

第三章 防災対策策定の基本方針及び基準

目 次

	頁
1. 基本方針	III-1
2. 土石流災害対策策定基準	III-2
2.1 計画対象地区の分割	III-2
2.2 分割地区の分類	III-2
2.2.1 分類基準の設定	III-2
2.2.2 分類基準	III-3
2.2.3 防御対象による分類	III-3
2.2.4 災害発生危険度による分類	III-3
2.3 施設計画	III-5
2.3.1 土石流災害防止対策の選定	III-5
2.3.2 施設計画の適用	III-7
2.4 被害見積り	III-7
2.4.1 災害区域と災害状況	III-7
2.4.2 被害額	III-8
2.5 評価基準	III-9
2.5.1 技術的評価	III-9
2.5.2 経済評価	III-9
3. 洪水災害対策策定基準	III-10
3.1 想定洪水氾濫域の分割	III-10
3.2 分割地区の分類	III-10
3.3 施設計画及び評価	III-10
3.3.1 洪水災害防御対策の選定	III-10
3.3.2 想定洪水被害額の算定	III-11
4. 非施設の方策の選定	III-12
4.1 非施設の方策の定義	III-12
4.2 非施設の方策の選定	III-12

第三章 防災対策策定の基本方針及び基準

1. 基本方針

防災対策計画は、次の基本方針に基づき策定されている。

- (A) 計画策定上、最重要項目と考えられるのは流域全体を一貫して総合的に管理する事であり、第一に重視する事とする。
- (B) 従って、防災対策マスタープランは、施設の及び非施設の方策の両面から検討を実施する事とする。
- (C) 施設の及び非施設の方策は個々に検討を行い、最終的にこれらを組み合わせた形でマスタープランを策定するものとする。
- (D) 施設の方策の検討は流域内災害発生地域、発生機構、被害及び防御対策等の相違を考え、下記の2災害に分けて実施されるものとする。
 - (a) 土石流・斜面崩壊災害
 - (b) 洪水災害
- (E) 効率的にマスタープランを策定するために、被害危険度及び防御される人口・資産の集中度等から各地域の検討レベルの分類を行いマスタープランを策定するものとする。
- (F) 防災施設計画は、適切な代替案の比較・検討を行い策定されるものとする。
- (G) 上記代替案の比較検討は、技術的・経済的観点からその評価を行うものとする。
- (H) マスタープランの策定は、災害防御計画の基本的な指針を与える事を目的として行なわれるものとする。従って施設計画策定における代替案に対しては、計画上必要な要素及び機能のみを考慮し、その構造物の詳細設計、即ち、種類、形状及び建設材等は原則として本調査では取り扱われないものとする。
- (I) 土石流災害対策計画の長期案の計画規模は、100年確率災害を対象とするものとする。これは、1987年3月に発生したChosice地区の災害規模が、1925年同地区で発生した災害と同規模であり、ほぼ50-100年の規模と推定されるためである。

記) Pedregal及びQuirio地区で1925年(約60年前)に発生した災害の規模等は同地区住民からの聞き込み調査による。
- (J) 洪水災害防御に対する長期案の計画規模としては100年確率洪水を対策とするものとする。
- (K) 非施設の方策の検討においては、災害防御に対する流域管理システムの確立に重点を置いて実施するものとする。

2. 土石流災害対策策定基準

2.1 計画対象地区の分割

土石流災害は、流域内の全地域で同時に起こる事はなく、通常は限られた範囲内の地域で弧々に発生する。このため、計画の策定においては適切な地域分割を行う必要があるものと判断される。

地域分割に際しては、分割地区の単位をRimac川本川及びSanta Eulalia川に流入する小支流単位に分割を行った。

Rimac川及びSanta Eulalia川の主要支川としては、Rio Blanco、Rio Canshacalla、Parac、Rio Acobamba、Rio Schucha、等があげられる。これらの支流域内においては、過去土石流災害は発生しておらず、また守られるべき人口・資産としてあげられるものは少ない。このため、これらの主要支川においても、地域を細分化する必要はないものと考えられる。

Rimac川本川及びSanta Eulalia川に合流する小支流の流域面積は、200km²を超えるものから0.1km²程度のもので広範囲に分けられる。一般に、これらのうち5-10km²の流域面積を超えるものに対しては名前が付けられているが、山地部斜面を流れる小支流や峡谷は名前を持たず、またしばしば流域界もはっきりしないものもある。

上記を考慮し、対象地区の分割を次の様に行う事とする。

- (A) (a)溪流地区及び(b)斜面地区に分割。
- (B) 溪流地区として7.5-10km²の流域面積を持つ支流を1単位とする。しかし、これ以下の小支流においても重要度が高い場合には対策地区として分割するものとする。
- (C) 斜面地区は、各溪流地区、Rimac川及びSanta Eulalia川により囲まれた山間部の斜面とする。

2.2 分割地区の分類

2.2.1 分類基準の設定

各分割地区においては、人口・資産の集中度及び災害発生頻度から判断してその地区の重要度も各々異なるものと考えられる。本調査においては、この点から、各地区を重要度の基準を設定し、これに基づき分類を行い効率的なマスタープランの策定を実施するものとする。

分類の範疇は、その人口・資産の集中度及び危険度からグループA、B、及Cの3区分とする。(詳細は第4章)

各グループへの分類は、以下の基準により行うものとする。

2.2.2 分類基準

各グループへの分類は、次の2点を考慮し、総合的に判断するものとする。

- (a) 人口・資産の集中度による被害の程度
- (b) 災害発生危険度

詳細については後述(2.2.3及び2.2.4節)するが、上記2項目について、さらに次の3段階の分類基準を設定した。

(A) 人口・資産の集中度

- レベルA : 人口・資産が集中しており、被害が大きい。
- レベルB : 人口・資産が集中してはならず、被害がそれ程大きくない。
- レベルC : 人口・資産が小さい、もしくはない。

(B) 災害発生危険度

- レベルA : 災害発生の可能性が高く、規模が大きい。
- レベルB : 災害発生の可能性が比較的高く、規模も比較的大きい。
- レベルC : 災害発生の可能性及び規模が小さい。

上記2項目の分類基準よりグループA、B及びCへの分類は、下記に従い行うものとする。

- (1) グループA : 2項目ともレベルAに属する地区。
- (2) グループB : 2項目内にレベルCを含まない地区(但しグループAに分類されたものは除く)。
- (3) グループC : 2項目のどちらかにレベルCを含む地区。

2.2.3 防御対象による分類基準

2.2.2節で示された各段階の分類基準の詳細は、次の通りである。

- レベルA : 家屋50件以上あり、幹線道路が地区内を通っている。過去の災害で甚大な被害を受けた地区が該当する。
- レベルB : 家屋5-10件以上あるもしくは重要施設・構造物が地区内に存在する。
- レベルC : 家屋等殆んど存在しないもしくは被害があっても非常に小さい。

2.2.4 災害発生危険度による分類基準

災害発生機構及びその発生規模等の検討には、気象、水文、地質及び地形についての詳細な調査が必要である。本調査においてはこれらに対する詳細な資料の不足から、過去の災害発生状況等を考慮して次の基準を設定し各段階への分類を行う事とする。

(A) 土石流

- (a) 各溪流地区下流部河道の河床勾配

下流の河床勾配が1/30より暖い場合、土石流の直撃からはまぬがれる。

- (b) 河道流下能力及び平面線形
流下能力が小さく、また極端な蛇行部を有する場合には、洪水氾濫の可能性が高い。
 - (c) 災害発生実績
過去に災害発生を経験を持つ地区では、将来発生する可能性も高い。
 - (d) 土石流発生源の状況
各溪流上流部山地斜面及び河道に不安定土砂及び礫が大量にあると判断される場合には、土石流発生の可能性も高いと考えられる。
 - (e) 上・中流河道の河川勾配
土石流は、その勾配が1/3-1/4より急な場合には、その発生の可能性が非常に高い。
 - (f) 溪流地区上流部の流域面積
上流部の流域面積が大きくなるにつれて、土石流発生の可能性が高い。
 - (g) 降雨量及び強度
降雨強度が高く、また降雨量が多くなるにつれて土石流発生の可能性が高い。
 - (h) 植 生
植生のない地区ほど土石流発生の可能性が高い。
 - (i) 地 質
断層、破碎帯及び表層の風化が著しい地区で土石流発生の可能性が高い。
 - (j) その他
洗掘の状況及び構造物の設置状況等
- (B) 斜面崩壊
- (a) 斜面長及び高さ
斜面長が長い程また斜面の高さが5mを超えて高くなる程、危険度は増すものと考えられる。
 - (b) 斜面勾配
斜面勾配が30°を越えた場合、また特に40°~50°では最も危険な状況にあると判断される。
 - (c) 斜面の状況
斜面に突出部、クラック、浮石及び浸透水の流出部を有する場合に危険度は高くなる。
 - (d) 豪 雨
豪雨地域に斜面地区が位置する場合、危険度は高くなる。

(e) 地質

斜面を構成する岩が著しく風化しており、耐水性が弱い場合に危険度は高くなる。

(f) その他

構造物の設置状況等

2.3 施設計画

2.3.1 土石流防止対策の選定

土石流・泥流及び斜面崩壊に対する防止対策として次の方法が考えられる。

(A) 土石流・泥流

以下の3手法が土石流・泥流災害防止もしくは抑制方法として考えられる。

- 低ダム群工法
- 砂防堰堤工法
- 被害対象物の保護

上記の方策の主要施設及びその機能は、次の通りである。

(1) 低ダム群工法

この方策は、土石流量を増加させると考えられる浸食を抑止する他土石流・泥流の持つ破壊力を分散減少する機能を与えるものである。このため構造物として低ダム群及び床固め工並びに流路工が建設される事となる。低ダム群が、ダム間隔約50m、ダム高2~3mで建設され一連の階段工が形成されるため、これによって土石流のエネルギーの分散が期待されるものである。また、河床の掘削は約50m間隔で設置される床固め工で防止すると伴に、泥流は流路工によって安全に処理しようとするものである。

(2) 砂防堰堤

この方策は、1~2の主砂防堰堤を含む砂防堰堤群、流路工及び床固め工の設置からなる。

このうち、主ダムの機能として次のものがあげられる。

- 土石流の貯留
- 上流部河道の河床勾配の緩和、流積の拡大による流速・流深の低減及び浸食の抑止
- 河床の上昇に供う斜面崩壊及び地すべりの減少
- 貯留による流出量の調整

流域内の地質状況より砂防堰堤の基礎を堅固な基礎岩盤上には建設できないため、ダム高は15m以下に限られる。また、両側の袖部も谷の両側の固い層にまで伸ばす必要がある。

また他の砂防堰堤群を建設する事により、河床勾配は緩くすることができる。土石流の破壊力はこれらの諸施設及びその河床勾配の緩和により分散される

ものである。土石流は、距離500m、河床勾配1/20で安全に処理されると考えられるので、この条件を満たす様高さ10mのダムを配置する事となる。しかし、砂防堰堤群の建設が地形的に困難な場合には、主砂防堰堤の建設のみ計画する事となる。

さらに、泥流対策として幅30~40mの流路工を下流部に建設し、また洗掘を避けるため30~40m間隔に床固め工を設置する。

上記に加え、不測の事態に備えてスリットダム或るいは巨木を利用した保護工等が通常計画される。

(3) 被害対象物の保護

この方策は土石流の発生を抑止するためでなく、発生した土石流を安全に流下させ地区内の資産を守るという観点から計画される。この方策は、比較的守られるべき人口・資産が少く土石流の発生を抑止する必要性が低い場合、また流域の規模が大きくその土石流を抑止するには工事費が高くなり過ぎる場合に有効である。

上記の中、第1案(低ダム群工法)に対する技術的信頼性はまだ十分に確認されておらず、特に土石流が広がらず狭い谷合を流れる場合にその効果は未だ明確になっていない。Rimac川流域の場合土石流は狭いガリー内に閉じ込められて起こる事が多く、技術的信頼性に疑問があるため、この方策は本調査では採用しないものとする。

第2の砂防堰堤による土石流抑止工法は多くの事例によりその技術的信頼性が十分確認されている。また、第3の工法に関しては、Rimac川流域にはこの工法が適切であると判断される溪流地区が多々あり、有効な工法と考えられる。

上記より、施設計画の策定においては、砂防堰堤工法と被害対象物を保護する工法の2工法を採用する事とする。

(B) 斜面崩壊

流域内において、斜面崩壊により引き起こされる主要な災害は、道路及び鉄道の遮断であり、この点を特に考慮した場合、次の対策工法が考えられる。

- (i) 道路・鉄道を守るロックシェッドトンネル
- (ii) 谷の部分を安全に渡り切るため橋梁建設
- (iii) 土留壁の建設
- (iv) 危険要因の除去
- (v) 山腹工
- (vi) 斜面での植林

上記の中、鉄道及び道路の防御のためには(i)及び(ii)の方策が適切であると考えられる。また(iii)の案も完全ではないが、斜面崩壊の誘因が斜面底部の崩壊であることを考慮すればこの種の災害を抑止するには効果的方策と考えられる。一方、(iv)~(vi)の方策は、その必要作業量が莫大なものになるため適用できるケースは非常に限られている。

上記より、本調査においては斜面崩壊に対する代表的方策として(i)~(iii)を採用するものとする。

2.3.2 施設計画の適用

前述の2.3.1で記述した通り、土石流対策工法として、(i)被害対象物を保護する工法が選定された。

これらの適用においては、対象となる各溪流地区の状況に従って、次の5タイプに分類することができる。

- (1) タイプA : 家屋密集地区が溪流地区内に存在する場合、土石流の発生は避けなければならないという観点から流路工の他、砂防堰堤を建設するものとする。

このタイプAは、さらに下記の2型式に分類される。

タイプA1 : 砂防堰堤建設の適地がある場合、砂防堰堤を溪流部上流に建設し、また流路工を泥流対策として下流部に設けるものとする。

タイプA2 : 砂防堰堤の建設が地形的に困難な場合には、土石流を安全に流下し得る流路工及び流路工に土石流を導流するための低ダムを流路工上流端に設けるものとする。

- (2) タイプB : 家屋過疎地域における方策として、土石流発生の抑制は行わず、発生した土石流を安全に処理するための導流堤及び流路工を計画する。

タイプBの土石流対策はさらに次の2型式に分類される。

タイプB1 : 家屋は存在しないが、道路・鉄道が地区内を通過する場合、これらの道路・鉄道を土石流から守るため、導流堤により土石流の流路を固定する。

タイプB2 : 家屋数は多くないが存在する場合、これを安全に保護する事を考える。また遊砂地等も形成させ土石流の流出をコントロールする。

- (3) タイプC : 土石流が流れを堰止め氾濫した水が下流に位置する都市域において洪水災害を起こす場合には、砂防堰堤を建設し土石流及び斜面崩壊を抑止する。また、土石流を安全に川に導流する事を計画する。

上記各型式の土石流対策工法の詳細については、第IV章で説明されている。

施設計画は、上記5工法を各地区の状況に応じて適用・決定される。即ち、特に比較検討すべき代替案はない事となる。

2.4 被害見積り

2.4.1 災害区域と災害状況

経済評価のため確率被害の見積りを行う。

確率被害の算定においては、想定される被害発生地区及び災害の状況の把握を行う必要があるが、本調査においてはこれを下記の基準に基づき実施するものとする。

下記の項目についての調査が、被害発生地区及びその災害状況の想定に必要なとなる。

- (a) 土石流出量の推定
- (b) 発生源、通過経路及び堆積地区の推定
- (c) 堆積範囲及びその状況把握
- (d) 確率土石流の氾濫域の推定

上記の中、土石流の推定を下記に基づき行うものとする。

- 土石流出量の推定は、1987年3月に発生したChosica地区での土石流に基づくものとする。
- Pedregal溪流地区で1987年3月に発生した土石流の規模は50-100年確率災害と推定される事から、これを長期土石流出量とした。
- 他の地区の土石流出量はこれを基に流域面積比により算出する。
- 上記に基づき算定した土石流出量は、各溪流地区内の植生を考慮し調整する。
- 短期及び中期土石流出量の推定は、長期土石流出量に各々0.1及び0.5の比を乗じ算定する。

(b)~(d)の項目に関しては、各対象地区の状況に応じて総合的に判断するものとする。

2.4.2 被害額

被害額の算定においては、各被害発生地区において前述の短・中・長期災害が発生した場合を仮定し、下記の基準に基づき被害額を見積もる。

(1) グループAに属する地区

被害の推定は地区ごとに実施する。また、被害額は下記被害項目の総計として算定されるものとする。

- (a) 一般家屋
- (b) ビルディング
- (c) 道路
- (d) 鉄道
- (e) 橋梁
- (f) 農地
- (g) 森林及び木材
- (h) その他
- (i) 間接被害

上記各項目の被害額は、各資産価値に被害率を乗じ算定するものとする。

交通網の遮断により発生する間接被害額の推定は、第II章8節で述べた1日当りの間接被害額に各土石流が発生した場合の交通網の遮断される日数を乗じ算定す

る。日数については、過去の土石流出量と遮断日数の関係を参照し決定するものとする。

他の間接被害額を上記の被害の10%と仮定し加算するものとする。

(2) グループBに属する地区

グループBに属する地区での被害額の見積りは、下記の主要被害項目について実施する。

- (a) 一般家屋
- (b) 堆積した礫の除去
- (c) 交通遮断に伴う間接被害額

(a)及び(c)については、グループAにおけると同様の手順により被害額の算定を行う。また(b)については、各土石流出量及び堆積土砂・礫の除去に掛る工事単価から算定するものとする。総被害額は、他の被害額を10~20%と仮定し、上記合計の10~20%増とする。

斜面地区での被害項目は主として、(i)家屋及び(ii)交通遮断に伴う間接被害である。これらの中、家屋については、家屋数、家屋1件当りの建築費及び内部資産、及び斜面地区の斜面勾配及び植生により決定される係数を乗じ算定するものとする。間接被害額は、各斜面地区の危険度に応じて流域全体の総間接被害額を分担させる。総間接被害額は交通遮断による1日当り被害額に年平均遮断日数を乗じ算定し、分担率は危険と判断される谷の本数及び道路沿いの斜面地区の道路延長に比例するものと仮定し算定する。斜面地区での総被害額は、上記2項目以外の被害額を考慮し被害割増率をかけて算定する。

2.5 評価基準

2.5.1 技術的評価

技術的評価は、次の観点から行うものとする。

- (a) 安全性及び耐久性
- (b) 災害抑止効果
- (c) 維持管理の難易度
- (d) 建設工事の施工性

2.5.2 経済評価

経済評価は、各地区で選定された施設計画に対し実施される。評価に際し実施される調査・検討は、次の通りである。

- (a) 砂防堰堤、流路工及び他の関連諸施設に対する基本設計
- (b) 工事数量及び工事費の積算
- (c) 計画施設による軽減被害額の算定
- (d) EIRR(内部収益率)に基づく経済評価

注記：EIRRとはコスト及び便益の現在価値を等しくする割引率と定義される。

3. 洪水災害対策策定基準

3.1 想定洪水氾濫域の分割

想定洪水氾濫域としては、Rimac川、Santa Eulalia川及びJicamarca川沿いの地域があげられる。しかし、対象となる地域の人口・資産及び災害発生頻度から、全流域に対し、同等の調査・解析を実施する必要はないものと判断され、危険度・被害対象物の度合に応じて次の様に区分けするのが適当と考えられる。

(A) Rimac川

- (a) 上流部
- (b) 中流部
- (c) 下流部

(B) Santa Eulalia川

- (a) 上流部
- (b) 下流部

(C) Jicamarca川

- (a) 上流部
- (b) 下流部

3.2 分割地区の分類

土石流災害対策の策定と同様、効率的にマスタープランを策定するために人口・資産の集中度及び災害発生危険度から、グループA、B、Cの3区分で各分割地区の検討レベルの分類を行う。

上記各グループへの分類に際しては、区分けした各流域の危険度と被害対象物の度合が明確に区別できるので総合的判断に基づいて分類する事とする。

3.3 施設計画及び評価

3.3.1 洪水災害防御対策の選定

洪水災害防御対策として、次の方法が考えられる。

- (a) 河道拡幅
- (b) 捷水路の建設
- (c) 河床浚渫
- (d) 堤防及びコンクリートパラペットウォールの建設並びに嵩上げ
- (e) 護岸工、水制工、床固め工等の建設
- (f) 放水路の建設
- (g) 遊水池の建設
- (h) 洪水調節ダムの建設

代替案の設定に際しては、本調査が対策の基本的指針を与える事を目的としている事から、つぎの様な計画に係わる細かい事項は次の検討段階で取り扱うべきものとしてここでは考慮しない事とする。

- 河道幅及び河道線形についての検討
- 遊水池、放水路及び洪水調節ダムの可能性及び効果
- 護岸工、水制工及び床固め工の必要性

3.3.2 想定洪水被害額の算定

(1) 想定洪水氾濫域

経済評価の対象となるプロジェクト便益算定のため、以下に示す手順で想定洪水氾濫域での洪水氾濫状況の把握を行うものとする。

- (a) 確率洪水流量の算定
- (b) 確率洪水流量に対する確率洪水位の算定
- (c) 洪水氾濫解析

想定洪水被害額の算定は氾濫域をメッシュに分割し行うものとし、被害額の算定に必要な下記項目の推定はメッシュ各に行うものとする。

(A) 一般家屋、ビルディング等

- (a) 浸水深

(B) 道路・鉄道

- (a) 浸水区間長
- (b) 浸水日数
- (c) 浸水深

(C) 農耕地、森林

- (a) 浸水面積
- (b) 浸水日数
- (c) 浸水深

(D) 間接被害額

- (a) 交通遮断日数

(2) 被害額の算定

被害額の算定方法は、次の通りである。

(A) 一般家屋、ビルディング等

各メッシュ内の被害額は、資産に被害率を乗じ算定される。また、被害率は、建設省・河川砂防基準(案)によるものとする。

(B) 鉄道及び道路

既設鉄道及び道路の被害額は、単位長さ当りの被害額、浸水期間及び浸水深との関係を求め、各メッシュごとに推定される浸水区間長、浸水期間及び浸水深に対してこの関係を適用する事により算定される。

(C) 農地及び森林

農地及び森林に対する被害額は、農地及び森林の単位面積当りの被害額、浸水期間及び浸水深との関係を求め、各メッシュごとに推定される浸水面積、浸水期間及び浸水深に対してこの関係を適用する事により算定される。

(D) 間接被害額

間接被害額は、下記の2項目に分けて算定するものとする。

(a) 鉄道及び道路の遮断による間接被害額

被害額と復旧するまでの期間との関係より算定する。

(b) その他

類似のプロジェクトを参照し、直接被害額との関係を求めこれを適用するものとする。

(3) 技術的・経済的評価

洪水災害に対する施設計画は各代替案に対する技術的・経済的評価を通し選定される。評価手順は土石流災害と同様の手法によるものとする。(2.5.1及び2.5.2節参照)

4. 非施設の方策

4.1 非施設の方策の定義

非施設の方策は、施設の方策が災害防御施設により直接的に資産を守る方策であるのに対し、間接的に被害を減少させる方策として一般に定義される。

例えば、施設の方策としては、侵食防止のための床固め工、泥流氾濫対策としての流路工、土石流の破壊力を減じる低ダム群、洪水防御施設としての堤防、護岸工等があげられる。

反対に、非施設の方策としては、防災行政組織の確立もしくは改善、土地利用規制、河川管理、警報及び避難システム、災害復旧組織、地域住民に対する防災訓練及び教育等が考えられる。

しかし、非施設の方策においてもいくらかの小規模な施設は必要となるものと考えられる。例えば、警報及び避難システムに付随する災害予測及び警報施設等である。

4.2 非施設の方策の選定

災害に対する行政指導及び規制並びに対策が不十分なために、被害が増加していることに鑑み、下記の点に重点を置き検討を行うものとする。

- (a) 土地利用規制の強化
- (b) 河川法の確立及びこれに基づく河川管理の強化
- (c) 防災体制の確立
 - 災害広報システムの確立
 - 災害警報及び避難システムの確立
 - 災害時の必要物質の確保
 - 災害援助システムの確立等
- (d) 土地利用規制及び河川管理実施機関の確立
- (e) 防災施設工事実施機関の確立
- (f) 防災施設計画の策定及びその実施に係る技術者の養成

第IV章 土石流・斜面崩壊対策

目 次

	頁
1. 概 要	IV-1
2. 計画対象地区の分割	IV-1
3. 溪流地区及び斜面地区の地形	IV-2
3.1 溪流地区	IV-2
3.2 斜面地区	IV-2
4. 溪流地区及び斜面地区の分類	IV-2
5. 施設計画(グループA)	IV-4
5.1 計画土石流出量	IV-4
5.2 施設計画タイプの分類	IV-4
5.3 各溪流地区における施設計画	IV-6
6. 施設計画(グループB)	IV-9
6.1 溪流地区	IV-9
6.2 斜面地区	IV-9
7. 被害額の算定(グループA)	IV-9
7.1 概 要	IV-9
7.2 確率土石流出量	IV-10
7.2.1 長期土石流出量	IV-10
7.2.2 中・短期土石流出量	IV-11
7.3 被害発生地区	IV-11
7.4 被害額	IV-11
8. 被害額の算定(グループB)	IV-13
8.1 溪流地区	IV-13
8.1.1 溪流地区の状況	IV-13
8.1.2 確率土石流出量	IV-13
8.1.3 被害額算定方法	IV-14
8.1.4 被害額	IV-15
8.2 斜面地区	IV-15
8.2.1 被害額算定方法	IV-15

8.2.2	被害額	IV-16
9.	経済評価	IV-17
9.1	建設費	IV-17
9.2	便益	IV-17
9.3	経済評価	IV-18

附 表

IV-3-1	溪流地区 (1/2 ~ 2/2)
IV-3-2	斜面地区 (1/2 ~ 2/2)
IV-6-1	グループBに属する溪流地区
IV-7-1	各溪流地区推定土石流出量
IV-8-1	グループBに属する溪流地区推定土石流出量
IV-8-2	被害率(グループA)
IV-8-3	各溪流地区における推定被害額
IV-8-4	各斜面地区における推定被害額
IV-9-1	工事数量表(溪流地区グループA) (1/2 ~ 2/2)
IV-9-2	工事数量表(溪流地区グループB)
IV-9-3	工事数量表(斜面地区グループB)
IV-9-4	主要工事経済建設費(溪流地区グループA) (1/2 ~ 2/2)
IV-9-5	プロジェクト経済建設費(溪流地区グループA)
IV-9-6	プロジェクト経済建設費(溪流地区グループB)
IV-9-7	プロジェクト経済建設費(斜面地区グループB)
IV-9-8	経済評価結果(溪流地区グループA)
IV-9-9	経済評価結果(溪流地区グループB)
IV-9-10	経済評価結果(斜面地区グループB)

附 図

- IV - 2 - 1 溪流及び斜面地区分割図
- IV - 4 - 1 溪流及び斜面地区分類図
- IV - 5 - 1 ダム標準設計
- IV - 5 - 2 流路工標準設計
- IV - 5 - 3 堤防標準断面
- IV - 5 - 4 溪流地区土石流災害対策方法
- IV - 5 - 5 Quirio 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 6 Quirio 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 7 Quirio 溪流地区砂防堰堤一般平面図
- IV - 5 - 8 Quirio 溪流地区砂防堰堤一般構造図
- IV - 5 - 9 Pedregal 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 10 Pedregal 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 11 Pedregal 溪流地区砂防堰堤一般平面図
- IV - 5 - 12 Pedregal 溪流地区砂防堰堤一般構造図
- IV - 5 - 13 Carosio 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 14 Carosio 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 15 Carosio 溪流地区砂防堰堤一般平面図
- IV - 5 - 16 Carosio 溪流地区砂防堰堤一般構造図
- IV - 5 - 17 Corrales 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 18 Corrales 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 19 Corrales 溪流地区遊砂池及びダム一般平面図
- IV - 5 - 20 Corrales 溪流地区ダム一般構造図
- IV - 5 - 21 Rio Seco 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 22 Rio Seco 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 23 Paihua 溪流地区施設計画概要図
- IV - 5 - 24 Paihua 溪流地区計画河道縦断面図
- IV - 5 - 25 Paihua 溪流地区砂防堰堤一般平面図
- IV - 5 - 26 Paihua 溪流地区砂防堰堤一般計画図
- IV - 5 - 27 Cashahuacra 溪流地区施設計画概要図

- IV - 5 - 28 Cashahuacra 溪流地区計画河道縦断図
- IV - 5 - 29 Cashahuacra 溪流地区ダム一般平面図
- IV - 5 - 30 Cashahuacra 溪流地区ダム一般構造図
- IV - 6 - 1 新設橋梁(道路橋)標準設計
- IV - 6 - 2 ロックシェッドトンネル標準設計
- IV - 6 - 3 土留壁標準設計
- IV - 7 - 1 Quirio 溪流地区 (R-6) における想定被害発生地区(長期)
- IV - 7 - 2 Pedregal 溪流地区 (R-7) における想定被害発生地区(長期)
- IV - 7 - 3 Carosio (R-8) 及び Corrales (R-9) 溪流地区における想定被害発生地区(長期)
- IV - 7 - 4 Rio Seco 溪流地区 (R-9) における想定被害発生地区(長期)
- IV - 7 - 5 Paihua 溪流地区 (R-32) における想定被害発生地区(長期)
- IV - 7 - 6 Cashahuaca 溪流地区 (S-1) における想定被害発生地区(長期)

第IV章 土石流・斜面崩壊対策

1. 概要

第III章において述べた計画策定基準に基づき、土石流及び斜面崩壊に対処するための施設計画を検討した。策定基準に基づく検討手順は、次の通りである。

- (a) 計画対象地区の分割
- (b) 各分割地区の状況把握
- (c) 各分割地区の人口・資産等の集中度及び危険度の評価
- (d) 分割地区の分類(グループA、B及びC)
- (e) グループA及びBに属する各地区に対する施設計画の策定
- (f) 想定被害額の算定
- (g) 経済評価

2. 計画対象地区の分割

流域面積 3,230 km² を有する Rimac 川流域を次の地区に分割している。

(A) 溪流地区

溪流地区は、Rimac 川本川及び Santa Eulalia 川に流入する支川流域であり、原則として5~10 km² の流域面積を有する流域を1単位として分割した。しかし、Carusio (0.4km²) 及び Corrales (1.4 km²) のような小流域においても特に重要な施設及び資産が内在しかつ危険度の高い地区は1単位として取り扱った。逆に Rimac 川の下流域における小支流においては、豪雨発生の可能性が低い事また過去に大規模な災害が発生していない事から、個々の流域ごとに分割されていない。

(B) 斜面地区

斜面地区は、各溪流地区と Rimac 川及び Santa Eulalia 川に囲まれた地域である。しかし幾つかの斜面地区においては山地の斜面だけではなく小支流もしくは狭い谷を含むものもある。

図IV-2-1 に上記の溪流地区及び斜面地区への分割の結果を示す。Rimac 川及び Santa Eulalia 川沿いの溪流地区及び斜面地区数は、以下の通りである。

(A) 溪流地区	計 75 地区
Rimac 川沿い	48 地区
Samta Eulalia 川沿い	27 地区
(B) 斜面地区	計 71 地区
Rimac 川沿い	45 地区
Samta Eulalia 川沿い	26 地区

3. 溪流地区及び斜面地区の地形

3.1 溪流地区

1/100,000の地形図に基づいて各溪流地区の地形特性を表IV-3-1に示す。また各溪流地区の地形特性は、次の様に要約される。

- (a) 各溪流地区内の標高は高く、殆んどの地区で2,000 mを越える。
- (b) 各溪流地区内の最大標高と最低標高との差が大きく、殆んどの地区で1,000 mを越える。
- (c) 各溪流地区の溪流は急勾配川道となっており、殆んどの地区で平均河床勾配は10°を越え、30°以上のものも希ではない。

3.2 斜面地区

1/100,000の地形図に基づく各斜面地区の地形特性を表IV-3-2に示す。また各斜面地区の地形的特性は、次の様に要約される。

- (a) 斜面地区の長さは、1～10 km。
- (b) 斜面長は、1～4 km。
- (c) 斜面の高さは、500～2,000 m。
- (d) 斜面勾配は、15°を越えておりその1/4は30°以上である。

4. 溪流地区及び斜面地区の分類

各地区の人口・資産の集中度及び災害発生の危険度は大きく異っている。このため、本調査においては各溪流及び斜面地区を人口・資産の集中度及び災害発生の危険度から、次の様に検討レベルの分類を行いマスタープランを効率的に策定する事とした。

グループA

過去において土石流もしくは斜面崩壊による災害発生の経験があり、最も危険度が高く人口・資産も集中している。この地区に対しては、各流域ごとに施設計画の詳細な検討を行う。

グループB

グループAに比べて、人口・資産の集中度及び危険度が比較的低い地域とする。この地区に対しては、グループAに対する施設計画として選定された防御方法を状況に応じて適宜適用することにより予備的検討のみを実施するものとする。

グループC

人口・資産の集中はみられず、また危険度も低い地区とする。施設計画の検討対象外とする。

上記に基づく、各グループへの分類の結果は図IV-4-1に示されている。また、その要約は以下の通りである。

(A) グループ A

- (a) 溪流地区 : 下記の7地区
- | | |
|------|-------------|
| R-6 | Quirio |
| R-7 | Pedregal |
| R-8 | Carosio |
| R-9 | Corrales |
| R-19 | Rio Seco |
| R-32 | Paihua |
| S-1 | Cashahuacra |

- (b) 斜面地区 : 対象地区なし

(B) グループ B

- (a) 溪流地区 : 下記23地区
- | | |
|------|-------------|
| R-1 | Chacracayo |
| R-2 | Chacrasana |
| R-3 | California |
| R-4 | Santa Maria |
| R-5 | La Cantuta |
| R-10 | La Ronda |
| R-11 | Santa Ana |
| R-13 | Cupiche |
| R-15 | Canchacalla |
| R-16 | Guayabo |
| R-17 | Agua Salada |
| R-18 | Esperanza |
| R-23 | Huacre |
| R-24 | Matata |
| R-25 | Cuchimachay |
| R-31 | Chucumayo |
| R-33 | Chachuario |
| R-34 | Pancha |
| R-35 | Viso |
| R-37 | Preac |
| S-2 | Redonda |
| S-3 | Infiernilla |
| S-5 | Lucuma |

- (b) 斜面地区 : 下記25地区
- | | |
|-------|--------------------------|
| R--/0 | River mouth - Jicamarca |
| R--/1 | River mouth - Chacracayo |
| R-0/2 | Jicamarca - Chacrasana |
| R-1/3 | Chacracayo - California |
| R-4/6 | Santa Maria - ronda |
| R-7/8 | Pedregal - Carosio |
| R-8/9 | Carosio - Corrales |

R-9/-	Corrales - Confluence
R-10/-	La Ronda - Confluence
R--/11	Confluence - Santa Ana
R--/12	Confluence - San Juan
R-11/13	Santa Ana - Cupiche
R-13/16	Cupiche - Guayabo
R-16/17	Guayabo - Agua Salada
R-19/20	Rio Seco - Esperanza
R-20/21	Esperanza - Verrugas
R-21/23	Verrugas - Huacre
R-22/27	Linday - Yamajune
R-26/29	Chacamaza - Barranco
R-31/33	Chucumayo - Chacahuaro
R-37/40	Parac - R. Blanco
S--/1	Confluence - Cashahuacra
S--/4	Confluence - Alcula
S-1/2	Cashahuacra - Redonda
S-2/3	Redonda - Infiernilla

