量が増加するほど浸水面積が増加する（図中の緑線）。
- ② 確率洪水流量が増加するほど被害額が増加する（図中の赤線）。
- ③ 確率洪水流量の増加に伴って対策後の被害額は漸増する（図中の青線）。
- ④ 確率洪水流量の増加に伴って被害軽減額（赤線と青線の差）は着実に増加し、検討した範囲では確率 50 年流量において最大となる。

上述したように確率 50 年流量に対して被害軽減額の絶対値が確率 50 年以下の他の確率洪水流量より大きく、社会評価の結果経済効果も確認されている。

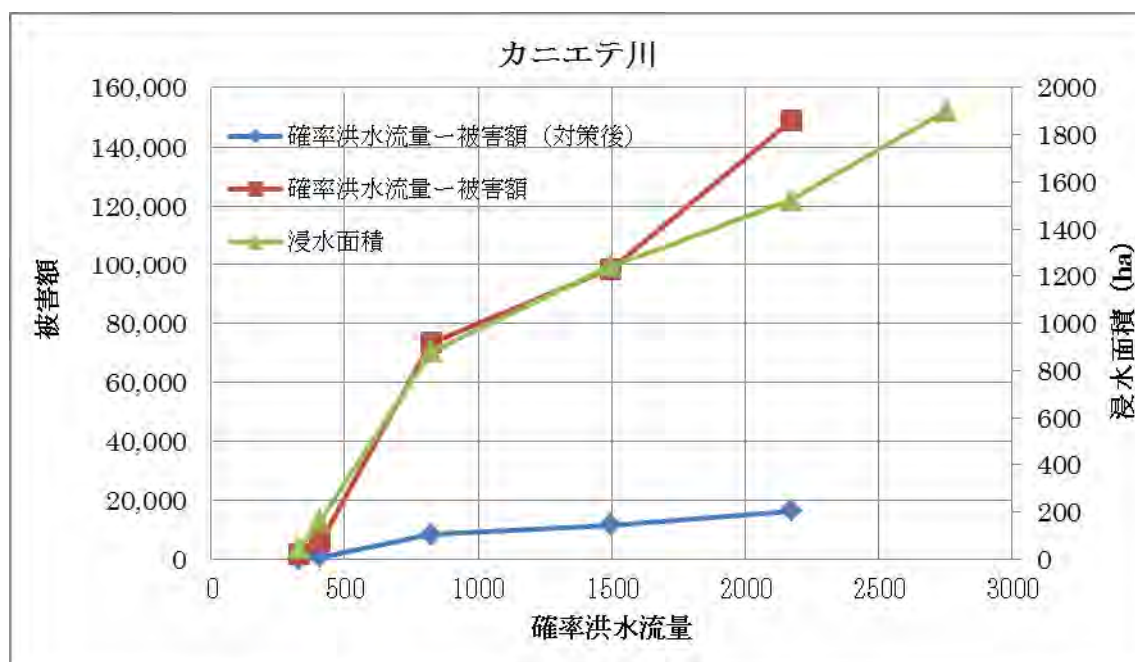


図-4.3.1-2 確率洪水流量と被害額および浸水面積 (カニエテ川)

(2) 地形測量

各構造物対策の予定地において表-4.3.1-2 に示す地形測量を行った。洪水対策施設の予備設計はこの地形測量の結果に基づいて行った。

表-4.3.1-2 地形測量の概要

河川名	位置	施設	地形測量 (S=1/2500)	横断測量(S=1/200)		
			(ha)	側線の数	平均長(m)	合計(m)
カニエテ川	Ca-1	堰、河道掘削	20.0	11	200.0	2,200
	Ca-2	護岸工	6.0	13	50.0	650
	Ca-3	護岸工、河道掘削	50.0	11	500.0	5,500
	Ca-4	堰	15.0	6	300.0	1,800
	Ca-5	護岸工	3.8	9	50.0	450
合計			94.8	50		10,600

(3) 重点洪水対策施設の選定

1) 基本方針

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- ・ 地域住民の要望箇所（過去の洪水被害を踏まえた要望）
- ・ 流下能力不足箇所（洗掘箇所も含む）
- ・ 背後地の状況（市街地や農地の状況）
- ・ 氾濫の状況および規模（氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況）
- ・ 社会環境条件（地域の重要施設など）

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果（水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況）等を元に上記5項目について総合評価を実施し、各河川において治水上の対策が必要な箇所（総合評価点の高い箇所）5か所を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を500mピッチ（横断図）で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500m区間毎に上記の各項目について3段階評価（0点、1点、2点）を行い、その合計点が6点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限值（6点）については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

評価の項目と採点基準は表-4.3.1-3に示すとおりである。

表-4.3.1-3 評価項目と採点基準

評価項目	評価内容	段階評価基準
地域の要望箇所	<ul style="list-style-type: none"> ●過去の洪水被害の実績 ●地域住民・農民の要望 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な洪水被害の経験があり、地域の要望が特に高い箇所（2点） ・地域の要望箇所（1点）
流下能力不足箇所（洗掘箇所含）	<ul style="list-style-type: none"> ●流下能力不足により氾濫の可能性 ●洗掘による堤防崩壊の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力が特に低い箇所（確率洪水流量1/10年以下）（2点） ・流下能力の低い箇所（1/25年以下）（1点）
背後地の状況	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模農地等 ●市街地等 ●背後地や周辺施設の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な農地が広がっている箇所（2点） ・農地に市街地が混在、大規模市街地（2点） ・上記の規模の小さいもの（1点）

氾濫状況	● 氾濫の規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 氾濫が平面的に大きく拡散する場合（2点） ・ 氾濫が限定的な範囲に留まる場合（1点）
社会環境条件 （地域の重要 施設）	<ul style="list-style-type: none"> ● 灌漑や上水道の取水施設など ● 主要道（パンアメリカナなど）の橋や道路 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域の重要施設がある場合（2点） ・ 重要施設に準ずる施設（地方道、小規模取水施設等）の場合（1点）

2) 選定結果

河川の各区間における評価の結果および重要洪水対策施設の選定結果は図-4.3.1-3 に示すとおりである

【選定基準 (Rio Canete)】

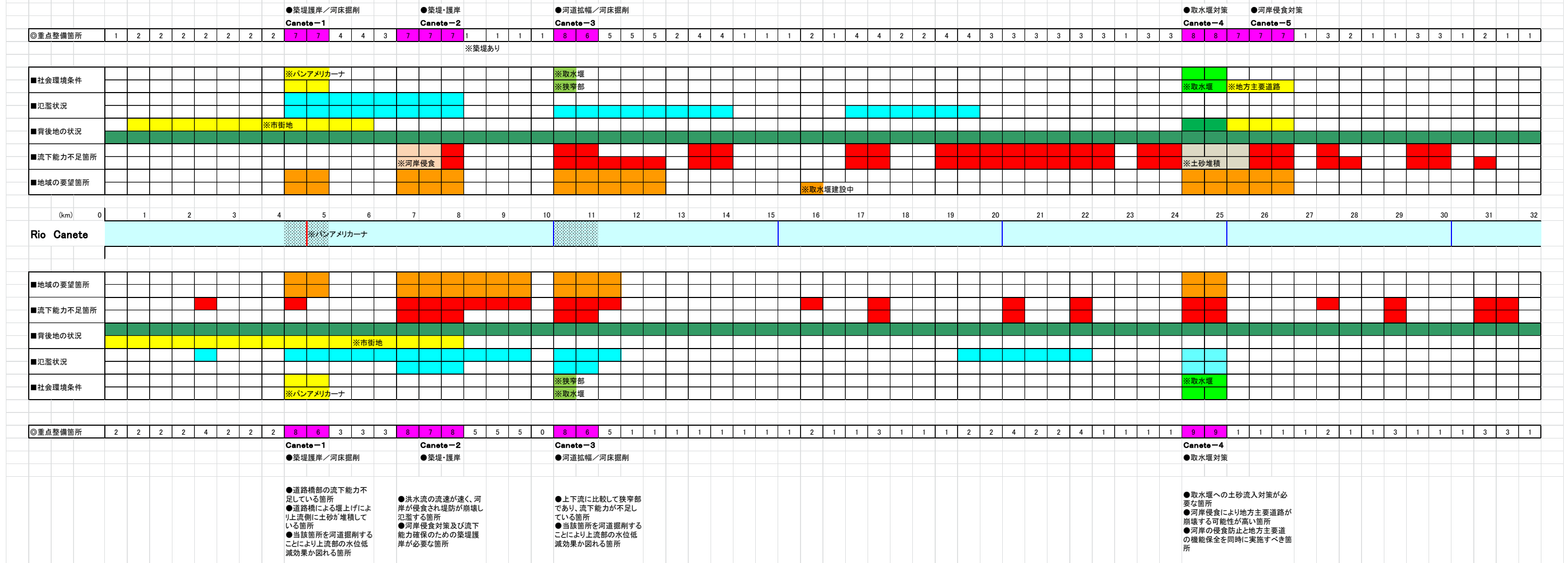


図-4.3.1-3 カニエテ川各区間の評価および重要洪水対策施設選定

3) 選定根拠

カニエテ川は、主要な橋梁と取水堰の位置が狭窄部となっており、各狭窄部上流で氾濫が発生しやすい。また、氾濫形態は 10km 地点より上流では河道周辺の農地に影響はとどまるものの、10km 地点より下流では特に右岸側に氾濫流が大きく広がり被害が大きくなる特徴がある。

よって、対策の基本は狭窄部の流下能力確保、氾濫時の被害ポテンシャルが大きい 10km 地点下流の築堤護岸を優先的に実施する。なお、カニエテ川は水量が豊富であり、首都リマに近いこともあり、上流域には観光地が形成されており、地域経済への影響の観点から、上流へのアクセスとして重要な地域主要道路の保全対策（河岸侵食対策）も対策箇所として選定する。

また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、橋梁の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

表-4.3.1-4 重要洪水対策施設の選定根拠

No	対策位置	選定根拠
①	4.0km～5.0km (右岸側) + (一部河床掘削)	<p>当該箇所には、南米大陸を縦断するパン・アメリカナの道路橋が存在する。狭窄部が形成されており、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所（10km より下流で特に流下能力の不足する区間は、当該区間と 6.5km～8.5km(左右岸)；②で対応）の一つであり、1998 年のエルニーニョ洪水では上流部で堰上げが生じて氾濫被害を引き起こした。</p> <p>現段階としては道路橋の架け替え等は不可能であると判断し、右岸側の堤防をかさ上げするとともに、道路橋付近の河道を一部掘削し流下能力を高めることが重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●狭窄部（道路橋部）であり、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所の一つ ●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積し、上流側の氾濫を助長している箇所 ●河道掘削により、流下能力を確保することで上流部の水位低減効果か図れる箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の下流に広がる広大な農地及び住居</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼1/10 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等も生かしながら右岸側の堤防高不足区間の築堤・護岸を整備するとともに河床掘削を行う。
②	6.5km～8.1km (右岸側) + (左岸側)	<p>当該箇所は、過去の洪水により右岸側が河岸侵食を受け堤防が崩壊し、<u>多大な被害が発生した箇所</u>である。また、所定の流下能力も不足する箇所であることから、河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所である。</p> <p>河口 10km より下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなるが、左岸側においても、右岸側ほど大きく氾濫しないが、周辺の農地に氾濫が拡大する。(上流部より浸水範囲は広い)</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所 ●洪水流の流速が速く、河岸が侵食され堤防が崩壊し氾濫する箇所 ●河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の左右岸に広がる農地</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼1/10 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施

		<p>設を整備する。</p> <p>▼流下能力を確保するために現況の堤防等も活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う（右岸側にある既存の堤防の有効活用）</p>
③	10.0km～11.0km (左岸側の河道 拡幅)	<p>当該箇所には設置されている取水堰が狭窄部を形成しており、洪水時に上流域の水位が上昇して氾濫被害を引き起こす要因となっている。また、当該地点（10km 地点）より上流の中では、最も農地への被害が拡大する。よって、流下能力を確保するために河道拡幅、河床掘削等が必要な箇所である。</p> <p>また、河道を掘削し河道内の水位を下げることで上流側の流下能力を高める効果も見込める。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰の保全が必要な箇所 ●上下流に比較して狭窄部であり、流下能力が不足している箇所 ●対策位置を河道掘削すると上流部の水位低減効果か図れる箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰 ○対策位置の左岸側に広がる農地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。</p> <p>▼川幅を拡幅し、洪水流が取水堰に集中しないように工夫する。</p>
④	24.25km ～24.75km (左岸側の河道 拡幅)	<p>当該箇所には取水堰が設置されている。過去のエルニーニョ洪水で大量の土砂が堆積し1ヵ月以上取水できなくなったことがある。現在も洪水の度に土砂等が堆積しているため、掘削等の維持管理により、かろうじて取水堰の機能を維持している状況である。将来的に大規模な洪水が発生した場合には取水堰の機能が失われ、関連農地等への多大な影響が懸念される。</p> <p>したがって、取水堰への適正な流量配分を実現する分流施設の設置が非常に重要な箇所である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。</p> <p>▼現状の河道の特性を活かした整備をする。</p>
⑤	24.75km ～26.5km (右岸側)	<p>当該箇所は洪水により河岸侵食が進行しており、地方主要道路付近にまでその影響が及んでいる。このまま放置すれば、道路等が崩壊し、地域経済（特に上流の観光産業）への影響が懸念されるため、早急に侵食対策を実施すべき箇所である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●河岸侵食により地方主要道路が崩壊する可能性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置の右岸側に位置する地方主要道路 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多いため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。</p> <p>▼保全方法としては、道路部のみを整備することも考えられるが右岸側の農地が低く、大規模な洪水時には農地が侵食され道路に影響を与えることが懸念されることから洪水流をスムーズに流す整備が重要である。</p>

(4) 重点洪水対策施設の位置

カニエテ川における重点洪水対策施設の位置は図-4.3.1-4 に示すとおりである。また施設の概要を表-4.3.1-5 に示す。

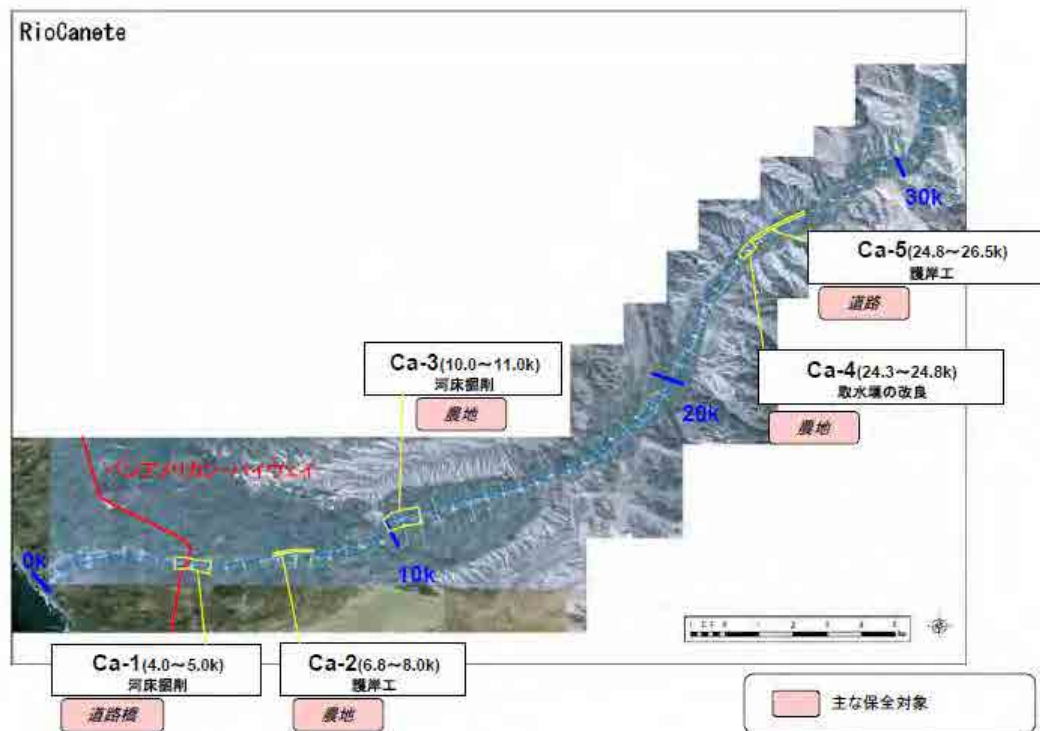


図-4.3.1-4 カニエテ川における重点洪水対策施設の位置

表-4.3.1-5 重点洪水対策施設の概要

対象河川	クリティカルポイント		保全対象	対策(暫定案)	施設規模	対象範囲	
カニエテ川	1	4.3km	狭窄部	道路橋	河床掘削	掘削幅:100m 掘削深:1.0m 延長:1,000m	4.0km~5.0km(全体)
	2	6.8k~8.0k	氾濫点	農地	護岸工	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:1,200m	6.5km~8.1km(右岸)
	3	10.25k	狭窄部	(リンゴ、ぶどう、綿など)	河床掘削	掘削幅:100m 掘削深:1.0m 延長:1,000m	10.0km~11.0km(全体)
	4	24.5k	取水堰		分流堰	堰幅:150m 堰高:3.0m 堰厚:2.0m	24.25km~24.75km(全体)
	5	25.0k, 26.25k	河岸侵食	道路	護岸工	高さ:2.0m 法勾配:1:2 延長:750m	24.75km~26.5km(右岸)

(5) 施設の計画および設計

1) 堤防の標準断面

i) 天端幅(要加筆: 地方道路の規格)

