

ヘルー共和国 リマック川防災対策計画調査

主報告書

要約版

一九八八年二月

国

ヘルー共和国

リマック川防災対策計画調査

主報告書

要約版

1988年1月

国際協力事業団


709
61.7
SDS

ペルー共和国

リマック川防災対策計画調査

主報告書

要約版

JICA LIBRARY

1093433(9)

22887

1988年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

22883

目 次

	<u>ページ</u>
1. プロジェクトの紹介	1
2. 計画地域の概要	2
2.1 社会・経済	2
2.2 地形・地質	2
2.3 気象・水文	3
2.4 土地利用と植生	4
3. スタディの基本方針	7
4. 施設の計画の検討	8
4.1 土石流・斜面崩壊災害対策	8
4.1.1 溪流・斜面の区分けと分類	8
4.1.2 施設計画	9
4.1.3 費 用	11
4.1.4 便 益	11
4.1.5 施設計画の評価	12
4.2 洪水災害対策	14
4.2.1 流域の区分けと分類	14
4.2.2 施設計画と評価	15
4.2.2.1 グループ(A)の施設計画と評価	15
4.2.2.2 グループ(B)の施設計画と評価	20
5. 非施設の計画の検討	21
5.1 管理の現況	21
5.2 非施設の計画の提案	21
6. 防災計画マスタープランのまとめと評価	23
7. 実施計画	24
8. 提 言	25

付 表 目 次

- 1 - 1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY
 THE STUDY TEAM
- 1 - 2 LIST OF DIRECT PARTICIPANTS OF THE STUDY
- 4 - 1 WORK QUANTITY OF MAIN CONSTRUCTION WORKS IN
 QDA AREAS OF GROUP "A"
- 4 - 2 TYPE AND QUANTITY OF STRUCTURAL PLAN FOR
 QDA AREAS OF GROUP "B"
- 4 - 3 STRUCTURES AND ITS QUANTITIES IN SPE AREA OF GROUP
 "B"
- 4 - 4 ECONOMIC PROJECT COST IN QDA AREAS OF GROUP "A"
- 4 - 5 ECONOMIC PROJECT COST ESTIMATED FOR STRUCTURAL
 PLAN FOR QDA AREAS OF GROUP "B"
- 4 - 6 ECONOMIC PROJECT COST FOR SPE AREAS OF GROUP "B"
- 4 - 7 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION FOR QDA AREAS OF
 GROUP "B"
- 4 - 8 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION FOR SPE AREAS OF
 GROUP "B"
- 4 - 9 PROJECT INVESTMENT COST OF RIVER
 IMPROVEMENT BY ALTERNATIVE PLANS (MAIN STREAM)

- 6 - 1 PROPOSED PROJECT FOR DEBRIS FLOW AND SLOPE
FAILURE DISASTER PREVENTION
- 6 - 2 PROPOSED RIVER IMPROVEMENT PLAN FOR INUNDATION
DISASTER PREVENTION
- 6 - 3 PROPOSED NON-STRUCTURAL MEASURES

付 図 目 次

- 2 - 1 Geological Map of the Rimac River Basin
- 2 - 2 Lithological Map of the Rimac River Basin
- 2 - 3 Relief Energy Map (1)
- 2 - 4 Relief Energy Map (2)
- 2 - 5 Isohyetal Map of the Rimac River Basin
- 2 - 6 General Land Use Map of the Rimac River Basin
- 2 - 7 General Vegetation Map of the Rimac River Basin
- 4 - 1 Division of Quebrada and Slope Areas
- 4 - 2 Division of Quebrada and Slope Areas
with Groups A, B and C Classification
- 4 - 3 Schematical Feature of 5 Types of Quebrada
- 4 - 4 Alignment of Channel and General Layout of
Structures in Qda Quirio
- 4 - 5 Channel Profile and Location of Structures in Qda Quirio
- 4 - 6 General Layout of Dams in Qda Quirio
- 4 - 7 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Quirio
- 4 - 8 Alignment of Channel and General Layout of
Structures in Qda Pedregal

- 4 - 9 Channel Profile and Location of Structures in Qda Pedregal
- 4 - 10 General Layout of Dams in Qda Pedregal
- 4 - 11 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Pedregal
- 4 - 12 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Carosio
- 4 - 13 Channel Profile and Location of Structures in Qda Carosio
- 4 - 14 General Layout of Dams in Qda Carosio
- 4 - 15 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Carosio
- 4 - 16 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Corrales
- 4 - 17 Channel Profile and Location of Structures in Qda Corrales
- 4 - 18 General Layout of Dams in Qda Corrales
- 4 - 19 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Corrales
- 4 - 20 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Rio Seco
- 4 - 21 Channel Profile and Location of Structures in Qda Rio Seco
- 4 - 22 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Paihua
- 4 - 23 Channel Profile and Location of Structures in Qda Paihua
- 4 - 24 General Layout of Dams in Qda Paihua

- 4 - 25 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Paihua
- 4 - 26 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Cashahuacra (Only Channel Works Stretch)
- 4 - 27 Channel Profile and Location of Structures in Qda Cashahuacra
- 4 - 28 General Layout of Dams in Qda Cashahuacra
- 4 - 29 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Cashahuacra
- 4 - 30 Division of Classification for Study on Inundation Disaster
- 4 - 31 Alternative Plans of River Channel
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (1/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (2/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (3/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (4/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (5/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (6/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (7/8)
- 4 - 32 Proposed River Improvement Plan (8/8)
- 4 - 33 Proposed Structural Plan of Group (B)
(from confluence to Matucana)

- 5 - 1 An Example of Organization Chart for Land Use Regulation, River Management and Implementation of Structural Measures for Disaster Prevention**
- 5 - 2 An Example of Organization Chart for Emergency Disaster Relief**
- 6 - 1 Type of Proposed Structural Plan for Qda Areas**
- 6 - 2 Proposed Structural Plans for Quebrada Areas**
- 6 - 3 Proposed Structures for Spe Areas**
- 6 - 4 Overall River Improvement Plan**
- 6 - 5 Proposed Structures of River Improvement Plan**
- 7 - 1 Implementation Schedule of Countermeasures for Debris Flow and Slope Failure Disaster**
- 7 - 2 Implementation Schedule of Countermeasures for Inundation Disaster**

1. プロジェクトの紹介

Rimac川はペルー共和国の首都圏を流れる重要河川であり、首都圏を含め流域のさまざまな水需要に対する水資源として極めて重要な役割を果たしている。一方、土石流や洪水氾濫による災害も著しく、ほとんど毎年人命の損失や家屋・施設の破壊、あるいは交通遮断による大きい被害を受けている。特に近年ではエルニーニョ現象と呼ばれる異常気象現象の影響を強く受けて大規模な災害を引き起こしている。

このような状況に鑑み、ペルー政府は1985年1月、Rimac川流域防災対策計画マスタープラン・スタディの実施を決定し、このマスタープラン・スタディに対する技術協力を日本政府に要請した。日本政府は、この要請を受けて上記マスタープラン・スタディを実施することを決定するとともに国際協力事業団(JICA)がこれを担当することとなった。また、ペルー政府側はINDC(国家防災委員会)が、カウンターパート及びペルー政府側の調整機関として協力することとなった。

JICAは、1986年8月及び11月の2回にわたって事前調査団を派遣して作業の内容を具体的に決定するとともに調査団を1987年2月より派遣し調査を開始した。以降2回にわたる現地調査と国内での分析・解析及び1987年10月作成された中間報告書に対する討議を通してRimac川防災対策計画マスタープランの策定が行われ、1988年1月マスタープラン・スタディに関する最終報告書(草案)が作成された。この最終報告書(草案)はさらに討議され、1988年3月中旬までに最終報告書として纏められる予定となっている。

当マスタープラン・スタディでは、防災対策計画マスタープランの策定とともに、ペルー側カウンターパートへの技術移転が2大目的の一つとして取り上げられており調査期間を通して各専門家によるレクチャーやカウンターパートの日本での訓練等積極的に実施された。また、当マスタープラン・スタディはペルー政府の協力を得てJICA調査団によって実施されて来たが、その他に作業監理委員会が設置され、作業監理委員会は主要討議に参加して的確なアドバイスをしてきた。

調査期間を通して実施されたレクチャー及び当マスタープランの実施体制はそれぞれ付表1-1及び1-2に示されるとおりである。

2. 計画地域の概要

2.1 社会・経済

約3,500 km²の流域面積を持つリマック川流域は、リマ都市圏の海岸部とリマック川中・上流域に広がる山間部に分けられる。行政区分上、山間部はホワロチリに属する。

ペルー国全人口の約26%がカヤオ及びリマ両市で構成されるリマ都市圏に集中する関係上、同都市圏での人口密度は1km²当たり1,000人以上と極端に高く、一方山間部の人口密度は1km²当たり14人に過ぎない。更に、リマ都市圏では1970年代に増加した人口の約60%は地方からの移住者であることから、都市圏への人口集中は近年ペルー国政府の大きな社会問題の1つである。

当流域で考えられる社会問題は、住宅政策、貧困地区の拡大、そして度々発生する災害である。現状を見る限り、災害の起こりやすい地区に貧困住宅が形成されているので、これらの住民に対する移住及び住宅政策とその実施が社会的に極めて重要である。従って、この政策を推進する上での公共投資金の確保は緊急性を要する。

流域経済の特色の一つとしてリマ都市圏と山間部の相互依存が考えられる。都市圏と山間部を結ぶ国道20号線と鉄道は、運輸基盤施設として流域経済を活性化する機能を果たしている。従って一度災害が発生すれば、施設への損害ばかりでなく交通がある期間遮断されることによる社会・経済への損失も無視することができない。災害防止計画の重要性及び緊急性は経済学的見地からも非常に高いと言える。

2.2 地形・地質

流域の地質図と岩石の分布は付図2-1と2-2にそれぞれ示されている。付図に見られるように、流域は地質年代でジュラ紀から第3紀にかけての火成岩層、白亜紀から第3紀の貫入岩及び第4紀の堆積物よりなっている。

流域の上・中流域では、第3紀の層が広く分布している。この層はさらに上層部と下層部とに分かれそれぞれ次の特徴をもっている。即ち、下層部は溶岩、角れき岩、凝灰岩よりなる安山岩系相である。一方上層部は火山活動のため凝灰岩や泥岩のような火山系砂れきよりなる流紋岩系相である。流域の中・下流域はさまざまな貫入岩の相が見られる。これら貫入岩は白亜紀から第3紀の花崗岩、花崗閃緑岩、及び安山岩よりなる。また、深成岩が大規模にその底

盤を形成している。最下流域では、第4紀の堆積層が大規模に広がりリマ市の台地を形成している。

流域は乾燥または半乾燥地に属しており、降雨が少ないために植生がほとんど見られない。そのため風化が著しい。中でも流域の中・下流域は特に降雨が少なく且つその地質は主として花崗岩よりなっているため、その風化も激しく花崗岩の風化による未固結堆積物の生産は極めて大規模である。

流域の地形の状況は、付図2-3及び2-4に示されている。この付図は流域の単位面積内の高度差を示すものであるが、大部分が1,000 m以上の高度差を示している。このことは、流域の地形が極めて急峻であることを示しており、この急峻な地形がさまざまな災害を引き起こす大きな要因の一つとなっている。

2.3 気象・水文

当流域は、南アメリカ大陸の西海岸、アンデス山脈と太平洋の間に位置し、せまい帯状で広がっている。前述の如く流域の地形が極めて急峻であることから、流域の気象現象は複雑である。さらに、気象現象は、エクアドルとペルーの海岸に沿って熱帯海水が移動することによって起こるエルニーニョ現象によってもかなり影響を受けている。

降雨は一年を通じて非常に少ない。特に海岸付近ではフンボルト海流が海面上の空気を冷やし、これが上昇気流の発生を妨げるため、降雨が少なくなっており、また海岸線に近づく程、より降雨が少なくなる傾向がみられる。一方、アンデスの山岳地帯では上記の影響が薄れるため比較的降雨は多くなっている。

等降雨量曲線は、付図2-5に示されているとおりである。年間降雨量は海岸付近での10 mmから山岳地帯の1,000 mmまで大きく変化しており、主要観測地点の年間降雨量は次のとおりである。

	<u>年間降雨量</u>
Lima	24 mm
Matucana	270 mm
Milloc	860 mm

Rimac川の流量は上流域の降雨パターンに大きく支配されており、1月から4月までの4ヶ月間に総流量の65%が流出してしまう。

Chosicaは流域全体の70%の流域面積を占める位置にあるが、この地点での年

平均流量は 32 m³/sec となっている。また、記録された最大流量は 1925 年 3 月 19 日に記録された 500 m³/sec となっている。

収集データを下に Chosica での確率洪水量の解析が行われているが、その結果は以下に示すとおりである。

生起確率年 (年)	洪水ピーク流量 (m ³ /sec)
2	150
5	290
10	380
25	490
50	580
100	660
200	740
500	820
1,000	920

2.4 土地利用と植生

(1) 土地利用

リマック川全流域の土地利用概況は、付図 2-6 に示す通りであり、各利用項目の面積の割合は、次のようになっている。

(a) 集落 (市町村)	4.6 %
(b) 農地 (平地)	1.7 %
(c) 農地 (山腹斜面)	7.1 %
(d) 山地 (植生がほとんどない)	30.0 %
(e) 山地 (植生がある)	34.6 %
(f) 沼地 / 湿地	0.8 %
(g) 氷河 / 万年雪	0.9 %
(h) 湖	0.3 %

注記：川、道路及び鉄道の面積は、上記の (a)~(e) の各項目の中に含まれている。

上記でわかるように、流域のほぼ 90 % が山地域である。平地はリマック川の下流域に広がっているリマーカイヤオ首都区域と中下流域の本流 (リマック川及びサンタオーレリア川) 沿いに限定されている。

山地域の大部分は、植生のない裸地又は植生があっても草地、点在するサボテン、散在する低木程度の地域である。植生は中上流域の山腹斜面及びU字谷で比較的発達しており野菜栽培、牧草地として使用されている。又、中上流域には多くの中小規模の鉾山があり、各々集落を形成している。そして、本流沿いの谷底平野には、チョシーカ、サンマテオ、スルコ、マツカナ等いくつかの町があり、農地も狭いながら発達している。主要国道及び鉄道が主流に沿って走っており、ペルー国の経済及び社会にとって基幹となる交通路が、この山地域の一部を形成しているといえる。

下流域の平地は、各種の建物、施設及び構造物により、首都地区として発達している。土地利用度が相当高い地域といえる。首都地区の郊外地域も住居及び商業地区があり主要道路及び鉄道も走っている。又この郊外地域は、畑地及び行楽地としても有効に利用されている。

(2) 植生

流域の植生状況については、付図2-7に示す通りであり、各植生項目の面積の割合は、次のようになっている。

(a) 市町村の集落*	4.7 %
(b) 農地/林地	9.0 %
(c) 草地(高木及び低木が散在)	21.8 %
(d) 草地(低木のみ散在)	30.4 %
(e) 裸地(サボテン類のみ点在)	14.1 %
(f) 裸地	19.1 %
(g) 湖、湿地、万年雪	0.9 %

* 集落地域の中には、公園、道路沿い、家の庭等に植生が発達している。

上記に見るように、流域の35%にはほとんど植生がない。又、流域の50%が草木地となっているが、密生しているわけではないので、この50%の中にも裸地が多く含まれているといえる。農地及び森林地は、主流の谷に沿って発達している。植生状況は、ほぼ高度によって大きく変化している。

農業の見地から言うと、各種の作物がリマック川及びサンタオーレリア川沿いの河岸で栽培されている。下流域では、トマト、にんじん、レタス、アルファルファ、花等各種の換金作物が栽培されており、中流域では、バナナ、アボガド、りんご等の果物類の他、化粧用材料となるサボテン類も栽培されている。又、とうもろこしやいも類の栽培が山腹斜面で行われている。

植林も行われており、中流及び上流域の河岸や扇状地に、松やユーカリの群生が見られる。

3. スタディの基本方針

スタディは次の基本方針に基づいて実施されている。

- (i) 災害の防止・軽減のためには流域全体の一貫した総合的管理が最も重要であり、災害防止計画は流域全体の一貫した総合的管理を重視して検討されている。
- (ii) 従って、災害防止計画は施設の計画及び非施設の計画の両面から検討している。
- (iii) 施設の方策では、災害の形態・対策法の相異を考慮して土石流・斜面崩壊災害対策と洪水災害対策に分けて対策の検討を行い、最終的に非施設の方策と合わせ総合的災害防止計画を確立している。

4. 施設の計画の検討

4.1 土石流・斜面崩壊災害対策

4.1.1 溪流・斜面の区分けと分類

付図4-1に示されるように流域の溪流及び斜面の区分けを行い、各溪流・斜面毎に対策の検討を行っている。

また、対策の検討においては、各溪流・斜面でその危険度と被害対象物の度合が大きく異なるので、効率的に災害防止計画を立てるため危険度・被害対象物の度合に応じて検討のレベルを次の3段階に分類している。

- グループ(A) : 災害の経験もあって危険度・被害対象物の度合が最も高いものであり、個々の対象地域毎に詳細な対策検討を行っている。
- グループ(B) : 比較的、危険度・被害対象物の度合は小さいので、グループ(A)の検討を通じて得られた対策のタイプをそれぞれの条件に応じて適用し、予備的な対策検討にとどめている。
- グループ(C) : 危険度・被害対象物共に非常に少ないので特に対策の検討は行っていない。

上記分類は次の方法で行われている。

即ち、3段階の危険度レベル(レベル(A):危険度が非常に高い、レベル(B):比較的危険度は小さい、レベル(C):危険度は非常に低い)、及び3段階の被害対象物レベル(レベル(A):被害を受ける資産が非常に多い、レベル(B):資産は比較的少ない、レベル(C):資産はほとんどない)をそれぞれの対象地域毎に測定し、危険度レベル・被害対象物レベル共にレベル(A)にランクされたものをグループ(A)として分類、危険度レベルまたは被害対象物レベルのいずれかがレベル(C)と測定されたものは災害は起こらないものとしてグループ(C)に分類、またその他のものをすべてグループ(B)として分類している。

分類の結果は、付図4-2に示されるとおりである。グループAに分類されたものは次の7溪流である。

- (i) Qda. Quirio
- (ii) Qda. Pedregal
- (iii) Qda. Carosio
- (iv) Qda. Corrales
- (v) Qda. Rio Seco
- (vi) Qda. Paihua
- (vii) Qda. Cashahuacra

4.1.2 施設計画

(1) 土石流施設計画

土石流施設計画は、約100年確率の長期土石流出量に対して計画されている。長期土石流出量は過去の記録から1987年3月 Qda. Pedregal で生じた流出量に基づいて算定する方法が適当であると判断し次の算定式によって求めている。

$$V = \frac{V_P}{C_P} \times C \times 1.2^* \times F$$

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 (157,200 m³)

C_P : Qda. Pedregal の流域面積 (10.6 km²)

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た軽減係数

上記算定式に見るとおり、土石流出量は溪流の流域面積に比例するものと考え、また、植生の状況が大きく影響しているものと考えられている。

土石流災害防止対策法は溪流の状況に応じて次の3方法に大別される。< 付図 4-3 参照 >

- (i) タイプ A : 対象地域において家屋等の被害対象物の発達が著しいために、土石流の発生を阻止するとともに泥流を安全に処理する必要がある。そのために、砂防堰堤による土石流の阻止と流路工による泥流の安全処理を計画する。

- (ii) タイプ B : 対象地域における住居の発達は小さいので費用をかけて土石流を阻止することを考える必要はなく、被害対象物を安全に保護する方法が得策である。
そのため、導流堤等によって土石流を安全に導くとともに被害対象物を保護することを計画する。
- (iii) タイプ C : 土石流が河川の流水を阻止、セキ上げることによってその氾濫災害を引き起こすものがある。
このような溪流については、土石流の流出を極力減少させるとともに、土石流を安全に河川に流入させる対策が必要である。そのため、砂防堰堤による土砂生産・流出量の抑制及び河川へ流入する方向の修正等を計画する。

上記タイプ A 及びタイプ B については、次のようにさらにそれぞれ 2 方法にタイプ分けされる。

タイプ A

- タイプ A1 : 砂防堰堤建設の適地があり、正規の完全な対策を計画する。
- タイプ A2 : 砂防堰堤建設の適地がないため流路工と流路工に土石流を導くための小規模のダムを計画する。

タイプ B

- タイプ B1 : 住居はなく鉄道・道路の保護のみを考えればよいため導流堤で土石流の方向を制御するとともに鉄道・道路の保護を計画する。
- タイプ B2 : 小規模ながら住居が存在するため導流堤で住居を保護するとともに扇状地頂部で遊砂地を形成させ土石の流出及び方向の制御を計画する。

各溪流の施設計画は、上記の対策法を各溪流の状況に応じて適用し、作成されている。即ち、対策法は溪流の状況で一義的に決定されるので特に代替案はないことになる。

グループ(A)の溪流に対する施設計画の概要は付図 4-4 から 4-29 に示すとおりであり、また付表 4-1 にまとめられている。

グループ(B)の溪流に対する施設計画は付表 4-2 にまとめられているとおりである。

(2) 斜面崩壊施設計画

斜面崩壊災害は、斜面にある小渓流からの土石流と斜面の崖くずれとに大別される。この土石流または崖くずれが鉄道・道路を閉鎖する災害を防止することが必要であり、そのための効果的対策法は、

- (i) 小渓流からの土石流に対し橋梁で鉄道または道路災害を避ける。
- (ii) 小渓流からの土石流に対しロックシェットトンネルで鉄道または道路を保護する。
- (iii) 崖くずれに対しては擁壁でくずれを阻止する。

の3方法であると考えられるので、これら3方法を要所に配置することによって斜面崩壊に対する施設計画を作成している。

斜面崩壊に対する施設計画は付表4-3にまとめられているとおりである。

4.1.3 費用

策定された施設計画及び調査に基き見積った建設単価を下に算定されたプロジェクト費用は付表4-4にまとめられているとおりである。グループ(A)については、以下に示すとおりである。

<u>渓流</u>	<u>プロジェクト費用 (US\$ 10³)</u>
Qda. Quirio	8,623.4
Qda. Pedregal	11,649.4
Qda. Carosio	1,432.7
Qda. Corrales	3,054.5
Qda. Rio Seco	3,145.9
Qda. Paihua	6,442.1
Qda. Cashahuacra	3,057.4

4.1.4 便 益

(1) グループ(A)の便益算定

プロジェクトの便益は、施設計画の実施による被害の減少額であると考えられている。即ち、施設計画のない現状の状態に想定される被害額から施設計画を実施した場合に想定される被害額を差し引いたものがプロジェクトの便益であると考えられている。

現状の状態に想定される被害額は、長期(約100年確率)、中期(約50年確率)、短期(約10年確率)の土石流出量を算定、この土石流出量による被害区域の予測と被害の算定を行い年平均被害額として算出されている。

長期土石流出量は、前記”4.1.2(1)土石流施設計画“において説明されているとおり、1987年3月 Qda. Pedregal で大規模に発生した流出量を下に算定し、中期・短期流出量についてはそれぞれ長期流出量の0.5及び0.1と仮定された。

施設計画を実施した場合に想定される被害額は次のように考えられている；即ち、施設計画は長期土石流出量について設計されているため、この長期土石流出量以下の規模に対しては被害はゼロとなる。一方、この長期土石流出量以上の規模については、施設計画がない場合とほぼ同じ被害が発生するものと仮定している。

グループ(B)の対象地域について算定された便益は付表4-5及び4-6に示されるとおりであり、以下のようになっている。

(2) グループ(B)の便益算定

便益算定における基本的考え方は、グループ(A)のそれと同様であるが、長期土石流出量に対する被害額の算定は次の様な簡便法で行っている；即ち、家屋、土石の除去費用、交通遮断による被害など代表的被害を算定しこれに適当と考えられる割増率を見込んで算出している。(詳細は主報告書参照)

4.1.5 施設計画の評価

上記の如く算定されたプロジェクト費用と便益に基づいて経済評価を次のように行っている。

(i) 経済評価期間を50年としている。

- (ii) プロジェクト費用として建設費用の他に維持・管理費用を見込む必要があるが、既設の類似プロジェクトを参考にして直接工事費の0.5%と仮定した。
- (iii) 地域の発展要素を考慮し、地域の被害を受ける資産が年3%の割合で増加するものとした。即ち、便益が年3%の割合で増加するものと考えている。
(年3%の増加率の仮定は過去の統計資料に基いており、詳細は主報告書参照)

グループ(A)についての経済評価結果は、以下のとおりである。

<u>溪 流</u>	<u>E. I. R. R (%)</u>
Qda. Quirio	5.3
Qda. Pedregal	5.7
Qda. Carosio	9.9
Qda. Corrales	6.0
Qda. Rio Seco	10.1
Qda. Paihua	5.1
Qda. Cashahuacra	4.2

また、グループ(B)についての経済評価結果は、付表4-7及び4-8に示すとおりである。

E. I. R. R(内部収益率)が8%以上を示せば、十分に経済的に妥当であると云える。

付表4-7及び4-8に見るごとく、全対象地域の約25%は8%以上のE. I. R. Rを示し、また約70%が3%以上のE. I. R. Rを示している。従って、全体として経済性はそれ程悪くないと言ってよい。

一方、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当施設計画は十分に妥当なものとして評価できる。

4.2 洪水災害対策

4.2.1 流域の区分けと分類

土石流・斜面崩壊災害対策で対象地域の区分けと検討レベルの分類を行ったと同様に、洪水災害対策においても効率的に災害防止対策計画を策定するために流域の危険度・被害対象の度合に応じて区分けを行い、検討のレベルを次の3段階に分類している。

- グループ(A) : 危険度、緊急性が高いため、考えられる計画代替案の比較検討を通して望ましい計画を策定する。
- グループ(B) : 危険度、緊急度はそんなに高くないので、特に代替案の比較検討等を行わず水理解析結果に基づき必要箇所に望ましいと考えられる対策を提案する。
- グループ(C) : 危険度、緊急度が低いので当マスタープランでは特に検討は行わない。

区分け及び分類は、流域の危険度及び被害対象物の度合の相違を考慮して次のように行われている。

区 分 け	分 類
(1) Rimac 川:	
(a) 上流域 (Matucana より上流)	グループ(C)
(b) 上・中々 (Matucana から Sta. Eulalia 川との合流点まで)	〃 (B)
(c) 中・下々 (合流点から Atarjea Weir まで)	〃 (A)
(d) 下 〃 (Atarjea Weir より下流)	〃 (A)
(2) Sta. Eulalia 川:	
(a) 上流域 (Autisha より上流)	〃 (C)
(b) 下 〃 (Autisha より合流点まで)	〃 (C)
(3) Jicamarca 川:	
(a) 上流域 (Jicamarca 川河口より 4 km 地点より上流)	〃 (C)
(b) 下 〃 (Jicamarca 川河口より 4 km 地点まで)	〃 (A)

上記区分け及び分類は、付図4-30に示されている。

4.2.2 施設計画と評価

4.2.2.1 グループ(A)の施設計画と評価

(1) 代替案の検討

グループ(A)に分類された流域については、考えられる計画代替案を掲げ、その経済的・技術的・社会的見地からの比較検討を通して、望ましい計画の策定を行っている。

計画代替案の検討では、当マスタープラン・スタディが防災計画の基本的指針を与えることが主目的であることを考慮し、河川幅、河川線型、遊水池の効果、洪水放流路の可能性あるいは洪水調節ダムの可能性など計画にかかわる基本的事項について代替案を考えることとし、詳細な設計にかかわる事項はマスタープラン・スタディ以降のスタディ・レベルで検討すべき事項として取り上げられていない。

