

国際協力事業団  
ホンデュラス国  
通信・公共事業運輸省

ホンデュラス国

チャメレコン川支流域治水・砂防計画調査

ファイナル レポート

要 約

平成6年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル  
国 際 航 空 株 式 会 社

613  
61.7  
SSS

社 団 三  
J. R.  
94-002



JICA LIBRARY



1119562(5)



国際協力事業団  
ホンデュラス国  
通信・公共事業運輸省

ホンデュラス国

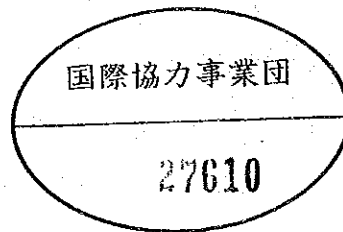
チャメレコン川支流域治水・砂防計画調査

ファイナル レポート

要 約

平成6年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル  
国 際 航 業 株 式 会 社



J11195625

本報告書では事業費を1993年6月時点の市場価格で見積り、レンピーラで表示した。また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

US\$1.00=Lps. 6.20=Yen110.00 (1993年6月の通貨換算率)

## 序 文

日本国政府はホンデュラス共和国政府の要請に基づき、同国のチャメレコン川支流域治水・砂防計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成4年8月から平成5年11月までの間4回にわたり、株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナルの田中 元氏を団長とし、同社および国際航業株式会社より構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はホンデュラス国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年1月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

## ホンデュラス国

### チャメレコン川支流治水・砂防計画調査

#### 計 画 概 要

1. 調査地域（面積：約717km<sup>2</sup>）は、ホンデュラス国の北西部を占めるスーラ・バレーの北西部に位置している。スーラ・バレーはホンデュラス国の農業・工業生産上で最も重要な地域である。しかし、当地域は河川流下土砂と洪水の被害を受けやすく、1974年のハリケーン フィフィでは記録上最大の洪水被害が発生した。その後調査地域では、特にパイロット流域（チョロマ川、ブランコ川およびエルサウセ川）では大量の流出土砂と洪水の問題に悩まされている。この計画調査では、パイロット流域を中心に調査地域の治水・砂防対策を立案した。

#### 2. 治水・砂防マスタープラン

2.1 計画土砂量は、1974年のハリケーン フィフィの流出土砂規模を基本に計画する。砂防施設としては、砂防ダム、床固工、流路工、遊砂工および導流堤を計画する。

計画洪水量は、ハリケーンフィフィの洪水とほぼ同規模の50年確率洪水を基本に計画する。洪水防御施設としては河道改修、築堤、護岸、防護施設を計画する。

なお、非構造物対策としては、洪水・土石流警報・避難組織の導入が望ましいので、その基礎となる調査地域の土石流危険地域図および洪水氾濫図を作成する。

#### 2.2 マスタープランの事業費

マスタープランの目標年次は2005年とした。

事業費は直接費、間接費および予備費からなり、用地買収・補償、事務費および技術費は間接費として計上している。外貨換算率は、Lps. 6.20 = US\$1.0 = Yen110.0 (1993年6月現在) とする。

##### (1) チョロマ川

	外貨分 (百万Lps)	内貨分 (百万Lps)	計 (百万Lps)
A. 直接費	227.68	124.29	351.97
B. 間接費	27.32	33.59	60.91
C. 予備費	45.54	24.86	70.40
D. 総計	300.54	182.74	483.28



(2) エルサウセ川／ブランコ川

	外貨分 (百万Lps)	内貨分 (百万Lps)	計 (百万Lps)
A. 直接費	266.48	152.10	418.58
B. 間接費	31.98	40.25	72.23
C. 予備費	53.30	30.42	83.72
D. 総計	351.76	222.77	574.53

2.3 実施期間は1996年から2005年の10年間とした。

2.4 経済評価による各パイロット河川のEIRRの値は下記のとおりである。

経済内部収益率 (EIRR)

	チョロマ川	ブランコ川	エル・サウセ川	エル・サウセ&ブランコ川
EIRR(%)	15.3	4.3	14.3	13.0

2.5 事業による環境上の影響については、当事業が土砂流・洪水防御を目的としており、砂防施設・河道整備は地域の環境保全によい効果を与えるだろう。洪水防御は地域の安全を高めると同時に土地利用の高度利用の可能性を高めるだろう。事業による重大な環境上の悪影響はないものと判断する。

2.6 事業評価の結果、チョロマ川治水・砂防事業が最も効率的と判断し、優先地域に選定しF/Sを実施する。

3. チョロマ川のF/S

3.1 全体計画と緊急計画

〈砂防施設〉	全体計画 (2005年目標)	緊急計画 (1997年目標)
砂防ダム (箇所)	10	2
床固工 (箇所)	17	2
導流堤 (箇所)	1	1

〈治水施設〉	全体計画 (2005年目標)	緊急計画 (1997年目標)
河道改修 (km)	7.57	3.43
築堤 (km)	15.13	6.86
護岸 (km)	4.80	3.43
護床 (国道橋) (㎡)	16,800.00	11,400.00
国道橋の延長 (箇所)	1	—
鉄道橋の架替 (箇所)	1	1

### 3.2 全体計画および緊急計画の事業費

#### (1) 全体計画

	外貨分 (百万Lps)	内貨分 (百万Lps)	計 (百万Lps)
A. 直接費	227.82	138.10	365.92
B. 間接費	27.34	35.43	62.77
C. 予備費	45.56	27.62	73.18
D. 総計	300.72	201.15	501.87

#### (2) 緊急計画

	外貨分 (百万Lps)	内貨分 (百万Lps)	計 (百万Lps)
A. 直接費	66.68	36.65	103.33
B. 間接費	8.00	9.92	17.92
C. 予備費	13.34	7.33	20.67
D. 総計	88.02	53.90	141.92

3.3 事業の実施は全般の調整は通信・公共事業・運輸省 (SECOPT) が担当し、事業の執行は公共事業局 (DGOP) が責任を持つものとする。実施期間は

- 緊急計画は1995年に開始し、1997年までに完成する。
- 全体計画は2005年までに完成する。

3.4 事業評価は経済、社会、環境上の効率により評価する。チョロマ地域は、1974年のハリケーン フィフィでは集落地域および市街地域の大半が土砂流・洪水の被害を受け、多数の死傷者 (死者: 2,500人、負傷者: 20,000人) を出し、また、国道橋

の流出により陸上輸送が滞り、その社会的影響は極めて大きかった。当事業の実施により、集落地域および市街地域はフィフィ規模の土砂流・洪水に対しても安全となり、直接・間接被害の軽減・防止により、その社会的効果は極めて高い。また、河道整備に伴ない、河道沿いの環境保全が図られ自然環境、生活環境に対し高い効果が期待できる。

経済評価によると全体計画のEIRRの値は15.3%と高い値を示している。緊急計画はチョロマ川流域では最も人口密度が高く、資産も多いチョロマ市街地域を保全の対象としているので、さらに高い経済効率を得られるだろう。

#### 4. 結論と勧告

##### 4.1 結論

- (1) パイロット河川のマスタープランで提案した土砂・洪水防御施設は、技術、経済、社会、環境上妥当である。
- (2) F/Sで提案した緊急計画は技術、経済、社会および環境上、妥当である。緊急計画の早期実施による社会・経済上の影響はチョロマ地域にとどまらず、広範囲の地域に良い影響をもたらすだろう。

##### 4.2 勧告

- (1) チョロマ川緊急施設の早期実施をはかるため、緊急計画に対し政府は高い優先順位を付する必要がある。
- (2) エル・サウセ川およびブランコ川については、計画の早期実現を図るため、さらに詳細な調査を実施することが重要である。
- (3) 洪水対策および水資源開発を推進するためには、調査地域およびスーラ・バレーの水文観測施設の増設・強化が必要である。
- (4) 土地開発や管理に関わる機関は、マスタープランで作成した土石流および洪水危険地域図を参考にすることが必要である。

- (5) チョロマ川下流地域の洪水防御には、チョロマ川下流の排水路およびチャメレコン川の改修が必要である。下流水路の洪水流下能力は、洪水量に比べ、極めて小さい。
- (6) ホンデュラスの土砂流・洪水対策の問題や今後必要となる維持管理活動に対応するために、治水・砂防分野については、SECOPTの組織・体制の強化・改善が必要である。

## 要 約

### 1. 概 要

- 1.1 この報告書は、ホンデュラス国チャメレコン川支流流域治水・砂防計画調査のマスタープランおよびマスタープランで選定された優先地域のF/S調査の最終報告書の要約である。
- 1.2 調査地域（面積：約717km<sup>2</sup>）は、同国の北西部を占めるスーラ・バレーの北西部に位置している。スーラ・バレーはウルア川（流域面積：19,800km<sup>2</sup>）およびチャメレコン川（流域面積：3,200km<sup>2</sup>）の北部にあたり、農業・工業生産の上で国内で最も重要な地域である。ホンデュラス国政府はスーラ・バレーの安定を極めて重要視している。調査地域は図S. 1に示す。
- 1.3 1974年のハリケーンフィフィではスーラ・バレーは激甚な洪水被害を受けた。調査地域のメレンドン山群では無数の山腹崩壊をおこし、調査地域は土石流と洪水により、多数の死者と甚大な被害を受けた。報告によれば調査地域において、その洪水による死亡者は10,000人を下らない。ハリケーンフィフィ後、調査地域は大量の流出土砂と洪水の問題に悩まされている。
- 1.4 ホンデュラス政府の要請に基づき、我が国はパイロット流域の治水・砂防計画に関するマスタープランの実施を決定し、我が国の技術協力実施機関である国際協力事業団（JICA）が、ホンデュラス国政府の関係機関と協力して実施した。調査は下記の2フェーズからなる。

第1フェーズ： マスタープラン調査（1992年8月～1993年3月）

- － パイロット河川流域の治水・砂防対策に関するマスタープランの策定およびその他地域の対策を提案する。
- － F/S調査を実施する優先地域を選定する。
- － On-The-Job-Training による技術移転をはかる。

第2フェーズ： F/S調査(1993年4月～1993年12月)

- 優先地域の治水・砂防対策に関するF/Sを実施する。
- On-The-Job-Trainingによる技術移転をはかる。

ホンデュラス国政府は技術移転を考慮して、調査団にカウンターパートを第1フェーズ5名、第2フェーズ4名、常駐させた。

## 2. 調査地域と洪水被害

- 2.1 調査地域はメレンドン山系とスーラ・バレーの平野からなる。メレンドン山系は最高標高は海拔1,700mあり、急峻な地形を形成している。調査地域の地形は急な山腹斜面と、急峻な溪流、谷の出口の沖積錐や扇状地、および沖積平野で構成している。
- 2.2 調査地域の地質は、急な山地を形成している古生代の変成岩と、これに貫入した中生代白亜紀～新第三紀の花崗岩と沖積平野を形成する河川堆積物に大別される。また、メレンドン山系の南側の頂上部と緩斜面には薄い火山砕屑岩類の堆積物が分布している。
- 2.3 調査地域の気候は雨季と乾季に分かれている。年間降雨量は調査地域平野部の南端に位置するリマ市のラ・メサでは1,200mm、北端外縁の海岸部に位置するプエルト・コルテスでは2,800mmである。