堤防の天端幅は、計画高水に対する堤防の安定、既存堤防の幅・管理通路あるいは地域交通道路としての道路幅を考慮して4mとした。

ii) 堤防の構造

堤防の構造は、過去の被災履歴、地盤条件、背後地の状況等を勘案して過去の経験等に基づいて計画した。

各流域の堤防構造は、すべて土質材料により構成されている。地域ごとに若干構造が異なる。

るが現地で確認し、堤防の管理者からヒヤリングした結果は次のようである。

- ① のり面勾配は鉛直1に対して水平2の1:2勾配程度のものが大半である。河川や地域によって若干形状が異なる。
- ② 堤体材料は、近傍の河床材料を使用しており、砂礫～礫混じり砂質土で塑性は低い。材料強度として粘着力は期待できないものが大半である。
- ③ カニエテ川流域では大小の砂礫で構成される礫質土で構成されており、比較的良く締まっている。
- ④ チラ川のサヤナ堰より下流では、シルト混じりの砂質土で構成され、川表側に比較的透水性の低い材料を配置し、河裏側に透水性の高い材料を配置するゾーン型の構造として設計している。しかし、現実には透水性の低い材料の入手は困難で、施工管理で粒度等の管理による厳密な材料配置をしているわけではないとのことである。
- ⑤ 各河川で被災箇所を調べたが、洪水による破堤箇所と残存箇所の堤防に特別な堤体材料や地盤の差は認められなかった。破堤は、殆ど越流によるものである。
- ⑥ チラ川、カニエテ川などでは水制工が施工されているが、破壊されているものも多い。水制工は巨石で構成されているが内部は土砂で構成されているものもあり内部材料の吸出しにより破壊された可能性がある。
- ⑦ ビスコ川の河口部では巨石で構成された護岸があり、管理者の話では、この構造は破堤に対して強いとのことである。巨石材料については、概ね10km圏内に採石場がありそこから搬送している。

これらの状況から堤防の構造は、つぎのとおりとした。

- ① 堤防は、現地の河床あるいは河岸で入手可能な土質材料を用いて築造するものとする。この場合の土質材料としては、砂礫～礫混じり砂質土となり、透水性は高くならざるを得ない。
- ② 堤防の糊面勾配は、粘着力のない砂質土であれば、内部摩擦角 ϕ $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 程度と想定される。また、粘着力の無い材料で構成される盛土の法面の安定勾配は $\tan \theta = \tan \phi / n$ で求められる。(θ : のり面勾配、 ϕ 内部摩擦角、 n : 安全率 1.5)
必要な安定勾配は、内部摩擦角 30° に対して $V : H = 1 : 2.6$ ($\tan \theta = 0.385$) となる。
この計算上必要なのり面勾配に対して、流出解析の結果、計画高水の継続時間が24時間以上と長いこと、2割勾配の既存堤では破壊例が多い事、異常洪水時の越流に対してもある程度耐えられる事などを考慮して現地の在来堤防よりは勾配の緩い1:3.0の勾配とした。
- ③ 河床勾配が比較的急なため流速が早いので堤防の川表のり面には、護岸を配する。護岸の形式として接続ブロックのようなコンクリート性のものは流通していないので現地で容易に入手できる粗石または巨石を用いた護岸形式を採用する。
石材の大きさは、各河川の流速により最終的に設計するが、概ね径30cm～1mとして護岸の最小の厚みを1mと計画した。

iii) 堤防の余裕高

堤防は土質材料により建設されるため、一般的には越水に対して極めて弱い構造である。従って、堤防は、計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるべきであり、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対して、堤防にしかるべき余裕をとる必要がある。また、堤防にはその他洪水時の巡視や水防活動を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素をカバーするためにもしかるべき余裕の高さが必要である。日本における堤防の余裕高の考え方は、表-4.3.1-6のとおりである。ペルー国には余裕高についての基準が無いが、河川の状況が日本のそれと類似しているため、長年の経験に基づいて定められた日本の基準を適用する。

表-4.3.1-6 計画高水流量と余裕高

計画高水流量	計画高水位に加える高さ
200 m ³ /s 未満	0.6m
200 m ³ /s 以上 500 m ³ /s 未満	0.8m
500 m ³ /s 以上 2,000 m ³ /s 未満	1.0 m
2,000 m ³ /s 以上 5,000 m ³ /s 未満	1.2 m
5,000 m ³ /s 以上 10,000 m ³ /s 未満	1.5 m
10,000 m ³ /s 以上	2.0 m

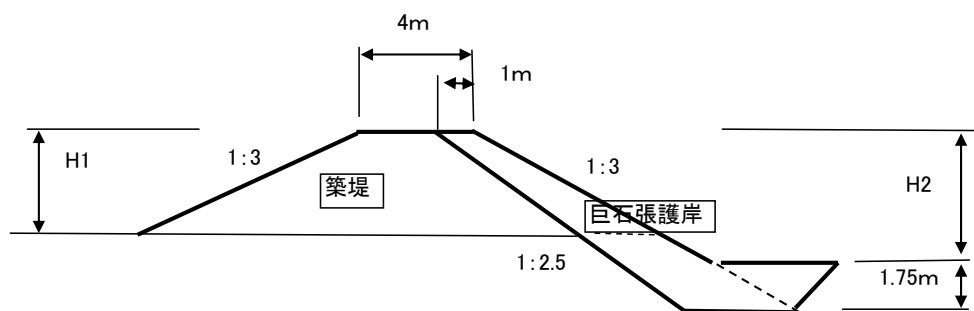


図-4.3.1-5 堤防の標準断面

4.3.2 非構造物対策

4.3.2.1 植林/植生回復

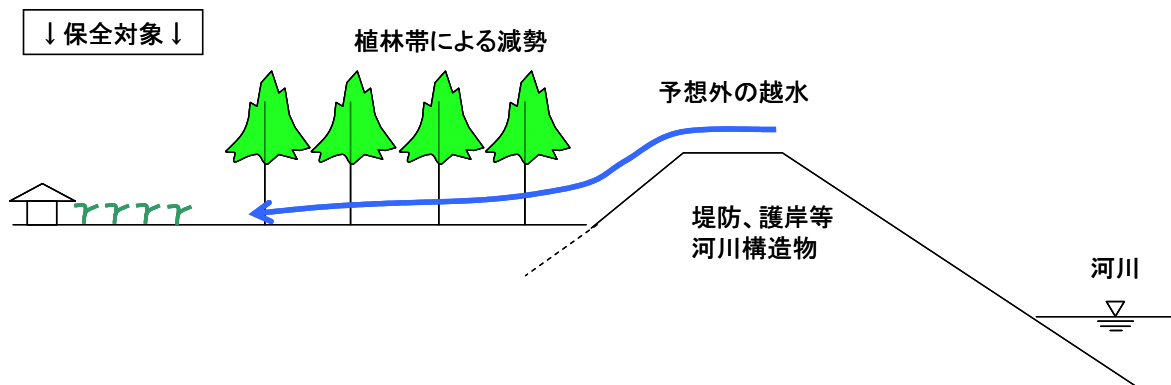
(1) 基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する 4.12 中・長期計画、4.12.2 植林・植生計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここでは i) について検討する。

(2) 河川構造物沿いの植林について

この案は堤防や護岸などの河川構造物沿いに植林を行う案である。

- a) 目的：予想外の流下量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- b) 方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- c) 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
- d) 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。



(出典：JICA 調査団)

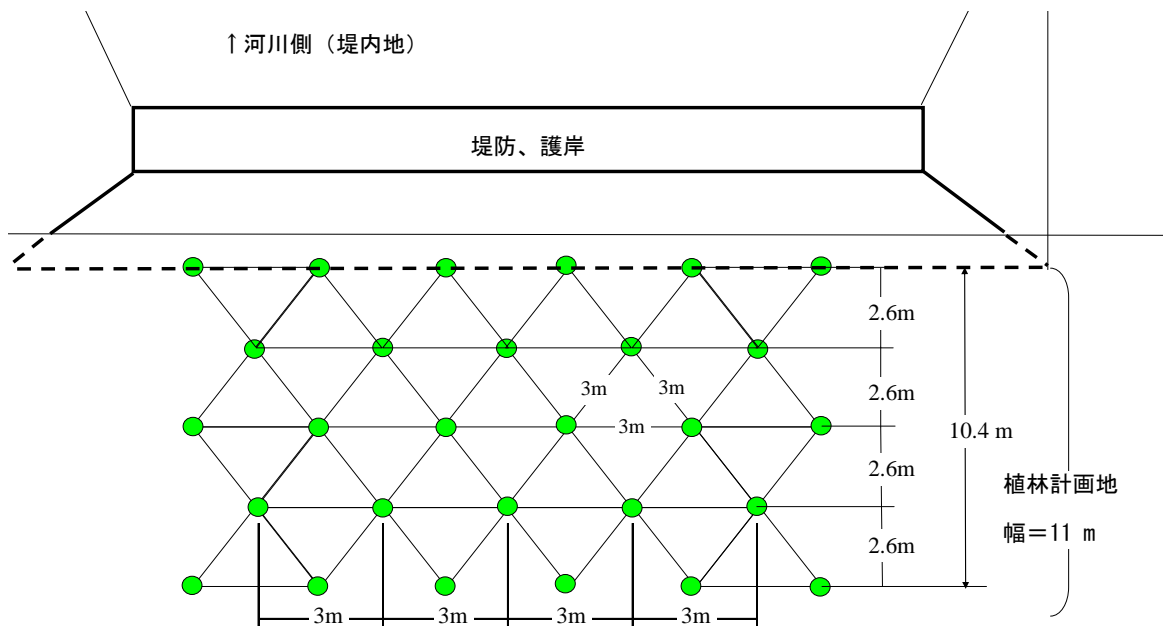
図-4.3.2.1-1 河川構造物沿いの植林 概念図

(3) 河川構造物沿いの植林/植生回復計画

洪水時になんらかの理由で堤防等を越水した場合に備え、河川構造物沿いに植生帯を設け、緩衝帯としての機能を発揮させる。

1) 構造 (植栽配置)

ペルーにおける一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を 3m とする。3m 間隔で植栽木を配置した場合、直径 1m の石がどこかの立木に衝突し、停止するかあるいは減勢されることも期待でき、これを 4 列配置することにより効果を高める。ただし、主たる目的は堤防等を乗り越えてくる洪水の減勢であり、洪水が直接立木に衝突した場合、その効果はあまり期待できない。



(出典：JICA 調査団)

図-4.3.2.1-2 河川構造物沿いの植林計画標準配置図

2) 植栽樹種

以下の評価項目によって河川沿いに植栽する樹種を評価し、総合的に判断して選定した。

- ① 樹種特性から河川沿いで生育すると考えられること（施工地近傍に自生していることが望ましい）
- ② 苗木生産が可能なこと
- ③ 木材、果実などが利用可能であること
- ④ 住民の要望があること
- ⑤ 郷土種であること（望ましいが必須ではない）

現地調査の結果、現地で植栽されている樹種、あるいは自生している樹種のリストを作成し、苗木生産業者へのヒアリングによって苗木生産が可能な樹種のリストを作成した。現地における適性、苗木生実績、の2点を重視し、利用、要望、郷土種であることは参考にした。それぞれの評価基準は表-4.3.2.1-1 に示すとおりである。

表-4.3.2.1-1 樹種選定の評価基準

		評価項目				
		1	2	3	4	5
評価点	A	現地で自生・植栽を確認した	通常生産されている	木材と果実が利用可能	水利組合等の要望有	郷土種である
	B	現地では自生が確認できなかったが一般樹種特性では適性がある	時々生産される	木材か果実のどちらかが利用可能	水利組合の要望なし	郷土種ではない
	C	上記の2項目に該当しない	生産可能だが稀	どちらも利用されない	—	—
	D	不明	生産されていない	不明	—	—

(出典：JICA 調査団)

この評価基準をもって想定される樹種を評価した結果として、選定された樹種は、表-4.5.2.1-2 に示すとおりである。◎の樹種を主として計画し、○を3割から5割の割合で混交する。混交する理由は、病虫害等の理由で植栽樹種に被害があった場合に全滅を避けるためである。

表-4.3.2.1-2 選定した樹種

流域名	選定した樹種
カニェテ流域	ユーカリ (◎)、ワランゴ (○)、モクマオウ (○)

カニェテ流域では、ユーカリを主として植栽する。ユーカリはこれらの流域で植栽実績があり、かつ、適性が高い。また、水利組合の要望も高い樹種である。ワランゴ (*Prosopis limensis* : 北部で同じ呼び名の別の種がある) は、ペルー南部のコスタ地域での代表的区郷土樹種であり、パン・アメリカン高速道路沿いの植林実績もある。モクマオウはこれらの地域では主として農地の周辺に防風・防砂用に植栽されることが多い。

3) 植林/植生回復計画数量

河川沿いに計画される、護岸工、堤防、遊砂地において(i)で述べたような配置計画で植林計画を策定する。植栽幅は11mとするが、遊砂地では遊砂地の内部で通常の河川水を流下させるところ以外の場所に植栽する。カニェテ川流域における植林/植生回復数量は表-4.3.2.1-3 に示すとおりである。なお植林は河川堤防沿いに行う事としているので、築堤を伴わない洪水対策（河床掘削、堰の改修など）については表中で植林の数量を計上していない。

表-4.3.2.1-3 植林/植生回復計画数量 (河川沿い)

番号	位置	植林延長 (m)	植林幅 (m)	植林面積 (ha)	植栽本数 (本)	植栽樹種内訳(本)			
						ユーカリ	ワランゴ	モクマオウ	計
Ca-1	全体			0.0	0	—	—	—	—

番号	位置	植林延長 (m)	植林幅 (m)	植林面積 (ha)	植栽本数 (本)	植栽樹種内訳(本)			
						ユーカリ	ワランゴ	モクマオウ	計
Ca-2	右岸	1,600	11	1.8	5,328	2,664	1,598	1,066	5,328
Ca-3	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ca-4	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ca-5	右岸	1,750	11	1.9	5,624	2,812	1,687	1,125	5,624
カニエテ 川流域 計		3,350		3.7	10,952	5,476	3,285	2,191	10,952

(出典：JICA 調査団)

4)植林/植生回復計画箇所

河川構造物の植林/植生回復計画箇所はそれぞれの構造物の配置と同じであるため、配置については、図-4.3.2.1-2 を参照されたい。

5)植林/植生回復計画工事費

植林/植栽計画の工事費は以下の方法で算出した。

- ・ 苗木単価 (苗木単価+運搬費)
- ・ 植栽労務費

苗木の供給者は i)アグロルーラル、ii)民間業者に区分できるが、河川沿いの植林については ii)民間業者から苗木を購入する計画とする。

植栽労務単価は、河川沿いの植林では一般労務単価を用いる。

i)苗木単価

民間業者へのヒアリングにより苗木単価を表-4.3.2.1-4 のように設定した。苗木の値段、輸送費とも業者によって幅があるため、平均値を用いている。

表-4.3.2.1-4 苗木単価

流域	樹種	苗木単価 (苗木単価+輸送費) (ソレス/本)
カニエテ流域	ユーカリ	1.4
	ワランゴ	1.6
	モクマオウ	1.9

ii)植栽労務費

植栽作業の歩掛は、アグロルーラル、水利組合などからの聞き取りによって 40 本/人日として計算した。労務単価は河川沿い植林では 33.6 (ソレス/人日)、上流域の植林ではその半分として 16.8 (ソレス/人日) とした。

iii)植林工事費

河川沿い植林/植生回復計画に必要な直接工事費は表-4.3.2.1-5 に示すとおりである。なお用地取得は堤防用地と同時に行い、別途計上する。

表-4.3.2.1-5 植林工事費

流域	番号	植林工事費		
		苗木費用	植栽費用	計
カニエテ	Ca-1			
	Ca-2	8,312	4,476	12,788
	Ca-3			
	Ca-4			

流域	番号	植林工事費		
		苗木費用	植栽費用	計
	Ca-5	6,074	4,724	10,798
計		14,386	9,200	23,586

6) 事業実施工程計画

河川沿い植林の工事工程計画は河川構造物の一部であることから、河川構造物の工事計画と同じとする。本来、植栽木の活着のため、雨季開始時あるいはその直前に植林作業を開始し、雨期終了 1 ヶ月程度前に終了しなければならないが、河川沿いの地域はほとんど降雨がないため、雨期乾期の影響は少ない。したがって、できるだけ河川水位が上昇する時期を狙って植栽することが望ましいが、河川構造物の建設工事工程によっては河川水位が低い時期に植栽しても大きな問題はなく、河川水位が上昇するまでホースを利用した重力式の簡易な散水システムを用いて植栽後 3 ヶ月程度の間散水すればよい。この散水システムはホースを等高線上に配置し、ホースに穴をあけて散水する方法でチラ川のポエチヨスダム周辺で実施されていた現場技術を利用する。

4.3.2.2 土砂制御計画

(1) 土砂制御計画位置づけ

対象流域における治水上の課題として以下があげられており、その内の幾つかは土砂制御に関係が深い。本プロジェクトでは、上流から下流まで一貫した総合的な治水計画検討が行われている。土砂制御計画では、流域全体を対象として土砂制御の検討を実施した。

- 洪水が河岸高を越え、氾濫する。
- 河床勾配が 1/30-1/300 程度の急流河川である。そのため、流速、土砂運搬能力が大きい。
- 大量の流入土砂の堆積による河道閉塞・河床上昇が洪水被害を助長している。
- 河道は土砂堆積が激しく、複列砂州の形態となっており、濘筋や水衝部が不安定で流路が変化し、水衝部もそれにつれて移動する。
- 河岸の侵食が激しい。そのため農地等の面積減少、地域主要道路の崩壊の危険等があり、保護する必要がある。
- 農業用水路の取水口が土石により損傷や破壊される。

(2) 土砂制御計画（構造物対策）

現在の土砂移動形態に適合した土砂制御計画を検討した。基本方針は表-4.3.2.2-1 に示す通りとする。

表-4.3.2.2-1 土砂制御計画基本方針

状況	通常時	50年超過確率降雨時
土砂流出状況	河岸侵食および河床変動	河岸侵食および河床変動 溪流からの土石流
対応方針	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工)	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工) 土石流対応→山腹保全工、砂防堰堤の配置

