

ホンジュラス共和国
「首都圏洪水・地すべり対策開発調査」
フォローアップ協力調査 報告書

平成 24 年 3 月

(2012 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

HDO
JR
12-002



プロジェクト対象地域位置図

(詳細は本文中に示す)

写真集



COPECO での会議



SOPTRAVI での会議



CABELI での会議



CODEM 防災センター



Los Mercedez 地区の CODEL 現地視察



Los Mercedez の CODEL に設置されたサイレン



Simón Bolívar School : 避難所になっているが、洪水で壁が破壊された。



Simón Bolívar School : 下流側には洪水で氾濫した地域が存在するが、ハザードマップには反映されていない。

目 次

プロジェクト対象地域位置図

写真集

目次

図表一覧

略語一覧

I. 調査概要	1
1. 背景と目的	1
2. 調査対象区域及び調査重点地区	1
3. 河川及び主要ダム概要	3
4. 調査団員構成	9
5. 調査日程	10
6. 現地踏査	11
7. 主要面談者	13
II. 防災計画/流域管理・洪水対策における現状と課題	17
1. M/P 策定後の洪水発生及び被害状況	17
2. M/P 活用状況	19
3. M/P の構造物対策に係る関係機関の活用・取り組み状況	19
4. 洪水対策/流域管理に係る法制度、行政組織、政策・計画	20
5. M/P 策定後の洪水対策(防災計画/流域管理)分野関係機関の取り組み状況	23
6. 洪水対策（構造物対策・河川工事）に係る取り組み	27
7. 他ドナーの動向	28
8. 防災計画/流域管理、洪水対策に係る M/P の課題	33
9. 気象・水文データ	35
III. F/U 協力計画案	43
1. 防災計画/流域管理	43
2. 洪水対策	45
別添表	51

図表一覧

図 1	調査対象区域(M/P から)	2
図 2	主要河川位置図	3
図 3	調査対象区域の主要河川ダイアグラム	4
図 4	UNDP 等によるサポ川流域のハザードマップ	25
図 5	年間雨量の経年変化	39
表 1	調査団員構成一覧	9
表 2	調査日程	10
表 3	現地踏査箇所一覧	11
表 4	M/P(2002)で提案された計画(洪水対策関連)	33
表 5	M/P で計画された施設概要	33
表 6	SMN の気象観測所	36
表 7	SOPTRAVI の雨量観測所	36
表 8	SANAA の気象観測所	36
表 9	SANAA の水位・流量観測所	37
表 10	SERNA の気象・水文観測所	37
表 11	年間雨量確率計算結果	39
表 12	1 日最大雨量確率計算結果	40
表 13	2 日連続最大雨量確率計算結果	40
表 14	流量確率計算結果 1	41
表 15	流量確率計算結果 2	41
表 16	流量確率計算結果 3	41
表 17	JICA マスタープランでの確率洪水流量	42
表 18	月別雨量 代表例 1	51
表 19	月別雨量 代表例 2	51
表 20	各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量	52
表 21	各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量	53
表 22	各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量	54
表 23	各年の年間総雨量及び一日最大雨量	55
表 24	各年の年間総雨量及び一日最大雨量	57
表 25	各年の各月の最大日雨量	58
表 27	SERNA の流量記録	61
表 28	SANAA の流量記録	62
表 29	SANAA の流量記録	63
表 30	流量確率計算結果 1	64
表 31	流量確率計算結果 2	64

略語一覧

AMDC	Alcaldía Municipal del Distrito Central	テグシガルパ市
AMHON	Asociación de Municipios de Honduras	全国市連合会
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica	中米経済統合銀行/CABEI
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行/IDB
CAH	Colegio de Arquitectos de Honduras	ホンジュラス建築学会
CARE	CARE Internacional	ケア・インターナショナル
CCLIP	Conditional Credit Line for Investment Projects	投資のための制約融資ライン
CIUR	Centro de Información Urbana Regional	都市情報センター
CODEM	Comité de Emergencia Municipal	防災委員会
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias	災害対策常設委員会
DCHA	Departamento de Cuencas Hidrográficas y Ambiente	流域管理/環境部
DIPECHO	Disaster Preparedness ECHO	ECHO 災害対策プログラム
DGRH	Dirección General de Recursos Hídricos	水資源総局
EC	European Commission	欧州委員会
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica	ホンジュラス電力公社
FHIS	Fondo Hondureño de Inversión Social	ホンジュラス社会投資基金
GCC	Gerencia de Control de Construcción	建設管理室
GoJ	Government of Japan	日本政府
GoH	Government of Honduras	ホンジュラス政府
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	森林公社
IGN	Instituto Geográfico Nacional	地質学会
MITIGAR	Proyecto de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres Naturales	自然災害の危機軽減防災プロジェクト
M/P	Master Plan	マスタープラン
PMDN	Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales	自然災害軽減プロジェクト
PREVDA	Programa Regional para la Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental	環境の脆弱性と損失低減のための広域プログラム
PROMARTE	Proyecto Manejo de Riesgos en Tegucigalpa	テグシガルパ危機管理プロジェクト
Qda	Quebrada	中小支流
SANAA	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	ホンジュラス上下水道公社
SEPLAN	Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa	国家計画対外協力省
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	天然資源環境省

SICA	Sistema de la Integración Centroamericana	中米統合機構
SMN	Servicio Meteorológico Nacional	気象庁
SOPTRAVI	Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda	公共事業・運輸・住宅省
SGJ	Secretaría de Gobernación y Justicia	旧内務省
UNDP	United Nations for Development Programme	国連開発計画
USGS	United States Geological Survey	米国地質研究所
UNAH	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	ホンジュラス国立自治大学
UTPR	Unidad Técnica Permanente Regional	地域常駐技術部門
WB	World Bank	世界銀行

I. 調査概要

1. 背景と目的

1998年10月にホンジュラス国(以下「ホ」国)(当時 人口610万人)に襲来したハリケーンミッチは、各地で洪水や地すべりを引き起こし、これにより、テグシガルパ首都圏(人口約100万人/1999)だけでも約20万人が直接的な被害を受け、死者数は100名以上にものぼった。この災害を受け、我が国は「ホンジュラス国首都圏洪水・地すべり対策調査」を実施し、「洪水・地すべり対策マスタープラン」(以下M/P)を取りまとめた。

M/Pで選定された優先プロジェクトのうち、地すべり事業については我が国に無償資金協力等での要請が出され、バンブー地区はノンプロ無償の見返り資金で実施済みであり、レパルト地区及びベリンチェ地区については無償資金協力「首都圏地すべり防止計画」を実施中である。併せて、技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト(BOSAI)」によりソフト面での支援も行っている。しかしながら、優先プロジェクトのうち、洪水対策については他ドナーからの支援を含めこれまでほとんど具体的な投入が行われていない。また、2002年にM/Pが作成されてから2012年で10年が経過し、本M/Pが今後とも「ホ」国の防災政策に有効に活用されるためには、社会的・経済的变化に合わせ更新されると同時に、実現可能な優先プロジェクトの再選定及びフィージビリティの再確認が行われる必要がある。

上記の理由から、M/P(洪水対策)の更新について「ホ」国政府からフォローアップ(F/U)協力が要請されている。本案件は、まずF/U(調査)を実施した上で、F/U協力の妥当性並びに協力を実施する場合の手法及び内容について検討するものである。そのため本調査では、まずM/Pの洪水対策に焦点を当て、「ホ」国政府及び他援助機関のM/P活用状況をレビューするとともに、これら関連機関の当該分野における実績や計画及びM/P策定後の被害発生状況・地域の把握等を行う。

最終的にはこれら現状把握作業を通し、「ホ」国政府からの要請内容の妥当性を検討するとともにF/U協力計画(構造物対策/非構造物対策)(案)を策定することを目的とする。

2. 調査対象区域及び調査重点地区

本件調査は、2002年作成のM/Pのアップデートの要請を基に実施するものである。従って、調査対象区域は、基本的には同M/Pと同じとし、次のように調査対象区域と調査対象重点区域に分けた。

調査対象区域は次の通りとする。

- テグシガルパ首都圏の下流端を基点とした Cholteca 川流域(約 820 km²)。2002年のM/P報告書に示された調査対象区域は、図1の通りである。

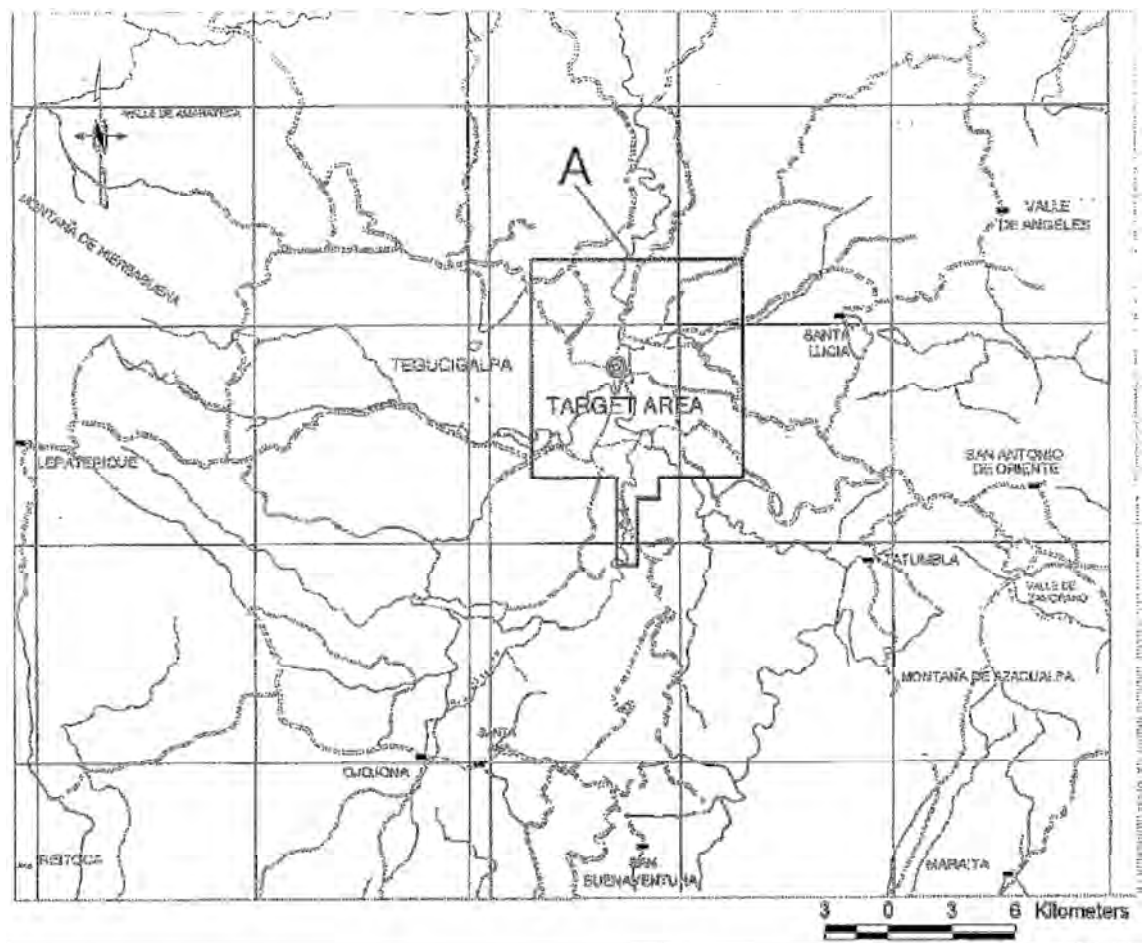


図 1 調査対象区域(M/P から)

調査対象区域は Cholteca 川の上流域で、山間部を含む起伏に富んだ地形である。標高は約 900 m から約 2,200 m の範囲にある。

調査対象重点区域は次の通りとする。

- テグシガルパ首都圏及びその周辺 (約 105 km²) で災害対策の主要区域である。

調査対象重点区域は Cholteca 川の氾濫区域を含む上流域で、首都圏の大部分を含む。標高は約 900 m ~ 1,400 m (首都圏内では 900 m ~ 1,040m) で、山間部は少ないが丘陵が点在し起伏に富んだ地形である。

なお、調査対象区域及び調査対象重点区域とは別に、調査拠点を次のように設定した。

- 洪水氾濫の実績または危険がある河川： Cholteca (Choluteca) 川本川、 Cholteca 川主要支川 (チキート (Chiquito) 川、グアセリケ (Guacerique) 川、サンホセ (San Jose) 川、サバクアンテ (Sabaquante) 川など)、その他の中小河川 (サポ (Sapo) 川、サラダ (Salada) 川、オレホナ (Orejona) 川など)。
- 旧ペスカド湖、流域内のダム貯水池、地すべり地区 (ベリンチェ、バンブー、レパルト)
上記の調査拠点に関しては、次の補足説明をしておく。
- Cholteca 川本川 (Rio Choluteca) は、グランデ川 (Rio Grande) と呼ばれる河川を含める。

- 主要支川とは、Rio と表現される支川であり、その他の中小河川とは、Quebrada (Qda)と表現される支川である。
- 旧ペスカド湖と表視したのは、ペスカド湖はHurricane Mitchの洪水時になくなっているからである。