調査地域の降雨量はかなり地域的に差があると思われるが、水文資料は極めて限られている。調査地域および付近にはいくつかの雨量観測所と水位観測所があるが、ラ・リマは1944～1991年の雨量観測記録があり、調査地域では唯一の比較的長期間の観測記録をもつ観測所である。パイロット河川の流域では今のところ水位記録はない。

- 2.4 洪水災害をもたらすような、洪水は主にハリケーンや熱帯低気圧により発生している。記録によると、顕著な洪水は1897、1916、1935、1945、1954、1969、1974、1976、1979、1988、1990、1993年に発生している。

1974年のハリケーンフィフィは最大の洪水災害を引き起こした。調査によると、こ

の洪水ではスーラ・バレーの平野部は大半が洪水氾濫の被害を受け、水没期間は平均10日間を記録している。現地調査および空中写真判読をもとに作成した1974年、1990年の洪水氾濫図によると洪水範囲はそれぞれ340km<sup>2</sup>、190km<sup>2</sup>の広範囲にわたる。1974年の洪水氾濫図を図S. 2に示す。

- 2.5 1974年9月18日～19日のハリケーンフィフィでは、ラ・メサとプエルト・コルテスで日雨量340mm、280mmを記録した。ラ・メサの日雨量340mmを評価すると、200年確率以上であるが、プエルト・コルテスの280mmを評価すると20～30年確率規模である。しかし、短時間の雨量強度は比較的小さく、ラ・メサの6時間降雨は140mmである。これを評価すると50～70年確率規模である。また、推定した時間降雨量は66mmで、30年確率規模である。洪水シミュレーションによると、ハリケーンフィフィのピーク流量は、50年確率規模の雨量によるピーク流量とほぼ同様な規模である。

### 3. 人口と土地利用

- 3.1 ホンデュラスの人口は4,443,771人（1988年）である。1961年の1,884,765人から1974年には2,656,948人に増加した。年平均人口増加率は1961～1974年および1974～1988年はそれぞれ2.68%、3.74%である。全国平均の人口密度は40人/km<sup>2</sup>である。調査地域は急速に発展している。サン・ペドロ・スーラ、リマ、チョロマおよびコルテスの総人口は1961年の137,988人、1974年に281,247人、1988年には500,886人である。人口増加率は、1961～1974年は5.63%、1974～1988年は4.2%である。また、1988年の調査によると都市人口は全人口の77%を占めている。一家族は平均4.71人である。

- 3.2 調査地域の土地利用は肥沃な平野と山林に特徴があり、農業、牧畜や林業にとって好条件である。調査地域の西部に位置している山地は、松・杉・広葉樹林（マホガニ、マンゴ、アーモンド、ヤシ、アボガド等）からなる熱帯林である。山地は、調査地域の42%（304km<sup>2</sup>）を占めている。調査地域の土地利用状況を図S. 3に示す。森林面積はサン・ペドロ・スーラの山地では67～77%を占めているが、チョロマ地域の山地ではわずか9%である。

サン・ペドロ・スーラの山地は、水源および山地保全を目的に保護されているが、チョロマの山林はむしろ農業を目的に粗放に利用されている。一方、調査地域の東部の低平地は主要な土地利用は都市地域を除外すれば牧場である。主な都市は、サン・ペドロ・スーラ、リマおよびチョロマである。サン・ペドロ・スーラ市と周辺は商業地域、住宅地域と同時に大規模な工業地域を形成している。

#### 4. 既存施設

4.1 S E C O P Tは1980年代に土砂対策施設としてチョロマ川流域で施設計画を作成しており、チョロマ川流域で1984年に砂防ダム（竹本ダム）1基完成している。

4.2 洪水対策施設については、下記に示すような数種類の工種のもが施工されている。

##### (1) チャメレコン川沿いの堤防

チャメレコン川左岸には54.1kmの堤防がある。これらの堤防はサン・ペドロ・スーラ市やS E C O P T等場所によって異なる機関が施工している。

##### (2) 支川沿いの堤防

ハリケーンフィフィの後、S E C O P Tはチョロマ川沿いに堤防を約5.0km施工している。サン・ペドロ・スーラの市街地を防御する目的で、ブランコ川の21.2km、エル・サウセ川（含む支川）の44.1kmについて、サン・ペドロ・スーラ市とS E C O P Tが堤防による河道改修を実施している。

#### 5. 計画、降雨と流出

5.1 降雨型はラ・メサとエル・モデロの2ヶ所の観測所の降雨資料をもとに検討した。この2ヶ所の観測所はお互いに近接していると同時に、年降雨量も類似している。降雨型は前方集中、中央集中および後方集中の3型について検討し、流出解析には、3型のうち最大のピーク流出となる後方集中型を採用した。

5.2 流出解析には下記の理由により、合理式と中安式単位流量図を用いた。

(1) 合理式は、流域面積が200km<sup>2</sup>以下の比較的小規模流域のピーク流量の推定には適している。合理式は砂防施設計画のピーク流量の推定に用いる。

(2) 中安式単位流量図法は日本の河川工事の計画には広く用いられている。中安式単位流量図法は、地形条件が類似しているパイロット河川流域の流出解析に用いる。この方法によると、ピーク流量と同時に洪水の流量時間曲線が得られる。



- (3) 貯留関数法もまた流出解析には実用的だが、この方法で推定した流量時間曲線は実際の流量資料で検討することが必要となるが、今のところ流量資料は全くない。

流域区分図および流出解析の結果を図 S. 4～S. 6 に示す。

## 6. 生産土砂と流出土砂

- 6.1 ハリケーンフィフィは、チョロマ川およびブランコ川の両流域で無数の山腹崩壊と土石流を引き起こしている。土石流痕跡はほとんど全ての2次谷で認め得る。チョロマ流域に選定したサンプル地域(16.4km<sup>2</sup>)の調査によると、ハリケーンフィフィによる崩壊として判別されたのは山腹斜面の9.68%である。また、崩壊深はフソーサ川では1.0～2.0m、チョロマ川ではそれより少なめと推定された。

チョロマ川およびブランコ川について、ハリケーンフィフィによる土砂堆積区域と堆積深を、空中写真の判読と現地踏査によって推定した。チョロマ川については、ハリケーンフィフィの土砂バランスを推定した。

他のパイロット河川については、土砂バランスは下記の土砂をもとに推定した。

- 崩壊地の生産土砂
- 河道の侵食土砂
- 不安定堆積土砂

また、空中写真と現地踏査により、調査地域の中で土砂生産の可能性が高い地域について判読した。

## 7. 治水・砂防マスタープラン

- 7.1 砂防施設のマスタープランは、1974年のハリケーンフィフィの規模を基本にする。提案の施設計画は、砂防ダム、床固工、流路工、遊砂工および導流堤等の砂防施設により、砂防基準点における超過流出土砂量を許容流出土砂量に減少させることを目的としている。また、非構造物対策の一部として、後述するような調査地域の危険地域を判定し、提案する。

- 7.2 治水施設は、ハリケーンフィフィの洪水とほぼ同規模の50年確率の洪水を対象に計画する。パイロット河川の河道について現況流下能力と適切な洪水防御施設について検討する。

河道改修は、維持管理を考慮して、複断面を計画する。低水路は2～3年確率洪水量の流下能力を持つように計画する。ブランコ川はエル・サウセ川に流入させ、ブランコ川の以前の河道を流すように計画する。提案の施設は図S. 7に示す。

- 7.3 パイロット河川について、事業を「実施した場合」および「実施しない場合」の土砂流量と河床変動についてシミュレーションを実施する。シミュレーションの結果によると、チョロマ川は河道改修を実施すると、土砂流量のバランスは改善され、動的安定状態となる。ブランコ川については適切な維持管理と河床の土砂排除が必要となる。エル・サウセ川は、ブランコ川を合流させてもさせなくとも、下流部は土砂堆積の傾向があるので、定期的に河床の土砂排除が必要となる。

- 7.4 洪水予報・避難組織は、パイロット河川流域外に住む人々を土石流や洪水の危険から護るためには必要である。非構造物対策の一部として、調査地域の土石流危険地域を判別する。判別した土石流危険地域を図S. 8(1)～(4)に示す。危険地域図はサン・ペドロ・スーラの市街地の一部が土石流の危険のあることを示している。

- 7.5 事業費は直接費、間接費および予備費からなり、用地買収・補償、事務費および技術費は間接費として計上している。直接費の建設工事費は提案施設の予備設計をもとに算出している。間接費および予備費は直接費から比率で算出している。積算単価は1993年6月時点の市場単価を用い、外貨換算率は下記の値を用いた。

$$\text{Lps. } 6.20 = \text{US\$}1.0 = \text{Yen}110.0$$

事業費は以下に示す。

## (1) チョロマ川

(単位：百万Lps.)

項目	F/C	L/C	計
A. 直接費			
1) 河川工事	46.06	12.87	58.93
2) 砂防工事	181.62	111.42	293.04
3) 小計	227.68	124.29	351.97
B. 間接費			
1) 用地費	—	1.07	1.07
2) 事務費	—	17.60	17.60
3) 技術料	27.32	14.92	42.24
4) 小計	27.32	33.59	60.91
C. 予備費	45.54	24.86	70.40
D. 総計	300.54	182.74	483.28

## (2) エル・サウセ川／ブランコ川

(単位：百万Lps.)

項目	F/C	L/C	計
A. 直接費			
1) 河川工事	64.61	30.52	95.13
2) 砂防工事	201.87	121.58	323.45
3) 小計	266.48	152.10	418.58
B. 間接費			
1) 用地費	—	1.07	1.07
2) 事務費	—	20.93	20.93
3) 技術料	31.98	18.25	50.23
4) 小計	31.98	40.25	72.23
C. 予備費	53.30	30.42	83.72
D. 総計	351.76	222.77	574.53

7.6 事業の実施計画は、建設計画に基づいて1996年から2005年に行なう計画とする。

7.7 事業評価は主に経済評価に基づいている。マスタープランにおいては、経済評価はパイロット河川の土砂・洪水防御について、代替案から経済的に適正な計画を選別することを目的としている。事業の経済効果は経済内部収益率（EIRR）で検討する。事業の経済評価は費用と便益をベースにする。便益は年平均被害軽減額を求めている。

年平均被害軽減額は各再現期間（2年、5年、30年、50年、100年）について下記の洪水被害を評価した。

- 家屋、資産の直接被害
- 公共施設の直接被害
- 事業利益の損失
- 緊急対策の支出

各再現期間毎の年平均経済便益を下の表に示す。

年平均経済便益

(単位：1,000Lps.)