(C) グループ C

- (a) 溪流地区 : 45 地区
 (b) 斜面地区 : 46 地区

5. 施設計画(グループ A)

5.1 計画土石流出量

計画規模として、100年確率土石流出量を採用し土石流防御施設の検討を行っている。100年確率土石流出量の算出は本章第7節で行われているが、グループ A に属する各溪流地区の計画土石流出量は次の通りである。

溪流地区	計画土石流出量 (m ³)
(a) Quirio	184,700
(b) Pedregal	188,200
(c) Carosio	7,100
(d) Corrales	24,900
(e) Rio Seco	292,700
(f) Paihua	198,900
(g) Cashahuacra	268,200

5.2 施設計画タイプの分類

地区内の地形・地質及び土地利用状況により、土石流防御施設は、次の3区分/5型式に分類する事ができる。

(A) タイプ A

溪流沿いに家屋が密集する場合、極力土石流・泥流を上流部で鎮静させると伴にこれらの流れを流路内に導くことが必要となる。この型式のものは、砂防堰堤建設適地の有無から次の2型式に分類される。

タイプ A1 : 砂防堰堤建設適地がある。

タイプ A2 : 砂防堰堤建設適地がない。

(B) タイプ B

人家が集中していない場合は、土石流を抑止する必要はなく、土石流を安全に導くと伴に国道や鉄道を保護し災害を避ける方策が得策である。

タイプ B1 : 扇状地部に家屋がない地区

タイプ B2 : 扇状地部に家屋が小規模ながら存在し、扇状地頂部で土石流の流出を制御する必要がある地区

(C) タイプ C

土石流の本川セキ止めが氾濫被害を起こすケースでは、極力土石流の抑止を計ると伴にスムーズに本川に流入させる方策が必要である。

上記各タイプの施設は次の通りである。

(A) タイプ A

- (a) 河道の洗掘防止及び河道線形維持のための流路工の設置
(タイプ A1 及びタイプ A2)
- (b) 流路工の上流域に砂防堰堤を設置(タイプ A1)
- (c) 流路工の上流端に遊砂池を設置(タイプ A2)

(B) タイプ B

- (a) 導流堤及び河道掘削(タイプ B1 及び B2)
- (b) 鉄道・道路の防御及び既存防御施設の改良(タイプ B1 及び B2)
- (c) 遊砂効果及び扇状地頂部での洗掘防止効果を有する低ダムの設置
(タイプ B2)
- (d) 扇状地頂部での遊砂効果及び河岸部での土石流の破壊力を減少させるための植林(タイプ B2)

(C) タイプ C

- (a) 砂防堰堤の設置
- (b) 砂防堰堤下流部に低ダムを建設
- (c) 溪流出口部の掘削
- (d) 溪流と本流との合流点对岸での堤防建設

上記、砂防堰堤、流路工、堤防の標準断面及び5型式の施設計画の概要を各々図 IV-5-1 から IV-5-4 に示す。溪流地区の状況に応じて、適切な施設計画が上記5型式から選択・決定されている。

5.3 各溪流地区における施設計画

前述の各5型式の施設計画をグループAに属する溪流地区に対して適用した結果は、以下に述べられる通りである。

(A) Quirio 地区

タイプA1の施設計画が適用されている。施設計画概要図、計画河道縦断図、砂防堰堤一般平面図及び構造図を図IV-5-5からIV-5-8に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 既存の住宅地区の上流端、標高約980mの地点に、堤高15mの砂防堰堤を土石流の貯留、流速の低減及び河床勾配の緩和のため計画する。
- (b) 砂防堰堤の上流部に堤高約14mの洗掘防止用のダムを計画し、河床勾配の緩和(現勾配1/12から1/18へ緩和する)及び河床の洗掘防止を計る。
- (c) 砂防堰堤からRimac川合流点までの河道に対して土石流を安全に流下させるため、流路工を設置する。
- (d) 流路工の幅は20~30mとし河道線形の改善を計る。
- (e) 現況河道は溪流右岸の丘陵に沿って湾曲しながら流れているため、これを新規の水路を建設する事により線形を改善する。
- (f) 床固め工を30~50mの間隔で配置し、河床洗掘の防止及び河床勾配の緩和(約1/20に緩和)を計る事により、土石流の破壊力を減少させるものとする。
- (g) Rimac川合流部での河道線形改善のための河道掘削を計画する。
- (h) 国道及び町道との立体交差用道路橋の新設を計画する。

(B) Pedregal 地区

タイプA1の施設計画が適用されている。

施設計画概要図、計画河道縦断図、砂防堰堤一般平面図及び構造図を図IV-5-9からIV-5-12に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 上流部、標高約1,080mの地点に、堤高約15mの砂防堰堤を土石流の貯留、流速の低減及び河床勾配の緩和のため計画する。
- (b) 上記の砂防堰堤の下流、標高約1,010mの地点に、堤高10~15mの上記と同機能を有する砂防堰堤を計画する。
- (c) 上記2砂防堰堤間にさらに砂防堰堤を計画し、河床勾配の緩和(現勾配1/8から1/13に緩和する)、河床の洗掘防止及び土石流の鎮静を計る。
- (d) 最下流砂防堰堤の下流部に流路工を計画し、現況河床勾配(約1/10)を約1/20~1/30に改善する。流路工の幅は砂防堰堤からの越流量を考慮し30~40mとする。
- (e) 流路工の線形は、安全性を考慮し極力直線形状を示す様計画する。
- (f) 床固め工を、30~50mの間隔で配置し、河床洗掘防止を計ると共に河床勾配の緩和によって、土石流の破壊力を減少させる。

(C) Carosio 地区

タイプ A2 の施設計画が適用されている。

施設計画概要図、計画河道縦断図、遊砂池及び付設されるダムの一般平面図及び構造図を図 IV-5-3 から IV-5-16 に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 砂防堰堤建設適地がないため、土石流を安全に流路工に導くための導流堤を有する小規模なダム及び遊砂池を計画する。
- (b) 上記ダムは、堤高約 10 m とし扇状地頂部の標高 930 m の地点に計画する。
- (c) 流路工は、既存道路が扇状地頂部から直線的に国道まで伸びており、これに沿って計画する。
- (d) 流路工計画地点に沿って家屋が隣接し、また流路工両側に歩道を設けるため、流路工の幅は 6 ~ 8 m とする。
- (e) 流路工は、Rimac 川との合流点まで計画する。また国道と交差する地点には橋梁を新設する。

(D) Corrales 地区

タイプ A2 の施設計画が適用されている。

施設計画概要図、計画河道縦断図、遊砂池及び付設されるダムの一般平面図及び構造図を図 IV-5-17 から IV-5-20 に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 砂防堰堤建設適地がないため、土石流を安全に流路工に導くための導流堤を有する小規模なダム及び遊砂池を計画する。
- (b) 上記ダムは、扇状地頂部の現在ゴミ捨場となっている地点に計画する。また、このゴミ捨場はダム建設時に撤去するものとする。
- (c) ダムは堤高 10 m 程度で上流部標高 940 m 地点及び下流部標高 925 m の地点に計画する。
- (d) 流路工は、ダム及び Rimac 川合流点間の急勾配部(1/6 ~ 1/7)に計画する。流路幅は約 10 m とし、床固め工を河床勾配緩和のため設置する。
- (e) 流路工と国道との交差地点には、土石流防止トンネルを計画し、国道を防御するものとする。

(E) Rio Seco 地区

タイプ B1 の施設計画が適用されている。

施設計画概要図及び計画河道縦断図を図 IV-5-21 及び IV-5-22 に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 扇状地部は農耕地となっており人家はないため、砂防堰堤建設による土石流の抑止は考えない。
- (b) 扇状地頂部に土石流を流路内に導くための導流堤を計画する。
- (c) 部分的に流路線形の改善及び流路断面の改修を計画する。
- (d) 土石流を流路に沿って流下させるための導流堤を計画する。

- (e) 鉄道及び道路と交差する箇所が計4箇所存在する。これらの箇所では、既に橋梁及びトンネル等が災害防御施設として建設されているが、防御区間等の面で不十分と考えられるため、これらの改良工事を計画する。

(F) Paihua 地区

タイプCの施設計画が適用されている。

施設計画概要図、計画河道縦断図、砂防堰堤一般平面図及び構造図を図IV-5-23からIV-5-26に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 左岸部に大規模な地すべり地域が存在するため、堤高30mの砂防堰堤を標高約2,480mの地点に計画し崩壊防止を計る。
- (b) 土石流の流出方向の調整、河床洗掘防止及び土石流エネルギーの低減を計るため、標高2,420mの合流点直上流部に堤高5~10mのダムを計画する。
- (c) 土石流を安全にRimac川本川へ流入させるため、合流点での河道線形の改善を目的とする河道掘削を計画する。
- (d) Rimac川本川左岸の既設堤防の改修を計画し、Matucana地区を防御するものとする。

(G) Cashahuacra 地区

タイプB2の施設計画が適用されている。

施設計画概要図、計画河道縦断図、ダム一般平面図及び構造図を図IV-5-27からIV-5-30に示す。施設計画の概要は次の通りである。

- (a) 扇状地部での土地利用状況から、土石流の発生を抑止する方策は考えない。
- (b) 扇状地頂部に導流堤を設置し、土石流の旧河道への侵入を防ぐ。
- (c) 導流堤下流端から堤高5m天端長220m程度のダムを設置し、遊砂効果と侵食防止を計る。
- (d) 左岸農地部への土石流の侵入を防ぐため上記の導流堤の他に、この地点下流に導流堤を計画する。
- (e) 下流部右岸に住宅地区が存在するため、この部分への侵入を防ぐ方策として既存河道の拡幅及び河床掘削を計画する。
- (f) 上記の河道改修に加えて、堤防を建設し安全度を高める。
- (g) 扇状地部の被害ポテンシャルの高い地区に対しては、輪中堤を計画する。
- (h) 土石流の鎮静効果を有する植林を扇状地頂部及び下流部において実施する。

6. 施設計画(グループ B)

6.1 溪流地区

グループ B に分類される溪流地区に対する施設計画は、グループ A に対し設定した施設計画の型式を適用し作成されている。施設型式としては、次の 5 型式にわけられる。

- タイプ A1 : Quirio/Pedregal 地区型式
- タイプ A2 : Carosio/Corrales 地区型式
- タイプ B1 : Rio Seco 地区型式
- タイプ B2 : Cashahuacra 地区型式
- タイプ C : Paihua 地区型式

グループ B に属する溪流地区に対する施設計画の選定は、地形、溪流の状況、土地利用、流域面積及び被害対象物の位置等を考慮して検討を行った。結果は表 IV-6-1 に示されている。尚、グループ B の施設計画の検討は、地形図、航空写真、及び現地踏査結果等現時点で利用可能な資料に基づいているため予備的な検討にとどまっている。

グループ B に属する溪流地区に対する施設計画の概要図は、附属報告書 II、付録 X に示されている。

6.2 斜面地区

Rimac 川流域内の斜面地区での災害発生原因は、次の 2 項に大別される。

- (a) 土石流
- (b) 落石及び斜面崩壊

斜面地区における土石流の規模は、地区内の溪流の流域面積が非常に小さい事から小規模である。

上記より、施設の方策として、次の施設の適用が考えられている。

- (a) 橋梁(谷/溪流)
- (b) ロックシェッドトンネル(谷/溪流)
- (c) 土留壁(斜面)

これらの構造物の標準設計は、図 IV-6-1 から図 IV-6-3 に示されている。

斜面地区に対する施設計画は、これらの施設を要所に配置することにより策定されている。

7. 被害額の算定(グループ A)

7.1 概要

施設計画及びその評価のために確率被害の算定が必要であるが、この算定のため次の検討が行われている。

- (a) 短・中・長期土石流出量に対する被害資産の算定
- (b) 各土石流出量に対する被災地区の算定

(c) 被災資産の算定

(d) 被害額の算定

上記各検討の詳細は、次の通りである。

7.2 確率土石流出量

7.2.1 長期土石流出量

各溪流地区における長期土石量流出量は、過去の記録から60～100年確率規模と推定される1987年3月のPedregal地区での土石流出量、各溪流の流域面積及び植生の状況に基づき次式より算定されている。

$$V = \frac{V_p}{C_p} \times C \times 1.2^* \times F$$

V : 各溪流の長期土石流出量(m³)

V_p : 1987年3月のQda. Pedregal流出量(157,200m³)

C_p : Qda. Pedregalの流域面積(10.6km²)

C : 各溪流の流域面積(km²)

* : 流出量測定の精度を考慮した安全率(1.2)

F : 各溪流の植生の状況に応じて決定される軽減係数

上記のうち、植生に応じた軽減係数(F)は、流域面積と植生がみられる地域の面積との比により、次の通り設定されている。

F = 1.0: 裸地

F = 0.8: 10～30%

F = 0.6: 30～60%

F = 0.4: 60～90%

F = 0.2: 90%以上

グループAの各溪流地区の軽減係数(F)は、次の通りである。

(a) Quirio	F = 1.0
(b) Pedregal	F = 1.0
(c) Carosio	F = 1.0
(d) Corrales	F = 1.0
(e) Rio Seco	F = 0.4
(f) Paihua	F = 0.4
(g) Cashahuacra	F = 1.0

これに基づく短・中・長期土石流出量は、表IV-7-1に示されている。以下にグループAの各溪流地区に対する長期土石流出量を示す。

溪流地区	長期土石流出量(m ³)
(a) Quirio	184,700
(b) Pedregal	188,200
(c) Carosio	7,100
(d) Corrales	24,900
(e) Rio Seco	292,700
(f) Paihua	198,900
(g) Cashahuacra	268,200

7.2.2 中・短期土石流出量

中・短期土石流出量は長期土石流出量に対する比率を各々0.1及び0.5と仮定し算定されており、その結果は表IV-7-1に示される通りである。

7.3 被害発生地区

短・中・長期土石流出量による被害発生地区は、各土石流出量、地形及び河道の状況に基づく他、過去の災害状況を勘案し推定を行った。

グループAの各溪流地区に対する長期土石流出量による被害発生地区は、図IV-7-1からIV-7-6に示されている。また短・中期土石流出量に対しては、附属報告書II、付録Xに添付されている。上記の各被害発生地区は、図に示される様に次の様な被害レベルに分類されており被害額の算定において考慮されている。

- (a) 全壊地区 (70~100%の資産が破壊される。平均約90%)
- (b) 半壊地区 (30~70%の資産が破壊される。平均約50%)
- (c) その他 (0~30%の資産が破壊される。平均約20%)

7.4 被害額

被害額は次の手順で算定されている。

(A) 被害項目及び資産の算定

- (a) 一般家屋(件数)

- 上級
- 中級
- 下級

(b) ビルディング(件数及び床面積)

- 商店
- 学校
- その他

(c) 農地(面積)

- 多収量地
- 少収量地

(d) 公共施設

- 道路
- 橋梁
- 井戸
- 公園
- その他

(e) 交通遮断

(f) 復旧工事費

- 礫及び倒壊家屋の除去
- 土砂の除去

(g) その他

(B) 資産単価の算定(附属報告書、付録X)

(C) 被害額の算定

上記手順中、被害項目及び資産は地形図、航空写真及び現地踏査に基づき算定した。また間接被害額は過去の被災記録及び他流域での例を参照し推定した。(詳細は附属報告書II、付録に示されている。)

以下にグループAの溪流地区に対する被害額を示す。

溪流地区	被害額(百万インテイス)
(A) Quirio	
(a) 短期	229.25
(b) 中期	137.11
(c) 長期	29.09
(B) Pedregal	
(a) 短期	466.61
(b) 中期	267.36
(c) 長期	27.66
(C) Carosio	
(a) 短期	101.78
(b) 中期	57.45
(c) 長期	7.17
(D) Corrales	
(a) 短期	127.84
(b) 中期	77.30
(c) 長期	7.71
(E) Rio Seco	
(a) 短期	215.97
(b) 中期	96.22
(c) 長期	21.32
(F) Paihua	
(a) 短期	222.28
(b) 中期	113.62
(c) 長期	16.37
(G) Cashahuacra	
(a) 短期	96.89
(b) 中期	38.90
(c) 長期	6.88

8. 被害額の算定(グループB)

8.1 溪流地区

8.1.1 溪流地区の状況

グループBに属する溪流地区は23地区あり、これらの状況は附属報告書、付録Xに述べられている。

8.1.2 確率土石流出量

グループBの溪流地区に対する確率土石流出量は、グループAと同様の手法により算定した。結果は、表IV-8-1に示される通りである。

8.1.3 被害額算定方法

グループBの被害額は、次の手順により算定されている。

(A) 被害項目としては、地区内の主要資産のみを対象とする。

(B) 主要資産項目としては、(a)一般家屋、(b)堆積物の除去、及び(c)交通遮断とする。

(C) 一般家屋の被害額は、次式により算定されている。

$$C1 = N_h \times F \times U_{Ch}$$

ここに、

N_h : 被災地区内の家屋件数

F : 軽減係数

U_{Ch} : 内部資産を含む一般家屋の建設単価

(D) 上記軽減係数は、植生に応じて決定されており、土石流出量算定において使用した軽減係数を使用している。(表IV-8-1参照)

(E) 堆積物の除去に係る費用(C2)は、次式により算定されている。

$$C2 = DV \times U_{Cd} \times KR$$

ここに、

DV : 推定土石流出量

U_{Cd} : 除去工事単価

KR : 係数

(F) 交通遮断による被害額(C3)は、次式により算定している。

$$C3 = Day \times U_{Ct}$$

ここに、

Day : 遮断日数

U_{Ct} : 1日当たり被害額

(G) 遮断日数は、推定堆砂量により、次の様に設定されている。

推定堆砂量 (10 ³ m ³)	日数
0 - 90	0 - 3
90 - 180	3 - 4
180 - 270	4 - 5
270 - 540	5 - 7
540 - 900	7 - 10
900 以上	10 - 15

(H) 総被害額(Ct)は、次式により算定されている。

$$C_t = (C1 + C2) \times 1.2 + C3 \times 1.1$$

総被害額では、上記の様に直接被害の20%及び間接被害額の10%をその他の被害と仮定し加算している。

(I) 短・中期土石流出量に対する被害額は、グループAの結果を参照し、次の比率を長期土石流出量に対する被害額に乗じる事により算定されている。

中期土石流出量 : 0.52
短期土石流出量 : 0.08

8.1.4 被害額

前節の被害額算出方法により算出されたグループBの各溪流地区の短・中・長期土石流に対する被害額は表IV-8-3に示されている。また、その詳細は附属報告書II、付録Xに示されている。

8.2 斜面地区

8.2.1 被害額算定方法

グループBの斜面地区に対する被害額算定手順は、次の通りである。

- (A) 被害項目としては地区内の主要資産のみを対象とする。
- (B) 主要資産項目としては、(a)一般家屋、及び(b)交通遮断とする。
- (C) 一般家屋の被害額は、次式により算定するものとする。

$$C1 = N_h \times F \times U_{Ch}$$

ここに、

N_h : 被災地区内の家屋件数
 F : 軽減係数
 U_{Ch} : 内部資産を含む1件当たりの一般家屋の資産価値

- (D) 上記軽減係数(F)は、各斜面地区の状況による危険度の相違を考慮する必要がある。この条件を満たそうとするものである。溪流地区に対しては、植生によるみ軽減係数を設定したが、斜面地区に対しては、植生及び斜面勾配が深く関係していると考えられるので次式により算定されるものと仮定した。

$$F = F1 \times F2$$

ここに、

$F1$: 植生による軽減係数(グループAと同様)
 $F2$: 斜面勾配による軽減係数

$F2$ は、斜面勾配により次の様に設定されている。

$35^\circ \leq S < 40^\circ$	$F2 = 0.5$
$30^\circ \leq S < 35^\circ$	$F2 = 0.4$
$25^\circ \leq S < 30^\circ$	$F2 = 0.3$
$20^\circ \leq S < 25^\circ$	$F2 = 0.2$
$15^\circ \leq S < 20^\circ$	$F2 = 0.1$
$10^\circ \leq S < 15^\circ$	$F2 = 0.05$

各斜面地区の軽減係数は、附属報告書II、付録Xに示されている。

- (J) 交通遮断による被害額(C2)は、次式により算定している。

$$C2 = Day \times U_{Ct} + Day' \times U_{Ct}'$$

ここに、

Day : 国道遮断日数
 UCt : 国道遮断による1日当たり被害額
 Day' : 鉄道遮断日数
 UCt' : 鉄道遮断による1日当たり被害額

(K) 上記、各運輸施設の遮断日数は、次式により算定される。

$$\text{Day} = (D\ell/2L) + (Dn/2n) \dots\dots\dots \text{国道}$$

$$\text{Day}' = (D'\ell'/2L) + (D'n'/2N') \dots\dots\dots \text{鉄道}$$

ここに、

L : グループBの斜面地区内を通過する道路の総延長
 ℓ : 各斜面地区内の道路延長
 N : 国道が通過するグループBの斜面地区内の危険谷総本数
 n : 国道が通過する各地区内の危険谷の本数
 L' : グループBの斜面地区内を通過する鉄道もしくは Santa Eulalia 主要道路の総延長
 ℓ' : 各斜面地区内もしくは Santa Eulalia 主要道路の延長
 N' : 鉄道もしくは Santa Eulalia 主要道路が通過するグループBの斜面地区内の危険谷総本数
 n' : 鉄道もしくは Santa Eulalia 主要道路が通過する各地区内の危険谷の本数
 D : Rimac 川沿いの国道 20 号線が通過する斜面地区内での年間遮断日数
 D' : 全流域内の鉄道もしくは Santa Eulalia 主要道が通過する斜面地区内での年間遮断日数

(L) 総被害額 CT は、次式により算定される。

$$CT = C1 \times 1.5 + C2 \times 1.1$$

即ち、総被害額は、上記の様に直接被害の 50% 及び間接被害額の 10% をその他の被害額と仮定し算定されている。

(M) 短・中期土石流出量に対する被害額は、グループAと同様の比率から算出されている。

8.2.2 被害額

前節の被害額算出方法により算出されたグループBの各斜面地区の短・中・長期土石流に対する被害額は表IV-8-3に示される。また、その詳細は附属報告書II、付録Xに示されている。

9. 経済評価

9.1 建設費

建設費は、(i) 準備工事費、(ii) 主要工事費、(iii) 補償費、(iv) 技術費、及び (v) 予備費の各項目に分けて検討を行った。

上記の中、準備工事費、技術費及び予備費は、主要工事費及び補償費に基づき算定される。主要工事費及び補償費は、建設単価及び基本設計により算出された工事数量に基づき算定された。

建設単価他詳細については附属報告書 I、付録 VIII に示されている。

グループ A 及び B に分類された各溪流及び斜面地区に対する主要工事項目及び工事費は、表 IV-9-1 から IV-9-3 に示されているが、グループ A の溪流地区に対する総建設費は、次の通りである。

溪流地区	総建設費(千US\$)
(a) Quirio	8,623.4
(b) Pedregal	11,649.4
(c) Carosio	1,432.7
(d) Corrales	3,054.5
(e) Rio Seco	3,145.9
(f) Paihua	6,442.1
(g) Cashahuacra	3,057.4

9.2 便益

プロジェクト便益は、施設の方策により軽減される被害額と考えられている。即ち、便益は防御施設が設置されていない現況での被害額から防御施設設置後の被害額を差し引いたものと評価される。

現況での被害額は、現況の状態での短期(10年確率)、中期(50年確率)及び長期(100年確率)の各土石流被害を基に年平均被害額として算定されている。

また施設建設後の被害額は施設計画が100年確率規模に対してなされている事から、100年確率以下の土石流に対しては被害は発生しないが、100年確率を越える土石流に対しては現況と同様の被害が発生するものと仮定し算定されている。

上記より算定される年平均便益に係る詳細は、附属報告書 II、付録 X に示されている。以下に、グループ B の各溪流地区に対する年平均便益を示す。

溪流地区	年平均便益(千US\$)
(a) Quirio	8,676.2
(b) Pedregal	3,891.7
(c) Carosio	939.0
(d) Corrales	1,135.0
(e) Rio Seco	2,131.3
(f) Paihua	1,941.0
(g) Cashahuacra	800.2

9.3 経済評価

経済評価は、建設費、プロジェクト便益及び次の仮定に基づき実施されている。

- (a) 経済寿命は 50 年とする。
- (b) 建設工事期間は、施設計画タイプ A 及び C に対し 4 年、タイプ A2、B1 及び B2 に対し 3 年とする。
- (c) 維持管理費は、類似プロジェクトを参照し、直接工事費の 0.5% と仮定する。
- (d) 現況での年平均便益は、現在の資産及び経済活動の状況より算定されているが、これらは流域の経済活動及び人口の増加に伴い増加するものと考えられる。このためその増加率を過去の記録より年平均 3% と仮定し、この比率で便益は増加するものとした。
- (e) 価格基準は、1987 年 6 月価格によるものとする。

グループ A 及び B の各地区での施設計画に対する経済評価の結果は、表 IV-9-8 から IV-9-10 に示される。またグループ A の各溪流地区での施設計画に対する経済評価結果は、次の通りである。

溪流地区	EIRR (%)
(a) Quirio	5.25
(b) Pedregal	5.65
(c) Carosio	9.85
(d) Corrales	6.02
(e) Rio Seco	10.12
(f) Paihua	5.09
(g) Cashahuacra	4.15

E.I.R.R.(内部収益率)が 8% 以上を示す計画は、十分に経済的に妥当であると評価される。表 IV-9-8 から IV-9-10 に示される様に全対象地域の約 25% は 8% 以上の E.I.R.R.を示し、約 70% が 3% 以上の E.I.R.R.を示している。この様に全体として経済性はそれ程悪くはない。さらに、数値に表れていない人命の救助と民生の安定という極めて大きい施設計画の社会的効果を考え合わせるならば、本施設計画は十分に妥当なものとして評価できる。

附 表

表 IV - 3 - 1 溪流地区 (1/2)

*1 No.	*2 Name of tributaries	*3 Distance (km)	*4 River A(m)	*5 Length B(m)	*6 Area (km ²)	*7 Elevation		*8 Lowest	*9 Height Difference of River(m)	*10 Average Slope		*11 B
						Highest	Lowest			A	B	
Qda. (R-0)	Q. Jicamarca	20.8	49,000	50,000	489.3	4,230	260	3,970	12.3	4.6		
(R-1)	Q. Chacaracayo	44.9	3,900	5,100	9.8	1,875	690	1,185	3.3	16.9		
(R-2)	Q. Chacrasana	46.1	3,900	4,200	4.7	1,800	705	1,090	3.6	15.6		
(R-3)	Q. California	47.9	4,000	5,000	8.4	1,700	750	895	4.2	13.4		
(R-4)	Q. Santa Maria	47.9	4,000	5,000	4.6	1,650	755	895	4.5	12.6		
(R-5)	Q. La Cantuta	50.4	6,000	6,700	15.0	2,210	800	1,410	4.3	13.2		
(R-6)	Q. Quirio	50.5	5,200	5,600	10.4	2,010	805	1,215	4.3	13.2		
(R-7)	Q. Pedregal (San Antonio)	51.5	5,800	6,100	10.6	2,330	820	1,480	3.9	14.3		
(R-8)	Q. Carosio (Moyopampa)	53.4	1,100	1,300	0.4	1,675	840	835	1.3	37.2		
(R-9)	Q. Corrales (Rayus de Sol)	54.0	1,600	2,400	1.4	2,000	850	1,150	1.4	35.7		
(R-10)	Q. La Ronda	54.0	5,000	5,600	9.0	2,210	890	1,320	3.8	14.8		
(R-11)	Q. Santa Ana	59.1	5,200	5,800	13.5	2,300	1,030	1,270	4.1	13.7		
(R-12)	Q. San Juan	60.3	6,000	6,300	8.8	2,950	1,150	1,800	3.3	16.7		
(R-13)	Q. Cupiche	62.7	4,500	5,400	9.3	2,600	1,150	1,450	3.1	17.9		
(R-14)	Q. Lloquepampa	62.7	2,500	3,700	2.7	2,650	1,150	1,500	1.7	31.0		
(R-15)	Rio Canchacalla	64.8	21,200	22,000	118.0	4,850	1,230	3,620	5.9	9.7		
(R-16)	Q. Guayabo	67.4	3,900	4,600	6.8	2,650	1,280	1,370	2.8	19.4		
(R-17)	Q. Agua Salada	69.2	5,000	7,000	15.3	3,200	1,320	1,880	2.7	20.6		
(R-18)	Q. Del Pate	69.5	5,200	7,200	10.3	3,605	1,350	2,255	2.3	23.4		
(R-19)	Q. Rio Seco	72.9	12,200	13,000	49.3	4,630	1,520	3,110	3.9	14.3		
(R-20)	Q. Esperanza	75.1	2,800	3,700	4.4	3,750	1,550	2,200	1.3	38.2		
(R-21)	Q. Verrugas	77.8	4,800	5,800	9.4	4,470	1,650	2,820	1.7	30.4		
(R-22)	Q. Linday	80.0	5,800	8,200	19.4	4,800	1,780	3,020	1.9	27.5		
(R-23)	Q. Huacre	83.0	4,400	5,600	7.5	4,470	1,950	2,520	1.7	29.8		
(R-24)	Q. Matata	83.3	6,900	7,200	14.8	4,630	1,970	2,660	2.6	21.1		
(R-25)	Q. Cuchimachay	83.9	5,000	5,800	6.6	4,580	2,010	2,570	1.9	27.2		
(R-26)	Q. Chacamaza	84.5	4,200	5,000	7.5	4,500	2,030	2,470	1.7	30.5		
(R-27)	Q. Yamajune	86.3	8,000	9,000	18.6	4,880	2,100	2,780	2.9	19.2		
(R-28)	Q. Palcacancha	87.9	9,800	11,900	29.3	4,900	2,200	2,700	3.6	15.4		
(R-29)	Q. Barranco	88.0	6,900	8,000	14.8	4,680	2,200	2,480	2.8	19.8		
(R-30)	Q. Lucumo	90.0	2,600	3,500	2.3	4,260	2,320	1,940	1.3	36.7		
(R-31)	Q. Chucumayo	90.5	8,000	9,200	34.8	5,020	2,360	2,660	3.0	18.4		
(R-32)	Q. Pihua (Llanahualla)	92.0	6,100	6,100	14.9	4,760	2,400	2,360	2.6	21.2		
(R-33)	Q. Chacahuaro	95.6	4,100	4,100	5.3	4,720	2,490	2,230	1.8	28.5		
(R-34)	Q. Pancha	96.1	11,200	13,300	69.3	5,300	2,510	2,790	4.0	14.0		
(R-35)	Q. Viso	98.1	7,400	8,100	20.9	5,315	2,750	2,565	2.9	19.1		
(R-36)	Q. Ocatara	101.0	2,600	3,200	3.7	4,750	2,850	1,900	1.4	36.2		
(R-37)	Q. Parac	104.3	20,600	21,200	130.6	5,310	2,950	2,360	8.7	6.5		
(R-38)	Q. Challumay	104.7	3,300	5,900	6.1	5,000	2,950	2,050	1.6	31.8		
(R-39)	Q. Turumanya	108.8	8,500	9,000	26.2	5,250	3,200	2,050	4.1	13.6		
(R-40)	Rio Blanco	111.8	33,500	35,000	235.7	5,650	3,450	2,200	15.2	3.8		
(R-41)	Q. Tranquilla	114.5	4,200	5,600	4.9	5,250	3,700	1,500	2.8	19.7		
(R-42)	Q. Santa Rosa	118.5	7,900	8,300	23.4	5,300	3,900	1,400	5.6	10.0		
(R-43)	Q. Tacpin	120.0	9,500	10,000	32.9	5,280	3,980	1,300	7.3	7.8		
(R-44)	Q. Veintiuno	121.1	2,200	3,000	2.3	5,020	4,050	970	2.3	23.8		
(R-45)	Q. Carmen	122.1	5,100	6,600	11.9	5,300	4,150	1,150	4.4	12.7		
(R-46)	Q. Chinchán	124.5	8,100	9,000	42.0	5,200	4,280	820	8.8	6.5		
(R-47)	Q. Cotina	125.6	2,600	4,200	8.3	5,200	4,380	820	3.2	17.5		
(R-48)	Q. Antaranra	125.6	3,400	4,600	12.6	5,000	4,380	620	5.5	10.3		

Remarks : *3 : From river mouth *4 : To the end of river-like section *5 : To the border line of catchment area *6 : Degree (o)

表 IV -3-1 溪流地区 (2/2)

*1 No.	*2 Name of tributaries	*3 Distance (km)	*4 River Length A(m)	*5 B(m)	*6 Area (km ²)	*7 Elevation		*8 Lowest	*9 Height Difference of River(m)	*10 Average slope		*11 B
						Highest	Lowest			A	B	
Oda.	(S-1) Q.Cachahuacra	57.1	5,200	6,600	15.1	2,600	980	1,620	3.2	17.3		
	(S-2) Q.Redonda	62.1	6,000	7,100	12.1	3,220	1,190	2,030	3.0	18.7		
	(S-3) Q.Infiernillo	65.0	3,200	5,100	6.7	3,220	1,320	1,900	1.7	30.7		
	(S-4) Q.Alcula	65.1	7,900	9,000	16.4	3,820	1,320	2,500	3.2	17.6		
	(S-5) Q.Lucuma	69.4	3,900	5,000	40.3	3,520	1,570	1,950	2.0	26.6		
	(S-6) Q.santo Domingo	69.6	11,700	14,800	9.5	4,765	1,570	3,195	3.7	15.3		
	(S-7) Q.Huanchunya	72.4	4,000	6,900	12.9	4,230	1,680	2,550	1.6	32.5		
	(S-8) Q.San Antonio	73.3	4,000	5,900	8.0	4,000	1,790	2,210	1.8	28.9		
	(S-9) Q.Negro	73.5	2,900	3,300	5.9	3,920	1,800	2,120	1.4	36.2		
	(S-10) Q.Vado	73.6	4,800	6,200	2.1	4,030	1,800	2,230	2.2	24.9		
	(S-11) Q.Mito Mito	77.2	6,500	8,000	18.4	4,230	1,970	2,260	2.9	19.2		
	(S-12) Rio Carhuayuma	77.8	15,800	16,500	59.7	4,830	2,020	2,810	5.6	10.1		
	(S-13) Q.Del Zorrillo	79.9	5,200	7,000	14.4	4,470	2,200	2,270	2.3	23.6		
	(S-14) Q.Marropuquio	81.4	6,000	6,500	9.1	4,470	2,300	2,170	2.8	19.9		
	(S-15) Q.Carhuachayo	82.1	5,100	5,900	6.8	4,820	2,330	2,490	2.0	26.0		
	(S-16) Q.Maquerhua	83.1	7,600	8,100	25.3	4,750	2,420	2,330	3.3	17.0		
	(S-17) Q.Challamayllo	87.0	7,300	8,900	17.9	4,750	2,660	2,090	3.5	16.0		
	(S-18) Q.Pozo	87.5	9,700	10,900	22.8	4,910	2,700	2,210	4.4	12.8		
	(S-19) Q.Huancacocha	90.5	4,800	6,000	6.5	4,750	2,950	1,800	2.7	20.6		
	(S-20) Q.Chilcacocha	90.8	3,300	4,400	5.1	4,710	2,970	1,740	1.9	27.8		
	(S-21) Q.Fillihua	91.8	18,600	19,900	99.3	5,035	3,030	2,005	9.3	6.2		
	(S-22) Q.Acobamba	93.1	19,000	259,000	178.5	5,360	3,120	2,240	8.5	6.7		
	(S-23) Q.Collique	96.3	19,000	19,600	78.5	5,100	3,330	1,770	10.7	5.3		
	(S-24) Rio Shuncha	97.5	18,800	21,900	137.8	5,300	3,460	1,840	10.2	5.6		
	(S-25) Q.Yanac	102.7	4,000	5,200	6.1	5,500	3,840	1,660	2.4	22.5		
	(S-26) Q.Huasca	108.1	11,200	12,900	41.7	5,120	4,100	1,020	11.0	5.2		
	(S-27) Rio Pallca	108.1	6,060	11,900	54.8	5,280	4,100	1,180	5.1	11.0		