100年確率洪水である $660\text{ m}^3/\text{sec}$ の計画洪水量を考慮して考えた計画代替案は以下のとおりである。

(i) 合流点 - Huampani Bridge 区間：

この区間約12kmは河川敷地内に人家等が侵入し人工的に著しく河川幅が縮小されている。河幅は平均で約20mとなっているが、 $660\text{ m}^3/\text{sec}$ の計画洪水量を考えると最低40～50mの幅が必要であり、洪水に対して極めて危険な状況にあるため対策が必要である。対策法は次の2方法が考えられるのでこの代替案の比較検討を行っている。

ケース(A-1) : 現状の河幅の拡幅は行わずに、現状の河幅のままコンクリート壁又は堤防で保護する。

ケース(A-2) : 望ましい河川幅の拡幅と線型の修正を行い全面改修を行う。

(ii) Huampani Bridge - Atarjea Weir 間：

この区間は著しく河幅が広がっている。洪水の遊水効果とともに砂・れきが下流域に流下するのを防いでいる長所もあるが、一方この区間で河道が乱れ堤防等の破壊を引き起こしている短所もあり、この区間の望ましい河川幅の検討が必要である。従って、次の代替案を考え比較検討している。

ケース(B-1) : 現状の河幅を維持しつつ必要な河川改修を行う。

ケース(B-2) : 通常の河川幅に修正する。

(iii) Atarjea Weir - 河口区間

河口より約10 km 地点に著しい河川幅の狭窄部がある。その延長は約1 km、河川幅は15～20 m となっている。また、兩岸は20～30 m 高の絶壁状になっており大流量により洗掘され易い状況にある。この兩岸には人家が密集していて極めて危険な状態にあるとともにこの狭窄部がさまざまな不都合を引き起こしていることに鑑み、その改修が急務である。改修計画案として次の2案が考えられるのでその比較検討を行っている。

ケース(C-1) : 現状の河道に沿って必要な拡幅を実施する。

ケース(C-2) : ショートカットを行い、線型の修正も考え全面改修を実施する。

(iv) 洪水放流路・洪水調節ダム案

洪水放流路案及び洪水調節ダム案も考えられるのでこの両案についても検討している。検討の結果、洪水放流路案は現在の下流域の開発状況からその補償費が極めて甚大なものになることが避けられないため有利な案となり得ないことが判明したので代替案として取り上げないことにした。

また、洪水調節ダム案の検討結果は、著しい堆砂のため有効な洪水調節容量の確保が困難で有効的洪水ピークのカットが出来ないため有利な案となり得ないことを示したのでこの案についても代替案として取り上げていない。

(v) Jicamarca 川下流域

Jicamarca 川で起こる洪水災害は、Jicamarca 川自体の通水能力の不足にその原因があるわけではなく、Rimac 川との合流点に設けられている暗渠の通水能力が不足しているために生じているものである。

従って、この暗渠の改善が唯一の対策案であり特に検討すべき代替案はない。

従って、上記で掲げたケース(A-1, A-2)、(B-1, B-2) 及び(C-1, C-2) が検討すべき代替案となり、これらの組合せについて比較検討が行われている。

また、これら代替案は付図4-31に示されている。

(2) 代替案の評価と選択:

経済評価:

経済評価を行うため計画代替案のコストを算出しているがその結果は次に示されるとおりである。

単位: 10³ US\$

グループ(A) の流域	各区間の 代替案	計画代替案の組合せ							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1. Rimac川主流:	-								
- 合流点・Huampani	A-1	13,643	13,643	13,643	13,643				
Bridge間:	A-2					16,920	16,920	16,920	16,920
- Huampani Bridge・	B-1	12,547	12,547			12,547	12,547		
Atarjea Weir間:	B-2			46,572	46,572			46,572	46,572
- Atarjea Weir・	C-1	17,166		17,166		17,166		17,166	
河口間:	C-2		24,369		24,369		24,369		24,369
2. Jicamarca川		599	599	599	599	599	599	599	599
下流域:									
計		43,956	51,158	77,980	85,183	47,232	54,435	81,257	88,460

便益は、施設計画を実施しない現状のままの場合と施設計画を実施した場合の洪水被害の差であると考えている。

施設計画を実施しない現状のままの場合における被害は、現状の条件の下で各確率洪水に対する水理解析を実施して氾濫区域と水深の推定及び被害算定を行い年平均被害額として算出されている。

この場合、被害額算定に当っては、日本の建設省が確立したところの水深に対する各資産の被害率を適用して被害額を算定している。また、その算定は500 m 四方のメッシュ毎に行われている。

施設計画を実施した場合の被害額については次のように考えて算出されている。

即ち、施設計画は、100年確率洪水(660 m³/sec)について計画されるのでこの洪水流量以下では被害はゼロとなる。一方、この洪水流量以上では堤防は全面的に決壊し施設計画が実施されない場合とほぼ同様の状態となるであろう；即ち、施設計画が実施されない現状の状態でも100年以上の確率洪水について算出された被害がそのまま発生するものと仮定している。

算定した便益は以下に示すとおりである。

単位: 10 ³ US\$			
グループ(A) の流域	施設計画を実施 しない場合の年 平均被害額	施設計画を実施 した場合の年平 均被害額	年平均 便益
1. Rimac 川主流:			
- 合流点・Huampani Bridge 間:	3,980	187	3,793
- Huampani Bridge・ Atarjea Weir 間:	1,953	113	1,840
- Atarjea Weir・ 河口間:	4,480	420	4,060
.2 Jicamarca 川 下流域:	713	73	640
計	11,126	793	10,333

上記のように算出したコスト及び便益に基づいて経済分析を行った結果は以下に示すとおりである。

<u>計画代替案の組合せ</u>	<u>E. I. R. R. (%)</u>
(1) (A-1, B-1, C-1)	16.6
(2) (A-1, B-1, C-2)	15.9
(3) (A-1, B-2, C-1)	10.5
(4) (A-1, B-2, C-2)	9.5
(5) (A-2, B-1, C-1)	15.9
(6) (A-2, B-1, C-2)	13.8
(7) (A-2, B-2, C-1)	10.1
(8) (A-2, B-2, C-2)	9.2

技術的・社会的評価:

計画代替案の技術的・社会的評価は主報告書で詳しく行われているがその評価結果は以下のとおりである。

ケース(A-1)は、堤防やコンクリート壁で保護されたとしても激しい流水(100年確率洪水時の水深約5.0m、流速7.0m/sec)のため小さい欠陥部より災害につながる高い危険性が残る。洗掘や施設の破壊なども殖えるため維持・管理の面でも不利である。一方、ケース(A-2)では、100年確率洪水時の水深は約2.5mとなり安全度は著しく高まる。社会的制約は増加するが災害に関する住民の教育と代替地の準備などを十分に行うことによって解決可能と考えられ、技術的・社会的見地からケース(A-2)が望ましい。

ケース(B-1)と(B-2)の比較では、拡幅部による洪水ピーク流量の軽減と砂れきの下流域への流下防止効果が高く評価されている。このような自然の条件を変えると予期せぬさまざまな問題を引き起こす可能性もあることからケース(B-1)が望ましいと考えられている。

ケース(C-1)と(C-2)の比較では、次の理由でケース(C-1)を選択すべきである。即ち、ケース(C-2)が技術的には望ましいが、その社会的制約の増加が著しい。この著しい制約の増加を押してまでもケース(C-2)を実施する程その技術的メリットは高くないのでケース(C-1)の選択が望ましい。

施設計画の選択:

上述の如く技術的・社会的評価結果は、(A-2, B-1, C-1)の計画案が望ましいという結論になった。一方、この計画案の経済評価結果は、15.9%という高い内部収益率を示すすべての計画代替案の中で2番目に高いものである。

最も高い内部収益率は(A-1, B-1, C-1)の計画案で示されているけれど

も、技術的・社会的・経済的な総合的な見地から(A-2, B-1, C-1)が選択されるべきである。

上記の結論に基づいて作成された施設計画を付図4-32に示す。但し、この図はマスタープラン・スタディの段階で予備的に作成されたものであり、さらに詳細な調査・スタディを通して必要な修正がなされるべきものである。

4.2.2.2 グループ(B)の施設計画と評価

グループ(B)として分類された区域は、Riema川(Matucana)の合流点間である。

この区間の100年確率洪水 $310 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対する水理解析結果は、この区間で氾濫が起きないことを示した。

しかし、Corcona付近は、道路標高が低く堤防も貧弱であるためその補強を提案している。また、河床砂礫の堆積が目立ちスムーズな流路となっていない河道区間が部分的に見られるので、その区間の河床砂れきの掘削を実施することを提案している。(Torna Mesa 付近)

この区間に対して提案された施設計画は付図4-33に見るとおりである。

上記グループ(B)の施設計画に対する必要コストは付表4-9の中に示されている。一方、便益に関しては現状の状態で被害が発生しないためにゼロとなり、従って経済的指標としてはE.I.R.Rがマイナスになってしまう結果になっている。

しかし、技術的・社会的見地から安全性の確保が望ましく、提案した施設計画は必要な事であると考えられる。

5. 非施設の計画の検討

5.1 管理の現況

現在、流域全体を一貫して管理する組織がない。そのために、さまざまな災害を誘起する行為が目立つ。危険地への不法な侵入、河川への捨土・ゴミの投棄、さまざまな乱開発、などがその例である。

また、災害に対する備えが不十分であることから、災害を著しく増大せしめる結果にもなっている。1987年3月災害時の被災地に対する対応の不十分さが如実にこれを物語っている。

このような管理の現況から、施設の計画とともに行政的・非施設の対策が極めて重要であると考えられている。

5.2 非施設の計画の提案

上記のような流域管理の現況を考慮して次の非施設の計画が必須であるとして提案がなされている。

- (i) 危険地の土地利用規制の確立とその強力な実施。
- (ii) 流域全体の一貫した総合管理のための一元化された組織の確立と管理の強力な実施。
- (iii) 次のような災害に対する備えの確立：
 - 災害の通報システムの確立
 - 警報・避難システムの確立
 - 各地域毎の緊急時組織の確立
 - 緊急時必要物資の準備
 - 気象・水文観測システムの強化
 - 国レベルの災害救助システムの確立
- (iv) 施設の計画を一貫した考え方と組織で実施していくための責任ある機関の設立
- (v) 河川及び河川施設を一貫して維持・管理する機関の設立とその実施
- (vi) 施設計画を設計・実施していくにあたり必須となる技術者の養成

付図5-1は、危険地の土地利用規制、流域全体の一貫した管理、及び施設の計画の実施のための組織の一例を参考のため示したものである。また、付図5-2は、国レベルの災害救助体制の一例を参考のため示したものである。

6. 防災計画マスタープランのまとめと評価

施設の及び非施設の防災対策の検討を通じて策定された総合防災対策計画は付表6-1から6-3及び付図6-1から6-5にまとめられている。

この総合防災計画について経済分析を行ってみた結果は、以下に示されるとおりである。

	<u>E. I. R. R. (%)</u>
土石流・斜面崩壊対策	3.8
洪水災害対策	15.5
全 体	8.6

上記にみるとおり、土石流・斜面崩壊対策のE. I. R. R. は3.8%と少し低いが、洪水災害対策も含めた全体計画のE. I. R. R. としては経済性の限界値である8.0%よりも高い8.6%という値を示しており、提案した総合防災計画は経済的にも妥当であるといえる。

さらに、上記経済評価の中に含まれていないところの人命損失の防止と民生の安定という極めて大きい社会的メリットが含まれていることを考え合わせるならば当防災計画は十分な妥当性を持っているといえる。

7. 実 施 計 画

考えられる実施計画案の比較検討の結果、推奨される実施計画は付図7-1から7-2に示すとおりである。実施計画の検討結果は、出来るだけ早く対策が実施されることが経済的にも望ましいことを示した。さらに、人命の損失防止・民生の安定という観点からは、言うまでもなく対策の早期実施が望ましい。

示されている実施計画案については、当マスタープラン・スタディの段階で予備的に作成されたものであるので、実際の実施に当ってはさらに次の段階の詳しい調査・スタディを下に、あるいは財政条件などを勘案し再検討を要するものであることを注記する。

8. 提 言

- (A) 策定された防災対策マスタープランを上位基本計画とし、この上位基本計画に従った秩序ある流域全体の一貫した総合防災対策計画の実施が特に重要であり第一に提言さるべき事項として取り上げられる。
- (B) 一方、この総合防災対策計画の実現にはかなりの時間が必要であるが、緊急度が高く特に急務となっている事項があるため、下記の特に急務となっている事項についての提言がなされている。
- (1) グループ(A)に分類されている溪流の土石流災害対策は危険度・緊急度が高く対策の実施が急務である。他方、提案されている対策はさらに詳細な地形・地質調査等行ってその技術的・経済的フィージビリティを確認する必要がある。従って、このフィージビリティ・スタディ実施に必要な手続を早期に着手しなければならない。
- (2) 下流域の都市部は開発の度合いが高く洪水災害に対する危険度・緊急度が極めて高い、そのため下流域について次の対策が急務である。
- 狭窄部より下流の河床掘削とゴミ・捨土の撤去及び護岸。
 - 狭窄部より上流の河床掘削とゴミ・捨土の撤去及び護岸。
 - 狭窄部の拡幅。
- また、狭窄部拡幅のために土地収用が必要であり、土地収用には時間もかかることから早急に着手する必要がある。
- (3) 中流域では、堤防の破壊など欠陥部が目立つ。これら欠陥部に対する応急的修理の緊急度も下流域の対策と同程度に高い。下流域の対策と同時着工とし緊急に修理する必要がある。
- (4) 上流部(Huampani Bridge-合流点間)の洪水災害防止対策はかなり大規模な土地収用を必要とする。時間がかかると思われるので早急に土地収用を着手すべきである。
- (5) 提案された非施設の方策はすべて早期に実施に移すことが必要と考えるが、その中でも特別緊急度の高い事項は、(i)河川敷地内へ

のゴミ・捨土の厳禁と(ii)危険地への新たな不法侵入の厳禁の2項目であると考えられるのでその即時実施を勧告する。

(6) 上記(2)~(4)の実施に当っては、実施に先立ってさらに詳細な調査、測量、設計作業などが必要となってくる。

これら作業のための資金調達など必要手続がまず進められる必要がある。

(C) さらに、防災の観点から重要度が高く且つ長期的視野に立って推進していく必要のある植生の研究に早期に着手することを提言する。流域に植生を成功させるためには独自の条件に対して継続的な研究とデータの蓄積が必要であり、諸外国の研究成果等を参考にしつつ独自の研究をすすめるべきである。

(D) また、防災対策施設の計画を実施していくにあたり不可欠であるところの技術者の養成にも時間が必要であるためその早期着手を提言する。早期に技術者訓練センターを設立することが望ましくそのための必要手続に着手すべきである。

付 表

Table 1-1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY THE STUDY TEAM

<u>Name of Lecturer</u>	<u>Outline of Lecture/Construction</u>	<u>Date</u>	<u>Place</u>
Y. Motoki (Hydrologist)	Field instruction of discharge measurement by current meter	Mar. 18, 1987	San Mateo
R. Nishikawa (Team Leader)	Natural Disaster and administrative System for disaster prevention in Japan	Feb. 27, 1987	INDC
M. Tada (Socio-Economist)	Necessity and method of economic evaluation for disaster prevention study	Feb. 27, 1987	INDC
H. Okada (Debris flow control planner)	Brief introduction of measures against land slide, slope failure and debris/mad flow disaster	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Suzuki (Geologist)	Mechanism of natural disaster	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Sakurai (Disaster survey expert)	Introduction of debris and mad flow in Japan and method of disaster survey	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Onodera (Construction Planner)	Basic conditions for construction plan and cost estimate	Jul. 6, 1987	ONERN
N. Fujita (Acting Team Leader)	Detailed explanation on the Interim Report for the Master Plan Study on the Disaster Prevention Project in the Rimac River Basin	Sep. 18, 1987	INDC

Table 1-2 LIST OF DIRECT PARTICIPANTS OF THE STUDY

<u>Advisory Committee</u>	<u>Study Team</u>	<u>Counterpart Officers</u>
Chairman :	Team Leader :	Chief Counterpart :
K. Yano (A)	R. Nishikawa (NK)	Jorge A. Del Aguila Sanchez (INDC)
Member :	Acting Team Leader :	Counterpart :
Y. Ogawa (MOC) (1987.1-1987.3)	N. Fujita (NK)	Cesar Arguedaz Madrid (INDC)
S. Ohkubo (MOC) (1987.4-)	Member :	Guillermo Chamorro Rodriguez (INDC)
M. Fukuda (MOC)	H. Okada (NK)	Victor Murillo Pino (INDC)
Coordinator :	M. Suzuki (B)	Oscar Trejo Oviedo (INDC)
K. Nakagawa (JICA)	M. Sakurai (B)	Other Contacting Officer's :
	Y. Motoki (NK)	Lenkisa Angulo Villarreal (INDC)
	S. Ezaki (NK)	Eurique Huiza Valverde (UNMSM)
	M. Onodera (NK)	Filiberto Matos Flores (DHINA)
	M. Tada (NK)	Jorge Lam Ramirez (DHINA)
		César Del Carmen (DHINA)

Special Abbreviations

MOC	: Ministry of Construction
JICA	: Japan International Cooperation Agency
NK	: Nippon Koei Co., Ltd.
INDC	: Instituto Nacional de Defensa Civil
UNMSM	: Univasidad Nacional Mayor de San Maros
DHINA	: Dirección de Hidrologia y Navegacion de la Marina
ELECTROLIMA	: Empresa de Electricidad de Lima
SEDAPAL	: Servicio de Agua Portable y Alcantarillado de Lima
IGN	: Instituto Nacional Geográfico
DIGAF	: Dirección General de Aerofotografía
CORLIMA	: Cooperación de Desarrollo de Lima
COOPOP	: Cooperación Popular
INGEMET	: Instituto Geográfico Minero y Metalúrgico
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología y Hidrologia

Remarks :

- A Sabo and Landslide Engineering Center
- B Tobishima Construction Co., Ltd.
- C Ringyodoboku Consultant

Table 4-1 Work Quantity of Main Construction Works in Qda Areas of Group "A" (1/2)

Description	Unit	Qda Quirio		Qda Pedregal		Qda Carasio		Qda Corrales		Qda Rio Seco		Qda Paihua		Qda Cashahuacra	
		A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B1	B1	C	C	B2	B2
I. Main Dam															
- Excavation, common	cu.m	25,700	27,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Backfill with random materials	cu.m	71,200	22,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,300	-	-
- Concrete	cu.m	4,000	2,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,000	-	-
- Rubble concrete	cu.m	29,900	13,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,000	-	-
- 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	-	-
- Backfill with random materials	cu.m	1,000	600	-	-	1,700	-	-	-	-	-	-	1,300	-	-
- Concrete	cu.m	9,000	8,700	-	-	6,200	-	-	-	-	-	-	10,800	-	-
- Rubble concrete	cu.m	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-
- Backfill concrete	cu.m	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-
- Reinforcing bar	tons	44	50	-	-	15	-	-	-	-	-	-	37	-	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	1,000	1,000	-	-	1,800	-	-	-	-	-	-	1,600	-	-
- Gabion mattress	tnos	40	40	-	-	0	-	-	-	-	-	-	15	-	-
III. Upper Erosion Control Dam															
- Excavation, common	cu.m	-	43,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,300	-	-
- Backfill with random materials	cu.m	-	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200	-	-
- Concrete	cu.m	-	8,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,900	-	-
- Rubble concrete	cu.m	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
- Backfill concrete	cu.m	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
- Reinforcing bar	tons	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	-	1,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200	-	-
- Gabion mattress	nos	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-

(to be continued)

Table 4-1 Work Quantity of Main Construction Works in Oda Areas of Group "A" (2/2)

Description	Unit	Oda					Oda Cachahuacra
		Oda Quirfo	Oda Carasio	Oda Corrales	Oda Rio Seco	Oda Paihua	
IV. Channel Works							
- Excavation, common	cu.m	120,000	9,400	10,100	-	5,000	21,500
- Backfill with random materials	cu.m	11,700	800	800	-	0	0
- Concrete	cu.m	0	0	0	-	0	0
- Rubble concrete	cu.m	18,500	4,000	1,700	-	0	1,700
- Backfill concrete	cu.m	0	0	1,200	-	0	0
- Reinforcing bar	tons	0	0	0	-	0	0
- Protection works with wet masonry	sq.m	21,500	3,300	1,600	-	0	2,300
- Gabion mattress	nos	860	75	60	-	0	15
- New Bridge/Rockshed tunnel	NA	LS	LS	LS	-	0	0
V. Dike							
- Excavation, common	cu.m	-	-	-	44,700	3,300	23,500
- Backfill with random materials	cu.m	-	-	-	6,200	-	3,300
- Backfill with gravel	cu.m	-	-	-	3,400	470	1,800
- Backfill with cobble & rubble	cu.m	-	-	-	50,900	0	18,600
- Concrete	cu.m	-	-	-	0	0	0
- Rubble concrete	cu.m	-	-	-	0	0	0
- Backfill concrete	cu.m	-	-	-	0	0	0
- Reinforcing bar	tons	-	-	-	0	0	0
- Protection works with wet masonry	sq.m	-	-	-	25,700	1,900	2,300
- Gabion mattress	nos	-	-	-	2,360	500	15
VI. Improvement of Structures							
- Extension of road tunnel	m	-	-	-	60	-	-
- Extension of railway tunnel No.1	m	-	-	-	60	-	-
- Extension of railway tunnel No.2	m	-	-	-	80	-	-
- New road bridge (L=20 m)	sq.m	-	-	-	120	-	-
- New railway bridge (L=20 m)	sq.m	-	-	-	80	-	-

Table 4-2 Type and Quantity of Structural Plan for Qda Areas of Group "B"

Name and No. of Qda	Type	Q'ty of Structure			Others
		No. of Dam (Nos)	Length of Channel Works (km)	Length of Dike Section (km)	
Q. Chaclacayo (R1)	A1	3	3.3	-	
Q. Chacrasana (R2)	A1	1	1.1	-	
Q. California (R3)	A1	1	1.3	-	
Q. Santa Maria (R4)	A1	1	1.0	-	
Q. La Cantuta (R5)	A1	3	1.2	-	
Q. La Ronda (R10)	A1	4	1.3	-	
Q. Santa Ana (R11)	B1	-	(0.4)	0.6	Road & Railway Protection
Q. Cupiche (R13)	B1	-	(0.4)	0.5	- ditto -
Q. Rio Canchacalla (R15)	C	5	(0.5)	0.5	
Q. Guayabo (R16)	B2	2	0.4	-	Road & Railway Protection
Q. Agua Salada (R17)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Del Pate (R18)	B1	-	-	0.4	- ditto -
Q. Huacre (R23)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Matata (R24)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Cuchimachay (R25)	A1	2	1.1	-	
Q. Chucumayo (R31)	B2	1	0.7	1.6	Road & Raileay Protection
Q. Chacahuacra (R33)	B2	1	0.3	-	- ditto -
Q. Pancha (R34)	C	3	(0.5)	-	
Q. Viso (R35)	C	2	(0.5)	-	
Q. Parac (R37)	C	3	(0.3)	-	
Q. Redonda (S2)	B2	1	1.3	1.3	
Q. Infiernillo (S3)	B1	-	(0.4)	0.4	
Q. Lucuma (S5)	B1	-	(0.9)	0.9	

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

Table 4-3 Structures and Its Quantities in Spe Area of Group "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	

Table 4-4 ECONOMIC PROJECT COST IN QDA AREAS OF GROUP "A"

(Unit: x 10³ US\$)

Description	Quirio	Redregal	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.)