河川流域 再現期間	チョロマ川	ブランコ川	エル・サウセ川	ブランコ川/ エル・サウセ川
2	5,882	-	-	-
5	19,161	7,144	17,862	25,006
30	49,392	21,490	29,938	51,428
50	55,855	23,716	31,353	55,069
100	62,747	25,656	32,696	58,352

事業評価のプロジェクト・ライフは建設工事着手後50年間と設定する。

7.8 チョロマ川流域について各確率年の経済効率を評価した結果、50年確率が最も経済効率が高いことが明らかになり、計画洪水確率を50年に設定した。

50年確率規模についての経済評価によると、各パイロット河川のEIRRの値は下記のとおりである。

経済内部収益率（EIRR）

	チョロマ川	ブランコ川	エル・サウセ川	エル・サウセ&ブランコ川
EIRR(%)	15.3	4.3	14.3	13.0

(1) チョロマ川とエル・サウセ川については、EIRRの値はそれぞれ15.3%および14.5%を示し、治水・砂防事業としては比較的高い値である。経済的には実行可能性があると考えられる。

(2) ブランコ川はEIRRの値は4.3%と低く、資産が少ないところから、経済的には実行可能性は小さい。

(3) しかし、ブランコ川をエル・サウセ川に合流させた場合は、EIRRの値は13.0%となる。ホンデュラス国における資本の機会費用は10%~12%と考えると、この計画は経済的に妥当である。

7.9 事業による環境上の影響は、当事業が土砂・洪水防御を目的としており、砂防施設・河道整備は地域の環境保全上よい効果を与えるだろう。洪水防御は地域の安全を高めると同時に土地利用の高度利用の可能性を高めるだろう。事業による重大な環境上の悪影響はないものと予想される。

ただし、土地利用の高度化に伴う間接的影響として、将来都市の拡大、工業地域の拡大に伴ない、周辺および下流河川・湖への汚染負担が高まることが予想され、排水規制等の対策が必要となる。

7.10 事業評価の結果、チョロマ川のマスタープランが最も効率的で、F/Sの優先地域に選定された。

## 8. チョロマ川の緊急施設のF/S

8.1 砂防の緊急施設はマスタープランで計画した砂防ダム(10基)、床固工(3ヶ所)および導流堤の中から選定した。緊急施設として選定したのは下記のとおり。

- マハイネ川 25.72km地点 : 砂防ダム (No.1)
- フトーサ川 26.535km地点 : 砂防ダム (No.9)
- チョロマ川 18.885km地点および21.235km地点 : 床固工 (No.1)、(No.7)
- 床固工 (No.1) 地点 : 導流堤

緊急施設の土砂整備効果は34%と評価されている。図S. 9に緊急施設および全体計画を示す。

8.2 治水の緊急施設はCH-023から上流とした。緊急施設計画は、チョロマの現在の市街地および都市計画区域を洪水から防御することを目的とした。緊急施設は下記のとおり。

- 河道改修 : 3.43km
- 築堤 : 6.86km
- 護岸 : 3.43km
- 護床(国道橋) : 11,400㎡
- 鉄道橋の架替 : 1ヶ所(160m×5.0m)

図S. 9に緊急施設および全体計画を示す。

### 8.3 事業費

#### (1) 全体計画

(単位：百万Lps.)

項目	F/C	L/C	計
A. 直接費			
1) 河川工事	48.65	29.31	77.96
2) 砂防工事	179.17	108.79	287.96
3) 小計	227.82	138.10	365.92
B. 間接費			
1) 用地費	—	0.54	0.54
2) 事務費	—	18.32	18.32
3) 技術費	27.34	16.57	43.91
4) 小計	27.34	35.43	62.77
C. 予備費 A × 20%	45.56	27.62	73.18
D. 総計	300.72	201.15	501.87

#### (2) 緊急計画

(単位：百万Lps.)

項目	F/C	L/C	計
A. 直接費			
1) 河川工事	24.82	13.24	38.06
2) 砂防工事	41.86	23.41	65.27
3) 小計	66.68	36.65	103.33
B. 間接費			
1) 用地費	—	0.33	0.33
2) 事務費	—	5.19	5.19
3) 技術費	8.00	4.40	12.40
4) 小計	8.00	9.92	17.92
C. 予備費 A × 20%	13.34	7.33	20.67
D. 総計	88.02	53.90	141.92 $\approx 2577A$

(注) 外貨換算率 : Lps. 6.20 = US\$1.0 = Yen110.0 (1993年6月時点)

8.4 事業に対する全般の調整はSECOPTが担当し、事業の執行はDGOPが責任を持つようにする。他の機関としてはチョロマ市が関係するだろう。事業の実施計画は下記に基づいている。

- 緊急計画は1995年に開始し、1997年までに完成する。
- 他の工事は2005年までに完成する。

8.5 事業評価は経済、社会、環境上の効率により評価する。しかし社会・環境についてはマスタープラン同様、社会・環境上の効果は高いだろう。

経済評価によると、チョロマ川の治水・砂防に関する全体施設計画は妥当であり、EIRRの値は15.3%と高い値を示している。

感度分析によると、当事業は事業費の増加10%、便益の減少10%のケースでも、EIRRの値は12.3%期待でき、ホンデュラス国の資本の機会費用（10%~12%と推定）を考慮すると、経済効率は十分高い値を示している。

緊急対策施設はさらに高い経済効率が得られるだろう。なぜならば、緊急施設はチョロマ川流域では最も人口密度が高く、資産も多いチョロマ市街地域を防御の対象としている。また、緊急対策施設の社会効果は極めて高い。

チョロマ地域は1974年のハリケーン フィフィでは湛大な被害を受けている。当時のチョロマの人口は約30,000人だが、そのうち、死者2,500人、負傷者20,000人を記録している。また、国道橋の流出により、内陸輸送がかなり滞っている。

チョロマの人口は、1988年のセンサスによると約67,000人に増加しているとともに、1993年は約100,000人と推定される。緊急対策の実施によりチョロマ市街地域は当面土砂流・洪水被害からは安全となり、大半の市街地域と住民は被害を免れることになるだろう。また、緊急対策の河道改修と国道橋の保全対策により、ホンデュラス国の主要港プエルト コルテスと首都圏を始め、内陸の主要都市との生活物資の輸送（日交通量1,000~8,000台）は防御され、当緊急対策の社会的効果は極めて高い。したがって、事業の実施により、前に述べた有形の直接的効果に加え、多数の無形の効果が期待できる。



## 9. 結論と勧告

### 9.1 結 論

- (1) 土砂・洪水防御施設としてマスタープランに提案した施設は、技術、経済、社会、環境上妥当である。事業の実施によりパイロットの3流域は1974年のハリケーンフィフィ規模の土砂および洪水から防御されるだろう。経済評価によれば、チョロマ川、エル・サウセ川、ブランコ川のEIRRの値は、それぞれ15.3%、14.5%および4.3%である。ブランコ川のEIRRの値は低いが、マスタープランで提案しているように、ブランコ川が以前の河道、すなわちエル・サウセに流入するようになればEIRRは13.0%となる。環境初期評価の結果によれば、事業による悪影響は全く問題ないと予想される。
- (2) F/Sで提案された緊急計画は技術、経済、社会および環境上、妥当である。緊急施設を含めた施設計画のEIRRの値は15.3%である。同時に提案の緊急施設は、社会上極めて強い影響を持つだろう。提案の緊急施設は砂防ダム(2基)、床固工、導流堤および河道改修からなる。

### 9.2 勧 告

- (1) チョロマ川緊急施設の早期実施をはかるため、緊急計画に対し政府は高い優先順位を付する必要がある。
- (2) エル・サウセ川およびブランコ川については、早期に計画実現のため、調査の実施が重要である。経済評価によれば、エル・サウセ・ブランコ川事業は技術、経済効率、社会および環境上妥当だろう。この事業の社会的影響は極めて大きいだろう。なぜなら防御対象のサンペドロスーラおよびラ・リマは人口密度が高く、また社会・経済上の重要性が極めて高い地域である。
- (3) 水文観測網の改善は洪水対策や水資源開発には最も基本的なものである。水文資料は適正な治水・砂防対策の計画の基礎となる。計画地域およびスーラ・バレーを含めて水文観測施設はまだ不足している。チャメレコン川およびウルア川の水文観測施設の増強が必要である。
- (4) 土砂・洪水防御の非構造的対策の一部として、マスタープランで準備した将来の土石流および過去の洪水による危険地域については、土地開発や管理に関わる機関は参考にする必要がある。

- (5) チョロマ川下流地域の洪水防御には、チョロマ川下流の排水路およびチャメレコン川の改修が必要である。下流水路の洪水流下能力は、洪水量に比べ、極めて小さい。
- (6) ホンデュラスの土砂・洪水対策の問題や今後必要となる維持管理活動に対応するために、治水・砂防分野については、SECOPTの組織・体制の改善が必要である。

付



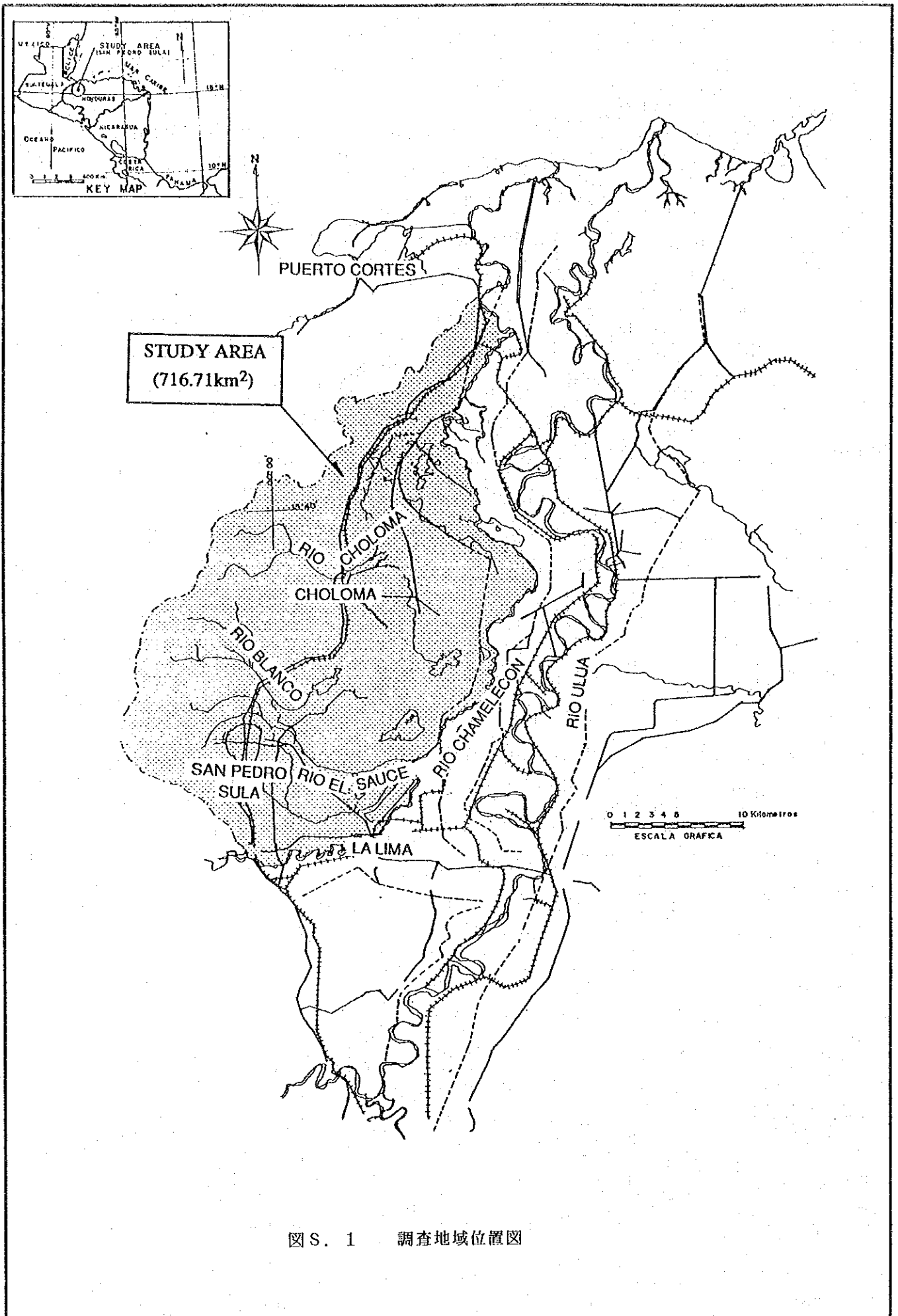





图 S. 1 調査地域位置図

**LEGEND**  
**SIGNOS CONVENCIONALES**

FLOOD AREA CAUSED BY  
 RIO CHOLOMA, BLANCO  
 AND EL SAUCE 

FLOOD AREA CAUSED BY  
 RIO CHAMELECON 

BUILT-UP AREA (PRESENT) 