Remarks : *3 : From river mouth *4 : To the end of river-like section *10 : *4/*9
 *5 : To the border line of catchment area *11 : Degree (o)

表 IV - 3-2 斜面地区 (1/2)

*1 No.	*2 Name of slope	*3 Distance (km)	*4 Section Length (m)	*5 Slope Length (m)	*6 Area (km ²)	*7 Slope Elevation (m) Highest Lowest	*8 Height (m)	*9 Average Slope A B	*10 Average Slope A B	*11 Average Slope A B
Spe. (R--/0)	(river-mouth) - Jicamarca	10.4	20,800	-	149.5	2,200	-	-	-	-
(R--/1)	(river-mouth) - Chacacayo	24.0	47,900	-	198.6	1,760	-	-	-	-
(R-0/2)	Jicamarca - Chacacayo	33.5	25,300	-	63.0	1,850	-	-	-	-
(R-1/3)	Chacacayo - California	46.7	2,900	2,600	4.1	1,550	830	720	3.6	15.5
(R-2/4)	Chacacayo - Santa Maria	47.0	1,800	2,500	2.1	1,450	730	720	3.5	16.1
(R-3/5)	California - La Cantuta	49.2	2,500	1,000	0.9	1,150	770	380	2.6	20.8
(R-4/6)	Santa Maria - Quirio	49.2	2,600	3,900	3.0	1,600	850	830	3.1	17.7
(R-5/10)	La Cantuta - La Ronda	52.2	3,600	700	0.2	1,950	810	190	3.7	15.2
(R-6/7)	Quirio - Pedregal	52.7	1,100	700	0.2	1,000	870	1,080	2.1	25.6
(R-7/8)	Pedregal - Carosio	53.5	3,500	2,250	4.6	1,950	830	720	1.4	35.8
(R-8/9)	Carosio - Corrales	53.8	600	1,000	0.3	1,550	840	560	1.8	29.2
(R-9/-)	Corrales - (confluence)	54.4	800	1,900	0.4	1,400	910	540	2.4	22.6
(R-10/-)	La Ronda - (confluence)	54.8	1,500	1,300	0.9	1,450	910	1,070	2.5	22.0
(R--/11)	(confluence) - Santa Ana	57.3	3,600	2,650	7.3	2,070	1,000	1,165	1.7	30.2
(R--/12)	(confluence) - San Juan	57.9	4,800	2,000	5.2	2,165	1,080	740	2.0	26.3
(R-11/13)	Santa Ana - Cupiche	60.9	3,600	1,500	2.6	1,820	1,100	660	2.3	23.7
(R-12/14)	San Juan - Lloquepampa	61.5	2,400	1,500	0.7	1,760	1,000	900	2.2	24.8
(R-13/16)	Cupiche - Guayabo	65.1	4,700	1,950	5.7	2,110	1,700	750	3.2	17.4
(R-14/15)	Lloquepampa - R.Canchacalla	63.8	2,100	2,400	2.7	2,450	1,570	2,080	1.8	28.7
(R-15/22)	R.Canchacalla - Linday	72.4	15,200	3,800	24.3	3,650	1,360	710	1.8	29.6
(R-16/17)	Guayabo - Agua Salada	68.3	1,800	1,250	1.8	2,070	1,350	760	3.0	18.7
(R-18/19)	Del Pate - Rio Seco	71.2	3,400	2,250	3.7	2,150	1,510	1,090	1.7	31.2
(R-19/20)	Rio Seco - Verrugan	74.0	2,200	1,800	3.7	2,600	1,600	1,200	1.6	31.6
(R-20/21)	Esperanza - Verrugas	76.5	2,700	1,950	2.6	2,800	1,810	2,190	1.7	30.6
(R-21/23)	Verrugas - Huacre	80.4	5,200	3,700	7.4	4,000	2,000	1,620	1.5	32.9
(R-22/27)	Linday - YamaJune	83.2	6,300	2,500	8.3	3,620	2,150	1,650	1.9	28.0
(R-26/29)	Chacamaza - Barranco	86.3	3,500	3,100	4.8	3,800	2,320	850	2.1	25.9
(R-27/28)	YamaJune - Palcacancha	87.1	1,600	1,750	1.3	3,100	2,250	1,480	1.5	33.8
(R-28/32)	Palcacancha - Llanahualla	90.0	4,100	2,750	5.2	3,550	2,280	1,270	1.5	33.8
(R-29/30)	Barranco - Lucumo	89.0	2,000	1,900	1.9	3,550	2,450	2,120	1.9	27.9
(R-31/33)	Chucumayo - Chacahuaro	93.1	5,100	4,000	10.0	4,570	2,480	1,470	2.1	25.4
(R-32/34)	Llanahualla - Pancha	94.1	4,100	3,100	4.3	3,950	2,600	1,650	1.2	38.8
(R-33/35)	Chacahuaro - Viso	96.9	2,500	2,050	3.0	4,250	2,820	1,450	1.5	33.4
(R-34/36)	Pancha - Ocatara	98.6	4,900	2,200	5.5	4,270	2,950	1,450	1.5	33.4
(R-35/37)	Viso - Parac	101.2	6,200	1,400	5.3	4,400	2,950	1,450	1.5	33.4
(R-36/38)	Ocatara - Challumay	102.9	3,700	1,400	1.7	3,850	2,900	950	1.7	30.7
(R-37/40)	Parac - Rio Blanco	108.1	7,500	2,950	11.2	4,950	3,200	1,750	1.7	30.7
(R-38/39)	Challumay - Turumanya	106.3	4,100	3,000	7.9	4,800	3,150	1,650	1.8	28.8
(R-39/41)	Turumanya - Tranquilla	111.7	5,700	2,100	7.7	4,640	3,500	1,140	1.8	28.5
(R-40/44)	Rio Blanco - Veintiuno	116.5	9,300	3,000	14.3	4,950	3,900	1,050	2.9	19.3
(R-41/42)	Tranquilla - Santa Rosa	116.5	4,900	1,550	3.6	4,800	3,810	990	1.6	32.6
(R-42/43)	Santa Rosa - Tacpin	119.3	1,500	950	0.9	4,580	3,950	630	1.5	33.6
(R-43/46)	Tacpin - Chinchán	122.3	4,500	1,550	0.9	5,050	4,210	520	1.7	30.0
(R-44/45)	Veintiuno - Carmen	121.6	1,000	900	0.5	4,520	4,100	520	1.7	30.0
(R-45/47)	Carmen - Corina	123.9	3,500	2,550	3.7	5,170	4,230	940	2.7	20.2

Remarks : *3 : From river mouth to the middle reach of the section

*5,*6 : Horizontal length

*7,*8 : Elevation at logenst slope

*9 : *7-*8

*10 : *5/*9

*11 : Degree (o)

表 IV -3-2 斜面地区 (2/2)

*1 No.	*2 Name of Slope	*3 Distance (km)	*4 Section Length (m)	*5 Slope Length (m)	*6 Area (km ²)	*7 Slope Elevation (m)		*8 Height (m)	*10 Average Slope		*11 Slope B
						Highest	Lowest		A	B	
Spe.	(S--/1) (confluence)	56.3	1,600	2,100	1.5	1,550	950	600	3.5	15.9	
	(S-/4) (confluence)	60.3	9,600	2,100	18.0	2,200	1,160	1,040	2.0	26.3	
	(S-1/2) Cashuacra	59.6	5,000	4,150	10.4	2,400	1,090	1,310	3.2	17.5	
	(S-2/3) Redonda	63.6	2,900	2,050	2.4	1,970	1,250	720	2.8	19.4	
	(S-3/5) Infiernillo	67.2	4,600	2,600	5.4	2,760	1,450	1,310	2.0	26.7	
	(S-4/6) Alcula	67.4	4,300	4,300	11.1	3,450	1,450	2,000	2.2	24.9	
	(S-5/7) Lucuma	76.9	3,900	3,050	3.0	3,200	1,630	1,570	1.9	27.2	
	(S-6/8) Santo Domingo	71.5	2,800	3,750	5.4	3,400	1,640	1,760	2.1	25.1	
	(S-7/10) Huanchunya	73.0	1,100	2,100	1.4	3,200	1,740	1,460	1.4	34.8	
	(S-9/12) Negro	75.7	3,700	2,800	7.2	3,600	2,040	1,560	1.3	29.1	
	(S-10/11) Vado	75.4	4,200	4,200	6.4	3,770	2,080	1,690	2.5	21.9	
	(S-11/13) Mito Mito	78.6	2,700	3,850	7.6	3,970	2,200	1,770	2.2	24.7	
	(S-12/15) R. Carhuayuma	80.0	4,300	3,750	8.4	4,250	2,200	2,050	1.8	28.7	
	(S-13/14) Del Zorrillo	80.7	1,500	1,850	1.3	3,300	2,270	1,030	1.8	29.1	
	(S-14/16) Marcepuquio	82.3	1,700	1,850	1.1	3,450	2,350	1,100	1.7	30.7	
	(S-15/17) Carhuachayo	84.6	4,900	4,900	11.2	4,820	2,570	2,250	2.2	24.7	
	(S-16/18) Maquerhua	85.3	4,400	2,800	5.7	4,250	2,600	1,650	1.7	30.5	
	(S-17/20) Challamayillo	88.9	3,800	2,600	5.6	4,240	2,800	1,440	1.8	29.0	
	(S-18/19) Pozo	89.0	3,000	3,450	6.2	4,380	2,800	1,580	2.2	24.6	
	(S-19/22) Huancacocha	91.8	2,600	3,400	5.0	4,400	3,080	1,320	2.6	21.2	
	(S-20/21) Chilcacocha	91.3	1,000	900	0.4	3,700	3,000	700	1.3	37.9	
	(S-21/24) Pillihua	94.7	5,700	2,800	7.9	4,730	3,400	1,330	2.1	25.4	
	(S-22/23) Acobamba	94.7	3,200	2,800	4.7	4,480	3,350	1,130	2.5	22.0	
	(S-23/26) Collque	102.2	11,800	2,850	20.7	5,230	3,970	1,260	2.3	23.9	
	(S-24/25) Rio Shuncha	100.1	5,200	1,650	4.4	4,650	3,780	870	1.9	27.8	
	(S-25/27) Yanac	105.4	5,400	2,500	10.7	5,060	3,980	1,080	2.3	23.4	

Remarks : *3 : From river mouth to the middle reach of the section *9 : *7-*8

*5, *6 : Horizontal length

*7, *8 : Elevation at logenst slope

*10 : *5/*9

*11 : Degree (o)

表 IV-6-1 グループBに属する溪流地区

Name and No. of Qda		Type
Q. Chaclacayo	(R1)	A1
Q. Chacrasana	(R2)	A1
Q. California	(R3)	A1
Q. Santa Maria	(R4)	A1
Q. La Cantuta	(R5)	A1
Q. La Ronda	(R10)	A1
Q. Santa Ana	(R11)	B1
Q. Cupiche	(R13)	B1
Q. Rio Canchacalla	(R15)	C
Q. Guayabo	(R16)	B2
Q. Agua Salada	(R17)	B1
Q. Del Pate	(R18)	B1
Q. Huacre	(R23)	B1
Q. Matata	(R24)	B1
Q. Cuchimachay	(R25)	A1
Q. Chucumayo	(R31)	B2
Q. Chacahuacra	(R33)	B2
Q. Pancha	(R34)	C
Q. Viso	(R35)	C
Q. Parac	(R37)	C
Q. Redonda	(S2)	B2
Q. Infiernillo	(S3)	B1
Q. Lucuma	(S5)	B1

Note : A1 : Quirio/Pedregal Type
A2 : Carosio/Corrales Type
B1 : Rio Seco Type
B2 : Cashahuacra Type
C : Paihua Type

表 IV -7-1 各溪流地区推定土石流出量

Name of Cda	(1) Catchment Area (Km ²)	(2) Total Deposit Volume in (m ³) March 1987 Disaster	Reduction Factory (F)	Deposit Volume		
				(3) Long-term scale (m ³)	(4) Mid-term scale (m ³)	(5) Short-term scale(m ³)
Qda Quirio	10.4	14,100	1	184,700	92,400	18,500
Qda Pedregal	10.6	157,200	1	188,200	94,100	18,800
Qda Carcio	0.4	4,400	1	7,100	3,600	700
Qda Corrales	1.4	21,700	1	24,900	12,400	250
Qda Cashahuaca	15.1	102,000	1	268,200	134,100	26,800
Cda Rio Seco	41.2	-	0.4	292,700	146,400	29,300
Qda Pajhua *	28.0	-	0.4	198,900	99,400	19,900

Note: (3) = (1) 14,800 * x 1.2 x F ; Deposit Volume per 1 Km² in Cda Pedregal

(4) = (3) x 0.5

(5) = (3) x 0.2

表 IV-8-1 グループ B に属する溪流地区指定土石流出量

Qda Area		(3) Catchment Area (km ²)	Reduction Factor (F)	umed Deposit Volume		
(1) No.	(2) Name			(4) Long-term	(5) Mid-term	(6) Short-term
R 1	Q. Chacracayo	9.8	1	174,000	87,000	17,400
R 2	Q. Chacrasana	4.7	1	83,500	41,700	8,400
R 3	Q. California	8.4	1	149,200	74,600	14,900
R 4	Q. Santa Maria	4.6	1	81,700	40,800	8,200
R 5	Q. La Cantuta	15.0	1	266,400	133,200	26,600
R10	Q. La Ronda	9.0	1	159,800	79,900	16,000
R11	Q. Santa Ana	13.5	0.8	191,800	96,000	19,200
R13	Q. Cupiche	9.3	0.8	132,200	66,100	13,200
R15	Q. Rio Canchacalla	118.0	0.4	838,300	419,100	83,800
R16	Q. Guayabo	6.8	0.8	96,600	48,300	9,700
R17	Q. Agua Salada	15.3	0.6	163,000	81,500	16,300
R18	Q. Del Pate	10.3	0.6	109,700	54,900	11,000
R23	Q. Huacra	7.5	0.4	53,300	26,600	5,300
R24	Q. Matata	14.8	0.4	105,100	52,600	10,500
R25	Q. Chuchimachay	6.6	0.4	46,900	23,400	4,700
R31	Q. Chucumayo	34.8	0.4	247,200	123,600	24,700
R33	Q. Chacahuaro	5.3	0.4	37,600	18,800	3,800
R34	Q. Pancha	69.3	0.2	246,200	123,100	24,600
R35	Q. Viso	20.9	0.2	74,200	37,100	7,400
R37	Q. Parac	130.6	0.2	464,000	231,900	46,400
S 2	Q. Redonda	12.1	0.8	171,900	86,000	17,200
S 3	Q. Infiernillo	6.7	0.8	95,200	47,600	9,500
S 5	Q. Lucuna	9.5	0.6	101,200	50,600	10,100

Note: (4) = (3) x 14,800 x 1.2 x F

(5) = (4) x 0.5

(6) = (4) x 0.1

表 IV - 8 - 2 被害率(グループ A)

Name of Qda	Long-term scale		Mid-term scale		Short-term scale	
	Amount	Ratio	Amount	Ratio	Amount	Ratio
Quirio	229	1	137	0.60	29	0.13
Pedregal	467	1	267	0.57	28	0.06
Carosio	102	1	57	0.56	7	0.07
Corrales	128	1	7	0.60	8	0.06
Rio Seco	216	1	96	0.44	21	0.10
Paihua	222	1	114	0.51	16	0.07
Cashahuacra	97	1	39	0.40	7	0.07
Mean	-	1	-	0.52	-	0.08

Note : Unit of amount is $\times 10^6$ Intis

表 IV-8-3 各溪流地区における推定被害額

Name and No. of Qda	Damage Amout (I./ x 10 ⁶)		
	Long-term scall	Mid-term scale	Short-term scale
Q. Chaclacayo (R1)	583.8	303.6	46.7
Q. Chacrasana (R2)	102.4	53.2	8.2
Q. California (R3)	253.5	131.8	20.3
Q. Santa Maria (R4)	104.4	54.3	8.4
Q. La Cantuta (R5)	144.8	75.3	11.6
Q. La Ronda (R10)	161.1	83.8	12.9
Q. Santa Ana (R11)	175.6	91.3	14.0
Q. Cupiche (R13)	137.5	71.5	11.0
Q. Rio Canchacalla (R15)	169.7	88.2	13.6
Q. Guayabo (R16)	128.8	67.0	10.3
Q. Agua Salada (R17)	138.7	72.1	11.1
Q. Del Pate (R18)	131.1	68.2	10.5
Q. Huacre (R23)	14.4	7.5	1.2
Q. Matata (R24)	28.8	15.0	2.3
Q. Cuchimachay (R25)	54.3	28.2	4.3
Q. Chucumayo (R31)	162.5	84.5	13.0
Q. Chacahuacra (R33)	63.0	32.8	5.0
Q. Pancha (R34)	64.5	33.5	5.2
Q. Viso (R35)	63.8	33.2	5.1
Q. Parac (R37)	127.8	66.4	10.2
Q. Redonda (S2)	54.1	28.1	4.3
Q. Infiernillo (S3)	34.3	17.8	2.7
Q. Lucuma (S5)	34.2	17.8	2.7

Note : Damage of Mid-term scale
= 0.52 x Damage of long-term scale
Damage of Short-term scale
= 0.08 x Damage of long-term scale

表 IV - 8 - 4 各斜面地区における推定被害額

Name and No. of spe Area	Estimated Damage (I/. x 10 ⁶)			
	Direct Damage			Indirect Damage
	Long-term scale	Mid-term scale	Short-term scale	(Annual)
River mouth-Jicamarca (R-~/10)	196.8	102.3	15.7	0
River mouth-Chaclacayo (R-~/1)	183.8	95.6	14.7	0.495
Jicamarca Chacrasana (R-0/2)	3.0	1.6	0.2	0
Chaclacayo-California (R-1/3)	5.5	2.9	0.4	0
Snata Maria-Quirio (R-4/6)	0.5	0.2	0.1	0
La Cantuta-La Ronda (R5/10)	5.9	3.1	0.5	0
Pedregal-Carosio (R-7-8)	8.0	4.2	0.6	0
Carosio-Corrales (R-8/9)	3.9	2.0	0.3	0
Corrales-Cashahuacra (R-9/- and S-~/1)	2.4	1.2	0.2	0
La Ronda-Confluence (R-10/-)	0.3	0.2	0.1	0.033
Confluence-Santa Ana (R-~/11)	13.7	7.1	1.1	0
Confluence-San Juan (R-~/12)	6.4	3.3	0.5	0
Santa Ana-Cupiche (R-~/11/13)	0	0	0	3.188
Cupiche-Guayabo (R-13/16)	27.8	14.5	2.2	2.068
Guayabo-Agua Salada (R-16/17)	0	0	0	1.458
R.Seco-Esperanza (R-19/20)	4.4	2.3	0.4	4.552
Eseranza-Verrugas (R-20-21)	0.5	0.3	0.1	5.313
Verrugas-Huacre (R-21/23)	5.2	2.8	0.4	4.136
Linday-Yamajune (R-22/27)	2.4	1.2	0.2	4.158
Chacamaza-Barranco (R-26/29)	0.4	0.2	0.1	0.167
Chucumayo-Chacahuaro (R-31/33)	22.7	11.8	1.8	0.132
Parac-R. Blanco (R-37/40)	37.8	19.6	3.0	2.998
Confluence-Alcula (S-~4)	7.2	3.8	0.6	0
Cashahuacra-Redonda (S-1/2)	4.8	2.5	0.4	0.126
Redonda-Infiernillo (S-2/3)	4.5	2.3	0.3	0.088

Note: (1) Direct damage = Damage on House x 1.5
 (2) Indirect damage = Traffic damage x 1.1
 (3) Mid-term scale damage = Large scale damage x 0.52
 (4) Short-term scale damage = Large scale damage x 0.08
 (5) Indirect damage is shown as an annual amount as the recurrence period will be estimated later for the evaluation of the project.

表 IV - 9 - 1 工事数量表(溪流地区グループ A) (1/2)

Description	Unit	Oda								
		Quirio	Pedregal	Carosio	Corrales	Rio Seco	Paihua	Cashahuacra		
I. Main Dam										
- Excavation, common	cu.m	25,700	27,900	-	-	-	-	-	76,300	-
- Backfill with random materials	cu.m	71,200	22,300	-	-	-	-	-	5,000	-
- Concrete	cu.m	4,000	2,800	-	-	-	-	-	42,000	-
- Rubble concrete	cu.m	23,900	13,500	-	-	-	-	-	0	-
- Backfill concrete	cu.m	13,500	11,000	-	-	-	-	-	9,000	-
- Reinforcing bar	tons	71	86	-	-	-	-	-	126	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	1,900	3,000	-	-	-	-	-	4,100	-
- Gabion mattress	nos	40	40	-	-	-	-	-	50	-
II. Lower Erosion Control Dam										
- Excavation, common	cu.m	33,500	30,200	6,800	7,600	-	-	-	7,700	-
- Backfill with random materials	cu.m	1,000	600	1,700	1,300	-	-	-	450	-
- Concrete	cu.m	9,000	8,700	6,200	10,800	-	-	-	4,300	-
- Rubble concrete	cu.m	0	0	0	0	-	-	-	0	-
- Backfill concrete	cu.m	0	0	0	0	-	-	-	0	-
- Reinforcing bar	tons	44	50	15	37	-	-	-	15	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	1,000	1,000	1,800	1,600	-	-	-	450	-
- Gabion mattress	nos	40	40	0	15	-	-	-	25	-
III. Upper Erosion Control Dam										
- Excavation, common	cu.m	-	43,400	-	6,300	-	-	-	-	10,700
- Backfill with random materials	cu.m	-	600	-	1,200	-	-	-	-	13,000
- Concrete	cu.m	-	8,700	-	9,900	-	-	-	-	9,500
- Rubble concrete	cu.m	-	0	-	0	-	-	-	-	0
- Backfill concrete	cu.m	-	0	-	0	-	-	-	-	7,500
- Reinforcing bar	tons	-	50	-	32	-	-	-	-	41
- Protection works with wet masonry	sq.m	-	1,300	-	1,200	-	-	-	-	170
- Gabion mattress	nos	-	40	-	15	-	-	-	-	260

(to be continued)

表 IV-9-2 工事数量表(溪流地区グループB)

Name and No. of Qda.	Q'ty of Structure			Others
	No. of Dam	Length of Channel Works	Length of Dike Section	
Q. Chaclacayo (R1)	3 Nos	3.3 km	-	
Q. Chacrasana (R2)	1	1.1	-	
Q. California (R3)	1	1.3	-	
Q. Santa Maria (R4)	1	1.0	-	
Q. La Cantuta (R5)	3	1.2	-	
Q. La Ronda (R10)	4	1.3	-	
Q. Santa Ana (R11)	-	(0.4)	0.6 km	Road & Railway Protection
Q. Cupiche (R13)	-	(0.4)	0.5	- ditto -
Q. Rio Canchacalla (R15)	5	(0.5)	0.5	
Q. Guayabo (R16)	2	0.4	-	Road & Railway Protection
Q. Agua Salada (R17)	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Del Pate (R18)	-	-	0.4	- ditto -
Q. Huacre (R23)	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Matata (R24)	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Cuchimachay (R25)	2	1.1	-	
Q. Chucumayo (R31)	1	0.7	1.6	Road & Raileay Protection
Q. Chacahuacra (R33)	1	0.3	-	- ditto -
Q. Pancha (R34)	3	(0.5)	-	
Q. Viso (R35)	2	(0.5)	-	
Q. Parac (R37)	3	(0.3)	-	
Q. Redonda (S2)	1	1.3	1.3	
Q. Infiernillo (S3)	-	(0.4)	0.4	
Q. Lucuma (S5)	-	(0.9)	0.9	

Note: Channel works with parenthesis : Excavation for improvement of existing channel

表 N-9-3 工事数量表(斜面地区グループB)

Name and No. of Spe Area	Kind of Structure and Number or Length (km)						
	Bridge		Rock S. Tunnel		Retain. Wall		Other
	Road	Rail	Road	Rail	High	Low	
River mouth-Jicamarca (R-7/0)	-	-	-	-	-	15	
River mough-Chaclacayo (R-7/1)	-	-	-	-	0.5	17.5	
Jicamarca-Chacrasana (R-0/2)	-	-	-	-	0.5	1.5	
Chaclacayo-California (R-1/3)	-	-	-	-	-	0.05	
Santa Maria-Quirio (R-4/6)	-	-	-	-	-	0.11	
La Cantuta-La Ronda (R-5/10)	-	-	-	-	-	1.5	
Pedregal-Carosio (R-7/8)	-	-	-	-	-	0.68	
Carosio-Corrales (R-8/9)	-	-	-	-	-	0.2	
Corrales-Cashauacra (R-9/1) and (S-7/1)	-	-	-	-	-	0.2	
La Ronda-Confluence (R-10/-)	-	-	-	-	-	0.04	
Confluence-Santa Ana (R-7/11)	-	-	-	-	-	0.32	
Confluence-San Juan (R-7/12)	-	-	-	-	-	0.08	
Santa Ana-Cupiche (R-11/13)	1	-	2	1	1.5	0	
Cupiche-Guayabo (R-13/16)	-	-	2	5	1.5	0.66	
Guayabo-Agua Salada (R-16/17)	-	-	2	0	1.0	0	
R. Seco-Esperanza (R-19/20)	1	1	3	5	2.5	0.05	
Esperanza-Verrugas (R-20/21)	1	1	6	7	2.5	0.01	
Verrugas-Huacre (R-21/23)	1	1	3	5	2.0	0.08	
Linday-Yamajune (R-22/27)	1	-	2	-	2.5	0.04	
Chacamaza-Barranco (R-26/29)	-	-	-	7	-	0.04	
Chucumayo-Chacahuaro (R-31/33)	-	-	-	3	-	0.9	
Parac-Rio Blanco (R-37/40)	2	2	2	2	-	1.12	
Confluence-Alcula (S-7/4)	-	-	-	-	-	0.11	
Cashahuacra-Redonda (S-1/2)	-	1	-	5	-	0.11	
Redonda-Infiernillo (S-2/3)	-	-	-	4	-	0.09	

表 IV - 9 - 4 主要工事経済建設費(溪流地区グループ A) (1/2)

Description	Unit of Qty	Unit Price (US\$)	Oda						
			Cuino	Pedrechal	Caresio	Corrales	Rio Seco	Pailhus	Cashahuara
I. Main Dam									
- Excavation, common	cu.m	4.00	102.8	111.6	-	-	-	-	305.2
- Backfill with random materials	cu.m	4.00	284.8	89.2	-	-	-	-	20.0
- Concrete	cu.m	80.00	320	224.0	-	-	-	-	3,360.0
- Rubble concrete	cu.m	45.00	1,075.5	607.5	-	-	-	-	0
- Backfill concrete	cu.m	45.00	607.5	495.0	-	-	-	-	405.0
- Reinforcing bar	tons	267.00	19.0	23.0	-	-	-	-	33.5
- Protection works with wet masonry	sq.m	22.00	41.8	66.0	-	-	-	-	90.2
- Gabion mattress	nos	45.00	1.8	1.8	-	-	-	-	2.3
Sub-total			2,453.2	1,618.1					4,216.3
II. Lower Erosion Control Dam									
- Excavation, common	cu.m	4.00	130.4	120.8	27.2	30.4	-	-	30.8
- Backfill with random materials	cu.m	4.00	4.0	2.4	6.8	5.2	-	-	1.8
- Concrete	cu.m	80.00	720.0	696.0	496.0	864.0	-	-	344.0
- Rubble concrete	cu.m	45.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0
- Backfill concrete	cu.m	45.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0
- Reinforcing bar	tons	267.00	11.7	13.4	4.0	9.9	-	-	4.0
- Protection works with wet masonry	sq.m	22.00	22.0	22.0	39.5	35.2	-	-	9.9
- Gabion mattress	nos	45.00	1.8	1.8	0.0	0.7	-	-	1.1
Sub-total			893.5	856.4	578.4	945.4			391.6
III. Upper Erosion Control Dam									
- Excavation, common	cu.m	4.00	0.0	173.6	-	-	25.2	-	-
- Backfill with random materials	cu.m	4.00	0.0	2.4	-	-	4.8	-	-
- Concrete	cu.m	80.00	0.0	696.0	-	-	792.0	-	-
- Rubble concrete	cu.m	45.00	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-
- Backfill concrete	cu.m	45.00	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-
- Reinforcing bar	tons	267.00	0.0	13.4	-	-	8.5	-	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	22.00	0.0	28.6	-	-	26.4	-	-
- Gabion mattress	nos	45.00	0.0	1.8	-	-	0.7	-	-
Sub-total				915.8			857.6		

(to be continued)

表 IV - 9 - 4 主要工事経費建設費(溪流地区グループ A) (2/2)

Description	Unit of Qty	Unit Price (US\$)	Cda							
			Quilfo	Pedraza	Carosio	Corrales	Rio Seco	Painua	Cashuacra	
IV. Channel Works										
- Excavation, common	cu.m	4.00	480.0	514.0	37.5	40.4	-	-	20.0	86.0
- Backfill with random materials	cu.m	4.00	46.8	51.2	3.2	3.2	-	-	0	0
- Concrete	cu.m	80.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0	0
- Rubble concrete	cu.m	45.00	832.5	927.0	180.0	76.5	-	-	0	76.5
- Backfill concrete	cu.m	45.00	0.0	0.0	0.0	54.0	-	-	0	0
- Reinforcing bar	tons	267.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0	0
- Protection works with wet masonry	sq.m	22.00	473.0	180.4	72.6	35.2	-	-	0	50.6
- Gabion mattress	nos	45.00	38.7	38.7	3.4	2.7	-	-	0	0.7
- Rockshed tunnel/Bridge	NA	LS	815.6	1,856.0	55.7	84.8	-	-	0	0
Sub-total			2,056.5	3,567.3	352.5	296.8			20.0	
V. Dike										
- Excavation, common	cu.m	4.00	-	-	-	-	-	178.8	13.2	94.0
- Backfill with random materials	cu.m	4.00	-	-	-	-	-	24.8	0	13
- Backfill with gravel	cu.m	7.00	-	-	-	-	-	23.8	3.3	12.6
- Backfill with cobble & rubble	cu.m	10.00	-	-	-	-	-	509.0	0	186.0
- Concrete	cu.m	80.00	-	-	-	-	-	0	0	0
- Rubble concrete	cu.m	45.00	-	-	-	-	-	0	0	0
- Backfill concrete	cu.m	45.00	-	-	-	-	-	0	0	0
- Reinforcing bar	tons	267.00	-	-	-	-	-	0	0	0
- Protection works with wet masonry	sq.m	22.00	-	-	-	-	-	565.4	41.8	572.0
- Gabion mattress	nos	45.00	-	-	-	-	-	106.2	22.5	55.4
Sub-total								1,408.0	80.8	933.2
VI. Improvement of Structures										
- Extension of road tunnel	m	4,240	-	-	-	-	-	254.4	-	-
- Extension of railway tunnel No.1	m	2,120	-	-	-	-	-	172.2	-	-
- Extension of railway tunnel No.2	m	2,120	-	-	-	-	-	169.6	-	-
- New road bridge (L=20 m)	sq.m	870	-	-	-	-	-	104.4	-	-
- New railway bridge (L=20 m)	sq.m	1,100	-	-	-	-	-	88.0	-	-
Sub-total								743.6		
TOTAL*			5,403.3	6,957.5	930.9	2,099.8	2,151.5	4,708.7		2,365.5

* Total amount does not include the cost for miscellaneous works.

表 IV-9-5 プロジェクト経済建設費(溪流地区グループ A)

Description	(Unit : x 10 ³ US\$)						
	Quirio	Pedregal	Carosio	Corrales	Rio Seco	Paihua	Cashahuacra
1. Preparatory Works	284.4	366.2	49.0	110.5	113.2	247.8	124.5
2. Construction Works							
(1) Check dam	2,453.2	1,618.1	-	-	-	4,216.3	-
(2) Erosion control/ sand arrosting dam	893.5	1,772.2	578.4	1,803.0	-	391.6	1,218.7
(3) Channel works	2,056.6	3,567.3	352.5	296.8	-	20.0	213.8
(4) Training/Polder dike	-	-	-	-	1,408.0	-	933.2
(5) Protection of road and railway	-	-	-	-	743.6	80.8	-
(6) Miscellaneous	284.4	366.2	49.0	110.5	113.2	247.8	124.5
Sub-Total	5,687.7	7,323.7	979.9	2,210.3	2,264.8	4,956.5	2,490.1
3. Compensation	1,003.3	1,733.3	130.0	150.0	166.7	6.7	18.3
4. Engineering Service and Government administration	523.2	706.7	86.9	185.3	190.8	390.8	197.5
5. Physical Contingency	1,124.8	1,519.5	186.8	398.4	410.3	840.3	424.6
Total	8,623.4	11,649.4	1,432.7	3,054.5	3,145.9	6,442.1	3,057.4

Note : 1.; 5% of 2.
4.; 7.5% of (1.+2.+3.)
5.; 15% of (1.+2.+3.+4.)