3. 河川及び主要ダム概要

(1) 河川水系

河川の位置関係はM/Pから転用した図2 を示す。また後述する重点小河川を含めた位置関係を図3のダイアグラムに示す。

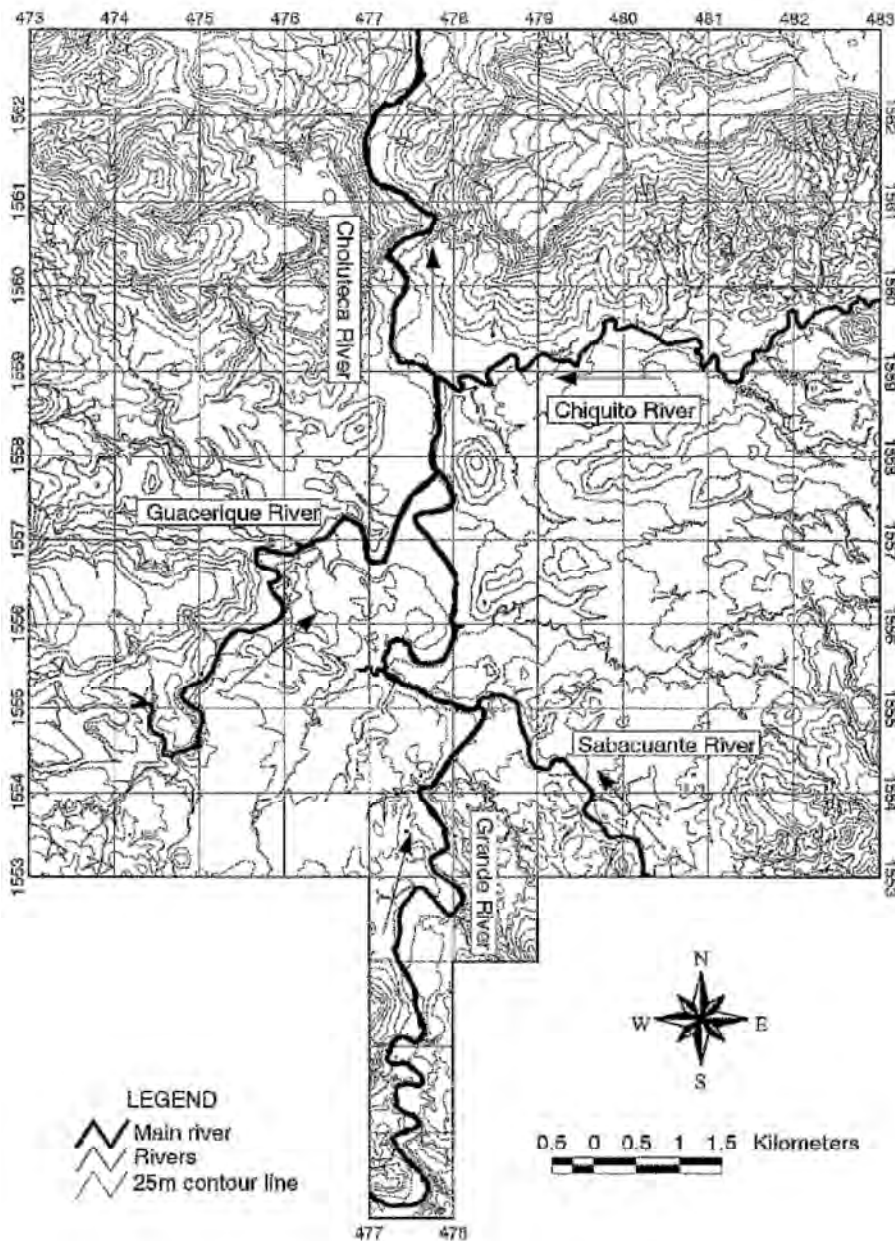


図 2 主要河川位置図

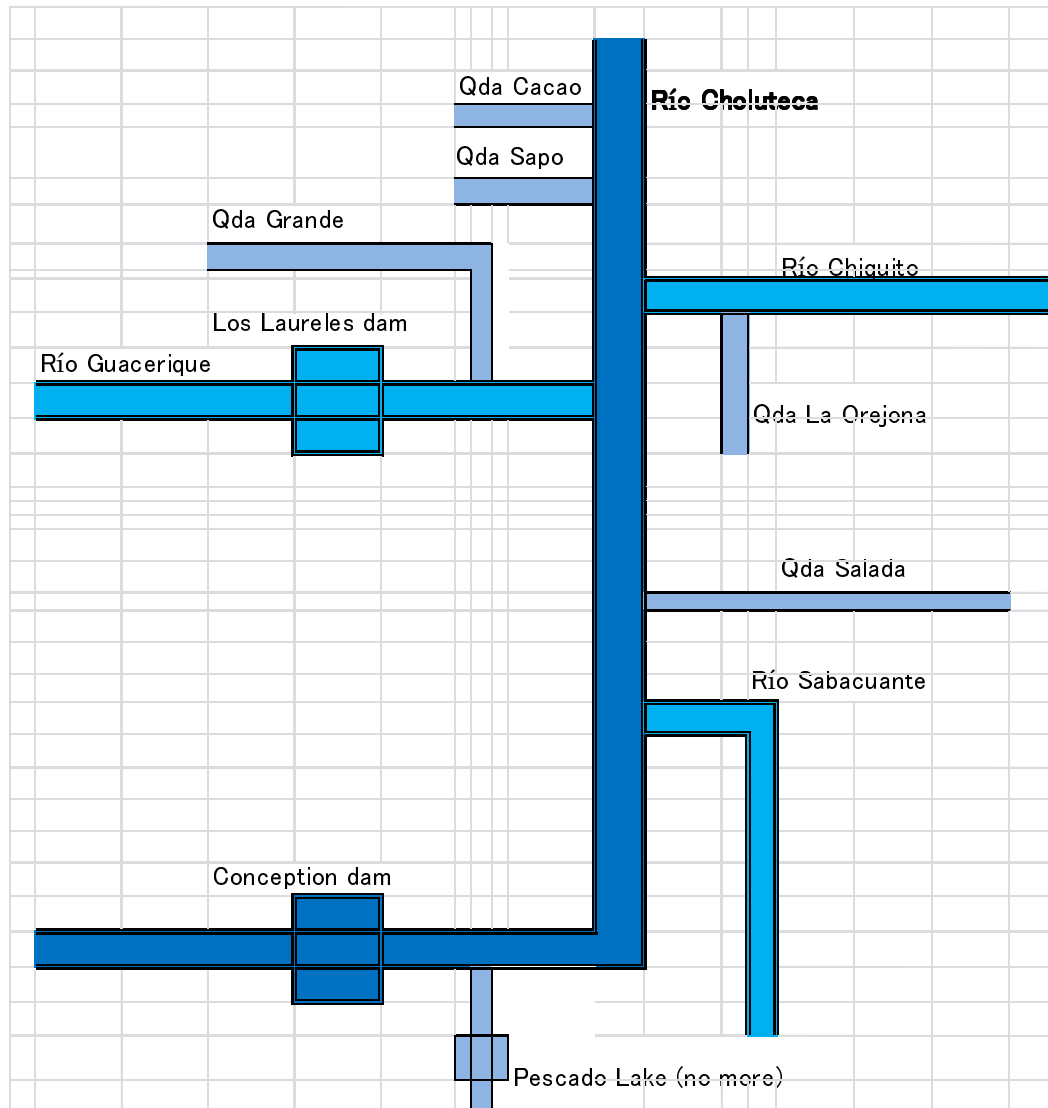


図 3 調査対象区域の主要河川ダイアグラム

(2) 主要河川概要

調査対象区域の主要河川の概要は次の通りである。

① チョルテカ川 (Río Choluteca/ Río Grande Choluteca)

チョルテカ川は、長さ約320km、流域面積約7,462km²のホ国での代表河川の一つである。上流域に首都圏が位置していることからその重要性が高い。チョルテカ川は、首都圏を北上した後、東方へ向きを変え、さらに南方へ向きを変えて流下し太平洋に注ぐ。

首都圏におけるチョルテカ川は、グアセリケ川との合流点からの上流河川名をグランデ川 (Río Grande) そしてその一部区間はサンホセ川 (Río San José) と呼ぶのが一般的であるが、グランデ川及びサンホセ川はチョルテカ川本川として扱うものとする。

調査対象区域におけるチョルテカ川の流域面積は、(M/Pによると) 約820km²で、グランデ川の流域面積は258 km²である。グランデ川の上流域にConcepción Damがある。

② グアセリケ川 (Río Guacerique)

代表的な支川で、 Cholteca川の左岸側から首都圏中心部で合流する。流域面積は、244 km² である。上水を目的としたLos Laureles damがある。

③ チキート川 (Río Chiquito)

首都圏の市街地を貫流して、旧市街地区で右岸から Cholteca川に合流する。流域面積は、約90 km² である。河川幅が狭く両岸に家屋や建物が立ち並んでいる。

④ サバクアンテ川 (Río Sabacuante)

サバクアンテ川は首都圏の南部で右岸から合流する。流域面積は、約169 km² である。サバクアンテ川の下流区間をサンホセ川 (Río San Jose) と表示している地図もある。なお、サンホセ川という呼称は、 Cholteca本川での一部区間でも使われるので、位置関係で誤解を生じる。サバクアンテ川の上流部は上水の水源域となっている。

⑤ サポ川 (Qda Sapo)

洪水被害で特に注目される小河川である。つまり、優先的な洪水対策が必要な河川であり、写真を添付して説明する。サポ川は、流域面積約4km² (2002年 JICA 調査では約3km²)、長さ4.4km、標高は920m~1,340m である。土地利用度及び人口密度が高い地区を持つ流域であり、特に下流区域は、テグシガルパ市で最もにぎわっている市場が広がっている商業地区である。

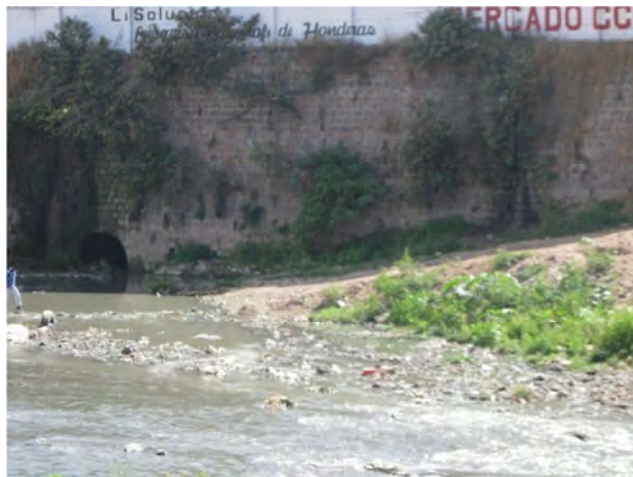


Sapo 川の上流及び中流区間はコンクリート、練石積などの人工水路になっている区間が多いが、一部自然又は崩壊した法面で、開水路である。



下流区間は、カルバート（暗渠）/水路トンネルになっている。但し、その区間でも部分的に開水路になっている個所がある。カルバート（暗渠）/水路トンネル(約 0.6km)は老朽化しており、4 年ほど前に 2 か所で崩壊して、地表部の建物や市場まで崩壊している。

なお、水路トンネルの出口、つまり Sapo 川の合流点は Cholteca 川であり、洪水時には冠水して Sapo 川からの流水を阻害する高さにある。



なお、2007 年前後に、下流のカルバート（暗渠）/水路トンネル区間に入る上流側に分水路が建設されて、現在は、雨期のみこの分水路からも Cholteca 川に流下している。



⑥ カカオ川 (Qda Cacao)

El Chile地区でチョルテカ川に左岸から合流する。流域面積は約3 km² で、下流では床固工の水路になっている。下流域が住宅区域になっている。主要道路を2本カルバートで横断する。氾濫被害対象河川である。

⑦ サラダ川 (Qda Salada)

チョルテカ川 (グランデ川) に右岸から合流する支川で、市街地を貫流する。Hurricane Mitchの時は各所で氾濫した。

⑧ オレホナ川 (Qda Orehona)

チキート川の下流で左岸から流入する支川で、旧市街地を流れる。毎年のように氾濫する地区がある。

⑨ グランデ川 (Qda Grande)

チョルテカ川上流本川のグランデ川 (Río Grande) ではなく、グアセリケ川の下流で左岸側から合流の支川のグランデ川 (Qda Grande) である。氾濫の頻度が多い地区がある。

⑩ 旧ペスカド湖 (Pescado Lake)

グランデ川の支川となるラグナ川 (Qda La Lagura) にあった貯水池をペスカド湖と呼んでいる。以前あった貯水地は長さ1km、幅100m程度で深さは最大で10m程度であったと推定する。この貯水池が出来たのは、河川狭窄部で法面崩壊または地すべりでできたダムによるものとなっているが、確認はされていない。Hurricane Mitchの豪雨による洪水で、このダムが決壊して下流域の洪水流量が増加したことは確認されているが、この高さ6~8m程度のダムには法面保護工があった形跡が残っており、また堤頂部に通水路を築いていたという説明もあったので、長年月に渡って所有者が貯水池として利用されていたものと考えられる。なお、このペスカド湖及び周辺の山地は私有地であるとのこと。土地所有者により、ダムを新たに建設して貯水池の復元を図ろうとする計画があったが、実施されないままになっている。

(3) 主要ダム概要

対象流域内には、既存ダムが2か所ある。洪水及び洪水対策に係る河川構造物である。

① Concepción Dam

- Grande川
- 1992年竣工
- 上水専用
- 流域面積：140 km²
- コンクリート重力タイプ
- 高さ 68m
- 総貯水量：34.5 million m³

- 設計洪水量：923 m³/s

② Los Laureles ダム

- Guaserique川
- 1976年竣工
- 上水専用
- 流域面積：194 km²
- ロックフィルタイプ
- 高さ 55m
- 総貯水量：12 million m³
- 設計洪水量：920 m³/s

なお、流域内には多くのダム等の水源開発計画案があり、将来開発される可能性がある。

- ① ラグナエルペスカドダム プロジェクト
 - ② サンファンシト（トンネル11）プロジェクト
 - ③ アギラダム プロジェクト
 - ④ サバクアンテダム プロジェクト
 - ⑤ サバクアンテ小規模ダム プロジェクト
 - ⑥ サバクアンテ 小規模ダム プロジェクト
 - ⑦ リオ オホホナ ダム プロジェクト
 - ⑧ キエブラモンテス ダム プロジェクト
 - ⑨ リオ オンブレダム（第7案）プロジェクト
 - ⑩ サンフェルナンド（サンフェルナンド） ダム プロジェクト
 - ⑪ ロスラウレレスダムからコンセプション浄水場への転流工*
 - ⑫ タトゥンブラダム
 - ⑬ オホホナ川(ヒニクアレ)及びサンタアナ川(グアヤボ川)からコンセプションダムへの転流
 - ⑭ グアセリケ II ダム プロジェクト**
- **： F/Sが行われる予定（2012）
- ⑮ キエブラモンテス 中小規模ダム プロジェクト

上記のうち、具体的な進展があるのは次の2プロジェクトである。

- ① ロスラウレレスダムからコンセプション浄水場への転流工
BCIEの融資によるプロジェクトで、2012年の実施が決まっている。ロスラウレレスダム貯水池ではグアセリケ川の流量の多くを貯めきれずに放流している。この余剰水を転流して利用するものである。
- ② グアセリケ II ダム プロジェクト
韓国の支援で、Pre-フィージビリティ・スタディ(F/S)が行われ、2012年にF/Sが行われる段階にある。同ダムの概要（Pre-F/S以前の計画）は次の通りである。

- ・ 位置：グアセリケ川、
- ・ 流域面積: 189 km²
- ・ ダムタイプ: ロックフィルタイプ
- ・ ダム高さ: 75 m (副ダム21.5m および 7m)(クレストEl. 1,098m)
- ・ ダムクレスト長: 615 m
- ・ 貯水量: 82,500,000 m³

4. 調査団員構成

本件調査の団員構成を下表に示す。

表 1 調査団員構成一覧

氏名	担当
山田 章彦	総括(JICA)
原 龍一	防災計画/流域管理 (株式会社 地球システム科学)
岡田 弘	洪水対策 (個人コンサルタント)

5. 調査日程

調査日程を下表に示す。

表 2 調査日程

月日	原：防災計画/流域管理	岡田：洪水対策
2月12日(日)	移動(成田→ヒューストン)	
2月13日(月)	移動(ヒューストン→テグシガルパ)、JICA ホンジュラス事務所協議	
2月14日(火)	情報収集 (AMDC/CODEM、COPECO)	
2月15日(水)	情報収集 (SANAA)、現地調査 (Grande 川及び Salada 川の一部)	
2月16日(木)	現地調査 (Choluteca 川、Sapo 川、Cacao 川の河川及び氾濫地区)	
2月17日(金)	情報収集(SOPTRAVI, ICF)	
2月18日(土)	現地調査 (Santa Lucía の雨量観測所、Chiquito 川中上流域、La Tigra 水源林)	
2月19日(日)	資料整理、分析	資料整理、分析
2月20日(月)	情報収集(ING, SMN, UNDP, FHIS)	
2月21日(火)	情報収集(CINSA)、現地調査 (Salada 川及び氾濫地区の一部)	
2月22日(水)	情報収集(SERNA)	
	情報収集(CODEM)	情報収集(SANAA, SOPTRAVI)
2月23日(木)	現地調査 (Chiquito 川、Reparto, Miramesi, Qda. Orejona の氾濫地区・河川) JICA 中間報告	
2月24日(金)	情報収集(IDB)	
	情報収集(CODEM、COPECO)	情報収集(COPECO)
2月25日(土)	現地調査(Chiquito 川支川、Sapo 川上流、El Carrizal 地区、Pescado 湖、Concepción ダムなど)	
2月26日(日)	資料整理、分析	資料整理、分析
2月27日(月)	情報収集(CABEI/BCIE)	
	情報収集(SOPTRAVI)	情報収集(SERNA/DGRH, SOPTRAVI, ENEE)
2月28日(火)	情報収集(SOPTRAVI、SEPLAN)	情報収集 (AMDC/CODEM、SERNA/DGRH、SEPLAN)
2月29日(水)	現地調査(Sapo 川)	
	情報収集(WB、AMDC)	情報収集 (SERNA/DGRH、SANAA)
3月1日(木)	現地調査(San Jose/Sabaquante 川他の氾濫地区)	
	情報収集(CODEM、AMDC)	情報収集 (AMDC/CODEM、SERNA/DGRH)
3月2日(金)	Los Laureles ダム視察/情報収集、情報収集(COPECO、FHIS、SOPTRAVI、AMDC、AMDC-GCC、CAH)	情報収集 (AMDC、SOPTRAVI、SANAA)、現地踏査(Los Laureles ダム)
3月3日(土)	現地視察(Chiquito 川上流域他)、資料整理・分析、現地活動報告書作成	
3月4日(日)	資料整理、現地活動報告書作成	資料整理、現地活動報告書作成
3月5日(月)	JICA 事務所報告、AMDC 報告、ベリンチェ、レパルト現地視察	
3月6日(火)	移動(テグシガルパ→ヒューストン)	
3月7日(水)	移動(ヒューストン→成田)	

3月8日(木)	移動(ヒューストン→成田)
---------	---------------

6. 現地踏査

本件調査では、調査団員は現地踏査を行うに当たり、氾濫状況の確認と住民からの聞き取りを重要視して実施した。次のような点の把握を主な目的とした。

- 洪水氾濫河川及び地区の確認と特定
- 洪水氾濫河川の特徴と問題点
- 洪水氾濫時の降雨、水位、流速の状況
- 避難時の状況等(避難勧告はあったか、誰が誘導したか、訓練/教育等が実施されていたか、等)
- 住民の CODEM、CODEL の認知度

現地踏査した河川、地区は次表の通りである。

表 3 現地踏査箇所一覧

河川名	場所 (地区、道路名等)
Río Grande Choluteca	Germania 地区、Loarque 橋付近、
	Colonia El Prado 地区
	Concepción ダム
	Stockholm 橋、Mallo 橋、ISLA 市場、Alvarez 市場 (Comayagüela) 付近
	Miramesi 地区、Concordia 公園など
Río Guacerique	Río Grande Choluteca との合流地点 (SANAA 事務所付近)
	Los Laureles ダム及びその直下流
	Mateo 地区
Río Chiquito	Los Próceres 通り
	Santa Lucía、El Chimbo 地区など
	CENTRO 地区
Río San Jose /Rio Sabacuante	Barrio Río Lindo、Colonia Monterrey 地区
Qda Salada	Bol. Centroamerica、Bol. Fuerzas Armadas
	Las Colinas 地区
	Instituto Técnico Honduras 他
Qda Sapo	Las Américas 市場(Comayagüela) 付近、分水路 (既設)
	Villa Unión 地区
	Carrigal No.1 地区
	CODEL 事務所、Barrio Las Mercedes、Barrio Los Profesores、Barrio El Centavo 地区