Table 4-5 ECONOMIC PROJECT COST ESTIMATED FOR STRUCTURAL PLAN FOR QDA AREAS OF GROUP "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

Table 4-6 ECONOMIC PROJECT COST FOR SPE AREAS OF GROUP "B"

Name and No. of Spe Area	Construction cost				(Unit: x 10 ⁶ US\$)	
	Bridge	R. Tunnel	R. Wall	Others	Total	Project cost
River mouth-Jicamarca (R-/0)	-	-	10.5	0.553	11.053	15.585
River mough-Chaclacayo (R-/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-/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-/11)	-	-	0.224	0.012	0.236	0.333
Confluence-San Juan (R-/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-/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"

Table 4-7 Results of Economic Evaluation for Qda Areas of Group "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

Table 4-8 Results of Economic Evaluation for
Spe Areas of Group "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 - Cashuacra	(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 - Río 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 - Infiemillo	(S - 2/3)	345	3.9	2.86

Table 4-9 PROJECT INVESTMENT COST OF RIVER IMPROVEMENT BY ALTERNATIVE PLANS (MAIN STREAM)

Unit : US\$ 10³

No.	Work Items	Unit	Upper Reaches			Middle Reaches			Lower Reaches					
			A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
		Unit cost (US\$)	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount
1	Preparatory works /1	L.S.	-	522	642	504	1,017	639	909					
2	Main Works			10,447	12,844	10,083	36,339	12,777	18,179					
	(1) Excavation													
	- Rock/boulders	cu.m	7.2	90,600	141,000	1,011	103,200	740	0	176,000	1,261	293,000	2,100	2,100
	- Common	cu.m	3.7	93,900	344	150,000	550	44,900	165	1,236,000	4,532	1,582,000	5,801	2,636,100
	(2) Embankment	cu.m	20.8	238,000	4,958	238,000	4,958	255,200	5,317	1,255,000	26,146	28,200	588	588
	(3) Backfill													
	- Gravel	cu.m	7.2	46,900	46,900	68,300				72,500		72,500		72,500
	- Sand	cu.m	3.7	24,600	90	80,400	295	4,500	17	0	187,600	600	187,600	600
	(4) Reinforced concrete	cu.m	100.0	20,500	2,050	2,820	14,900	1,490	0	11,900	1,190	14,200	1,420	1,420
	(5) Gabion	pc.	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(6) Revetment													
	- Wet masonry	sq.m	13.3	77,500	1,033	27,500	367	267,000	3,560	155,800	2,077	155,800	2,077	2,077
	- Gabion mattress	sq.m	10.0	35,600	356	31,700	317	0	0	0	0	0	0	0
	(7) Groynes													
	- Wet masonry	cu.m	40.7	0	0	0	990	40	0	0	0	0	0	0
	- Concrete	cu.m	83.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(8) Ground sill	sq.m	130.0	3,600	468	0	6,000	780	0	1,125	166	1,125	166	166
	(9) Bridge	sq.m	1,160.0	0	0	960	1,116	320	371 ^a	360	418	360	418	418
	(10) Road	sq.m	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211
	(11) Gate	sq.m	8,010.0	0	0	12	96	0	0	0	0	0	0	0
	(12) Miscellaneous (5 X)	L.S.	-	497	612	480	1,730	608	866					
3	Compensation	Nos.	164.7	400	67	1,200	280	47	0	2,820	470	3,745	624	624
4	Engineering service & governmental administration /2	L.S.	-	-	828	-	1,026	798	-	2,862	-	1,041	-	1,478
5	Physical contingency /3	L.S.	-	-	1,780	-	2,207	1,715	-	6,153	-	2,239	-	3,179
	Total			13,643	16,920	13,146	47,171	17,166	24,369					
						(599)	(599)							

Note : Plan A-1, Upper reach, heightening the existing river banks
A-2, - do - enlarging the existing river channel
B-1, Middle reach, keeping the existing river width with partial diking
B-2, - do - reducing the existing river width by dike
C-1, Lower reach, enlarging the width of narrow portion along the existing river course
C-2, - do - short-cutting and enlarging the width of narrow portion
^a, Improvement work at the river mouth of Oda-Jicamarca
(), Total improvement cost for outlet of Oda-Jicamarca
/1, 5 % of item 2
/2, 7.5 % of item 1 to 3
/3, 15 % of item 1 to 4

Table 6-1 PROPOSED PROJECT FOR DEBRIS FLOW AND SLOPE FAILURE DISASTER PREVENTION

Description of Project Areas	Type of Stru. Plan	Proposed Main Structures					Retaining Wall (km)	Economic Projed Cost (x 10 US\$)	EIRR (%)
		Dam (No.)	Channel Works (km)	Dike (km)	Bridge (No.)	Tunnel (No.)			
(A) Group A (First Priority)									
(a) Cda Area : 7 areas									
R-6 Q. Quirfo	A1	2	1.8	-	2	-	-	8,623.4	5.25
R-7 Q. Pedregal	A1	3	1.9	-	2	-	-	11,649.4	5.65
R-8 Q. Carosio	A2	1	0.3	-	1	-	-	1,432.7	9.85
R-9 Q. Corrales	A2	2	0.2	-	-	1	-	3,054.5	6.02
R-19 Q. Rio Seco	B1	-	-	1.5	2	2	-	3,145.9	10.12
R-32 Q. Paitua	C	2	-	0.5	-	-	-	6,442.1	5.09
S-1 Q. Cashahuacra	B2	1	0.4	12.5	1	-	-	3,057.4	4.15
(b) Spe Area : None									
(B) Group B (Second Priority)									
(a) Cda Area : 23 areas									
R-1 Q. Chacracayo	A1	3	3.3	-	-	-	-	9,448.2	8.99
R-2 Q. Chacrasana	A1	1	1.1	-	-	-	-	4,524.0	3.19
R-3 Q. California	A1	1	1.3	-	-	-	-	8,101.6	4.79
R-4 Q. Santa Maria	A1	1	1.0	-	-	-	-	4,435.3	3.39
R-5 Q. La Carlota	A1	3	1.2	-	-	-	-	14,465.5	-0.24
R-10 Q. La Ronda	A1	4	1.3	-	-	-	-	8,677.1	2.31
R-11 Q. Santa Ana	B1	-	0.4	0.6	1	-	-	2,071.4	11.54
R-13 Q. Cupiche	B1	-	0.4	0.5	1	-	-	1,427.8	12.79
R-15 Q. Candhacafe	C	5	0.5	0.5	-	-	-	27,160.9	-2.09
R-16 Q. Guayabo	B2	2	0.4	-	1	-	-	1,101.2	14.94
R-17 Q. Agua Salada	B1	-	0.5	0.5	1	-	-	1,760.4	10.90
R-18 Q. Esperanza	B1	-	-	0.4	1	-	-	1,184.8	14.30
R-23 Q. Huacre	B1	-	0.5	0.5	-	-	-	575.6	3.75
R-24 Q. Miraflo	B1	-	0.5	0.5	1	-	-	1,135.1	3.71
R-25 Q. Cuchumachay	A1	2	1.1	-	1	-	-	2,946.7	2.90
R-31 Q. Chucumayo	B2	1	0.7	1.6	1	-	-	2,818.1	8.45
R-33 Q. Chacahuero	B2	1	0.3	-	-	-	-	428.6	17.90
R-34 Q. Pancha	C	3	0.5	-	-	-	-	7,976.9	-1.07
R-35 Q. Vico	C	2	0.5	-	-	-	-	2,404.1	3.96
R-37 Q. Parac	C	3	0.3	-	-	-	-	15,033.6	-0.89
S-2 Q. Redonda	B2	1	1.3	1.3	1	-	-	1,959.7	4.12
S-3 Q. Infiernilla	B1	-	0.4	0.4	-	-	-	1,028.2	5.07
S-5 Q. Lucuma	B1	-	0.9	0.9	1	-	-	1,093.0	4.73
(h) Spe Area : 24 areas									
R--/0 River mouth - Jicamarca	-	-	-	-	-	-	15.0	15,535	0.68
R--/1 River mouth - Chacracayo	-	-	-	-	-	-	18.0	19,077	-0.04
R-0/2 Jicamarca - Chacrasana	-	-	-	-	-	-	2.0	2,453	-
R-1/3 Chacracayo - California	-	-	-	-	-	-	0.05	52	13.67
R-4/6 Santa Maria - Ronda	-	-	-	-	-	-	0.11	114	-2.42
R-6/7 Quirfo - Pedregal	-	-	-	-	-	-	1.5	1,558	-4.06
R-7/8 Pedregal - Carosio	-	-	-	-	-	-	0.68	706	0.15
R-8/9 Carosio - Corrales	-	-	-	-	-	-	0.2	207	2.29
R-9/- Corrales - Confluence	-	-	-	-	-	-	0.2	207	0.45
R-10/- La Ronda - Confluence	-	-	-	-	-	-	0.04	41	6.68
R--/11 Confluence - Santa Ana	-	-	-	-	-	-	0.32	333	6.23
R--/12 Confluence - San Juan	-	-	-	-	1	3	0.08	83	10.64
R-11/13 Santa Ana - Cupiche	-	-	-	-	-	7	0	3,319	5.22
R-13/16 Cupiche - Guayabo	-	-	-	-	-	2	0.66	4,049	3.64
R-16/17 Guayabo - Agua Salada	-	-	-	-	2	8	0	2,157	3.46
R-19/20 Rio Seco - Esperanza	-	-	-	-	2	13	0.05	5,723	4.39
R-20/21 Esperanza - Verrugas	-	-	-	-	2	8	0.01	6,373	4.50
R-21/23 Verrugas - Huacre	-	-	-	-	1	2	0.08	4,863	4.76
R-22/27 Linday - Yamajune	-	-	-	-	-	7	0.04	5,077	4.47
R-26/29 Chucumayo - Barranco	-	-	-	-	-	3	0.04	482	1.02
R-31/33 Chucumayo - Chacahuero	-	-	-	-	4	4	0.9	1,124	3.50
R-37/40 Parac - R. Blanco	-	-	-	-	-	-	1.12	2,340	8.92
S--/4 Confluence - Alcala	-	-	-	-	-	-	0.11	114	9.30
S-1/2 Cashahuacra - Redonda	-	-	-	-	1	5	0.11	429	3.02
S-2/3 Redonda - Infiernilla	-	-	-	-	-	4	0.09	345	2.85

* Including S-1/1 Confluence - Cashahuacra

Table 6-2 PROPOSED RIVER IMPROVEMENT PLAN FOR INUNDATION DISASTER PREVENTION

Division of River Stretch	Levee (m)	Parapet Wall (m)	Gabion (m)	Revetment				Bridge (Nos)	Economic Project Cost (US\$10 ³)	EIRR (%)
				Wet Masonry Wall (m)	Frame Work (m)	Groyne (Nos)	Ground Sill (Nos)			
(A) Group A (First priority)										15.5*
1. Main Stream										
- Upper reaches (A-2)	7,200	3,600	-	5,100	-	-	-	4	16,920	
- Middle reaches (B-1)	11,900	200	500	11,900	7,700	20	6	-	12,547	
- Lower Reaches (C-1)	1,600	3,000	-	23,100	-	-	5	2**	17,166	
2. Tributary										
- Lower reaches of Qda Jicarnica	400	-	-	200	-	-	-	1	599	
(B) Group B (Second priority)										
1. Main stream										
- Upper reaches	-	-	-	4,000	-	-	-	-	850	
- Lower reaches	1,000	-	-	1,000	-	-	-	-	1,230	

Remarks: * EIRR of selected implementation plan of Groups (A) and (B)
 ** Including repair works for Pte. Ejercito

Table 6-3 PROPOSED NON-STRUCTURAL MEASURES

- (1) Establishment of the regulation in land use of the dangerous area through the preparation of sound law and its execution,
- (2) Reinforcement of river management through the preparation of sound river law and its execution,
- (3) Sufficient preparedness for the disaster such as;
 - the establishment of information system of disaster,
 - the establishment of warning and evacuation system,
 - the reinforcement of organization for the disaster in each regional area,
 - the preparation of materials and equipment for the occurrence of disaster,
 - the reinforcement of meteo-hydrological observation system, and
 - the establishment of nationwide organization at emergency.
- (4) Establishment of an authorized and responsible organization to put into execution the structural measures for disaster prevention.
- (5) Establishment an organization for operation and maintenance of river and facilities.
- (6) Training of engineers

付 図

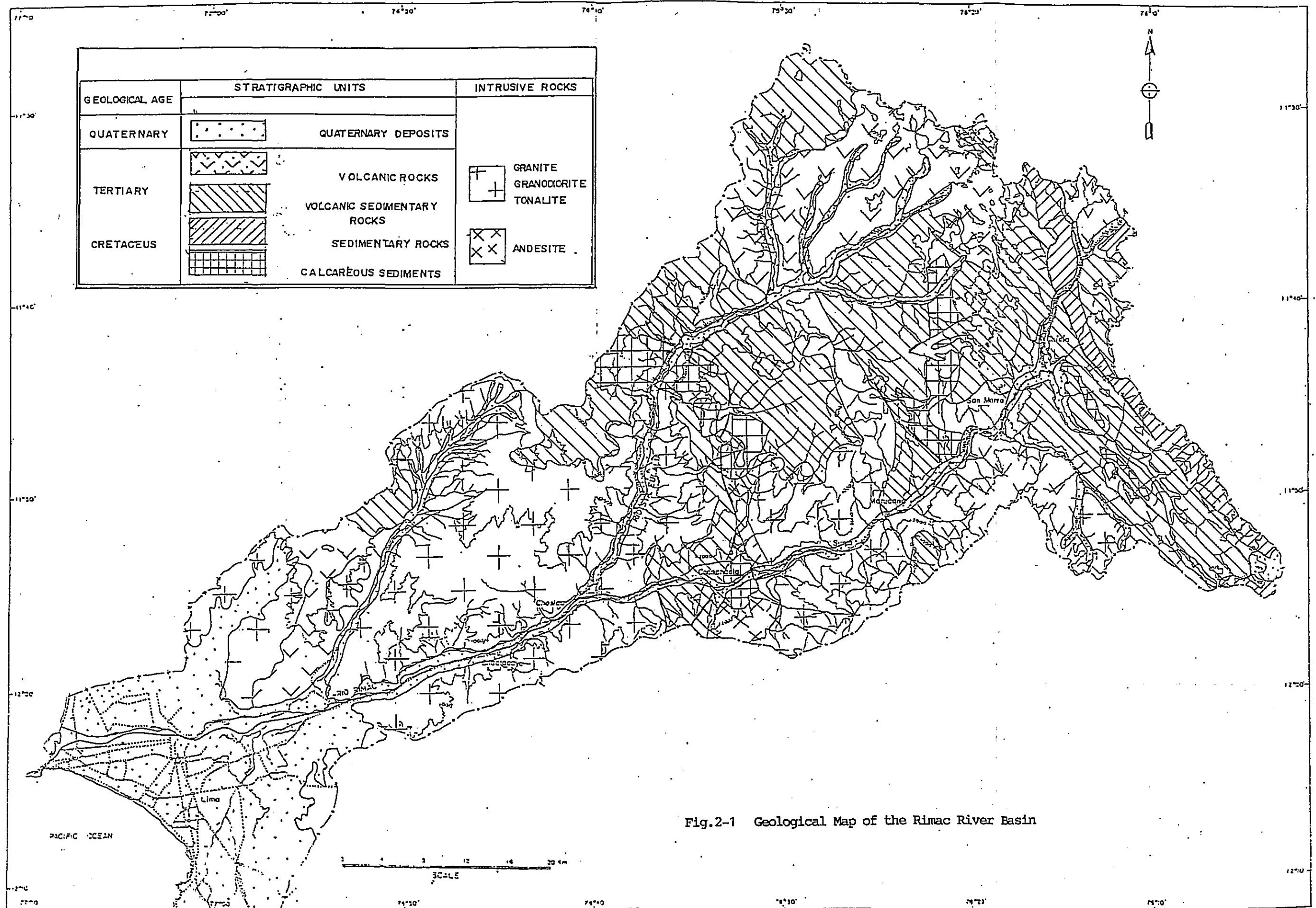
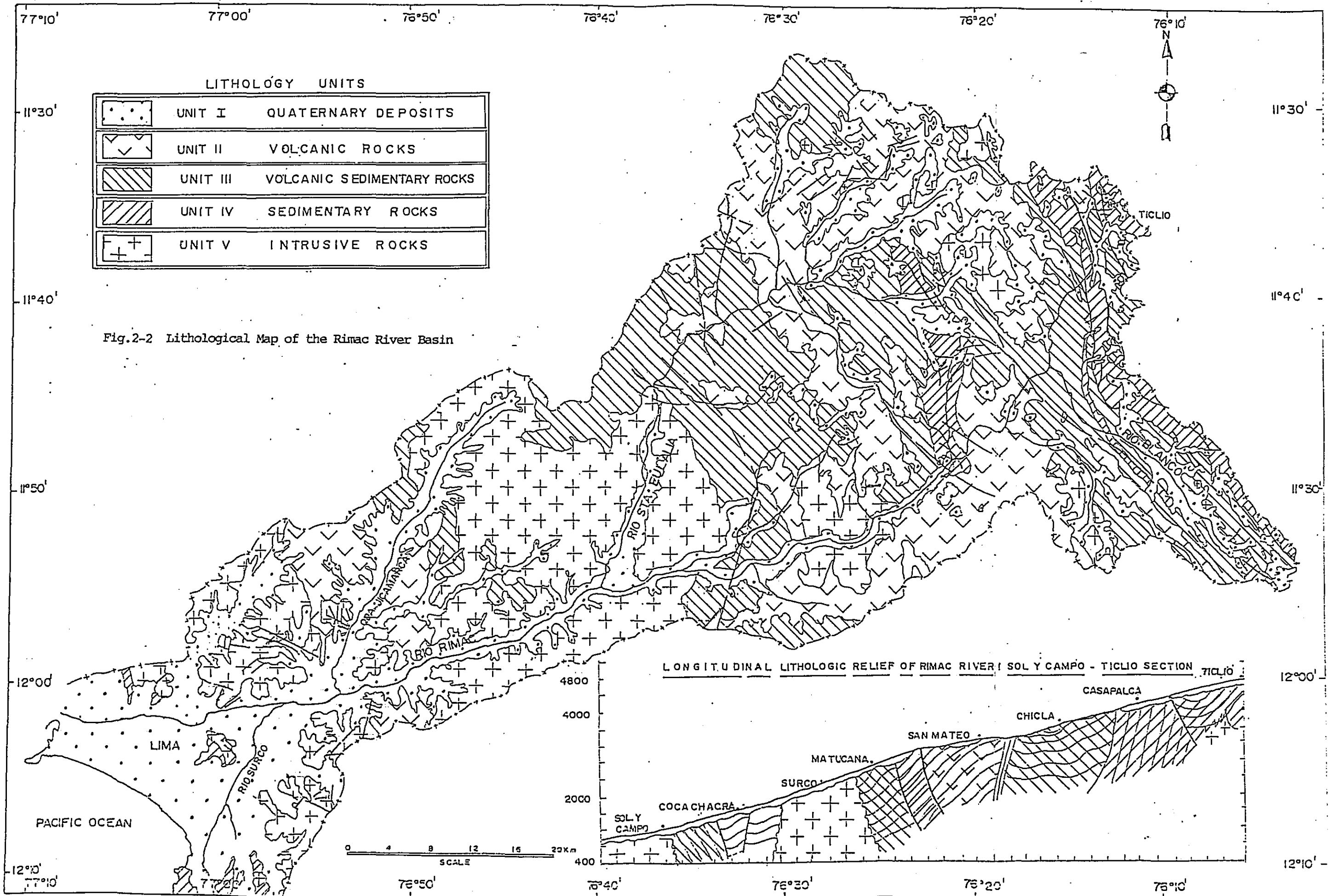
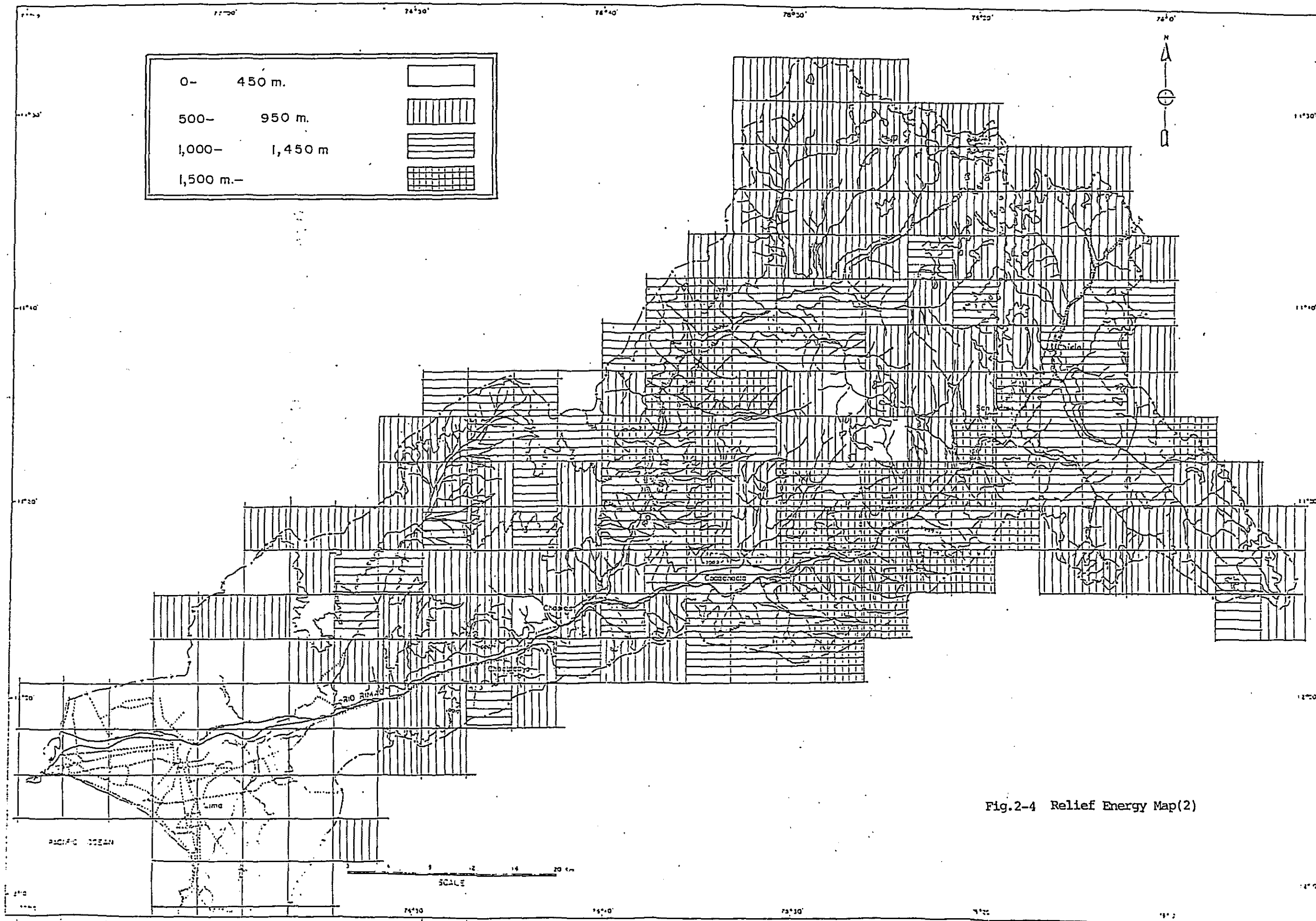


Fig.2-1 Geological Map of the Rimac River Basin





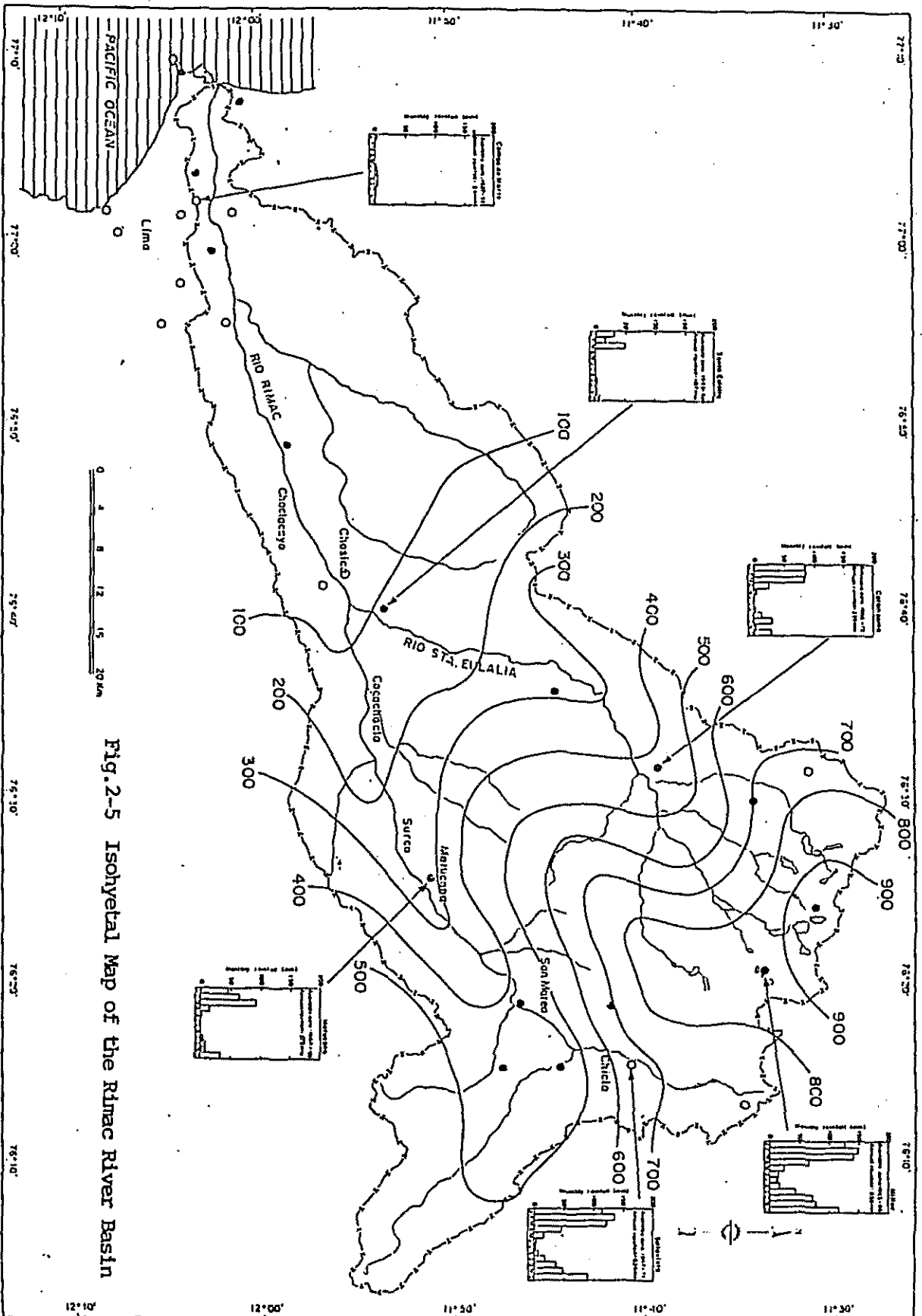
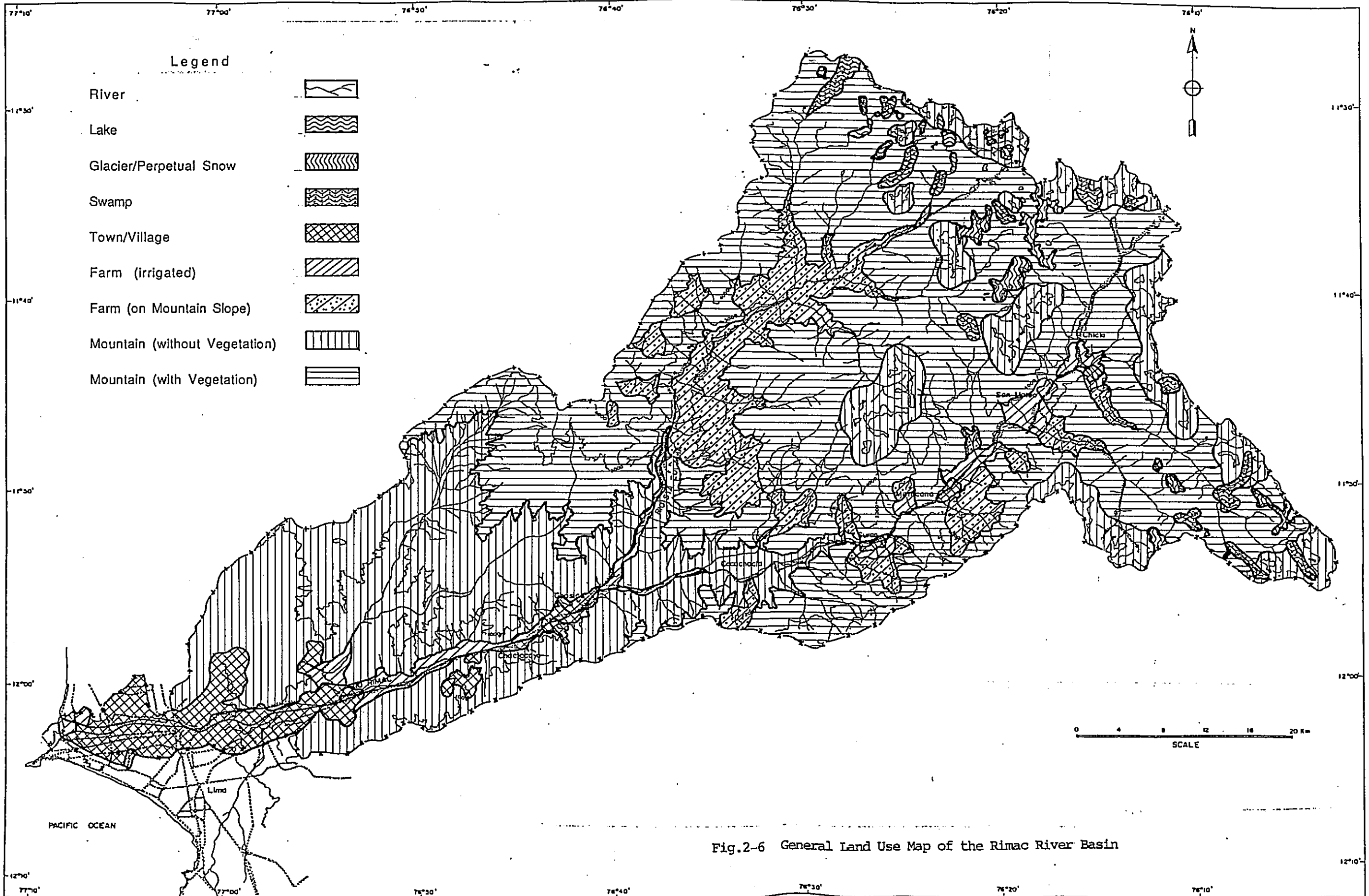