表 IV-9-6 プロジェクト経済建設費(溪流地区グループ B)

Name of No. of Qda	Construction Cost				(Unit: x 10 ³ US\$)	
	Dam	Channel Works	Dike	Others	Total	Project Cost
Q. Chaclacayo (R1)	3,149.4	2,604.3	-	302.8	6,056.5	9,448.2
Q. Chacrasana (R2)	1,511.3	1,249.8	-	145.3	2,906.4	4,534.0
Q. California (R3)	2,700.5	2,233.1	-	259.7	5,193.3	8,101.6
Q. Santa Maria (R4)	1,478.8	1,222.8	-	142.2	2,843.8	4,436.3
Q. La Cantuta (R5)	4,821.8	3,987.3	-	463.6	9,272.8	14,465.5
Q. La Ronda (R10)	2,892.3	2,391.7	-	278.1	5,562.2	8,677.1
Q. Santa Ana (R11)	-	-	923.9	566.3	1,490.2	2,071.4
Q. Cupiche (R13)	-	-	636.9	390.3	1,027.2	1,427.8
Q. Rio Canchacalla (R15)	19,221.6	-	426.3	1,245.1	20,893.0	27,160.9
Q. Guayabo (R16)	438.7	250.7	-	197.0	895.3	1,101.2
Q. Agua Salada (R17)	-	-	785.2	481.3	1,266.5	1,760.4
Q. Del Pate (R18)	-	-	528.5	323.9	852.4	1,184.8
Q. Huacre (R23)	-	-	256.7	157.4	414.1	575.6
Q. Matata (R24)	-	-	506.3	310.3	816.6	1,135.1
Q. Cuchimachay (R25)	848.9	701.0	-	81.6	1,632.5	2,946.7
Q. Chucumayo (R31)	1,122.6	183.3	847.7	114.6	2,291.1	2,818.1
Q. Chacahuacra (R33)	170.7	127.9	-	46.3	348.4	428.6
Q. Pancha (R34)	5,645.2	-	-	490.9	6,136.1	7,976.9
Q. Viso (R35)	2,875.3	-	-	250.0	3,125.3	2,404.1
Q. Parac (R37)	10,639.2	-	-	925.1	11,564.3	15,033.6
Q. Redonda (S2)	780.7	127.4	589.5	79.7	1,593.2	1,959.7
Q. Infiernillo (S3)	-	-	458.6	281.1	739.7	1,028.2
Q. Lucuma (S5)	-	-	487.5	298.8	786.3	1,093.0

Note : (1) Unit : US\$ x 10⁶
 (2) Project Cost : 1.56 x Construction cost for A1 type
 1.54 x " for A2 type
 1.39 x " for B1 type
 1.23 x " for B2 type
 1.30 x " for C type

表 IV-9-7 プロジェクト経済建設費(斜面地区グループ B)

Name and No. of Spe Area	Construction cost				Total	Project cost
	Bridge	R. Tunnel	R. Wall	Others		
River mouth-Jicamarca (R-7/0)	-	-	10.5	0.553	11.053	15.585
River mough-Chaclacayo (R-7/1)	-	-	12.85	0.676	13.53	19.077
Jicamarca-Chacrasana (R-0/2)	-	-	1.65	0.087	1.74	2.453
Chaclacayo-California (R-1/3)	-	-	0.035	0.002	0.037	0.052
Santa Maria-Quirio (R-4/6)	-	-	0.077	0.004	0.081	0.114
La Cantuta-La Ronda (R-5/10)	-	-	1.05	0.055	1.105	1.558
Pedregal-Carosio (R-7/8)	-	-	0.476	0.025	0.501	0.706
Carosio-Corrales (R-8/9)	-	-	0.14	0.007	0.147	0.207
Corrales-Cashauacra (R-9/1) and (S-7/1)	-	-	0.14	0.007	0.147	0.207
La Ronda-Confluence (R-10/-)	-	-	0.028	0.001	0.029	0.041
Confluence-Santa Ana (R-7/11)	-	-	0.224	0.012	0.236	0.333
Confluence-San Juan (R-7/12)	-	-	0.056	0.003	0.059	0.083
Santa Ana-Cupiche (R-11/13)	0.139	0.297	1.8	0.118	2.354	3.319
Cupiche-Guayabo (R-13/16)	-	0.466	2.262	0.144	2.872	4.049
Guayabo-Agua Salada (R-16/17)	-	0.254	1.2	0.076	1.530	2.157
R. Seco-Esperanza (R-19/20)	0.227	0.594	3.035	0.203	4.059	5.723
Esperanza-Verrugas (R-20/21)	0.227	1.060	3.007	0.226	4.520	6.373
Verrugas-Huacre (R-21/23)	0.227	0.594	2.456	0.172	3.449	4.863
Linday-Yamajune (R-22/27)	0.139	0.254	3.028	0.180	3.601	5.077
Chacamaza-Barranco (R-26/29)	-	0.297	0.028	0.017	0.342	0.482
Chucumayo-Chacahuaro (R-31/33)	-	0.127	0.63	0.040	0.797	1.124
Parac-Rio Blanco (R-37-40)	0.454	0.339	0.784	0.083	1.660	2.34
Confluence-Alcula (S-7/4)	-	-	0.077	0.004	0.081	0.114
Cashahuacra-Redonda (S-1/2)	-	0.121	0.077	0.015	0.304	0.429
Redonda-Infiernillo (S-2/3)	-	0.170	0.063	0.012	0.245	0.345

Note; (1) Project Cost = 1.41 x Construction Cost.
(2) 1.41 is the mean in case of Qda areas of Group "A"

表 IV-9-8 経済評価結果(溪流地区グループ A)

Name of Quebrada	Project Cost (103 US\$)	Annual Average Benefit (103 US\$)	EIRR (%)
Quirio	8,623.4	2,676.2	5.25
Pedregal	11,649.4	3,891.7	5.65
Carosio	1,432.7	939.0	9.85
Corrales	3,054.5	1,135.0	6.02
Rio Seco	3,145.9	3,131.3	10.12
Paihua	6,442.1	1,941.0	5.09
Cashahuacra	3,057.4	800.2	4.15

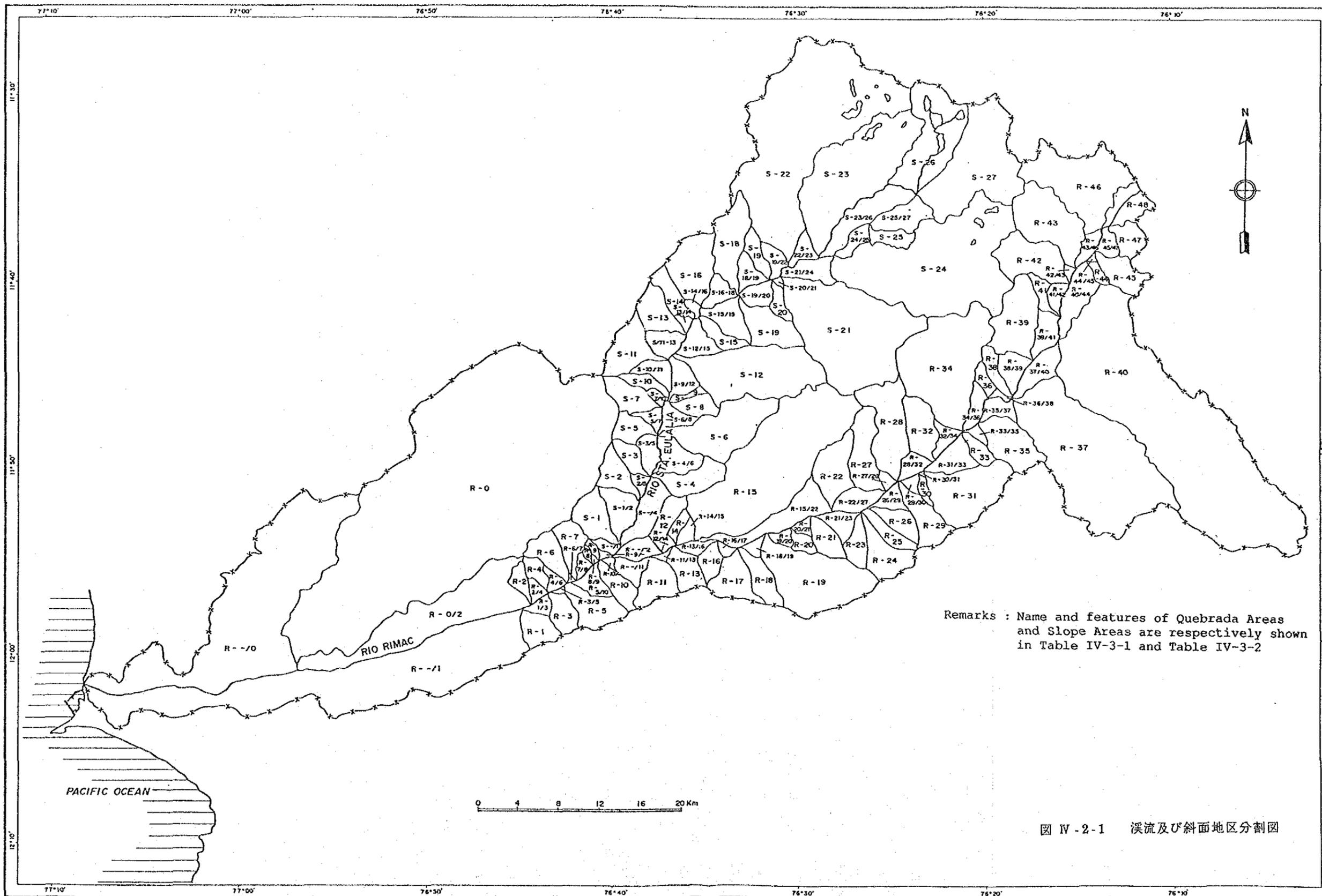
表 IV -9-9 経済評価結果(溪流地区グループ B)

Name of Quebrada	Project Cost (10 ³ US\$)	Annual Average Benefit (10 ³ US\$)	EIRR (%)
Q. Chaclacayo (R1)	9,448.2	547.9	8.99
Q. Chacrasana (R2)	4,534.0	96.1	3.19
Q. California (R3)	8,101.6	238.0	4.79
Q. Santa Maria (R4)	4,436.3	98.2	3.39
Q. La Cantuta (R5)	14,465.5	136.0	-0.24
Q. La Ronda (R10)	8,677.1	151.3	2.31
Q. Santa Ana (R11)	2,071.4	164.5	11.54
Q. Cupiche (R13)	1,427.8	129.0	12.79
Q. Rio Canchacalla (R15)	27,160.9	159.4	-2.09
Q. Guayabo (R16)	1,101.2	120.9	14.94
Q. Agua Salada (R17)	1,760.4	130.2	10.90
Q. Del Pate (R18)	1,848.8	123.1	14.30
Q. Huacre (R23)	575.6	13.8	3.75
Q. Matata (R24)	1,135.1	27.0	3.71
Q. Cuchimachay (R25)	2,546.7	50.7	2.90
Q. Chucumayo (R31)	2,818.1	152.5	8.45
Q. Chacahuacra (R33)	428.6	58.9	17.90
Q. Pancha (R34)	7,976.9	60.87	-1.07
Q. Viso (R35)	2,404.1	119.8	3.96
Q. Parac (R37)	15,033.6	59.9	-0.89
Q. Redonda (S2)	1,959.7	50.6	4.12
Q. Infiernillo (S3)	1,028.2	32.0	5.07
Q. Lucuma (S4)	1,093.0	31.9	4.73

表 IV - 9 - 10 経済評価結果(斜面地区グループ - B)

Name of Quebrada		Project Cost (10 ³ US\$)	Annual Average Benefit (10 ³ US\$)	EIRR (%)
River mouth - Jicamarca	(R - 7/0)	15,585	84.4	0.68
River mouth - Chaclacayo	(R - 7/1)	19,077	172.5	-0.04
Jicamarca - Chacrasana	(R - 0/2)	2,453	2.6	-
Chaclacayo - California	(R - 1/3)	52	5.0	13.67
Santa Maria - Quirio	(R - 4/6)	1,140	0.6	-2.42
La Cantuta - La Ronda	(R - 5/10)	1,585	5.7	-4.06
Pedregal - Carosio	(R - 7/8)	706	7.3	0.15
Carosio - Corrales	(R - 8/9)	207	3.6	3.39
Corrales - Cashahuacra	(R - 9/1)	207	2.3	0.45
	and (S - 7/1)			
La Ronda - Confluence	(R - 10/7)	41	0.6	6.68
Confluence - Santa Ana	(R - 7/11)	333	12.9	6.23
Confluence - San Juan	(R - 7/12)	83	5.9	10.64
Santa Ana - Cupiche	(R - 11/12)	3,319	8.0	5.22
Cupiche - Guayabo	(R - 13/16)	4,049	26.0	3.64
Guayabo - Agua Salada	(R - 16/17)	2,157	9.0	3.46
R. Seco-Esperanza	(R - 19/20)	5,723	4.4	4.39
Esperanza - Verrugas	(R - 20/21)	6,373	0.8	4.50
Verrugas - Huacre	(R - 21/23)	4,863	4.76	4.9
Linday - Yamajune	(R - 22/27)	5,077	2.3	4.47
Chacamaza - Barranco	(R - 26/29)	482	0.6	1.02
Chucumayo - Chacahuaro	(R - 31/33)	1,124	21.2	3.50
Parac - Rio Blanco	(R - 37/40)	2,340	35.3	8.92
Confluence - Alcula	(S - 7/4)	114	6.9	9.30
Cashahuacra - Redonda	(S - 1/2)	429	4.6	3.02
Redonda - Infiernillo	(S - 2/3)	345	3.9	2.86

附 圖



Remarks : Name and features of Quebrada Areas and Slope Areas are respectively shown in Table IV-3-1 and Table IV-3-2

図 IV - 2 - 1 溪流及び斜面地区分割図

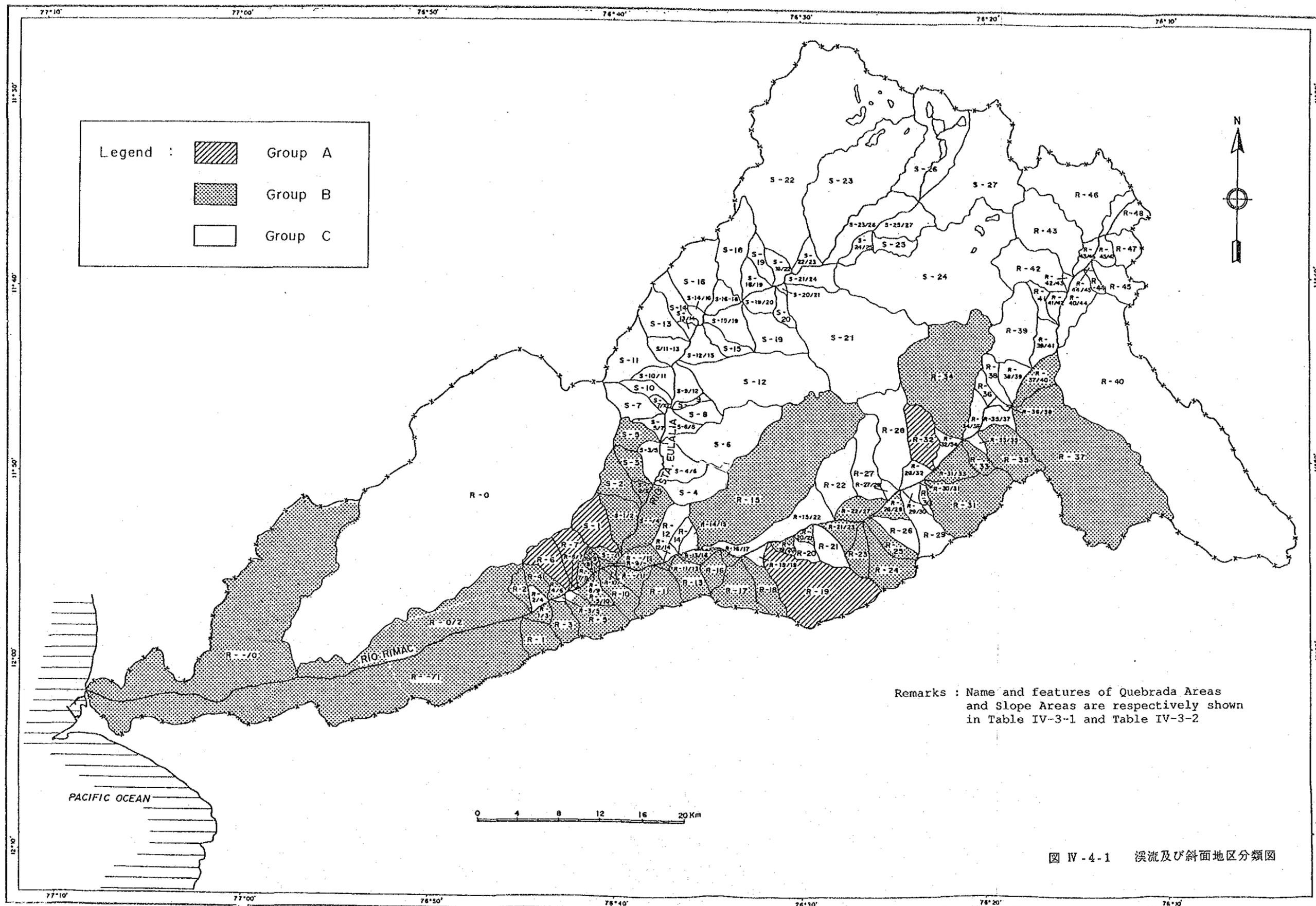
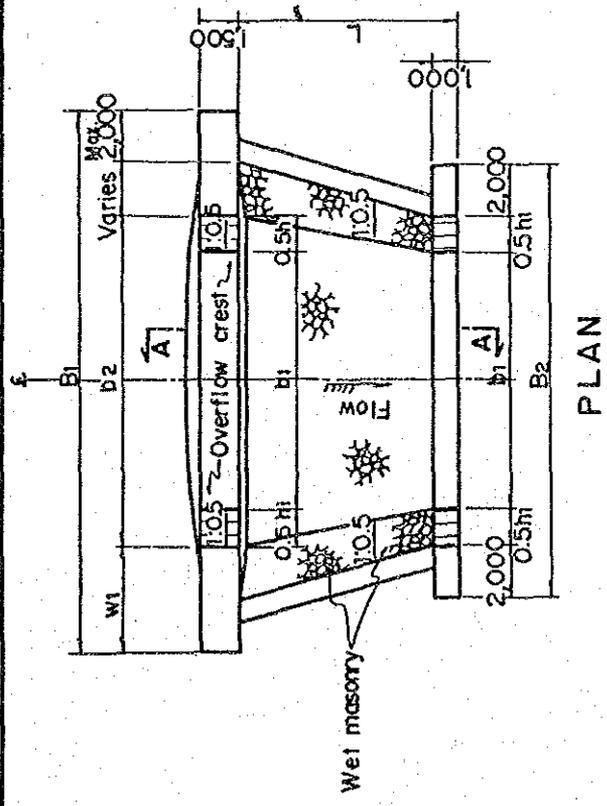
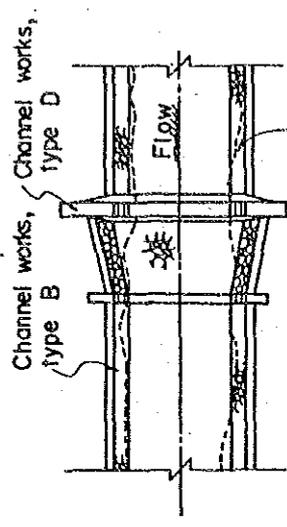


图 IV-4-1 溪流及斜面地区分類图

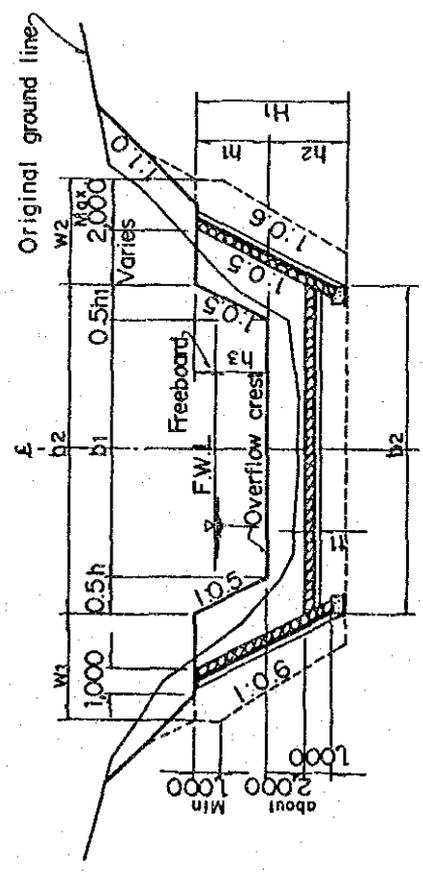


PLAN

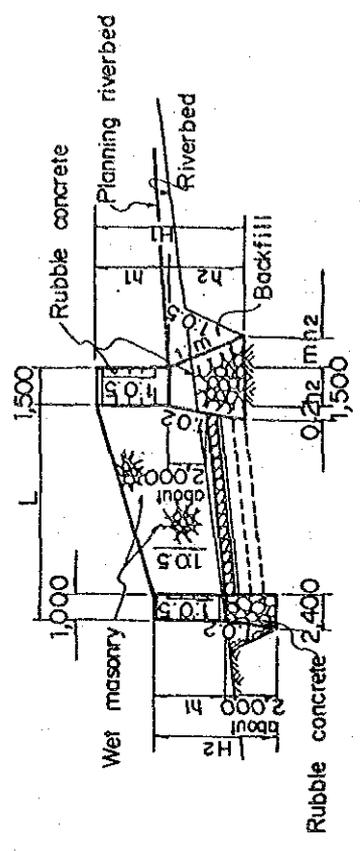


KEY PLAN

m: To be decided by stability analysis
 b₁, h₃: To be decided by design peak run-off
 L: 1.5(h₂+h₃)
 t₁: 0.1(0.6h₂+3h₃-1.0)
 h₁ h₃ + Freeboard



DOWNSTREAM ELEVATION



SECTION A-A

圖 IV-5-2 流路工標準設計

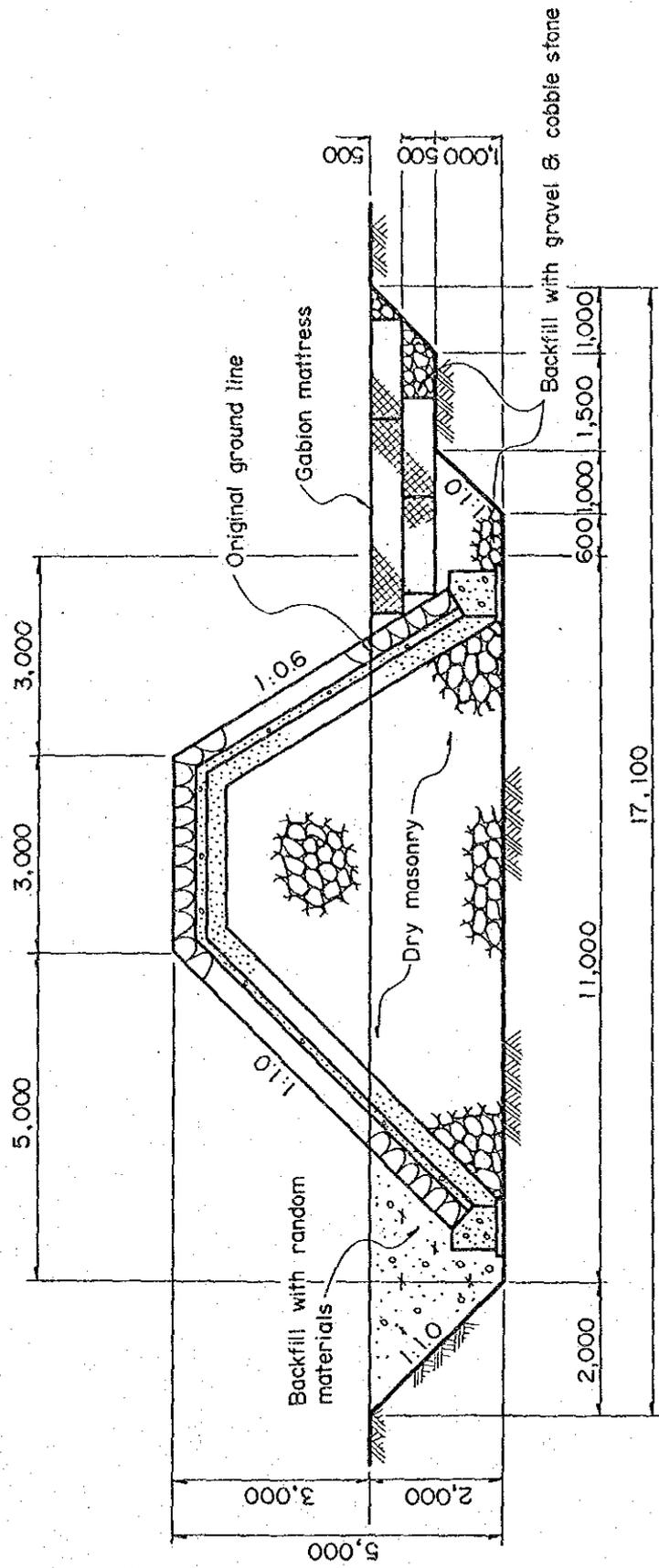


图 IV - 5 - 3 堤防标准断面

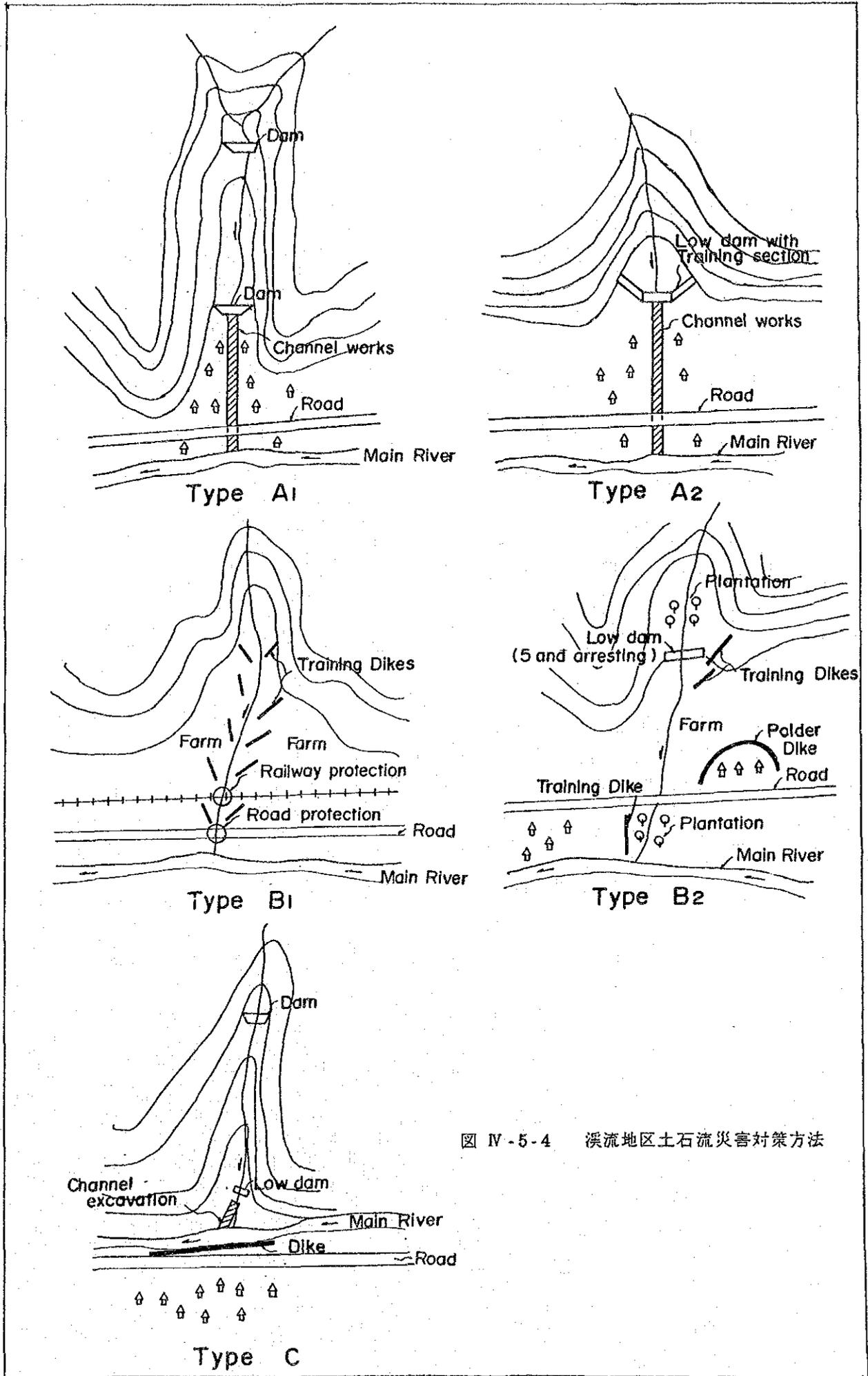


图 IV - 5 - 4 溪流地区土石流灾害对策方法

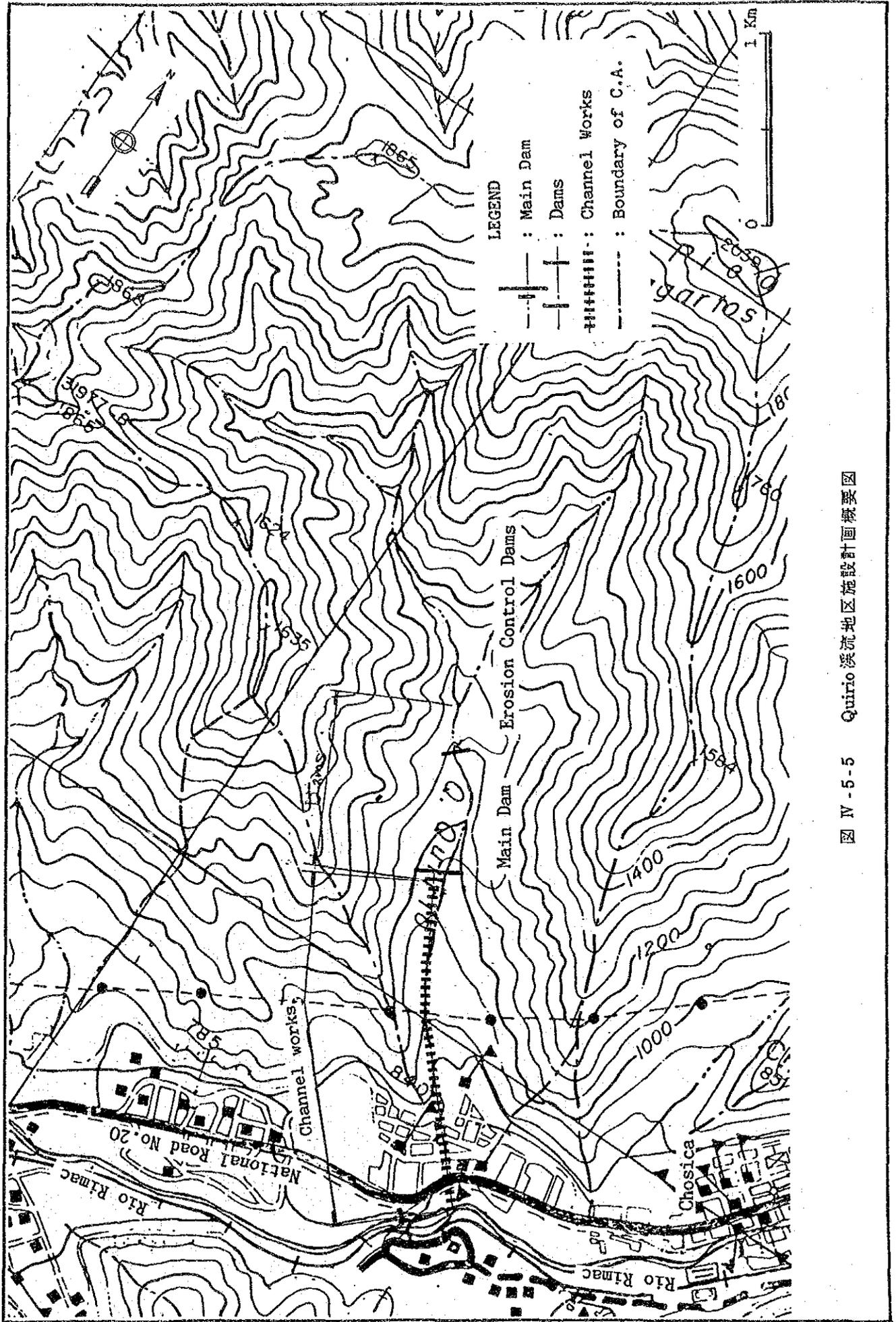
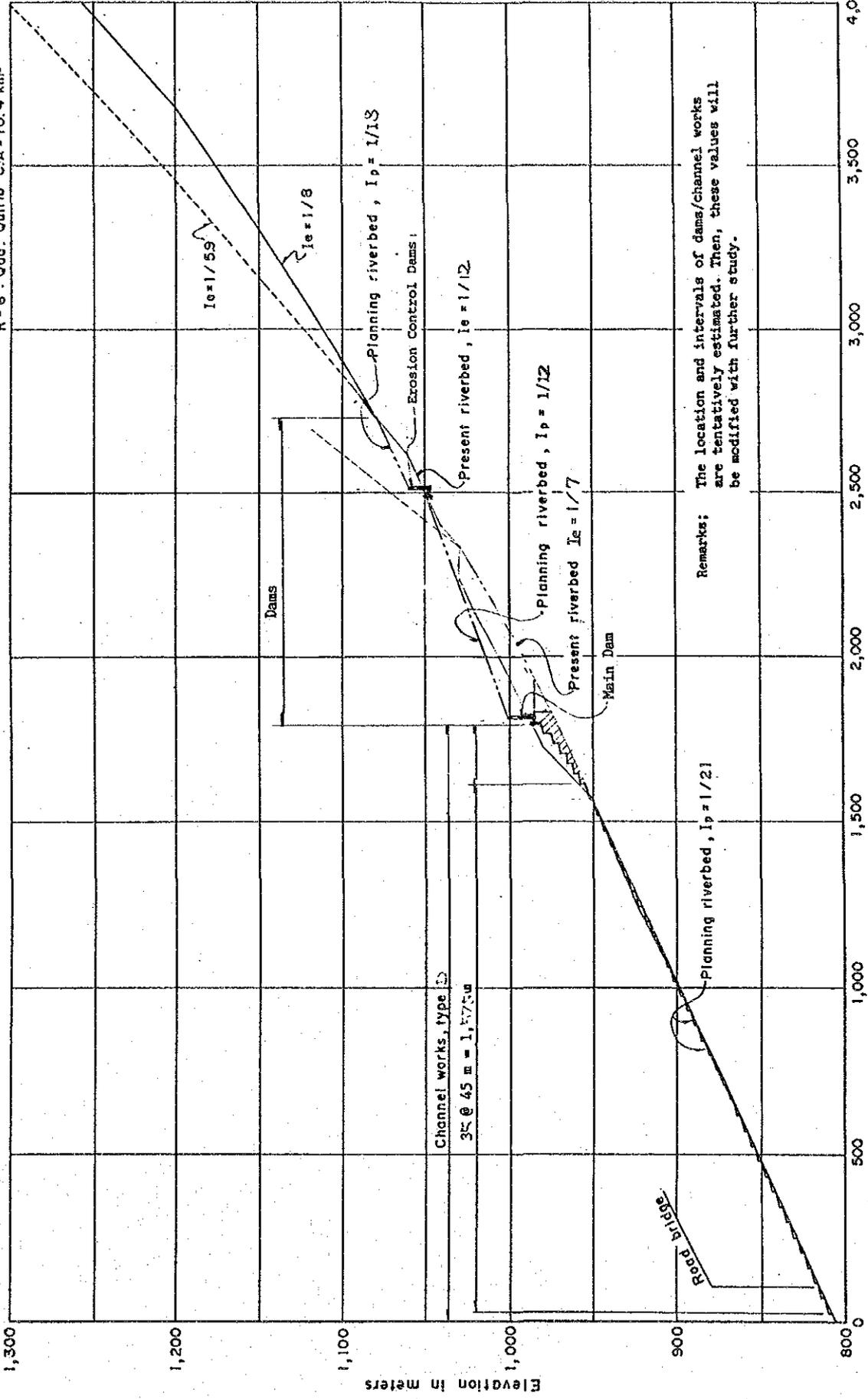