Qda La Orejona (Río Chiquito 支川)	Los Jucos 地区
Qda Cacao	El Chile 地区、Qda Cacao 中流
Qda El Cangrejal(仮称)	El Reparto 地区
Qda 名不明 (Río Chiquito 支川)	Plantel de la AMDC 地区
Qda Bambu (Río Chiquito 支川)	Barrio La Cabana 地区
Qda Grande (Río Guacerique 支川)	Carrigal No.2 地区
Qda La Laguna (Río Grande Choluteca 支川)	Pescado 湖
Qda La Soledad	Colonia 21 de Febrero 地区
地すべり工事対象地区	Berrinche, Reparto, Bambú
その他 (流域外も一部含む)	Río Chiquito、Qda Honda、Qda Agua Amarillo、Santa Lucía 地区、 Valle de Ángeles 地区
	La Tigra 水源林

7. 主要面談者

本件調査における主要面談者を以下に示す(敬称略)。

(1) ホンジュラス国側

1) CODEM/AMDC

Julio Cesar Quiñonez	Deputy Manager
Marco Rodolfo Funes	Project Assessment Manager
Marcio López	Executing Unit, Engineer
Johan Meza	Executing Unit, Engineer
Carlos Borjas	Prevention and Mitigation Department, Engineer
Rolando Sanchez	CODEM
Marco Aranda	Operation Section Chief
Marco Rodolfo Funes	Prevention and Mitigation Department, Engineer of Evaluation of Project

2) COPECO

Dawni Jose Canales	Head of Monitoring
Juan Jose Martin Reyes A.	Head of SAT
Lenin Francisco Díaz Santos	In charge of ENID-GDR
Jorge Solis	Head of National Operations
Geologo Eliseo Silva Rotela	Preparedness and Response Specialist MITIGAR Project

3) SANAA

Nancy Pagoada	Technical Area Head
Mario Rodriguez	Planning Division Manager
Pedro Ortiz	Technical Advisor
Miriam Naruaet	Special Projects
Emil Faleke	Consultant
Gladiz Rojas	Special Projects
Roque R.Andrade Salazar	“Los Laureles” Sub System Head
Leticia Barahona	Specialist
Ivan Rojas	Engineer

4) ICF

Sandar Canares	Hydrography Watersheds and Environment Division
----------------	---

5) SOPTRAVI

Gustavo Suazo C	Hydraulic Works Department Head
Erwin Mayes	Hydraulic Works Deputy Director
Jose Campo	Hydraulic Works Coordinator
Nonemy Gonzalez	Technical Support Head
Elvin Discua	Hydraulic Works Coordinator
Saul Diaz	Director
Carlos Diaz	Meteorology section

6) FHIS

Alejandro Paredes Trapero	Planning and Evaluation Director
Elvin Roy Vindel	Project Coordinator
Gabriel Henrique	Projects Deputy Director
Manuel Membicno	Project Coordinator

7) SMN

Herson H.Sierra	Director
-----------------	----------

8) SERNA

Jose Mario Corbajal	Hydrology Head
Gisera Cabrera	Watershed Hydrography Head
Jose Nilson Castro	Early Warning Head
Luis E. Espinoza	Director

9) SEFIN

Mario Bonilla	Economics Analyst
Leonardo Matute	Climate Change Consultant
Jania Ramirez	Finance Secretariat
Daliver Isis Flores	External Cooperation Specialist

10) SEPLAN

Luis Guifamo	Land Use Direction Specialist
Diana E.Fauaudg	Land Use Direction Specialist
Daliver Flores	Cooperation Direction, Cooperation Specialist
Jorge Quiñonez	Adaptation to Climate Change and Risk Management Specialist
Luis Guardiola	Adaptation to Climate Change and Risk Management Specialist
Fernando Zapeda	Regional Permanent Technical Unit 12, Coordinator

Mario Baide	Regional Permanent Technical Unit 12 Urban and Local Development
-------------	--

11) CAH

Ivan Cruz	Board of Directors
Marco U.Tavaronel	Board of Directors
Mayo Carraasra	Honor Court President
Blanco Muroz	Board of Directors

12) ENEE

Lesbia Tanny	Chief of Resource Study
Gina Ixel hernandez	Hydrologist

(2) 国際機関

1) UNDP

Orlando Lara Pineda	Local Development Specialist
Dennis Ernest Funes	Project Coordinator

2) WB

Martin Humberto Ochoa	Operations Senior Officer
-----------------------	---------------------------

3) IDB

Juan Poveda	Agriculture Senior Specialist
-------------	-------------------------------

4) CABEI/BCIE

Margie Zoraya Godoy	Orders Executive
---------------------	------------------

(3) ローカルコンサルタント会社

1) CINSA

Mario Baide San Martin	General Manager
------------------------	-----------------

(4) その他

1) JICA ホンジュラス事務所（調査団長である所長を除く）

小原 学（オハラ マナブ）	次長
神谷 静（カミヤ シズカ）	所員（本件担当）
紅林 尚美（クレバヤシ ナオミ）	防災コンサルタント（本件担当補助）

2) 調査補助員

Dimas Alonso	個人コンサルタント（元 COPECO 職員）、現地調査同行（調査団員別行動時には防災対策担当に同行）
--------------	--

3) 通訳（英語 - スペイン語）

Valeria María Ibarra	通訳 1：現地調査全期間通訳（調査団員別行動時には防災対策担当に同行）
Frances Bennaton	通訳 2：調査団員別行動時の洪水対策担当通訳
David Ernesto Anariba	通訳 3：通訳 2 の都合が悪い時の代役通訳

備考：本文中の Lps とドルの換算レートは、便宜上、1 ドル=Lps.19 を用いた。

II.防災計画/流域管理・洪水対策における現状と課題

1. M/P 策定後の洪水発生及び被害状況

洪水発生及び被害状況の把握は、今回の調査の重点項目であった。主として、M/P 策定後の状況を調査したが、Hurricane Mitch (1998)の洪水についても比較のために調査した。また、それ以前の大洪水時のことに関しても参考として聞き取りなどを行った。その結果の概要は以下の通りである。なお、書面での記録に関しては、マスコミ用に作成しているような内容で、技術的な記録としては有効なものではなかった。

- ① Hurricane Mitch (1998) の洪水氾濫規模とその被害は、それ以降発生した洪水規模と比べて圧倒的に大きいといえるが、すべての地区では当てはまらない。今回の調査では、限られた期間で、極力多くの氾濫危険箇所を踏査して住民へのインタビューなどで情報を得たが、次のような状況であった。

(A) チョルテカ川（グランデ川も含む）本川での洪水氾濫に関しては次のような情報を得た。

- ✓ Mitch 時の規模と被害が最大でしかも、その後の大きな洪水時と比べて相当大きな差があったというのは、チョルテカ川（グランデ川も含む）本川ではすべての区間で確認できた。
- ✓ 1988 年の Hurricane Gilberto の時が 2 番目に大きかったという住民（1975 年から河道内の家屋に居住）からの情報があったが、Mitch の後では（Mitch 時ほどではなかったものの）洪水規模が大きく、本川でも氾濫があったのは、2010 年 5 月に季節外れの Hurricane Agatha が襲来したときである。Isla market の洪水対策調査では、約 15 年確率規模と解析している。それ以外では特に本川で氾濫したという情報はなかった。
- ✓ 他に 1974 年の Hurricane FiFi でも大洪水が発生しているとのことだが、40 年近く前のことなので、住民からの具体的な情報は乏しかった。

(B) 支川特にケブラダ（Qda）と呼ばれる比較的小さい河川での洪水氾濫に関しては次のような情報があった。Mitch 時の氾濫との比較では、地区によって違いがあり次のような異なる状況であった。

- ✓ Mitch 時にのみ氾濫して、その後は特にない。
- ✓ Mitch 時の氾濫は大きかったが、同レベルの氾濫は他にもあった。
- ✓ Mitch 時の氾濫より、規模の大きい氾濫があった。
- ✓ Mitch 時は特に氾濫や被害はなかったが、他の時に氾濫があった。

- ② 特に支川の洪水氾濫に関しては、地区や時期によって状況には差があって、単純にモデル化するのは難しい面がある。洪水被害発生時には、次のような状況があった。

(A) 氾濫頻度に関しては、Mitch の後の約 14 年間のことを聞くと、次のように区分される

- ✓ ほぼ毎年のように氾濫するという地区
- ✓ 3～4 年に 1 回程度という地区
- ✓ 1 回だけだったという地区

(B) 洪水水位の上昇のスピードに関しては次のように区分される。

- ✓ 支川でも河道断面が大きい下流部では、水位は徐々に上がっていったので、住民はその水位上昇を見ながら、避難の準備をする時間があった。
- ✓ 水位上昇が早く、例えば 10 分間に氾濫水位が 2 m 位上昇したようなところでは、避難するのが精いっぱい、家財の移動などする余裕はないなく、一部で死亡者がでている。
- ✓ 水位上昇を知る以前に、洪水流が突然やってきて家屋や家財が流された。

(C) 洪水氾濫時の降雨については、次のように区分される。

- ✓ 豪雨があつてその後で洪水が発生した。
- ✓ 降雨は弱かった、またはほとんど降っていなかったが、洪水が発生した。

(D) 洪水氾濫時の降雨については、その他に次のような状況があつた。

- ✓ チョルテカ本川が洪水になるような降雨の時期とは違った時期の場合も少なくない。
- ✓ 河川によって、氾濫被害のあつた年月日が異なる場合が少なくない。つまり、局所的な豪雨で洪水が発生している場合が少なくない。

③ 洪水の被害に関して記録に関しては、複数の関連機関で求めたが、次のような状況であつた。

(A) 一般の機関からは、そのような情報は COPECO が持っているはずと言われたが、COPECO に聞いても、明確な返答がなく、探せばあるかもしれないというようなものであつた。求めてもなかなか出てこなかったが、最後になって多少の情報は提供された。しかし、詳細情報はなく、全国での各種災害の簡易なまとめであり、各自治体からの情報をベースにしているものと思われる。

(B) AMDC では、CODEM 次長が災害記録を管理していて、課長クラスを含めて組織としては情報が共有化されていない。その点に関して、次長としては、組織としてのデータ管理システムが構築されていないので、記録のさらなる紛失を避けるために自分で管理するようになったとのこと。その問題は別にして、次のような状況であつた。

- ✓ 記録は 2006 年からのものがある。但し、2009 年は抜けている。2005 年以前の記録は、政権が代わった時などに紛失している。
- ✓ 被害については、地すべり、斜面崩壊、及び洪水を対象としているが、特に区分されずに記録されている。但し、各被害記録の記述を見れば、洪水被害かどうかの特定はできるとのこと。一般に公表するための記事のようなまとめ方をしており、今後の洪水対策について調査検討するための記録としては、改善が必要と思われる。例えば、洪水氾濫の発生状況、被害の発生状況、その時の降雨及び水位流量データなどを取りまとめておくことが望ましい。数値的な記録も必要である。

④ 氾濫被害の中では、(Instituto Técnico Honduras 及びその周辺などで見られるように)排水溝または規模的には排水溝と変わらない小河川からの氾濫がある。このような氾濫では、一種の内水氾濫

被害であり、降雨が多いときに水路が容量不足又はゴミなどで詰まって氾濫した水が、斜面地形に沿って流下して、水深は浅いので、家屋や構造物の流出などは通常ないが、悪臭、堆積土砂、交通不便などの被害があるものである。被害は比較的広範囲におよぶ他、発生頻度が多い場合が多い。

2. M/P 活用状況

M/P で選定された優先プロジェクトのうち、地滑り地すべり事業については我が国に無償資金協力等での要請が出され、バンブー地区はノンプロ無償の見返り資金で実施済みであり、レパルト地区及びベリンチェ地区については無償資金協力「首都圏地すべり防止計画」を実施中である。2012年2月28日には、レパルト地区での起工式が行われ、現在対策工事が実施中となっている。

また、技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト(BOSAI)」によりソフト面での支援も行っており、「ホ」国では9ヶ所のCODELに対して能力強化を主体としたプロジェクトを実施している。主たる活動内容は、緊急対応、気象/地質災害への準備、訓練、危険マップの作成、被害評価及び支援必要性の分析、情報交換、活動内容の向上等となっている。

一方、優先プロジェクトのうち、洪水対策については他ドナーからの支援を含めこれまでほとんど具体的な投入が行われていない。唯一、M/P で作成されたハザードマップを基礎資料としたハザードマップは、2002年以降、EC、CARE等の支援による”PROMARTE(Proyect Manejo de Riesgos en Tegucigalpa, 2008 Mar.)”によるものと、2011年5月のUNDP, UNAH, CAH, スイス等の支援による”Mapa Multiamenaza (Inundaciones y Movimiento de laderas) del Municipio del Distrito Central- Republica de Honduras”が作成されている。両者ともM/Pのハザードマップを下敷きに、各種情報をコンパイルしたものとなっており、現在AMDCでは、後者に基づいて建築規制等を行っている状況にある。

3. M/P の構造物対策に係る関係機関の活用・取り組み状況

基本的には、M/P で提案された構造物対策に関しては、関係機関による実施への取り組みは全く行われていないというのが現実である。M/P では、優先プロジェクトとして、Berrinche 地区での河道拡幅、 Cholteca川本川の一部区間での河道掘削・浚渫、及びペスカド湖出口の改修が提案されたが、これらについても行われていない。河道の浚渫や一部区間の護岸工事が行われているが、これらについては、特にM/P で提案されたから実施しているものではない。

なお、ホ国政府が実施している、または実施予定の洪水対策（構造物対策・河川工事）に関しては、「9. 洪水対策（構造物対策・河川工事）に係る取り組みとドナー支援」において説明するが、その中で、M/P をベースにして計画したと認識しているようなプロジェクトも含まれている。調査団の評価では、基本的に関係が薄いと判断したが、その点についても後述する。

非構造物対策に関しては、ホ国政府は、各種取り組んでいて、M/P で提案した内容と重複する面も一部にあるが、それらについても、M/P の提案で実施したということではない。非構造物対策に関しては、ドナーからの支援による調査や計画やプロジェクトが各種あり、その中で実施している。また、全国レベルまたは地域レベルの計画・プロジェクトがあり、さらに、特に洪水対策ということでの区分ではなく、地すべりや火事などを含めて、一般的には災害対策という扱いになっている。但し、M/P で作成されたハザードマップに関しては、内容的な不足・不備の修正が行われて、住民への情報提供などに利用

または活用されている。

4. 洪水対策/流域管理に係る法制度、行政組織、政策・計画

4.1 法制度

(1) 防災関連

2009年に法令 No.151-2009“Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos; SINAGER” (国家リスク管理システム法) が制定された。本法令は、「ホ」国の潜在災害リスクを抑止/軽減、及び自然/人的災害双方による被害に対する対応と復旧の能力向上を目指した法的枠組みである。この法令には、災害発生前後の対応司令部は COPECO であることが規定されている。また、災害の危険度に応じて青・黄・赤で出される危険度アラートは COPECO が発信する決まりとなっている。

(2) 水関連

2009年に法令 No.181-2009“Ley General de Agua”(一般水法)が制定された。本法令は、国家レベルの水資源の総合的管理を促進するための、水資源の保護、保全、復旧、利用に関する適切な管理を行うために適用すべき原則及び規則を制定することを目的としている。

このほか、1997年に制定された Acuerdo No.554(河川保護区域条例)によって、河川の両岸に河川保護区域が設定され構造物の建設が禁止されている。

(3) 森林関連(流域管理関連)

2007年に法令 No98-2007“Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre” (森林、保護区、野生動物法) が制定された。本法令は、「ホ」国の社会的関心、経済的文化的環境に準じた持続的な発展を促進するために、保護、復旧、活用、保全及び開発を含む森林資源、保護区、及び野生動物の管理と運営に従う法的枠組を制定することを目的としている。

(4) 土地利用計画関連

2003年に法令 No.180-2003“Ley de Ordenamiento Territorial”(土地利用計画法)が制定された。本法令は、社会の究極目的としての、また、最も貴重な資源としての個人を支持する、活動的で、一貫した、機会均等の、持続的な過程における、人間開発を保証するための、政策、戦略及び効果的な計画の実施を通じて、人、自然、技術的な全ての資源の総合的、戦略的、及び十分な管理を促進する国家計画に組み込まれる政策を策定することを目的としている。