Fig. 2-5 Isohyetal Map of the Rimac River Basin



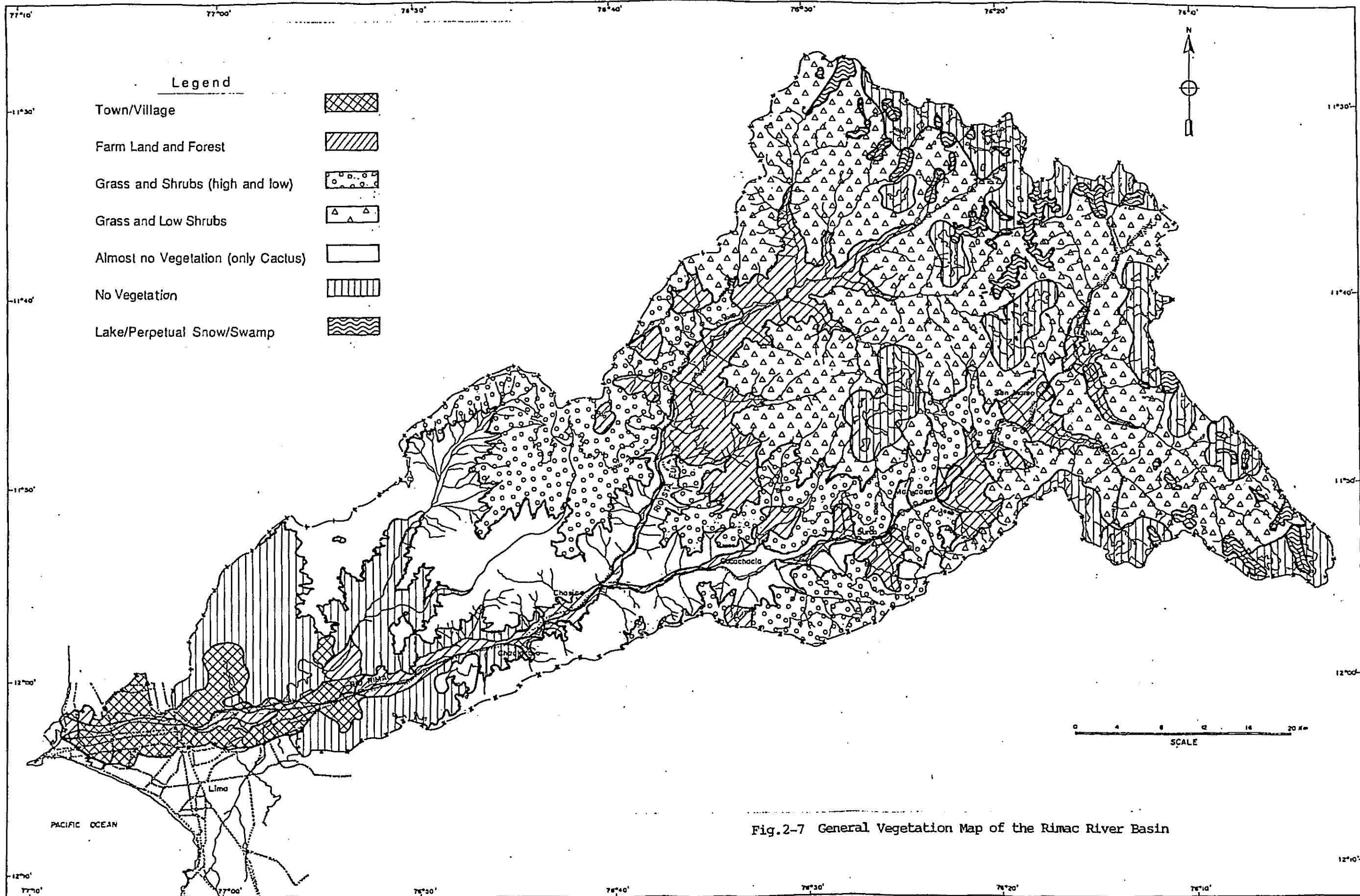
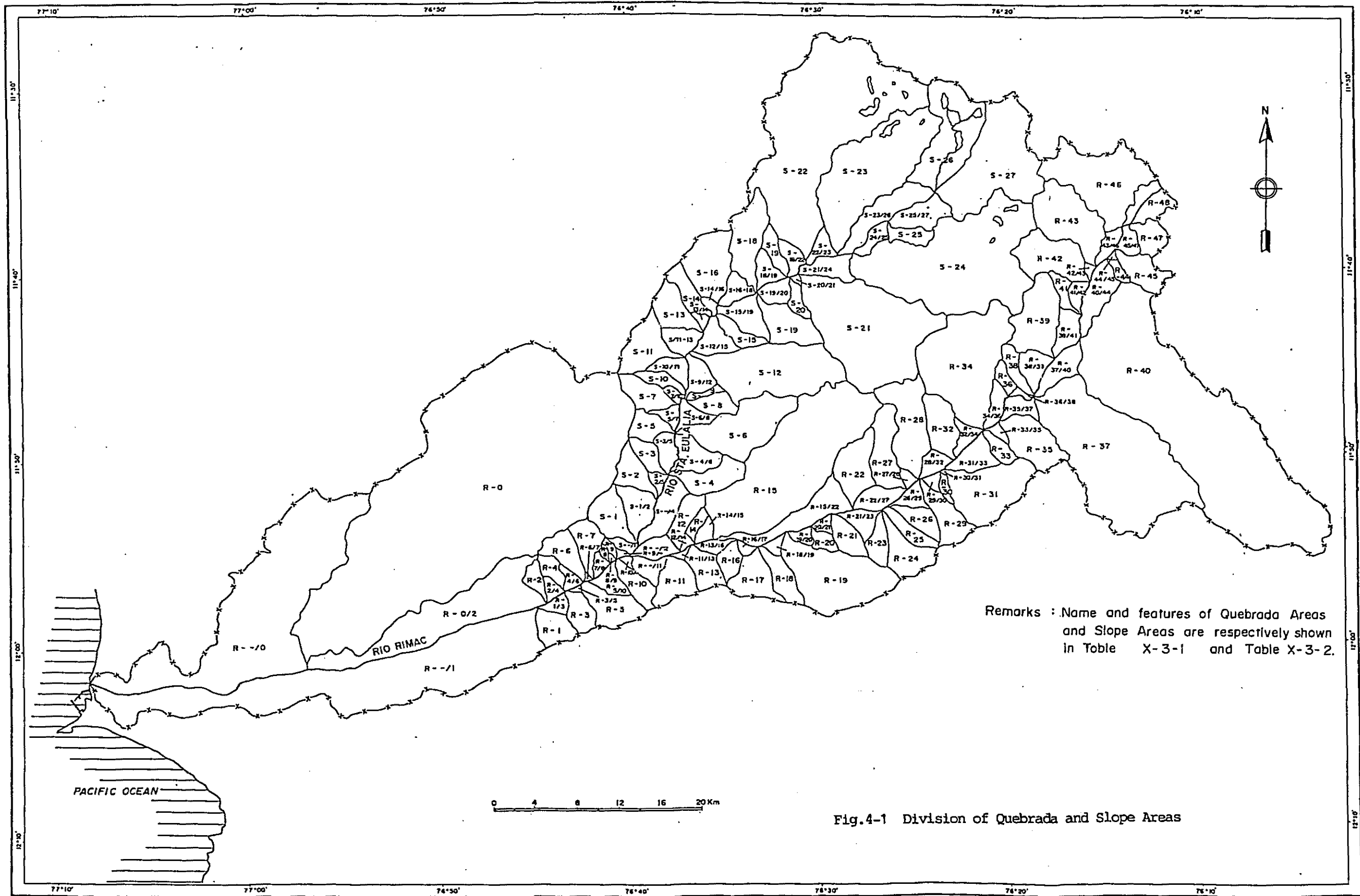
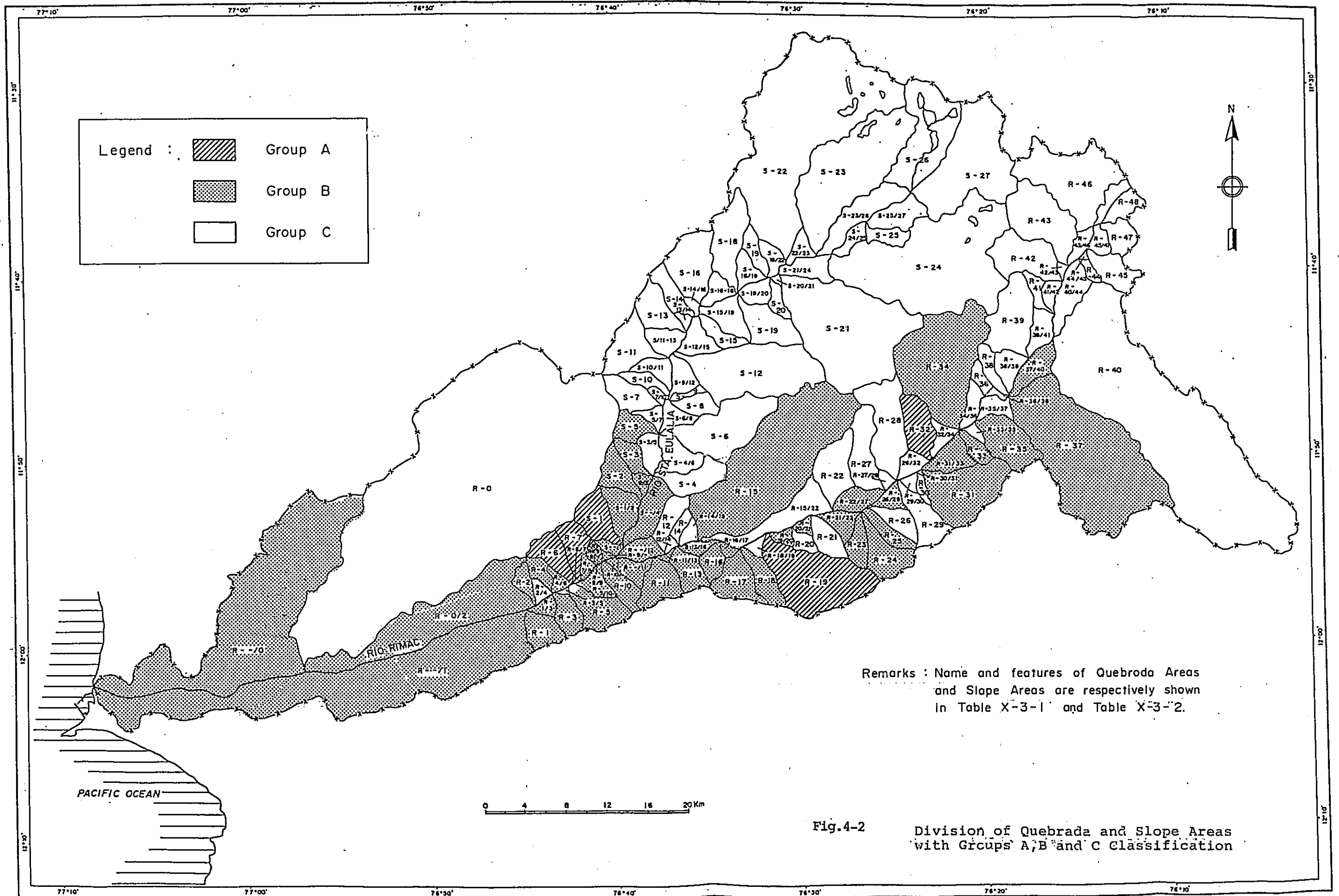


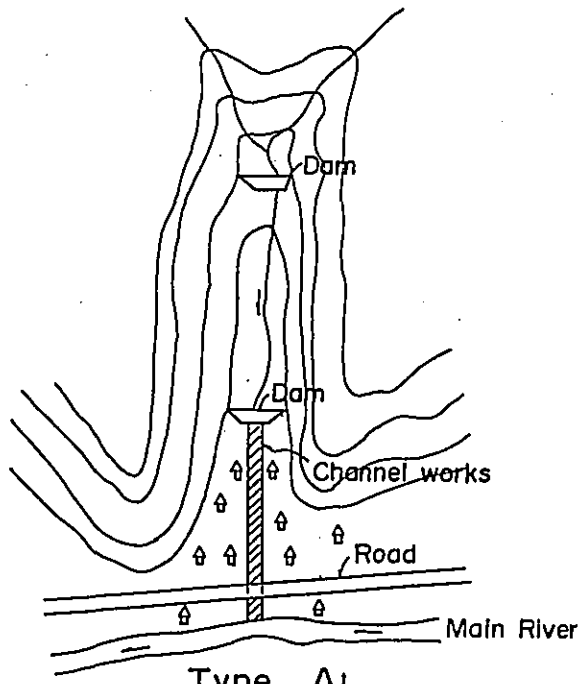
Fig.2-7 General Vegetation Map of the Rimac River Basin



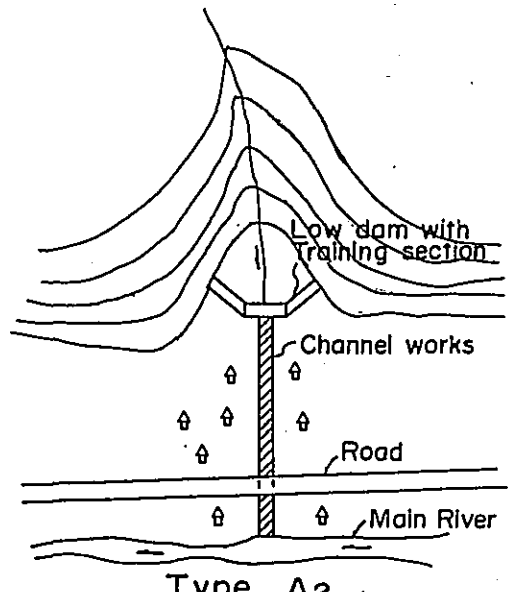
Remarks : Name and features of Quebrada Areas and Slope Areas are respectively shown in Table X-3-1 and Table X-3-2.

Fig.4-1 Division of Quebrada and Slope Areas

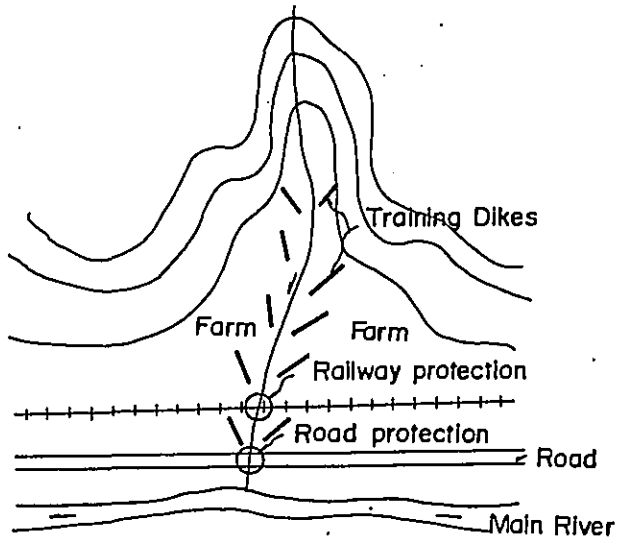




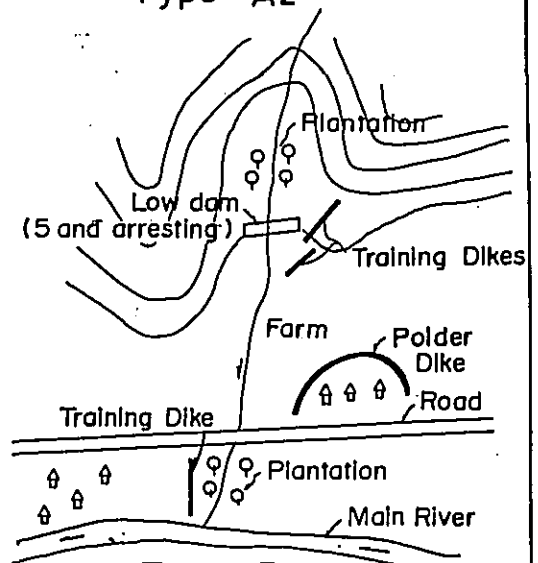
Type A1



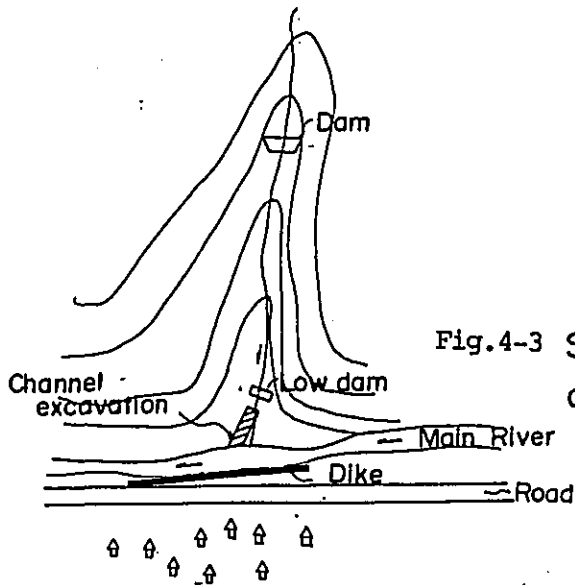
Type A2



Type B1



Type B2



Type C

Fig.4-3 Schematical Feature of 5 Types of Quebrada

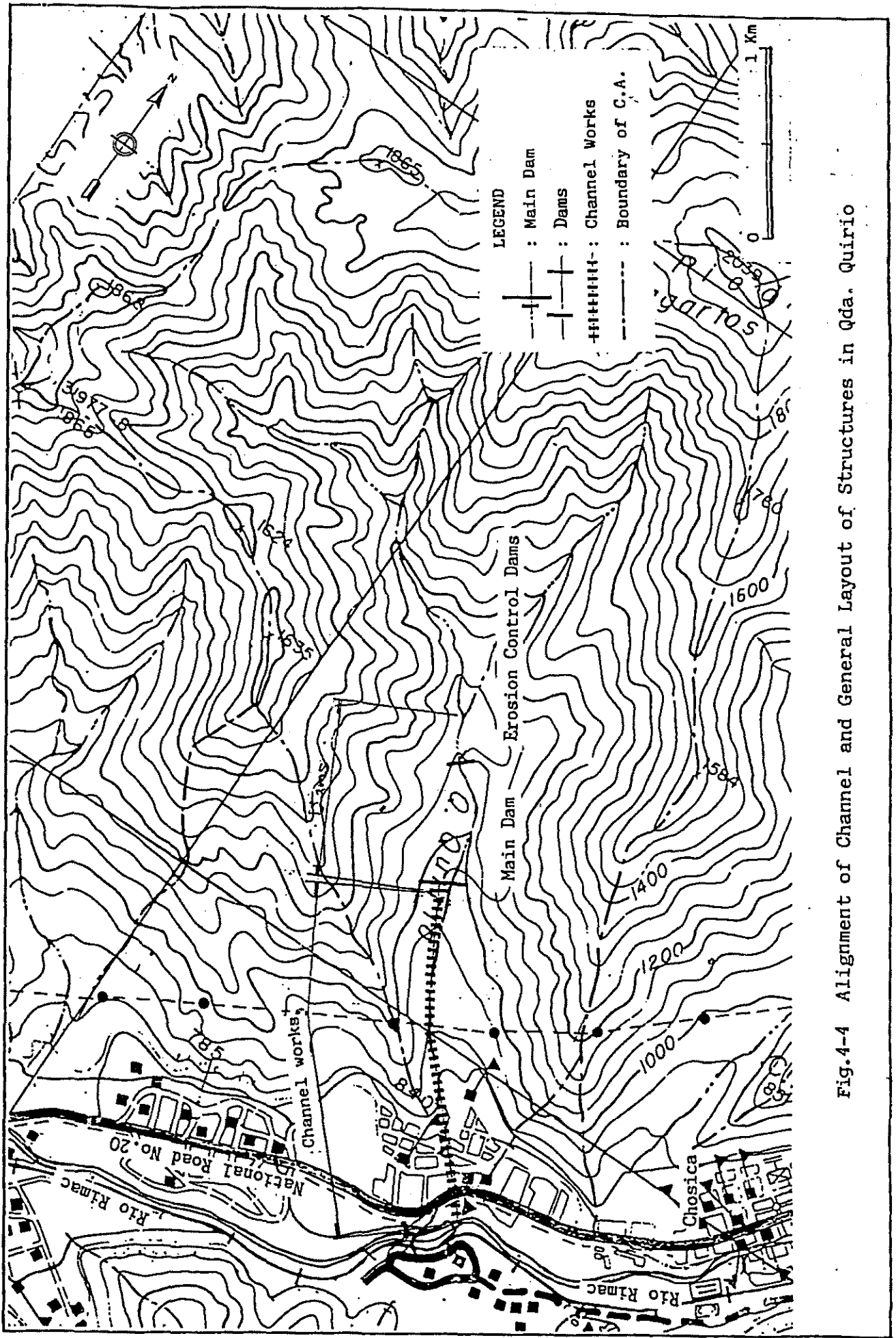
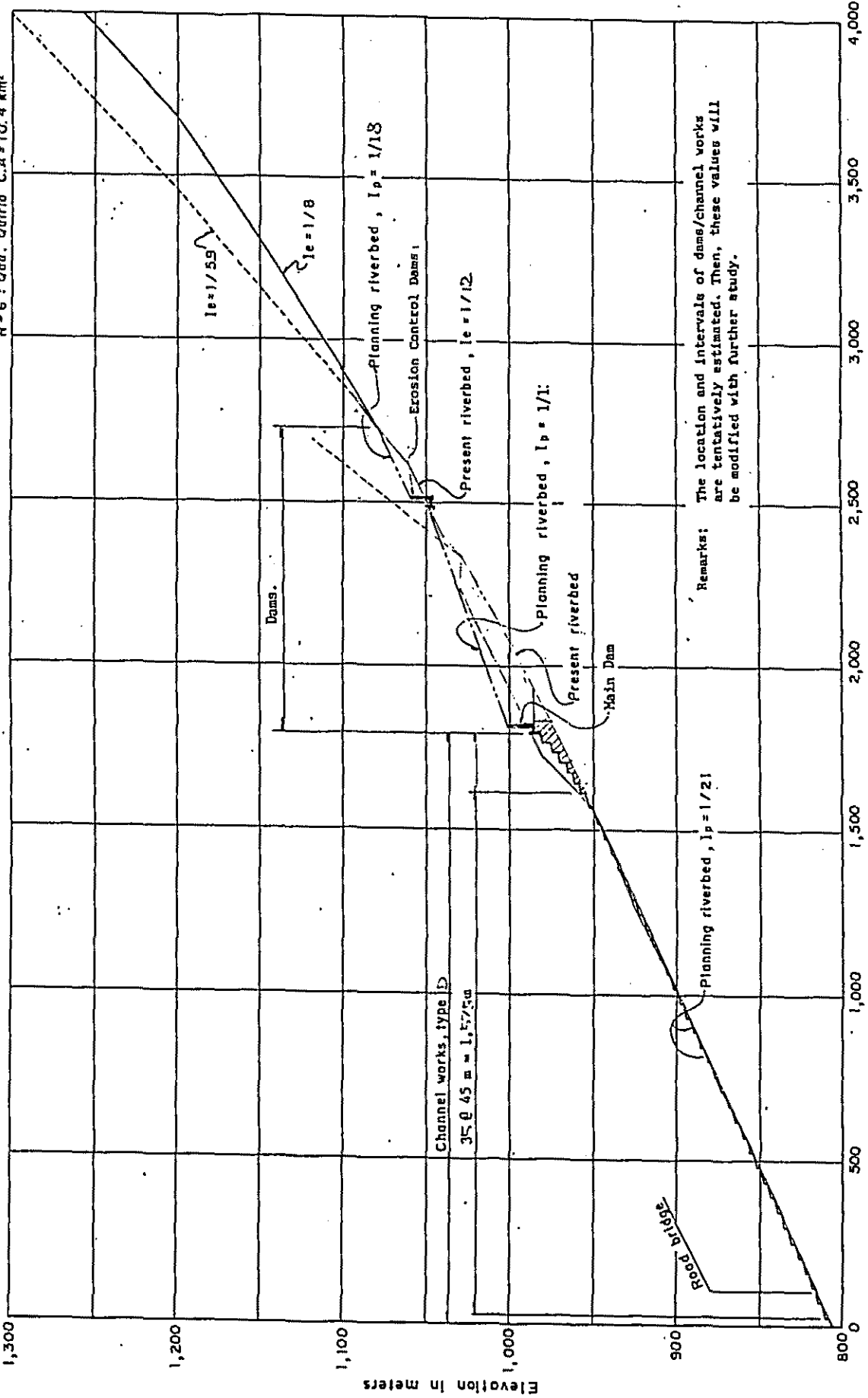


Fig.4-4 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Quirio

R-6 : Qda. Quirio C.A = 10.4 km²



Remarks: The location and intervals of dams/channel works are tentatively estimated. Then, these values will be modified with further study.