图 IV - 5 - 5 Quirio 溪流地区设施设计概要图

R-6: Qdq. Quirfo C.A = 10.4 km²



River length in meters

图 IV-5-6 Quirfo 溪流地区計画河道縦断面图

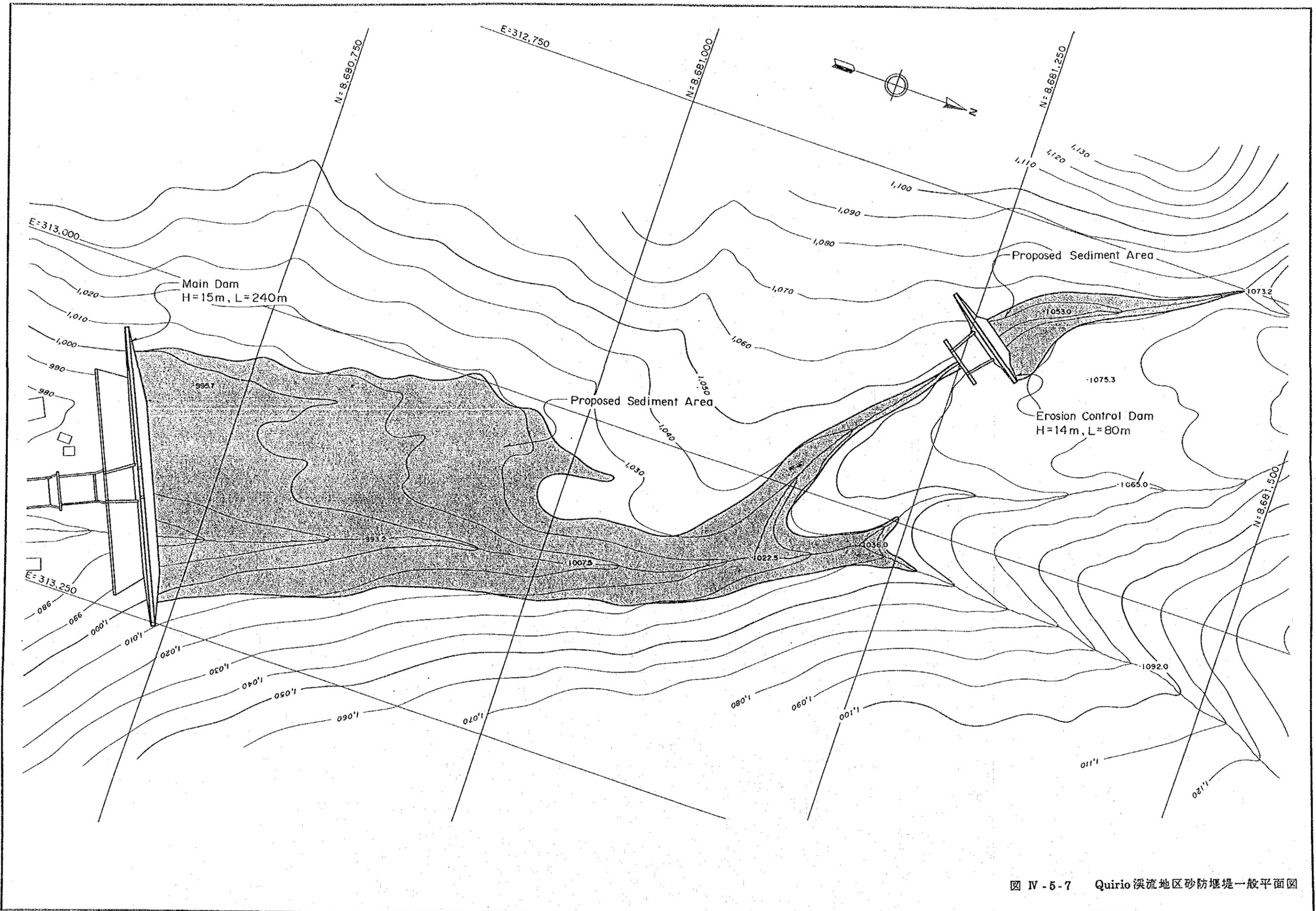


图 IV - 5 - 7 Quirio 溪流地区砂防堰堤一般平面图

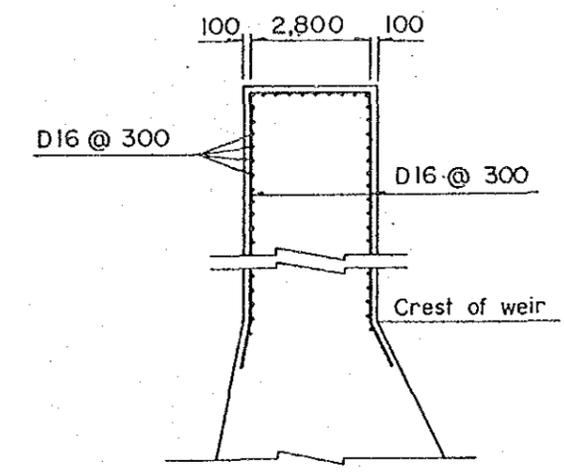
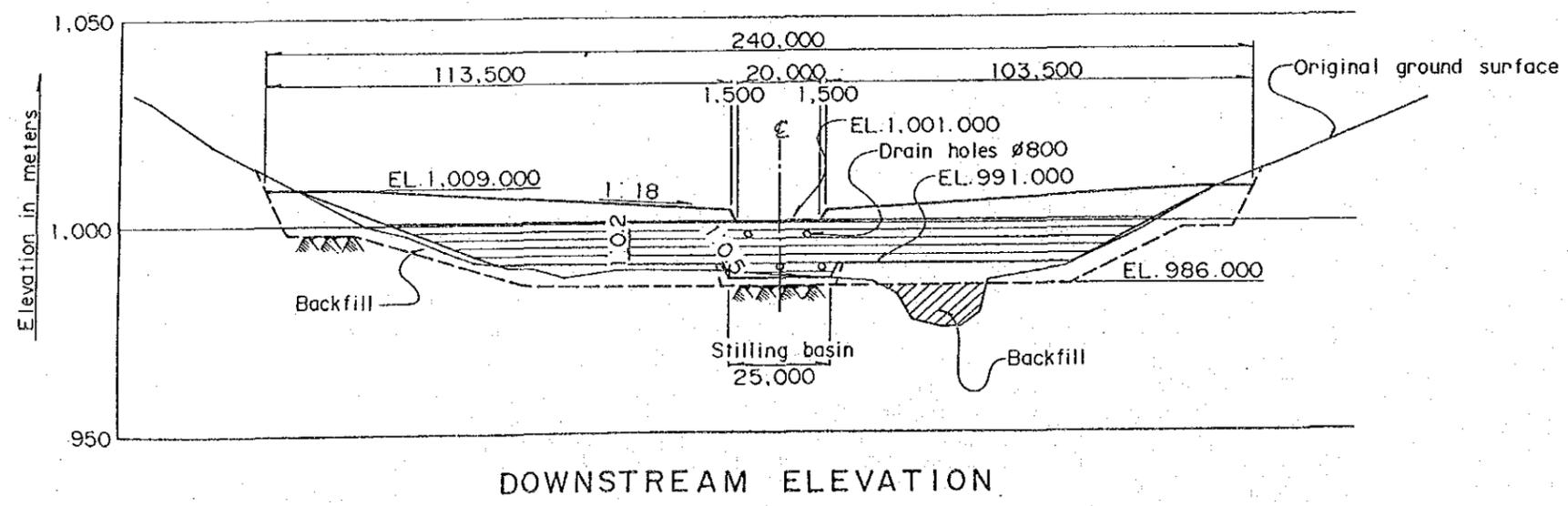
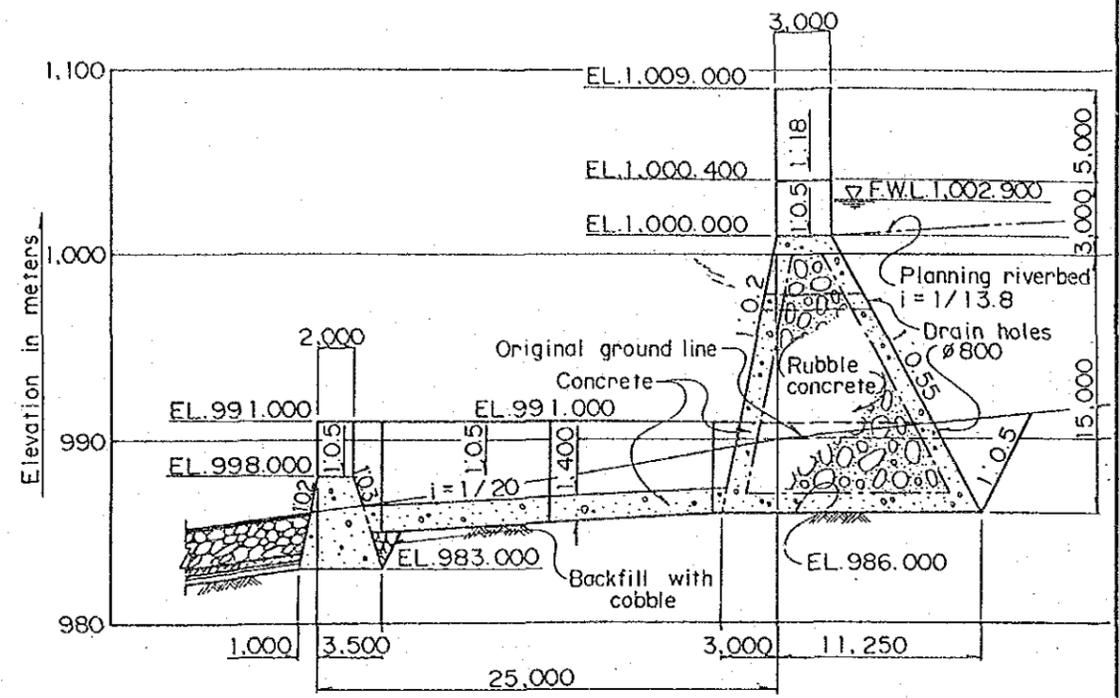
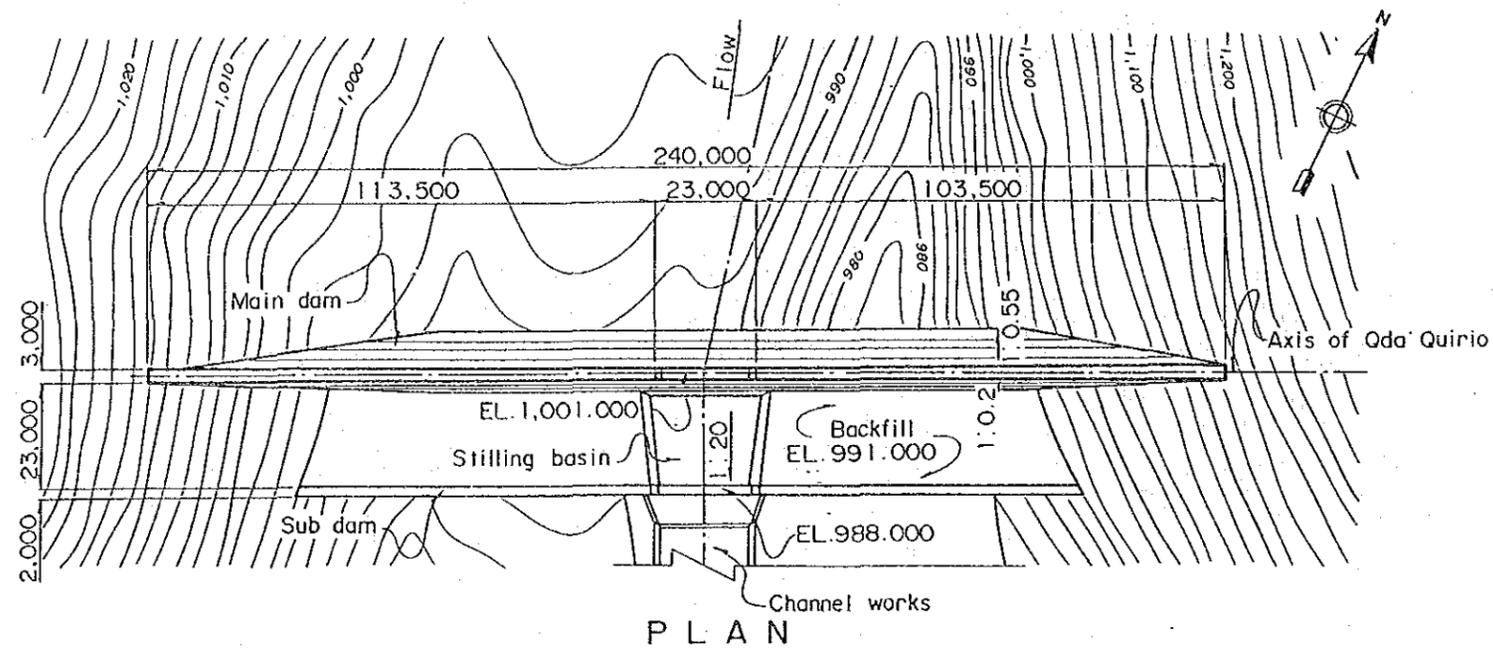


图 IV - 5 - 8 Quirio 溪流地区砂防堰堤一般構造图

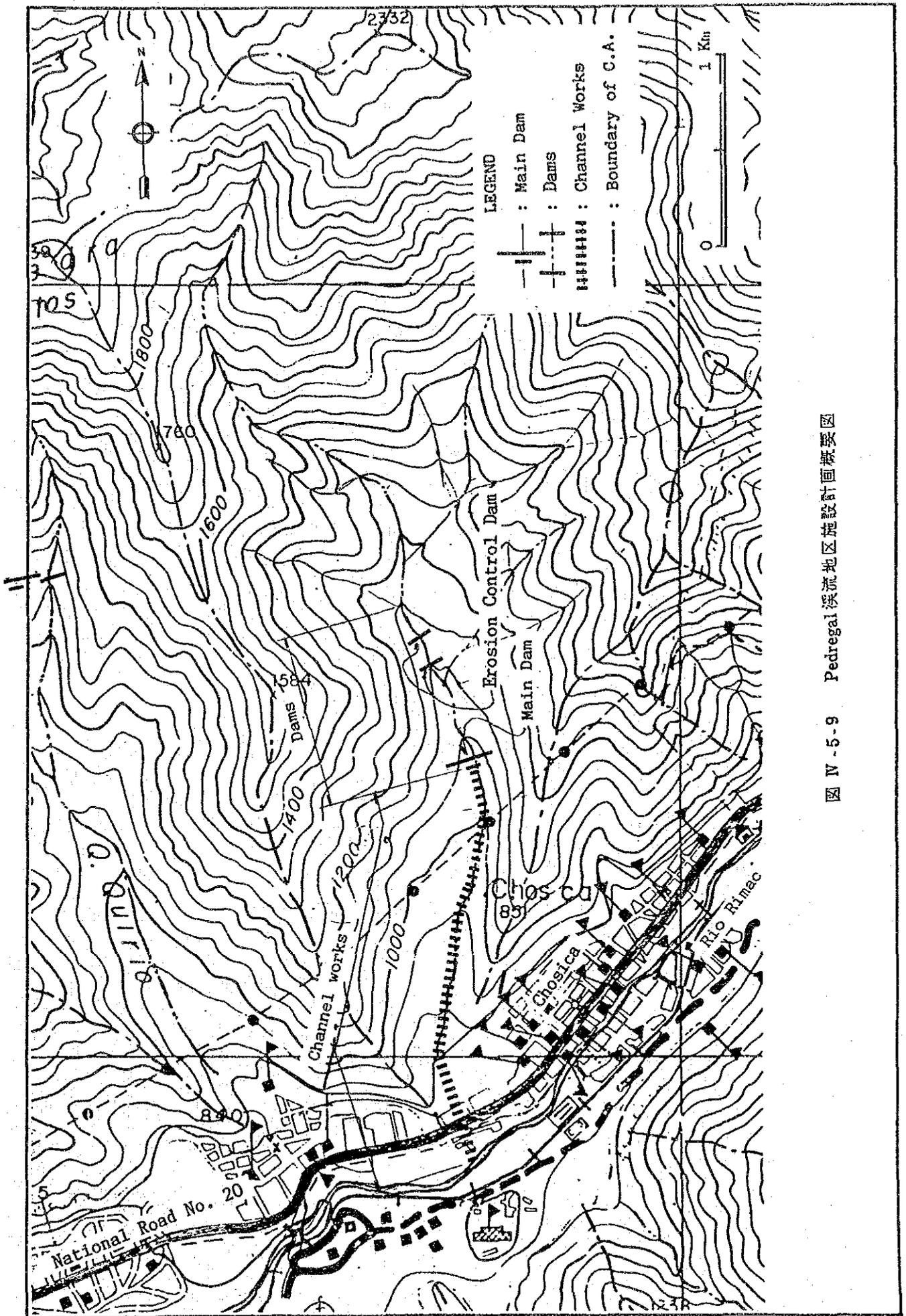


图 IV-5-9 Pedregal 溪流地区施設計画概圖

R-7 : Oda . Pedregal C.A = 10.6 km²

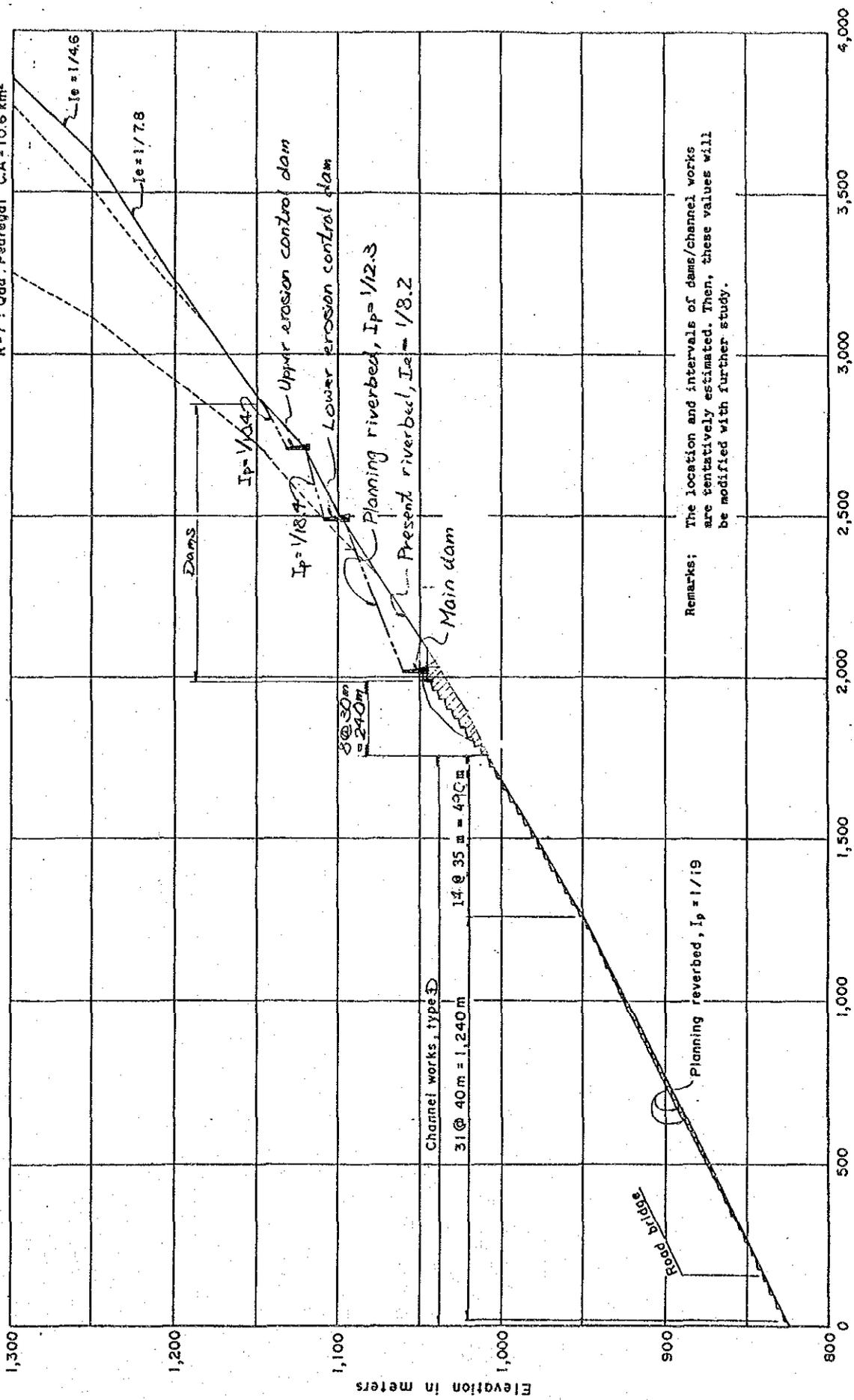


圖 IV - 5 - 10 Pedregal 溪流地区計画河道縦断面圖

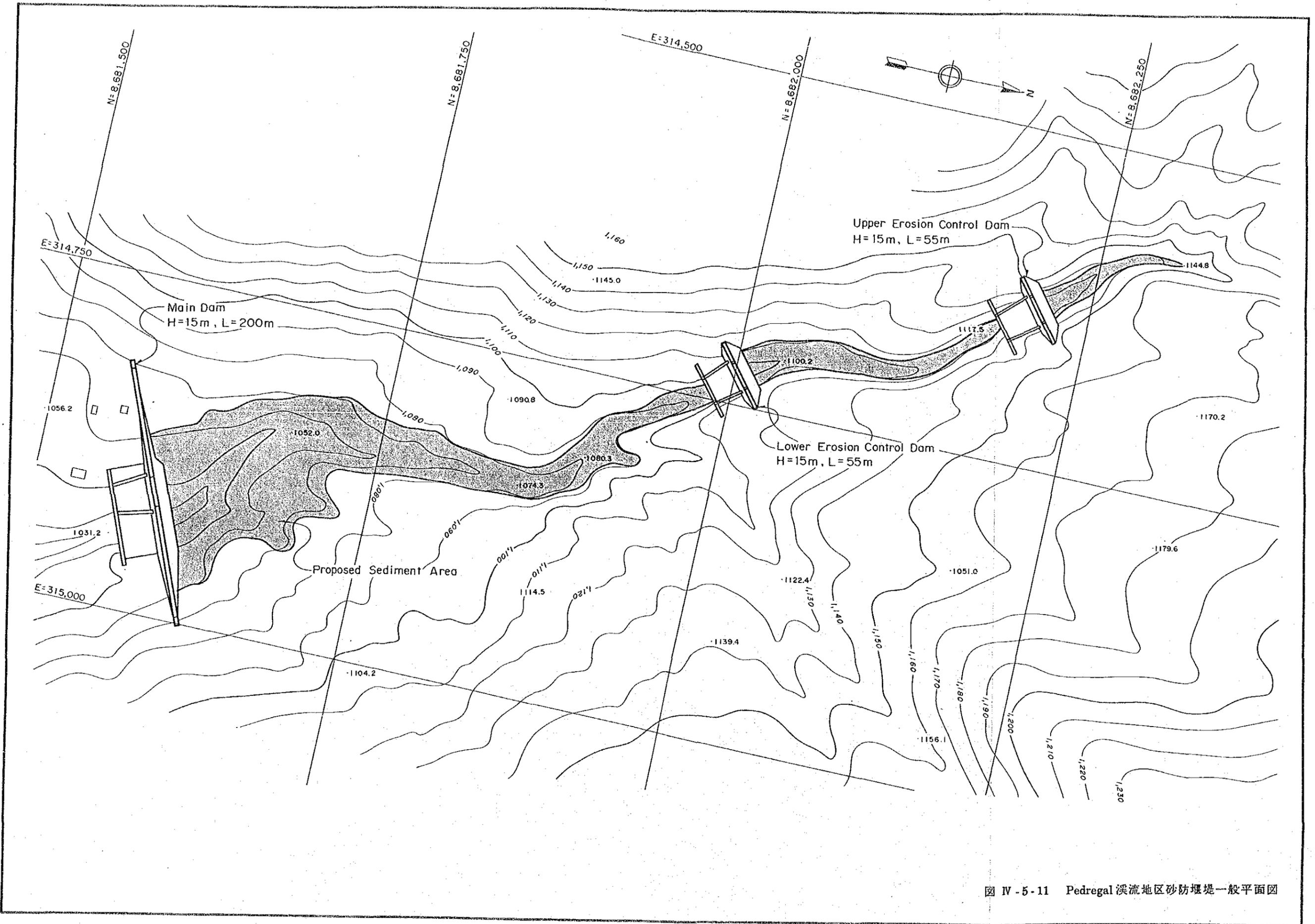
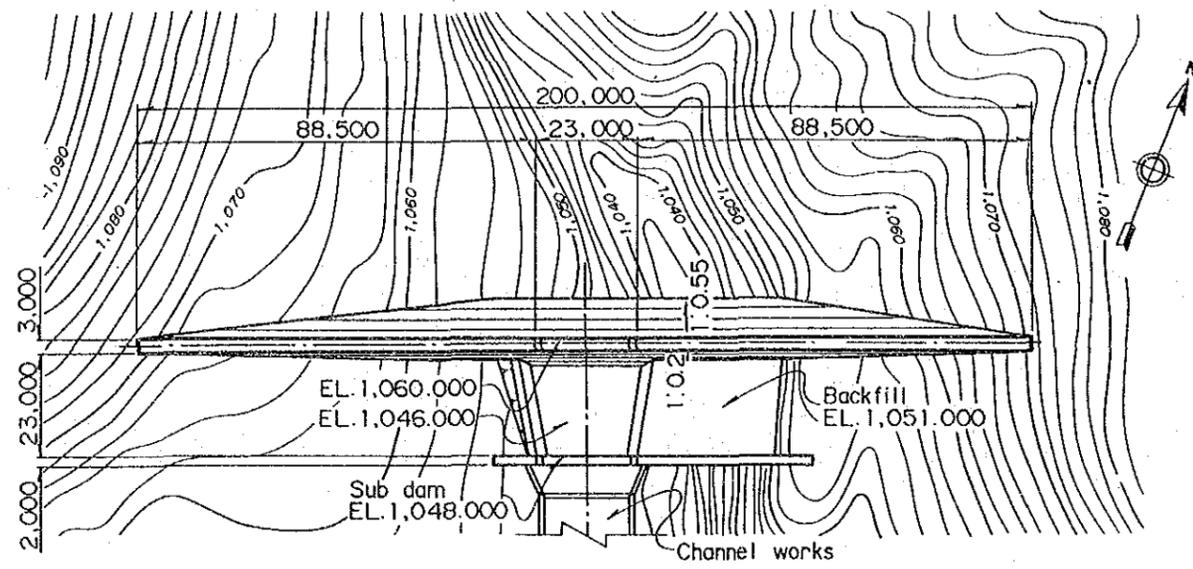
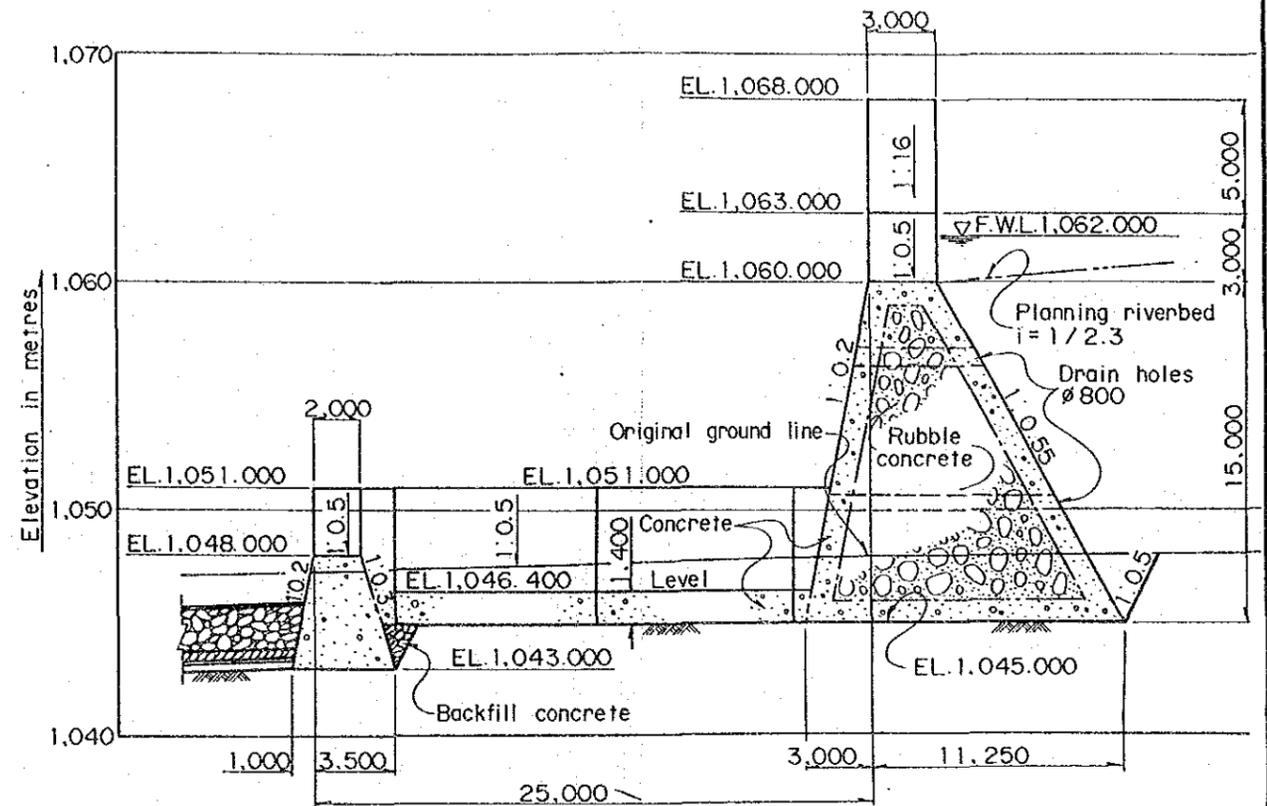


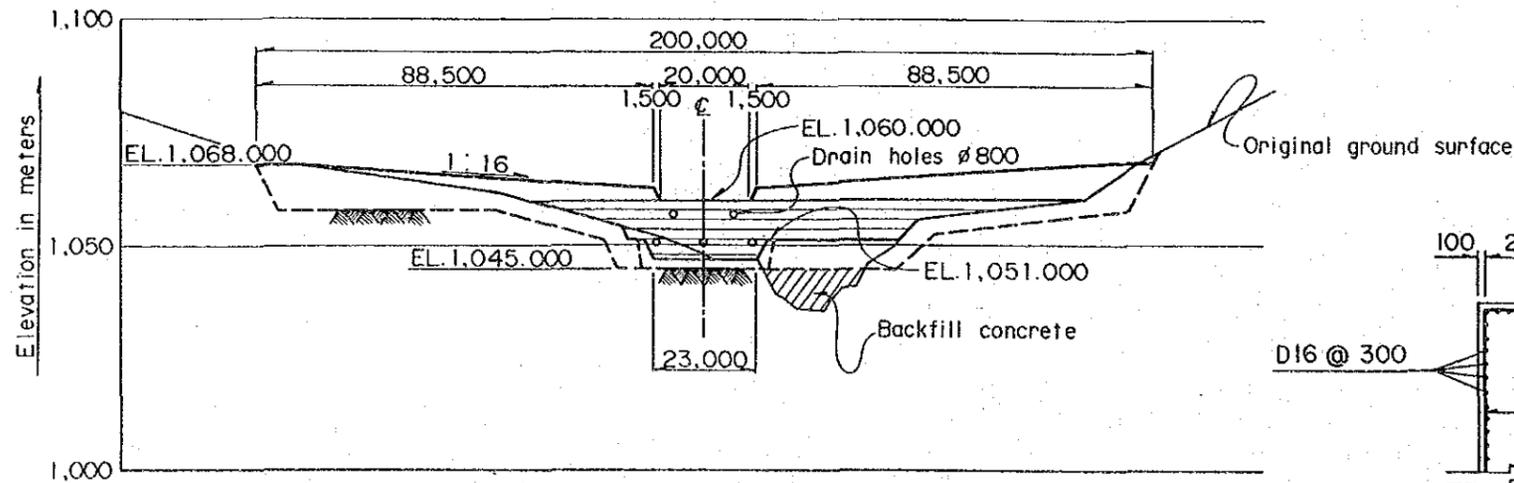
图 IV - 5 - 11 Pedregal 溪流地区砂防堰堤一般平面图



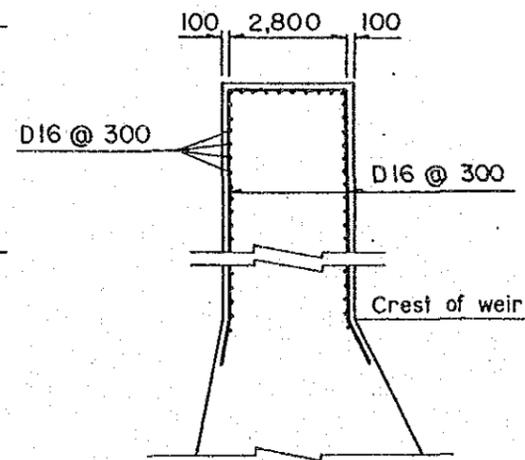
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