4.2 行政組織

(1) 洪水対策

洪水対策については、公共事業の実施・管理の役割を担う SOPTRAVI が担当官庁であるが、首都圏についてはテグシガルパ市役所(AMDC)が担当となっている。

1) SOPTRAVI

洪水対策(砂防等の流域管理含む)の担当部署は、公共事業/住宅副省の公共事業局、水工部となっている。SOPTRAVI の 2011 年度の公共事業局の職員数は 215 名で、そのうち 27 名が水工部に在籍している。SOPTRAVI 全体の予算としては、2011 年度は約 45 億 Lps (約 267 百万ドル)、支出は約 36 億 Lps (約 189 百万ドル) であったものが、2012 年度予算は約 28 億 Lps (約 147 百万ドル) と激減している。政治的な理由によるのでは、とのことであったが、実態は不明であった。このうち公共事業局の 2011 年度予算は約 1 億 5 千万 Lps (約 7.9 百万ドル)、2012 年度予算は約 1 億 8 千万 Lps (約 9.5 百万ドル) と増額となっている。洪水対策を担当する水工部の 2011 年度予算は約 4 千万 Lps (約 2.1 百万ドル) と公共事業省の約 1%にも満たない予算であり、さらに 2012 年度予算は約 955 万 Lps (約 0.5 百万ドル) と 2011 年度の約 1/4 に減額される予定とのことであり、洪水対策の予算は非常に少ない状況となっている。(予算の出典：質問票回答)

洪水対策事業は、水工事業部の他にも道路局で災害復旧事業として実施されており、2010 年度は主として熱帯低気圧「アガサ」の災害復旧事業で約 5 億 Lps(約 26 百万ドル)もの予算がついたとのことであったが、2011 年度は政治的な理由で 0 になったとのことであった。

2) AMDC/CODEM

浚渫等の洪水対策の工事は、工事部で実施しており、防災に関する組織 CODEM は防災に関するソフト面を担当している。また、GCC(施工管理室)は土地利用規制に関する認可を行っている。

2010 年度の AMDC 全体の予算は、約 23 億 Lps(約 121 百万ドル)であった。2009 年の政変以前の予算はおおよそ 15-17 億 Lps(約 78~89 百万ドル)であり、政変後に大幅に増加している。CODEM の予算については入手できなかったが、2009 年度予算では約 25 百万 Lps(約 1.3 百万ドル)であった。なお、市の職員数は約 2,500 名、CODEM の職員数は 2011 年度で 47 名であった。

3) COPECO

COPECO は基本的にモニタリングや教育等の非構造物対策主体の組織であるため、構造物対策は実施していない。今回の派遣直後の 2012 年 2 月 18 日にテグシガルパ市内コマヤグエラ地区で大規模な火災が発生し、COPECO 自体がその対応に追われて十分な協議ができなかったほか、質問票の回答もほとんど入手できなかったため、COPECO に関する情報は限定されている。

(2) 流域管理

1) SANAA

SANAA は全国に 8 つの地方事務所を有しており、各事務所で飲料水供給システムの運営/維持管理を行うとともに給水を行っている流域の管理と保全を行っている。首都圏地方事務所には流域部が設置されており、テグシガルパ市へ給水する流域の管理/保全を行っている。

SANAA は約 2,000 名以上の職員を擁し、そのうち 60 名程度が流域管理に従事している。SANAA 全体の 2011 年度予算は、約 13.7 億 Lps(約 72 百万ドル)であり、そのうち流域管理の予算は 24 百万 Lps(約 1.2 百万ドル)と全体予算の 2%にも満たない状況にある。SANAA が唯一小規模な砂防堰堤等の流域管理に関する構造物対策を実施している機関である。

2) SERNA

SERNA の流域管理担当部署は、水資源総局(DGRH - Dirección General de Recursos Hídricos) であり、水資源総局は、水文部、流域管理部、水文地質部、土壤保全部(2012 年度発足したばかりである。名称は現時点では未定。干ばつ等の対応を行う予定とのこと)、水利権部の 5 つの部署からなり、主として流域管理部が流域管理を担当している。また、水文部に早期警戒部門が設置されており、COPECO に雨量や水位データを提供するなど、連携して早期警戒を担当している。SERNA の 2009-2010 年度予算は 4 億 3 千~9 千万 Lps(約 6.8 百万ドル~10 百万ドル)であったが、2011 年度は 8 億 2 千万 Lps(約 43 百万ドル)であり、2007-2008 年度と同等となった。SERNA の現時点での総職員数は 80-100 名程度とのことであった。

3) ICF

ICF での流域管理担当部署は、流域管理/環境部であり、主として小流域の保全、水供給、土壤保全を行っている。12 の地方事務所があり、チョルテカ川はフランシスコ・モラサン地方事務所が担当となっている。

2011 年度予算は約 2 億 9 千万 Lps (約 15 百万ドル) であり、そのうち流域管理に係る予算は 2012 年度では約 340 万 Lps (約 17.9 万ドル) となっている。予算のうち 90%が人件費とのことであり、プロジェクトに使用される予算はほとんどない状況となっている。

4.3 政策/計画

(1) 国家計画

「ホンジュラス共和国 国家ビジョン 2010-2038 及び国家計画 2010-2022」が 2010 年 10 月に策定されている。

国家ビジョンは以下の 4 つの目的からなる。

- ・ 極端な貧困をなくし、教育、健康、社会的予防システムの確立されたホンジュラス
- ・ 暴力が無く、民主的で安全な発展したホンジュラス
- ・ 生産的で、その資源が有利となる持続可能な方法と、環境的脆弱性の削減が可能な、きちんとした職業の雇用機会を創出できるホンジュラス
- ・ 現代的で、信頼でき、効率的で競争力のあるホンジュラス

防災は上記のうち、貧困削減と関連付けられている。

(2) 防災関連

「国家緊急時対応計画(素案)」及び「国家災害対応計画(素案)」が 2009 年に作成されているが、いずれもまだ素案の段階であり、正式なものは現在作成中である。また、テグシガルパ市の「地域防災計画」が、2007 年に PMDN プロジェクトでコロニア(集落)ごとに作成されている。

(3) 土地利用計画/都市計画

都市計画は現時点ではないとのことであったが、防災を視野に入れ、さらに土地利用計画にも焦点を当てた複合的な土地利用計画/都市計画“Plan Arriba Capital”が、UNDP, COPECO, UNAH, CAH, スイス等によって作成中である。

(4) 流域管理計画

「流域管理における国家戦略」“Estrategia Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Honduras”が、ICFの流域管理/環境部(Departamento de Cuencas Hidrográficas y Ambiente; DCHA)によって2010年7月に策定された。

また、“PREVDA(Programma Regional para la Reduccion de la Vulnerabilidad y Degradacion Ambiental)”によって、 Choluteca川下流域の3つの小流域(Rio Soledad, Rio Texiguat, Cuenca Baja de Rio Choluteca)において、流域管理計画が2008年6月に作成された。SERNAを主たる担当機関として、EC, PREVDA, SICAの支援のもと、COPECOの協力を得て実施されている。また、ICFとSANAAによるプロジェクト「Choluteca川上流域における水資源に関する気候変動対策」“ENFRENTANDO RIESGO CLIMÁTICO EN RECURSOS HÍDRICOS PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO CHOLUTECA (ÁREAS ABASTECEDORAS DE AGUA PARA TEGUCIGALPA)”が、グアセリケ川、オンブレ川、サンホセ川とリオグランデ(コンセプション)川の10の小流域、テグシガルパ市グリーンベルトの保護区域において、2011年-2015年の予定で実施されている。調査時点では、グアセリケ川の流域管理計画については素案ができた段階であり、オンブレ川の流域管理計画の作成が始まったところである。

5. M/P 策定後の洪水対策(防災計画/流域管理)分野関係機関の取り組み状況

5.1 流域管理

(1) 土壌侵食管理(流域管理)

M/Pにおいては、チキート川流域を土壌侵食管理のパイロットプロジェクトとして選定し、植林とマイクロ砂防ダムの建設が提案されていた。当該分野においては、聞き取り調査の結果によればM/Pは全く関係機関に認識されておらず、M/Pの活用はなされていない状況にある。ただし、流域管理としては、前頁“PREVDA(Programa Regional para la Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental)”及び「Choluteca川上流域における水資源に関する気候変動対策」が実施されている。

ICFでは森林保護区域と指定区域を設けており、森林保護区域では不法伐採等に対する罰則があるが、指定区域では罰則が設けられていない。テグシガルパ市の主要な水源地が重要な水源であるにも関わらず指定区域であることが問題の一つである。

森林保全対策としては、植林等も行われているものの、構造物対策は小規模なものがSANAAによって実施されているのみである。

(2) 河道内の土砂流送

M/Pによると、M/Pに基づく計画河道が実現すれば、計画河川縦断が浚渫無しに維持できることとなっている。現時点ではM/Pに基づく河川工事が全く実施されていないため、AMDCが毎年Choluteca川本流で約18万m³の浚渫を行っているほか、各河川で浚渫を実施している状況となっている。

聞き取り結果によれば、AMDCはこの浚渫が必要な事態をゴミの不法廃棄が主たる原因とみているようであるが、AMDCによると実際は60-70%が土砂で残り30-40%がゴミ等の廃棄物であるということからも、上流の土砂生産が主たる原因と考えられる。しかしながら、AMDCはじめ関係各機関は土砂生産についての認識は全くなく、土砂生産の実態は把握できていない状況にある。

5.2 防災計画

(1)洪水予警報/避難

雨量計は地すべりのみで、洪水に対しては設置されていない。洪水用の警報としては14ヶ所(サポ川流域13ヶ所、オレホナ川流域1ヶ所)にサイレンが設置されている。サポ川流域のものは「サポ川流域の居住地における災害対策」"Preparación de las comunidades para enfrentar los desastres en las colonias de la quebrada en el Sapo" DIPECHO V(2006年2月)によって設置されたものであり、オレホナ川流域のものはCODEM独自に設置したものである。

雨量計、河川の水位計等の設置が全く進んでおらず、UNDPによるイスラ市場の復旧とリスク軽減プロジェクトで、ストックホルム橋に危険水位の表示がされている程度である。

SANNA, SERNAも水位の観測を実施しているものの、予警報に十分反映されてはいない状況にある。警報の伝達も、雨量計、水位計が無いことから、目視による巡視結果に基づいて行っており、十分に機能しているとは言い難い状況にある。

(2)洪水ハザードマップ

ハザードマップは、2002年のマスタープラン以降、EC、CARE等の支援による"PROMARTE(Proyect Manejo de Riesgos en Tegucigalpa,2008 Mar.)"によるものと、2011年5月のUNDP, UNAH, CAH, スイス等の支援による"Mapa Multiamenaza (Inundaciones y Movimiento de laderas) del Minicípio del Distrito Central-Republica de Honduras"が作成されている。

いずれも、洪水、地すべりについてのハザードマップであり、2002年のM/Pを基礎資料として作成され、それに追加情報をコンパイルしたものとなっている。そもそもM/P自体が、大河川を中心にハザードマップを作成しており、小規模河川については氾濫解析を実施しておらず、ハザードマップに小規模河川の氾濫が反映されていない。その後のハザードマップにおいても、多少は反映されているものの、必ずしも現状と一致しているとは言い難い状態にあり、小規模河川に焦点を当てたハザードマップの更新を行う必要がある。また、Las Mercedes地区のSimón Bolívar Schoolは避難所となっているが、洪水で一部破壊されるなど、避難所の設定にも問題がある箇所がある。



図 4 UNDP 等によるサポ川流域のハザードマップ

濃い青線：サポ川 水色：氾濫範囲



下の写真は、赤い丸の範囲。赤い矢印の方向から見た写真。
赤い点線は避難所の学校

2011 年には、黄色い線付近までは浸水した。
ハザードマップでは、左側の道路沿いに冠水する図になっている。

図 4 の現場写真

このほかに、SANAA によって 2 つのダム(ラウレス、コンセプション)が運用されているものの、目的に洪水対策が入っていないため、洪水時の運用に関するマニュアルは存在せず、担当者レベルで運用の判断を行っている状況にある。ダムの水位は、雨季の始まりの 5 月末頃にほぼ満水となり、以降乾季の始まる 11 月末まではほぼ満水位近くで推移する。その後 11 月末から 5 月末までの乾季の間に徐々に水位が低下していく、という運用を行っている。

このため、ほぼ満水位に近い状態で豪雨に見舞われると、基本的に流入量＝流出量となっており、ほぼそのまま下流に放流している状態となっている。一方、2010 年 5 月の熱帯性低気圧「アガサ」のよう

に、満水位でない状態の時に豪雨に見舞われると、満水位に至るまでは洪水調節が可能となるため、「アガサ」の際には、被害が満水位状態の時より小さかった、ということであった。

SANAA は、雨季には毎日、ハリケーン来襲時には 1 回/1-2 時間ごとに COPECO の SAT チームに放流量のデータを送付している。COPECO は放流量のデータを取得してはいるものの、警報をどのように出すか判断できない状態にある。したがって、SANAA、COPECO は、放流量に応じたハザードマップの作成と、それに基づく警報の発令基準の作成が最優先と考えている。

(3) 土地利用規制

土地利用規制については、1977 年法令 54(Acuerdo No.554)によって、小規模河川は河川中央から幅 7.5m(計 15m)、中規模河川は幅 12.5m(計 25m)、大規模河川は幅 50m(計 100m)の建設禁止区域が設定されている。現在のところ、AMDC では上記禁止区域と、上述の UNDP 等によるハザードマップとを比較して、範囲の広い方を採用して、規制を行っている。

地すべりについても同様にハザードマップを基礎資料として、土地利用規制を行っている。但し、ハザードマップの項で述べたように、ハザードマップ自体が小規模河川等を十分考慮していないため、土地利用規制も当然小規模河川等については、現状と一致しない状況にあり、ハザードマップの更新が必要である。

(4) 構造基準の適用

建築基準については、CAH 等で現在作成中である。構造基準については、ホンジュラス独自のマニュアルは存在せず、各国のマニュアル・基準等を使用している状況にある。

河川/砂防については、日本の専門家が SOPTRAVI に派遣されていた時期に、日本の「河川砂防技術基準(案)」が翻訳されている。その他については、アメリカの AASHOT¹等の基準が使用されている状況にある。

いずれも、先進国の基準であり、例えば砂防事業については、チョロマ川の無償事業を最後に、工事費が高価すぎる(予算不足)という理由で、SOPTRAVI では一切の対策が実施されていない状況にある。したがって、「ホ」国の実情に応じた適切なマニュアル、基準等を作成する必要がある。

(5) 教育/啓発/訓練

いくつかの聞き取り調査を行った CODEL 及び住民からは、COPECO、CODEM による住民への教育/訓練等は実施されているとのことであった。ただし、被害のあった集落の住民ですら CODEL の存在を認識していないケースや、CODEM によれば、CODEL のない集落もあるとのこと、十分な聞き取り調査ではないが、教育/訓練に地域的な遍在性が認められた。また、既述のとおり、COPECO からは十分な聞き取り調査を行うことができなかつたため、教育/訓練の実態については、さらなる調査が必要と考えられる。なお、BOSAI プロジェクトでは、ホンジュラス全国で 9 ヶ所の地域で活動を行っているため、これら 9 ヶ所については、教育/訓練が実施されていると考えられる。

また、WB による PMDN プロジェクトによって、教育/啓発/訓練に関する以下の活動が実施された。

- ・ SERNA、COPECO に対する水文、気象、地球物理的モニタリング、洪水/地すべり予測に関する

¹ AASHOT: The American Association of State Highway and Transportation Officials

能力強化が行われた。

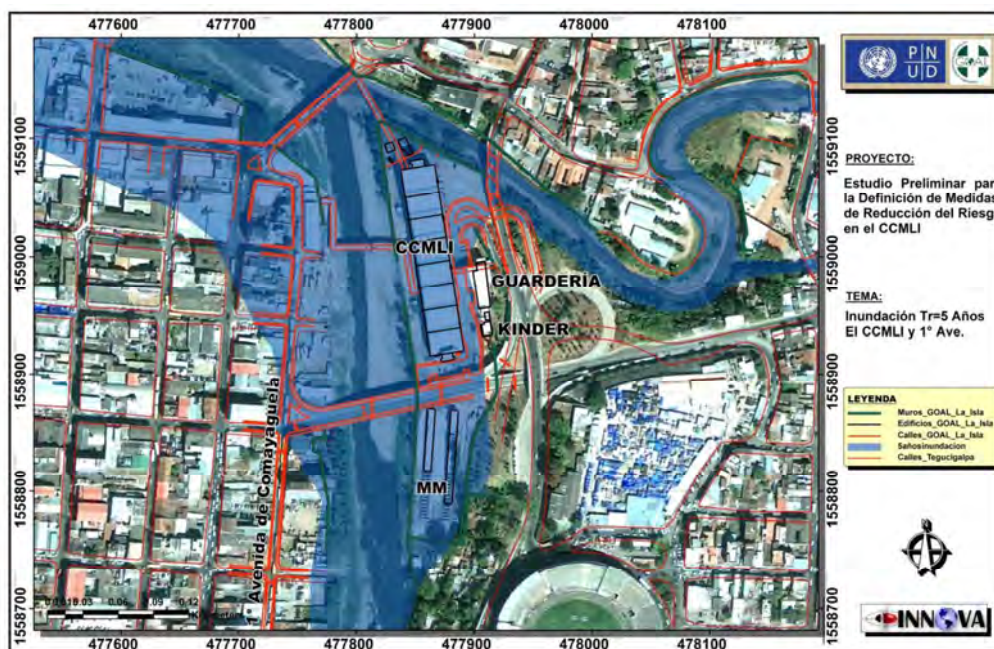
- ・ 95 の市町村で CODEM が組織され、機材供与及び訓練が行われた。
- ・ 81 の市町村で緊急時対応計画が作成された。
- ・ 災害に関する国家意識向上計画が策定された。
- ・ 61 の市町村で災害意識向上プログラムが実施された。
- ・ 81 の市町村で脆弱性分析及び減災対策の優先度が決定された。