Fig.4-5 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Quirio

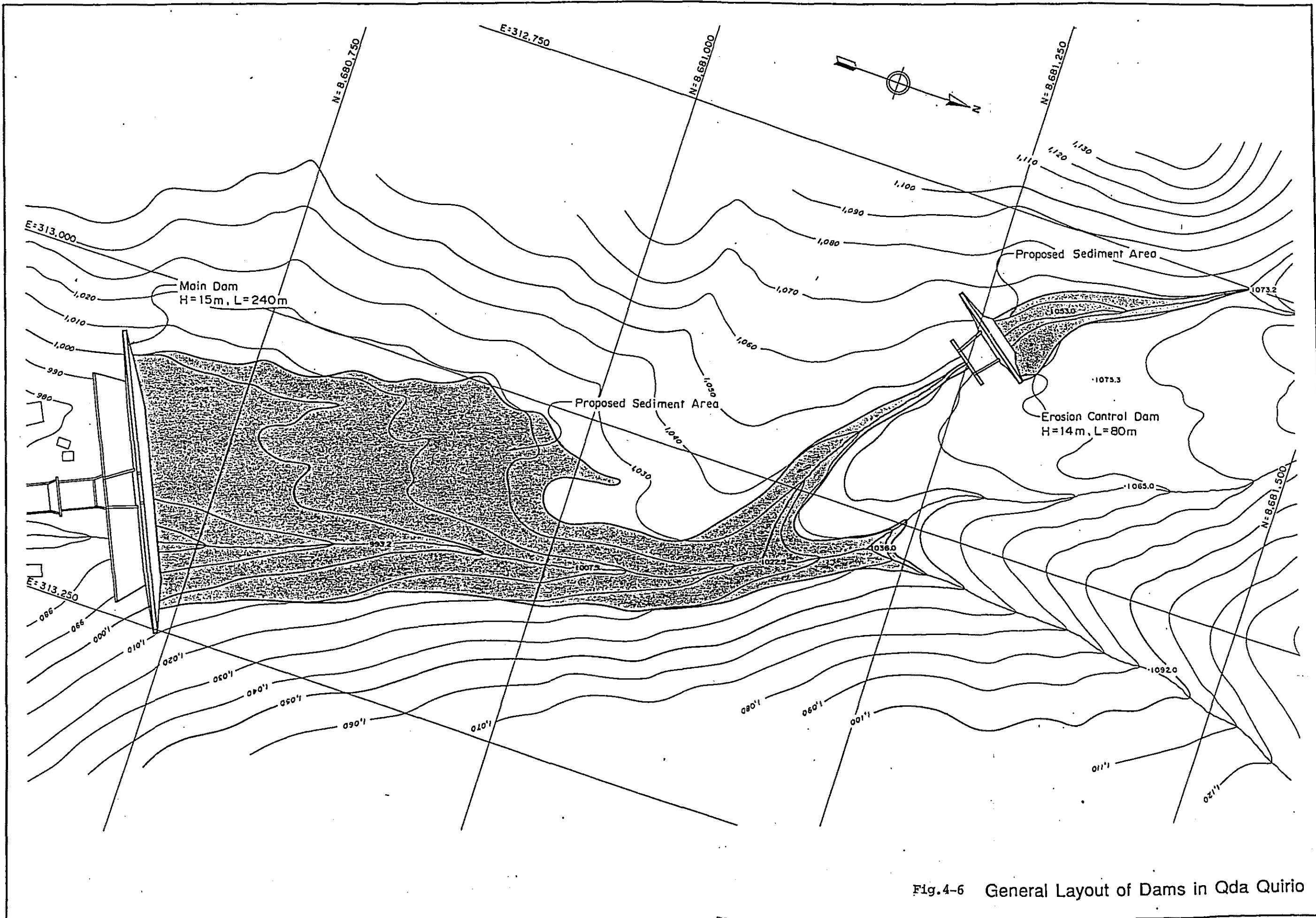


Fig.4-6 General Layout of Dams in Qda Quirio

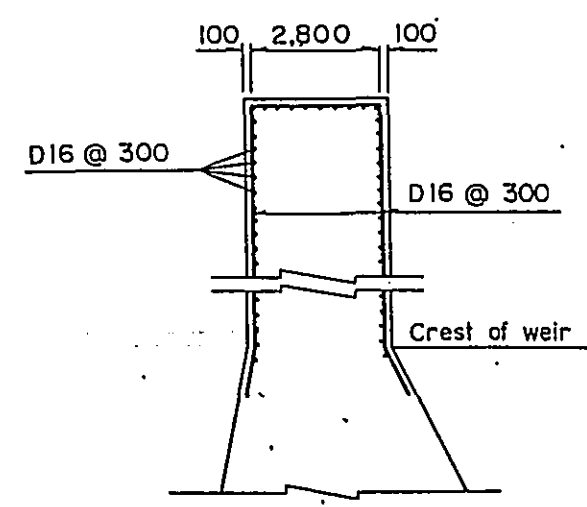
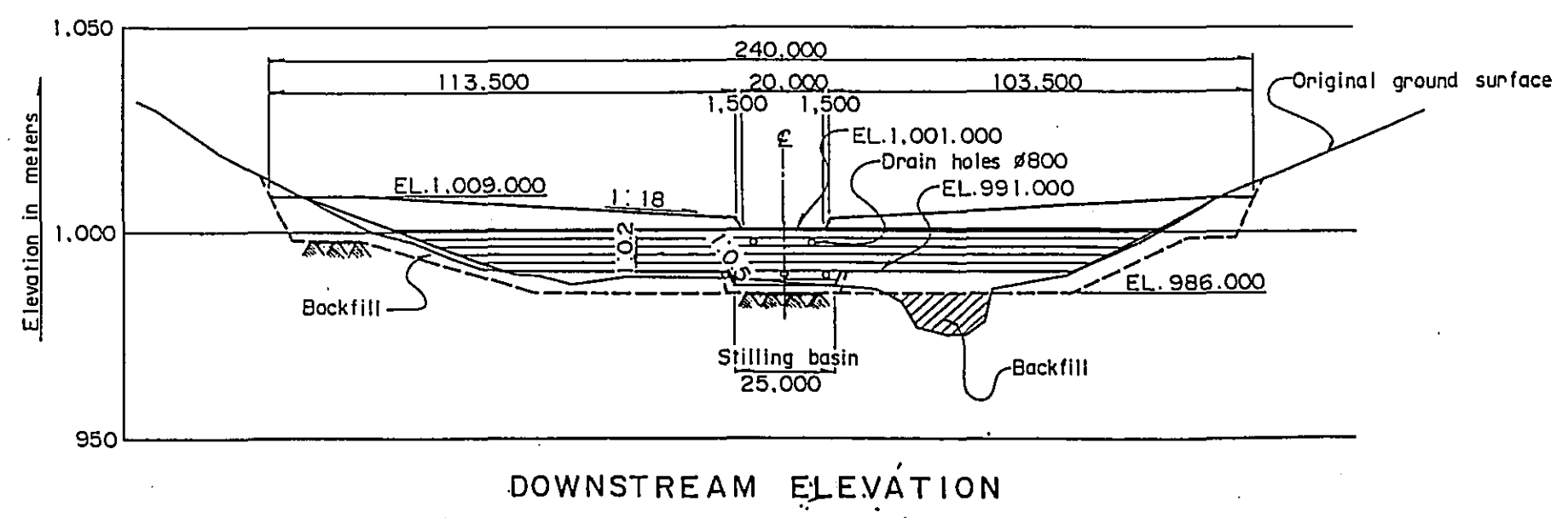
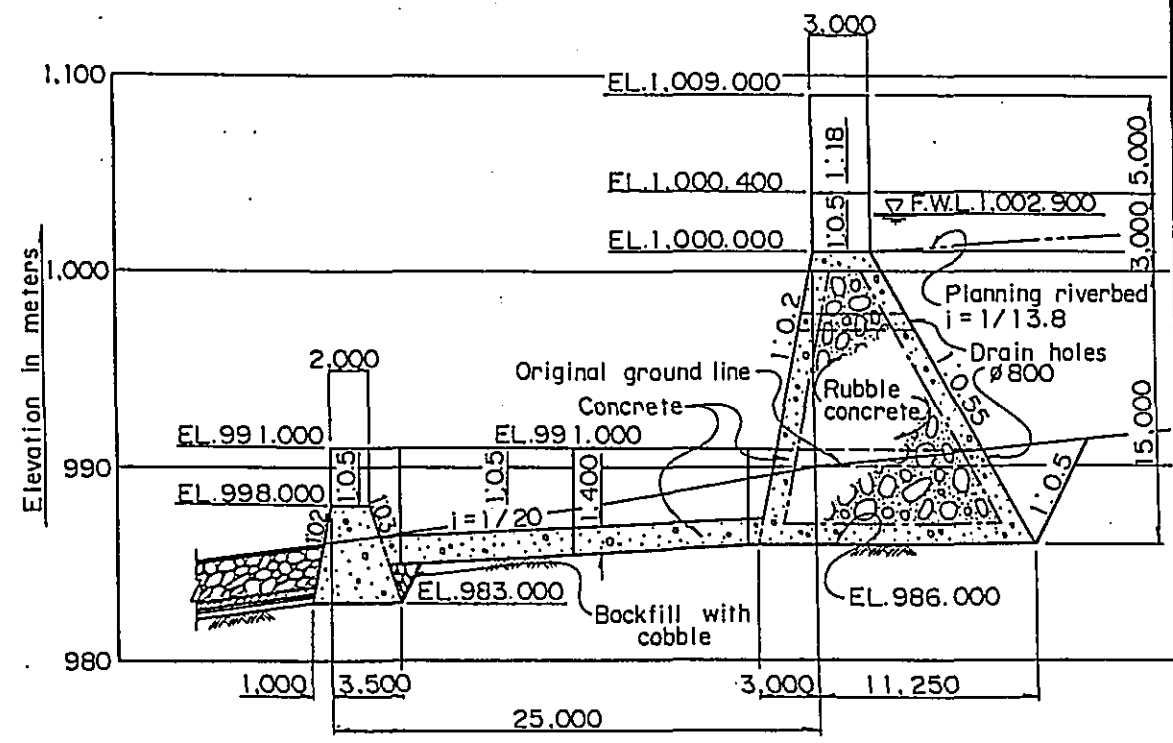
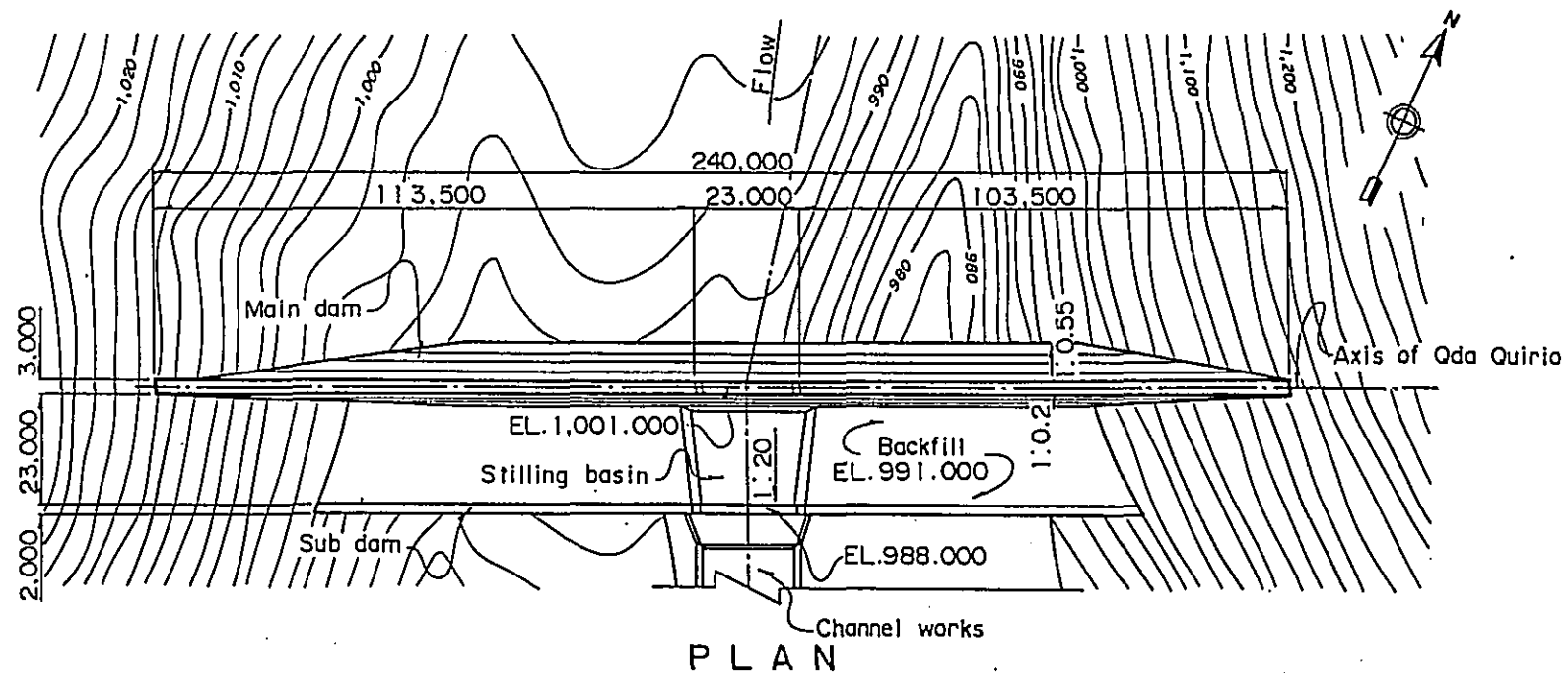


Fig.4-7 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Quirio

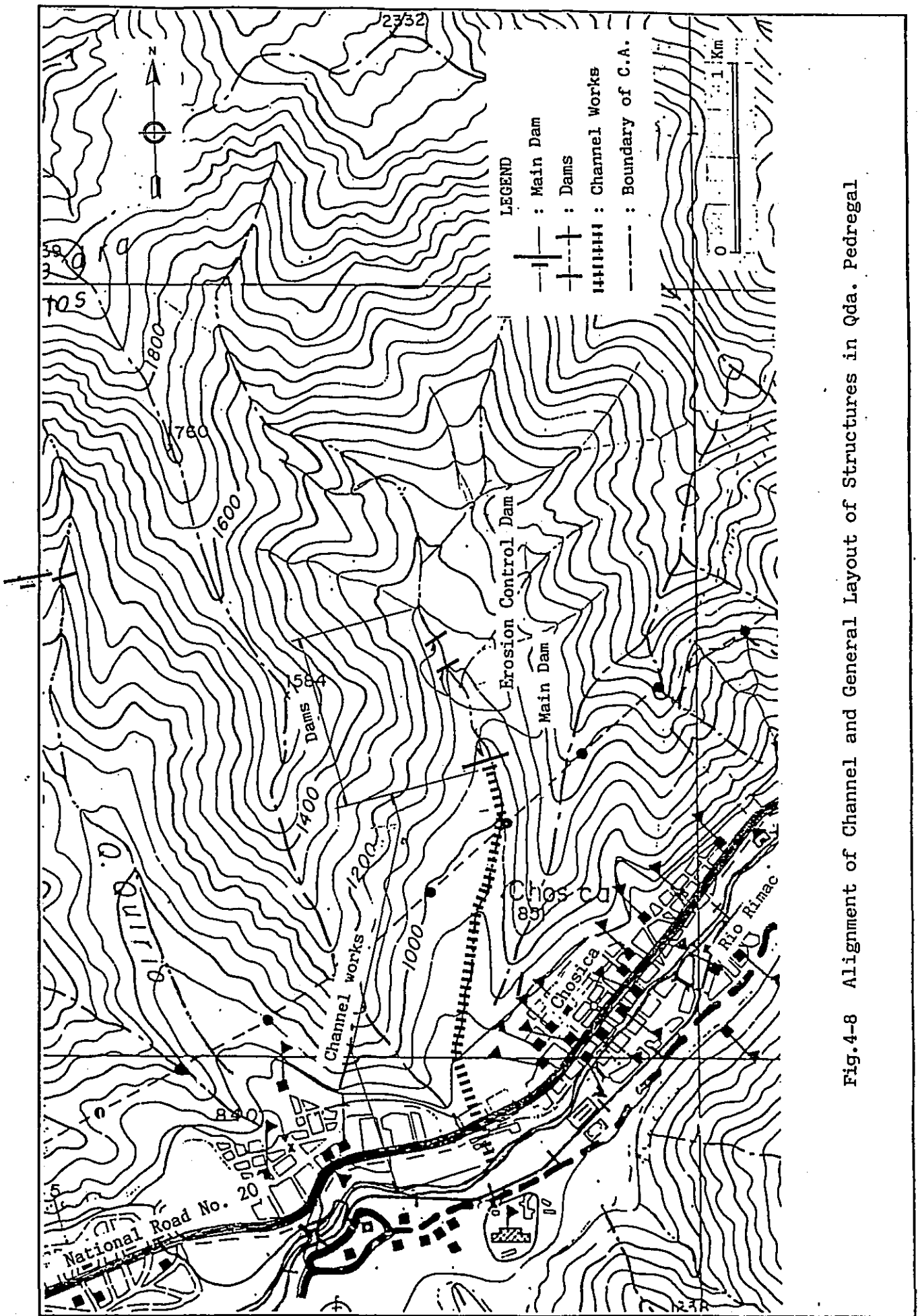


Fig.4-8 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Pedregal

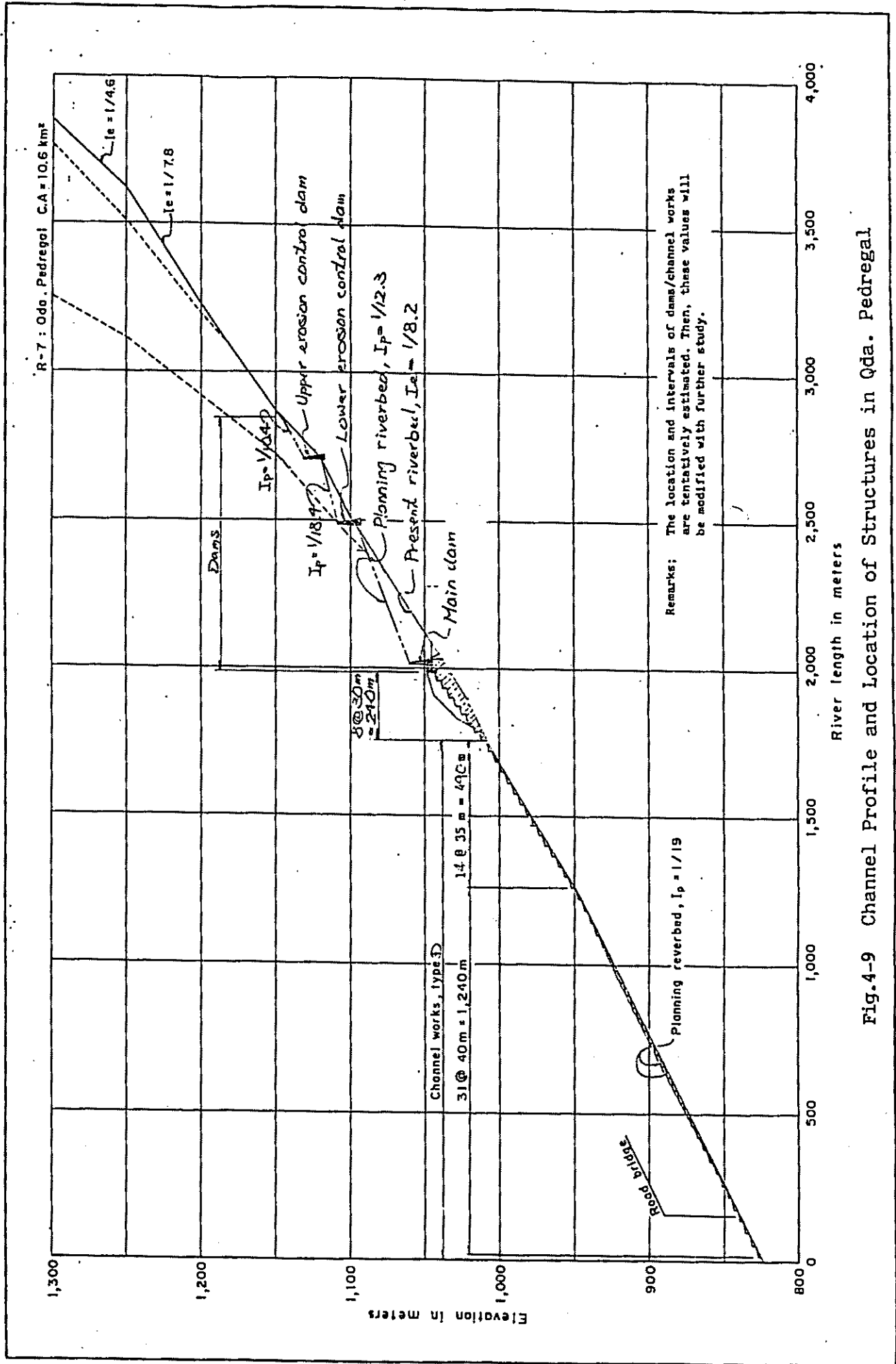


Fig.4-9 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Pedregal

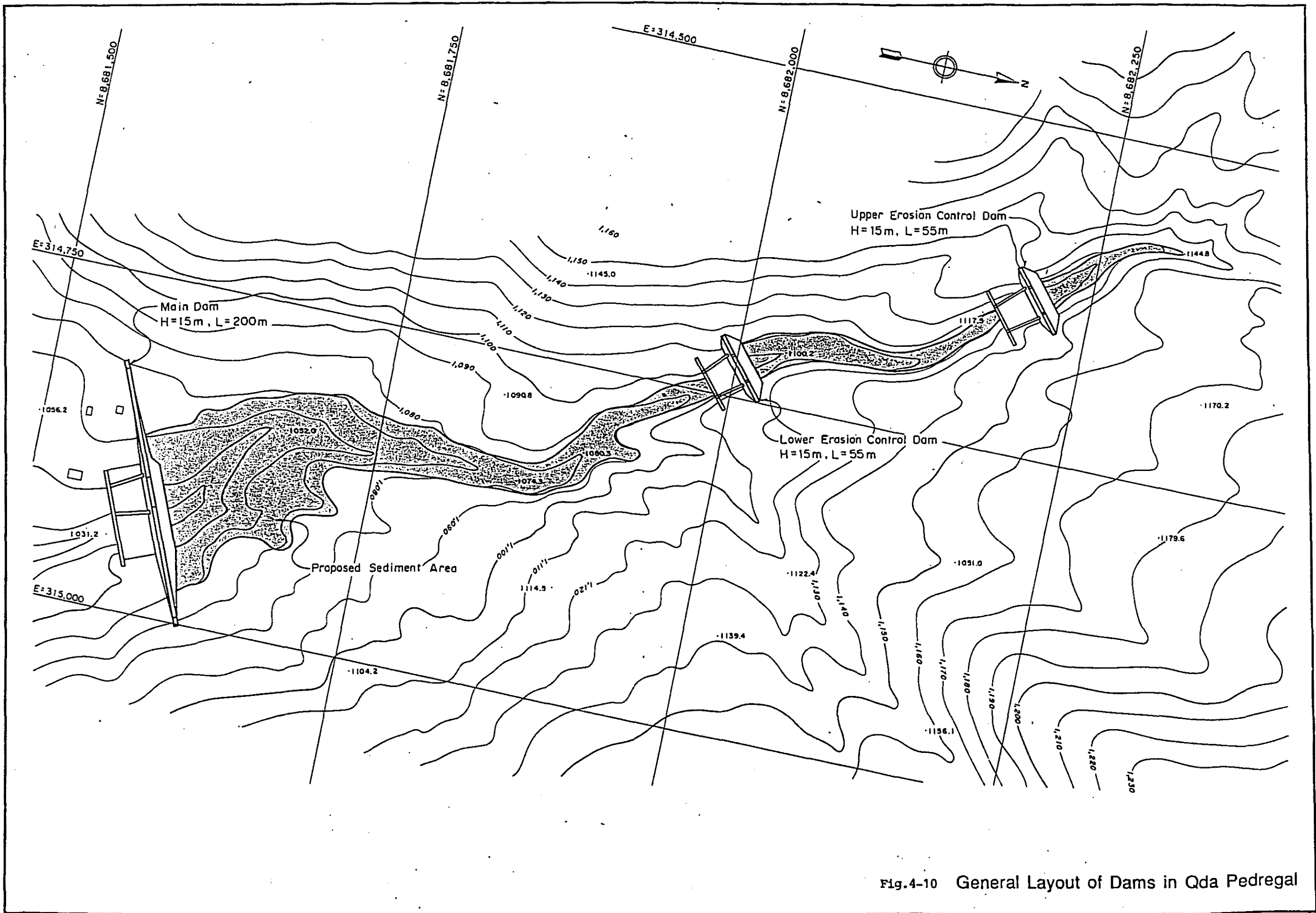
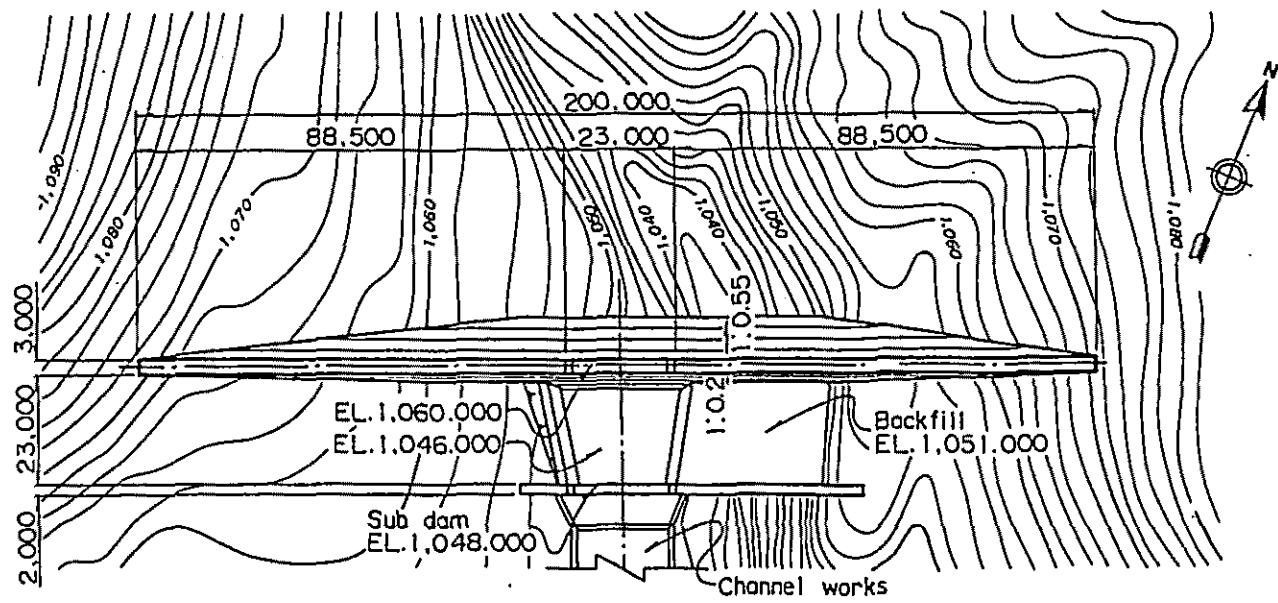
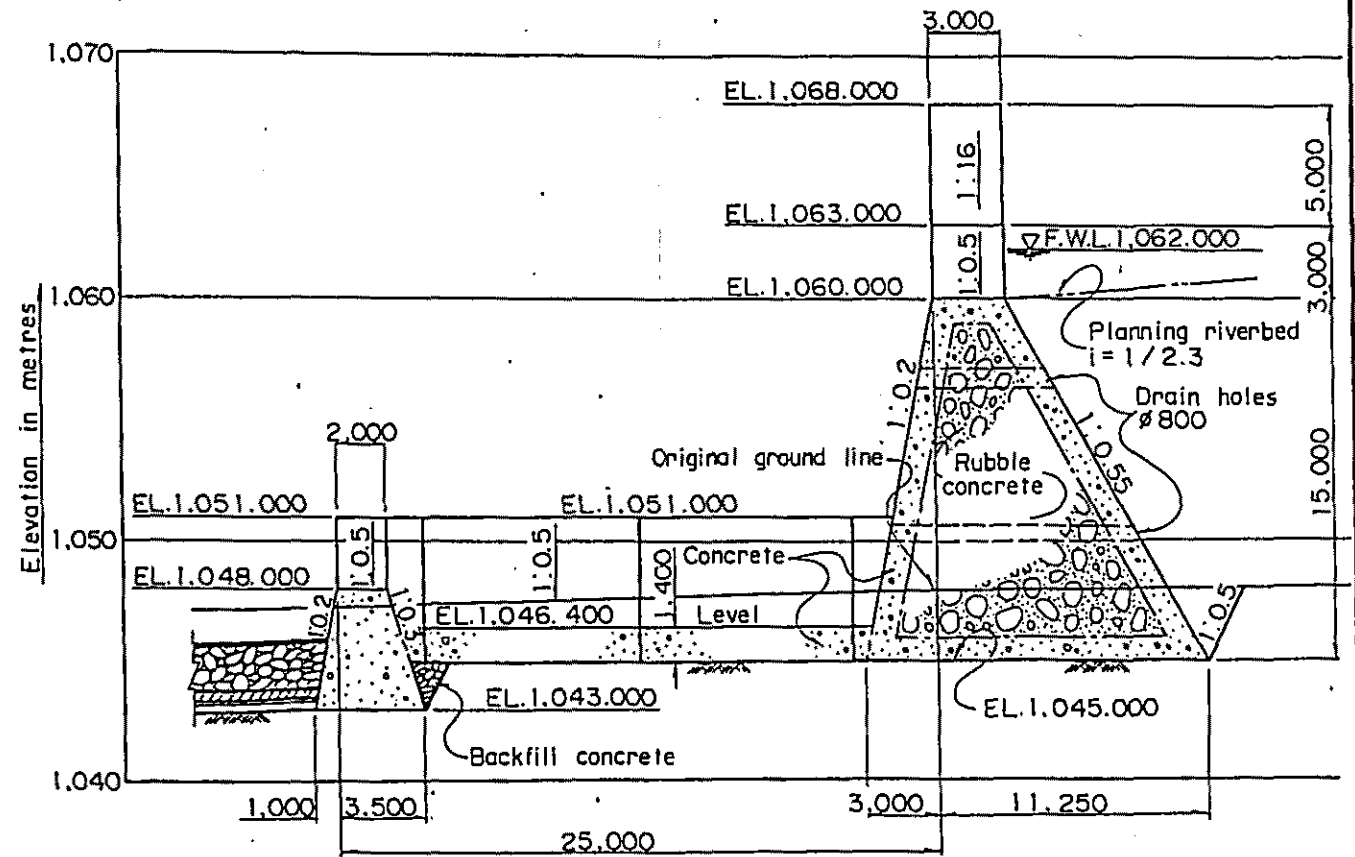