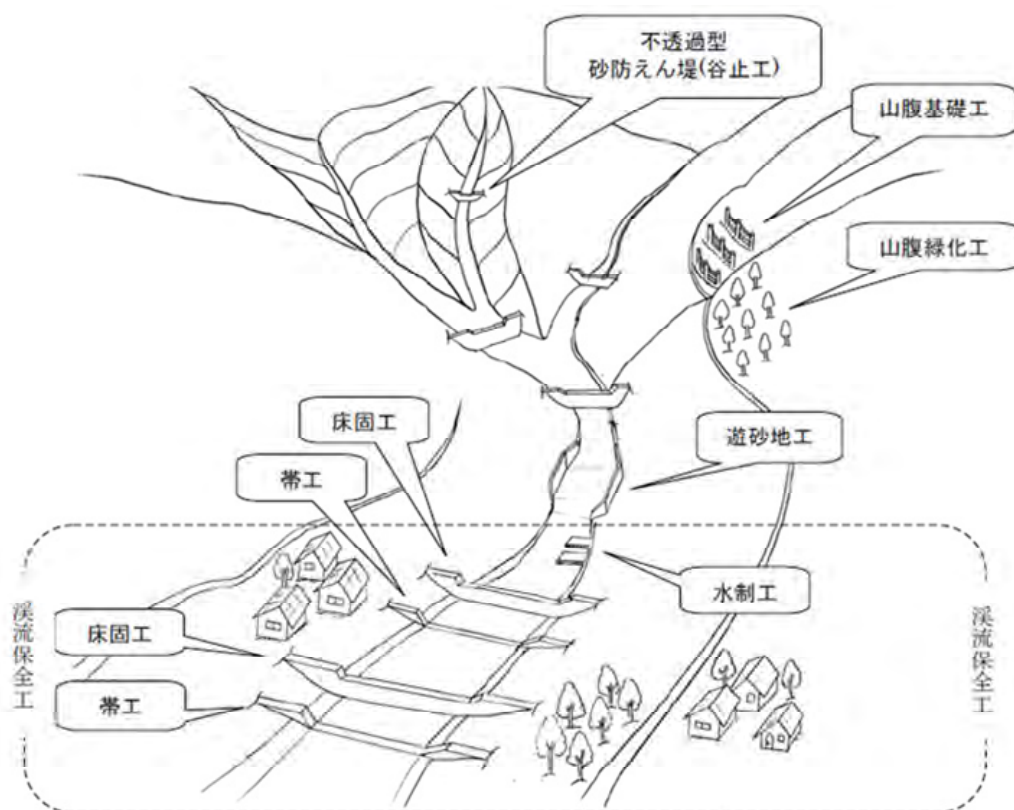


図-4.3.2.2-1 土砂制御対策

1) 上流域での土砂制御計画

上流域全体を対象とした土砂制御計画は後述の 4.12 中・長期計画、4.12.3 土砂制御計画に述べているが、事業費が膨大となり、実施期も長期にわたるので、本プロジェクトで実施するのは困難である。中・長期計画として段階的に実施すべきと思われる。

2) 下流域での土砂抑制計画

流域全体を対象とした砂防施設は、非常に高額となることが明らかとなったため、下流域での土砂抑制計画について検討した。検討に際しては、別途実施された河床変動解析結果を考慮した。

カニェテ川における河床変動解析結果は次に示す通りである。

総流入土砂量 (千 m ³)	3,000
年平均流入土砂量 (千 m ³)	60
総河床変動量 (千 m ³)	673
平均河床変動高 (m)	0.2

カニェテ川上流には昨年度プランタナルダムが建設されたため、このダムに土砂が堆積し、下流側への土砂供給は大幅に減少することが想定される。下流河道は洪水時には局所的な洗掘と堆積を伴う河道の変化を繰り返すが、長期的には河床低下傾向が認められると推定される。下流域の土砂抑制対策としては、河道の変化をモニタリングしながら必要に応じた河道維持対策を検討すべきであるが、現時点で緊急を要する対策はない。

4.3.3 技術支援

技術支援では、上述した構造的および非構造的対策に係る技術的提案に基づき、本事業で

はこれらの対策を補完する技術的な支援を提案する。

(1) 目的

本コンポーネントの目的は、「対象溪谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

(2) 対象地域

本コンポーネントにおいても、本事業対象流域である、カニエテ川流域を対象とする。

事業実施においては、各流域における研修において連携を図るものの、各流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、流域ごとに個別実施することとする。

(3) 支援対象者

研修対象者は、受講許容人数に限りがあるため、カニエテ川流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

また、これまでに開催されてきたこのような研修機会では、農村女性の参画が極めて限られてきたことから、農村女性の参画にも十分に配慮する必要がある。

(4) 活動内容

上記目的を実現するため、PERPEC での既往研修経験・教訓をふまえ、本コンポーネントでは下記 3 つの研修「河岸保護活動の知識に係る研修」、「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」、「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」を実施する。

1) 活動 1 「河岸保護活動の知識に係る研修」

コース	a) 構造物維持管理に係る実習・講習 b) 河岸植物の取り扱いに係る実習・講習 c) 侵食の予防と軽減および天然資源の管理に係る実習・講習
目的	a) 既往および本プロジェクトによって工事・建設される構造物に対する適切な維持管理技術を現地住民が習得すること。 b) 洪水制御に係る河岸植物の役割についての適切な知識を現地住民が習得すること。 c) 土壌侵食および天然資源の適切な知識をふまえ、適切な管理体制および予防策・軽減策を現地住民が習得すること。
対象者	a) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者 b-c) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 12 回 (1 回当たり 6 時間) b) 各流域において全 12 回 (1 日 5 時間) c) 各流域において全 26 回 (1 日 3 時間)
講師	a) 既往構造物の工事建設請負業者、本プロジェクトの工事建設請負業者、MINAG および州政府農業局の技術者 b-c) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者 (大学教員、研究機関研究員、NGO、等)
内容	a-1) 既存の河岸防災構造物に係る適切な維持管理技術 a-2) 建設工事に係る維持管理技術 (排水堆積処理、取水堰や用水路、等) b-1) 河岸植物と防災に係るメカニズム b-2) 河岸植物管理による洪水被害軽減策 b-3) 河岸植物管理による環境影響への予防と軽減策 c-1) 既往農業システムにおける土壌侵食に対する評価

	c-2) 既往農業システムにおける天然資源に対する評価 c-3) 適切な技術による土壌侵食の予防および軽減策 c-4) 災害予防向け天然資源の活用策 c-5) 環境に配慮した天然資源の活用策 c-6) 水資源の有効利用方法 c-7) 農業システムの調整（協同耕作、輪作、連作等）
--	--

2) 活動2「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」

コース	a) 危機管理計画策定に係る実習・講習（第1期） b) 危機管理計画策定に係る詳細な実習・講習（第2期）
目的	a) 現地住民の参画を基本としたコミュニティ防災および危機管理プランの策定にむけた知識及び技術を習得すること。 b) 上記 a)の補完
対象者	a-b) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 19 回（1 日 4 時間） b) 各流域において全 34 回（1 日 5 時間）
講師	a-b) MINAG および州政府農業局の技術者、コミュニティ開発専門家、ファシリテーター（住民参加）
内容	a-1) 危機管理計画策定マニュアル a-2) 危機管理に係る現況分析・課題分析 a-3) 住民参加型コミュニティ開発の手法 a-4) 危機管理計画（案）策定のデモンストレーション b-1) 生態学的地域計画 b-2) 危機管理計画 b-3) 活動計画策定

3) 活動3「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」

コース	a) 溪谷（山腹）保全技術 b) 植林用苗木栽培技術 c) 植林用苗木植え付け技術 d) 森林資源管理・保全
目的	a) 河川堆積対策を促進するため、各流域の状況に沿った山腹部の適切な保全技術を現地住民が習得すること。 b) 植林用苗木を栽培する技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 c) 植林用苗木の植付技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 d) 森林資源の管理・保全技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。
対象者	a-d) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 12 回（1 日 5 時間） b-d) 各流域において、本研修を含め河川堆積対策向け溪谷（山腹）管理に係る 3 つの研修にて合計 40 回（1 日 5 時間）
講師	a-d) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）
内容	a-1) 溪谷地域における土壌の特性と保全 a-2) 山腹部の農林システム a-3) 山腹部の牧草システム a-4) 伝統的な植物群の再生方法 a-5) 山腹部の保全対策および軽減策 b-1) 地域適性の高い樹木の選定 b-2) 苗床技術 b-3) 苗木栽培技術

	b-4) コミュニティ管理による苗床設置計画 c-1) 植林予定地の検討 c-2) 苗木植え付け技術 c-3) 土壌管理技術 c-4) 剪定技術 c-5) コミュニティ植林管理計画 d-1) 植林による洪水対策 d-2) 植林苗木の保全と運用計画 d-3) 林産物の運用計画 d-4) コミュニティ植林管理計画
--	--

(5) 事業費用および実施期間

カニエテ川における上記活動にかかるコスト(見込み)は、表-4.3.3-1 のとおりであり、S/.129,170 (案)を見込む。

また、事業期間は構造的および非構造的対策の進捗を鑑みながら決定すべきであるが、概ね2年での実施を想定する。

表-4.3.3-1 技術支援の内容と直接費用

項目	活動 選択肢 1	形態	溪谷数	費用計(S/.)	第1年度費用	第2年度費用
1.00	河岸保護活動の知識に係る研修					
1.1.	構造物維持管理に係る実習・講習:	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
1.2.	河岸植物の取り扱いに係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
	侵食の予防と軽減に係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
	天然資源の管理に係る実習・講習	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
2.00	洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修					
2.1	危機管理計画策定に係る実習・講習	実習・講習	1	8,370	4,185	4,185
2.2	上記に係る詳細実習・講習					
	生態学的地域計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	危機管理計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	資源管理計画	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
	活動計画策定	実習・講習	1	12,200	6,100	6,100
3.00	河川堆積対策向け溪谷(山腹)管理に係る研修					
3.1	溪谷(山腹)保全技術	実習・講習	1	7,500	3,750	3,750
	植林用苗木栽培技術	実習・講習	1	7,900	3,950	3,950
	植林用苗木植え付け技術	実習・講習	1	7,900	3,950	3,950
	森林資源管理・保全	実習・講習	1	7,900	3,950	3,950
3.2	パンフレット等資料の配布	実習・講習	1	3,600	1,800	1,800
	合計			129,170	64,585	64,585

出典: JICA調査団

(6) 実施計画

本コンポーネントの実施に当たっては、本事業の実施機関である農業省水インフラ総局(DGIH-MINAG)が、州政府農業局(DRA)や水利組合など各流域の関連諸機関と連携して中心的な役割を担う。円滑な事業活動を実現するため、下記のような業務担当に留意する必要がある。

- ・ 農業省水インフラ総局(DGIH-MINAG)は、本コンポーネントの実施に当たり、各流域を管轄する農業省中央管理局および各流域に該当する州政府農業局(DRA)の協力を得て本コンポーネントの実施に当たる。
- ・ 事業運営管理においては、農業省水インフラ総局は、類似経験を豊富に有する農業省管轄のPSI(農業省灌漑サブセクタープログラム)と調整しながら進める。

- ・ ペルー国家防災庁 (INDECI) や地方自治体の下、市民防衛委員会を通じて、同様の危機管理計画を作成し始めている地方自治体もあることから、農業省水インフラ総局 (DGIH-MINAG) は各流域における既往計画と齟齬のないような調整を図る必要がある。
- ・ 各研修の運営管理に当たっては、各流域における地方自治体の協力を得ながら、水利組合 (特に、能力向上・コミュニケーション課) が、現場レベルでの円滑な活動を支援する。
- ・ 各研修の講師およびファシリテーター等は、各流域が位置する州政府災害対策局、ANA、AGRORURAL (農業省農村農業生産開発プログラム)、ペルー国家防災庁 (INDECI) 等関連諸機関の各専門家およびコンサルタント (インターナショナルおよび国内) を通じて実施される。

4.4 コスト

4.4.1 コストの算出(民間価格)

(1) 事業費の構成

事業費の構成は、つぎのとおりである。

- ① 直接工事費＝工事種別毎の工事数量 x 工事単価の合計
- ② 共通仮設＝① x 10%
- ③ 工事費-1＝①＋②
- ④ 諸経費＝③ x 15%
- ⑤ 利益＝③ x 10%
- ⑥ 工事費-2＝③＋④＋⑤
- ⑦ 税金＝⑥ x 18% (I G V)
- ⑧ 建設費＝⑥＋⑦
- ⑨ 環境対策費＝⑧ x 1%
- ⑩ 詳細設計費＝⑧ x 5%
- ⑪ 施工管理費＝⑧ x 10%
- ⑫ 事業費＝⑧＋⑨＋⑩＋⑪

(2) 直接工事費

カニエテ川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.1-1 に示す。

(3) 事業費

事業費は表-4.4.1-2 に示すように 25.7 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工および技術支援コストも含まれている。なお構造物完成後に毎年必要となる維持管理費は建設費の 0.5% と仮定する。

表-4.4.1-1 直接工事費総括表 (民間価格)

Cuenca 流域名	Puntos críticos クリティカル・ポイント	Medidas 対策	Costo directo 直接工事費計 (1)
Rio Cañete	1	4.0K~5.0K Descolmatación de cauce	河床掘削 2,250,000
	2	6.5K~8.1K Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工 2,786,000
	3	10.0K~11.0K Descolmatación de cauce	築堤・護岸工・河床掘削 2,656,000
	4	24.25K~24.75K Muro de canal de toma+Descolmatación	導流壁・河床掘削・築堤・護岸 2,822,000
	5	24.75K~26.5K Defensa ribereña	築堤・護岸工 2,985,000
SUB TOTAL			13,499,000

表-4.4.1-2 事業費 (民間価格)

(金額: ソル)

COSTOS A PRECIOS PRIVADOS																
Nombre de la Cuenca	COMPONENTE A												COMPONENTE B		COSTO TOTAL DEL PROGRAMA 全体事業費	
	MEDIDAS ESTRUCTURALES											MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策		ASISTENCIA TECNICA 能力開発		
	COSTO DIRECTO (直接工事費)			COSTO INDIRECTO (間接工事費)								INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total	REFORESTACION Costo Total 植林/植生回復 事業費	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報 事業費		CAPACITACION Costo Total 防災教育 事業費
	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Tecnico	Supervisión	Costo Total	植林/植生回復 事業費	洪水予警報 事業費		防災教育 事業費
流域名	直接工事費計	共通仮設費	工事費	諸経費	利益	構造物工事費	税金	建設費	環境影響	詳細設計	施工管理費	構造物・事業費	(13)	(14)	(15)	(16) = (12)+(13)+(14)+(15)
	(1)	(2) = 0.1 x (1)	(3) = (1) + (2)	(4) = 0.15 x (3)	(5) = 0.1 x (3)	(6) = (3)+(4)+(5)	(7) = 0.18 x (6)	(8) = (6)+(7)	(9)=0.01 x (8)	(10) = 0.05 x (8)	(11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)				
CAÑETE	13,499,000	1,349,900	14,848,900	2,227,335	1,484,890	18,561,125	3,341,003	21,902,128	219,021	1,095,106	2,190,213	25,406,468	40,397	0	219,105	25,665,970

4.4.2 コストの算出(社会価格)

(1) 直接工事費

カニエテ川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.2-1 に示す。民間価格直接工事費を変換係数により社会価格に変換した。

(2) 事業費

事業費は表-4.4.2-2 に示すように 20.6 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工および技術支援コストも民間価格より変換して含めている。

表-4.4.2-1 直接工事費総括表 (社会価格)

Cuenca 流域名	Puntos críticos クリティカル・ポイント	Medidas 対策	Precio Privado 民間価格 (PP)	Factor de Corrección 係数 (fs)	Precio Social 社会価格 (PS) = (fs) x (PP)	
Rio Cañete	1	4.0K~5.0K Descolmatación de cauce	河床掘削	2,250,000	0.804	1,809,000
	2	6.5K~8.1K Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	2,786,000	0.804	2,239,944
	3	10.0K~11.0K Descolmatación de cauce	築堤・護岸工・河床掘削	2,656,000	0.804	2,135,424
	4	24.25K~24.75K Muro de canal de toma+Descolmatación	導流壁・河床掘削・築堤・護岸	2,822,000	0.804	2,268,888
	5	24.75K~26.5K Defensa ribereña	築堤・護岸工	2,985,000	0.804	2,399,940
SUB TOTAL			13,499,000		10,853,196	

表-4.4.2-2 事業費 (社会価格)

COSTOS A PRECIOS SOCIALES																
Nombre de la Cuenca 流域名	COMPONENTE A												COMPONENTE B		COSTO TOTAL DEL PROGRAMA 全体事業費	
	MEDIDAS ESTRUCTURALES										MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策		ASISTENCIA TECNICA 能力開発			
	COSTO DIRECTO (直接工事費)			COSTO INDIRECTO (間接工事費)							INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費	REFORESTACION Costo Total 植林/植生回復 事業費 (13)	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報 事業費 (14)	CAPACITACION Costo Total 防災教育 事業費 (15)		
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)						Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)
CAÑETE	10,853,196	1,085,320	11,938,516	1,790,777	1,193,852	14,923,145	2,686,166	17,609,311	176,093	880,466	1,760,931	20,426,800	31,517	0	189,759	20,648,077

4.5 社会評価

4.5.1 民間価格

(1) 便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合 (Without-the-project) と実施した場合 (With-the-project) の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を 50 年として、洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。ペルー国における洪水対策ガイドライン (GUÍA METODOLÓGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCIÓN Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRÍCOLAS O URBANAS, 4.1.2p-105) においても同様の方法が規定されている。

具体的な便益の算定方法は

- ① 事業を実施しない場合の氾濫解析を洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに行い、氾濫地域における洪水被害額を算出する。次に
- ② 重点洪水対策施設 (Ca-1~Ca-5) を配置した状態で同様の氾濫解析を行い、氾濫区域における洪水被害を算出する。
- ③ ①と②の差に、堤防以外の施設 (取水堰、道路護岸、ダム保護など) について算出した便益を加えて合計の便益を算定する。