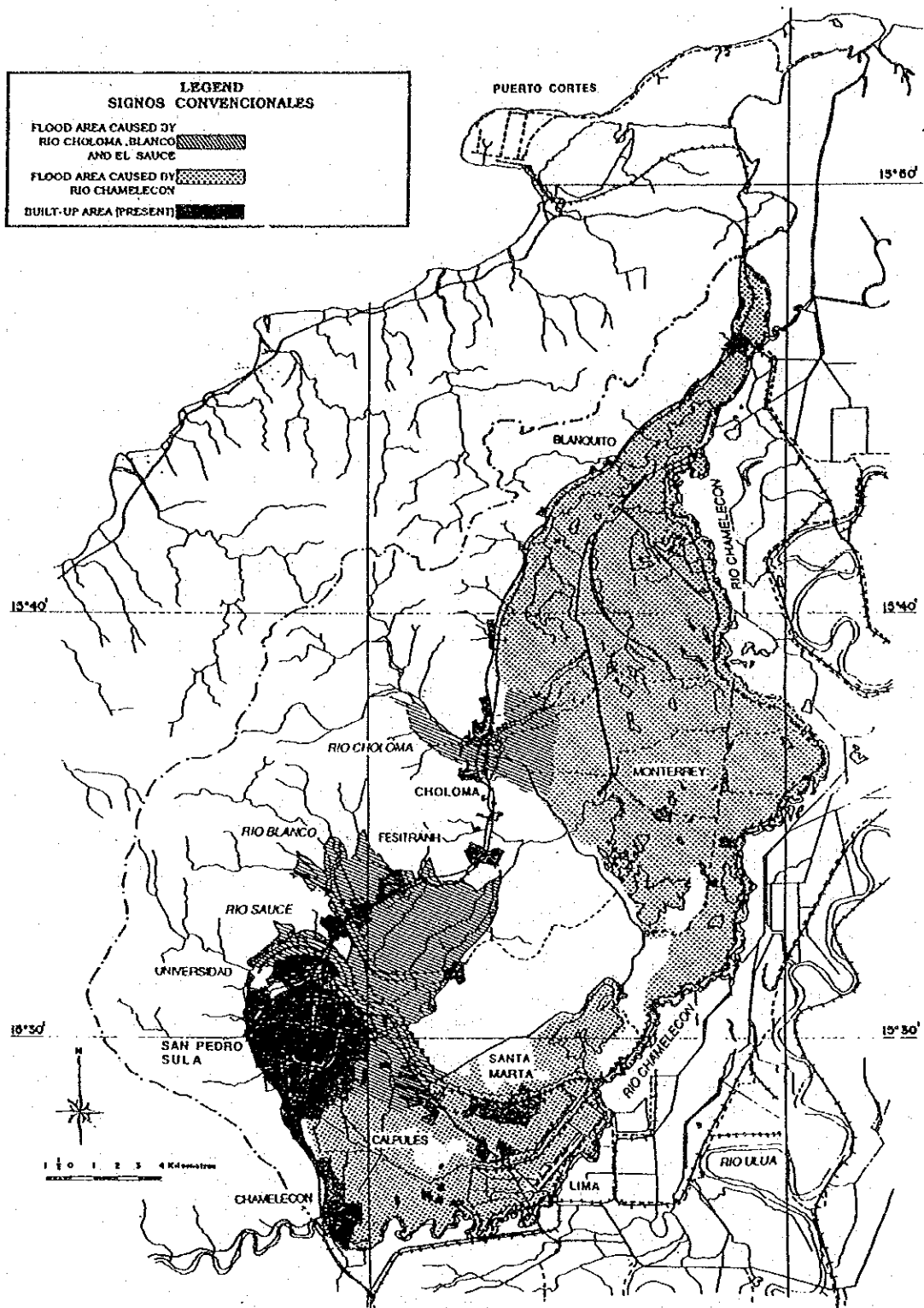


図 S. 2 1974年の洪水氾濫図

LEGEND (LEYENDA)	
A	BANANO (BANANO)
B	RICE, MAIZE (ARROZ, MAIZ)
	VEGETABLES, CITRUS, SUGAR CANE (VEGETALES, CITRICOS, CAÑA AZUCAR)
	CULTIVATED PASTURE (PASTO CULTIVADO)
	NATURAL PASTURE (PASTO NATURAL)
C	AGRICULTURE AND PASTURE IN GENERAL (AGRICULTURA Y PASTO EN GENERAL)
	BRUSHWOOD (MATORRAL)
	FOREST (BOSQUE)
	RIVERS AND LAGOONS (RIOS Y LAGUNAS)
	POPULATED AREA (AREA HABITADA)
	OTHERS (OTROS)

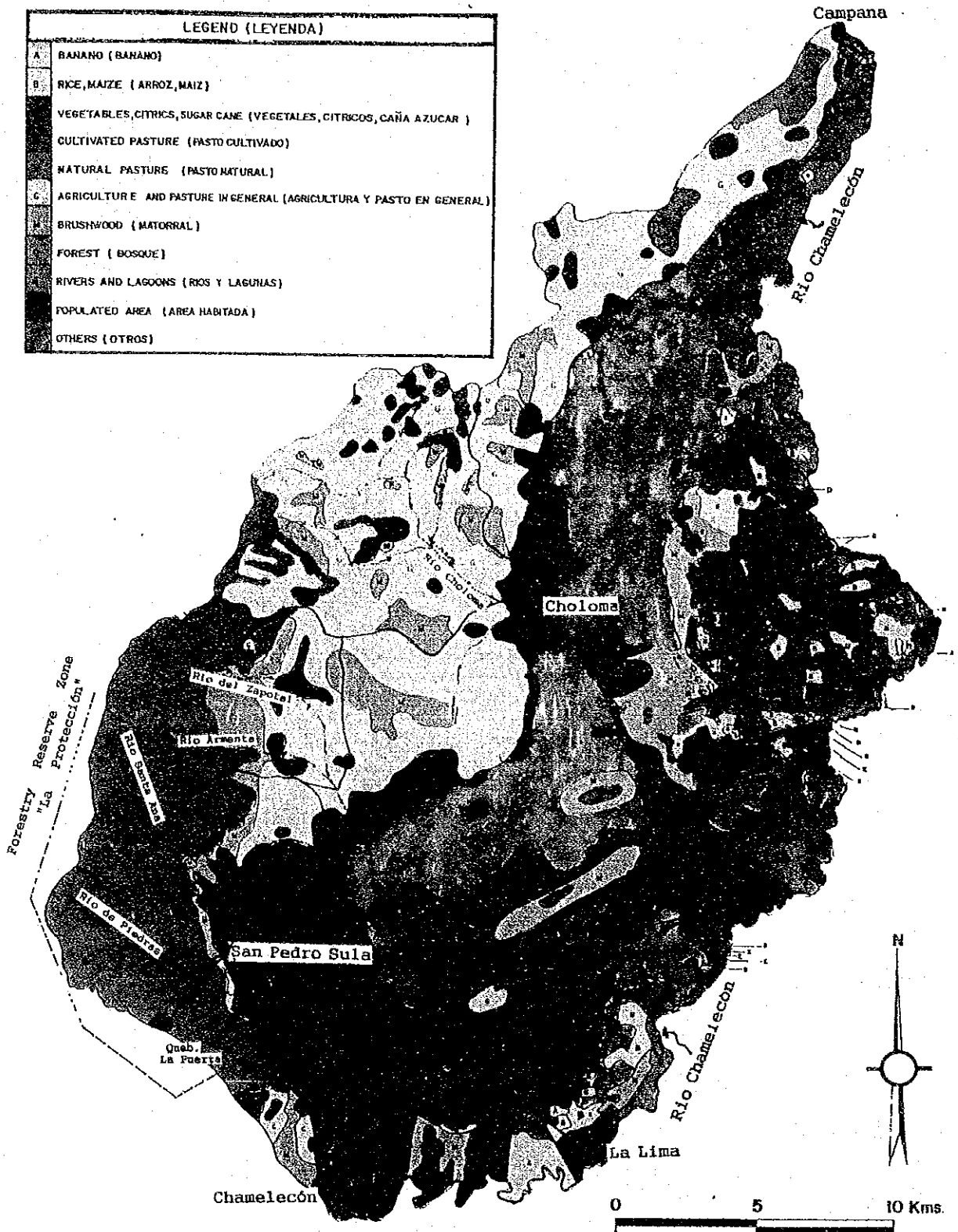


図 S. 3 調査地域の土地利用現況図

LEGEND (LEYENDA)	
A	BANANO (BANANO)
B	RYE MAIZE (ARROZ, MAIZ)
C	VEGETABLES, CITRUS, SUGAR CANE (VEGETALES, CITRICOS, CAÑA AZÚCAR)
D	CULTIVATED PASTURE (PASTO CULTIVADO)
E	NATURAL PASTURE (PASTO NATURAL)
G	AGRICULTURE AND PASTURE IN GENERAL (AGRICULTURA Y PASTO EN GENERAL)
M	BRUSHWOOD (MATORRAL)
O	FOREST (BOSQUE)
R	RIVERS AND LAGOONS (RIOS Y LAGUNAS)
X	UNCULTIVATED AREA (TIERRA INCULTIVADA)
Y	OTHERS (OTROS)