6. 洪水対策（構造物対策・河川工事）に係る取り組み

M/P 以降のホ国政府の洪水対策に係る取り組みは、ドナー支援も含めて次のようになる。

- ① M/P 作成以降、構造物あるいは工事による洪水対策は、部分的または応急的な対策として行われている小規模なものである。そしてそれらは、M/P を参照はしているものの、提案された計画ではない。
- ② AMDC が 2007 年から河川の浚渫をしている。SOPTRAVI が実施した部分もあるが、SOPTRAVI は、基本的に首都圏以外の地方の河川工事を担当している。AMDC が実施する浚渫工事については次のようになっている。
 - 対象河川は、年度によって多少異なるが、Choluteca 川 (Grande 川含む)、Guacerique 川、Chiquito 川、San José 川、Sapo 川、Bambú 川、Orejona 川、Grande & Soledad 川、Cacao 川、Las Buras 川、Seco 川、Agua Sarca 川が 2012 年に行われる予定。但し、予算の確保状況によって、すべてを実施するとは限らない。すべて実施すると計 35 km とのこと。
 - なお、上記の浚渫河川及び区間の選定に関しては、氾濫の危険性が高いことが優先されるが、一部氾濫危険度が低い小河川も含まれている。その背景には政治的配慮がされている可能性がある。
 - 上記の内、Choluteca 川は 4 区間、Guacerique 川は 2 区間に区分される。各河川又は区間ごとに入札によって工事業者が決められる。
 - 浚渫の基本断面と量は、各河川/区間ごとに設定されている。Choluteca 川では平均的に、幅 13m、深さ 1 m となっている。
 - 浚渫した土砂は、一部が廃棄物処分場まで運ばれるが、大部分は河道の両側に盛土される。これに関しては、河道断面積としては特に大きくなってはいないので、浚渫の効果が十分に発揮されない面もあるが、予算等の都合でやむを得ないとのこと。
 - なお、河道の浚渫ではその多くが土砂でなく廃棄物であるとのこと。つまり、廃棄物処理システムの不備のために河道浚渫が必要という面がある。
- ③ El Chile の工事用に建設されたという Cholteca 川を横断する橋梁（注：2010 年 5 月の Hurricane Agatha による洪水被害で中央部が流失して現在使われていない）付近の河道に蛇籠による護岸工事が行われている。また、各所で被災があった後で、復旧または改修の小規模工事が局所的に行われている。
- ④ 2010 年 5 月の Hurricane Agatha による洪水被害で、Isla market が被災したことで、この Market

を洪水から守るために、UNDP の支援で、「イスラ中央商業地区の早期復旧プロジェクト (Proyecto de Recuperación Temprana de Medios de Vida de Locatarios del Centro Comercial la Isla)」が実施されている。このプロジェクトの調査では、M/P を含む過去の Cholteca 川の氾濫解析結果を参照するとともに、別途氾濫解析 (HEC-RAS 使用) をして設計洪水位を設定している。但し、モデル設定や解析条件などの詳細は不明であった。基本的には、この商業地区のみを河川堤防 (擁壁) で守ると共に、Hurricane Agatha 規模以上の洪水に対しては、市場の建物を高くして、最上階に避難できるように計画している。



- ⑤ BCIE の融資による「Rutas de evacuación y obras de mitigación en Distrito Central」というプロジェクトが 2012 年から AMDC と SOPTRAVI によって実施されている。SOPTRAVI は道路の建設関係であるが、AMDC が実施するのは、M/P に基づいた構造物及び工事であるという説明が、BCIE、AMDC の各々からあった。しかし、内容的には、M/P で提案した計画とは関係ないもので、河道改修工事は含まれず、道路の側溝建設など計 149 の局所的な工事 (プロジェクト) から構成されている。各プロジェクトのタイトルのみではその内容把握が難しいが、ほとんどが道路の付帯構造物の補修や改修と思われる。なお、これらの小規模プロジェクトの対象地区については、M/P のハザードマップの危険区域から選んでいるという説明があったが、確認はできていない。また、確認できたとしても、M/P で提案した計画との関係は特になく、また、地域または地区全体の調査計画に基づいたものではない点課題がある。但し、小規模の内水氾濫に対しては有効な工事であると考えられる。

7. 他ドナーの動向

(1)WB

WB によって、防災関連のプロジェクト「Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales ; PMDN」が 2000 年-2010 年まで実施された。過去に実施された防災関連プロジェクトとしては大規模で、重要なプロジェクトと考えられる。

以下に概要を示す。

プロジェクト名	Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales ; PMDN
期間	2000-2010
実施機関	COPECO, SGJ, SERNA, AMHON
費用	23.99 Million USD (借款) (日本社会開発基金からの 1.95millionUSD 含む)
プロジェクトの概要	COMPONENT A : モニタリング、予測、早期警戒、及び GIS をベースにした情報管理 COMPONENT B : 市町村レベルの緊急時対応を支援する国家レベルの能力強化 COMPONENT C : 地方政府レベルの減災に関する能力向上 COMPONENT D : プロジェクト管理
備考	

(2)UNDP

UNDP によって、以下に示した防災関連のプロジェクトが実施されている。そのほか、チョルテカ川下流域を対象とした早期警戒システムのプロジェクトも実施されている。

プロジェクト名	テグシガルパにおける地すべりと地震リスクの削減 [Award 00060738]
期間	1/10/10 to 28/2/12
費用	0.2 Million USD
概要	目的は、テグシガルパで最も脆弱な居住地域における、地すべりと地震に起因する災害リスクの削減を行うこと、及び、地域、市町村、国家レベルの既存組織の災害対応能力の強化を目的とする。 本プロジェクトには、ローカルレベルの災害後の復旧システムの実施や、最も危険性の高い地域に居住する家族の参加等も含まれている。また、災害削減ツールの体系化や国家及び地域レベルで共有される都市部における災害準備も含まれている。
備考	無償

プロジェクト名	気候変動リスク対応策 [Award 00061157]
期間	4/3/11 to 30/4/16
費用	5.2 Million USD

概要	水分野における気候変動への配慮に関する普及への介入とパイロットプロジェクトを通じて、最も脆弱な人口集中地域における水分野に関連する気候変動リスクに対する適応能力の向上を目的とする。マルチセクター的な状況の下、主要省庁による投資計画や意思決定に貢献するものである。また、テグシガルパと、首都圏に対して水供給を行っている流域に焦点を当てている。経済的な動機から低価格の技術投資までを含む特定の対応策は、有効であり、政策への助言を提供するものである。
備考	無償

プロジェクト名	ラ・イスラ市場におけるリスク削減対策のための準備調査 イスラ中央商業地区の早期復旧プロジェクト (両者の区分が不明確：前者のみ資料入手)
期間	—
費用	—
概要	イスラ市場とその施設上にある教育インフラに対する洪水リスクの削減を目的とする。さらに、現地においてリスクにさらされている人数を増大させている、64の魚市場も対象とする。洪水解析結果を基にして、現地の脆弱性に対して、物理的及び社会的なインフラのリスクを削減するために構造物対策について、及び早期警戒システムについての概念的な提言を行うことも目的としている。 水文解析を行うに当たっては、2002年のUSGS、JICA、ENEEのモデルを参考にした。
備考	

プロジェクト名	Arriba Capital
期間	~2012年3月(15ヶ月)
費用	0.1 Million USD
概要	AMDC、SEPLAN、CIUR、CAHで実施している。防災を考慮した土地利用計画を含む都市計画である。コマヤグエラ地区の再開発等を含む5つのプロジェクトが核となっている。
備考	

(3)IDB

IDBでは、以下に示す3つのプロジェクトが実施中、もしくは実施予定である。特にMITIGARプロジェクトは、COPECOの能力強化を含む防災/減災プロジェクトであり、WBによるPMDN以降の重要な防災プロジェクトと考えられる。

プロジェクト名	CCLIP : HO-X1013 及び 自然災害リスク防災/減災プロジェクト : Loan 2152/BL-HO (MITIGAR)
期間	August 31, 2010 to August 31, 2015
費用	19 Million USD (借款)
概要	<p>CCLIPの目的は、大災害による潜在的な負の経済効果を削減することを目指した、効率的で効果的な自然災害管理のための条件を整えることに貢献することである。最大 75 million USD。第1段階では防災と減災への投資を通じた自然災害による損失の削減と、総合的な防災のための省庁間の能力と調整力強化の支援によって、CCLIPの目的に貢献した。</p> <p>第1段階の目的は、i)防災/減災計画の参加型作成を通じた自然災害のリスクと脆弱性の削減のための、最も脆弱な市町村における対策の適応、ii)総合的な防災のための省庁間の能力及び調整力の強化。</p> <p>本プロジェクトは以下の内容からなる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. コミュニティの減災工事(擁壁、水路等) フェーズ1 2. 既存道路網の避難ルートの修復と改良 フェーズ1 3. 既存道路網の避難ルートの修復と改良 フェーズ2 4. 再投資
備考	現在実施中であり、予定通り進捗している

プロジェクト名	自然災害による緊急ローン (HO-X1016)
期間	未定(5年間)
費用	100 Million USD (借款) (予定)
概要	<p>目的は、自然災害による緊急時に対応するための緊急基金の有効性と持続性、効率性によって、ホンジュラスの財政上の大災害による潜在的な影響を削減することである。</p>
備考	プロジェクトは IDB 管理部門によってレビューされており、2012年6月までに承認のために議会に提出される予定である。

プロジェクト名	ホンジュラスにおける降雨による緊急対応施設
期間	未定(12ヶ月間)
費用	20 Million USD (借款) (予定)
概要	<p>2011年10月の豪雨によって被災した道路、水供給システム、ゴミ収集設備、学校、病院等の復旧に関する建設及び施工管理のための基金である。</p>

備考	プロジェクトは準備段階にある。2012年6月以前に開始される予定である。
----	--------------------------------------

プロジェクト名	自然災害リスクの総合的管理プログラム準備支援
期間	2008-2011
費用	1 Million USD (無償)
概要	災害直後に、防災、減災、復興、及び財政的赤字をカバーする財政的手段のためのオプションを提供する、総合的防災に基づく財政的アプローチを含む管理、計画の向上
備考	

(4)CABEI/BCIE

首都圏において、防災関連のプログラムが実施される予定である。防災関連のプロジェクトは 149 の小規模なプロジェクト群から構成され、道路側溝、擁壁等の小規模構造物や非構造物対策が含まれている。M/Pに基づいており、危険地域を対象としている、とのことであるが、詳細は確認できていない。

プロジェクト名	中央地域における減災プログラム
期間	2012年3月~18ヶ月間(予定)
費用	46.2 Million USD (借款) 防災関連 26.2 Million USD (AMDC) 道路関連 19.9 Million USD (SOPTRAVI)
概要	AMDCに対する防災関連の小規模な施設の改修等の工事と、SOPTRAVIに対する道路建設である。 防災関連としては、149もの小規模なプロジェクトから構成され、道路側溝の建設等が含まれている。
備考	

プロジェクト名	市民防衛のための環境モニタリング機材近代化プロジェクト
期間	2011年
費用	20 Million USD (借款)
概要	本プロジェクトは以下の内容からなる。 ・緊急時運営センター ・コミュニケーションシステム及び緊急時調整 ・緊急時予測チーム ・インフラストラクチャーの妥当性 ・緊急対応のためのインフラ及び機材 ・車両、重軽機の取得 ・訓練サービス、プール清掃、スペアパーツ、その他必需品
備考	

(5)その他

その他の重要と考えられる防災関連のプロジェクトとしては、DIPECHOによる「サポ川流域の集落における災害対策」”Preparación de las comunidades para enfrentar los desastres en las colonias de la Quebrada El Sapo, DIPECHO V, 2006, Feb”で、サポ川流域の集落に救急箱や、サイレン(13ヶ所)等が設置された。このほか、既述のとおり UNDP、スイス連邦、CAHによるハザードマップが作成されており、AMDCによって土地利用規制に利用されている。

8. 防災計画/流域管理、洪水対策に係る M/P の課題

8.1 洪水対策

M/P で提案された計画は、地すべり対策部分を除くと、表 4、5 の通りである。

表 4 M/P(2002)で提案された計画(洪水対策関連)

区分	洪水対策	(地すべり対策との)共通対策
構造物対策	Cholteca 本川改修工事 (15年確率規模) Pescado 湖出口の改修工事	なし
非構造物対策	水源域管理、土地利用計画、 土地利用規制適用、予報/警報 /非難	教育/啓発/訓練 (ハザードマ ップ作成と公布を含む)、災 害管理情報システム
プロジェクト費用 (US\$ 1,000)	52,437	3,166

表 5 M/P で計画された施設概要

プロジェクト	コンポーネント	内容
洪水対策 (構造物対策)	Cholteca 本川改修 工事	掘削: L=7km, 750,000 m ³ 河道拡張: L=200 m (押え盛土、水平ボーリング、コンクリートシャ フト工を含む) 護岸: L=9 km 堤防: L=3 km 橋梁建設: 1 bridge
	Pescado 湖出口の改 修工事	斜面安定化工事, 蛇籠

また、F/Sの対象として選ばれた優先プロジェクトは次の通りである。

① チョルテカ本川改修工事

Berrincheの区間の河道拡幅と、チョルテカ本川のC40～C65区間の河道掘削・浚渫工事で、工事数量は次の通りである。

掘削・浚渫：750,000 m³

河道拡幅：200 m (押え盛土、水平ボーリング、コンクリートシャフト工を含む)

護岸：3 km

堤防：1 km

② ペスカド湖出口の改修工事

ペスカド湖出口の改修工事で、工事数量は次の通りである。

斜面安定化掘削工事：9,000 m³

蛇籠工：630 m³

M/Pの主報告書をレビューした。Supporting reports 及び Data book については、必要に応じて部分的に参照した。その結果、次のような点で課題があるまたは不十分であると評価した。

- ① Project cost は、2002年当時の価格で、洪水対策が約52,437千ドル、地すべり対策が8,306千ドル、共通部分が3,166千ドルとなっている。2012年価格での換算はしていないが、洪水対策では、日本の無償で出来るような額ではないことは確かである。その場合、ホ国がドナーからのローンをくむことが必要であるが、M/P作成から10年間、その動きがなかったことから、今後に期待することも難しい。当時はホ国政府が借款することが出来ると想定したのであるが、結果的にできなかったことが判明し、コスト面では現実的な案ではなかったかもしれない。
- ② 必要な河道断面を確保するには、計画断面内及び隣接区域にある家屋、建物、構造物を撤去することによる各種のトラブルが想定される。また、M/Pでは、私有地の土地収用は必要ないと想定しているが、今回の調査では、多くの河川区間で私有地が隣接しているという情報があった。再確認が必要で、土地収用が必要な場合は困難性が加わる。これらについて正確な状況を把握するには、詳細な調査が求められる。
- ③ M/Pの構造物対策は、ハリケーン・ミッチによる洪水が、500～600年に1回の規模であるのに対して、15年に1回の規模を前提に計画されている。この計画規模のプロジェクトが実施された場合に、計画した規模（15年確率洪水）以上の各種洪水に対して、被害がどうなるのか、また被害軽減の対策があるのかについては十分には示されていない。例えば、計画規模以上の洪水が計画規模で設計された堤防を突然越流する場合、（堤防がない場合に比べて）洪水被害が増大する危険性もある。
- ④ M/Pでは、チョルテカ川本川を対象として洪水氾濫解析を行い、その結果と現地での確認調査を基に、洪水対策を立てている。特に支川ごとの調査や氾濫解析は行っていない。
- ⑤ 支川については、Sapo川、Cacao川、及びPescado湖のみ対策について言及しているが、十分な調査に基づかない簡易的な計画案となっている。また、何故この3河川のみ検討したのかの経緯が分からない。
- ⑥ Ríoと呼ばれるチョルテカ川、グランデ川、チキート川、グアセリケ川、サンホセ川、サバクアンテ川の他にケブラダ（Quebrada 又は Qda）と呼ばれる小河川が多くあり、それらのQdaにおい