被害は氾濫による直接被害および構造物被災危険箇所については、その構造物が破損することによる間接被害額 (農作不能、交通遮断による損失等) を便益とする。

1) 被害額の算定方法

本件調査では、表-4.5.1-1 に示す項目を直接被害及び間接被害として設定し、被害額を算定している。

表-4.5.1-1 洪水被害額の算定項目

被害分類	被害項目	適用
(1)直接被害	①農作物被害	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水期における畑作物 農作物に関する洪水被害は、浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定 ・農地及び水路等の農業用施設 ・農地土砂流出被害資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定
	②水利構造物への被害	・取水堰及び水路等の水利構造物の破損による被害額
	③道路被害	・道路に関する洪水被害は、流通に関する被害を算出する。
	④家屋被害	<ul style="list-style-type: none"> ・居住用及び事業所用の建物 資産額に水深に応じた被害率を乗じて算出。 家屋：居住用及び事業所用の建物 家庭用品：家具・家電製品・衣類・自動車等 住宅及び商店の家屋、資産、在庫に関する洪水被害は、洪水による浸水深によって被害係数を乗じることにより算出する。
	⑤公共施設被害	<ul style="list-style-type: none"> ・道路、橋梁、下水道及び都市施設 ・学校、教会等の公共施設の被害を算出する。 一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、公共土木施設等の被害額を算定
	⑥公共サービス被害	・電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設
(2)間接被害	①農業へ被害	<ul style="list-style-type: none"> ・水利構造物破損により農業用水供給ができなることによる被害を想定 ・水利構造物の新設、修理費用を直接被害として産出する。
	②交通遮断による被害	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水により破壊された道路の交通遮断による被害を想定 ・道路の補修、新設費用を直接被害として算出する。

A. 直接被害

直接被害は、資産額に氾濫水深による被害係数を乗じることにより算出する。

B. 間接被害

間接被害については、取水堰の破損による影響と道路の崩壊による影響を考慮した。被害額算出の考え方は以下のとおりである。

a. 堰の破損

堰の破損については、堰の新設、修復にかかる直接被害と農業用水が供給不能になることにより農作物の収穫が損なわれることを想定した農作物被害額の間接被害との総和を被害額として算定する。

① 施設コストの算出

施設コスト=単位取水量当り施設建設費×規模（流量、施設延長）

単位当り施設建設費：取水堰、水路は、既往施設の取水量と施設整備費用（新設、補修）の資料を収集し、その相関性を検討して単位当り費用を設定

施設は 1/10 確率流量で全損するとして算定

② 農作物被害

灌漑区域で耕作されている農作物毎に年間収益額を算出

年間収益額 = (作物収穫高 - コスト) × 年間収穫回数

作物収穫高 = 作付け面積(ha) × 単位収穫量(kg/ha) × 取引単価

コスト = 単位面積当りのコスト(S/ha) × 作付け面積(ha)

b. 道路の被災

交通遮断による損失を算定する。

被害額 = 直接被害額 + 間接被害額

直接被害額：道路の建設コスト（新設、補修）

間接被害額：道路の崩壊により通行不能となった場合の機械損失費用（車の損料 + 人件費ロス）

通行不能期間を 5 日間として算出（ペルー国では一般的に 5 日間程度で仮設道路が整備される。）

2) 確率規模別想定被害額

カニエテ川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.1-2 に示す。

表-4.5.1-2 想定洪水被害額（民間価格）

Caso ケース	t 確率年	千ソール
		Cañete
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	1,660
	5	6,068
	10	73,407
	25	98,357
	50	149,018
	Total	328,510
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	153
	5	832
	10	8,413
	25	11,776
	50	16,428
	Total	37,602

3) 年平均被害軽減期待額

流量規模別に求めた被害軽減額に、流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定する。

洪水は確率的に発生するため、毎年の便益は年平均被害軽減期待額として算出する。その計算方法は以下のとおりである。

表-4.5.1-3 年平均想定被害軽減期待額の算定方法

生起確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害軽減額
	事業無し	事業有り	被害軽減額			
1/1			$D_0=0$			
1/2	L_1	L_2	$D_1=L_1-L_2$	$(D_0+D_1)/2$	$1-(1/2)=0.500$	$d_1=(D_0+D_1)/2 \times 0.67$
1/5	L_3	L_4	$D_2=L_3-L_4$	$(D_1+D_2)/2$	$(1/2)-(1/5)=0.300$	$d_2=(D_1+D_2)/2 \times 0.300$
1/10	L_5	L_6	$D_3=L_5-L_6$	$(D_2+D_3)/2$	$(1/5)-(1/10)=0.100$	$d_3=(D_2+D_3)/2 \times 0.100$
1/20	L_7	L_8	$D_4=L_7-L_8$	$(D_3+D_4)/2$	$(1/10)-(1/20)=0.050$	$d_4=(D_3+D_4)/2 \times 0.050$
1/30	L_9	L_{10}	$D_5=L_9-L_{10}$	$(D_4+D_5)/2$	$(1/20)-(1/30)=0.017$	$d_5=(D_4+D_5)/2 \times 0.017$
1/50	L_{11}	L_{12}	$D_6=L_{11}-L_{12}$	$(D_5+D_6)/2$	$(1/30)-(1/50)=0.013$	$d_6=(D_5+D_6)/2 \times 0.013$
1/100	L_{13}	L_{14}	$D_7=L_{13}-L_{14}$	$(D_6+D_7)/2$	$(1/50)-(1/100)=0.010$	$d_7=(D_6+D_7)/2 \times 0.010$
Expected Annual Average of Damage Reduction			$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+d_7$			

カニエテ川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.1-4 に示す。

表-4.5.1-4 年平均被害軽減期待額（民間価格）

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./.)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計=年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合①	事業を実施した場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	1,660	153	1,507	754	0.500	377	377
	5	0.200	6,068	832	5,236	3,372	0.300	1,012	1,388
	10	0.100	73,407	8,413	64,994	35,115	0.100	3,512	4,900
	25	0.040	98,357	11,776	86,581	75,787	0.060	4,547	9,447
	50	0.020	149,018	16,428	132,589	109,585	0.020	2,192	11,639

(2)社会評価

1)目的及び評価指標

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。内部収益率（IRR）は事業への投資の効率性を示す指標である。IRR は、事業によって発生する費用の現在価値を便益の現在価値と同額にすることによる割引率と定義され、純現在価値(NPV)を 0 に、また B/C を 1 にする割引率であり、投資が何%の収益をもたらすかを示す。経済評価において用いられる内部収益率は経済的内部収益率(IRR)と呼ばれる。市場価格は市場の歪みの影響を除去して経済価格（いわゆる社会価格）に変換される。

内部収益率、B/C 及び純現在価値は、下表の数式によって計算される。IRR が社会的割引率、B/C が 1、または NPV が 0 を超えた場合、その事業は国民経済の成長の観点から効率的であると判断される。

表-4.5.1-5 費用便益分析の評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV: Net Present Value)	$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ・事業実施による純便益の大きさを比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
費用便益費 (CBR: Cost Benefit Ratio)	$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$	<ul style="list-style-type: none"> ・単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
経済的内部収益率 (IRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 ・社会的割引率の影響を受けない。
ここで、Bi: 第 i 年目の便益、Ci: 第 i 年目の費用、r: 社会的割引率(10%) n: 評価年数		

2)前提条件

経済評価を実施する上での各指標の前提条件は以下のとおりである。

i) 評価期間

評価期間は 2013 年～2027 年（建設着手後 15 年）である。事業実施の想定スケジュールは以下のとおりである。

- 2012 年：詳細設計
- 2013 年～2014 年：建設
- 2013 年～2027 年：評価対象期間

ii) 標準変換係数 (SCF)

標準変換係数とは、その国の経済の全ての財に関して、国境において計算された社会経済価格と国内の市場価格の比率である。国内で調達された財やサービスを SCF を適用して経済価格に変換する。本調査では SCF として以下の値を使用する。

- 堤防 0.804
- 蛇籠 0.863
- 取水堰 0.863

また、市場価格から社会経済価格の変換に当たっては消費税を考慮しない。

iii) その他の前提条件

- 価格水準:2010 年
- 社会的割引率：10%
- 年間維持管理費：建設費の 0.5%

3)費用対効果分析

治水施設の整備及び維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益(被害軽減額)を、社会的割引率を用いて現在価値化して比較する。このため、評価時点を現在価値化の基準とし、本事業の着手開始から15年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

表-4.5.1-6に民間価格におけるB/C、NPV、IRRの計算結果を示す。

表-4.5.1-6 社会評価(B/C、NPV、IRR) (民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Cañete	151,304,096	68,325,931	25,665,970	1,423,638	2.96	45,266,114	36%

4.5.2 社会価格

(1) 便益

1) 確率規模別想定被害額

カニエテ川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.2-1に示す。

表-4.5.2-1 想定洪水被害額 (社会価格)

千ソール

Caso ケース	t 確率年	Cañete
Sin Proyecto 事業を実施しない場合	2	2,582
	5	10,558
	10	105,137
	25	144,972
	50	213,134
	Total	476,384
Con Proyecto 事業を実施した場合	2	272
	5	1,024
	10	9,908
	25	14,260
	50	20,117
	Total	45,580

2) 年平均被害軽減期待額

カニエテ川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.2-2に示す。

表-4.5.2-2 年平均被害軽減期待額 (社会価格)

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	2,582	272	2,311	1,155	0.500	578	
	5	0.200	10,558	1,024	9,534	5,922	0.300	1,777	
	10	0.100	105,137	9,908	95,229	52,382	0.100	5,238	
	25	0.040	144,972	14,260	130,712	112,971	0.060	6,778	
	50	0.020	213,134	20,117	193,018	161,865	0.020	3,237	

(2)社会評価

表-4.5.2-3 に社会価格における計算結果を示す。

表-4.5.2-3 社会評価 (B/C、NPV、IRR) (社会価格)

流域名	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害 軽減額(15年) Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Cañete	228,904,527	103,368,747	20,648,077	1,144,605	5.57	84,817,688	62%

4.5.3 社会評価のまとめ

カニエテ川流域の社会評価は民間価格および社会価格において経済効果が高く、金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としても以下が上げられる。

- ① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
- ② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
- ③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
- ④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
- ⑤ 農地価格の上昇

以上の経済評価から、本プロジェクトを実施することにより地域経済の発展に大きく貢献することが期待される。

4.6 感度分析

(1) 目的

社会経済状況の変動による将来の不確実性に対応するため、感度分析を実施する。費用便益分析においては、評価対象事業に係る将来の費用と便益を予測する必要がある。しかし、公共事業には、計画から共用までに要する事業期間や、共用後の耐用年数が長いという特性があり、将来の費用や便益に大きな影響を及ぼす不確実な要因が多数存在するため、これらを確定的に予測することはできない。そのため、事前に設定した前提条件や仮定が現実と乖離し、費用便益分析の結果が実際の事業の効率性と乖離することも少なくない。したがって、不確実性を伴う費用便益分析の結果は、本来、一つのシナリオから算出される絶対的、一義的なものではなく、幅を持ったものとして算出し、示すことが望ましい。これに対応する手法として、感度分析が挙げられる。

感度分析を実施し、費用便益分析の結果に幅を持って示すことにより、事業の適切な執行管理や国民へのアカウントビティを果たすとともに、事業評価の精度や信頼性の向上を図る。

(2) 感度分析の実施

1) 感度分析の概要

感度分析には、表-4.6-1 に示すような3つの手法がある。

表-4.6-1 感度分析手法

感度分析の手法	各手法の概要	アウトプット
要因別感度分析	分析で設定した前提条件や仮定のうち、一つだけを変動させた場合の分析結果への影響を把握する。	一つの前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
上位ケース・下位ケース	分析で設定した前提条件や仮定のうち、主要なもの全てを変動させた場合に、分析結果が良好になる場合や悪化する場合を設定し、分析結果の幅を把握する手法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
モンテカルロ感度分析	分析で設定した前提条件や仮定の主要なもの全ての変数に確率分布を与え、モンテカルロシミュレーションによって、分析結果の確率分布を把握する方法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果の確率分布

2) 感度分析の検討内容

本事業においては、一般的に公共事業投資において採用されている要因別感度分析を採用し、実施する。感度分析を行う検討ケース及び経済指標は以下のとおりとする。

表-4.6-2 感度分析の検討ケース及び経済指標

指標	要因変動幅	評価する経済指標
建設費	建設費が5%及び10%上昇した場合	IRR、NPV、B/C
便益	便益が5%及び10%下落した場合	IRR、NPV、B/C
社会的割引率	社会的割引率が5%上昇した場合及び5%下落した場合	NPV、B/C

3) 感度分析結果

表-4.6-3 に民間価格および社会価格における各検討ケースについて感度分析結果を示す。

表-4.6-3 IRR、B/C、NPV の感度分析結果

	流域名	項目	基本ケース	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
				コスト上昇 5%	コスト上昇 10%	便益低下 5%	便益低下 10%	割引率増加 5%	割引率低下 5%
民間価格	CAÑETE	IRR (%)	36%	35%	33%	35%	33%	36%	36%
		B/C	2.96	2.82	2.69	2.81	2.67	2.28	3.99
		NPV(\$)	45,266,114	44,113,123	42,960,132	41,849,817	38,433,521	27,605,013	74,293,435
社会価格	CAÑETE	IRR (%)	62%	60%	57%	60%	57%	62%	62%
		B/C	5.57	5.31	5.07	5.29	5.01	4.29	7.50
		NPV(\$)	84,817,688	83,890,135	82,962,582	79,649,251	74,480,814	57,014,823	130,016,170

(3) 感度分析評価

本プロジェクトにおける社会経済状況の変化にともなうプロジェクトへの影響は民間価格および社会価格のいずれについても検討した感度分析の結果によれば費用、便益および割引率が多少変化しても IRR、B/C、NPV の数値の変動は小さく、かつ経済効果の高い事業である。

4.7 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府（DGIH）と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。建設費用の分担は中央政府（DGIH）と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する。一般的な分担率は中央政府（DGIH）が 80%、水利組合 10%、地方政府 10%であるが、水利組合と地方政府の分担割合は協議により決定される。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

表-4.7-1 に最近のカニエテ川の水利組合の予算を示す。

表-4.7-1 水利組合の事業予算

河川	年予算				(単位 S)
	2007	2008	2009	2010	4 ヶ年平均
カニエテ川	2,355,539.91	2,389,561.65	2,331,339.69	2,608,187.18	2,421,157

(1) 収益性

カニエテ川における事業収益性は十分であり、事業の持続可能性は高い。カニエテ川における投資額は民間価格で S/ 25.7 百万ソルであるが、事業実施にともなう経済効果は社会価格において B/C は 5.57 であり、内部収益率も約 62%と高く、NPV は S/ 84.8 百万ソルとなり、効率性の高い事業である。

(2) 維持管理費

2008 年をベースとして本事業で必要となる年間維持管理費は建設費の 0.5%とするとカニエテ川で、S/ 109,511 である。一方、水利組合の最近 4 ヶ年の平均事業費は 2,421,157 となっている。

水利組合の年間予算に占める年間維持管理費は約 4.5%であり、水利組合の資金面の維持管理能力からも十分に持続可能性があると判断される。

4.8 環境インパクト

4.8.1 環境影響評価の手続き

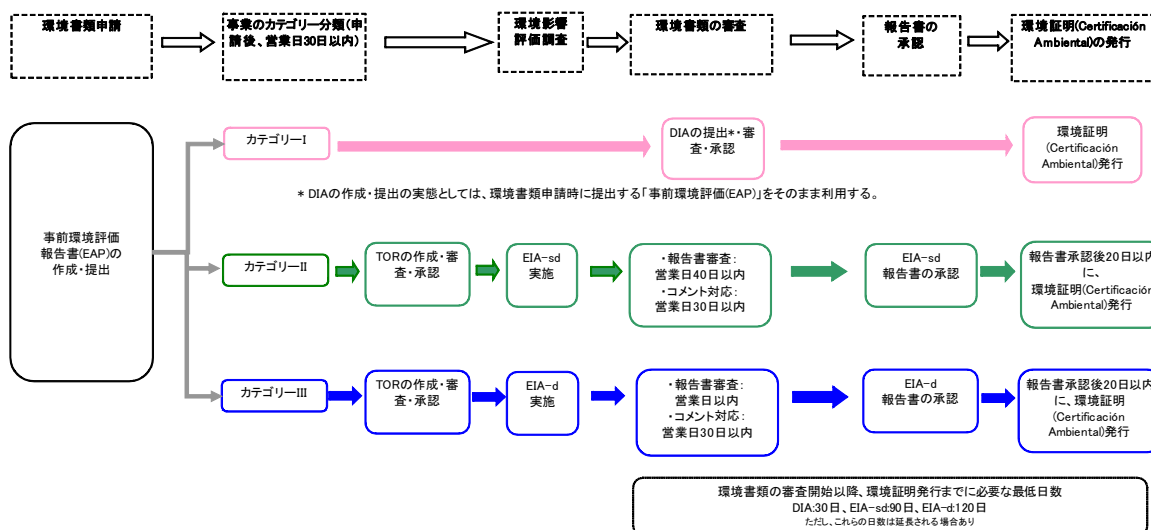
ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて 3 つのカテゴリーに分類する。環境への影響が軽度であるカテゴリーIについては「環境影響宣言報告書 (Declaración de Impacto Ambiental: DIA)」、カテゴリーII の事業は「準詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado: EIA-sd)」、カテゴリーIII の事業に関しては、「詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Detallado: EIA-d)」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

表-4.8.1-1 環境影響に基づくカテゴリー分類

	事業による環境影響の度合い	環境証明取得に必要な報告書
カテゴリーI	環境に軽度の負の影響を与える事業	DIA
カテゴリーII	環境に中程度の負の影響を与えるが、容易な方策によりその影響を予防・緩和することができる事業	EIA-sd
カテゴリーIII	環境に量的・質的に重度な負の影響を与え、その影響を評価するのに詳細な調査を必要として、影響を予防・緩和するために環境管理戦略を提案する必要がある事業	EIA-d