图 IV - 5 - 12 Pedregal 溪流地区砂防堰堤一般构造图

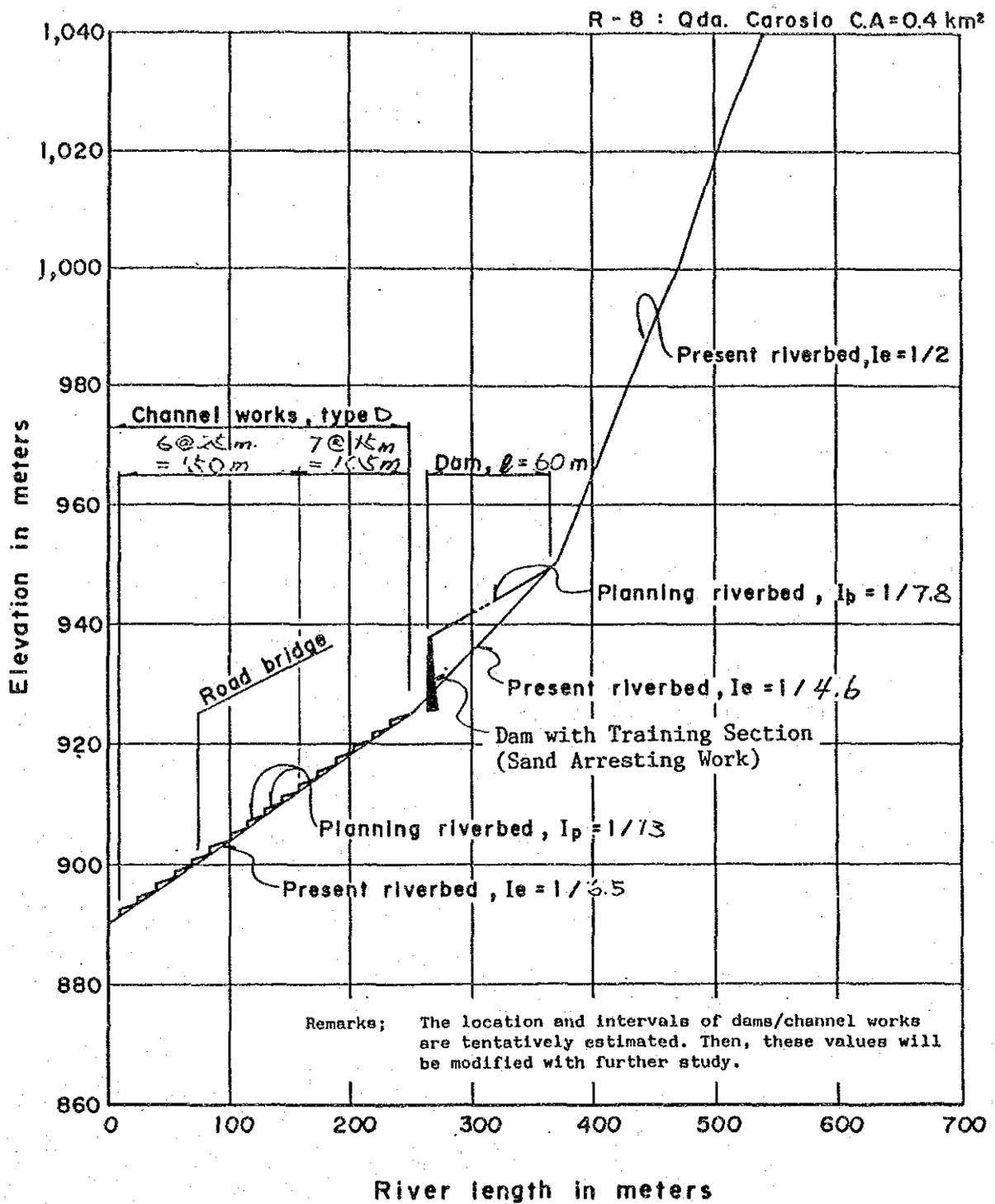


图 IV - 5 - 14 Carosio 溪流地区計画河道縦断面图

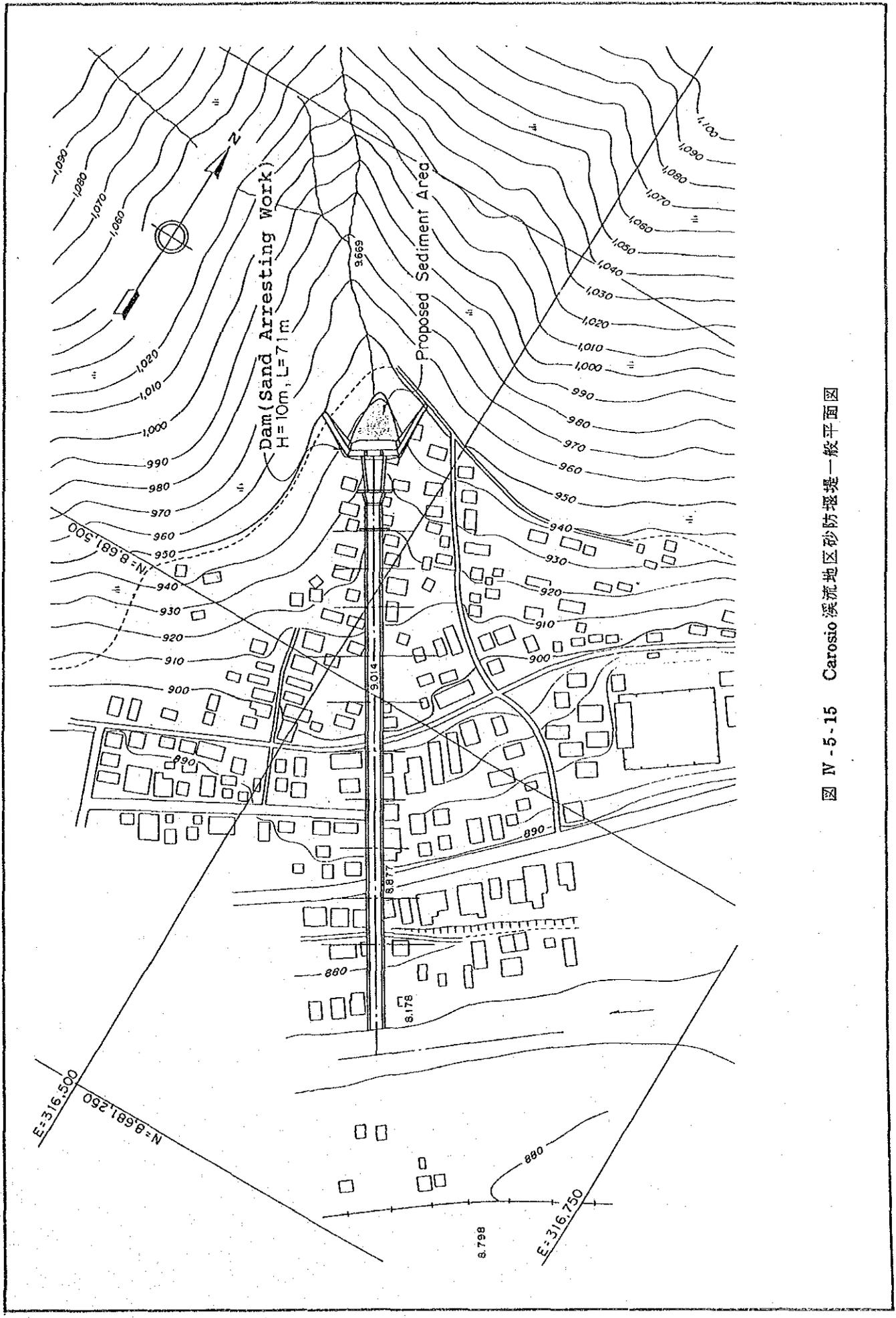
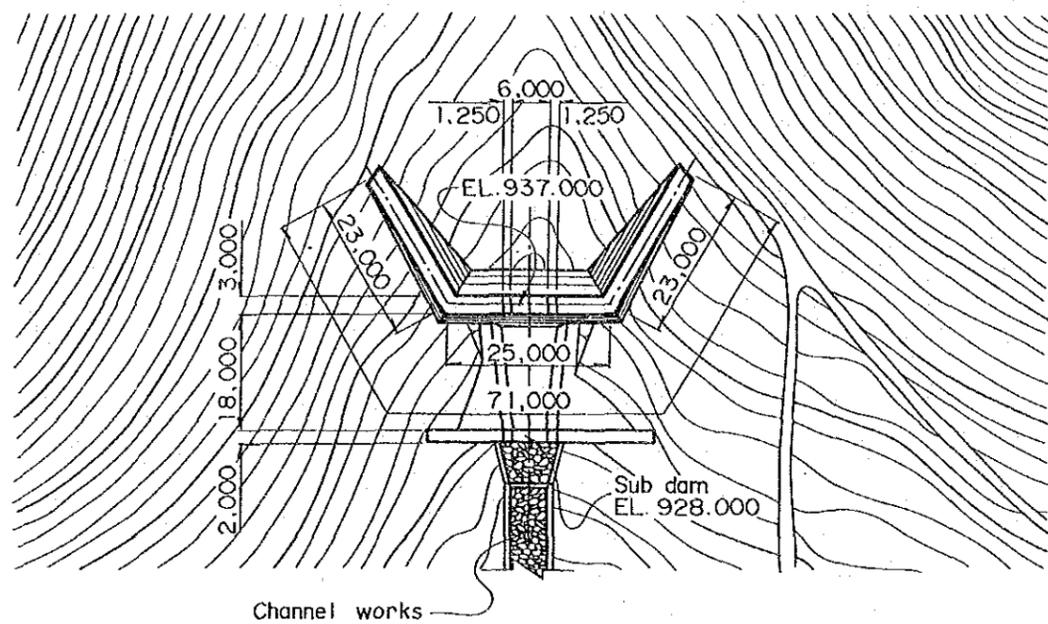
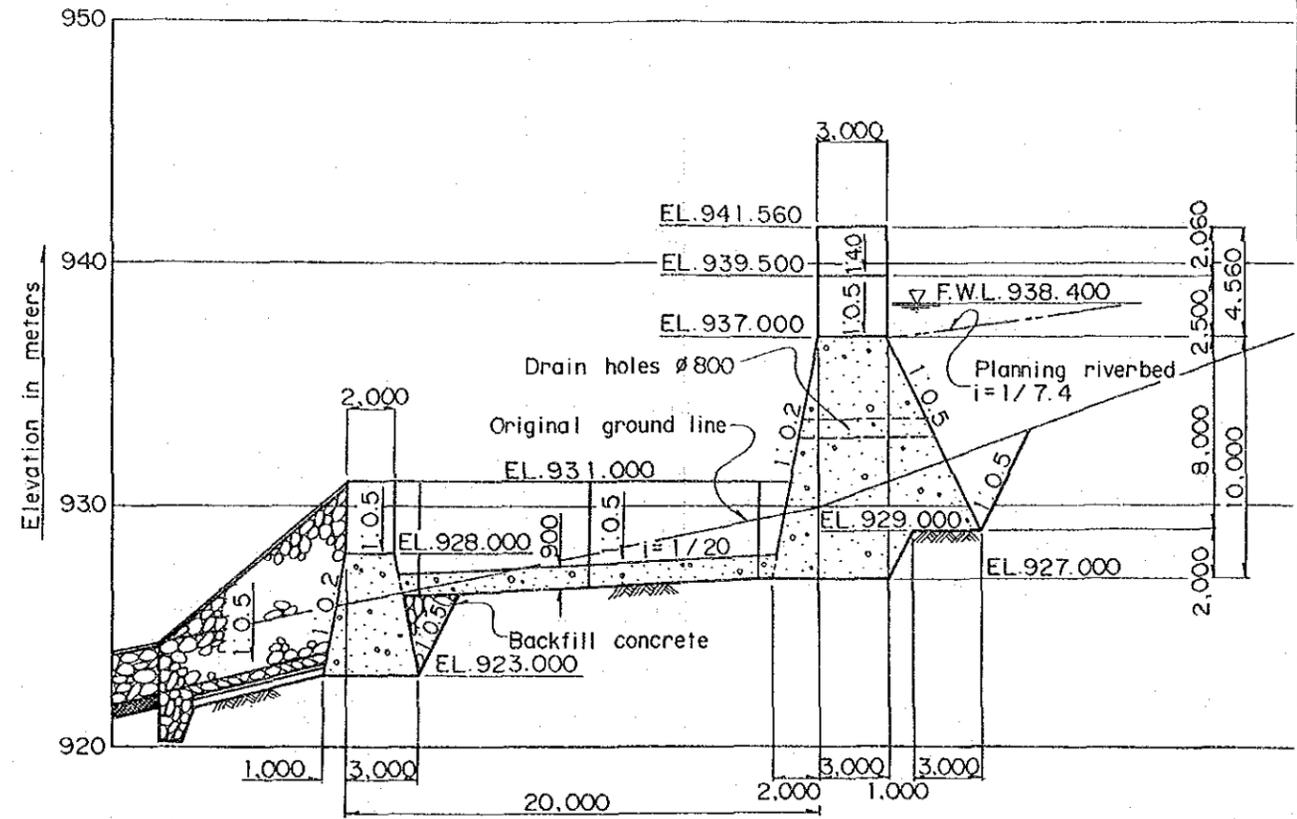


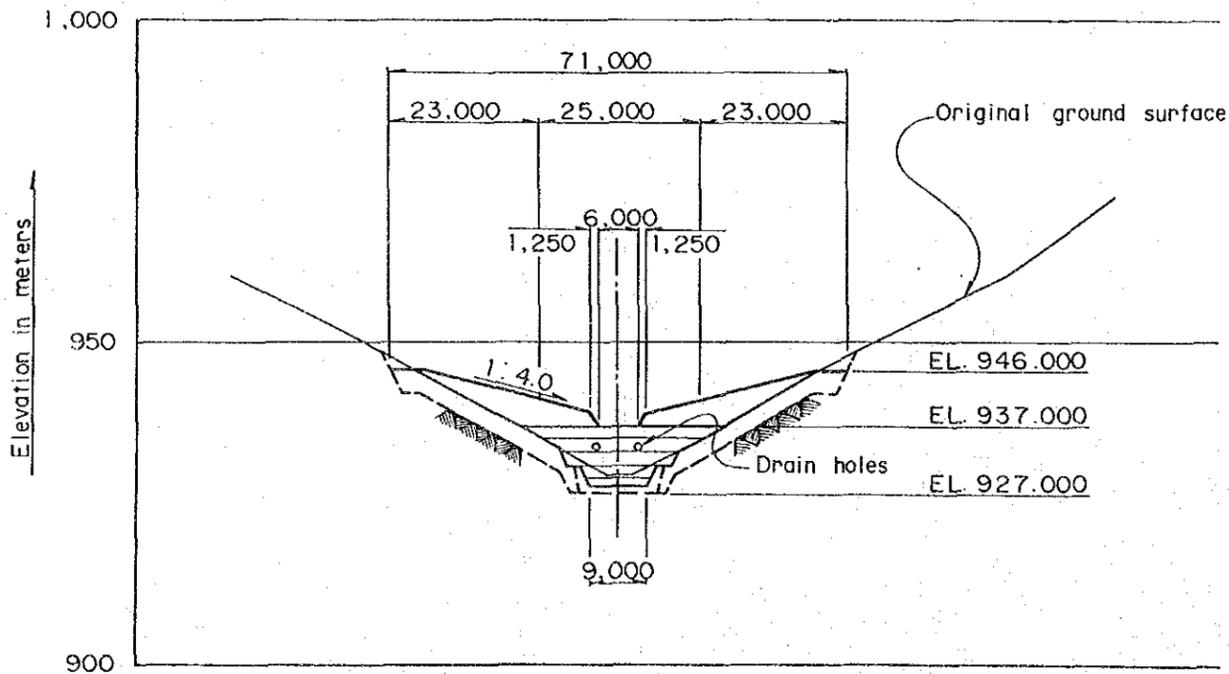
图 IV - 5 - 15 Carosio 溪流地区砂防堰堤一般平面图



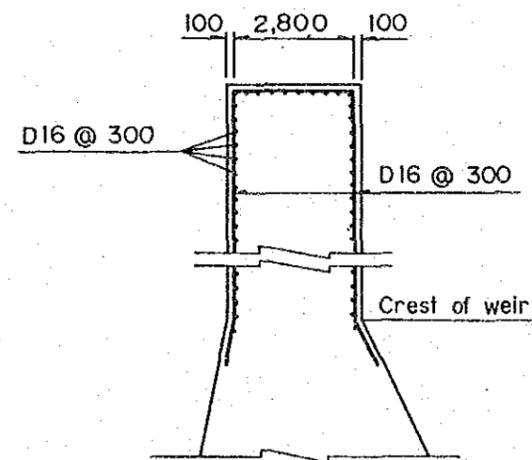
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

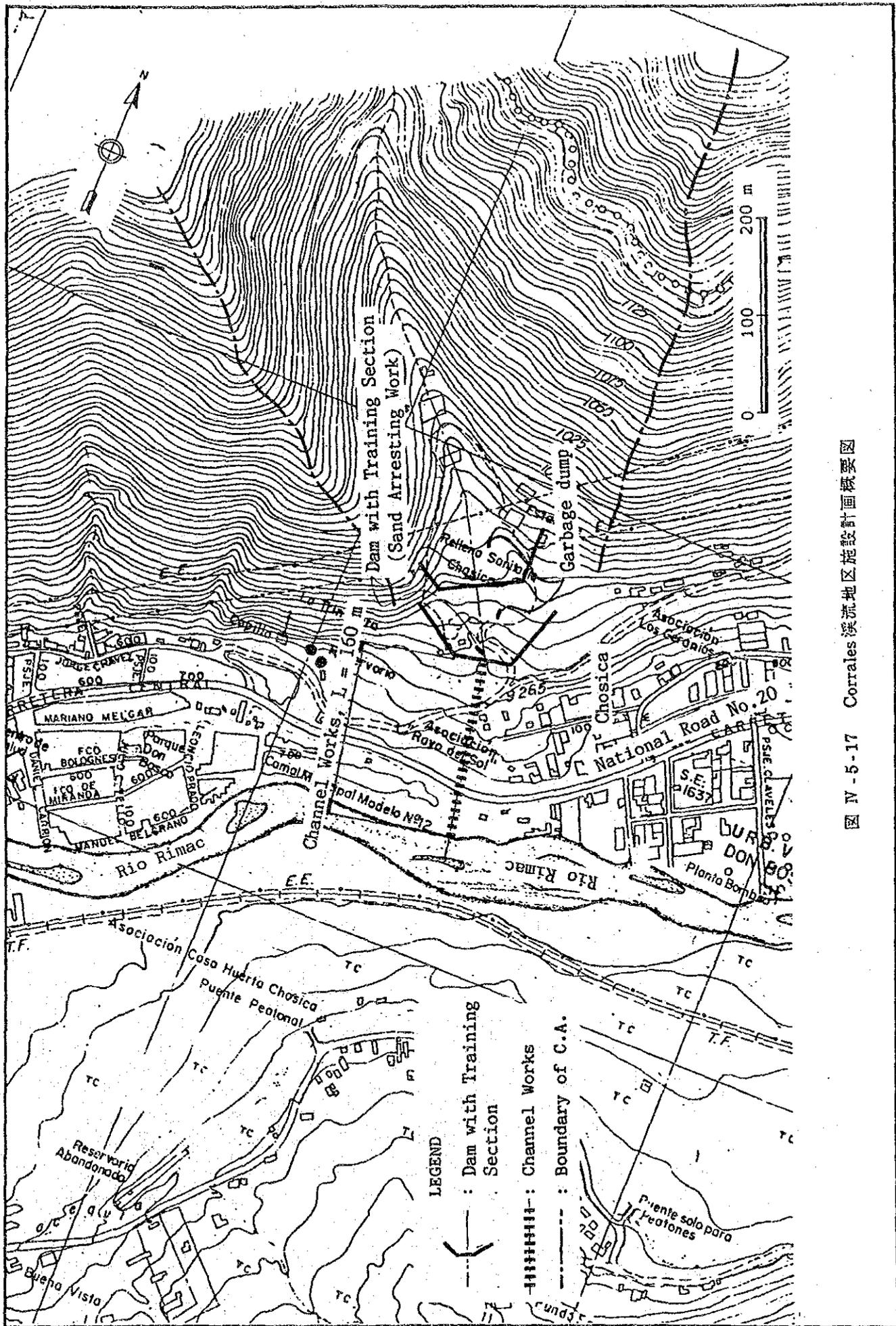


图 N-5-17 Corrales 溪流地区设计图概要图

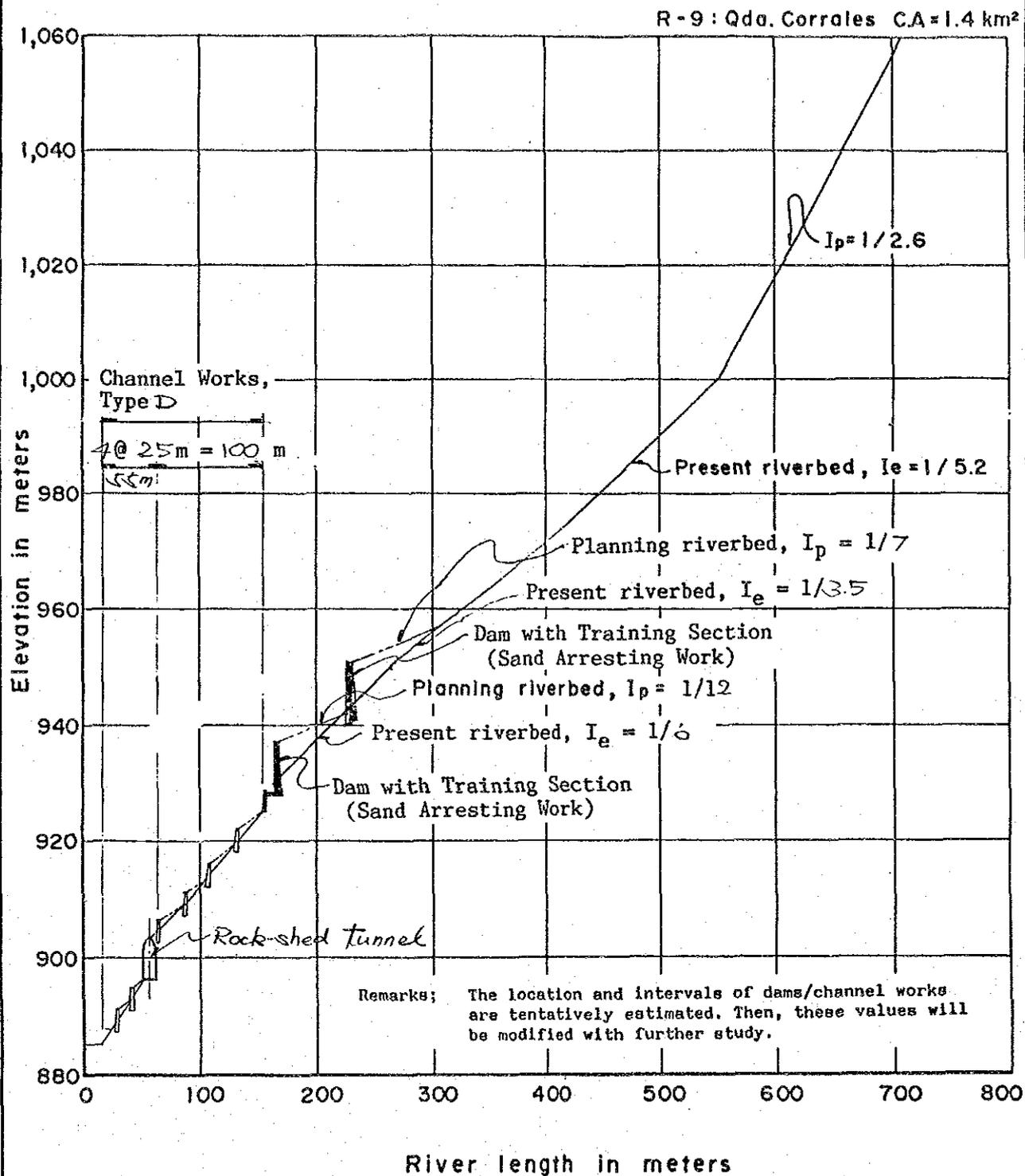


图 IV - 5 - 18 Corrales 溪流地区 计划河道 纵断面图

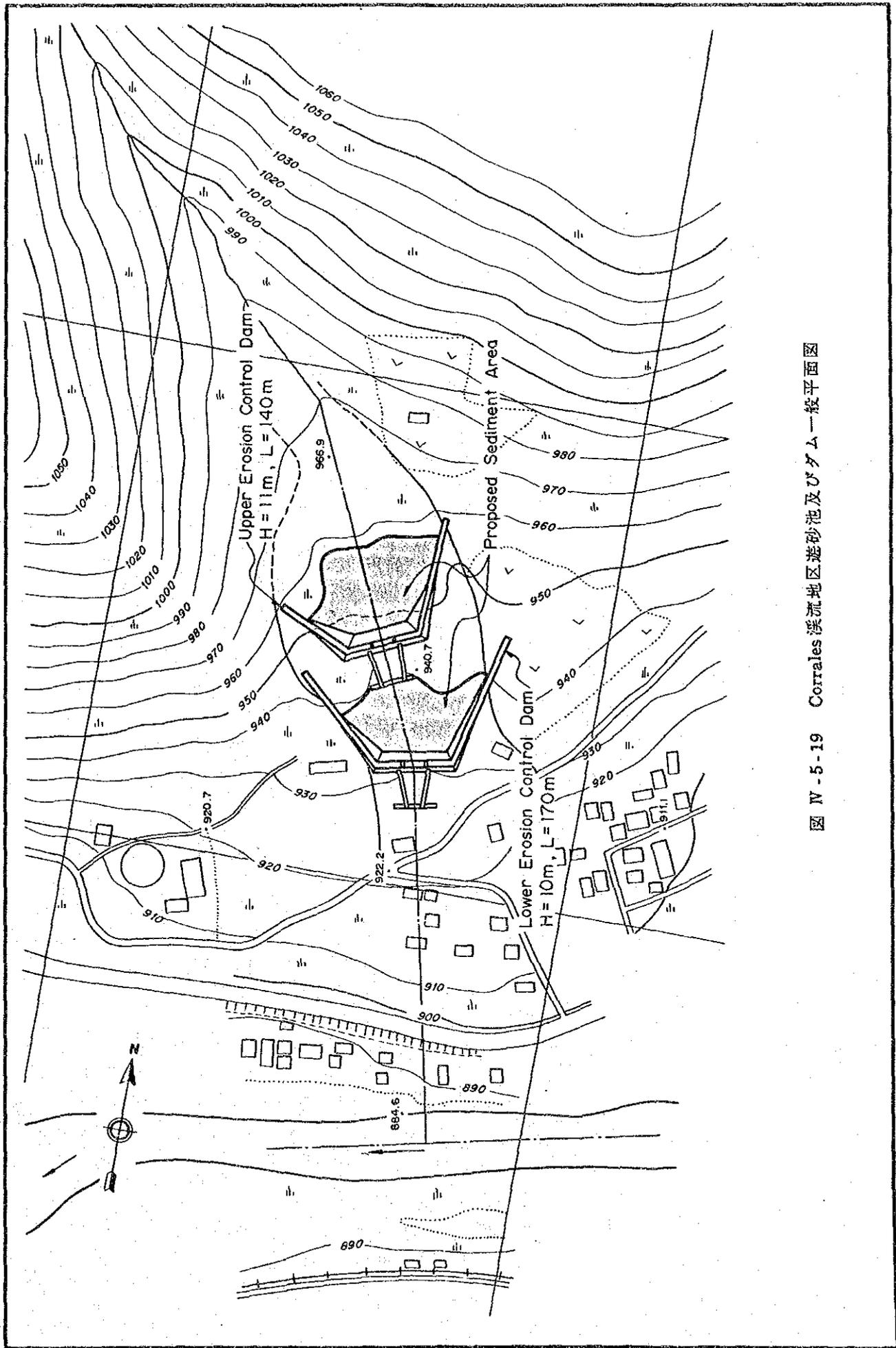
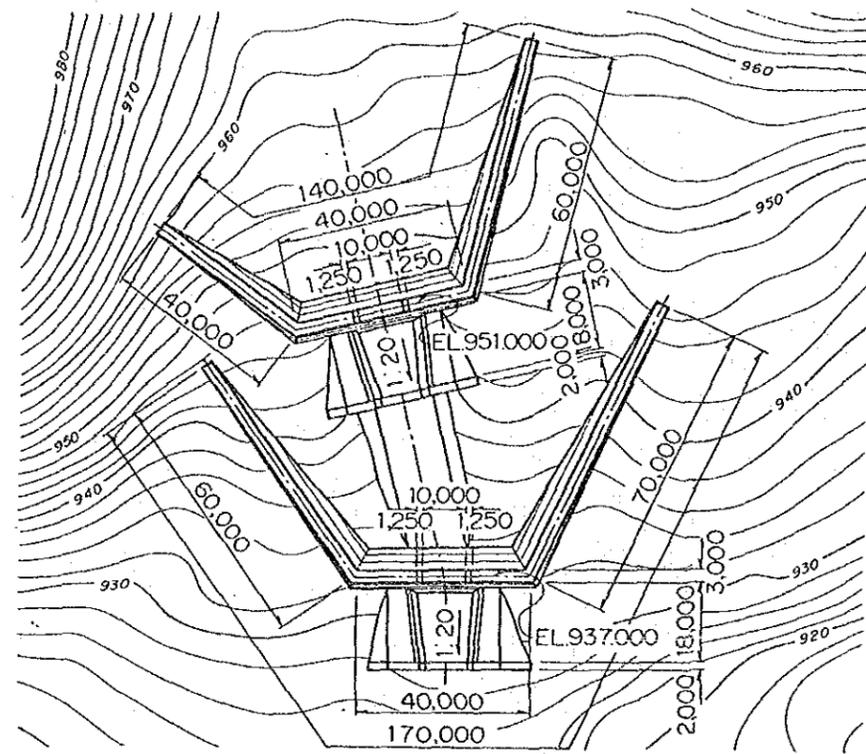
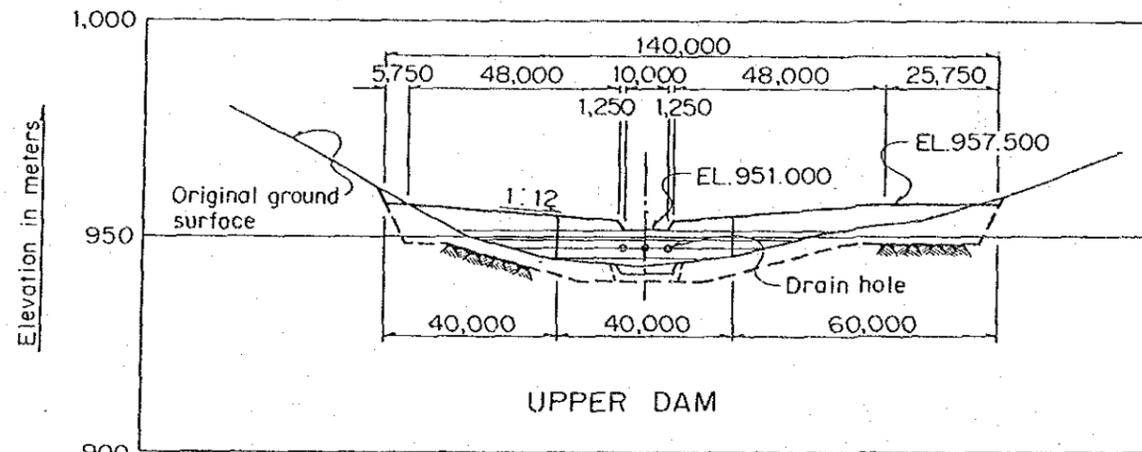