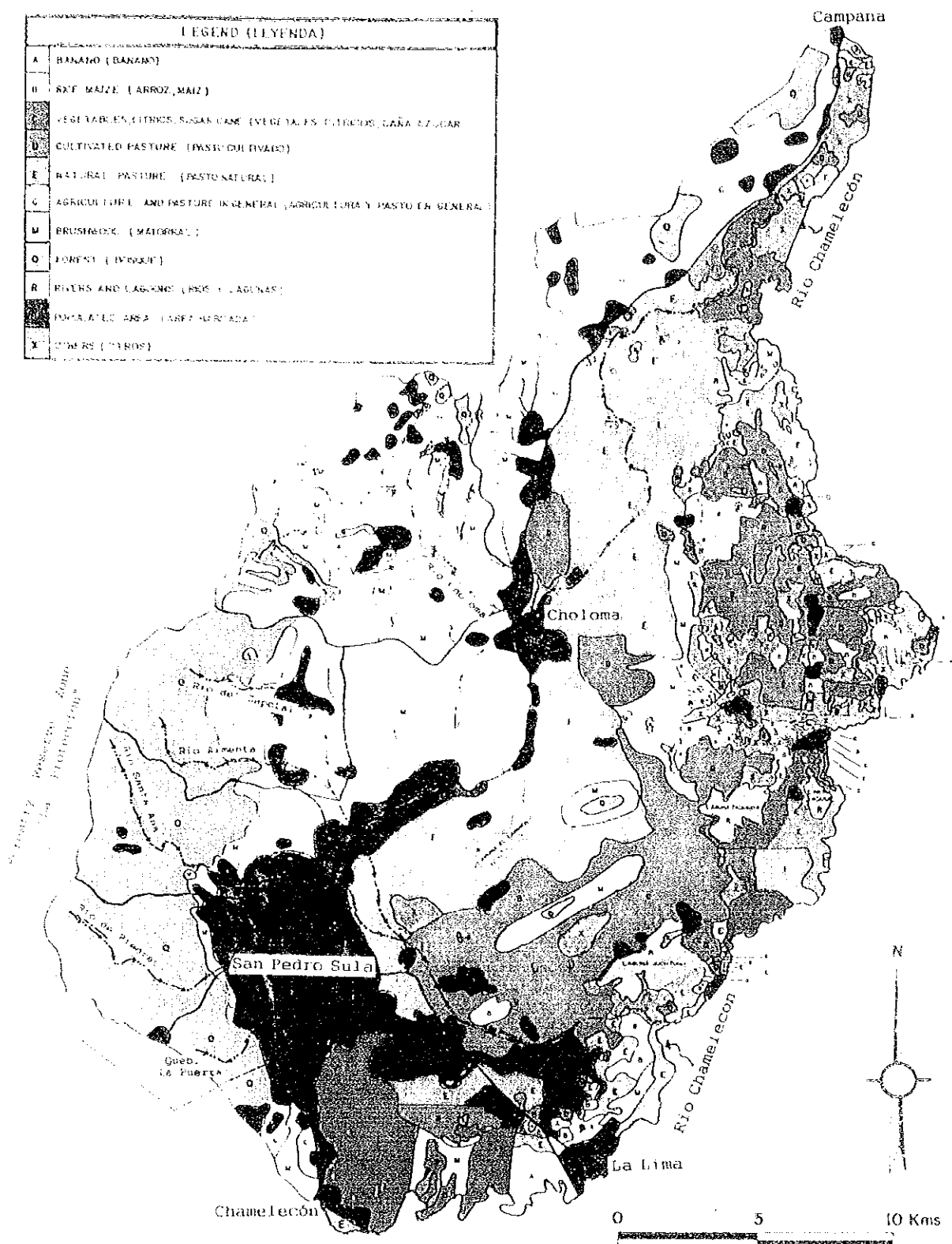


图 S-3 調查地域の土地利用現況図

	Catchment/river		
	C.A. (sq. km)	L (km)	
I	Rio Choloma, Rio Blanco, Canal San Roque, Canal S. R. - C. and Canal C. H. - C. Basin		
C-1	River Mouth of the Basin	420.15	48.4
C-2	Choloma, Blanco, San Roque, Canal San Roque - Cuabonos, C-H-C Basin	308.45	42.1
	I Canal Copen-Figuero-Cuabonos	33.43	8.8
	I Choloma, Blanco and San Roque	333.02	42.1
C-3	Rio Choloma, Rio Blanco and S.R. Basin	297.13	37.4
RC-1	Rio Choloma Basin	190.98	38.7
RC-2	I at Choloma Bridge	71.64	13.6
RC-3	II at Jutosa (junction of Rio La Jutosa)	55.92	9.4
C-4	Rio Blanco - Canal San Roque Basin	180.24	37.4
RB-1	Rio Blanco Basin	127.96	21.0
RB-2	I Outlet of Laguna El Carmen	107.41	22.7
RB-3	II Inlet of Laguna El Carmen	83.72	18.2
RB-4	III Prep. Diversion Point	71.35	15.7
RB-5	IV Rio del Zapotal and Rio de Armasita	43.90	12.2
II	Rio El Sauce and Rio El Sauce (Majo) - Chetopa Basin		
S-1	River Mouth of Rio El Sauce	215.78	28.9
RS-1	Rio El Sauce Basin	118.23	28.7
RS-2	I Adj. of Rio El Sauce	79.98	21.8
RS-3	II Jct. of Prep. Diversion	75.33	18.1
RS-4	III Rio Santa Ana and Rio Majo	72.18	18.4
RSB-1	IV Rio Santa Ana Basin (at National Hwy)	37.83	12.4
RSB-1	V Rio Majo Basin (at National Hwy)	30.87	12.9
RSV-1	Rio El Sauce (Majo) - Chetopa Basin	97.37	22.8

Note: Retention effect of Laguna El Carmen is not considered in this calculation  
 C.A. : Catchment Area of the Basin (sq. km)    L : Maximum River Length of the Basin (km)  
 S.R. : Canal San Roque    S.R.C. : Canal San Roque Cuabonos  
 C.H.C. : Canal Copen-Figuero-Cuabonos

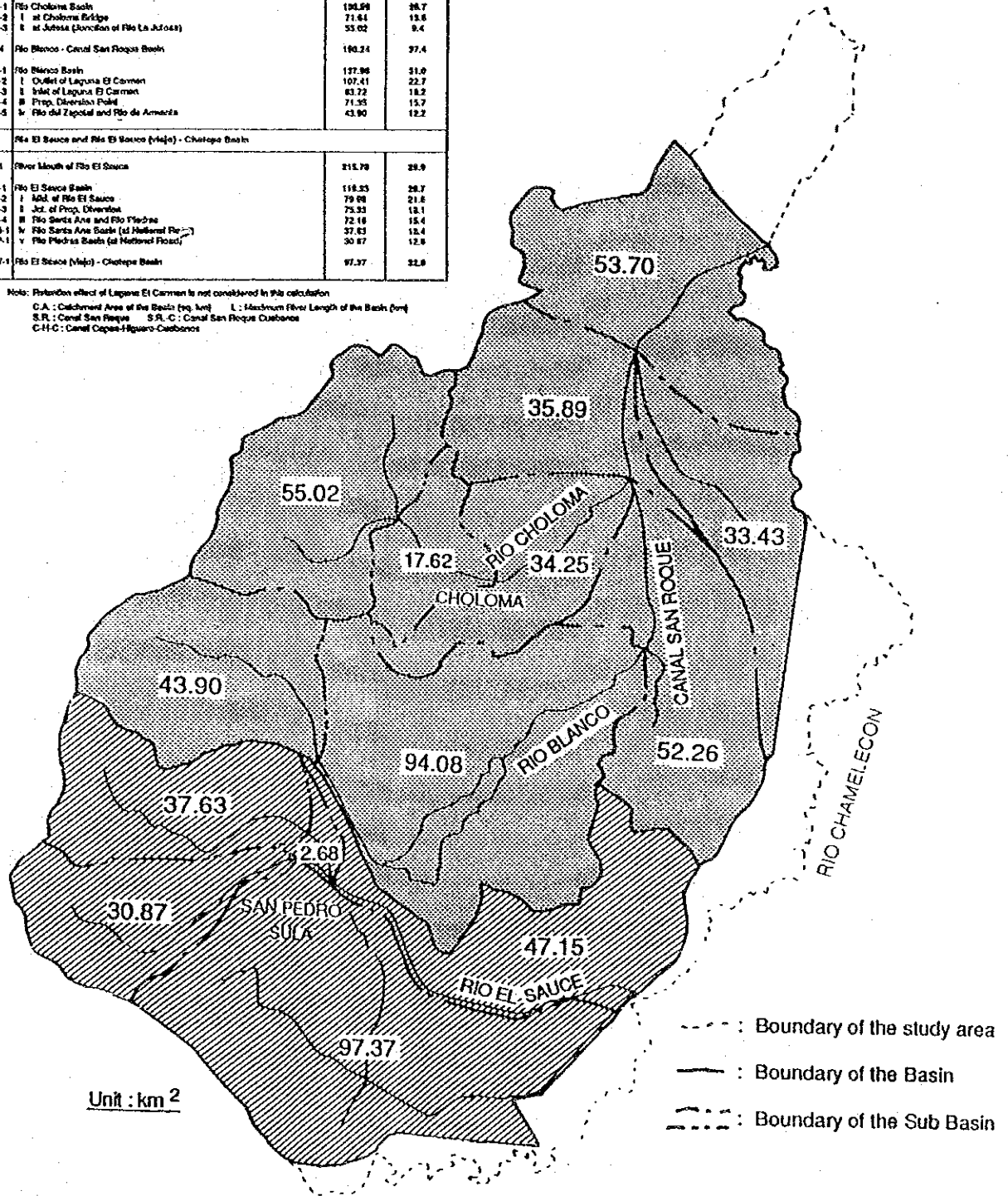


图 S. 4 流域区分图



	Catchment Area	
	S.A. (km <sup>2</sup> )	U (km <sup>2</sup> )
1. Rio Choloma, Rio Blanco, Canal San Roque, Canal S. R. C. and Canal C. H. C. Basins		
C.1. River Mouth of Rio Basin	470.14	46.4
C.2. Choloma, Blanco, San Roque, Canal San Roque, Cuzcoyacu, C.H.C. Basin	356.43	43.1
1. Canal Cuzcoyacu (Riquena Cuzcoyacu)	31.43	9.4
2. Choloma, Blanco and San Roque	315.02	42.1
C.3. Rio Choloma, Rio Blanco and S.R. Basin	287.13	37.4
DC.1. Rio Choloma Basin	106.29	20.7
DC.2. 1. Rio Choloma Basin	71.44	13.8
DC.3. 1. Rio Choloma Basin (Government of Rio La Amalza)	55.02	8.4
C.4. Rio Blanco, Canal San Roque Basin	180.34	37.4
FB.1. Rio Blanco Basin	137.48	31.8
FB.2. 1. Canal El Estero El Camero	127.41	27.7
FB.3. 1. Canal El Estero El Camero	87.72	18.2
FB.4. 2. Canal El Estero El Camero	71.45	15.7
FB.5. 3. Canal El Estero El Camero	28.35	12.2
4. Rio El Sauce with Rio R. Sauce (tributary) - Sub-basin		
S.1. River Mouth of Rio El Sauce	173.70	29.1
RS.1. Rio El Sauce Basin	143.15	24.1
RS.2. 1. Canal El Estero El Camero	9.76	2.2
RS.3. 2. Canal El Estero El Camero	73.35	18.7
RS.4. 3. Canal El Estero El Camero	71.45	15.7
RS.5. 4. Canal El Estero El Camero	11.43	2.2
RS.6. 5. Canal El Estero El Camero	8.17	1.4
RS.7. 6. Canal El Estero El Camero	8.17	1.4
RS.8. 7. Canal El Estero El Camero	8.17	1.4

Notes: 1. The area of the study area is 1000 km<sup>2</sup>.  
 2. The area of the study area is 1000 km<sup>2</sup>.  
 3. The area of the study area is 1000 km<sup>2</sup>.  
 4. The area of the study area is 1000 km<sup>2</sup>.