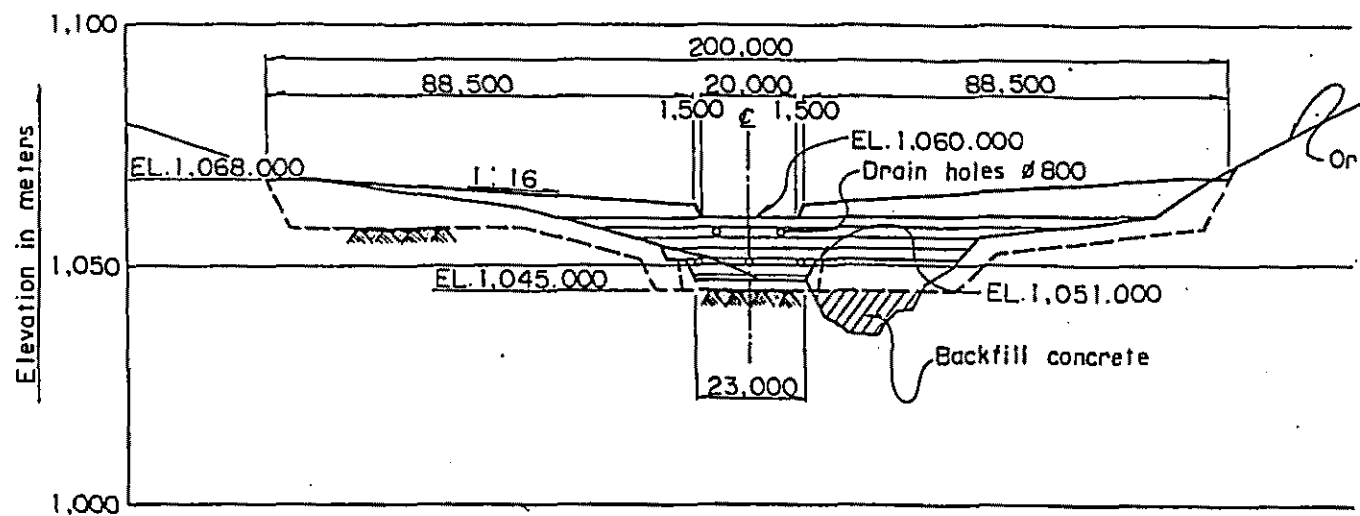
Fig.4-10 General Layout of Dams in Qda Pedregal



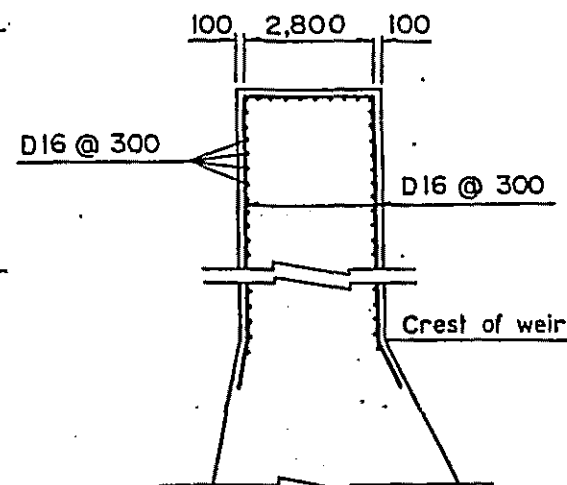
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

Fig. 4-11 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Pedregal

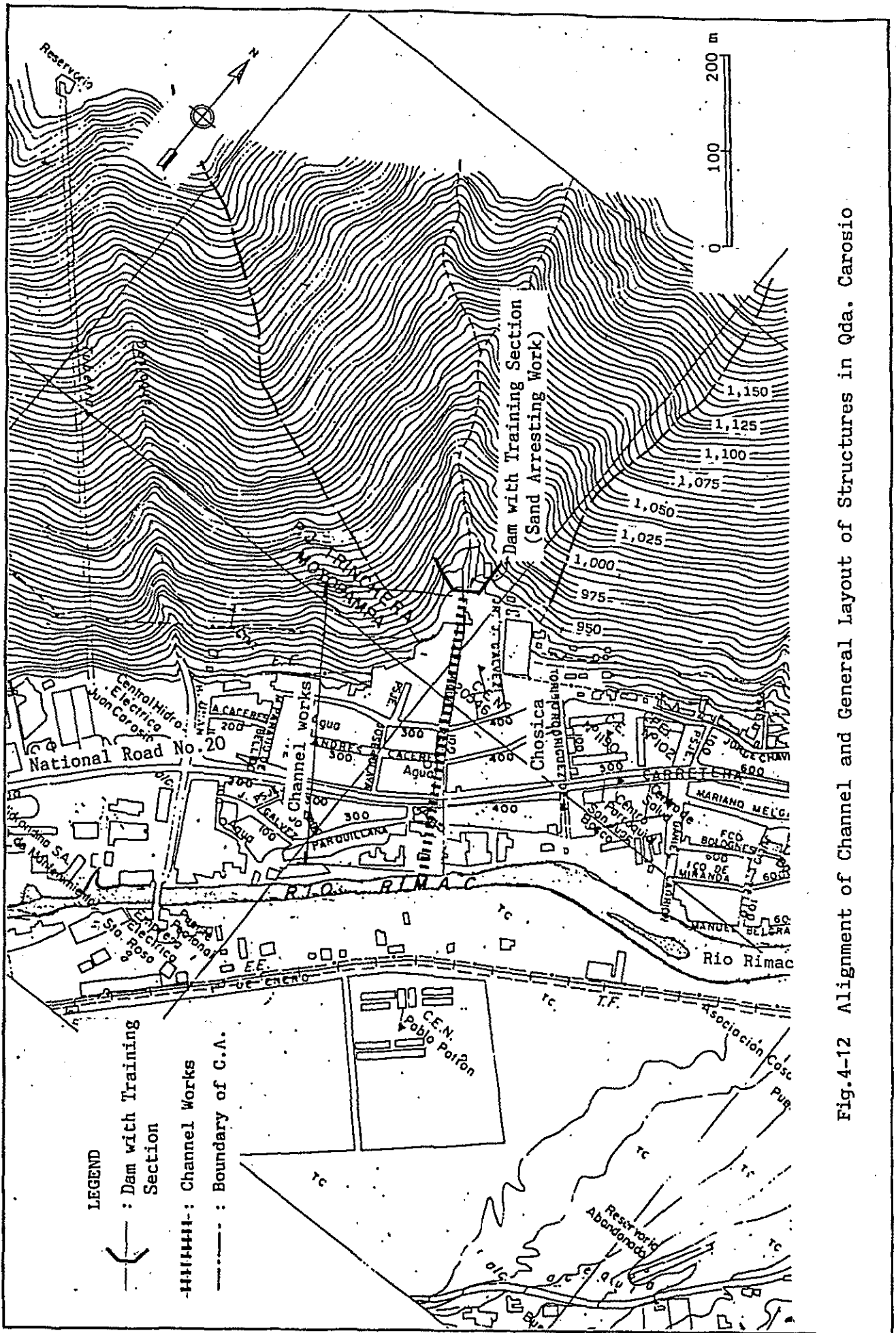


Fig.4-12 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Carosio

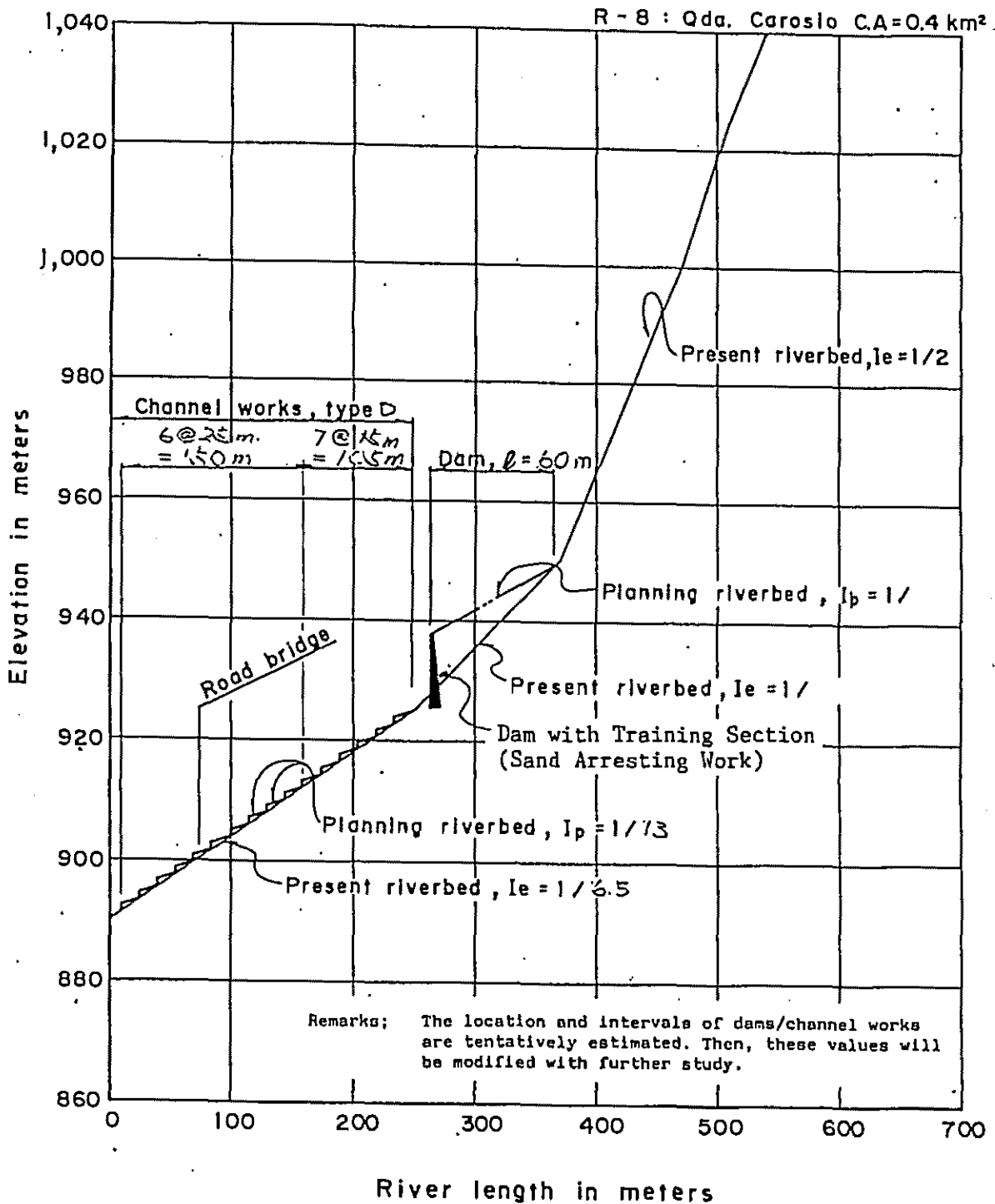


Fig.4-13 Channel Profile and Location of Structures
in Qda. Carosio

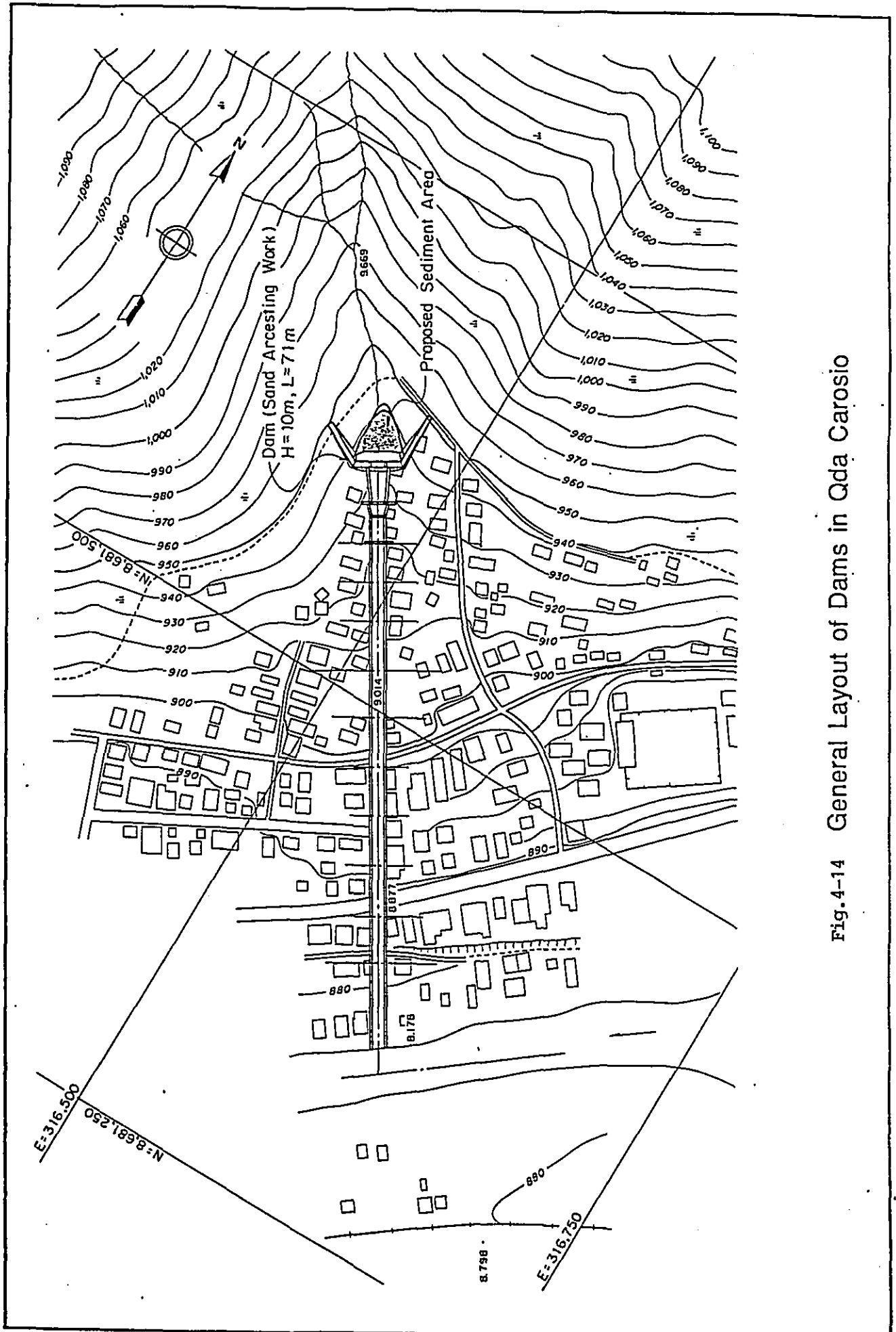
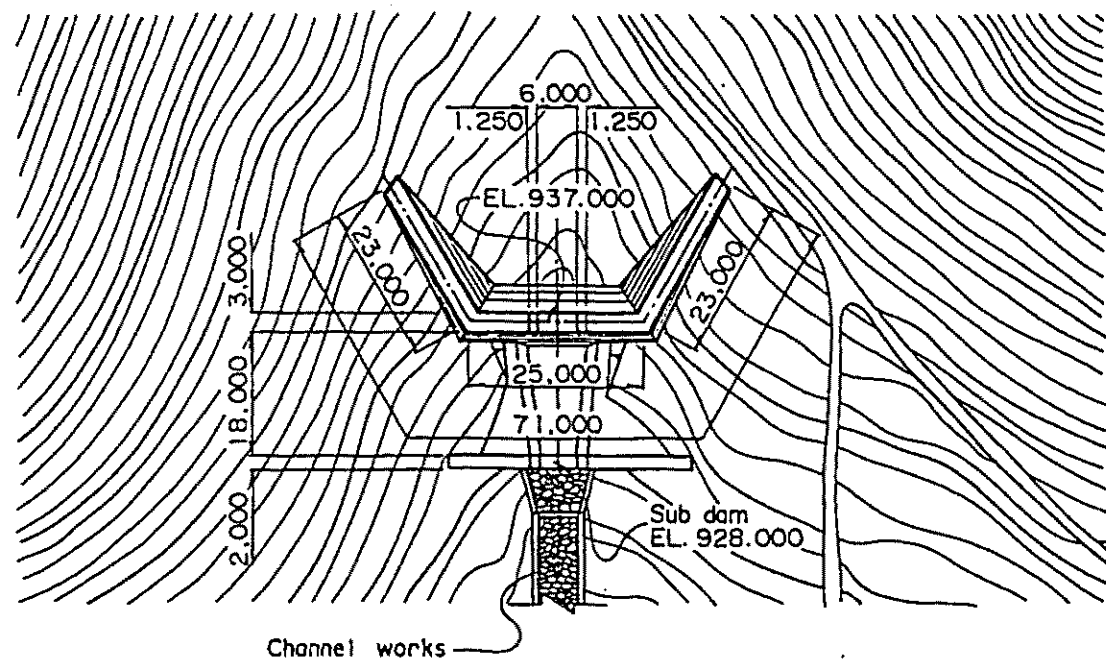
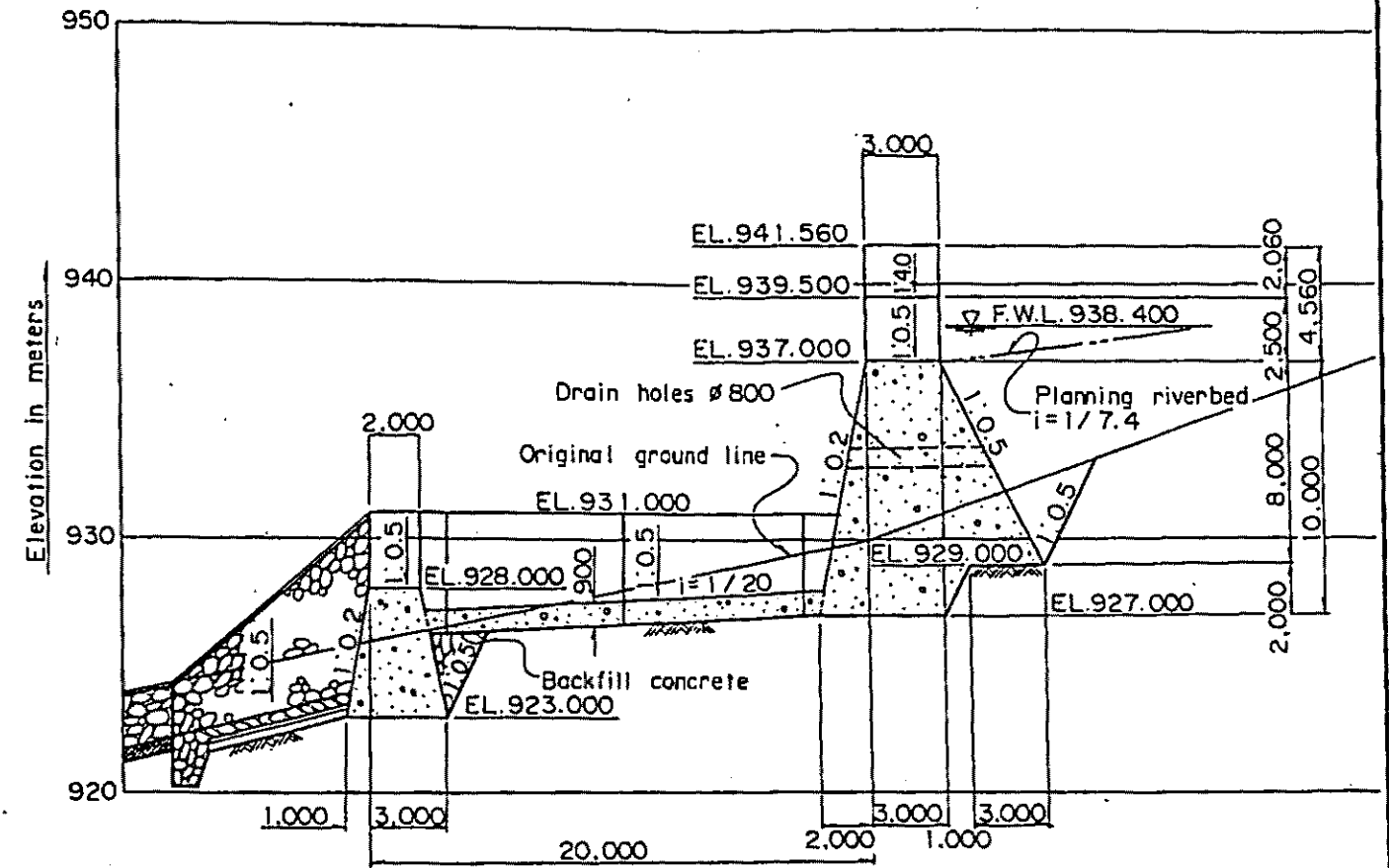


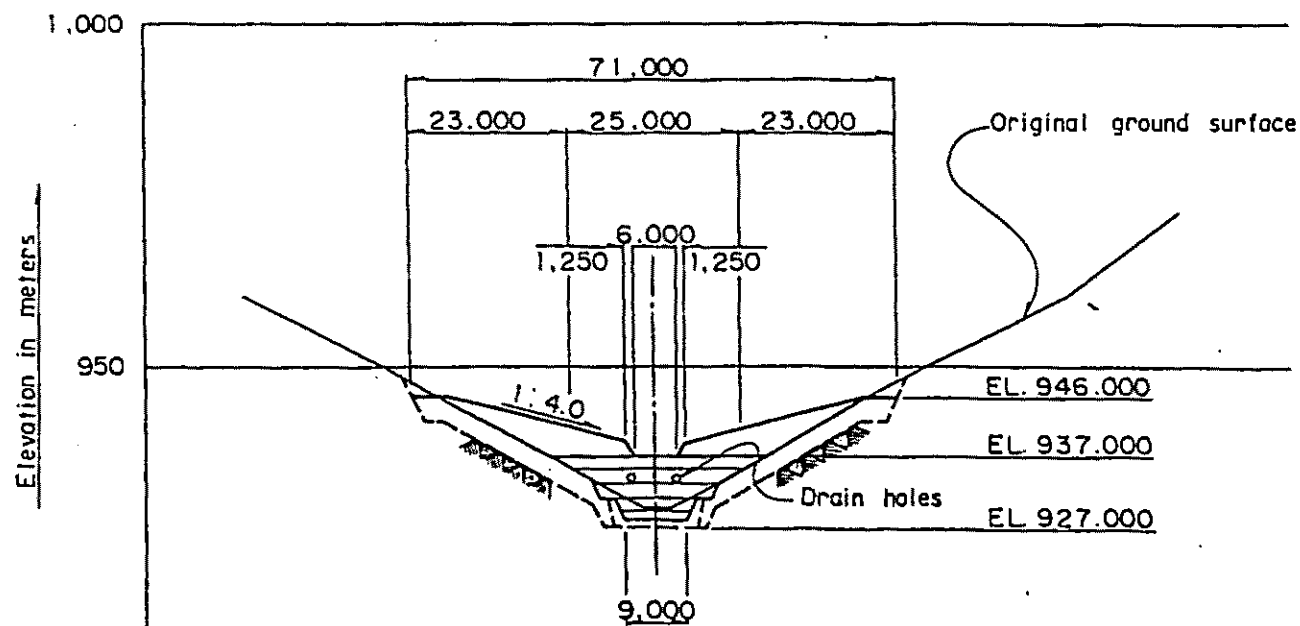
Fig.4-14 General Layout of Dams in Qda Carosio



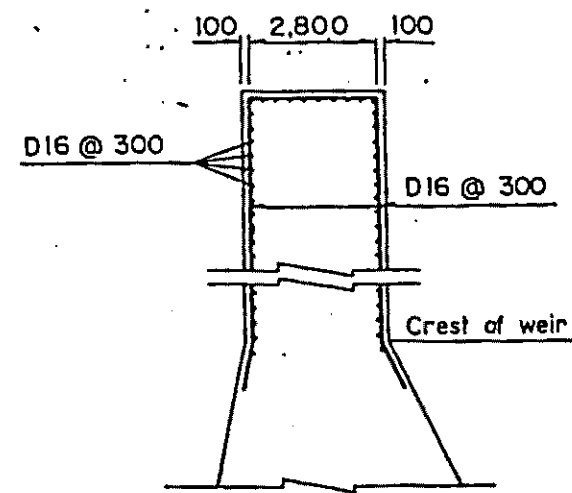
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