ても各所で氾濫被害が出ていたが、M/P では計画の対象とはしていない。

- ⑦ 洪水被害については、便益計算のための調査は行われているが、その区域の具体的な特定や被害実態の詳細までは調査していない。

8.2 防災計画

(1)ハザードマップの更新

ハザードマップは M/P をベースに作成されており、その後大きな更新がなされていない状況にある。特に、M/P は大規模河川を主体とした氾濫解析を行っており、小規模河川については実施されていない。M/P 後の被害は大規模河川周辺では、ハリケーン等の来襲時には被害が出るものの、毎年のように被害が出るような状態にはない。一方、小規模河川沿いでは毎年のように被害が発生する箇所もあり、洪水の危険度/優先度は小規模河川沿いで高くなっているものと考えられる。したがって、小規模河川を対象としたハザードマップの作成と、それに基づく避難所/避難ルートを選定や、地域防災計画の見直し等を行う必要がある。

(2)ダム運用に係るハザードマップの作成

首都圏上流部に位置する 2 つのダムは、いずれも洪水調節機能を有さず、洪水時には流入量=流出量となっており、そのまま放流している、という状況になっている。一方、洪水時には流出量のデータは SANAA から COPECO に送付されるものの、流出量のデータからどの範囲が氾濫するか COPECO には判断できない、という状況にある。したがって、流出量ごとのハザードマップを作成し、それに基づく警報の発令基準の作成を含む SANAA-COPECO の連携と、対象地域の地域防災計画の見直しや、住民に対する教育を行う必要があるものと考えられる。

8.3 流域管理

(1)土砂生産の実態の把握

チョルテカ川本流の市内では AMDC による浚渫が毎年実施されている。AMDC によれば、浚渫される堆積物の 60-70%は土砂であるが、残りの 30-40%はゴミ等の廃棄物であるとのこと。AMDC はゴミを重要視しているが、実際には土砂が大半を占めているため、土砂管理は重要な課題である。しかしながら、AMDC はじめどの機関も、土砂が問題とは考えておらず、ゴミ問題と認識している状況にある。このようなことから、チョルテカ川本流域の土砂生産の実態について、調査が必要と考えられる。

9. 気象・水文データ

(1) 気象・水文観測所及び観測状況

観測している機関は、今回の調査で確認しただけで、SMN、SANAA、SERNA(DGRH)、SOPTRAVI、ENEE で実施している。但し、ENEE では、調査対象区域での観測所はない。また、SOPTRAVI では、雨量観測所 1 か所のみである。

各機関の観測所は表 6-10 の通りである。

表 6 SMN の気象観測所

No.	観測所名	地区・場所	自記/マニュアル	観測期間	現状
1	Tegucigalpa	Aeropuerto Toncontin	Manual	1951-現在	良好
2	21 de Octubre	Tegucigalpa	Manual	1966-現在	良好
3	Santa Lucia	Francisco Morazan	Manual	1985-現在	良好
4	Sabana Grande	Francisco Morazan	Manual	1956-現在	良好
5	Choluteca	Choluteca	Manual	1964-現在	良好
6	Moroceli	El Paraiso	Manual	1956-現在	良好
7	Maraita	Francisco Morazan	Manual	2007-現在	良好

表 7 SOPTRAVI の雨量観測所

No.	観測所名	場所名	自記/マニュアル	Hourly/Daily	観測期間	現状
1	CAPULLO	SOPTRAVI Office	自記	Hourly/Daily	1994 – 現在	良好

表 8 SANAA の気象観測所

No.	観測所名	場所名	自記/マニュアル	Hourly/Daily	観測期間	現状
1	Rincon de Dolores	Aldea Rincon de Dolores (Los Compantillos) MDC	Manual	Daily	2003-現在	良好
2	San Matias	Aldea San Matías, M.D.C , BarRiver El Llano	Manual	Daily	1985-現在	良好
3	El Aguacatal	Aldea El Aguacatal, Municipio de Ojojona, F. M	Manual	Daily	2005-現在	良好
4	El Escarbadero	Aldea El Escarbadero Municipio de Lepaterique F.M	Manual	Daily	2003-現在	良好
5	La Sabana	Aldea La sabanas, Municipio Del Distrito Central, F. M	Manual	Daily	2004-現在	良好
6	La Brea	Cuenca Conception	Manual	Daily	1973-現在	良好
7	Quiebramontes	Parte de Laureles	Manual	Daily	1991-現在	良好
9	Concepción	Aldea Conception	Manual	Daily	1990-現在	良好

表 9 SANAA の水位・流量観測所

No.	観測所名	流域名	流域面積 (km2)	自記/マニュアル	Hourly/Daily	流量観測	観測期間	現状
1	Concepción Station(Hp)	Grande River	145.7	Manual	Daily	月2回	1972-現在	良好
2	Quebramontes Station (Hs)	Guacerique River	100	Manual	Daily	月2回	1991-現在	良好
3	Guacerique II Station(Hs)	Guacerique River	188	Manual	Daily	月2回	1982-現在	良好
4	Batallon	Guacerique River	--	Manual	Daily	月2回	1963-現在	良好

表 10 SERNA の気象・水文観測所

No.	観測所名	流域名	自記/マニュアル	流域面積 (km2)	観測期間	現状
1	Los Laureles	Choluteca	Autómatic	243	2001-現在	良好
2	La Concepción	Choluteca	Autómatic	140.4	2000-2007	機能していない
3	Tegucigalpa	Choluteca	Autómatic	821.4	2000-現在	良好

(2) 気象・水文観測の現状の課題

気象・水文観測の現状に関しては、問題点・課題点が少なくない。次のような点である。

- ① 対象各機関での情報共有化など協調体制が構築されていない。但し、プロジェクトベースでは必要に応じて協力体制が組む場合もある。
- ② 各機関での施設・設備の維持管理及び観測状況には、不備な点が少なくない。例えば、次のような点である。
 - 機器が故障しても補修しない、または出来ない。
 - 記録紙など消耗品の補充・保管の不備がある。
 - SMN では、自記雨量計は設置してあっても、全く使っていない。従ってその記録もない。すべて、手動の雨量計で係員が毎日計測している記録しかない。従って、SMN から時間雨量は全く入手できない。
 - SERNA では、各観測所にある自記記録計から逐次テレメータで入ってくるデータ（雨量及び水位）はあるが、それが記録として整理されていない。また、自記記録の補完又は確認のために必要な手動（人力）による記録は一部の観測所を除いて行われていない。機器の故障時などに対応が出来ないことになる。

- 河川などの水位記録を流量記録に換算する必要があるが、水位のみ記録している。
 - 流量に換算するには極力多数回で洪水時も含む流量測定に基づく **Rating curve** の作成が必要になるが、測定頻度・回数が少なく、また洪水時の測定がないために、**Rating curve** を作成してもその精度が低く、大きな誤差がでてしまう可能性がある。
- ③ 記録の整理・分析においても、不十分な点が少なくない。例えば、次のような点である。
- 河川では水位記録のみで、流量記録が作成されていない場合がある。
 - **Telemeter** で送信される記録にしても、**Manual** による記録にしても、記録がデータベース化されていない場合が少なくない。
 - 記録分析していない。
 - 欠測期間が少なくない観測所があるが、それが短期間でない場合も目立ち、欠測期間を極力なくす重要性の認識度が不足している可能性がある。
 - 記録の管理が担当者個人に一元化されている場合があり、その担当者がいないと入手などが出来ないことや、バックアップをとっておかないことによる貴重なデータの紛失のリスクもある。
- ④ 雨量観測所については、流域内各所に設置されている。今後については、洪水被害が深刻な中小河川流域においても観測所を設置して、局所的な降雨の記録を確認することが望まれる。また、水位・流量観測所についても同様に、中小河川流域での観測記録がないので、代表的な中小河川での設置が望まれる。

(3) 雨量記録及びその分析

調査対象区域の年間雨量は、前区域を平均的にいえば約1,000mmであり、地区または流域によって、800 mm ~1,500 mmで異なる。但し、あくまで平均雨量なので、年によっての変動がある。また月別雨量は、代表例としてSANAAの2か所の記録を、別添：表18及び19に示す。

本件調査は、洪水対策を目的としているので、各年の一日最大雨量及び(SANAA の記録のみ)二日連続最大雨量を抽出して示す。また、参考として、年間総雨量も併記する。SANAA の3観測所及びSMNの2観測所の記録を代表として別添：表20~24に整理して示す。

2観測所 (Tegucigalpa 及び 21 de octubre) を代表例として、年間雨量の経年変化について、図5に示した。

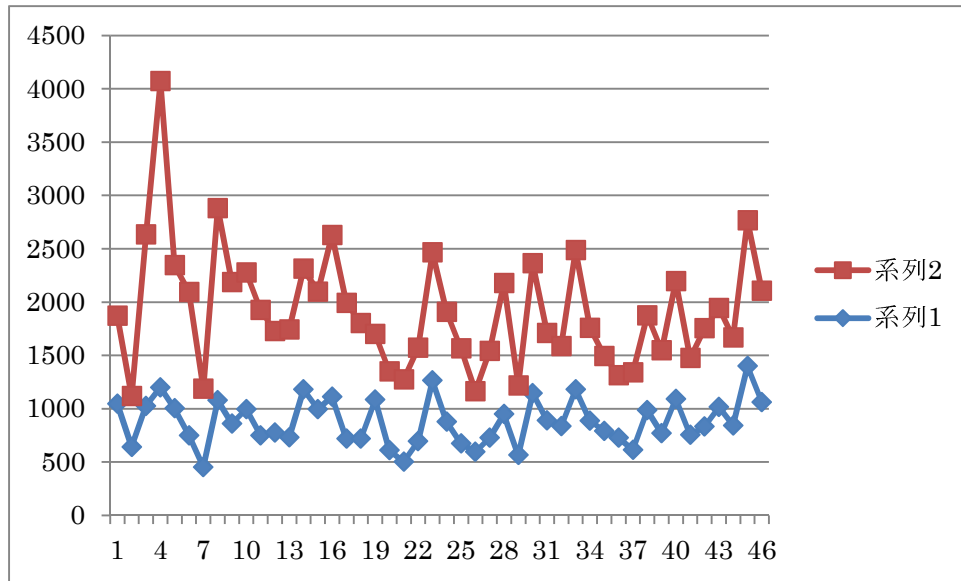


図 5 年間雨量の経年変化

(1966～2011、系列1：Tegucigalpa、系列2：21 de Octubre)

図の折れ線変化で見るように、最近の10年間で特に顕著な変化はない。一般的な自然変動の範囲にある。次に、上表の雨量について確率雨量を計算した。Gumbel&Chow法を使った。試しに一部を岩井法でもやってみたが、わずかな差があったただけであった。表11～13に結果を示す。

表 11 年間雨量確率計算結果

再現期間 (年)	Tegucigalpa SMN	21 de octubre SMN	La Brea SANAA	Quiebramonte SANAA	Concepción SANAA
10	1,156.8	1,558.6	2,327.7	1,439.8	1,400.1
20	1,271.4	1,782.1	2,654.4	1,585.3	1,683.2
30	1,337.3	1,910.7	2,842.4	1,669.0	1,846.0
40	1,383.7	2,001.3	2,974.9	1,728.0	1,960.9
50	1,419.7	2,071.4	3,077.3	1,773.6	2,049.6
60	1,448.9	2,128.5	3,160.8	1,810.8	2,122.0
70	1,473.7	2,176.8	3,231.4	1,842.2	2,183.1
80	1,495.1	2,218.5	3,292.4	1,869.3	2,236.0
90	1,513.9	2,255.3	3,346.1	1,893.3	2,282.6
100	1,530.8	2,288.2	3,394.2	1,914.7	2,324.3

(単位：mm)

表 12 1日最大雨量確率計算結果

再現期間 (年)	Tegucigalpa SMN	21 de Octubre SMN	La Brea SANAA	Quiebramonte SANAA	Concepción SANAA
10	92.8	100.3	140.9	122.1	123.9
20	104.8	114.5	164.2	142.8	144.7
30	111.8	122.7	177.7	154.8	156.6
40	116.7	128.5	187.2	163.2	165.0
50	120.4	133.0	194.5	169.7	171.5
100	132.1	146.8	217.2	189.9	191.6
200	143.8	160.5	239.7	210.0	211.6
500	159.2	178.7	269.5	236.5	238.1

表 13 2日連続最大雨量確率計算結果

Return (Year)	La Brea SANAA	Quiebramonte SANAA	Concepción SANAA
10	206.5	161.7	171.9
20	236.1	187.0	195.6
30	253.1	201.5	209.3
40	265.2	211.7	219.0
50	274.4	219.6	226.4
100	303.1	244.1	249.5
200	331.8	268.4	272.4
500	369.5	300.6	302.7

また、SOPTRAVIの雨量記録は、1か所であり、また欠測期間が多いことから、解析するには不都合であるが、時間雨量がある点で貴重である。参考として、各年の各月の最大日雨量及び最大時間雨量の記録を整理したので、各々別添：表 25, 26 に示す。

(4) 水位・流量記録及びその分析

SERNA 及び SANAA の水位・流量記録では、年間最大流量を抽出して整理した。別添：表 27~29 に示すとおりである。参考として、年間平均流量及び最大流量の発生した月日も併記した。

SANAA の 2 観測所の各年最大流量記録について、確率計算した結果を表 14, 15 に示す。単位面積当たりの流出量に換算すると次のようになる。

表 14 流量確率計算結果 1 (Gumbel-Chow 法)

再現期間 (年)	Concepción	Guaserique II
10	242.6	132.4
20	313.4	160.0
50	405.0	195.7
100	473.7	222.4
500	632.4	284.2

(単位 : m^3/s)

表 15 流量確率計算結果 2 (Gumbel-Chow 法)

再現期間 (年)	Concepción	Guaserique II
10	1.66	0.70
20	2.15	0.85
50	2.78	1.04
100	3.25	1.18
500	4.34	1.51

(単位 : $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)

Concepción と Guaserique II で単位面積当たりの洪水流量に 2 倍以上の差があることに関しては、疑問があり、これについては、オリジナルの詳細データ、観測方法、観測所の状況、流域状況などを調査して分析しないと分からない。参考として、これらの単位面積当たりの洪水流量を Choluteca 川でも同じであると仮定して計算すると表 16 のようになる。

表 16 流量確率計算結果 3 (Choluteca 川本川流域で換算)

再現期間 (年)	Concepción の記録から	Guaserique II の記録から
10	1365.4	577.5
20	1763.8	697.9
50	2279.3	853.6
100	2666.0	970.0
500	3559.1	1239.6

(単位 : m^3/s)

上記の計算結果に関連して、JICA マスタープランでの洪水流量は表 17 のように示されている。

表 17 JICA マスタープランでの確率洪水流量

再現期間 (年)	流量
5	1,508
10	1,867
25	2,328
50	2,673
Mitch	3,954

(単位 : m^3/s)

単純に比較できないので、あくまで参考である。なお、Concepción 及び Guaserique II の各観測所の流量記録は、洪水のピーク流量ではない点にも留意する必要がある。参考までに SANAA の 2 観測所の各年最大流量記録について、確率計算した結果及び単位面積当たりの流出量を別添 : 表 30、31 に示す。

III. F/U 協力計画案

ホ国側要請では、2002年のM/Pのアップデートが求められている。実際に、AMDC他関係機関との初回協議では、今回の調査については、M/Pのアップデートのためであるという理解が示された。但し、コンサルタント側からは、それに関しては、M/Pのアップデートの妥当性を含めて、今後どのような協力が出来るかについて検討するための調査であると説明した。関係機関からも、当初の要請内容に限定すべきという意見はなかった。

現地調査の結果、2002年のM/Pのアップデートをする妥当性は乏しいと判断した。主な理由は次の通りである。

- ① 2002年から約10年間、M/Pで提案した計画は、地すべり対策については日本の無償資金援助により実現しているが、洪水対策に関しては実施されていない。例え、M/Pのアップデートをしても、ホ国政府が実施するという根拠はなく、再び今後につながらない調査を実施することになる可能性は高い。UNDPなど、一部の国際機関との協議でも、そのようなコメントがあった。
- ② M/Pが実施されなかったのは、M/Pの内容に不十分な面があった可能性がある。「III 洪水対策の現状と課題」において、いくつかの問題点について説明しているが、ホ国政府が実施しやすい計画にはなっていない可能性がある。これについては、現時点でM/Pのアップデートをしても、実施に対して現実的でない可能性がある計画という課題は変わらないことになる。