出典：SEIA 法（2001年）を基に JICA 調査団作成

環境書類の申請、カテゴリー分類、環境影響調査の TOR 作成・承認、調査の実施、報告書の審査・承認、「環境承認」発行の一連のプロセスを、次の図で示す。



出典：SEIA 法ガイドライン（2009年）及び DGAA への聞き取りを基に JICA 調査団作成

図-4.8.1-1 農業省における環境承認取得までのプロセス

まず、事業実施主体が事前環境評価（Evaluación Ambiental Preliminar: EAP）報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリーI に分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリーII 及び III に分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる。

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によりカニエテ川流域については2010年12月から2011年1月にかけて実施された。

EAP はカニエテ川流域については2011年1月25日に調査団より DGIIH に提出され、DGIIH から DGAA には2011年7月19日に提出された。

カニエテ川流域の EAP について DGAA が審査を行い、2011 年 9 月 9 日に DGIH へコメントが出された。調査団はこのコメントに対して EAP の修正を行い、同年 9 月 21 日 DGAA に提出した。DGAA はこれの審査を終了し、2011 年 12 月下旬 DGIH に承認レターを出しカニエテ川流域はカテゴリー I に分類された。したがってカニエテ川について更なる環境影響評価は必要ない。

本節では本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を事前環境評価の結果と、JICA 調査団員の現地踏査及び聞き取り調査の結果に基づき作成した。

本事業の中で計画されている工事内容は、既存堤防の修復、築堤、河道掘削、護岸工、分流堰・取水堰の修復・改良、河道拡幅などである。表-4.8.1-2 は、カニエテ川において計画されている洪水対策工事をまとめたものである。

表-4.8.1-2 工事実施予定地

対象河川	クリティカルポイント		保全対象	対策(暫定案)	施設規模	対象範囲	
カニエテ川	1	4.3km	狭窄部	道路橋	河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	4.0km~5.0km(全体)
	2	6.8k~8.0k	氾濫点	農地	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;1,200m	6.5km~8.1km(右岸)
	3	10.25k	狭窄部	(リンゴ、ぶどう、綿など)	河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	10.0km~11.0km(全体)
	4	24.5k	取水堰		分流堰	堰幅;150m 堰高;3.0m 堰厚;2.0m	24.25km~24.75km(全体)
	5	25.0k, 26.25k	河岸侵食	道路	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;750m	24.75km~26.5km(右岸)

出典：JICA 調査団作成

4.8.2 環境影響評価の方法

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法を説明する。まず、河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のために Leopold マトリックスを作成した。

環境レベル（自然環境、生物環境、社会環境）及びプロジェクトレベル（建設期間、維持管理期間）に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度（強度、範囲、発現期間、可逆性）に基づき数値化し、環境影響値をだした。表-4.8.2-1 は、影響の評価（数値化）に用いた基準である。

表-4.8.2-1 Leopold マトリックスー評価基準

評価変数		点数	
環境影響の性質	正(+)	+	
	負(-)	-	
環境影響の発現可能性	高(50%>)	1	
	中(50%>10%)	0.5	
	低<10%	0.2	
環境影響の程度	強度	大	10
		中	5
		小	2
	範囲	間接的に影響を受ける範囲	10
		直接的に影響を受ける範囲	5
		事業実施地	2
	発現期間	10年以上	10
		5~10年	5
		1~5年	2
		なし	10
可逆性	部分的にあり	5	
	あり	2	

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

表-4.8.2-2 影響の大きさの程度の基準

環境影響値	顕著の度合い
15以下	あまり顕著でない
15.1-28	顕著である
28以上	極めて顕著である

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

4.8.3 環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価

ここでは、カニエテ川流域における影響評価の結果をまとめ、その次に特に顕著な影響について説明する。その後、カニエテ川流域の EAP で作成したマトリックスの要約を載せる。カニエテ川において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点 (97%) の影響は、負の性質を持ち、2 点 (3%) の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。これらの点数は、表-4.8.3-1 を利用して算出した。影響の程度に関係なく、影響を与えるか与えないかで点数をつけている。なお、表中の「N」は「負の影響」、「P」は「正の影響」を示す。

表-4.8.3-1 影響の認識マトリックス (建設期間)

		事業対象地		地元住民の雇用	工事サイトの準備(雑草切り払い、区画策定、地ならし)	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンブの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	負の影響合計	正の影響合計	
		環境指標	1-5	1-5	1-5	4,5	1,2,3	2,4,5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5				
自然環境	大気	粉塵(PM-10)		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	8	0	
		排気ガス		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	9	0	
	騒音	騒音		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	0	
		騒音		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	0	
	土壌	肥沃さ		N							N	N				3	0
		土地利用性		N							N	N				3	0
水	表流水質			N	N	N				N		N			5	0	
	地表水量							N							1	0	
地形・河川地形	河川地形			N	N	N				N					4	0	
	地形			N							N				2	0	
生物環境	植物	陸上植物		N							N				2	0	
		水生植物			N	N	N			N					4	0	
	動物	陸上動物		N							N				2	0	
		水生生物			N	N	N			N					4	0	
社会経済環境	社会	景観								N	N				2	0	
		生活の質	P									N	N	N	3	1	
	経済	脆弱性・安全性														0	0
		経済活動人口	P													0	1
土地の利用															0	0	
合計			2	8	7	7	7	3	10	9	3	4	4	62	2		
%															97%	3%	

出典：事前環境評価 (カニエテ川流域)

表-4.8.3-2 環境影響評価のマトリックス (建設期間) カニエテ川流域

		事業計画	カニエテ川流域											
			環境指標	事業対象地	地元住民の雇用	工事サイトの準備(雑草切り払い、区画策定、地ならし)	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンブの維持管理	労働者の運搬
			Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca4,5	Ca1,2,3	Ca4,5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5
自然環境	大気	粉塵(PM-10)	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		排気ガス	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	騒音	騒音	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
		騒音	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
	土壌	安定性	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
水	地表水質	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	地表水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	
地形・河川地形	河川地形	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	地形	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生物環境	植物	陸上植物	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	
		水生植物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
	動物	陸上動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	
		水生生物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
社会経済環境	社会	景観	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	
		生活の質	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5	
	経済	脆弱性・安全性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		経済活動人口	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
土地の利用		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

維持管理期間には 32 点の影響が予測される。そのうち 6 点 (19%) が負の影響、26 点 (81%) が正の影響である。6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。点数の算出方法は、先に掲載した建設期間中の方法と同じである。

表-4.8.3-3 影響の認識マトリックス (維持管理期間)

			河床掘削 1	護岸工 2	河床掘削 3	分流堰 4	護岸工 5	負の影響	正の影響
自然環境	大気	粉塵 (PM-10)						0	0
		排気ガス						0	0
	騒音	騒音						0	0
	土壌	安定性					P	0	1
		土地利用性						0	0
	水	地表水質				P	P	0	2
		地表水量	P	P	P	P		0	3
地形・河川地形	河川地形	N	N	N			3	0	
	地形						0	0	
生物環境	植物	陸上植物						0	0
		水生植物						0	0
	動物	陸上動物						0	0
		水生生物	N	N	N			3	2
社会経済環境	社会	景観	P	P	P		P	0	4
		生活の質	P	P	P	P	P	0	5
		脆弱性・安全性	P	P	P	P	P	0	5
	経済	経済活動人口						0	0
		土地の利用	P	P	P	P	P	0	4
合計			7	7	7	5	6	26	
%							19%	81%	

表-4.8.3-4 環境影響評価マトリックス (維持管理期間) カニエテ川流域

		カニエテ川流域					
		Ca1 (河床掘削)	Ca2 (護岸工)	Ca3 (河床掘削)	Ca4 (分流堰)	Ca5 (護岸工)	
自然環境	大気	粉塵 (PM-10)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		排気ガス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	騒音	騒音	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	土壌	安定性	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0
		土地利用性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	0.0	28.0	31.0
		地表水量	31.0	26.0	31.0	26.0	0.0
地形・河川地形	河川地形	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0	
	地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生物環境	植物	陸上植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生生物	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0	36.0	0.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0
		脆弱性・安全性	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0

表-4.8.3-2。4.8.3-4 で使用している凡例

正の影響			負の影響		
	0 - 15	あまり顕著でない		0 - 15	あまり顕著でない
	15.1 - 28	顕著である		15.1 - 28	顕著である
	28.1 以上	極めて顕著である		28.1 以上	極めて顕著である

カニエテ川流域において建設期間に極めて顕著な負の影響を与える作業は、「工事实施サイトの整備と撤収」及び「河道の掘削と盛り土作業」である。「工事实施サイトの整備と撤収」が地形に対し、「河道の掘削と盛り土作業」が河川地形に対して顕著な負の影響を与える。

他方、地元住民の雇用により経済活動人口の増加が見込まれ、生活の質が向上するという正の影響も予測される。

維持管理期間においては、「河道の掘削及び盛り土の作業」により、河川地形が変化し、水生生物の生息環境に影響を与えるという顕著な負の影響が予測されている。

正の影響として、生活の質の向上、土地利用性の向上、安全性の確保と脆弱性の低下が挙げられる。

4.8.4 環境影響管理

環境影響管理計画は、建設期間と維持管理期間において発現すると予測される顕著な影響及び極めて顕著な影響に対処するための計画である。適切にこれらの計画を実施することにより、負の影響を予防・軽減することになり、また事業の持続性を確保することになる。

建設期間は、カニエテ川流域において「地元住民雇用計画」、「事業実施サイト管理計画」、「河川転流・囲い堰作業管理計画」、「河岸の掘削・盛り土作業管理計画」、「河床の掘削・盛り土作業管理計画」、「採掘場管理計画」、「大量の掘削土・浚渫土の管理計画」、「労働者・工事事務所の管理計画」、「工事車両交通管理計画」を事業実施主体または工事請負業者が責任を持ち実施する。維持管理期間においては、「河床・水生生物管理計画」を実施することにより河川地形の侵食を抑え、水生生物に適した生息環境を整備する。

次の表は、顕著な影響を与える作業と、それに対する予防・軽減対策をまとめたものである。環境影響管理計画は、顕著もしくは極めて顕著な負の影響を発現すると分析された工事を実施する事業実施対象地において、それに対応する計画を実施する。

表-4.8.4-1 環境影響と予防・緩和策

	影響	対策	期間
自然環境	表流水水質・水量への影響	河川転流・困い堰作業管理計画	建設期間
		河岸の掘削・盛り土作業管理計画	
		河床の掘削・盛り土作業管理計画	
	河川地形への影響	河岸の掘削・盛り土作業管理計画 河床の掘削・盛り土作業管理計画 採掘場管理計画	
地形への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画		
粉塵	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画		
生物環境	水生生物への影響	河床の掘削・盛り土作業管理計画	維持管理期間
	陸上生物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	建設期間
	陸上植物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
社会環境	生活の質への影響	労働者・工事事務所の管理計画	建設期間
		工事車両交通管理計画 地元住民雇用計画	
	経済活動人口	地元住民雇用計画	

出典：JICA 調査団作成

4.8.5 環境管理計画

(1) フォローアップ・モニタリング計画

フォローアップ計画においては、計画されている環境影響管理計画の実施を確実にする計画である。モニタリング計画は、環境質基準及び排出量基準といった環境基準を満たしていることを確認するために実施する。なお、フォローアップ計画及びモニタリング計画は事業実施主体もしくはその監督下の第三者により責任を持ち実施される¹。

・建設期間

建設期間においては、環境影響管理計画のフォローアップのほかに、以下のモニタリングを実施する。

水質・生物多様性モニタリング

河床の掘削及び盛り土といった作業により、河川地形及び水生生物の生息環境に負の影響を与える。したがって、事業実施対象地付近及びその下流の水質及び生物多様性のモニタリングを実施する必要がある。以下の表が、モニタリング計画の概要である。

表-4.8.5-1 水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく) 多様性評価指数: 多様度指数(H') (Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J') (Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

¹ 環境基本法 (Ley 28611) 第 74 項、75 項において、事業の実施により発生する全ての環境影響は、事業実施主体が責任を負うこと、そしてそれらの負の環境影響を予防する方策を事前に実施することが決められている。

大気質モニタリング

カニエテ川流域の事前環境評価の結果によれば、計画されている事業による顕著な大気質汚染は懸念されない。しかしながら、工事により発生する粉塵等は工事従事者及び工事現場に近い住民に影響を与えると考えられる。したがって、大気質のモニタリングを実施することが望ましい。

表-4.8.5-2 大気質モニタリング

	詳細
実施地点	工事現場、河川から離れた場所に位置する採掘場(最大のもの/居住地区付近のもの)、大量の掘削土・浚渫土を設置する場所 計測地の風上と風下に1箇所ずつ計測地を設置
測定項目	PM-10/PM-25/CO/NO ₂ /O ₃ /Pb/SO ₂ /H ₂ S
測定頻度	毎3ヶ月
参照基準	D.S N° 074-2001-PCM(大気質国家基準)
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

騒音モニタリング

各工事現場にて以下の表に基づき騒音のモニタリングを実施する。

表-4.8.5-3 騒音モニタリング

	詳細
測定地点	工事現場で騒音が発生する付近に想定装置を設置
パラメーター	等価平均騒音レベル(ECPNL)をデシベルで表現
奨励する測定方法	IEC 61672, IEC651/804, ANSI S 1.4
測定頻度	毎2ヶ月
基準	騒音国家基準 (ECA) - D.S. N° 085-2003-PCM
実施地域	住宅地
最大騒音値	昼間(7:01 - 22:00): 60 デシベル 夜間(22:01 - 7:00): 50 デシベル
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

・維持管理期間

続いて、河床掘削・盛り土等の工事により河川地形と水生生物の生活環境に影響を与える事業については、維持管理期間において河川の水質及び水生生物の多様性をモニタリングする必要がある。

表-4.8.5-4 水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量 水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく) 多様性評価指数: 多様度指数(H') (Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J') (Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流 工事実施地より50m下流 工事実施地より100m下流
測定頻度	維持管理期間開始後2年間、毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

(2) 事業終了時計画

事業終了時には、工事に使用した機器の撤収、工事を実施した区画や影響を与えた区画の整備をそれぞれの流域において実施する。区画の整備として、汚染された土壌、瓦礫等の廃棄物を撤収し、地形を整え、植物を植えることが考えられる。

(3) 市民参加計画

建設期間及び事業終了時において、それぞれの流域において市民参加の協議を実施する計画を提示する。

- 工事前：事業内容および事業がもたらす便益について、事業対象地の住民に対して説明するためのワークショップの開催。公共スペースに事業の概要・期間・目的・便益等に関する資料を掲示。
- 工事期間：工事の進捗状況の公表。工事期間中に発生する住民からの苦情への対応。その対応は事前に住民との間でコンセンサスをとる必要あり。
- 工事終了時：工事終了を通知するためのワークショップ。住民への建設物の引渡し。

4.8.6 環境影響管理対策実施コスト

上記で提案した環境影響管理対策実施に必要な直接コストはカニエテ川流域について以下の通りである。なお、詳細設計時に各流域の環境影響管理対策実施予算をさらに詳細に算出する必要がある。

表-4.8.6-1 環境影響管理対策直接コスト

内容	単位	数量	単価(S/.)	小計(S/.)	合計(s/.)
工事車両入口の標識設置	1ヶ月	6	S/. 1,400.0	S/. 8,400.0	S/. 8,400.0
工業廃棄物の運搬	1ヶ月	6	S/. 4,200.0	S/. 25,200.0	S/. 25,200.0
事業対象地の景観保護対策	1ヶ月	6	S/. 2,800.0	S/. 16,800.0	S/. 16,800.0
工事機器の維持管理	1ヶ月	6	S/. 1,960.0	S/. 11,760.0	S/. 11,760.0
工事従事者への騒音対策	1ヶ月	6	S/. 1,120.0	S/. 6,720.0	S/. 6,720.0
環境影響緩和対策実施に必要な運営費	1ヶ月	6	S/. 4,480.0	S/. 26,880.0	S/. 26,880.0
土壌・大気汚染予防のための能力育成	1ヶ月	6	S/. 2,520.0	S/. 15,120.0	S/. 15,120.0
河床状況及び水中生物のモニタリング					S/. 11,239.2
多様性指標モニタリング	回	3	S/. 672.0	S/. 2,016.0	
水量モニタリング	回	3	S/. 588.0	S/. 1,764.0	
T°, pH, OD モニタリング	回	3	S/. 571.2	S/. 1,713.6	
DBO モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総溶解固形分(TDS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総浮遊物質(TSS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
大気質・騒音モニタリング					S/. 37,500.0
排出ガスモニタリング	回	3	S/. 4,500.0	S/. 13,500.0	
粉塵モニタリング	回	3	S/. 5,000.0	S/. 15,000.0	
騒音モニタリング	回	3	S/. 3,000.0	S/. 9,000.0	
合計					S/. 159,619.2

4.8.7 結論と提言

(1) 結論

EAP の結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響に

については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価されている。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。

また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

(2) 提言

- 1) 建設工事の時期については乾期に合わせて事業を開始することが好ましい。
また、事業実施対象地の多くが農地の付近に位置するため、流域における農業のサイクルを考慮したうえで事業を実施する必要がある。それにより、農業機器や農作物の運搬などを行う住民生活への影響を最小限に抑えることができる。
- 2) 用地問題については事業対象地域の河川区域が明確にされていない場合には、以下の対応をとる。FS 調査終了後直ちに事業実施主体である農業省 DGIH は、①河川区域を明確にし、②用地取得の対象となる土地及びそこを利用する人の特定化をする必要がある。その後、「用地取得基本法」で規定されているプロセスを実施し、用地取得を行う。また、特定された土地がコミュニティーの土地である場合には、住民との協議により合意を形成する必要がある。
- 3) 文化遺産保全に係る手続きについては DGIH は F S 調査終了後直ちに CIRA 取得に必要な手続きを行うことにより、事業開始時まで CIRA を取得する必要がある。
- 4) ジェンダー配慮については流域において女性が置かれている概況より、水利組合の会合への女性の参加はある程度確保されているが、能力強化等のワークショップへの参加は少ない。したがって、本事業に含まれる防災教育・能力強化コンポーネントにおいては、女性の参加を促進するような配慮が必要である。例えば、全ての流域において、女性組織の存在が確認されていることを踏まえ、ワークショップ開催の通達は既存の女性組織を通じて行うことができるだろう。また、開催時間についても出来る限り多くの女性が参加できる時間を調査し、それにあつた時間設定をするといった配慮が考えられる。
- 5) 最後に、DGIH が環境承認取得に向けて今後とるべき手段を示す。2011 年 4 月現在、農業省 DGAA が 5 流域の初期環境評価 (EAP) 報告書を審査している。この審査により事業の 카테고리分類がされる。カテゴリ I に分類された場合には、環境承認が発行される。カテゴリ II もしくは III に分類された場合には、DGAA の指示に応じて EIA-sd あるいは EIA-d を、実施し、環境承認を F/S 段階終了時まで取得する。