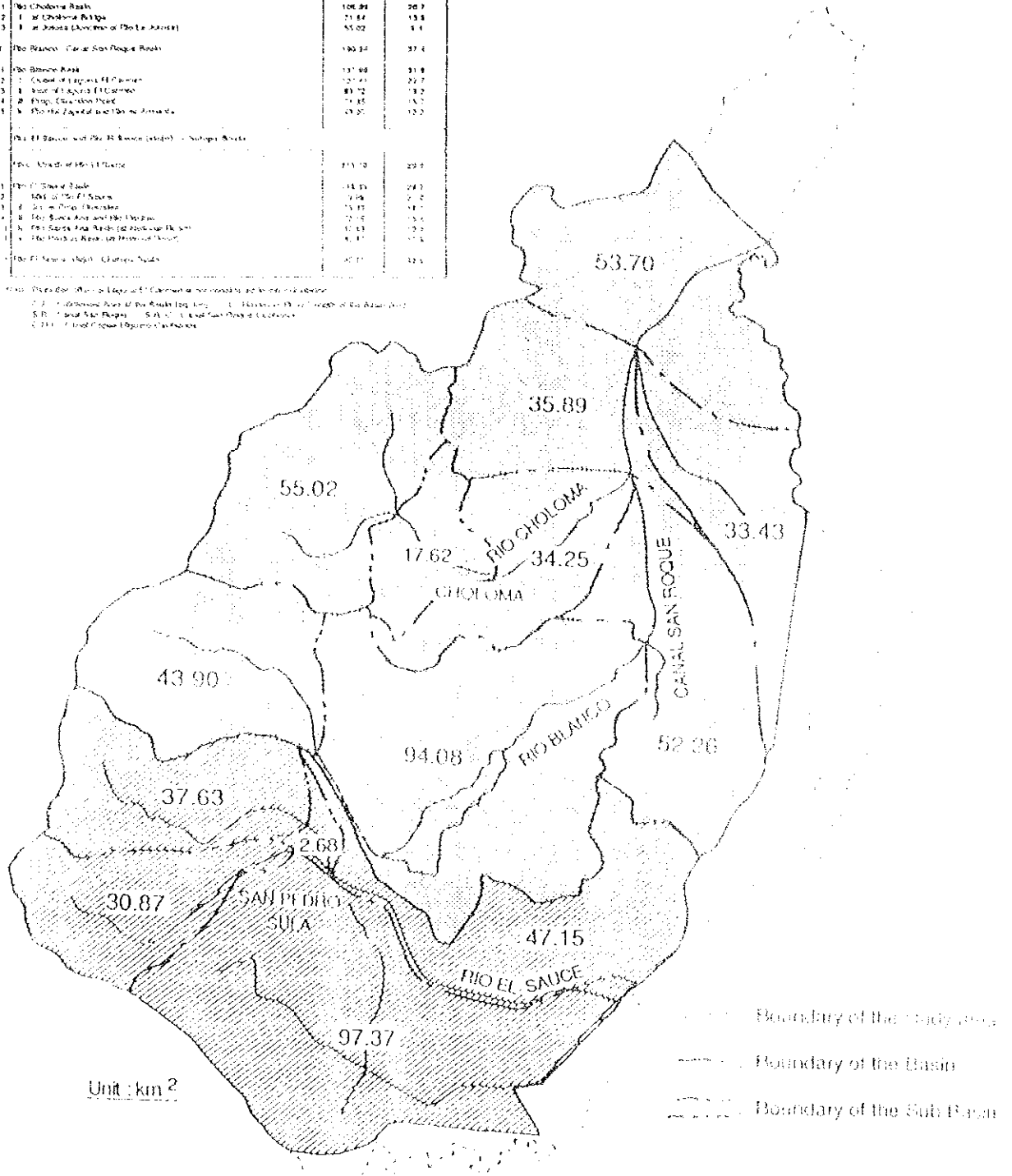


图 S. 4 流域区分图

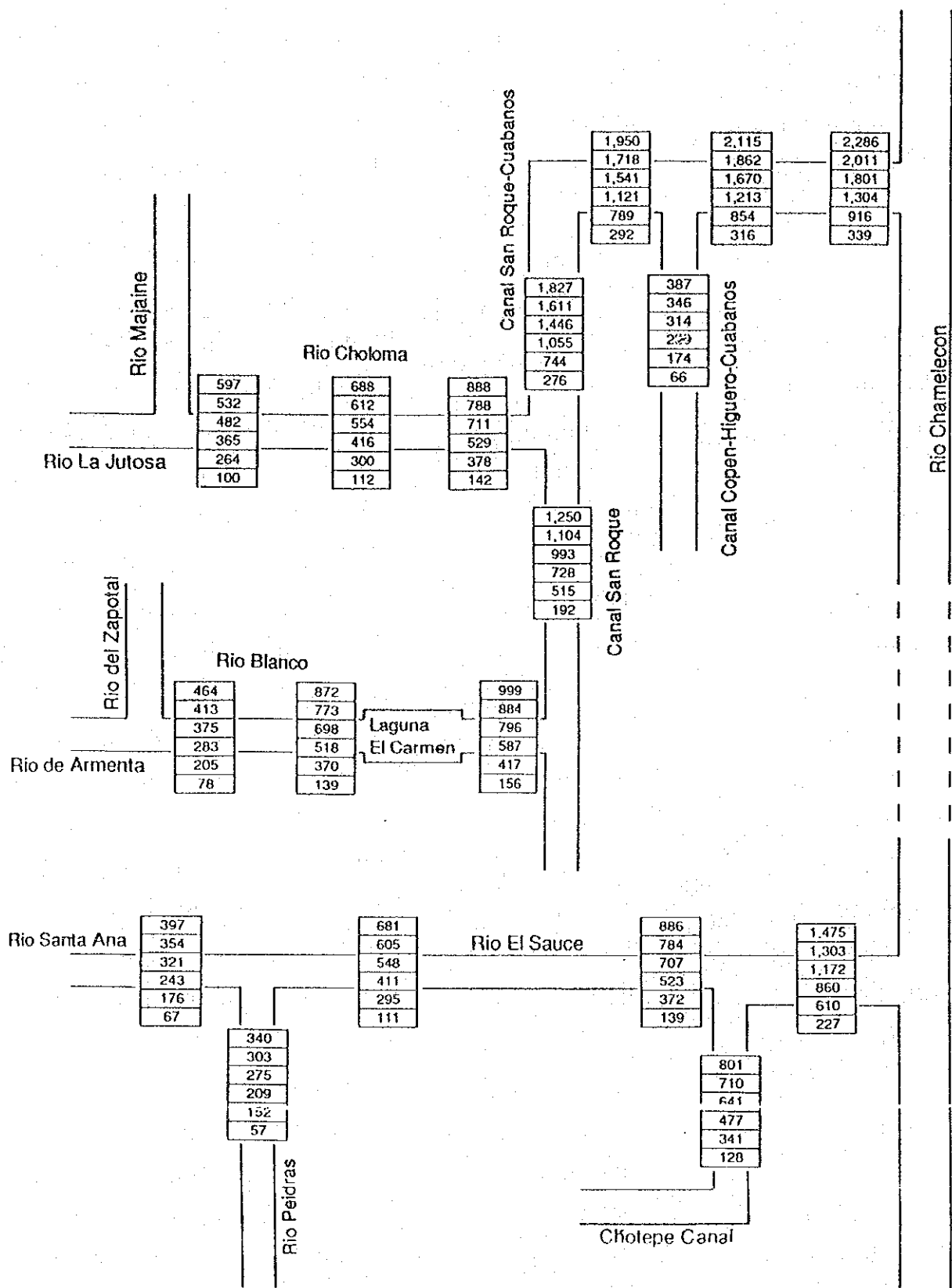


図 S. 5 最大流量図 (2 -、5 -、10 -、30 -、50 -、100 - 年確率 / 現況水系)