以上のことから、M/Pのアップデートはせず、本調査を通し明らかとなった、実現可能でかつ緊急性の高い協力案について以下の通りとりまとめることとした。

1. 防災計画/流域管理

1.1 「ホ」国側要請に対する妥当性

M/Pの防災計画/流域管理に関する部分のうち、「ホ」国もしくは国際機関によって活用されている部分はハザードマップのみであり、これ以外の部分は実際には活用されていない。これは、非構造物対策については、各国際機関がそれぞれCOPECOに対する支援や、市町村/コミュニティに対する支援を実施しているからと考えられる。

唯一活用されているハザードマップについては、II章で既述のように、小規模流域におけるハザードマップの作成が必要であるなど、アップデートが必要な状況となっているほか、ダムの放流量等も考慮したハザードマップの作成が必要な状況となっている。さらに、流域管理においては、生産土砂に関してほとんど何も把握できていない状況となっており、土砂生産の実態の把握が必要と考えられる。

1.2 提案事項の概要

(1) ダム運用に係るハザードマップの作成

豪雨時に、ダムの放流量のデータがSANAAからCOPECOに伝達されているにも関わらず、COPECOには放流量によるハザードマップが存在しないため、どの地域/範囲に警報を出してよいかの情報を有していない状況にある。また、可能であれば洪水時のダム運用マニュアルの作成の検討も行う必要がある。

したがって、以下の内容を含むプロジェクトの実施が望ましい。

- ・流量ごとのハザードマップの作成(地形測量、氾濫解析含む)
- ・ハザードマップに応じた、予警報/避難体制の構築とマニュアルの作成
- ・雨量計/河川水位計の設置
- ・洪水時ダム運用マニュアルの作成

(2)小規模流域におけるハザードマップの作成

M/P は大河川沿いのハザードマップを作成しており、その後作成されたハザードマップも、M/P に基づいて小規模な修正を行っているのみであり、小流域に関しては、現状と一致していない状況にある。

したがって、以下の内容を含むプロジェクトの実施が望ましい。

- ・小流域の被害の実態調査と優先度の高い流域の設定
- ・優先度の高い流域におけるハザードマップの作成(地形測量、氾濫解析含む)
- ・ハザードマップに基づく予警報/避難体制の構築とマニュアルの作成
- ・雨量計/河川水位計の設置

(3)土砂生産の実態の把握

テグシガルパ市内のチョルテカ川本流では、毎年浚渫を行っているにも関わらず、上流域における土砂生産に対しては、全く実態が把握されていない状況にある。

したがって、以下の内容を含むプロジェクトの実施が望ましい。

- ・上流域における土砂生産の実態調査
- ・調査結果に基づく、優先度の高い流域の設定

1.3 F/U 協力計画案の概要

上記の提案事項のうち、優先度は小規模流域の洪水被害が高いものと考えられる。したがって、F/U 協力計画案としては、以下を提案する。

案1：小規模流域における洪水被害実態調査

- ・聞き込み等による、被害の大きい小規模流域の選定(2-3 流域)
- ・被害の大きい小規模流域における、被害の実態調査
- ・実態調査の内容は以下を含む
 - ✓ 被災年月日
 - ✓ 被害内容(死者数等、構造物の被害(住宅含む))
 - ✓ 被災箇所
 - ✓ 構造物対策の有無と内容
 - ✓ 非構造物対策の有無と内容(予警報、避難所の位置、避難経路、教育、訓練等)
- ・調査項目
 - ✓ 洪水被害実態調査
 - ✓ 構造物実態調査

- ✓ 非構造物実態調査
- ・要員計画
 - ✓ 総括/防災計画 3M/M
 - ✓ 洪水対策 3M/M
 - ✓ コミュニティ防災 3M/M

2. 洪水対策

2.1 洪水対策の必要性

M/P のアップデートの妥当性が乏しいということは、洪水対策の必要性が低いということではない。首都圏の洪水氾濫に対しては、この 10 年間で特に改善されたわけではない。現在でも危険度が高い区域が残っているままである。

チョルテカ本川に関しては、Hurricane 来襲があると氾濫被害が生じることは、2010 年 5 月の Hurricane Agatha の時に確認されている。ある調査によると、15 年確率規模の洪水であったとのことであるが、発生が 8 月以降だったら災害はさらに大きくなっていただろうという見方もある。発生した 5 月には、2 つのダム貯水池ではまだ水位が高なくて、洪水調節機能が働いたという理由である。

一方、支川、小河川では、広域に雨を降らせる Hurricane が来襲しなくても、局地的な豪雨によって氾濫する。今回の短期間の調査で確認できただけでも、Hurricane に関係なく洪水氾濫が発生している区域は 10 か所あった。これまでは氾濫していなくても、今後の局地的豪雨で氾濫等の被害を受ける区域は増加するものとする。

なお、今後については、洪水流量の増大が予測される。温暖化による気候変動というのは、現時点までは十分な根拠が確認されていないが、異常気象の発生については、世界各地で発生しており、ホ国でも同様な状況となる可能性はある。それ以上に問題なのは、首都圏の人口増加と経済発展に伴う開発地区の拡大である。つまり、土地利用の変化と拡大で、降雨時の河川への水の流出率が高くなり、洪水流量も増大することになる。一方、洪水氾濫被害が発生する場合の被害規模も増大する。経済発展による資産価値と規模が増大するからである。

上記のように、洪水対策の必要度は現時点でも高く、さらに将来はさらに高くなる。政府や他ドナーは、予警報システムの整備拡充などを含め、非構造物対策を優先的に取り組んでいる。しかし、非構造物対策では、コストや活動に対する効果や継続性に関して十分な評価が行われていない面を感じた。さらに、行政による規制管理はこれまでの実績から十分には効果が期待できないものとして計画立案することが必要であるとする。つまり、洪水対策としては、基本的に工事・構造物対策を優先的に実施すべきであるとする。特に、小河川や勾配の急な河川では、フラッシュフラッドであり、予警報などは間に合わないのが一般的である。

大規模で莫大な費用がかかる対策を立てることは現実的でない。比較的少ない予算で、効果的な洪水被害軽減策を模索して実施していくことが重要とする。

2.2 洪水対策の F/U 計画案

上記の評価に加えて、「III 洪水対策の現状と課題」において述べた現地調査での各種 Finding を参照して、洪水対策（構造物対策）に関しては、次のような F/U 計画案

を提示する。

案1：洪水対策に係る河川現況調査

内容

洪水時の流水を阻害する要因に関して、河道内及び河川沿いの調査を行う。

① 対象河川は、現時点では、主として下記を想定している。

- Rio Choluteca/Rio Grande
- Rio Guacerique
- Rio Chiquito
- Rio San Jose/Rio Sabacuante
- Qda Salada
- Qda Sapo
- Qda Cacao
- Qda Orejona
- Qda Grande
- Qda La Soledad
- その他（今回の調査のみでは特定できていない河川がある可能性がある）

但し、これらすべての河川で同時に実施すべきということではなく、調査の予算や期間によって、順次実施していくことも検討すべきである。また、河川及び調査区間の選定に関しては、調査の TOR 設定を含めて、出来ればこのための補足調査を行い AMDC と協議するものとする。

② 調査項目

河川、河道の現状の調査であり、主に洪水時の水位が上昇することになる要因の実態を把握するための項目になる。

- 樹木など植生が多い個所。
- 支川の合流箇所
- 橋脚個所（特に桁下断面が狭くなっている橋梁）
- 現在は使われていない橋の古い構造物（橋脚など）が撤去されずに一部残されている個所
- 河床に砂州ある個所
- 堆積土砂が大きい個所
- 湾曲箇所
- 断面変化の大きい個所（カルバート、水路トンネルなどの個所を含む）
- 下水管マンホールなど河床に突起構造物がある個所
- 洪水時の流水断面になる位置で横断する水道管などがある個所
- 河道内にある、あるいははみだしている家屋、建物などのある個所
- 廃棄物が河道内に多く捨てられている個所
- 河道内構造物が劣化、崩壊・破損している個所

- 上下流区間に対して河道断面が特に小さい箇所
- その他

上記では、人工的な行為や構造物による点と自然に形成された点がある。後者についても、状況に応じて改修が有効的になる場合もある。

調査項目及び調査方法については、現時点で詳細は示せないが、地図、写真、空中写真/サテライトイメージ、簡易測量・計測、インタビューなどによって行い、結果を図表及び報告書に取りまとめることになる。調査の詳細仕様作成は JICA コンサルタントが行い、現地調査はローカルコンサルタントに再委託する。

理由

M/P で提案した Rio Choluteca 本川の河川改修プロジェクトを実施するのは困難である。また、支川/小河川においても、本格的な河川改修を実施するのは、本川に比べてコスト面では問題が少ないが、私有地や建物が隣接していることなどから、実施は容易ではない。

一方、河川の現状を視察すると、洪水に対する河川断面が不足しているという基本的な問題に加えて、洪水時の流水を阻害して水位上昇を招く要因がある状況と共に氾濫に対する安全度が局所的に低くなっている状況が各所でみられる。特に、中小河川では、これらの阻害要因が洪水被害の主たる原因になっている箇所も少なくない。

従って、これらの箇所に対しての局所的な改修をとることで、洪水時の氾濫被害は減少する。この調査は、その対策を実施するために必要な情報資料を提供するものである。また、河川管理上も役立つ他、河川環境改善効果も大きい。

補足説明

調査期間、コンサルタントの M/M、再委託調査の内容詳細などについて、現時点で提案するのは難しい。しかし、それらについては、予算等に応じて、柔軟に設定することが可能と考える。例えば、調査対象河川又は区間、調査項目と詳細度などで調整できるが、出来ればこの調査の実施の前に、調査内容と TOR を決めるための短期調査を実施することが望ましい。なお、この調査が実施された場合には、ホ国の通常予算で対応できるプロジェクト及び日本の無償資金協力で実施できるような改修工事の場所と内容も提案できることにつながるものとする。

案 2：小河川（Qda）の洪水対策実施（無償資金協力プロジェクト等を想定）

内容

洪水氾濫の頻度が高く被害が深刻な小河川の洪水対策計画、設計、及び施工を行う。我が国の無償資金協力又は見返り資金による無償プロジェクトを想定している。対象となる小河川の候補としては下記を想定している。

- Qda Sapo (Rio Choluteca 支川)
- Qda Orejona(Rio Chiquite 支川)
- Qda Grande(Rio Guacerique 支川)

- Qda La Soledad(Rio Guacerique 支川)
- Qda Cacao(Rio Choluteca 支川)

上記のうち、Qda Sapo が第一候補であるが、他の小河川でも実施することが望ましい。

理由

小河川での洪水による氾濫は Cholteca 川本川に比べて頻度が高く、被害も深刻である。各氾濫では、死亡者がでる場合もあり、家屋及び家財の流出・損壊、橋梁、道路などインフラの損壊などの被害が生じている。また、市内の小河川では家屋が密集している、商業活動がある、交通でも利用度が高い道路があるなどで、洪水被害に深刻な地区である。従って、小河川での洪水被害軽減対策をとることは実施効果が高く、必要度も高い。Cholteca 川本川での河川改修工事には巨額の予算が必要になるが、中小河川での実施では、比較的低い予算で実施が可能であり、日本の無償資金協力での対応も検討できると考える。

Qda Sapo の洪水及び対策に関して

上記の小河川のうち、特に注目されている Qda Sapo に関して状況説明する。

A) Sapo 川概要

Sapo 川は、流域面積約 4km² で、住宅地が密集し首都圏で最もにぎわっている市場があることなどから、注目度が高い河川である。Sapo 川のその他の概要は、III 1.(2)主要河川概要で説明したので、ここでは省略する。

B) 氾濫・被害状況

氾濫被害の頻度が高くほぼ毎年の雨期に複数回発生している。下流区域になる Comayagüela の商業中心地区での頻度と被害が目立つが、中流部でも氾濫し、また上流部でも頻度は少ないが氾濫被害が発生している。なお、住民からのインタビューによると、洪水対策の分水路が出来た後では、下流域での氾濫被害は多少減っているが、発生は続いているとのこと。

C) これまでの対策及び他ドナー支援

- Sapo 川は特に廃棄物の投棄が多く、AMDC ではほぼ 3 か月に 1 回の頻度で、Cleaning を実施している。また、その他の機関でも、廃棄物等の除去作業を行う場合がある。
- 2003 年ころに分水路の設計ができ、建設が完了したのは 2007 年前後である。AMDC が実施したとの情報を得ている。
- FHIS による、「Canalization of Sapo Creek Project」がある。ローカルコンサルタントに外注した設計は終わっている。但し、設計図面などの作成のみで、報告書としての形式では作成されていないとのこと。このプロジェクトは、Sapo 川の新設分水路の下流側に水路を新たに建設して、旧河川水路の方は廃止するというものである。今の旧水路は、断面不足、断面が途中で変化する、老朽化、Cholteca 川本川への出口が洪水時に冠水するなどの問題がある。FHIS では、このプロジェクトに関して昨年 10 月ころに工事の入札をした。しかし、予定していた IDB ローンが認められずに、実施は中断した。新たなドナー支援が必要で、我が国が代わりに支援してくれることを期待したいとのこと。

D) 協力方法

Sapo 川の改修に関して、我が国が支援する場合には、主に以下の2つの方法があると考ええる。

最初の方法としては、ノンプロ見返り資金を活用して、既存の FHIS の設計に対して資金的支援を行うというものである。確認が必要であるが、FHIS によると F/S レベルの設計はできているということなので、本スキームであれば早期に着工が可能となる。特に、2012 年 2 月に火災で焼失した市場の復興にも資することもあり、支援のタイミングとしても非常に時期を得たものと言える。経費的にも、FHIS の見積りでは、現地業者を活用して1億円程度で実施可能である。

もう一つの方法としては、無償資金協力による支援である。単に FHIS が設計した新設水路の工事を行うだけでは洪水氾濫の問題は残る可能性も否定できない。中上流域の氾濫問題を含めて流域全体で調査し、洪水対策計画を立案し、その一貫として、FHIS の設計をレビューして必要な修正をする。

プロジェクト実施の予算については、現時点で想定するのは無理であるが、数億円規模になるものと思われる。日本の無償資金協力で実施する場合には、日本の業者が受注することになるので、ホ国業者が受注する場合と比べて、コストが割高になる点も認識しておくべきである。但し、既存の河川構造物では設計や施工に問題がある点が少なくないので、品質確保の面では、日本の業者が受注することが望ましい。他方で、ノンプロ見返り資金の活用と比べて、事業の開始には数年を要することから、ホンジュラス側の意向を確認することも必要である。

プロジェクト実施に当たっては、まずは全体計画策定のための調査が必要となる。次のような段階で行うのが望ましい。

- 第一段階：コンサルタントによる現地調査と本格調査の TOR 作成。河川計画/洪水対策 1 名による、1～1.5M/M 程度。
- 第二段階：コンサルタントチームによる短期調査によって、調査、計画、概略設計、及び概略積算を実施する。河川計画/洪水対策(2～2.5M/M)、河川構造物設計(1～1.5M/M)、水文・水理(1～1.5M/M)、施工積算(1～2M/M)の計 5～7.5M/M 程度を想定する。調査期間は、測量等の再委託調査が必要なことから、3か月間程度を想定する。
- 第三段階：コンサルタントチームによる詳細設計・積算・入札書作成。
- 第四段階：施工及び施工監理

第二段階と第三段階を合体して実施することも可能であるが、計画策定の重要性からは分けることが望ましい。

案3～案7：その他の参考候補案

上記の他に、参考として次の案も示しておく。

A) 案3：M/P の補足調査計画

M/P を全面的にアップデートする調査は行わないが、M/P で不足していた部分の調査を行う。例えば、小河川での氾濫調査や対策案策定、M/P を実施した場合の計画規模以上の洪水がきた場合の解析と被害の想定などである。

- B) 案4：河川及び氾濫に係る情報の現地表示
河川管理区域、氾濫区域、危険度、実施すべき対応などは、書面または図面では情報があるが、実際の現地で常設掲示板、道路舗装面上などで表示する。つまり、住民が、河川及び洪水に関して日常知っておくべき情報を徹底するための策である。
- C) 案5：河川環境整備計画
河川の維持管理及び洪水対策と関連して重要なのは、河川環境整備である。現状の河川では、一部を除いて、環境面での整備がなく住民による環境面での利用度が低い。このことが、廃棄物を河川に投棄する状況を招く一因になっている。河川環境整備は洪水対策としての効果も十分にある。これには河道沿いの遊歩道など環境整備、廃棄物処理による河川への廃棄物投棄制御も行うことも考えられる。
- D) 案6：局所的な洪水対策計画
案1とも関連するが、また工事の前の調査が必要であるが、洪水の安全度が特に低い局所的な所に対して、安全度をあげる対策工事を行う。例えば、ある区域のみ守るための堤防を築くことでその地域の治水安全度が大幅に高くなるような個所がある。
- E) 案7：洪水被害危険地内住民の移転計画
洪水被害危険地内には多くの家屋や建物が存在する。それらについては、単に危険という観点のみでなく、河川改修を阻害する大きな要因となっている。それらの家屋や建物を撤去するには、住民などが納得できるような、移転地と家屋・建物を提供することが必要である。本来 AMDC 等が積極的に実施すべきであるが、多くの課題があるので、総合的な調査に基づいて行う必要があり、コンサルタントによる調査が望ましい。