4.9 実施計画

プロジェクトの実施計画では、①投資前段階のプレFS および FS 調査の完成及び SNIP 承認、② L/A 締結、投資中の③コンサルタント選定、④コンサルティングサービス (詳細設計、技術仕様書作成)、⑤建設業者の選定、⑥建設工事、及び投資後の⑦工事完成と水利組合への引渡し時期、O&M の着手について概略のスケジュールを検討する。

(1) 公共投資審査 (SNIP)

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム (**Sistema Nacional de Inversión Pública**、以下SNIPと称す) が法律 (**Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01**) に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIP では、ペルフィル調査 (事業の概略調査)、プレ F/S、F/S という 3 段階の投資前調査の中から事業の規模等に応じて必要な投資前調査が決定される。SNIP は、法律第 27293 号 (2000 年 6 月 28 日発布) により制定され、公共投資事業に使われる公共資源の効果的な使用を目指すため、中央政府/地方政府等が立案・実施する公共投資計画・事業の遵守すべき原則、プロセス、方法、および技術上の規則を定めたものである。

SNIP では、以下に示すとおり、全ての公共事業に対して投資総額に応じて 3 段階の投資前調査 (ペルフィル (以下、ペルフィルまたは **Perfil**)、プレ F/S または **PreF/S**、F/S) の作成と承認を義務づけている。ただし 2011 年 4 月に法律の改訂があり (**Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 07**)、中間段階の **PreF/S** 調査は不要になったが、**Perfil** 調査において一次情報に基づく調査が要求されており、改訂の前後で調査段階全体を通じての必要調査精度には殆ど変化がない。

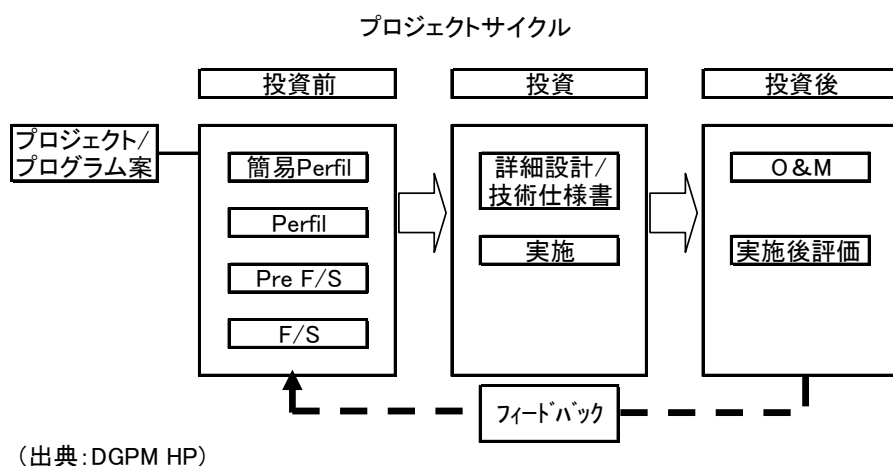


図-4.9-1 SNIP プロジェクトサイクル

また、本件業務のような複数のプロジェクトにより構成される事業を進めるためには、プログラムレベルでの投資前調査の作成と承認が求められる。

各段階でのプロセスは若干異なるものの、SNIP 手続きでは、案件形成機関 (以下、「UF」) が各段階の調査を実施し、計画・投資室 (以下、「OPI」) が UF から提出された各調査を評価、承認し、公的部門多年度計画局 (以下、「DGPM」) に対し、F/S 承認、及び次の調査に進むことにつき承認を依頼する。そして、最終的に DGPM が公共投資の妥当性について評価、判断、承認することとなる。



(Directiva No. 001-2009-EF/68.01を参照)

図-4.9-2 SNIP の関連組織

審査部局 (OPI・DGPM) から UF へのコメントに対し、UF は回答を用意し各調査を改善する必要がある。審査部局は最終的な回答を得てから正式な申請として受け付けるために、調査報告書の完成から審査終了までは、数ヶ月を要することも多い。

SNIP 審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点はもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法など SNIP の指定に従うほか、作成する報告書は SNIP の定める目次に準拠する。

JICA 調査団の作成したカニエテ川流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポートに基づき DGPI は 7 月 21 日に SNIP に登録した。

カニエテ川流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポートの審査は OPI により 7 月下旬より行われ 9 月 9 日にコメントが出された。このコメントに対する報告書の修正および OPI との協議が継続中である。

(2) 円借款契約

本プロジェクトの FS 報告書提出後に OPI および DGPI による SNIP 審査を経て、事業実施の承認を得た後、JICA よりアプレイザルミッションが派遣され、円借款の契約協議が開始される。円借款契約交渉が合意に達すれば、Loan Agreement(LA)が締結される。円借款契約交渉手続きに 9 ヶ月程度の期間を想定する。

(3) プロジェクト実施工程

L/A の締結が行われた後、コンサルタントが選定される。コンサルティングサービスは、詳細設計と技術仕様書作成、建設業者選定のアシスト及び工事中の施工管理である。想定した各工程の所要期間以下のとおりである。全体工事工程を表-4.9-1 に示す。

- 1) コンサルタント選定 3 ヶ月
- 2) コンサルタントによる詳細設計、技術仕様書作成の作成 6 ヶ月
- 3) 建設業者選定 1 2 ヶ月

- 4) コンサルタントによる 河川施設および河川構造物沿いの植林の施工管理期間を 2 年。
- 5) 河川施設および河川構造物沿いの植林は河川施設と並行して実施する。
- 6) 防災教育/能力強化は河川施設工事と並行して同時期に実施する。

表-4.9-1 実施計画

項目	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1	調査				審査																							
2					調査				審査																			
3																												
4																												
5													設計・入札図書				施工管理											
6																												
7																												
1)																												
2)																												
3)																												
8																												

4.10 組織と管理

本プロジェクトの実施と管理に関係するペルー国機関は、農業省、経済財政省及び水利組合であり、各機関の役割は以下のとおりである。

農業省(MINAG)

- プログラム実施の責任官庁は、農業省 (MINAG) であり、プログラムの技術的な管理は水インフラ総局(DGIH)が担当する。水インフラ総局(DGIH)は投資前段階の調査段階において投資プログラムの調整、管理、監督を行う。
- 投資段階の建設段階においては農業省の PSI(Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura, 農業省灌漑サブセクタープログラム) が、プロジェクトコストの算定、詳細設計、工事实施に対する監理を行う。
- 農業省の計画投資室(OPI)は、水インフラ総局(DGIH)のプロジェクトの投資前段階におけるプレFS及びFS審査に関する責任部局であり、経済財政省 (MEF) の公的部門多年度計画局(DGPM)へ承認申請を行う。
- 農業省の総合管理局(OGA-MINAG)は財務省の公的債務部 (National Debt Public (DNEP)) と財務管理を行う。また、農業省の入札、工事発注、契約、調達等の予算執行を行う。
- 環境総局(DGAA)は、投資段階において EIA の審査、承認を行う。

経済財政省(MEF)

- 公的多年度計画局(DGPM)は、FS の承認を行う。また、円借款ローン契約の条件確認と承

認を行う。また、投資段階においては、プロジェクト実施前に技術的なコメントを出す。

- また、財務管理は、財務省の公的債務部（National Debt Public (DNEP)）と農業省の総合事務所 (OGA-MINAG)が担当する。
- 経済財政省の公的債務部(DNEP)は、投資段階及び投資後の運営段階において支出の管理を行う。

水利組合

- 投資後の運営段階において施設の維持管理を行う。

プロジェクト実施における関係機関の関係を図-4.10-1 および図-4.10-2 に示す。

本プロジェクトにおいては、投資段階すなわちプロジェクト実施段階は農業省の組織である PSI が担当することになっている。PSI では、JBIC プロジェクト等を実施しており、新たなプロジェクトを実施する場合、そのプロジェクトを管理する組織（Project Management Unit（PMU））を組織し、コンサルタントの選定や工事発注、施工管理等を実施することになっている。下図にプロジェクト実施段階の各関係機関の構成を示す。

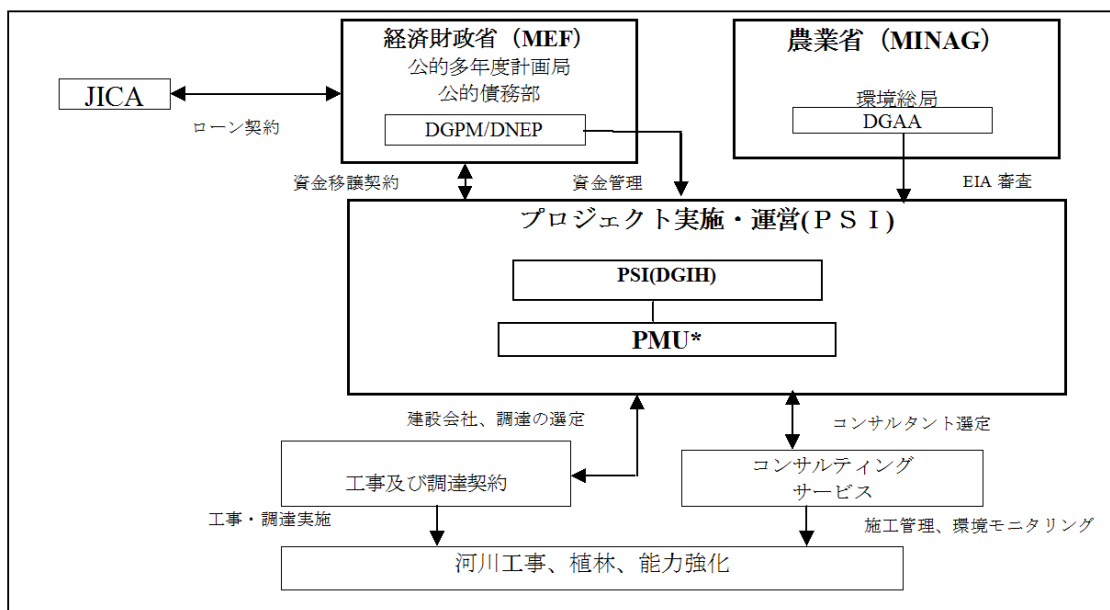


図-4.10-1 プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)

投資後の段階においては、施設の維持管理とローンの返済が主な活動となるが、施設の維持管理は水利組合が実施することになっている。また水利組合は施設建設の負担金をローンで返済することになっている。プロジェクト実施後における関係機関の関係を下図に示す。

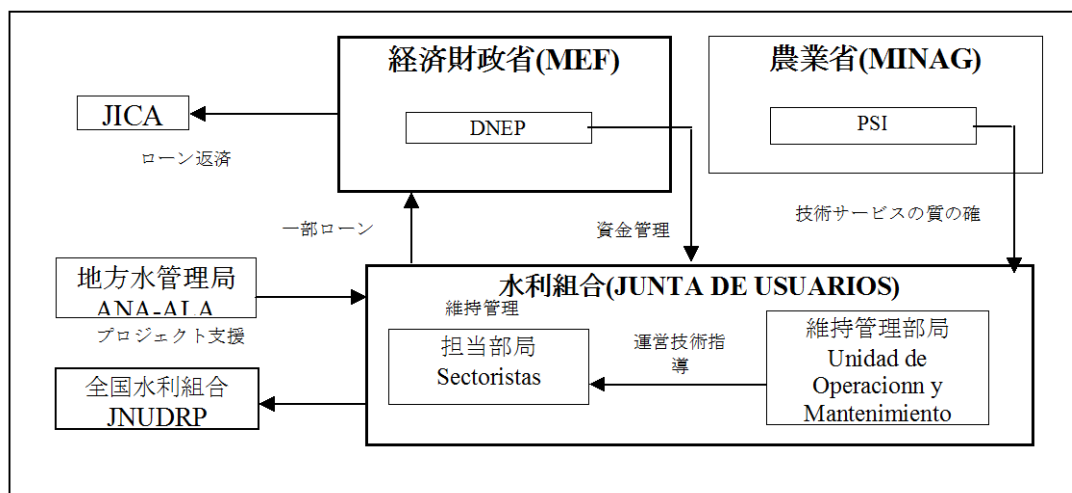


図-4.10-2 プロジェクト実施の関係機関 (投資後：運営維持管理段階)

(1) DGIH

1) 役割及び機能

国家水政策や国家環境政策に沿って、水関連施設の開発促進を目的として政策、戦略及び計画を策定することである。

水関連インフラ開発には、調査、建設、運用、維持管理、建設リスク管理、開発、ダムの改造、取水、小水路、用水路、排水路、メーター、ソケット、地下水取水井戸及び灌漑の近代化等が含まれる、

2) 主な所掌

- a. 水インフラ開発に対して、計画及び予算事務所と調整して水インフラの開発に関する管理及び部門 政策を提案することと、水インフラ開発に関して、部門政策の実施をモニタリングし評価する。
- b. 部門政策の一部として政府や州、地方が関与する基準を提案する。
- c. 水インフラ施設の必要性を確認するとともに優先付けをする。
- d. 概略の水インフラ施設への公共投資のレベルで開発プロジェクトの開発及び推進を行う。
- e. 水インフラ整備の実施に関する技術基準を整備する。
- f. 水インフラの技術開発を促進する。
- g. 水インフラ設備の維持管理に関する技術基準を整備する。

(2) PSI

1) 役割

灌漑サブセクターPROGRAM - PSIは、投資プロジェクトの実施を担当する。プロジェクト実施にあたってはプロジェクト毎にプロジェクトマネジメントユニットが創設される。

2) 主な所掌

- a. PSIは、農業省の内部組織であるが、運営と財政的に独立した組織であり、プロジェクト参加組織の調整、管理、運営に責任があり、投資プロジェクトの目的や目標を達成することを目的としている。

- b. 同様に、JICA のような海外の援助組織の融資に対しても支出などの調整を行う。
- c. PSI の計画財務部において、業務発注や調達、投資プログラムの作成やプロジェクト実施計画を策定する。これらのプロジェクトの準備のための作業はインハウスコンサルタント雇用し実施される。
- d. 同様に、コントラクターを召集し入札、工事、調達等のプロジェクトの実施を行う。
- e. 契約管理は計画財務部が実施する。

3) 予算

2011 年の PSI の予算を表-4.10-1 に示す。

表-4.10-1 PSI の予算 (2011 年)

Programs / Projects / Activities	PIM (S/.)
JBIC Program (Loan Agreement EP-P31)	69,417,953
Program - PSI Sierra (Loan Agreement 7878-PE)	7,756,000
Works by direct administration	1,730,793
South Earthquake Recostruction Works - FORSUR	228,077
Crop Conversion Project - ARTRA	132,866
Modern irrigation program - PRT	1,851,330
Activity - 1.113819 Smallholders ...	783,000
Program Management of PSI (Current Expenditure)	7,280,005
TOTAL	89,180,024

4) 組織

PSI は 235 名の職員で構成されており、JBIC プロジェクトに対しては 14 名が専属で活動しており、その下に 29 名の技術者やアシスタントが活動している。

表-4.10-2 PSI の職員数

CENTRAL UNIT LEVEL	Data from 31 May 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Central Office	61	43	104
Zonal Office LIMA	12	24	36
Zonal Office AREQUIPA	14	12	26
Zonal Office CHICLAYO	17	13	30
Zonal Office TRUJILLO	13	26	39
TOTAL	117	118	235

PSI の組織を図-4.10-3 に示す。

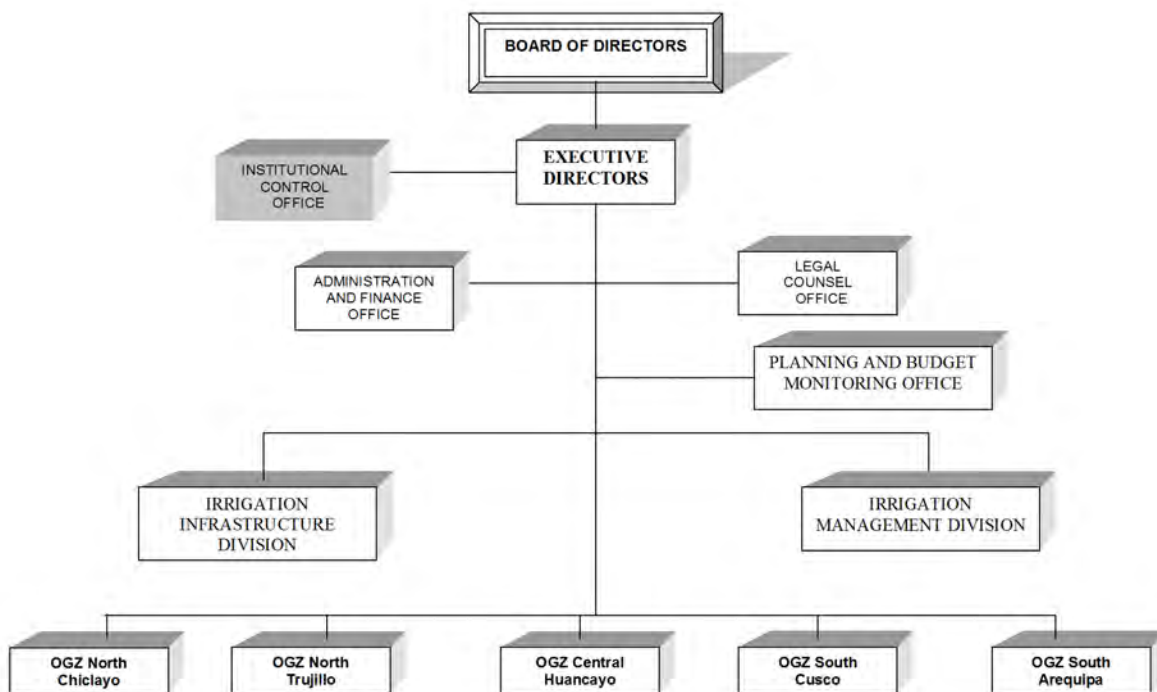


図-4.10-3 PSI の組織

4.11 最終選定案の論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-4.11-1 に示すとおりである。