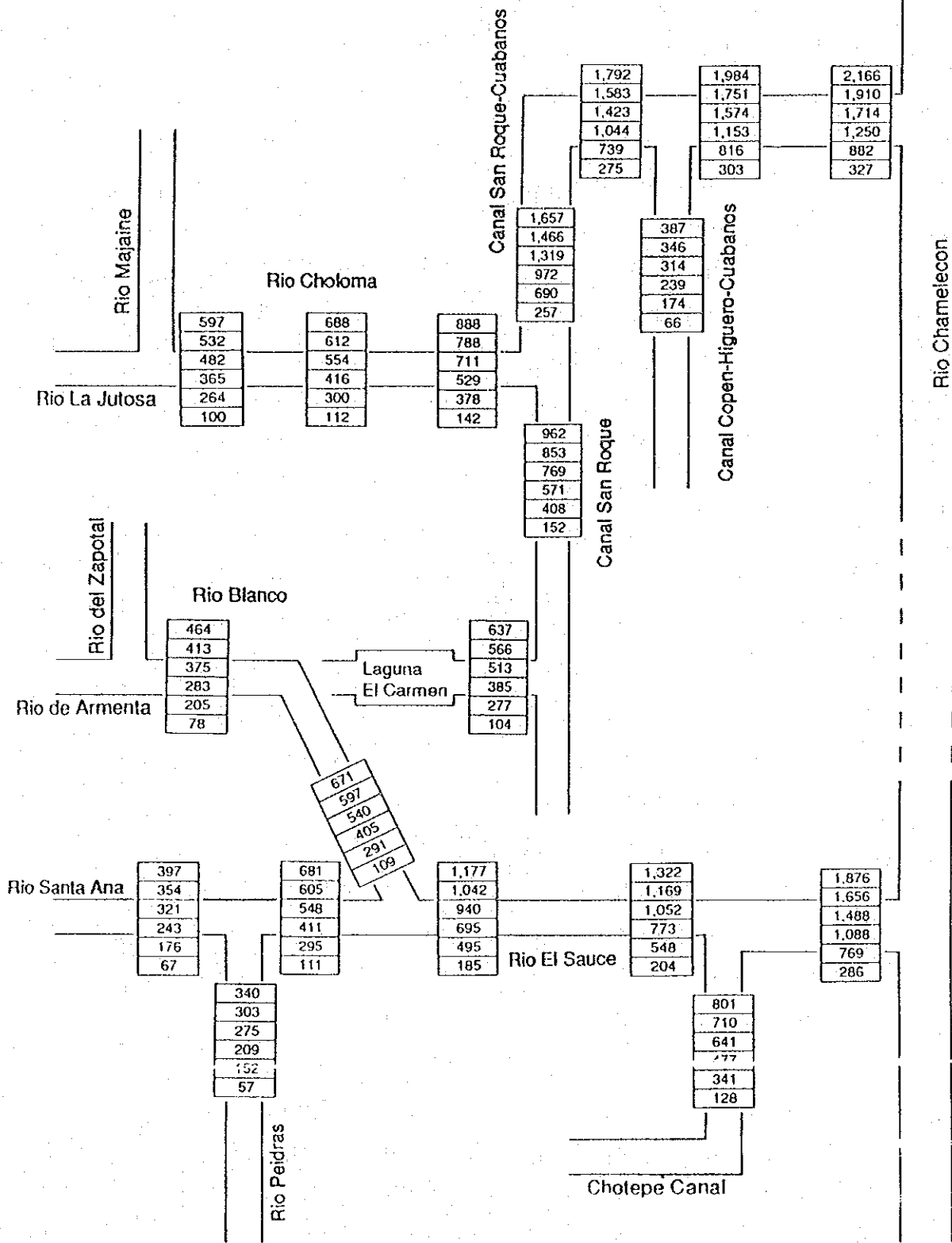
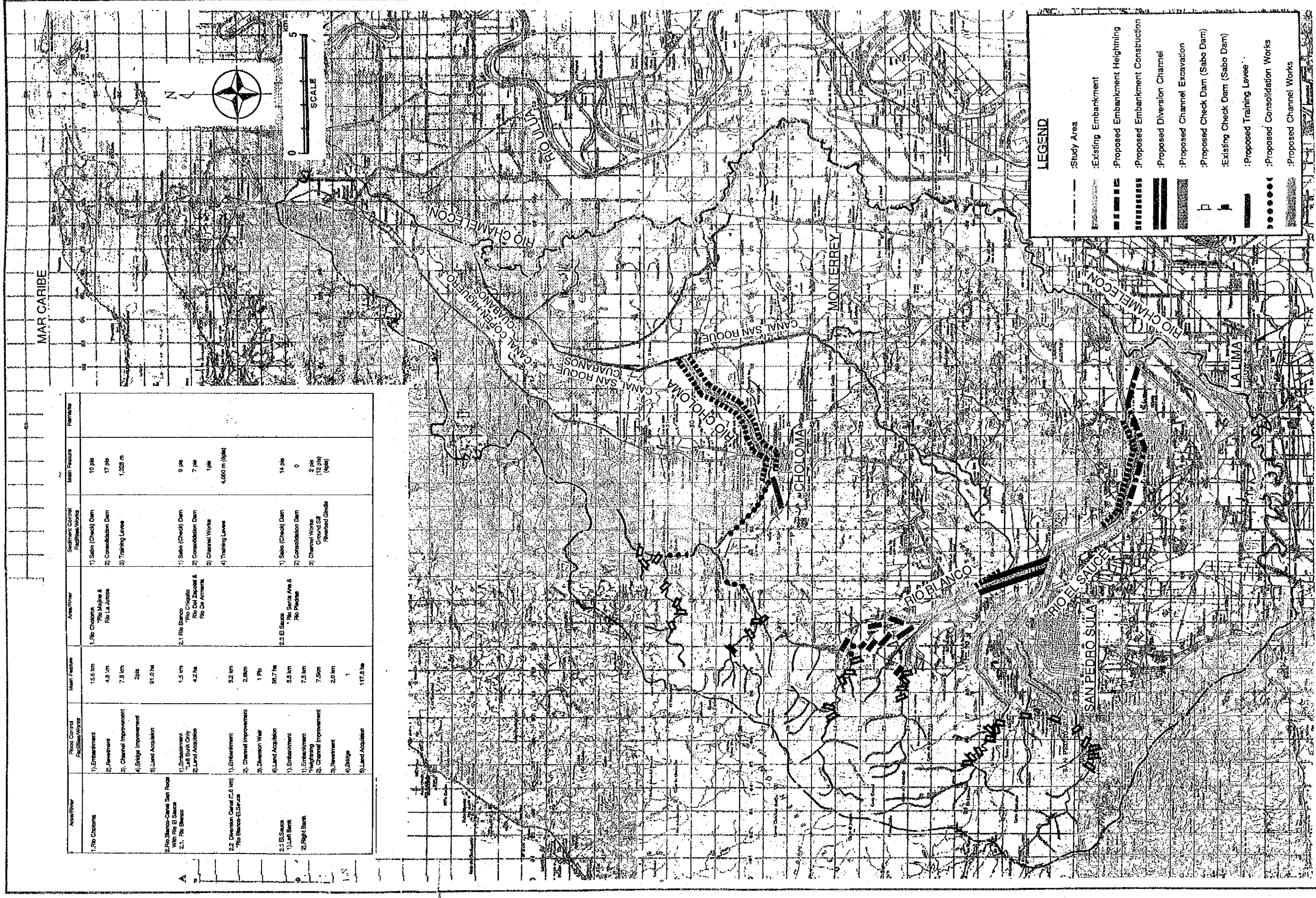


图 S. 6 最大流量图 (2-、5-、10-、30-、50-、100-年確率/代替水系)



MAR CARIBE

Area/River	Flood Control Facilities/Works	Main Feature	Area/River	Sediment Control Facilities/Works	Main Feature
1. Rio Cholo	1) Embankment 2) Revetment 3) Channel Improvement 4) Bridge Improvement 5) Land Acquisition	15.6 km 4.8 km 7.8 km 20k 91.0 ha	1. Rio Cholo Rio Majaz & Rio La Jirca	1) Sabo (Check) Dam 2) Consolidation Dam 3) Training Levee	10 pile 17 pile 1,025 m
2. Rio Blanco-Canal San Roque With Rio El Sauce 2.1. Rio Blanco	1) Embankment "Left Bank Only" 2) Land Acquisition	1.5 km 4.2 km	2.1 Rio Blanco Rio Chupillo Rio Do Zapotal & Rio Do Arment	1) Sabo (Check) Dam 2) Consolidation Dam 3) Channel Works 4) Training Levee	9 pile 7 pile 1 pile 4,000 m (9pile)
2.2. Diversion Canal (2.8 km) "Rio Blanco-El Sauce"	1) Embankment 2) Channel Improvement 3) Diversion Weir 4) Land Acquisition	5.2 km 2.8m 1 Pile 56.7 ha	2.3 El Sauce Rio Santa Ana & Rio Pichas	1) Sabo (Check) Dam 2) Consolidation Dam 3) Channel Works Ground Fill Revetment Gabion	14 pile 0 2 pile (12 pile) (pile)
2.3. El Sauce 1) Left Bank 2) Right Bank	1) Embankment "Heightening" 2) Channel Improvement 3) Revetment 4) Bridge 5) Land Acquisition	5.5 km 7.5 km 7.5m 2.0 km 1 117.8 ha			

**LEGEND**

- - - Study Area
- ▬ Existing Embankment
- ▬ Proposed Embankment Heightening
- ▬ Proposed Embankment Construction
- ▬ Proposed Diversion Channel
- ▬ Proposed Channel Excavation
- ▬ Proposed Check Dam (Sabo Dam)
- ▬ Existing Check Dam (Sabo Dam)
- ▬ Proposed Training Levee
- ▬ Proposed Consolidation Works
- ▬ Proposed Channel Works

図 S. 7 提案施設 (マスタープラン)