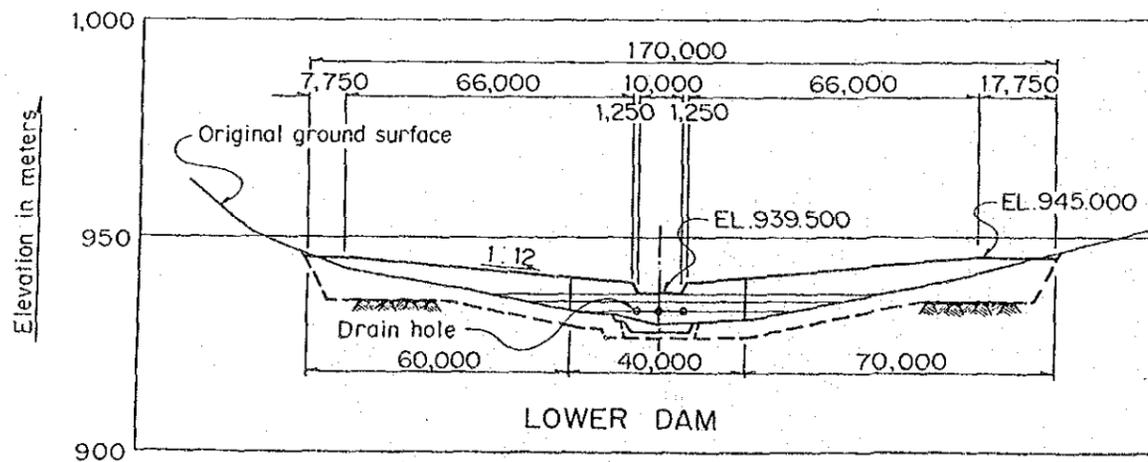
図 IV - 5 - 19 Corrales 溪流地区遊砂池及びダム一般平面図



PLAN

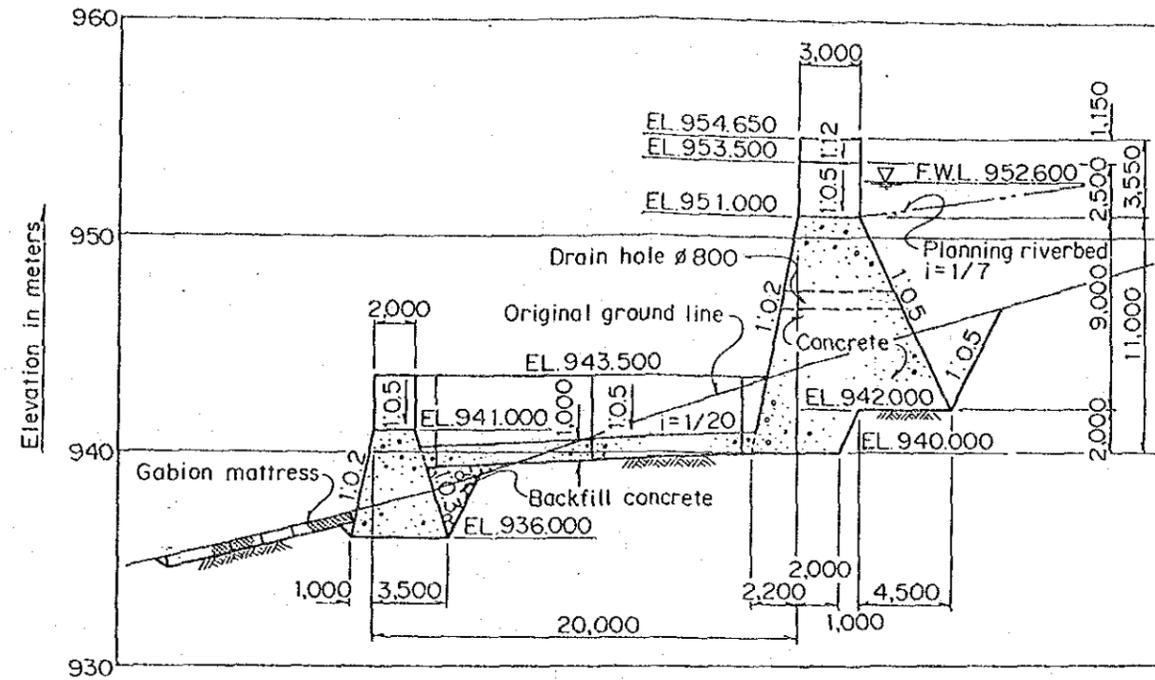


UPPER DAM

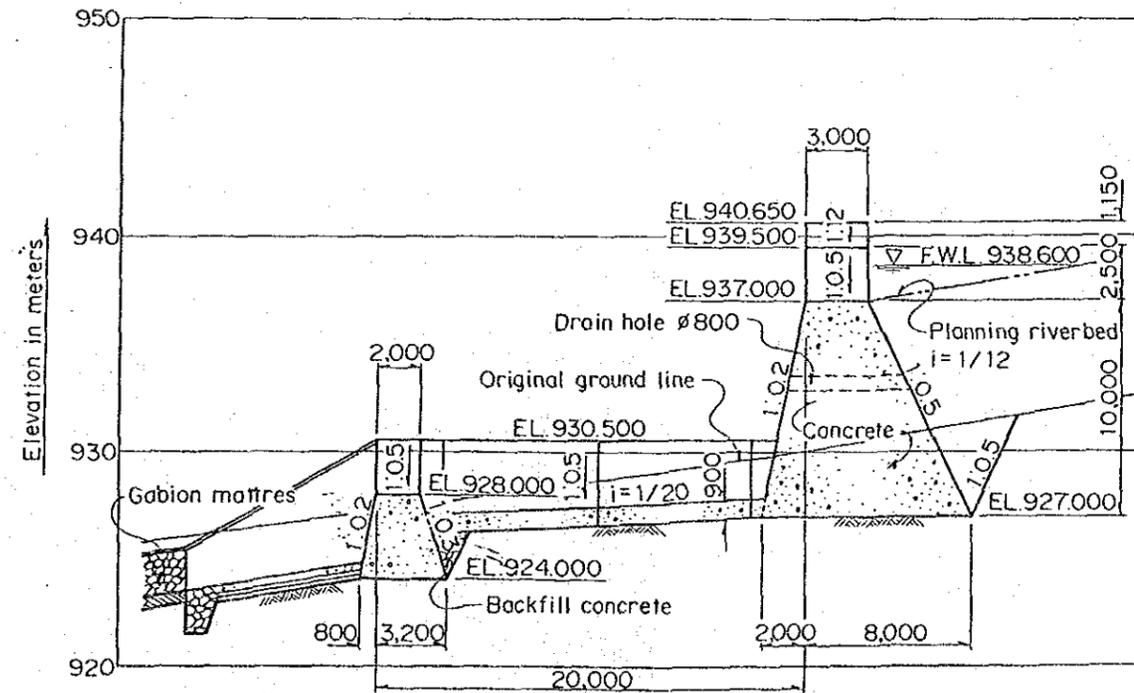


LOWER DAM

DOWNSTREAM ELEVATION

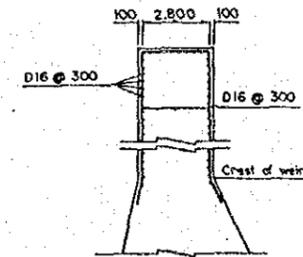


UPPER DAM



LOWER DAM

SECTION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

図 IV - 5 - 20 Corrales 溪流地区ダム一般構造図

R-19 : Qda. Rio Seco C.A.=49.3 km²

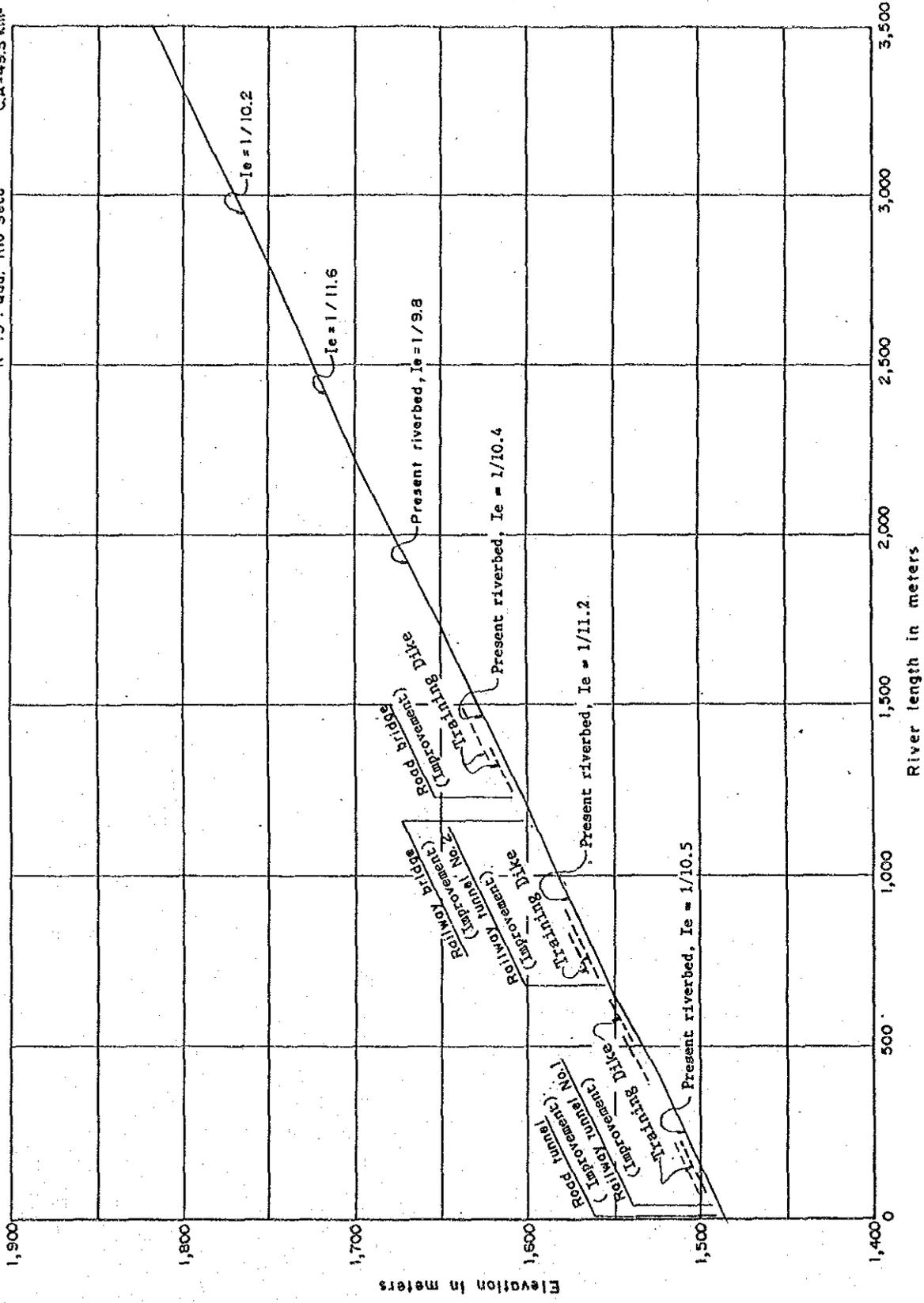


图 IV - 5 - 22 Rio Seco 溪流地区計画河遠縦断面图

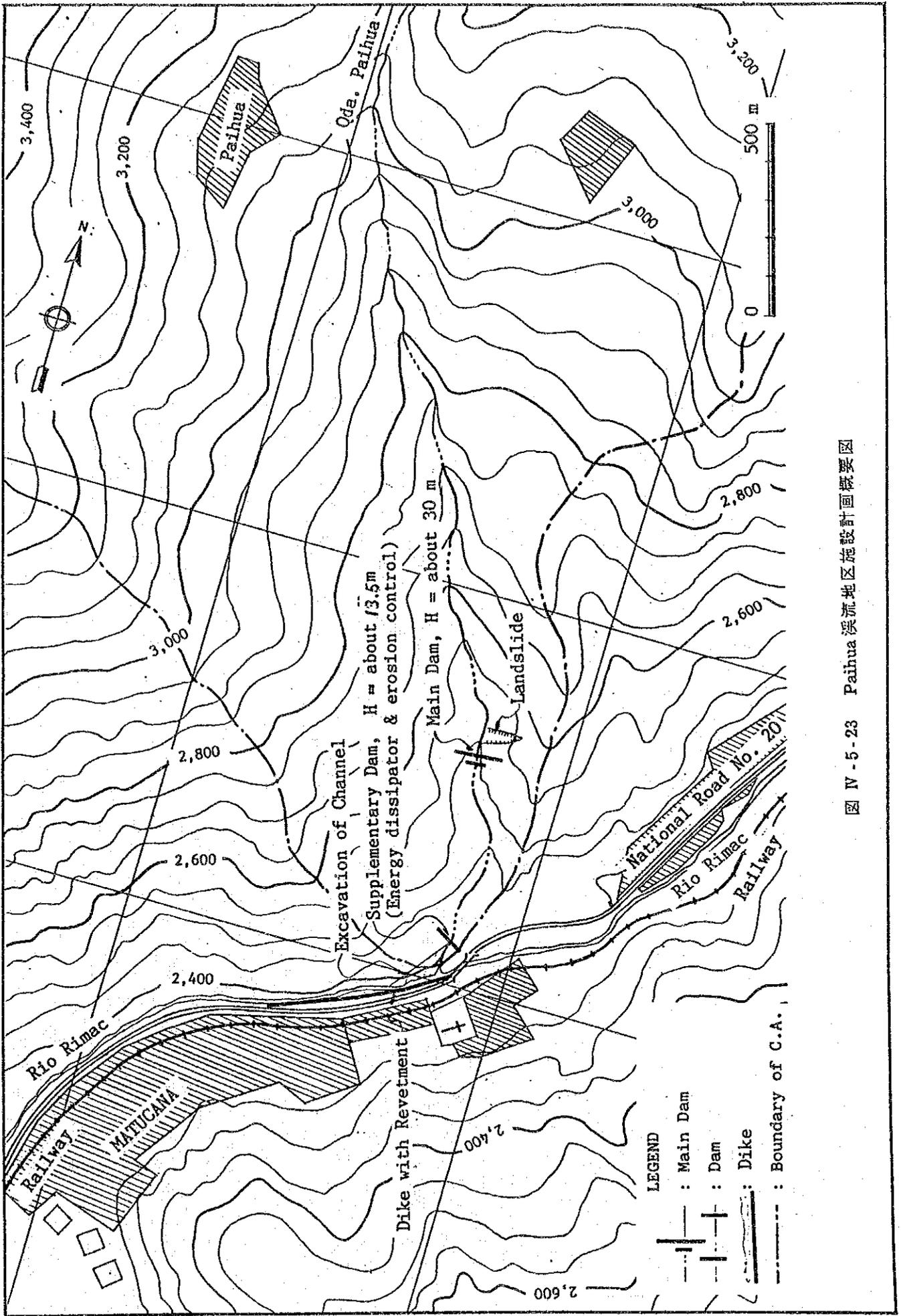


图 IV - 5 - 23 Paihua 溪流地区施设计画概要图

R-32 : Qda. Palhua C.A = 14.9 km²

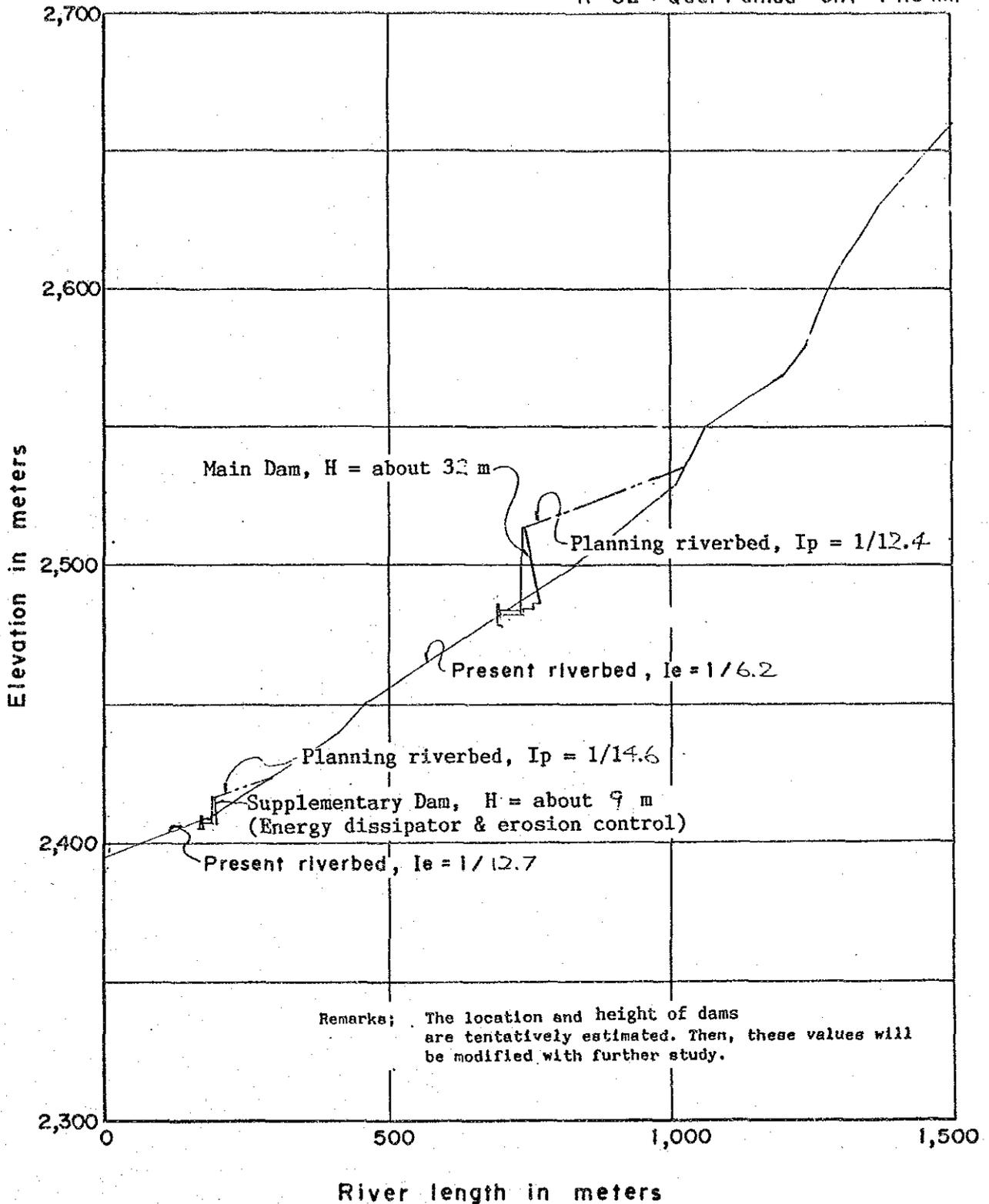


図 IV - 5 - 24 Paihua 溪流地区計画河道縦断面図

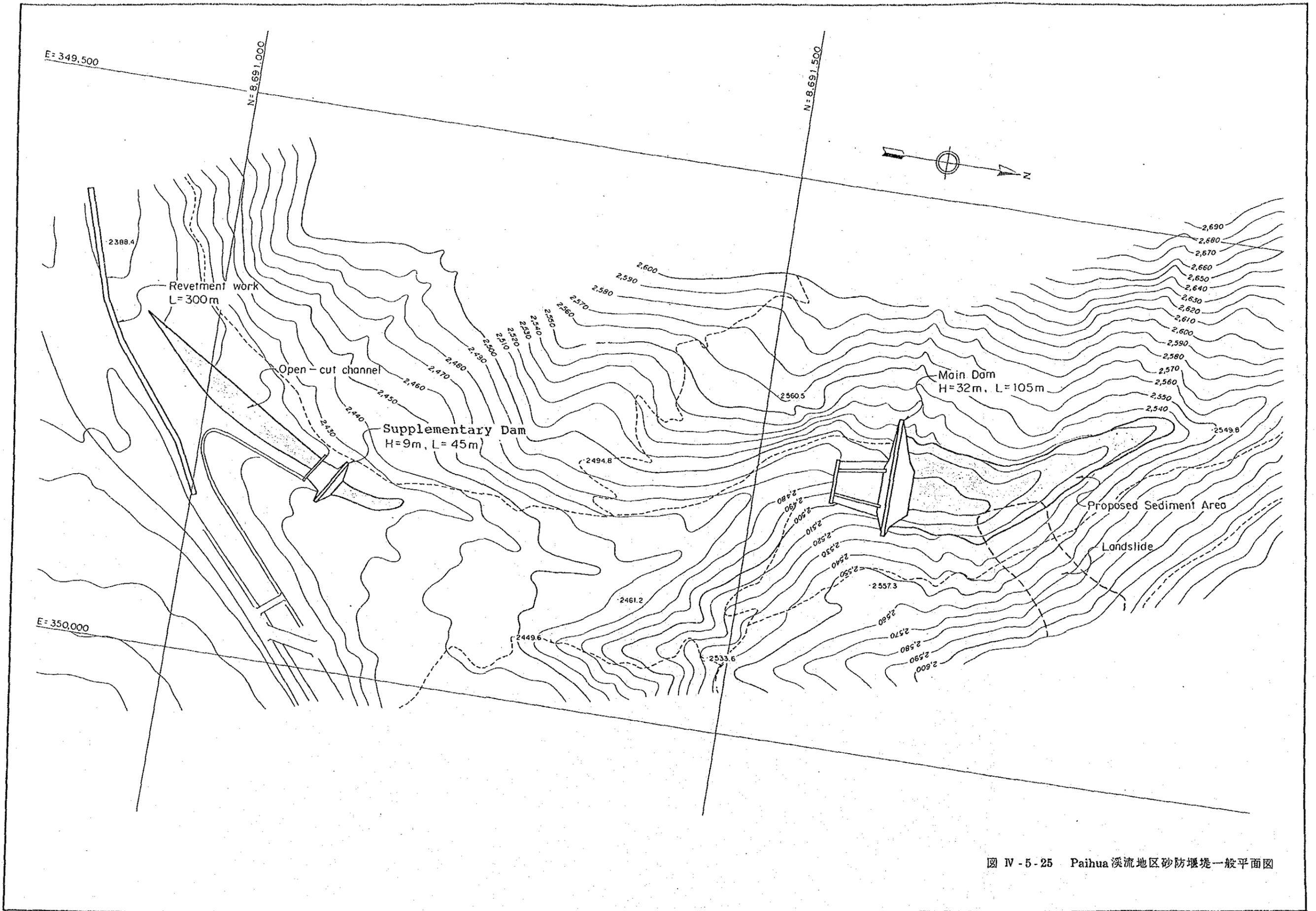
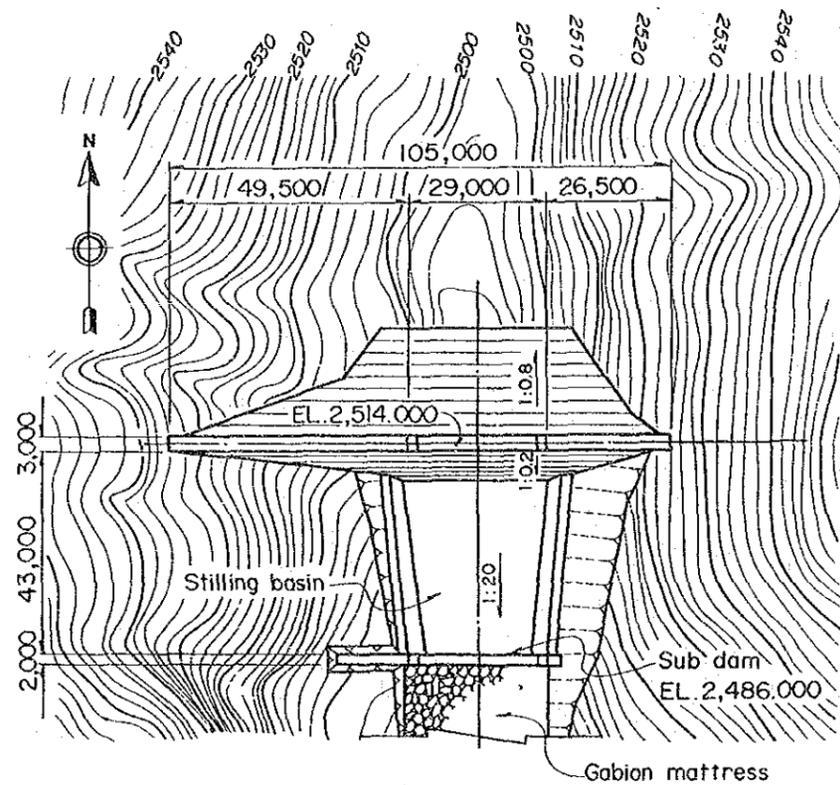
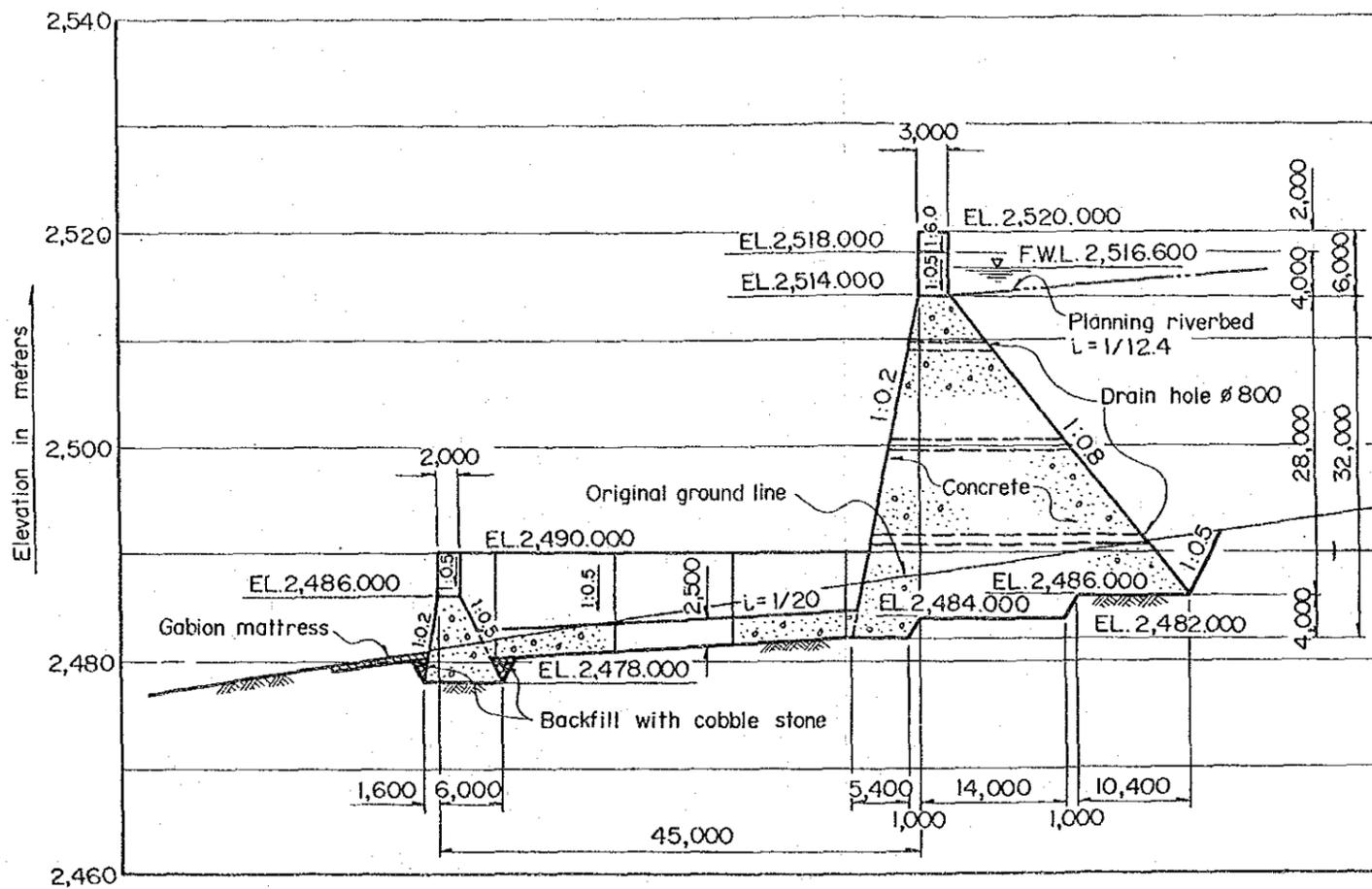


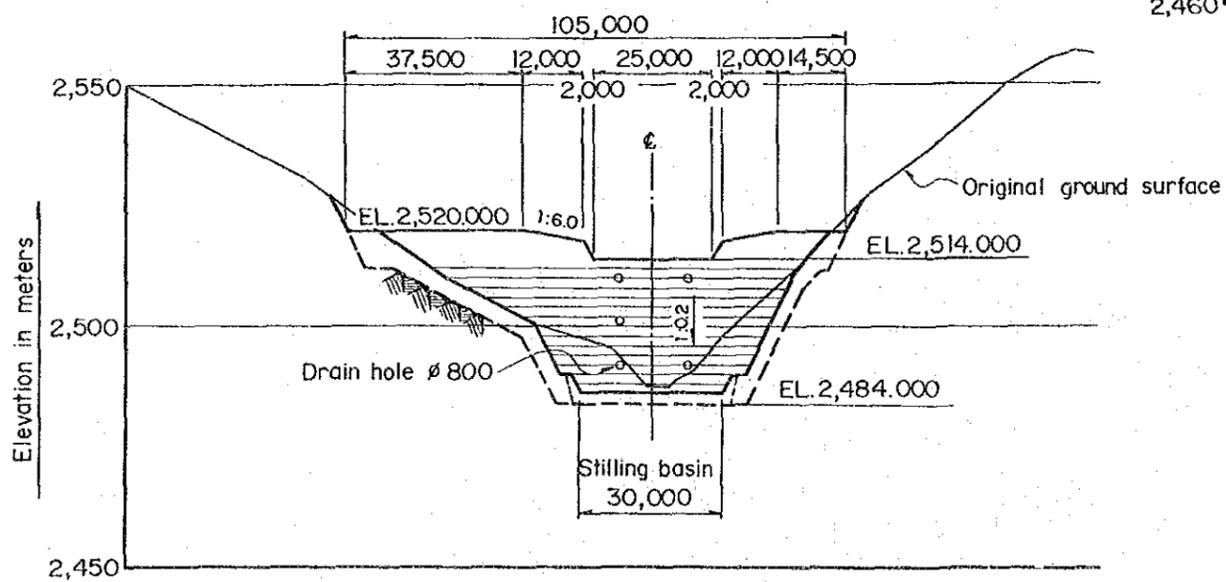
图 IV - 5 - 25 Paihua 溪流地区砂防堰堤一般平面图



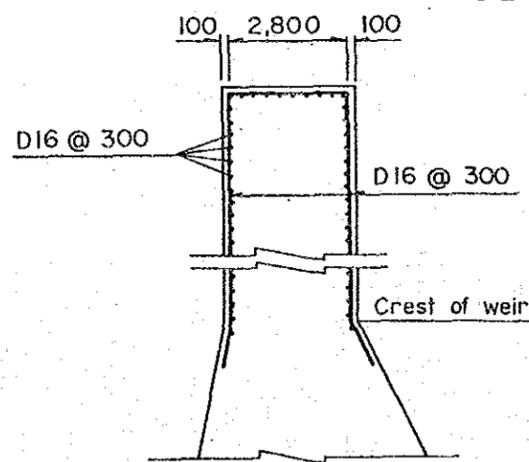
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

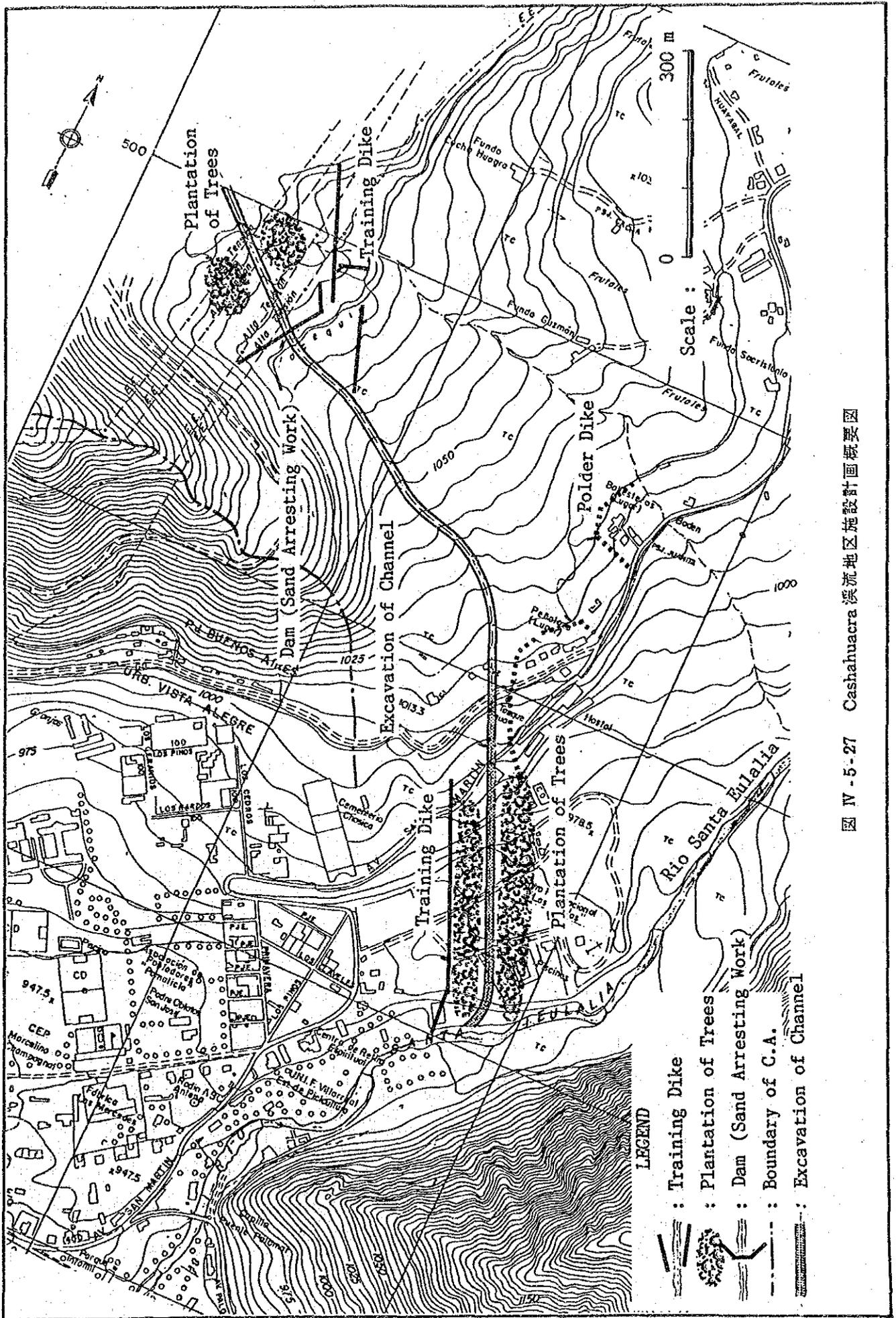


图 IV - 5 - 27 Cashahuacra 溪流地区设计图概要图

S-1: Qda. Cashahuacra CA = 15.1 km²

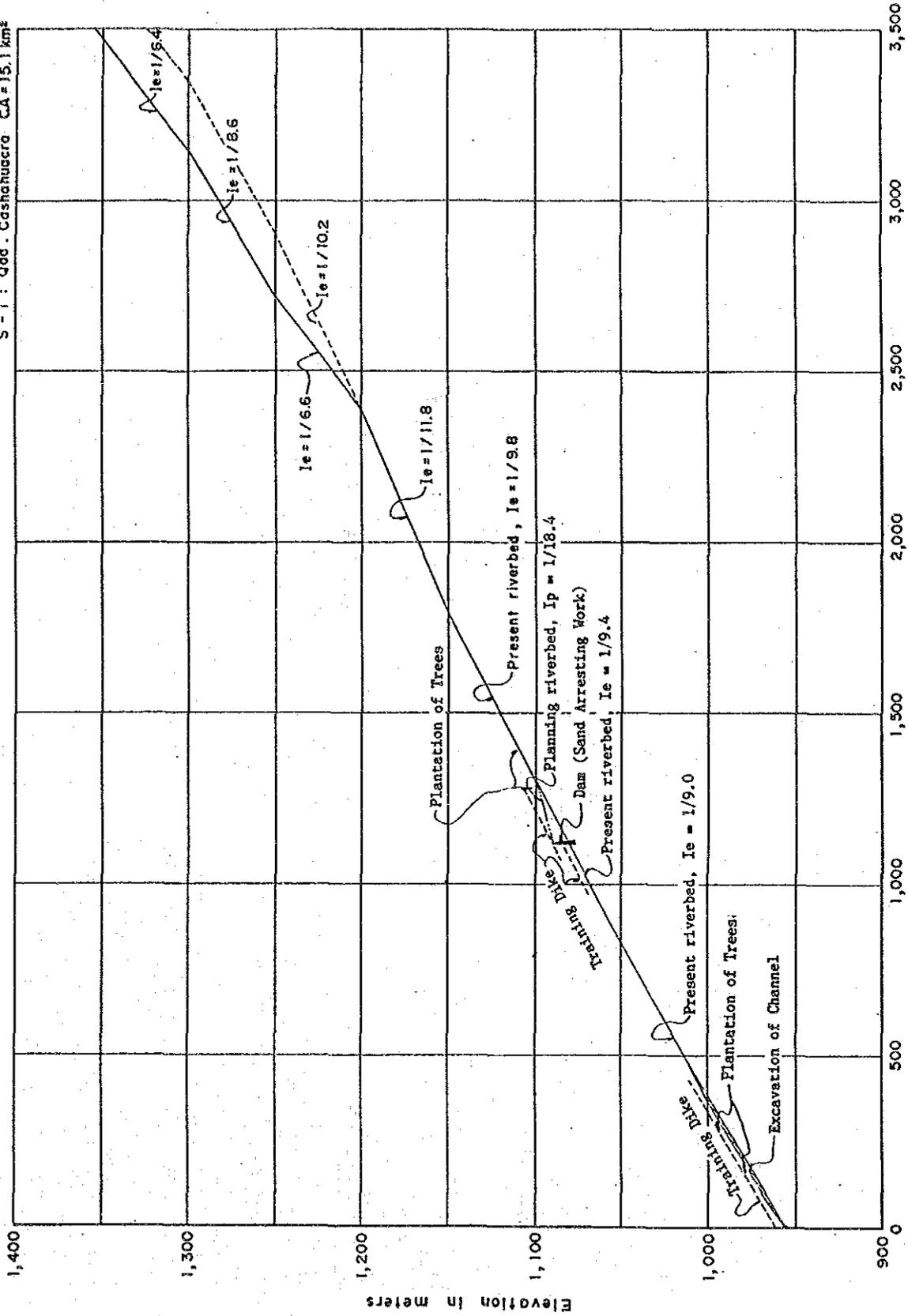


图 IV-5-28 Cashahuacra 溪流地区計画河道縱断面

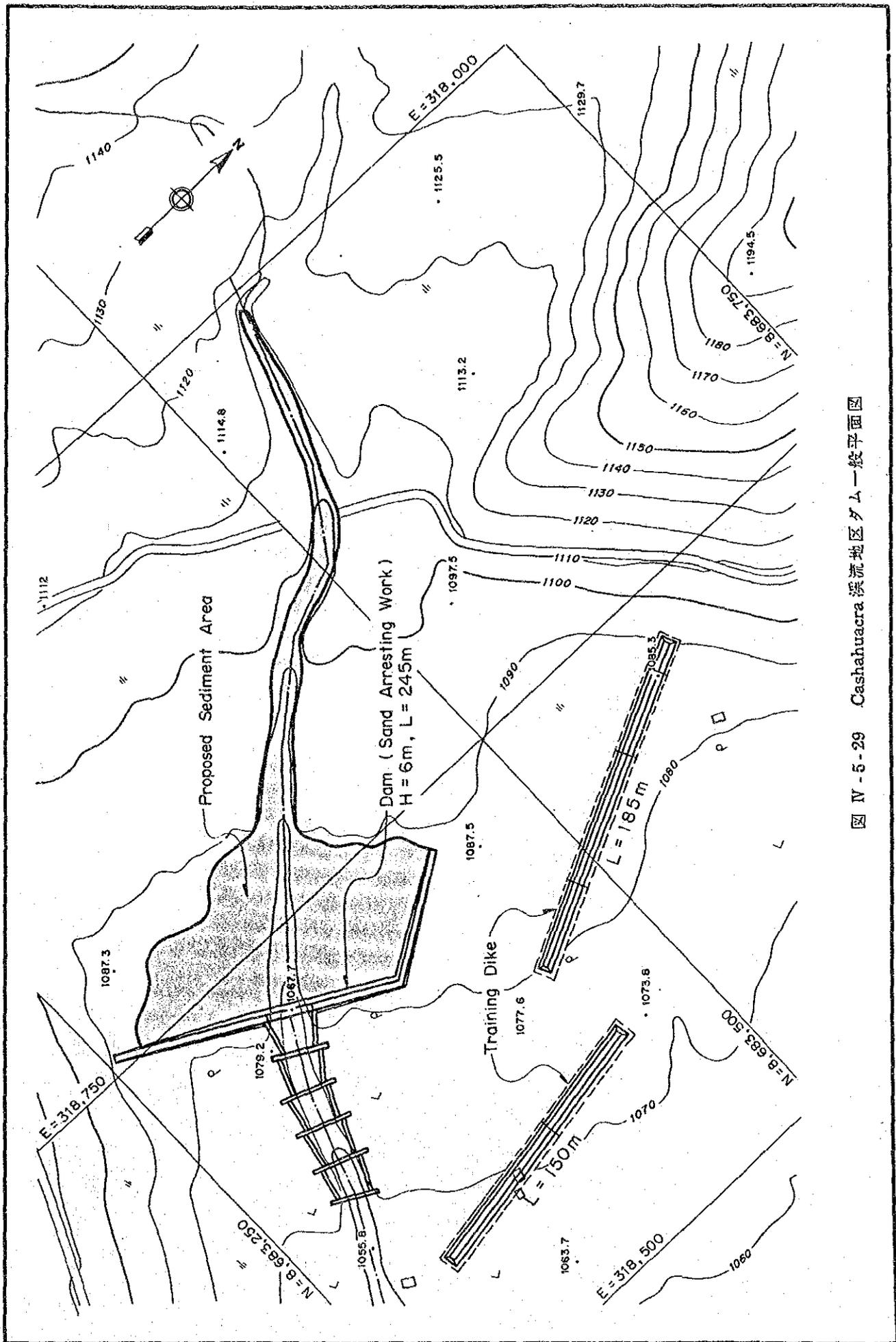
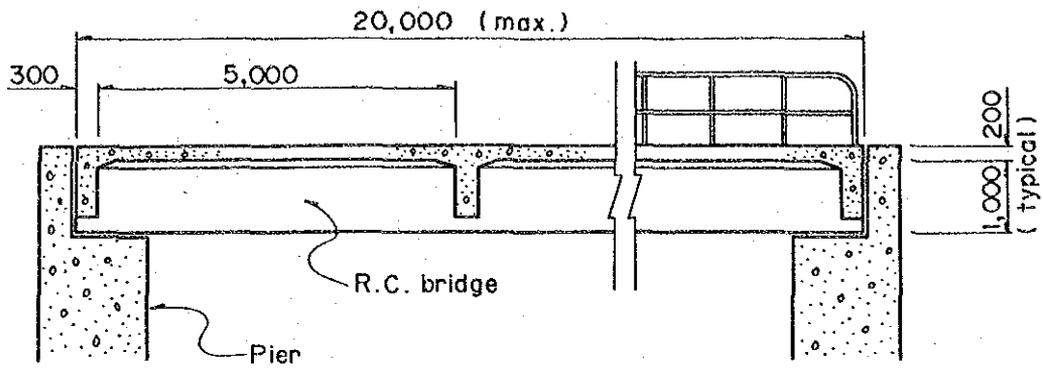
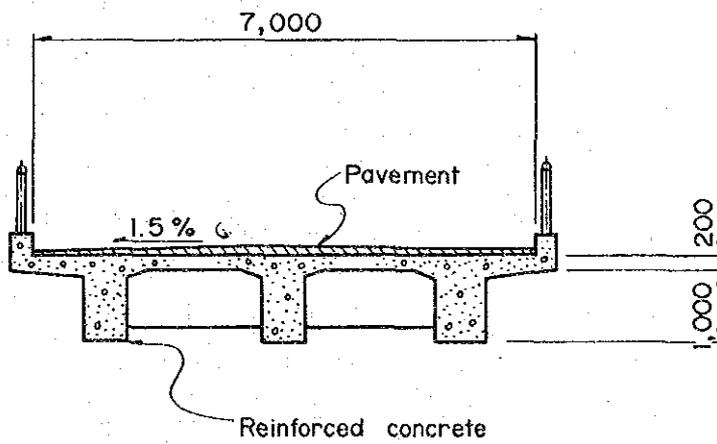