表-4.11-1 最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減、	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関
結果			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、道路損壊の回避、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止、ポエチョスダム安全確保	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、道路損傷箇所および頻度、河岸侵食の状況、ダム下流の侵食状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA.: 構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善、道路の損壊防止、ダムの安全確保施設等28の構造物対策	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.: 非構造物対策			
B-1 植林・植生回復	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントやNGOの支援、対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
B-2 洪水予警報	機器据付状況、操作状況、予報・警報の回数、情報の伝達状況	工事進捗報告書、担当官庁や住民によるモニタリング	機器の正常な作動および操作、担当者の良好な訓練、連絡・広報活動、機器やソフトウェアの維持・管理
コンポーネントC.: 防災教育・能力開発	講習会、実習、訓練、ワークショップなどの回数	実施報告書、地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルやNGOによる指導
プロジェクト実施管理			
プロジェクトマネジメント	詳細設計、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費積算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被益住民の参加

4.12 中・長期計画

前節までには本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も逐次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を検討する。

4.12.1 全体治水計画

流域全体を対象とした場合の治水方式としてダム案、遊水地案、堤防案およびこれ等の組み合わせ案などがある。

ダム案については仮に 50 年確率洪水流量をダムによりピークカットして 10 年確率洪水流量まで低下させるとしてダムの必要貯水量を概算するとカニェテ川 14.6 百万m³ と非常に大きくなる。扇状地の上流は一般に溪谷状をなし、ダムサイトの適地も少ないので容量を確保するためにはダム高の大きなダムが必要となり、巨額の事業費が必要となる（一基数百億円以上）。またダムサイトの適地調査、測量、地質調査、材料調査、概略設計などに 3～5 年は必要となり、周辺環境に及ぼす影響も甚大である。したがって今回の調査でダム案を検討の対象とすることは困難である。

遊水地案についても上記ダム案に示したように、大きな治水容量を必要とし、扇状地出口下流の河川沿いの低平地は殆ど農地として使用されていて適地がなく今回の調査では検討の対象とすることは困難である。

従って実現性が高いと思われる堤防方式について検討する。

(1) 河道計画

1) 流下能力

河川の縦断および横断測量の結果に基づき現河道の流下能力を算定した。その結果は各河川について 3.1.10, 図-3.1.10-3 に示すとおりである。

2) 氾濫特性

カニェテ川について氾濫解析を行った。確率 50 年洪水流量に対する氾濫状況は 3.1.10, 図-3.1.10-4 に示す通りとなる。カニェテ川の氾濫特性は、河口より 10km より上流では、流下能力不足により氾濫するものの、河道周辺の農地への影響にとどまる。しかし、10km より下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなる。

3) 計画高水位および堤防標準断面

計画高水位は計画対象洪水の確率 50 年洪水が流下する時の水位とし、堤防標準断面は 4.3.1、(5)、1) に示す通りとする。4.2 表-4.2-1 には計画洪水流量の計算水位および必要堤防天端高を示している

4) 堤防法線

現況の堤防整備状況等を踏まえて、堤防法線を設定した。基本的には、流下能力の増加と遊水効果を得るためにできるだけ広く川幅を設定した。図-4.12.1-1 に一般河道部と現河道の川幅が広い部分の法線の定め方を模式的に示している。一般部では堤防天端を確率 50 年洪水流下時の水位+余裕高とし、川幅の広い部分では堤防を 2 重にして内側の堤防法線は上下流の一般部と連続する法線を保ち、天端高を確率 50 年洪水流下水位とし、外側の堤防天端高は確率 50 年洪水流下時の水位+余裕高として内側堤防越流時には貯砂効果と遊

水効果を持たせた。

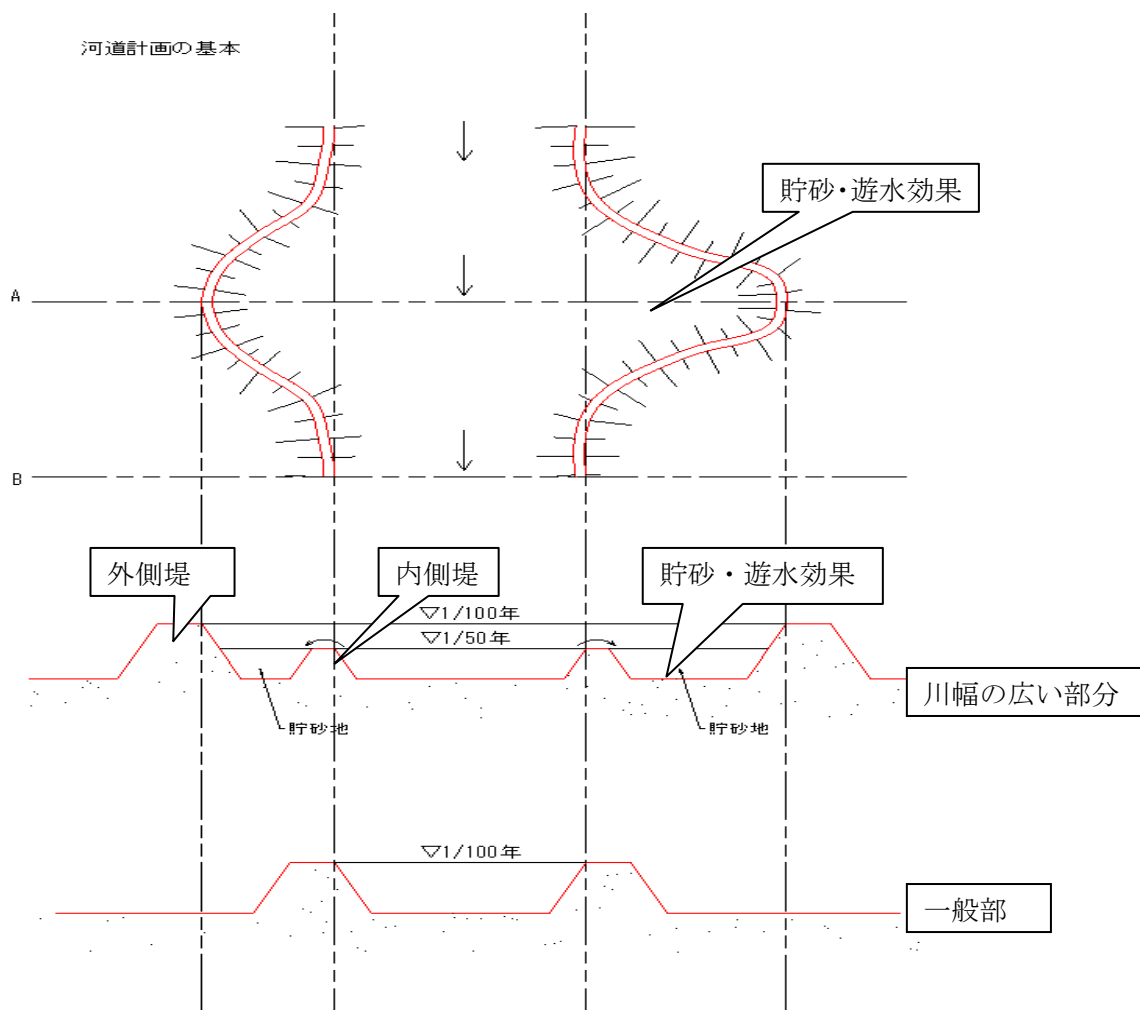


図-4.12.1-1 堤防法線の決定

5) 河川の平面および縦断形状

各河川の平面および縦断形状は図-4.12.1-2 および図-4.12.1-2 に示す通りである。

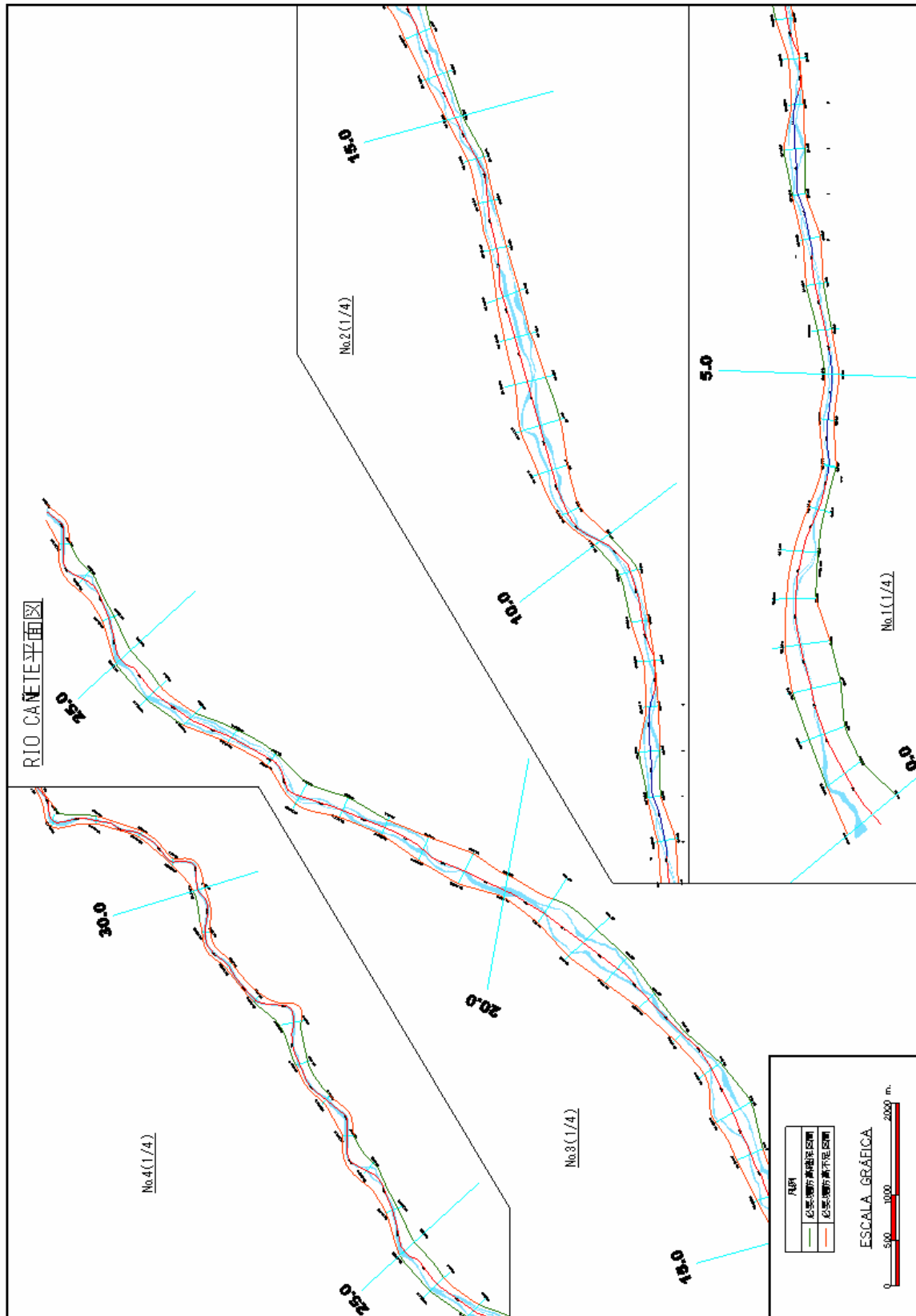


図-4.12.1-2 カニエテ川平面形状

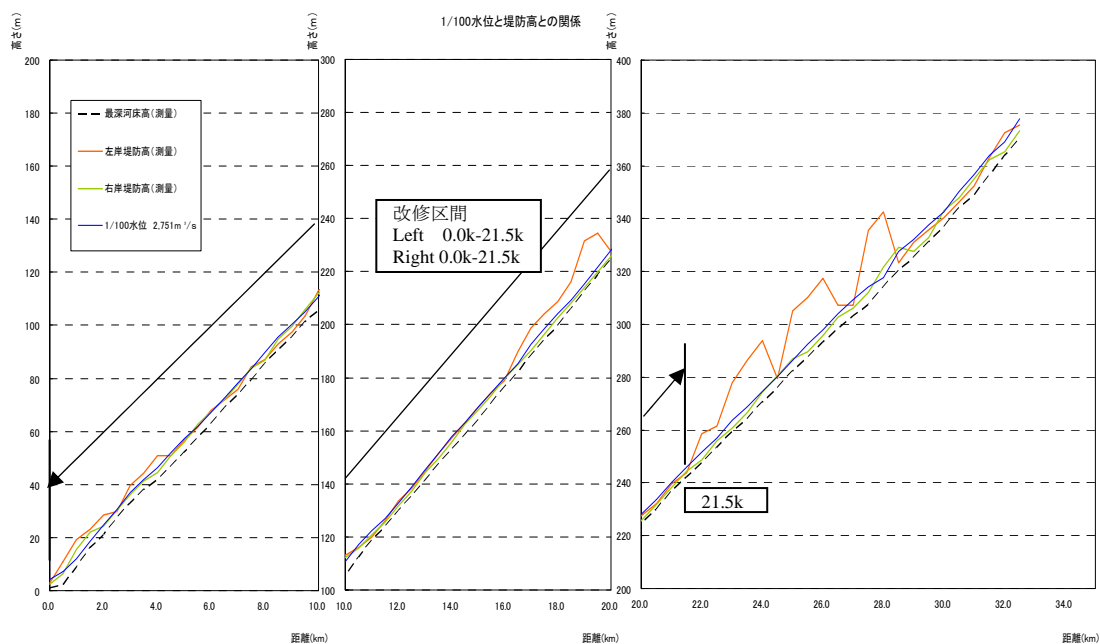


図-4.12.1-3 カニエテ川縦断面図

6) 堤防の設置計画

カニエテ川流域における堤防設置計画の基本方針は以下のとおりである。

- ① 確率流量 1/50 年の洪水を安全に流下する堤防を配置する。
- ② 堤防設置範囲は、氾濫シミュレーションにより堤内地への氾濫が拡散する箇所とする。
- ③ 堤防配置は、洪水拡散区間のうち、計画水位が既存堤防高または堤内地盤高を上回っている箇所とする。
- ④ 堤防高は、1/50 年確率洪水の水位＋余裕高とする。

カニエテ川における堤防計画は表-4.12.1-1 および図-4.12.1-4 に示すとおりである。

表-4.12.1-1 全体洪水防御施設計画

河川名	改修区間		平均堤防不足高 (m)	想定堤防規模	堤防延長 (km)
カニエテ川	左岸	0.0k-21.5k	1.20	堤防 h=1.5m 護岸 h= .0m	12.0
	右岸	0.0k-21.5k	1.48		18.5
	計		1.38		30.5

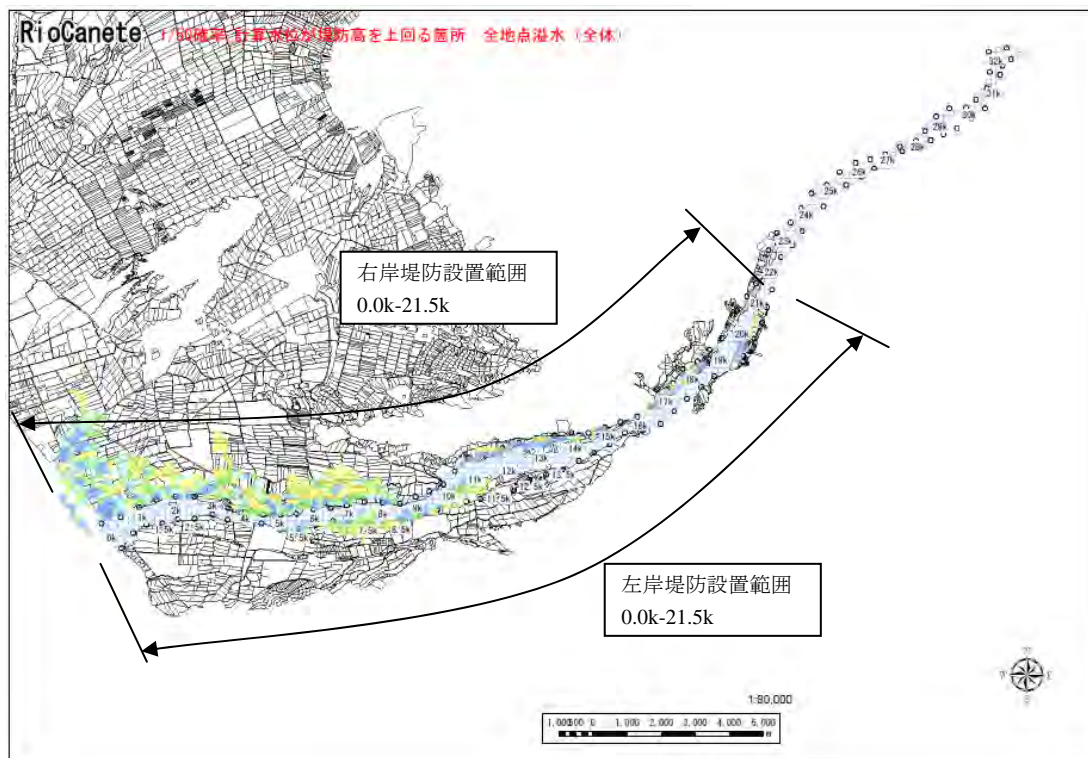


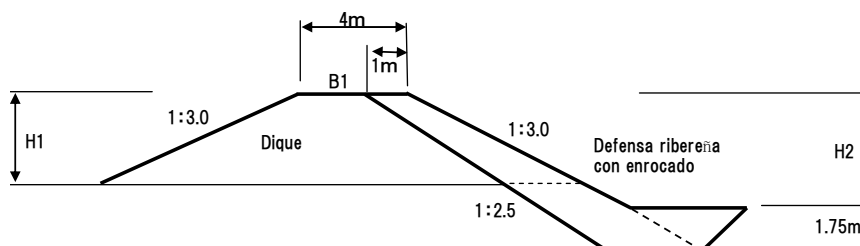
図-4.12.1-4 カニエテ川の堤防設置範囲

7) 事業費

民間価格の直接工事費および事業費はそれぞれ表-4.12.1.2-2および表-4.12.1.2-3に示すとおりである。また社会価格の事業費は表-4.12.1.2-4に示す通りである。