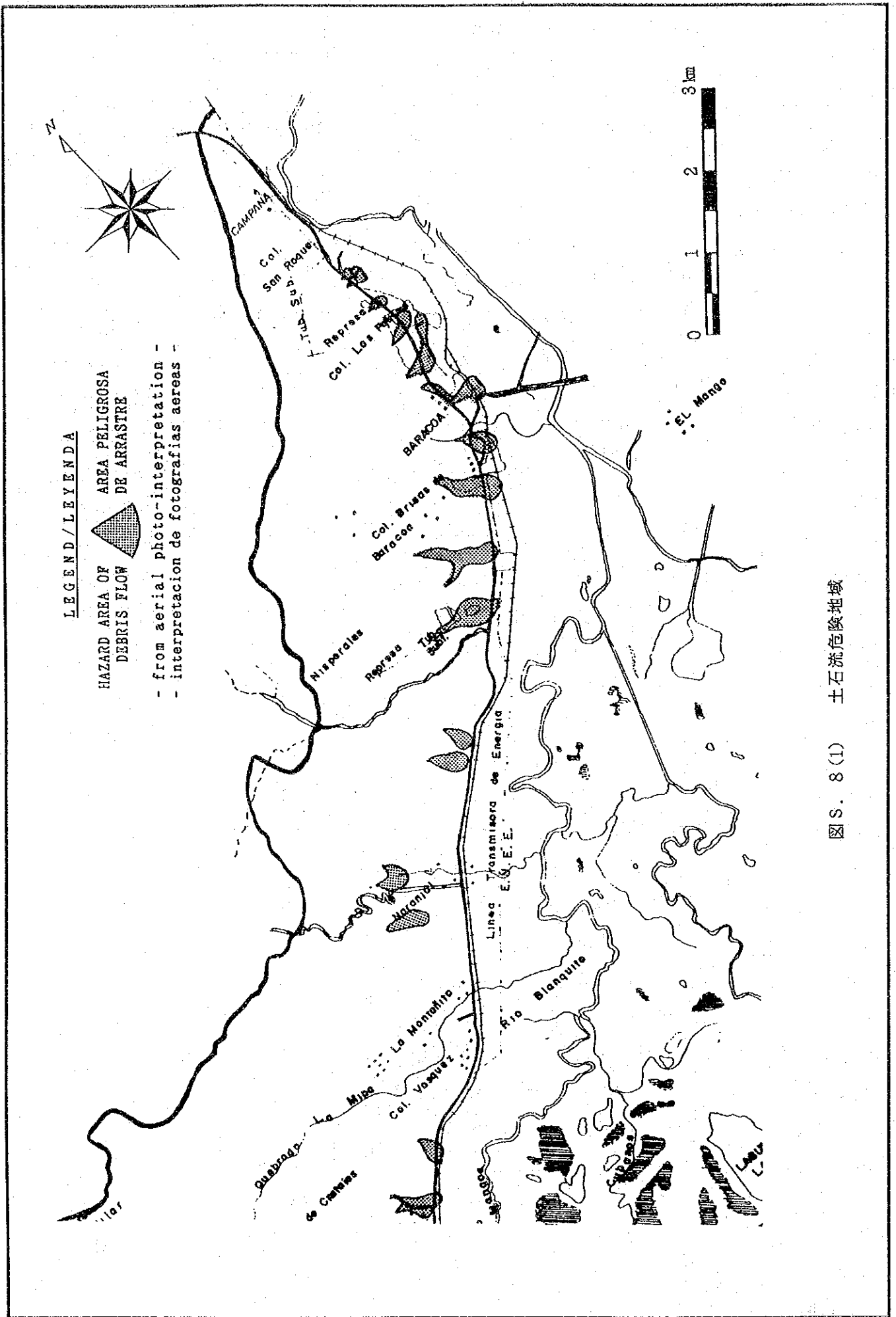


图 S. 8 (1) 土石流危險地域

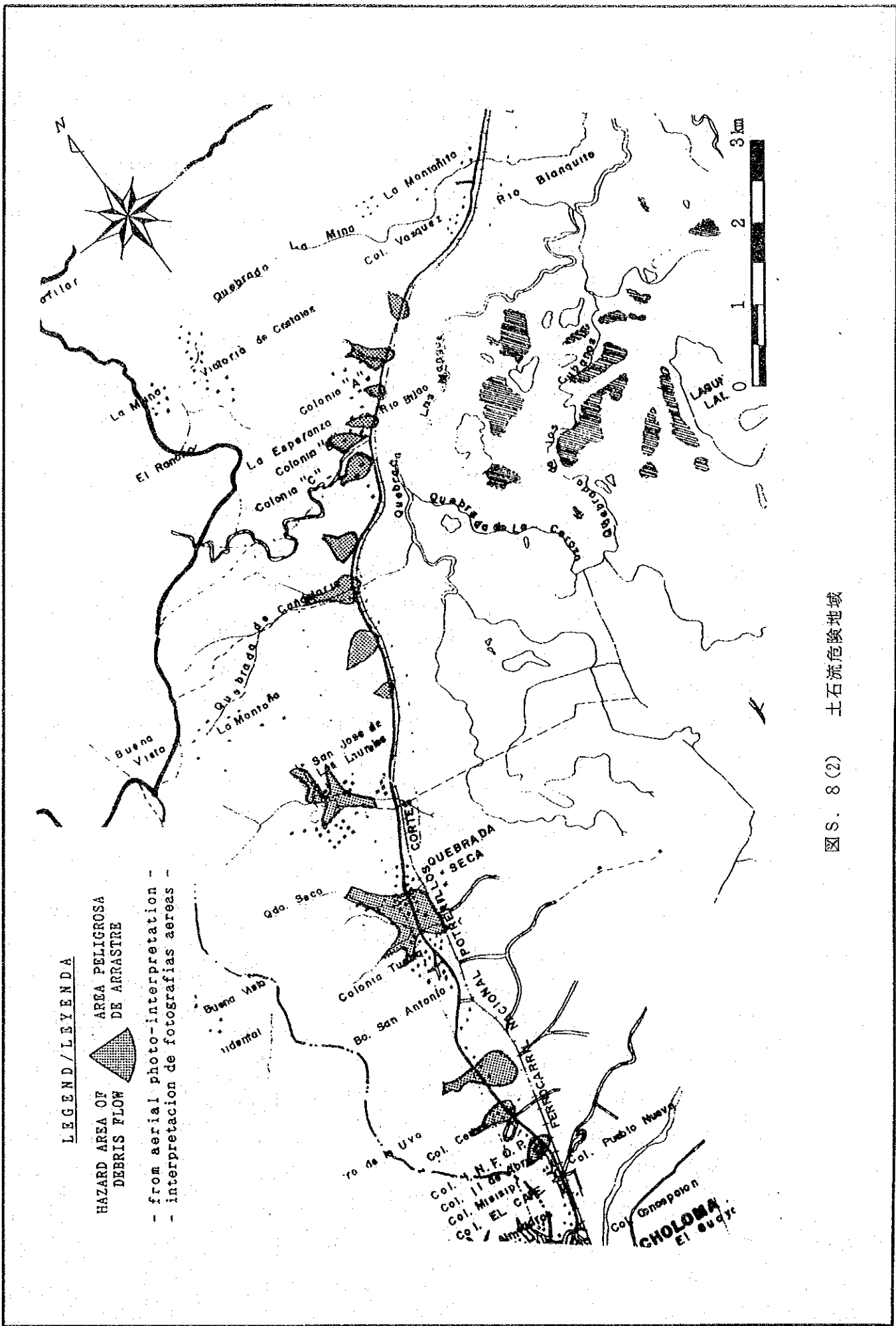


图 S. 8 (2) 土石流危險地域





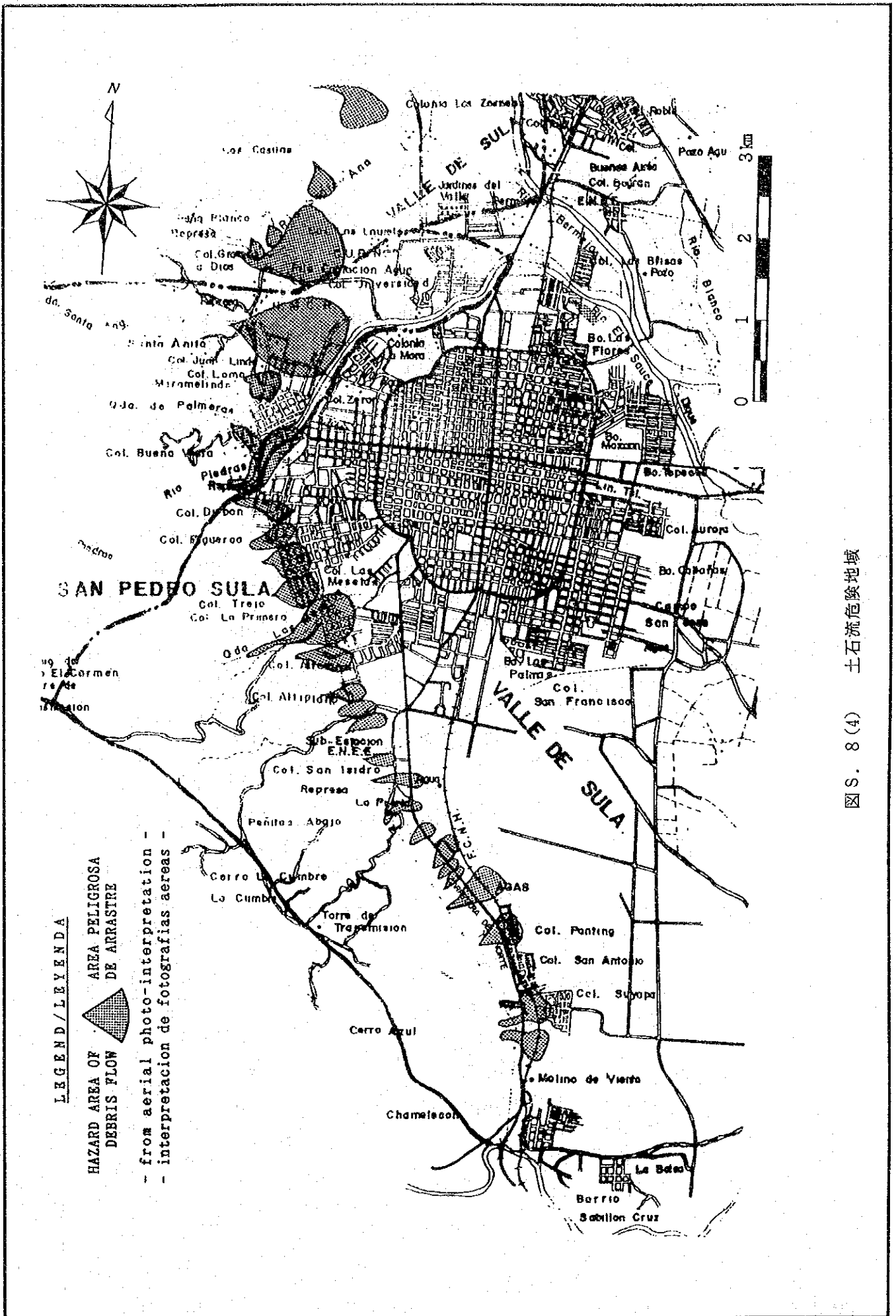


图 S. 8 (4) 土石流危險地域



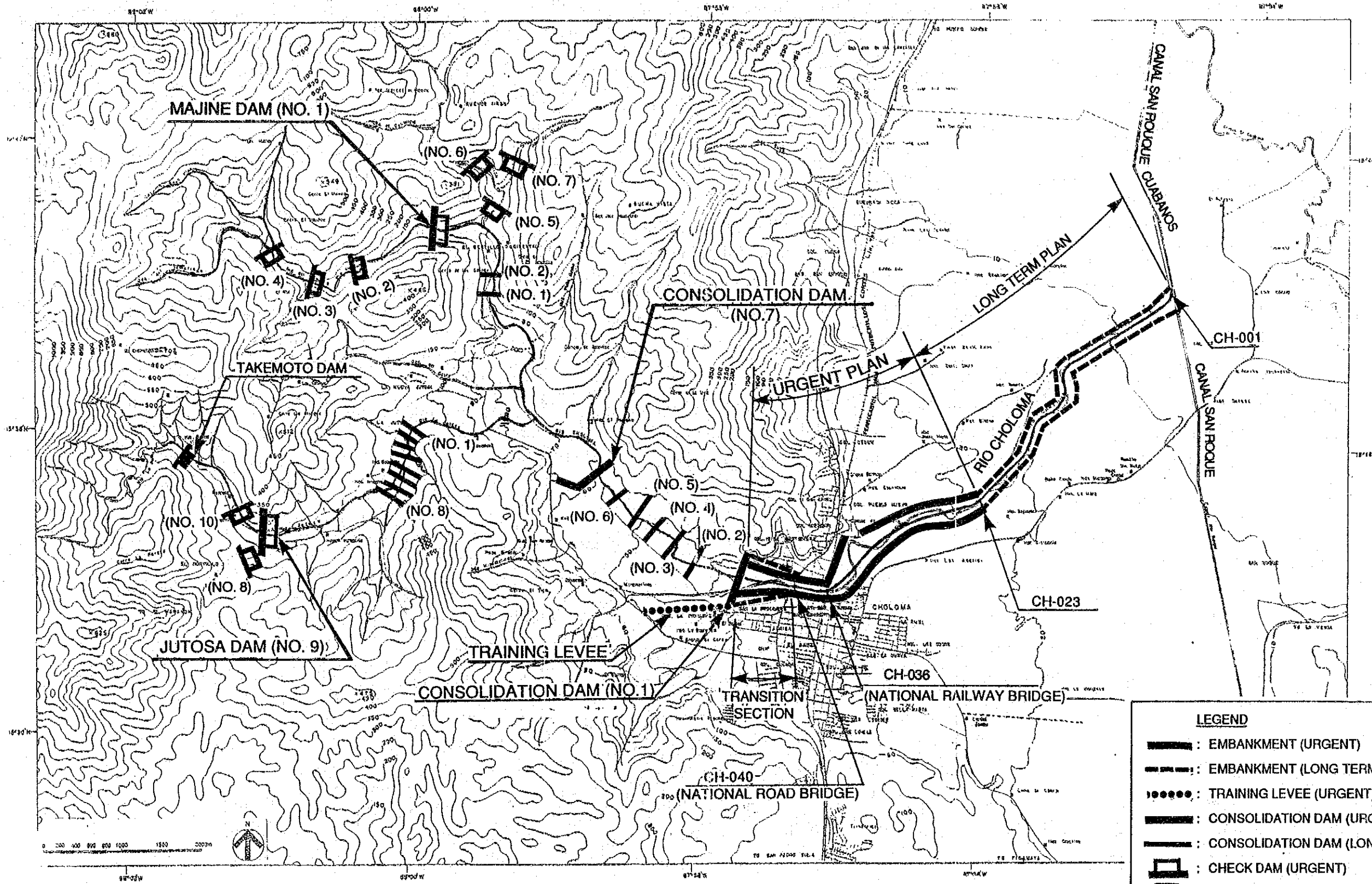


図 S. 9 チョロマ川提案施設 (全体計画および緊急計画)









JICA