図 IV - 5 - 29 Cashahuacra 溪流地区ダム一般平面図

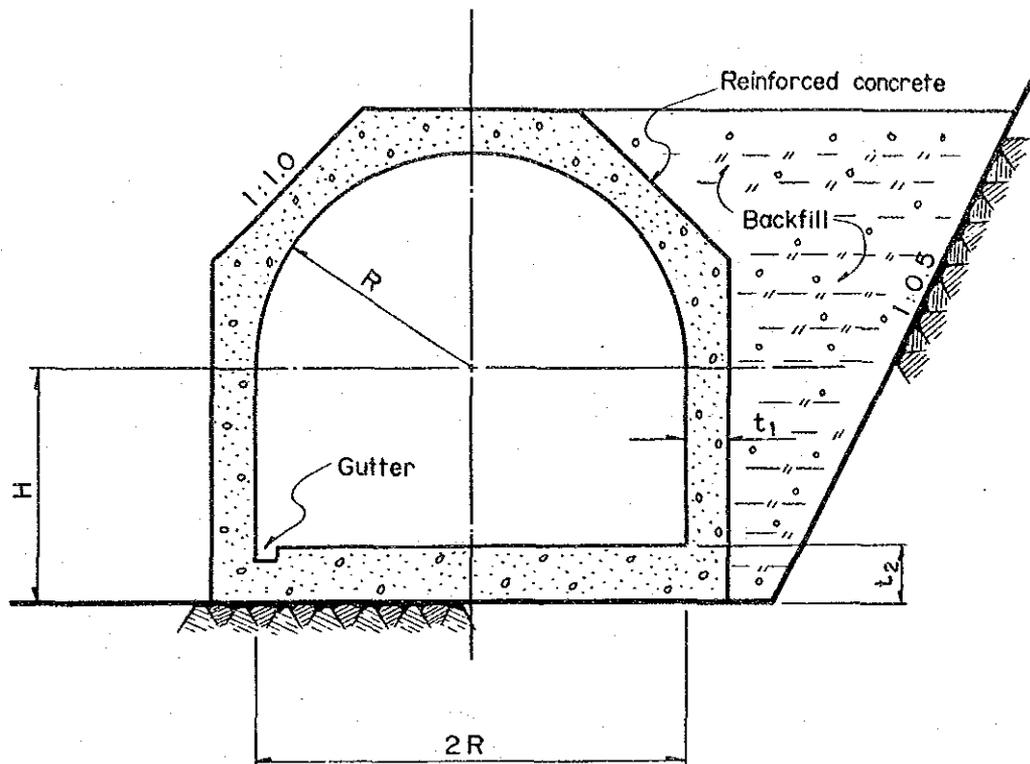


PROFILE



SECTION

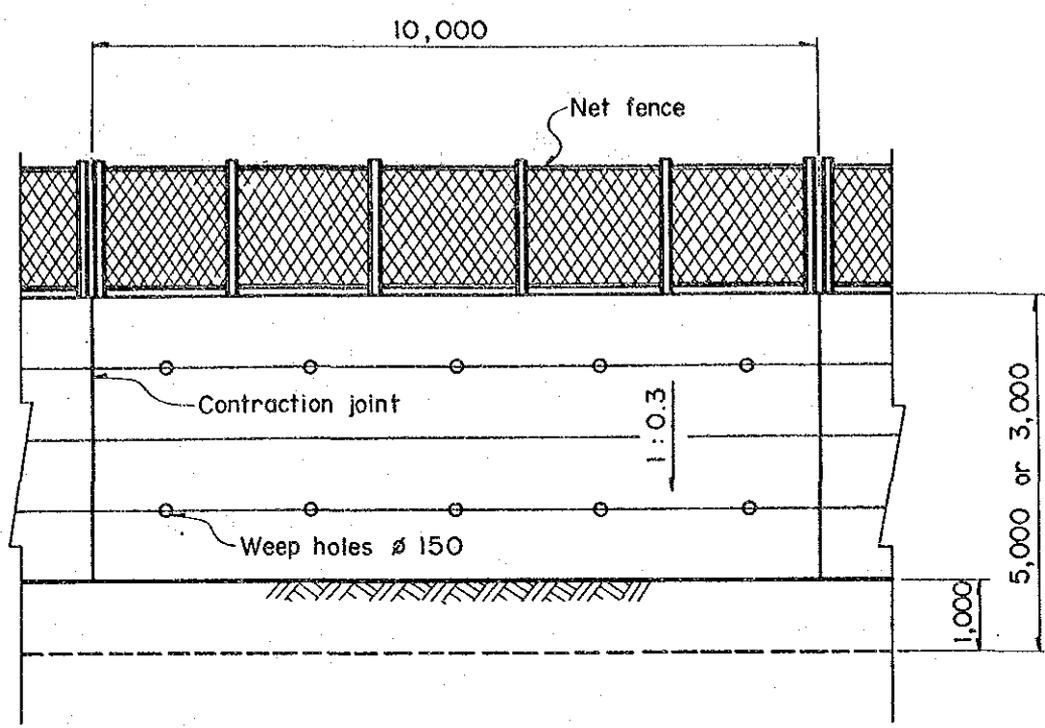
圖 IV - 6 - 1 新設橋梁(道路橋)標準設計



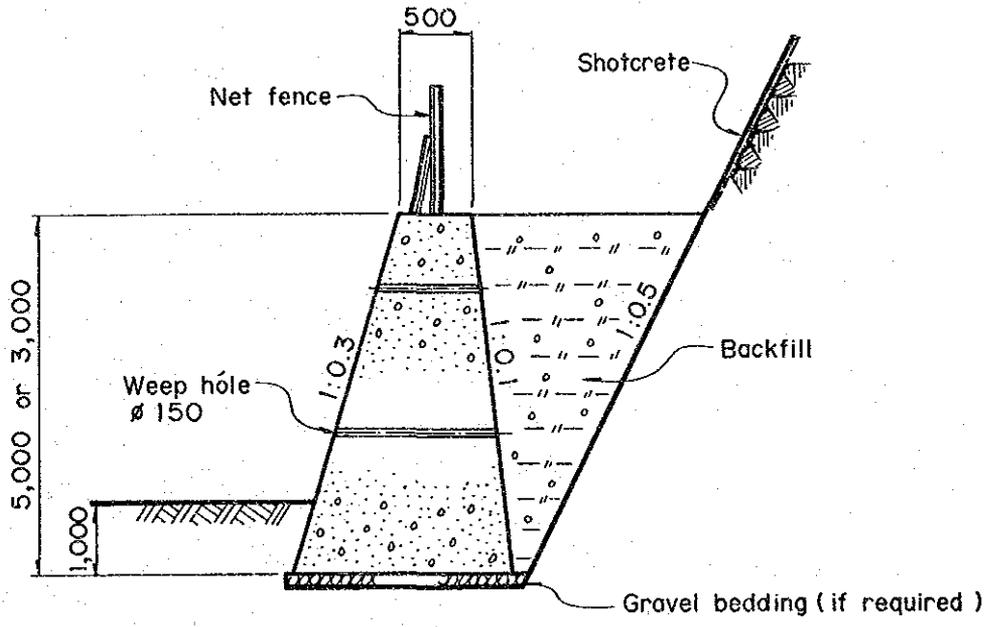
DIMENSIONS

	R (m)	H (m)	t_1 (m)	t_2 (m)
Roadway	3.5	2.5	0.6	0.8
Railway	1.9	1.9	0.4	0.6

図 IV-6-2 ロックシェッドトンネル標準設計



ELEVATION



SECTION

圖 IV - 6 - 3 土留壁標準設計

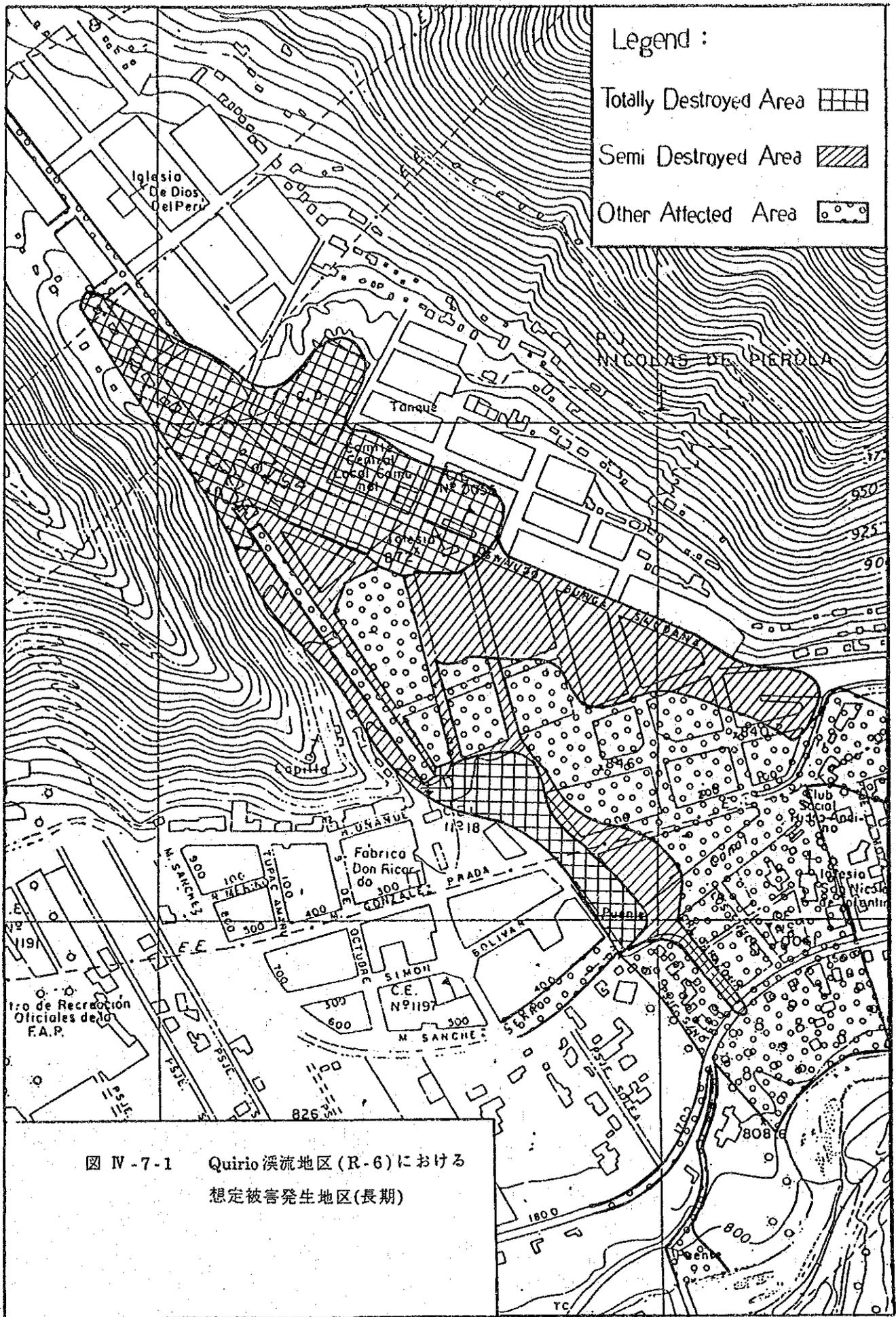
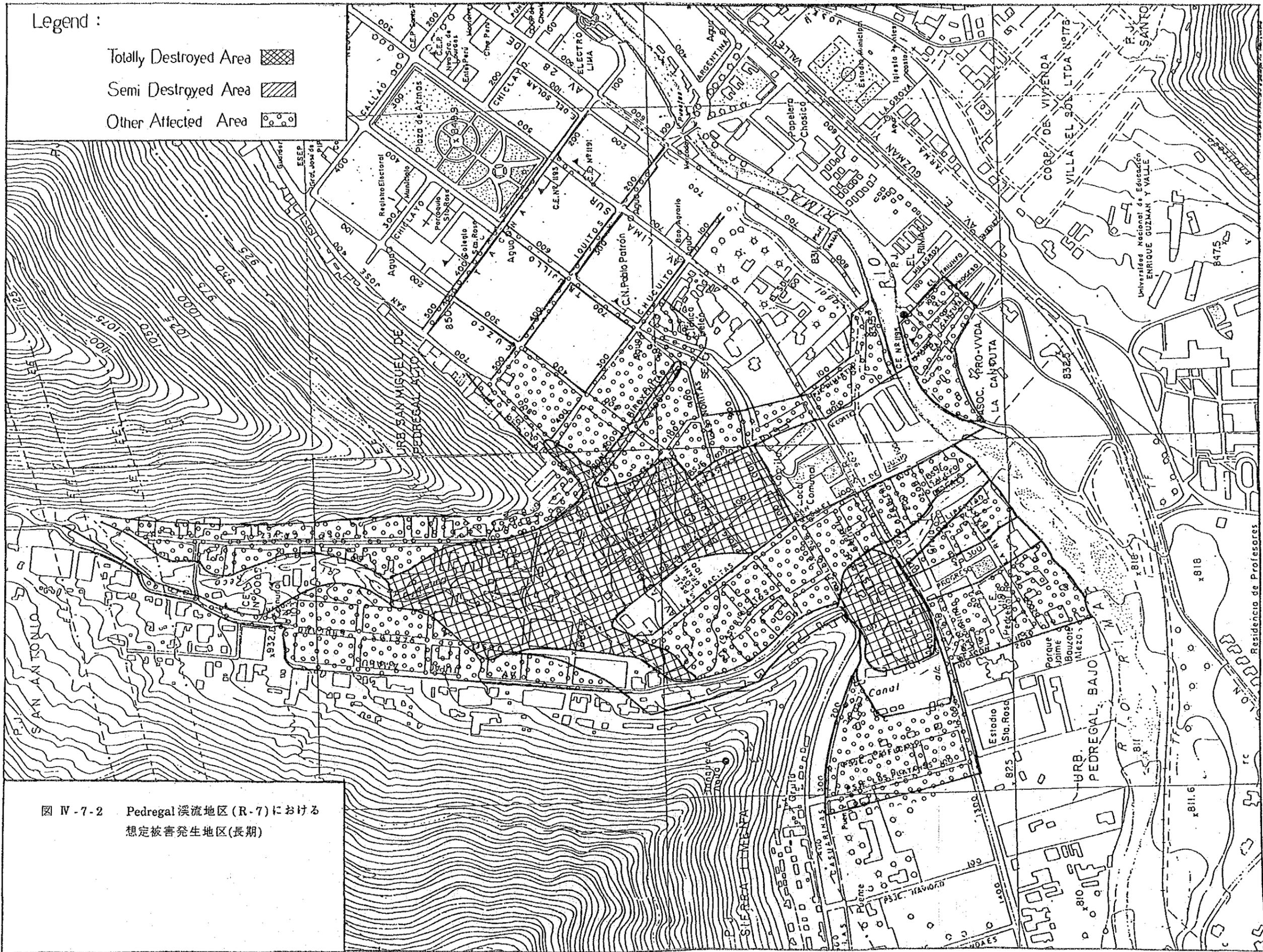


図 IV - 7 - 1 Quirio 溪流地区 (R-6) における
 想定被害発生地区 (長期)



Legend :

Totally Destroyed Area 

Semi Destroyed Area 

Other Affected Area 

図 IV - 7 - 2 Pedregal 溪流地区 (R-7) における
想定被害発生地区 (長期)

Legend :

Totally Destroyed Area 

Semi Destroyed Area 

Other Affected Area 

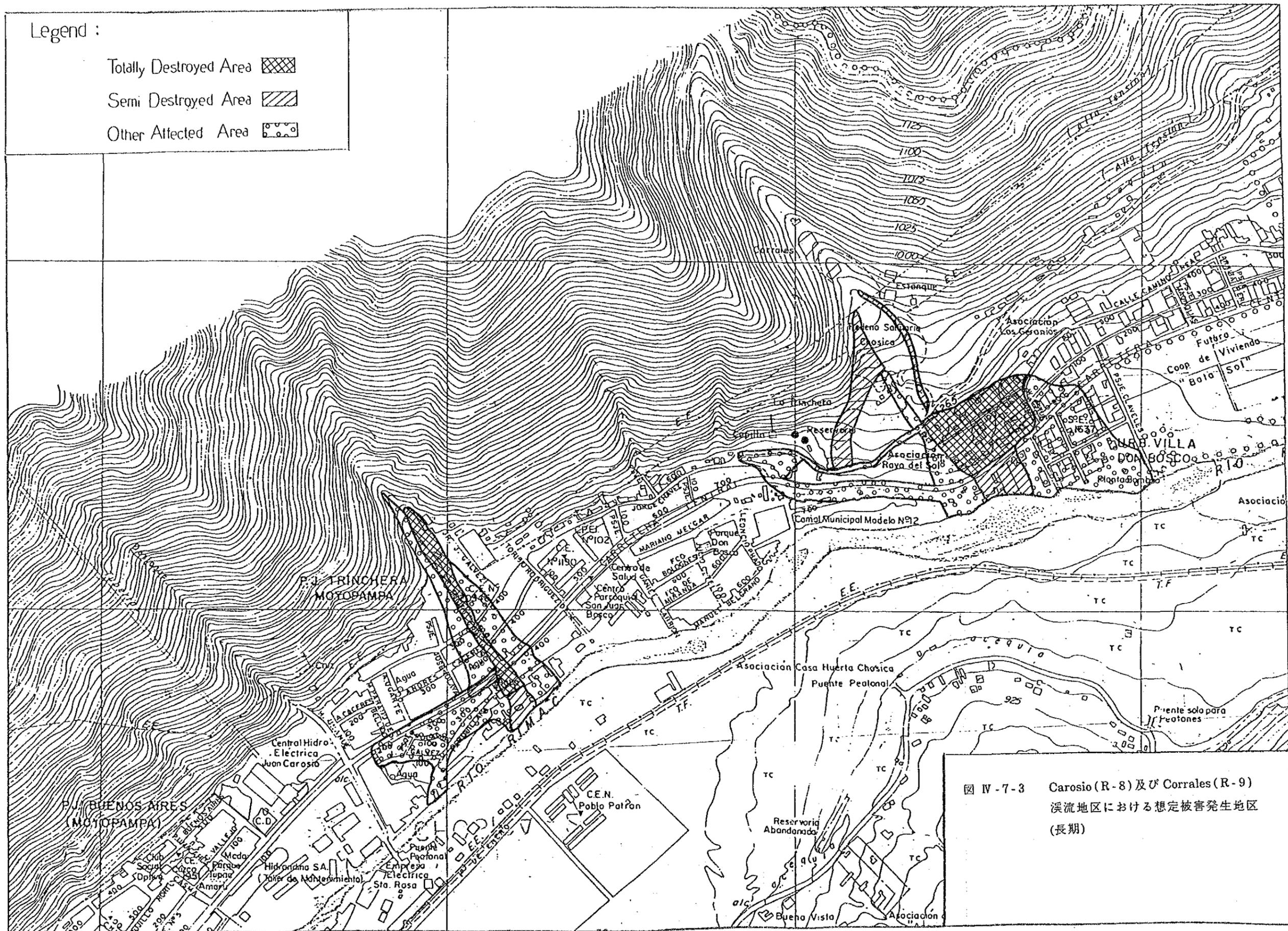


図 IV - 7 - 3 Carosio (R-8) 及び Corrales (R-9)
溪流地区における想定被害発生地区
(長期)

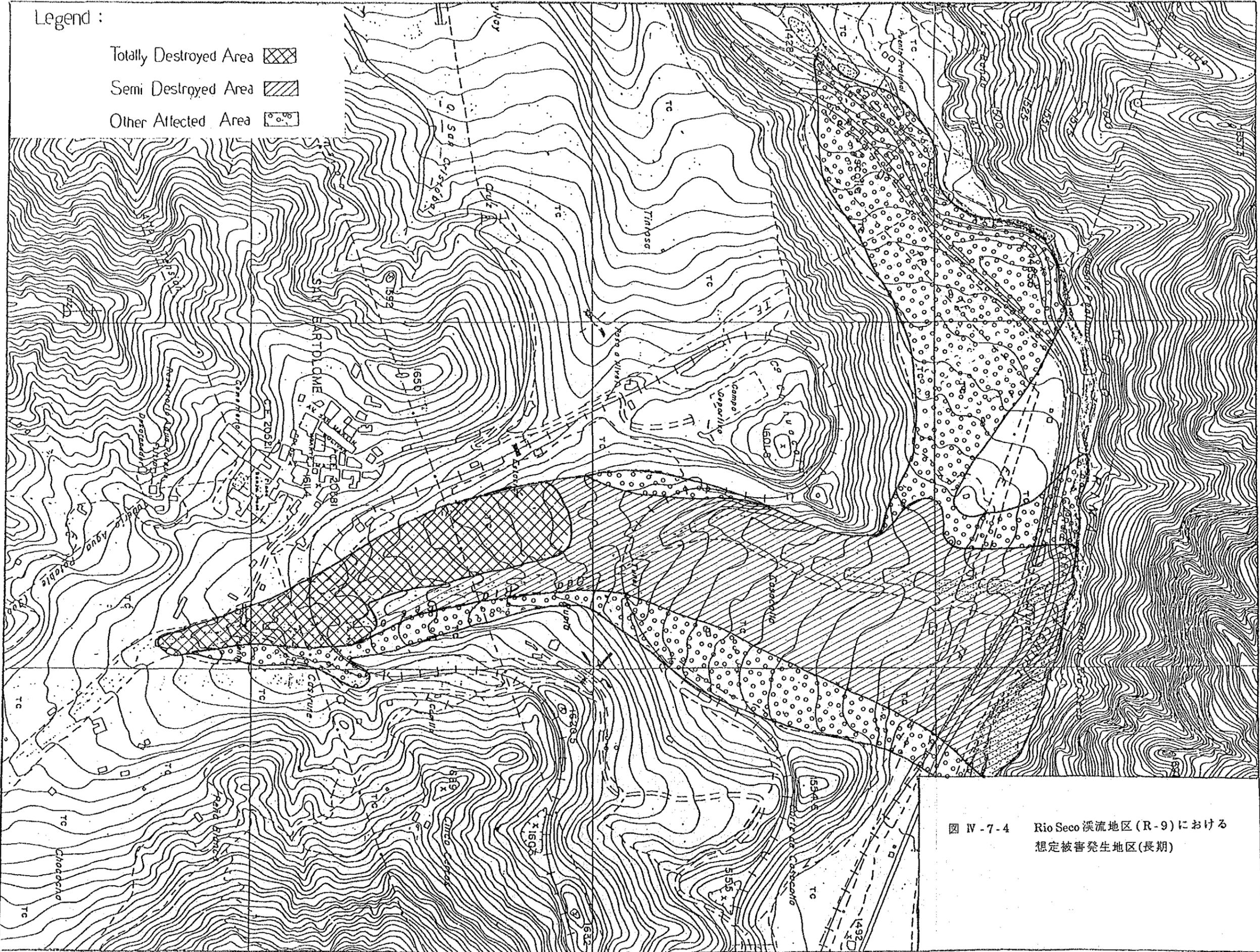


図 IV - 7 - 4 Rio Seco 溪流地区 (R-9) における
想定被害発生地区 (長期)

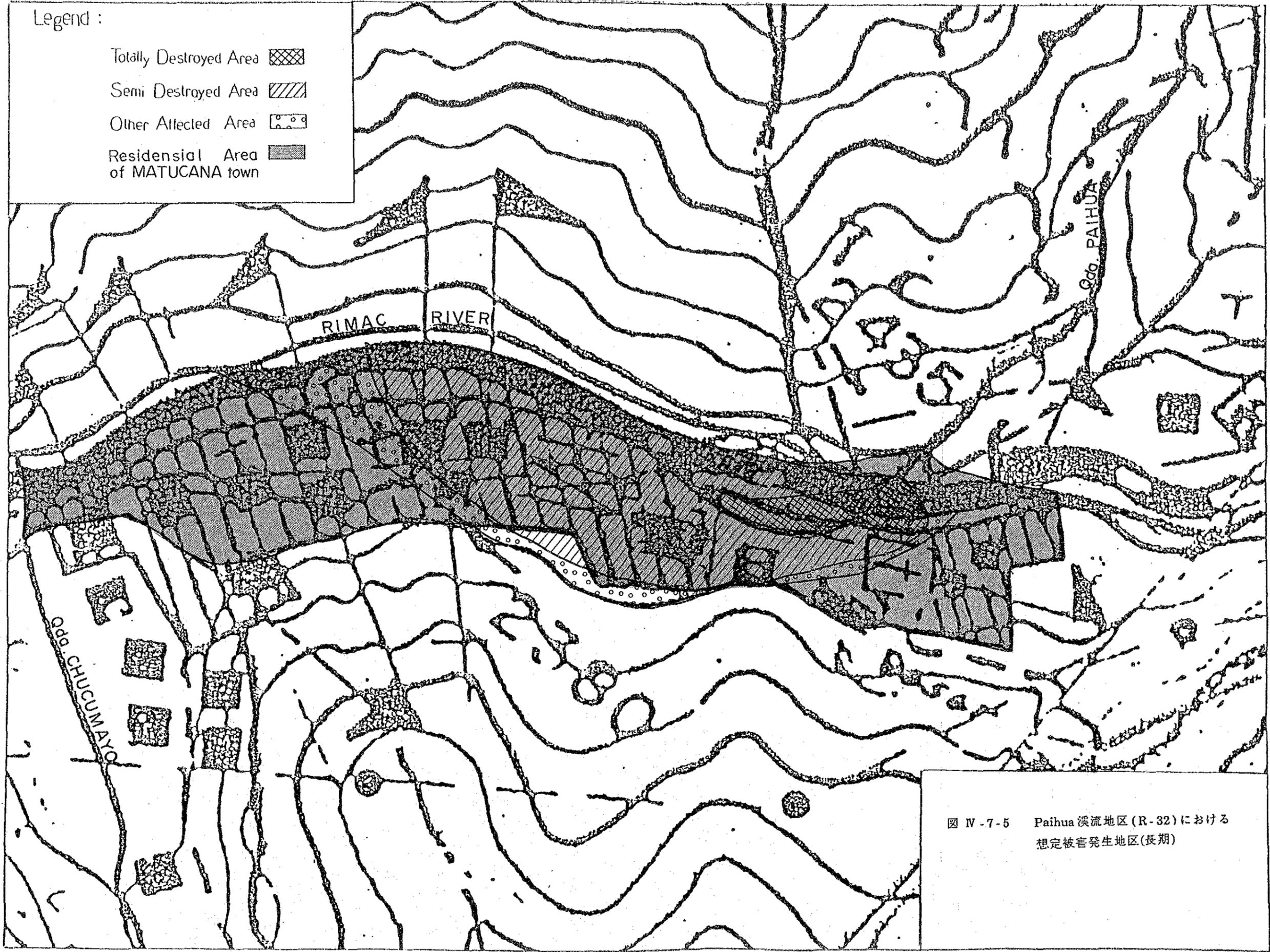
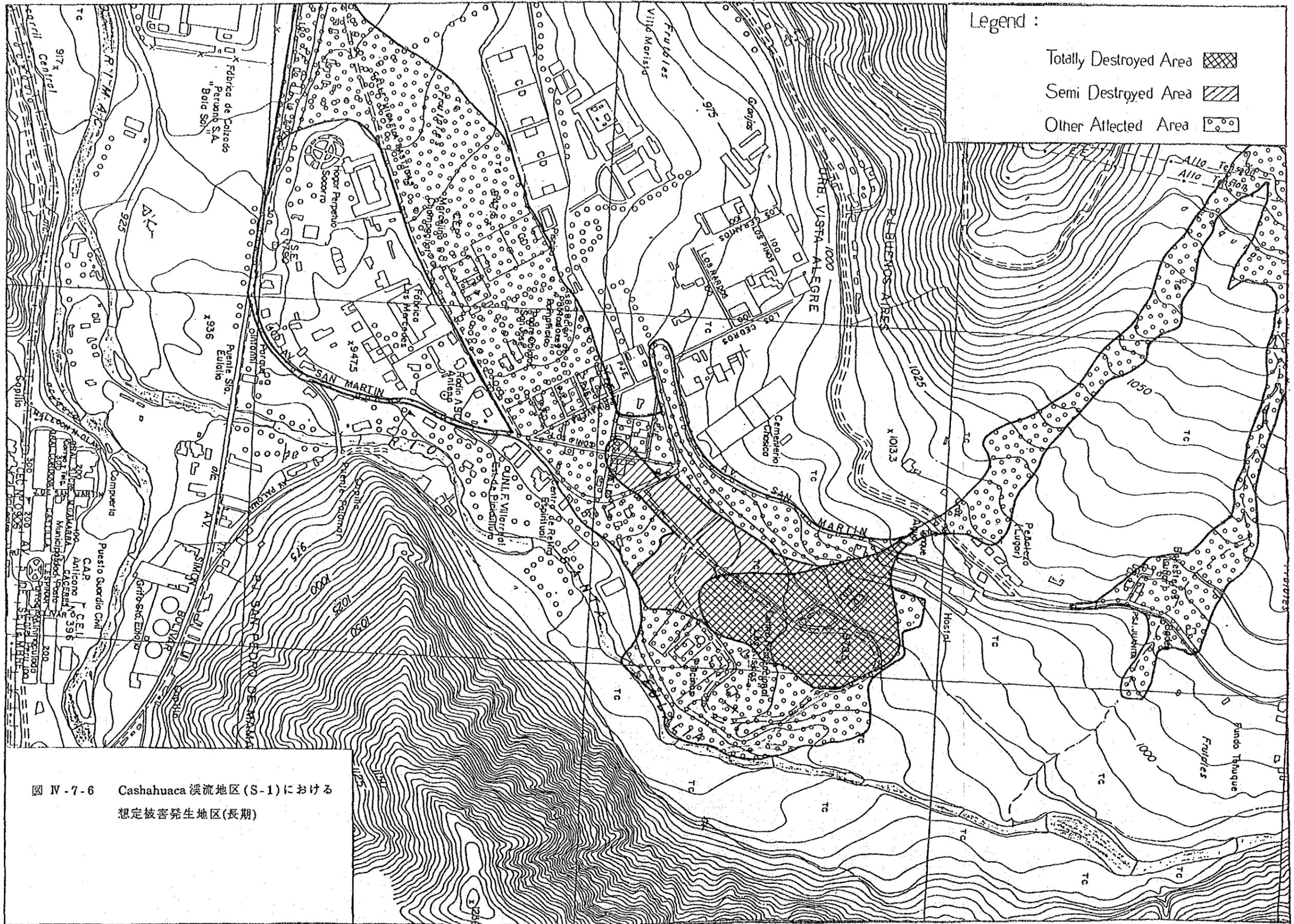


図 IV - 7 - 5 Paihua 渓流地区 (R-32) における
 想定被害発生地区 (長期)



Legend :

- Totally Destroyed Area
- Semi Destroyed Area
- Other Affected Area

図 IV - 7 - 6 Cashahuaca 溪流地区 (S-1) における
想定被害発生地区 (長期)