別添表

表 18 月別雨量 代表例 1

(観測所名 : Concepción) (単位 : mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均	3.1	3.3	12.2	40.7	175.2	168.2	93.5	127.6	178.2	160.0	29.1	6.8
最大	12.4	30.7	53.0	157.1	406.7	329.8	296.8	475.2	328.7	794.2	125.4	30.8
最小	0.0	0.0	0.0	0.0	66.3	19.8	14.1	18.9	56.5	47.6	0.0	0.0

SANAA, Recording Period: from 1990 to 2010

表 19 月別雨量 代表例 2

(観測所名 : Quiebramontes) (単位 : mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均	5.0	5.5	11.1	52.9	166.8	193.1	112.9	137.4	185.4	146.1	24.5	8.5
最大	14.0	20.6	35.4	194.1	289.4	368.7	237.3	552.7	381.7	479.5	91.4	51.1
最小	0.3	0.0	0.0	0.0	66.8	8.4	42.6	22.5	84.2	66.8	2.7	0.0

SANAA, Recording Period: from 1991 to 2010

表 20 各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量

(観測所：La Brea、観測機関名：SANAA)

年	年間(mm)	1 日最大 (mm)	2 日連続最大(mm)
1991	1006.0	97.3	113.9
1992	1032.3	51.2	84.3
1993	1564.2	61.3	117.7
1994	1101.2	42.8	84.5
1995	1815.3	71.1	134.7
1996	1341.2	106.8	142.8
1997	1136.2	62.0	96.8
1998	1727.2	234.0	279.0
1999	1826.9	67.5	133.0
2000	1329.8	70.0	125.0
2001	1153.3	60.0	106.0
2002	1144.4	75.0	105.0
2003	1398.9	85.6	151.6
2004	948.9	55.5	79.2
2005	1931.1	90.0	157.0
2006	1876.9	97.0	137.5
2007	1956.6	82.5	130.1
2008	2237.0	116.9	214.5
2009	1309.2	58.9	105.4
2010	3530.6	145.7	256.3

表 21 各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量

(観測所：Quiebramontes、観測機関名：SANAA)

年	年間(mm)	1 日最大 (mm)	2 日連続最大(mm)
1992	963.2	59.3	95.0
1993	1072.3	53.4	90.0
1994	807.6	48.2	82.7
1995	1621.8	68.9	114.6
1996	930.3	53.0	99.1
1997	1022.9	99.0	138.7
1998	1124.6	215.0	261.6
1999	1311.1	58.1	96.1
2000	999.1	55.6	106.2
2001	838.4	65.0	69.0
2002	824.4	47.9	81.9
2003	1121.3	100.3	177.1
2004	786.1	46.6	61.1
2005	1120.2	78.3	125.6
2006	1251.4	61.0	116.5
2007	1248.8	57.3	98.5
2008	1131.7	80.1	125.4
2009	952.2	62.5	108.9
2010	1805.2	92.2	148.2

表 22 各年の年間総雨量、一日最大雨量及び二日連続最大雨量

(観測所：Concepción、観測機関名：SANAA)

年	年間(mm)	1 日最大 (mm)	2 日連続最大(mm)
1990	705.1	44.1	68.3
1991	598.9	62.6	89.4
1992	957.3	65.6	127.7
1993	1156.3	52.8	92.7
1994	745.1	68.2	110.2
1995	1477.1	66.4	125.1
1996	885.5	65.8	95.4
1997	785.1	50.5	98.5
1998	1585.6	220.3	255.8
1999	1080.0	86.6	111.6
2000	1005.2	80.0	110.1
2001	787.4	48.9	57.6
2002	784.2	57.9	92.4
2003	864.7	93.5	136.9
2004	747.1	78.5	113.3
2005	1226.8	131.7	200.7
2006	991.2	88.8	136.4
2007	1108.1	62.8	117.9
2008	1023.3	48.4	69.4
2009	754.4	50.0	96.4
2010	1954.8	74.4	144.4
2011	1128.3	68.6	115.2

表 23 各年の年間総雨量及び一日最大雨量

(観測所：Tegucigalpa、観測機関名：SMN)

年	年間雨量 (mm)	最大日雨量(mm)
1951	785.8	76.2
1952	1145.5	61.2
1953	822.7	47.8
1954	1173.4	54.4
1955	1274.3	49.8
1956	689.0	44.2
1957	779.0	63.2
1958	972.1	78.7
1959	944.3	109
1960	962.2	45.5
1961	773.6	53.1
1962	1065.5	93
1963	882.7	47.8
1964	892.8	69.3
1965	765.6	77.2
1966	1047.2	79.2
1967	640.8	46.2
1968	1025.1	83.3
1969	1199.1	45
1970	1002.7	65.2
1971	749.8	46.7
1972	452.8	34.3
1973	1077.9	60.5
1974	860.6	68.1
1975	995.2	86
1976	749.7	44.5
1977	776.4	74.5
1978	730.5	57.6
1979	1180.1	78.1
1980	995.5	62.3
1981	1113.1	54.4
1982	717.5	49.2
1983	718.5	49.4

1984	1084.1	94.4
1985	610.3	39.9
1986	503.0	41
1987	693.3	66.1
1988	1264.4	82
1989	877.8	36.9
1990	674.5	73.1
1991	595.4	38.3
1992	728.4	54.1
1993	949.3	43.1
1994	564.3	75.7
1995	1146.3	56.6
1996	889.3	73
1997	835.3	94.8
1998	1180.0	120.4
1999	885.6	53
2000	791.3	87.5
2001	726.6	61.3
2002	614.5	29.4
2003	985.0	92.8
2004	769.3	122.6
2005	1091.2	106.9
2006	754.0	50.6
2007	833.4	49.2
2008	1014.6	52.5
2009	842.2	98.2
2010	1399.1	52
2011	1062.2	48.1

表 24 各年の年間総雨量及び一日最大雨量

(観測所：21 de Octubre、観測機関名：SMN)

年	年間雨量 (mm)	最大日雨量(mm)
1966	824.1	80.8
1967	476.9	37.1
1968	1609.1	116.1
1969	2871.4	75.4
1970	1343.2	65.5
1971	1344.0	62.5
1972	732.6	50.3
1973	1802.7	53.1
1974	1327.1	96.5
1975	1281.5	63.9
1976	1174.4	46.8
1977	950.6	36.4
1978	1010.5	118.9
1979	1131.6	41.7
1980	1101.9	110.7
1981	1515.5	75.9
1982	1272.9	45.0
1983	1085.0	57.0
1984	616.0	50.3
1985	740.0	31.8
1986	772.4	40.4
1987	876.4	49.4
1988	1200.3	60.3
1989	1028.2	60.4
1990	890.1	60.4
1991	567.4	43.0
1992	813.3	82.3
1993	1226.8	59.7
1994	654.0	100.3
1995	1216.6	50.1
1996	820.7	63.5
1997	751.1	59.4
1998	1305.8	160.4
1999	872.4	49.2

2000	702.2	51.2
2001	587.0	62.0
2002	726.7	65.4
2003	890.3	93.2
2004	777.2	80.0
2005	1102.8	106.6
2006	720.6	65.0
2007	920.0	80.0
2008	929.5	59.8
2009	826.2	52.4
2010	1366.4	52.7
2011	1042.7	70.0

表 25 各年の各月の最大日雨量（観測所：SOPTRAVI）

Monthly Maximum Daily Rainfall												
	Station: CAPULLO									SOPTRAVI		
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1994	<i>N</i>	<i>N</i>	0	12	85.5	34	14.5	13	58	54	14.5	8
1995	1	2.5	8	98	62	39.5	52	81	32	28	9	16
1996	3	22	60	29	<i>N</i>	<i>N</i>	74	82	66	104	15	0
1997	18.5	2	43	16	35	70	11	74	71	32	38	0
1998	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	0	41	21	102	64	113.5	1	<i>N</i>
1999	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	28	24	50.9	41	28	6.5	4.6
2000	7.8	0.5	0.25	<i>N</i>	<i>N</i>	15	9.5	15	44.4	28	1.2	3.6
2001	0	0	18.5	10.2	36	2.5	6	51	30.5	26	2.5	8
2002	3	45	28	0	37	41	7	8	21	9	10.2	0.7
2003	0	0	11.5	0	78.1	30	59	21.5	42	28.5	3.5	0.5
2004	1.25	4.5	12.5	75.5	8.5	63	20	6.5	22	36	0	1.5
2005	0.5	1	0.5	21	18	50	30	33	28	38.5	3	2.5
2006	8	0.5	0	0	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2007	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2008	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	32.5	15.5	46.5	30	71	48.5	24.5	5
2009	1.5	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2010	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	12.5	24.5	88.5	24	13	0
2011	2.5	3.5	0	21	72	41	30	39	13	39.5	1.5	0
Daily Max	18.5	45	60	98	85.5	63	59	102	88.5	113.5	38	16

Monthly Maximum Daily Rainfall												
	Station: CAPULLO									SOPTRAVI		
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1994	<i>N</i>	<i>N</i>	0	12	85.5	34	14.5	13	58	54	14.5	8
1995	1	2.5	8	98	62	39.5	52	81	32	28	9	16
1996	3	22	60	29	<i>N</i>	<i>N</i>	74	82	66	104	15	0
1997	18.5	2	43	16	35	70	11	74	71	32	38	0
1998	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	0	41	21	102	64	113.5	1	<i>N</i>
1999	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	28	24	50.9	41	28	6.5	4.6
2000	7.8	0.5	0.25	<i>N</i>	<i>N</i>	15	9.5	15	44.4	28	1.2	3.6
2001	0	0	18.5	10.2	36	2.5	6	51	30.5	26	2.5	8
2002	3	45	28	0	37	41	7	8	21	9	10.2	0.7
2003	0	0	11.5	0	78.1	30	59	21.5	42	28.5	3.5	0.5
2004	1.25	4.5	12.5	75.5	8.5	63	20	6.5	22	36	0	1.5
2005	0.5	1	0.5	21	18	50	30	33	28	38.5	3	2.5
2006	8	0.5	0	0	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2007	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2008	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	32.5	15.5	46.5	30	71	48.5	24.5	5
2009	1.5	0	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
2010	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	12.5	24.5	88.5	24	13	0
2011	2.5	3.5	0	21	72	41	30	39	13	39.5	1.5	0
Daily Max	18.5	45	60	98	85.5	63	59	102	88.5	113.5	38	16

表 26 各年の各月の最大時間雨量（観測所：SOPTRAVI）

Monthly Maximum Hourly Rainfall												
	Station: CAPULLO									SOPTRAVI		
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1994	N	N	N	6	30	32	11.5	12.5	37	28	9.5	5
1995	1	2.5	6	49	24	36.5	34	45	24	29	8	16
1996	3	15	60	11	N	N	32	68	30.5	79	9	0
1997	18.5	1	25	16	24	50	8	66	42	21	24.5	0
1998	0	N	N	N	N	27	8.5	70	40	34	1	N
1999	N	N	N	N	N	19.6	11.3	19.6	15.2	18.1	6	2.5
2000	4.35	0.5	0.25	N	N	13	5	12.25	22.4	16	0.75	2.9
2001	0	0	14.5	4.5	37	2	4.25	33	11	12	1.5	3
2002	2	45	28	0	23.5	27	5	7	16	4.5	6.5	0.75
2003	0	0	5	0	29	20.5	24.5	14	18.5	24.5	2	0.5
2004	1	1	11.5	31	5	50	19	5	14	18	0	1
2005	0.5	0.5	0.5	21	9.5	34	29	11	22	17.5	1	1.5
2006	4.5	0.5	0	0	0	N	N	N	N	N	N	N
2007	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2008	N	N	N	N	11	8.5	22	12	32	17	13	2.5
2009	0.5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2010	N	N	N	N	N	N	23	25	26	21	11	0
2011	1	3.5	0	20	40	17	11	35	13	29	1	0
Max.	18.5	45	60	49	40	50	34	70	42	79	24.5	16

N: Not recorded

表 27 SERNA の流量記録

(各年平均、最大、最大発生の日付)

(観測所 : Los Laureles)

年	年平均流量	最大流量	最大の月日
2003	1.141	75.1	2003/6/17
2004	0.813	59.7	2004/7/28
2005	1.731	61.9	2005/5/20
2006	1.363	61.4	2006/6/12
2007	0.554	53.7	2007/8/12
2008	na	na	na
2009	na	na	na
2010	4.317	107.6	2010/5/30
2011	1.041	59.7	2011/11/30

(観測所 : Concepción)

年	年平均流量	最大流量	最大の月日
2003	0.865	61.1	2003/6/17
2004	0.324	7.4	2004/9/19
2005	2.257	48.6	2005/7/11
2006	1.76	31.3	2006/6/5
2007	2.595	38.2	2007/6/16
2008	na	na	na
2009	na	na	na
2010	na	na	na
2011	na	na	na

(観測所 : Tegucigalpa (Sagastume))

年	年平均流量	最大流量	最大の月日
2003	na	na	na
2004	4.2	157.6	2004/4/27
2005	9.549	486.9	2005/6/23
2006	9.071	275.9	2006/11/2
2007	10.484	422.6	2007/4/27
2008	na	na	na
2009	na	na	na
2010	na	na	na
2011	8.515	1036.6	2011/9/15

表 28 SANAA の流量記録

(各年平均、最大)

(観測所：Concepción (Río Grande))

年度	年平均 (m3/s)	年最大 (m3/s)
1972 - 1973	0.232	16.6
1973 - 1974	2.18	91.3
1974 - 1975	3.601	676
1975 - 1976	0.587	33.7
1976 - 1977	1.54	49.7
1977 - 1978	0.890	56.3
1978 - 1979	1.56	60.0
1979 - 1980	1.59	36.0
1980 - 1981	1.91	176.0
1981 - 1982	1.91	96.8
1982 - 1983	0.751	36.1
1983 - 1984	0.706	29.0
1984 - 1985	1.93	109.0
1985 - 1986	0.786	63.7
1986 - 1987	0.706	58.5
1987 - 1988	0.861	86.6
1988 - 1989	2.580	41.2
1989 - 1990	na	na
1994 - 1995	0.679	8.88
2002 - 2003	0.777	42.1
2003 - 2004	1.23	31.1
2004 - 2005	0.405	3.52
2005 - 2006	2.32	134.8
2006 - 2007	1.15	21.9
2007 - 2008	1.37	16.0
2008 - 2009	2.033	42.70
2009 - 2010	0.560	10.3

表 29 SANAA の流量記録

(各年平均、最大)

(観測所 : Guacerique II)

年度	年平均 (m ³ /s)	年最大 (m ³ /s)
観測所 : Guacerique II		
1982 - 1983	0.997	171.0
1983 - 1984	1.52	217.0
1984 - 1985	2.05	42.3
1985 - 1986	0.956	14.4
1986 - 1987	0.852	38.90
1987 - 1988	1.13	57.5
1988 - 1989	2.17	125.70
1989 - 1990	1.52	40.0
1990 - 1991	1.29	25.2
1991 - 1992	0.865	69.2
1992 - 1993	0.794	72.5
1993 - 1994	1.53	32.3
1994 - 1995	0.754	137.0
1995 - 1996	2.94	99.4
1996 - 1997	1.52	39.60
1997 - 1998	1.02	60.4
1998 - 1999	2.268	62.3
1999 - 2000	0.101	0.169
2000 - 2001	1.029	35.6
2001 - 2002	0.600	35.1
2002 - 2003	0.958	41.1
2003 - 2004	1.57	76.2
2004 - 2005	0.807	9.38
2005 - 2006	2.189	82.5
2006 - 2007	1.67	56.6

表 30 流量確率計算結果 1 (Gumbel-Chow 法)

再現期間 (年)	Concepción	Guaserique II
10	242.6	132.4
20	313.4	160.0
50	405.0	195.7
100	473.7	222.4
500	632.4	284.2

(単位 : m^3/s)

表 31 流量確率計算結果 2

(Gumbel-Chow 法)

再現期間 (年)	Concepción	Guaserique II
10	1.66	0.70
20	2.15	0.85
50	2.78	1.04
100	3.25	1.18
500	4.34	1.51

(単位 : $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)