Fig. 4-15 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Carosio

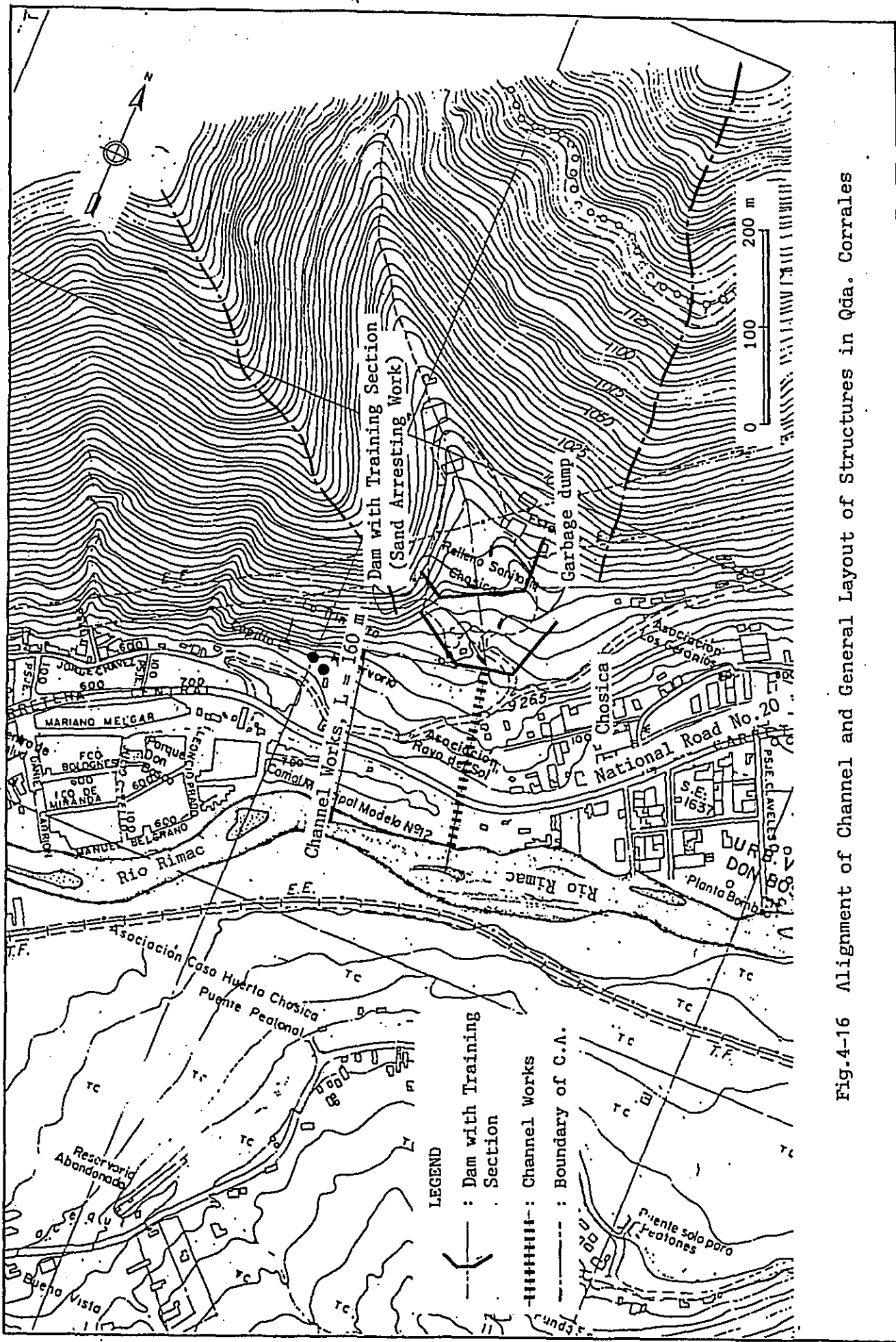


Fig.4-16 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Corrales

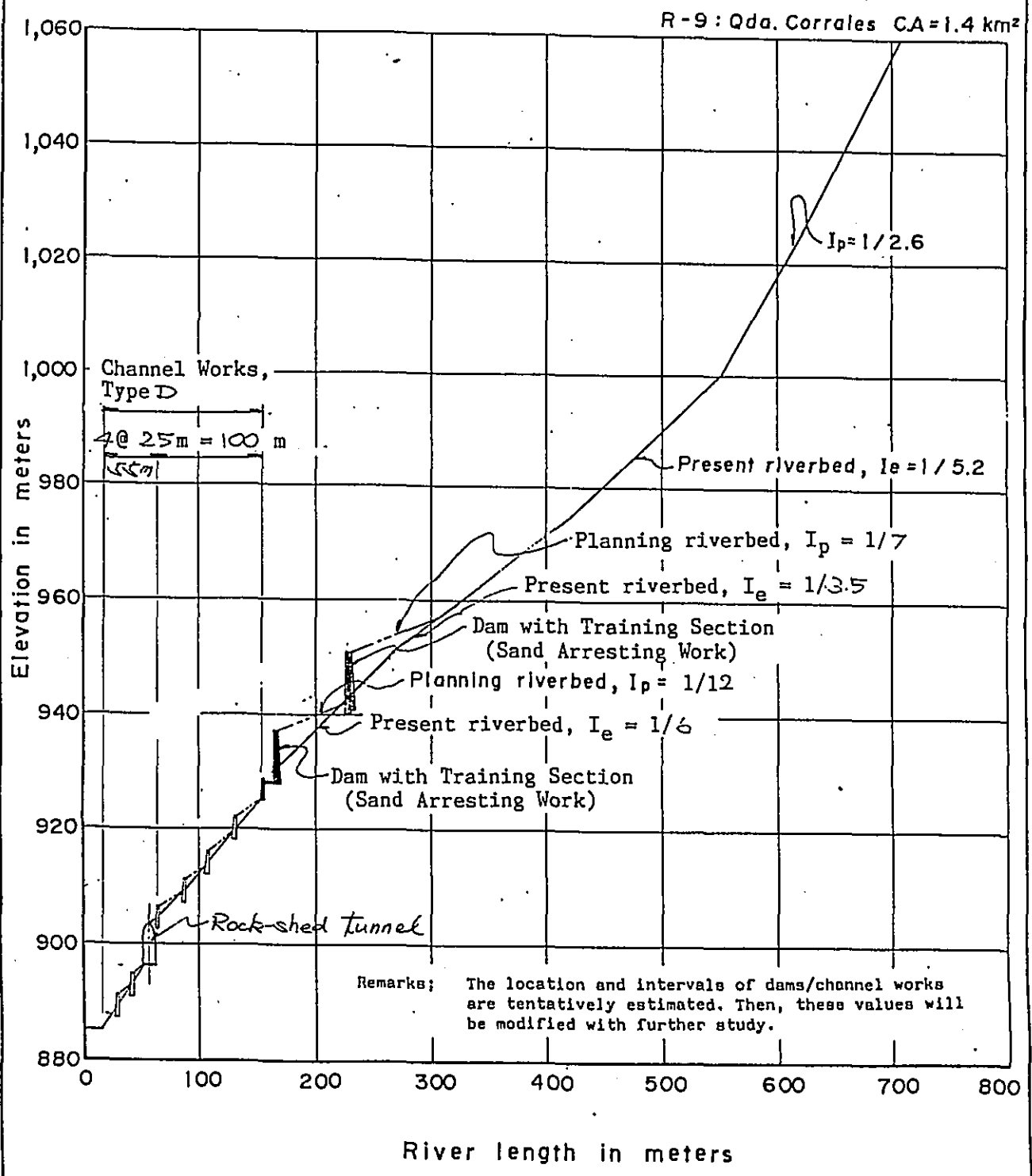


Fig.4-17 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Corrales

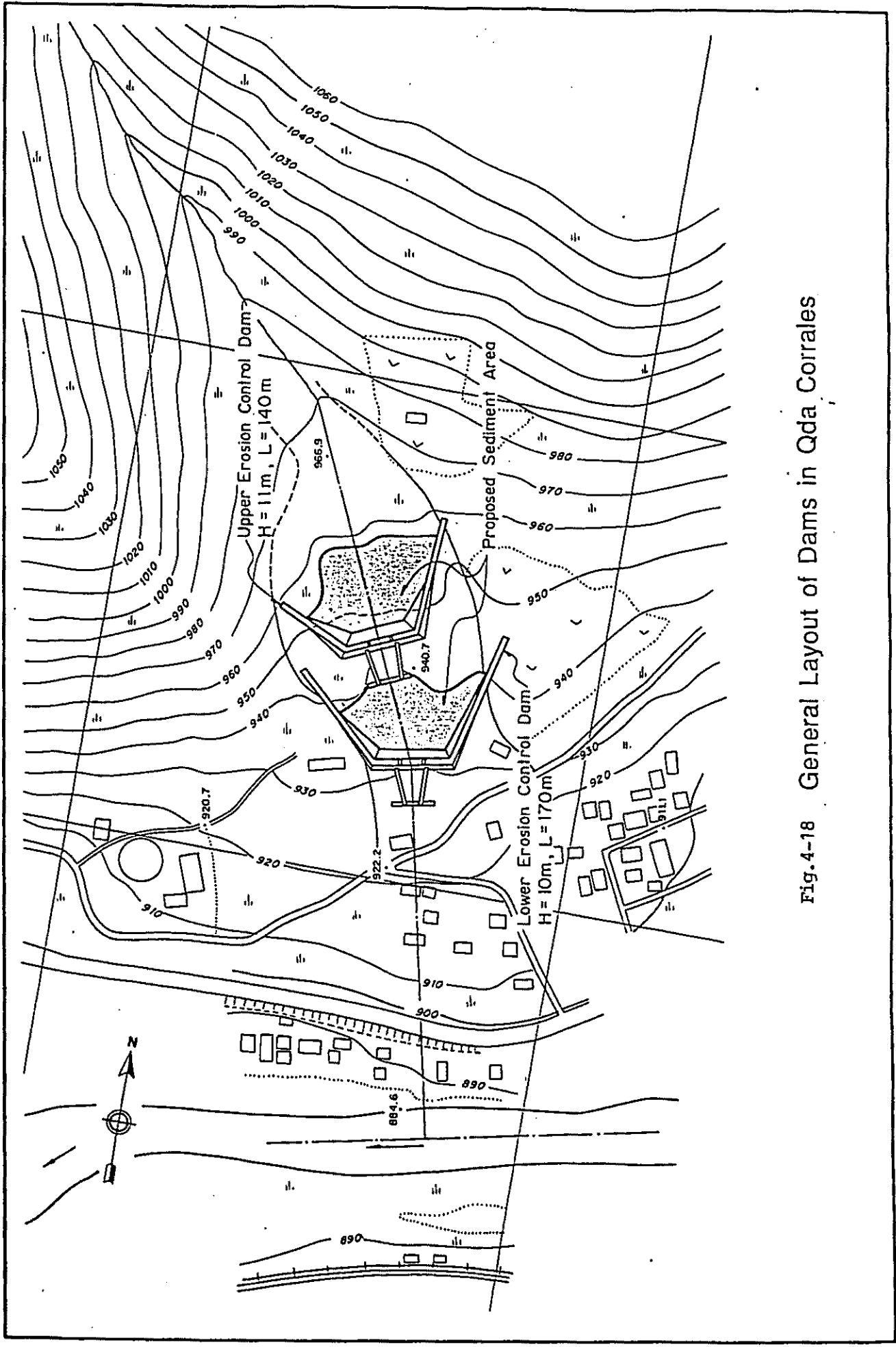
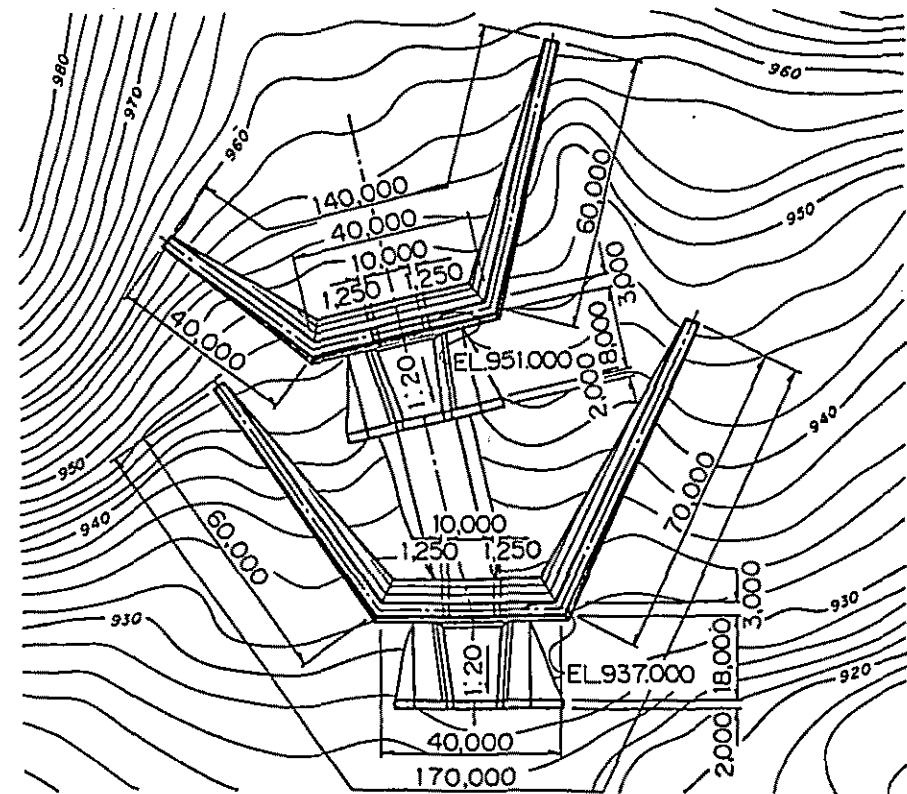
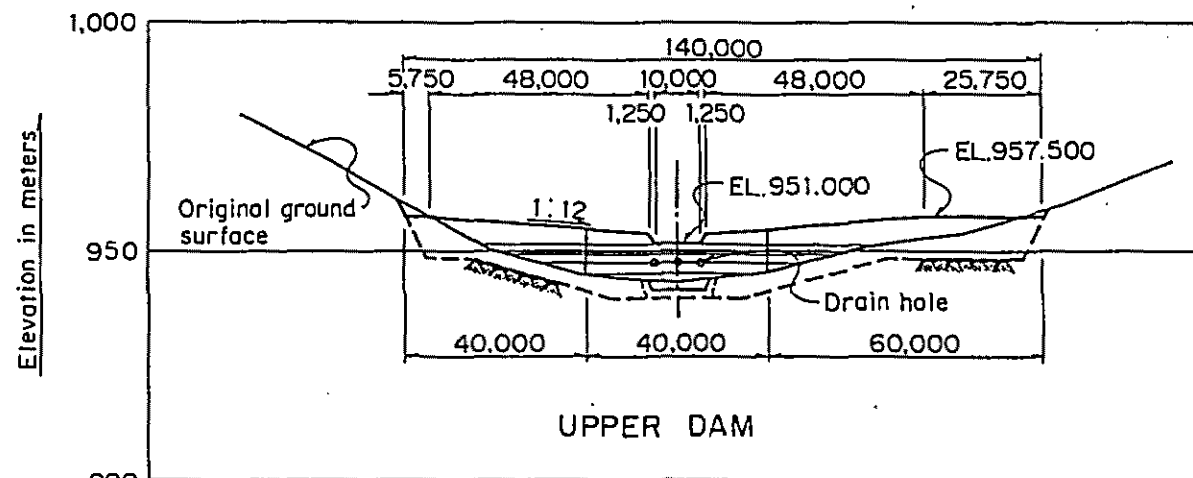


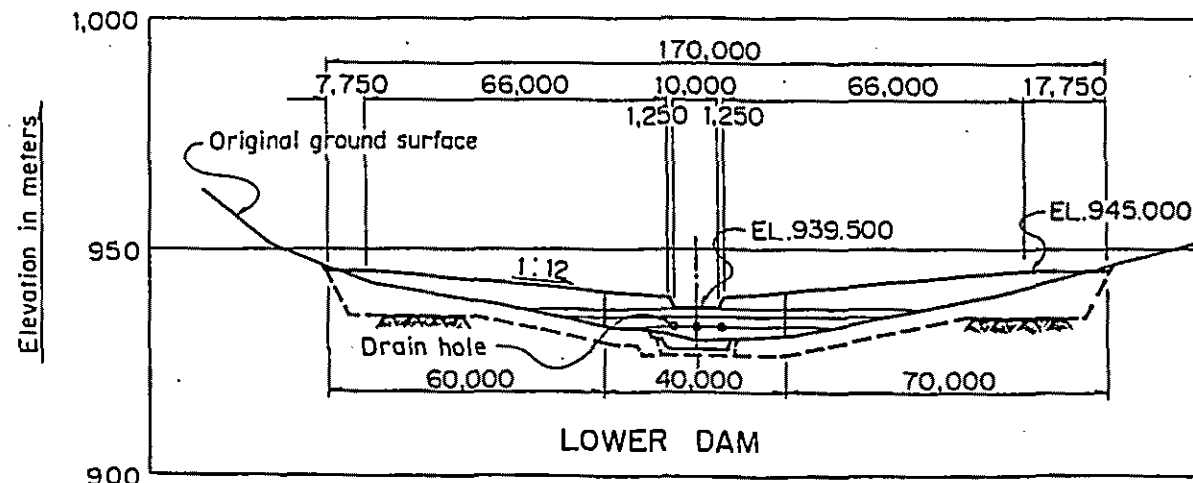
Fig.4-18 General Layout of Dams in Qda Corrales



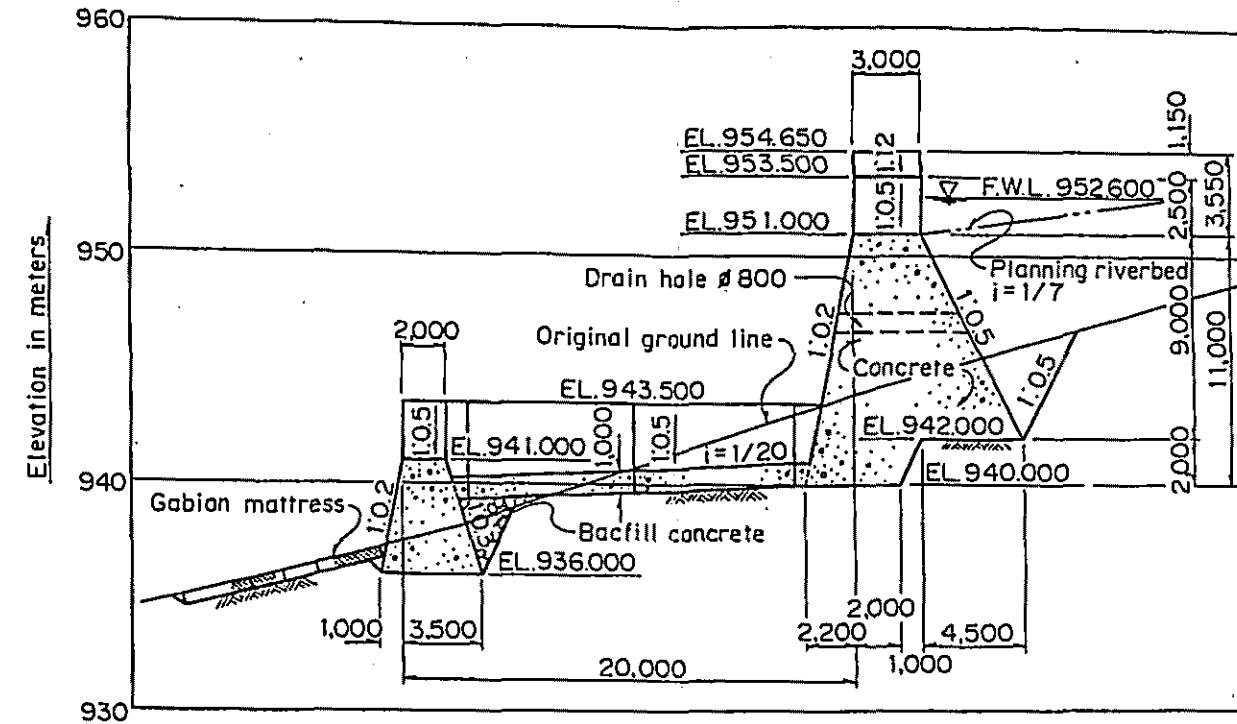
PLAN



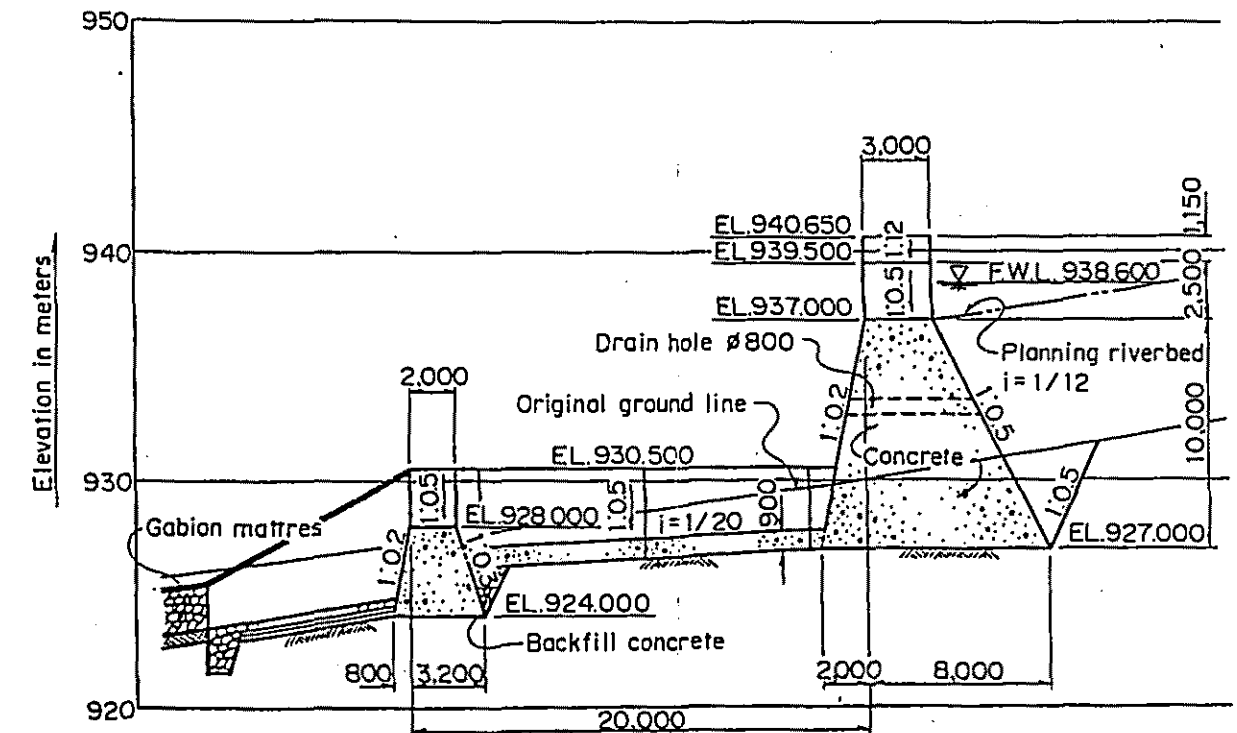
UPPER DAM



DOWNSTREAM ELEVATION



UPPER DAM



LOWER DAM SECTION

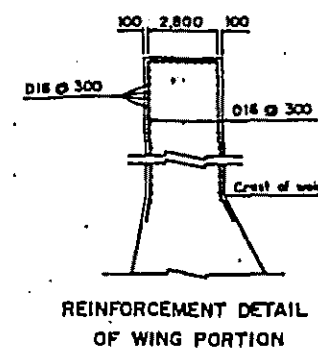


Fig.4-19 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Corrales

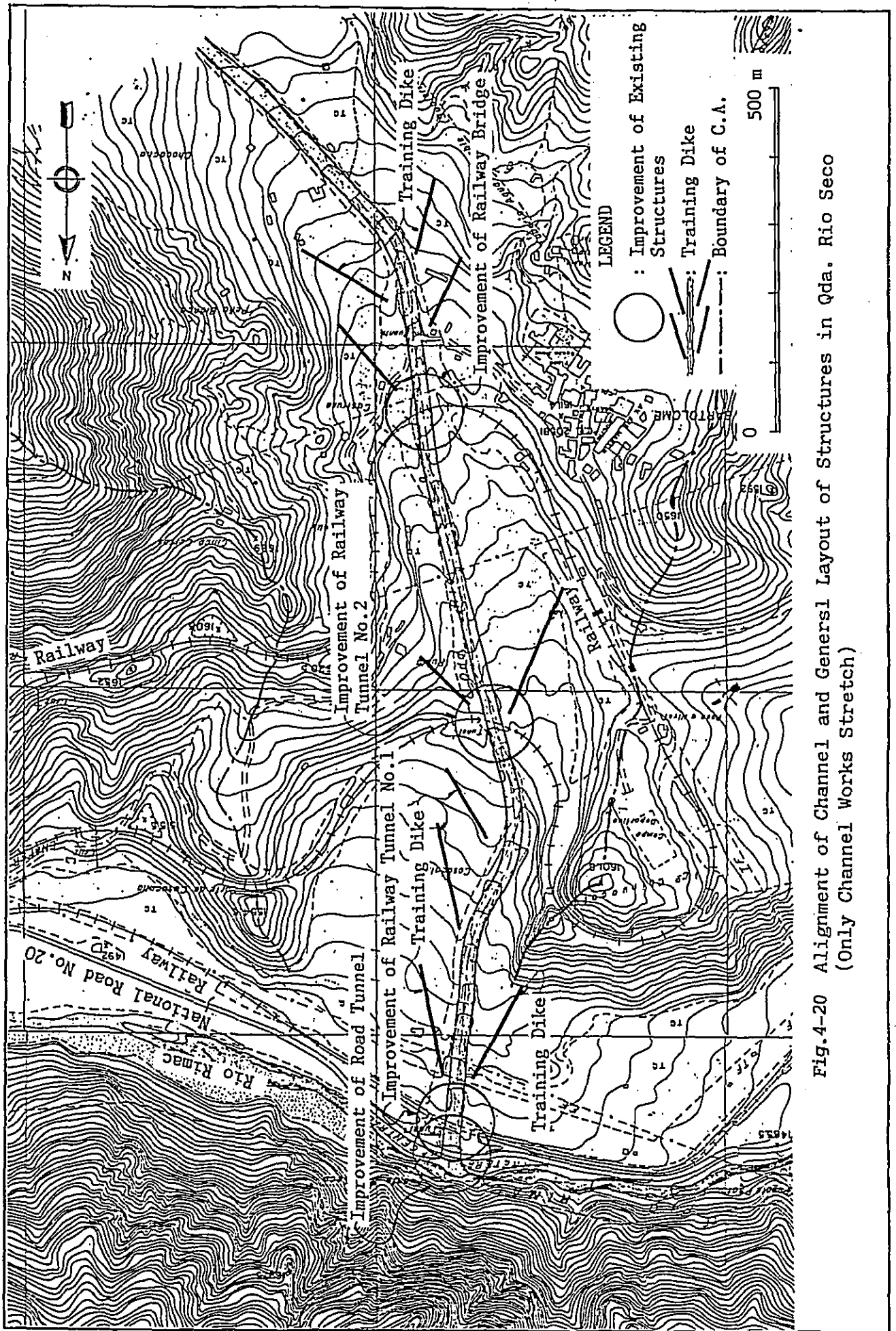


Fig.4-20 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda, Rio Seco
 (Only Channel Works Stretch)