表-4.12.1-2 直接工事費 (民間価格)

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H1	B2	A	B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8	1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0	1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8	1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0	1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8	1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	6.0	4.9	28.9
				1.0	1.5	2.6	12.0
				1.0	10.0	6.9	52.4



流域	工種	数量	単位	単価	直接工事費	直接工事費	堤防延長	直接工事費
					/m	/km		(千ソル)
カニエテ	築堤	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	30.5	5,185.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		50,325.0
合計					1,820.0	1,820.0		55,510.0

表-4.12.1-3 事業費 (民間価格)

Nombre de la Cuenca 流域名		事業費 (民間価格)										INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
		COSTO DIRECTO					COSTO INDIRECTO					
		Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
CAÑETE		55,510,000	61,061,000	9,159,150	6,106,100	76,326,250	13,738,725	90,064,975	900,650	4,503,249	9,006,498	104,475,371

表-4.12.1-4 事業費 (社会価格)

Nombre de la Cuenca 流域名		事業費 (社会価格)										INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
		COSTO DIRECTO					COSTO INDIRECTO					
		Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
CAÑETE		44,630,040	49,093,044	7,363,957	4,909,304	61,366,305	11,045,935	72,412,240	724,122	3,620,612	7,241,224	83,998,198

(2) 維持管理計画

一次元河床変動解析の結果に基づいて河床の堆積/侵食傾向を把握し、それらへの対応を考慮して長期の維持管理計画を立案し、コストを推定する。

現況の河道の形状は、道路橋や農業施設（取水堰）等が存在する箇所が狭窄部となっており、その上流側に土砂が堆積する傾向にある。従って、今回の計画では、狭窄部の流下能力を高め、できるだけ狭窄部及びその上流の河道（主要部）には土砂が堆積しないようにするとともに、狭窄部上流側の河道（拡幅部）に 1/50 年規模を超える洪水時に土砂をできるだけ貯めるように工夫する。

1) 河床変動解析

カニエテ川流域について今後 50 年間の河床変動解析を行った結果を図-4.12.1-5 に示す。図より河床の堆積および侵食の今後の傾向および堆積量および侵食量が推定出来る。

2) 維持管理の必要ヶ所

カニエテ川流域において今後、長期的に維持管理が必要すべきと考えられるヶ所を抽出して表-4.12.1-6 に示す。

3) 維持管理費

各流域における今後 50 年間に渡って必要とされる河床掘削のための維持管理費については民間価格の直接工事費は次に示すとおりである。

直接工事費

民間価格 $422,000\text{m}^3 \times 10 \text{ ソル} = 4,220 \text{ 千ソル}$

また民間価格および社会価格における 50 年間の事業費はそれぞれ表-4.12.1-6 および表-4.12.1-7 に示す通りである。

表-4.12.1-5 今後計画的に河床掘削すべき箇所

河川名	掘削対象範囲		維持管理方法
カニエテ川	箇所1	対象区間: 3.0km-7.0km 対象土量: 135,000m ³	既往の氾濫箇所であり、今後、徐々に河床上昇するため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる
	箇所2	対象区間: 27.0km-31.0km 対象土量: 287,000m ³	対象区間は水路が狭く、土砂を十分に通過させられないため、河床上昇の可能性が高い。今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるため、定期的な維持掘削を実施すべきと考えられる。

※対象土量は 50 年間の堆積土砂量

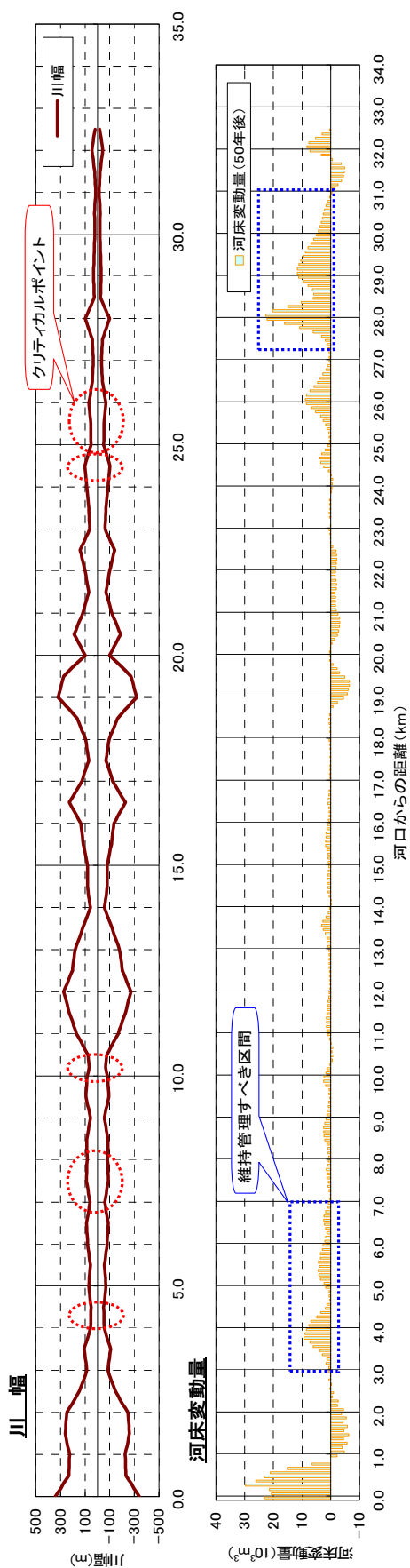


図-4.12.1-5 維持管理が必要な堆積区間 (カニエテ川)

表-4.12.1-6 50年間の河床掘削事業費 (民間価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01*(8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05*(8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1*(8)	Costo Total 事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CANETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	68	342	685	7,942

表-4.12.1-7 50年間の河床掘削事業費 (社会価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Factor de Corrección 修正係数 fc	Costo Total Obra 建設費 (9) = fc*(8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10) = 0.01*(9)	Expediente Tecnico 詳細設計 (11) = 0.05*(9)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1*(9)	Costo Total 事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
CANETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	0.804	5,505	55	275	550	6,386

(3) 社会評価

1) 民間価格

a) 被害額

カニエテ川流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.12.1-8 に示すとおりである。

表-4.12.1-8 各確率洪水量に対する被害額

	Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)
確率年(t)	Cañete
2	1,660
5	6,068
10	73,407
25	98,357
50	149,018

b) 年平均被害軽減額

表-4.12.1-8 に基づき年平均被害軽減額を算定すると表-4.12.1-9 に示すとおりとなる。

c) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.12.1-3 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として建設費の 0.5%および表-4.12.1-6 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

d) 経済評価

経済評価の結果は表-4.12.1-10 に示すとおりである。

表-4.12.1-9 年平均被害軽減額

s/1000									
民間価格:流域全体 (Precios Privados para las cuencas en su TOTALIDAD)									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施し た場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①-② Daños mitigados ③=①-②				
			CAÑETE	1	1.000				
	2	0.500	1,660	0	1,660	830	0.500	415	415
	5	0.200	6,068	0	6,068	3,864	0.300	1,159	1,574
	10	0.100	73,407	0	73,407	39,737	0.100	3,974	5,548
	25	0.040	98,357	0	98,357	85,882	0.060	5,153	10,701
	50	0.020	149,018	0	149,018	123,687	0.020	2,474	13,175

表-4.12.1-10 経済評価の結果 (民間価格)

流域名	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	171,269,615	77,341,963	104,475,371	8,236,962	0.81	-17,765,825	6%

2) 社会価格

a) 被害額

各流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.12.1-11 に示すとおりである。

表-4.12.1-11 各確率洪水量に対する被害額

	Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)
確率年(t)	Cañete
2	2,582
5	10,558
10	105,137
25	144,972
50	213,134
Total	476,384

b) 年平均被害軽減額

表-4.12.1-11 に基づき年平均被害軽減額を算定すると表-4.12.1-12 に示すとおりとなる。

c) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.12.1-4 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として事業費の 0.5%および表-4.12.1-7 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

d) 経済評価

経済評価の結果は表-4.12.1-13 に示すとおりである。

表-4.12.1-12 年平均被害軽減額

s/1000

社会価格:流域全体									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被 害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
	1	1.000	0	0	0			0	0
CAÑETE	2	0.500	2,582	0	2,582	1,291	0.500	646	646
	5	0.200	10,558	0	10,558	6,570	0.300	1,971	2,617
	10	0.100	105,137	0	105,137	57,848	0.100	5,785	8,401
	25	0.040	144,972	0	144,972	125,055	0.060	7,503	15,905
	50	0.020	213,134	0	213,134	179,053	0.020	3,581	19,486

表-4.12.1-13 経済評価の結果 (社会価格)

流域名	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	253,314,406	114,391,764	83,998,198	6,622,517	1.50	37,925,103	18%

(4) 結論

経済評価の結果としては民間価格では経済効果はないが、社会価格では経済効果がある。事業費は民間価格で 104.5 百万ソル(31.4 億円)と巨額となり、本プロジェクトでは採用が困難である。

4.12.2 植林・植生計画

(1) 上流域における植林

長期的には上流域において植林が必要なすべての地域に植林を行う事が望ましいのでこの案を検討する。

1) 基本方針

- ① 目的：水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させる。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。
- ② 植林対象地：水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所に植林する。
- ③ 植林方法：地域住民による植栽とする。プロモーターによる自主的管理と、NGOによる現地植栽管理、コンサルタントによる NGO の指導・管理によって工事を実施する。
- ④ 植栽後のメンテナンス：植栽を担当したコミュニティによる維持管理を行ない、

そのための費用は下流の受益者（水利組合）が支払うシステムを構築する。（PESの適用）。

- ⑤ 注意：伐採後は必ず再植林し、持続的に植林地を保全し、長期的な視点に立って森林を維持管理していく。上流の住民に対し、インセンティブを与える工夫が必要である。

地域住民による維持管理、伐採後の再植林がなされることで長期的に植林地を保全でき、洪水緩和・防止機能が発揮できる。このためには地域住民への植林の意義、下流への寄与、広い視点での「ペ」国における植林の必要性などの普及啓蒙活動を事業期間中に実施していく必要がある。

2) 植林対象地の選定

上流域において植林を実施する場合、1) で述べたように地元住民によって植林活動を実施する。その場合、地元住民は農業等の合間に植林を実施することになる。しかしながら、上流部のほとんどはアンデス高地のシエラであり、住民のほとんどが厳しい自然条件に耐えながら農耕・畜産を営んでおり、植林する余力があるとは言い難い。このため、住民の理解醸造と合意形成には時間がかかるのが常である。

3) 必要事業期間

もともと人口密度が低いため労働力が少ないことから、一日当りの投入量が少ないと推定され、高い作業効率は望めない。JICA 調査団は、植林計画地周辺の人口、植栽本数、作業効率等から全ての面積を植林した場合に必要な期間を試算した。それによれば、チンチャ流域の約 4 万 ha の植林を実施するためには 14 年間が必要である。面積割合で単純に比率計算すると、カニェテ流域では 35 年間となる。

4) 上流域の植林計画全体数量、事業期間、事業費用

カニェテ流域において、植林が必要と考えられる面積、および事業費用をチンチャ流域植林計画をもとに算出すると合計で約 11 万 ha、実施期間は 35 年間、事業費は約 3 億ソレスとなり、長期間、莫大な費用を要することとなる。

表-4.12.2-1 上流域における植林計画全体計画

流域	植栽面積 (ha)	必要事業期間(年)	必要事業費(ソレス)
カニェテ	110,111.72	35	297,206,251

(出典：JICA 調査団)

5) 結論

本事業の目的において、緊急性の高い工事を実施することとなっているため、間接的効果であり効果が発現するまで長い期間を要する植林事業でこのような長い実施期間は本質的な目的とも一致しない。また、35 年間という事業期間、約 3 億ソレスの事業費を考慮すると本事業としては適当でなく、本事業の終了後にこの計画に基づき長期的に逐次実施すべきである。

4.12.3 土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。

上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。流域全体に実施する土砂制御対策工の配置は図-4.12.3-1 に示す通りである。カニエテ川流域に対して、流域全体を対象とした場合および優先範囲を限定して、これらの配置検討を実施した結果、概算工事費は表-4.12.3-1 に示す通りとなる。

今回対象としているカニエテ川流域は広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストが非常に大きく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかかなりの時間が必要となる。したがって本プロジェクトにおいては実施することは困難であり、本プロジェクト終了後にこの長期計画に従って逐次対策工を実施する事が望ましい。

表-4.12.3-1 上流域における土砂制御施設の概算工事費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費 合計	事業費 (Million S/.)
		数量 (km)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)		
Canete	全流域	325	S/.347	32	S/.1	201	S/.281	S/.629	S/.1,184
	優先範囲	325	S/.347	32	S/.1	159	S/.228	S/.576	S/.1,084

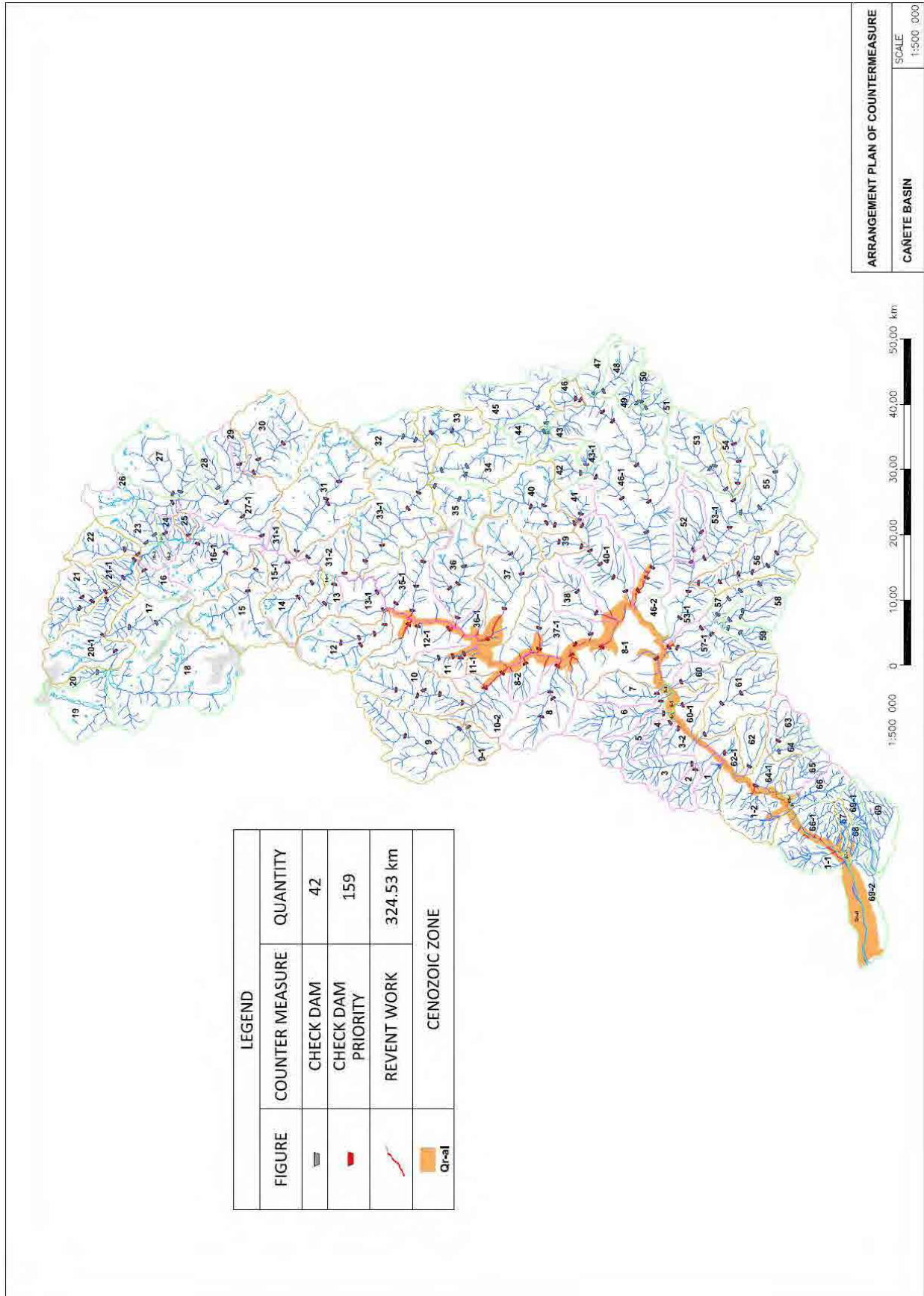


図-4.12.3-1 カニエテ川流域土砂制御対策工位置図

第5章 結論

この調査において最終的に選定された案は構造的に安全で社会評価においても十分経済価値が高く、環境に与える影響も小さいと思われる。

本プロジェクトを実施することにより溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進出来るので出来るだけ早く実施するべきである。