R-19 : Qda. Rio Seco C.A.=49.3 km²

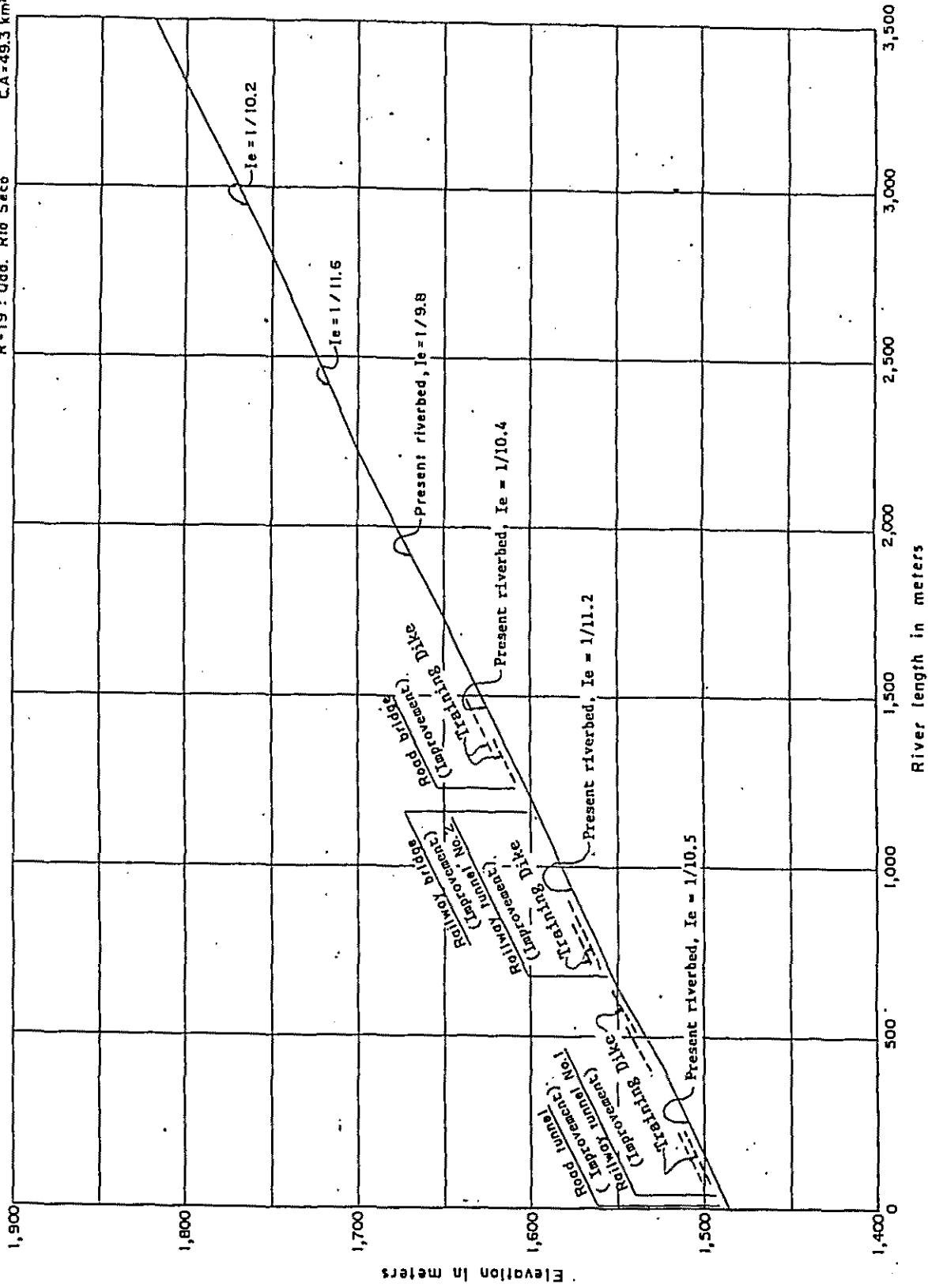


Fig.4-21 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Rio Seco

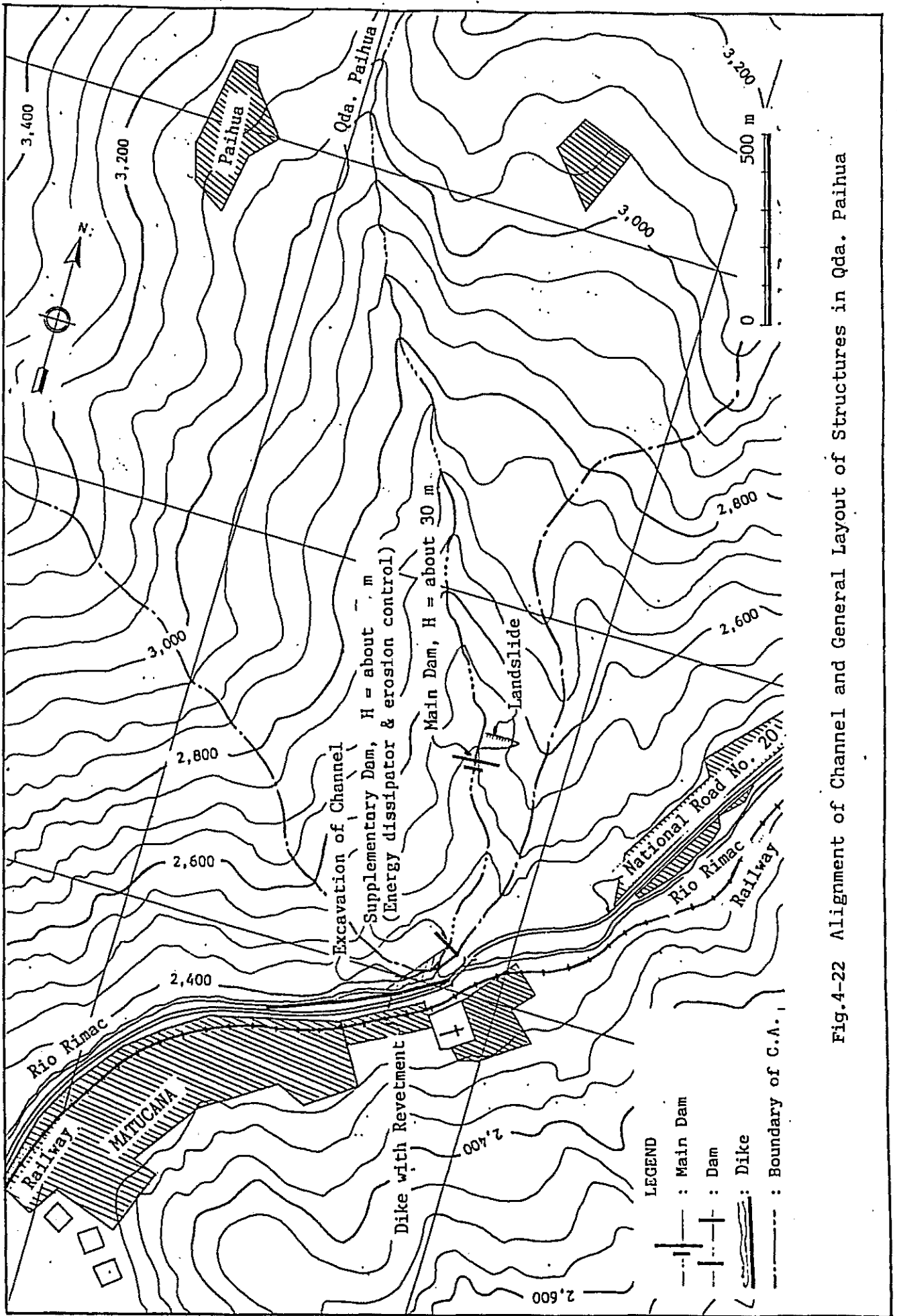


Fig.4-22 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Paihua

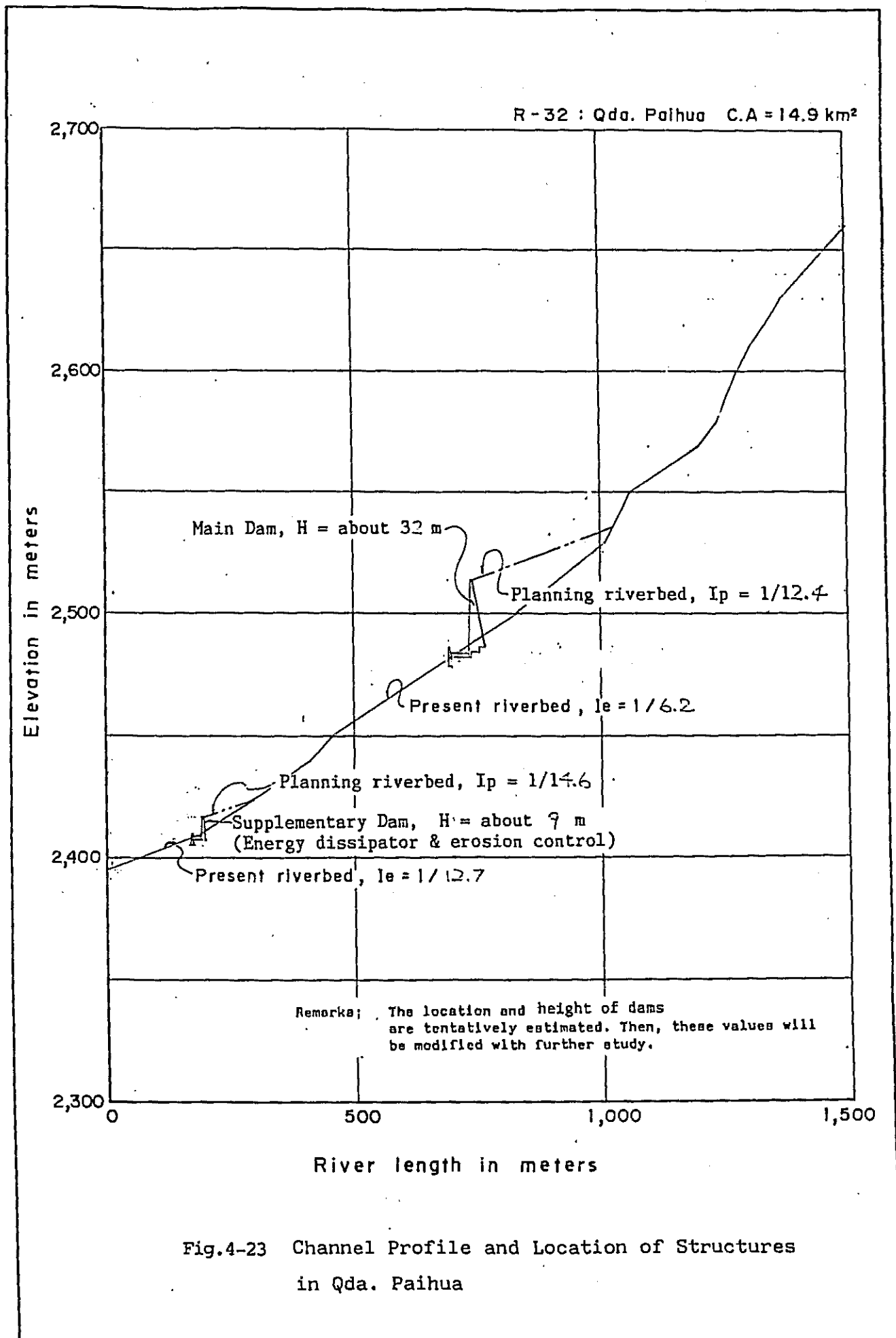


Fig.4-23 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Paihua

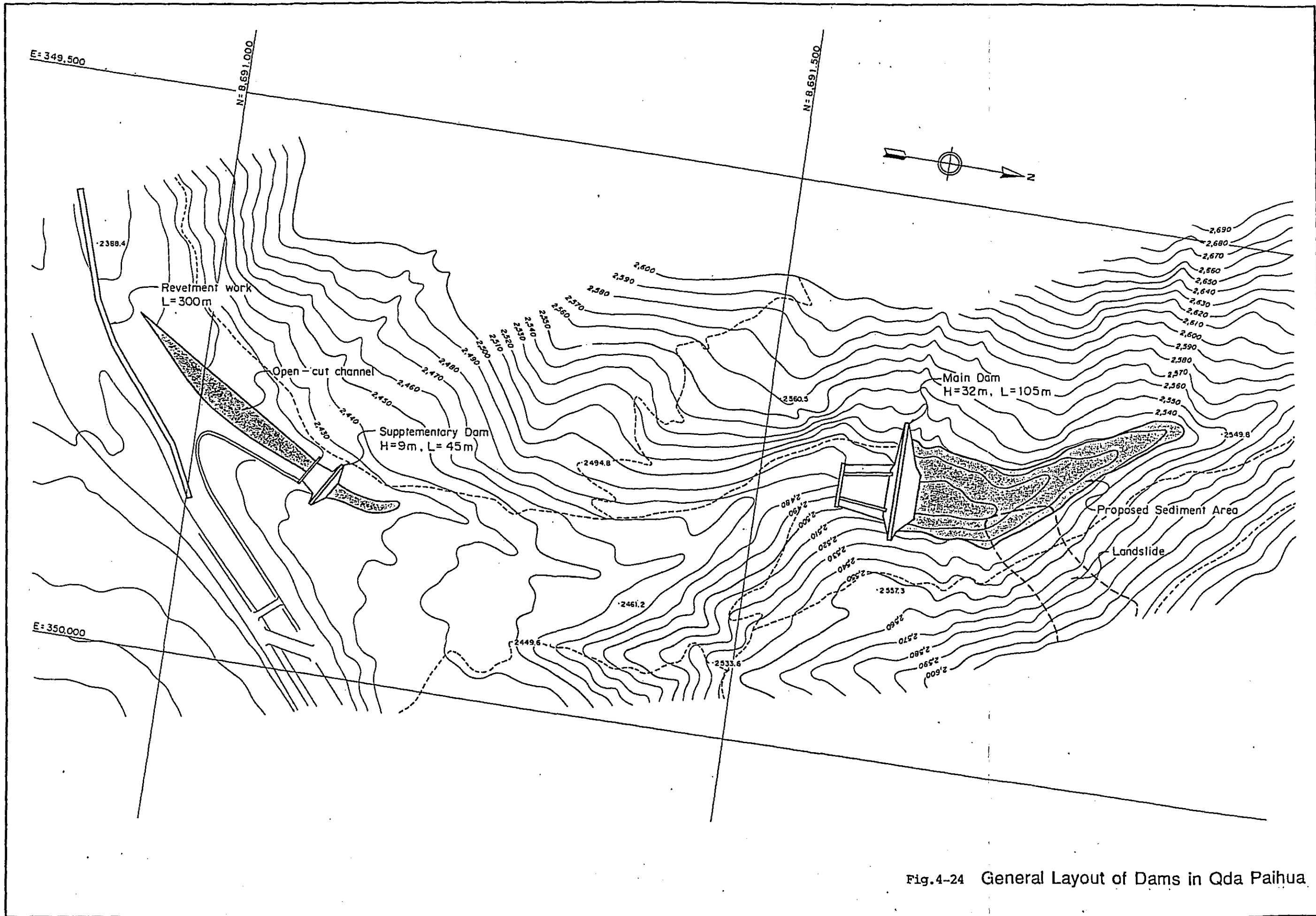
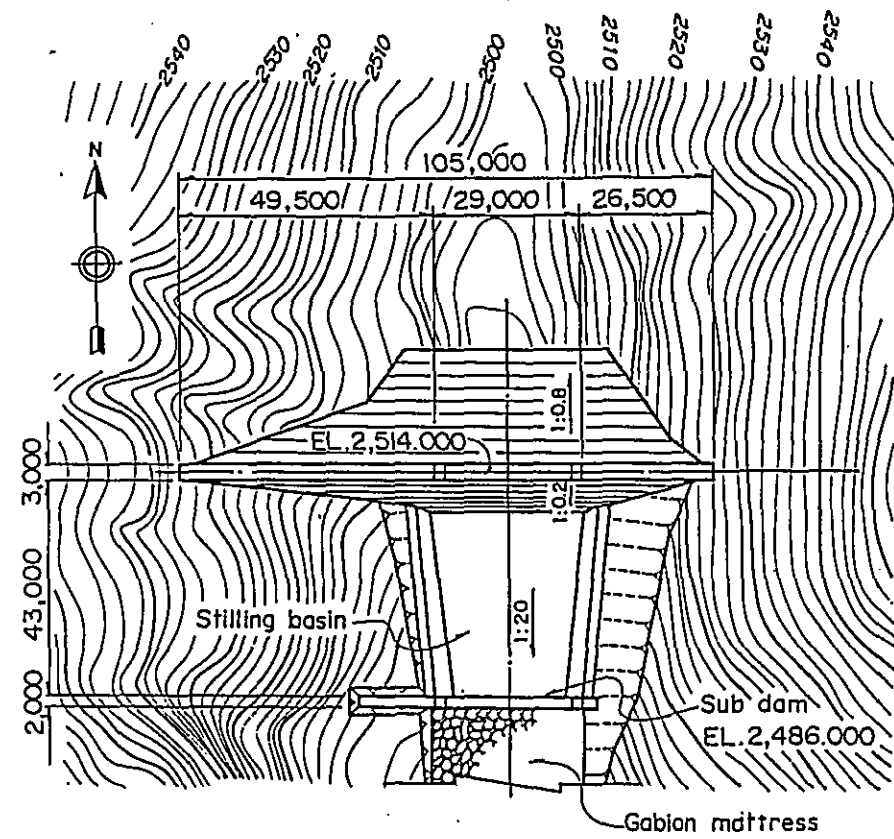
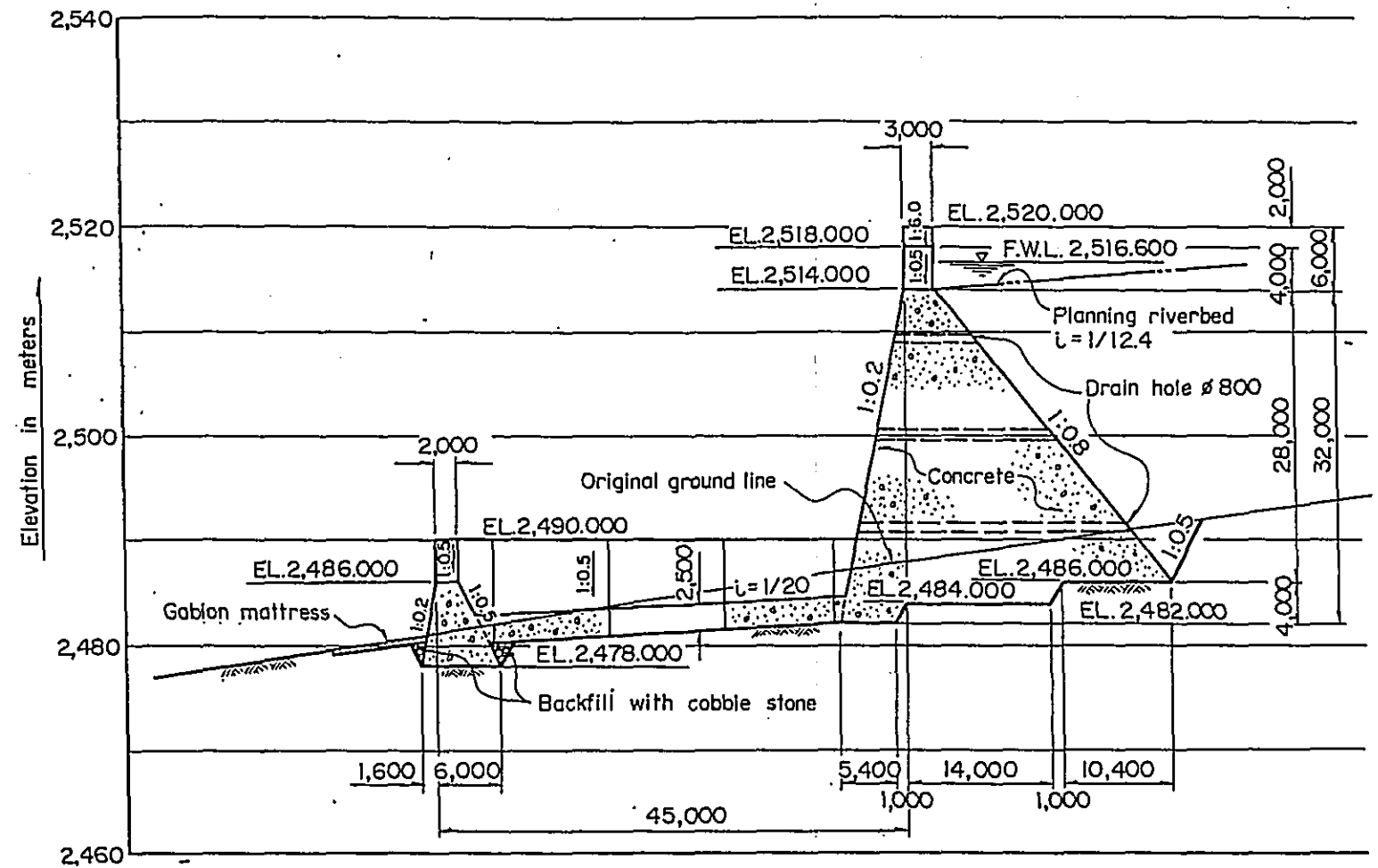


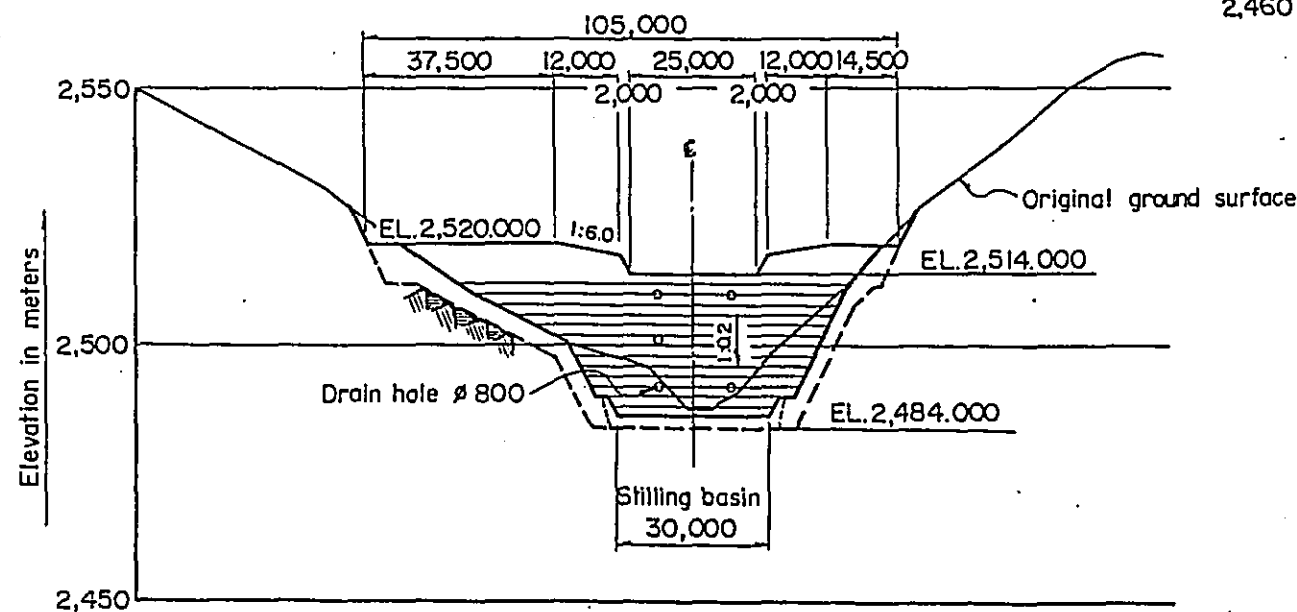
Fig.4-24 General Layout of Dams in Qda Paihua



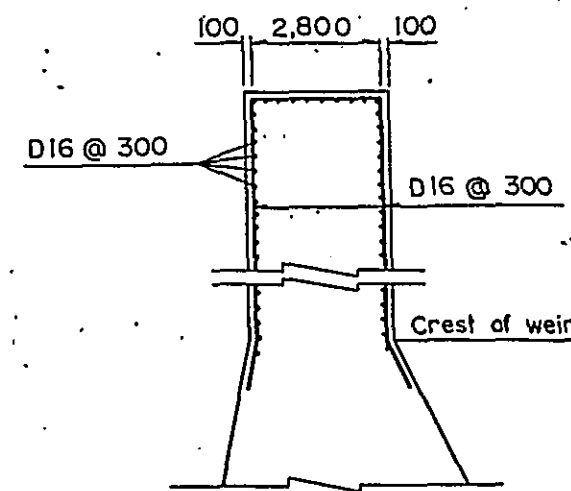
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

Fig.4-25 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda Paihua

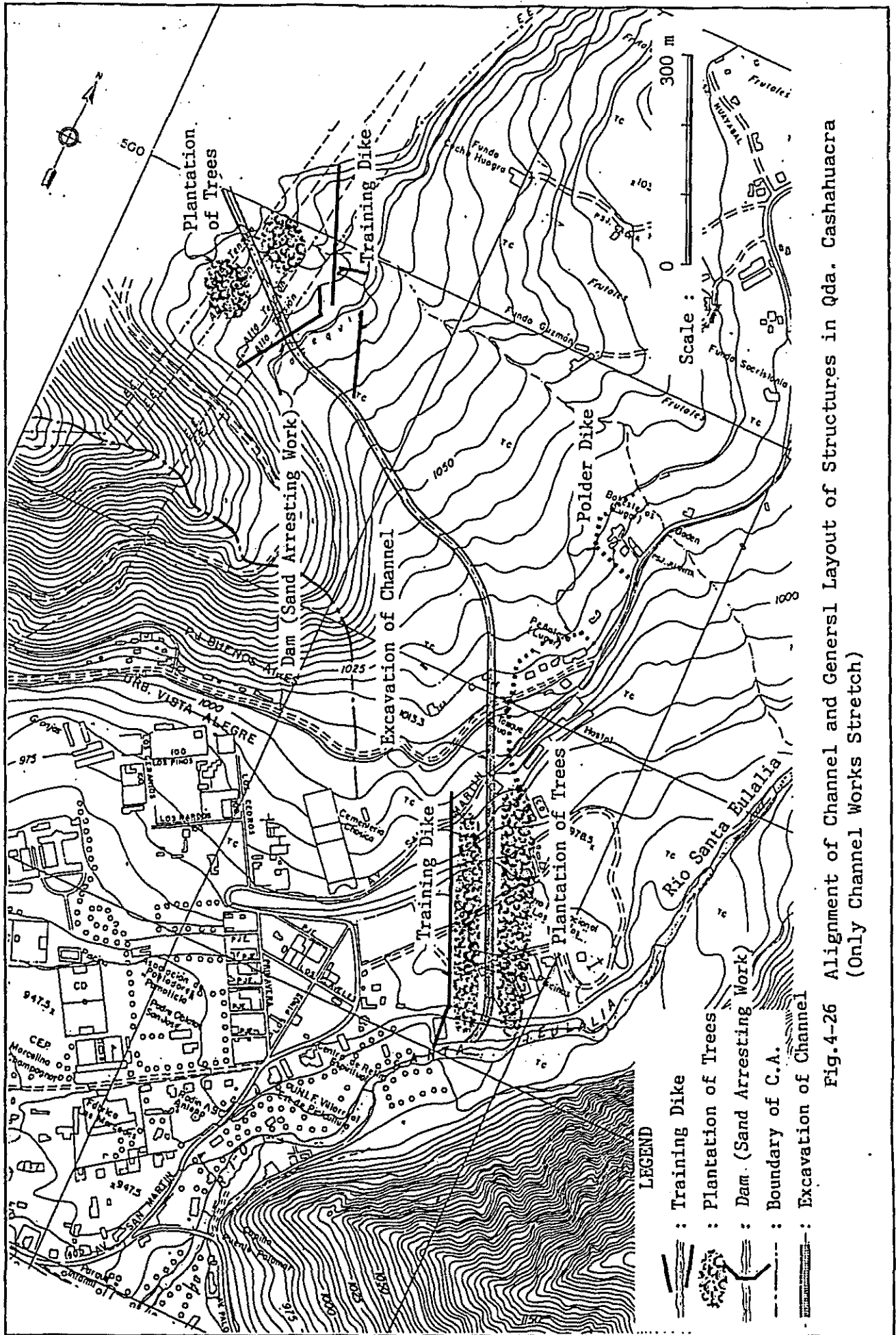


Fig.4-26 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Cashahuacra
(Only Channel Works Stretch)

S-1 : Qda. Cashahuacra CA = 15,1 km²

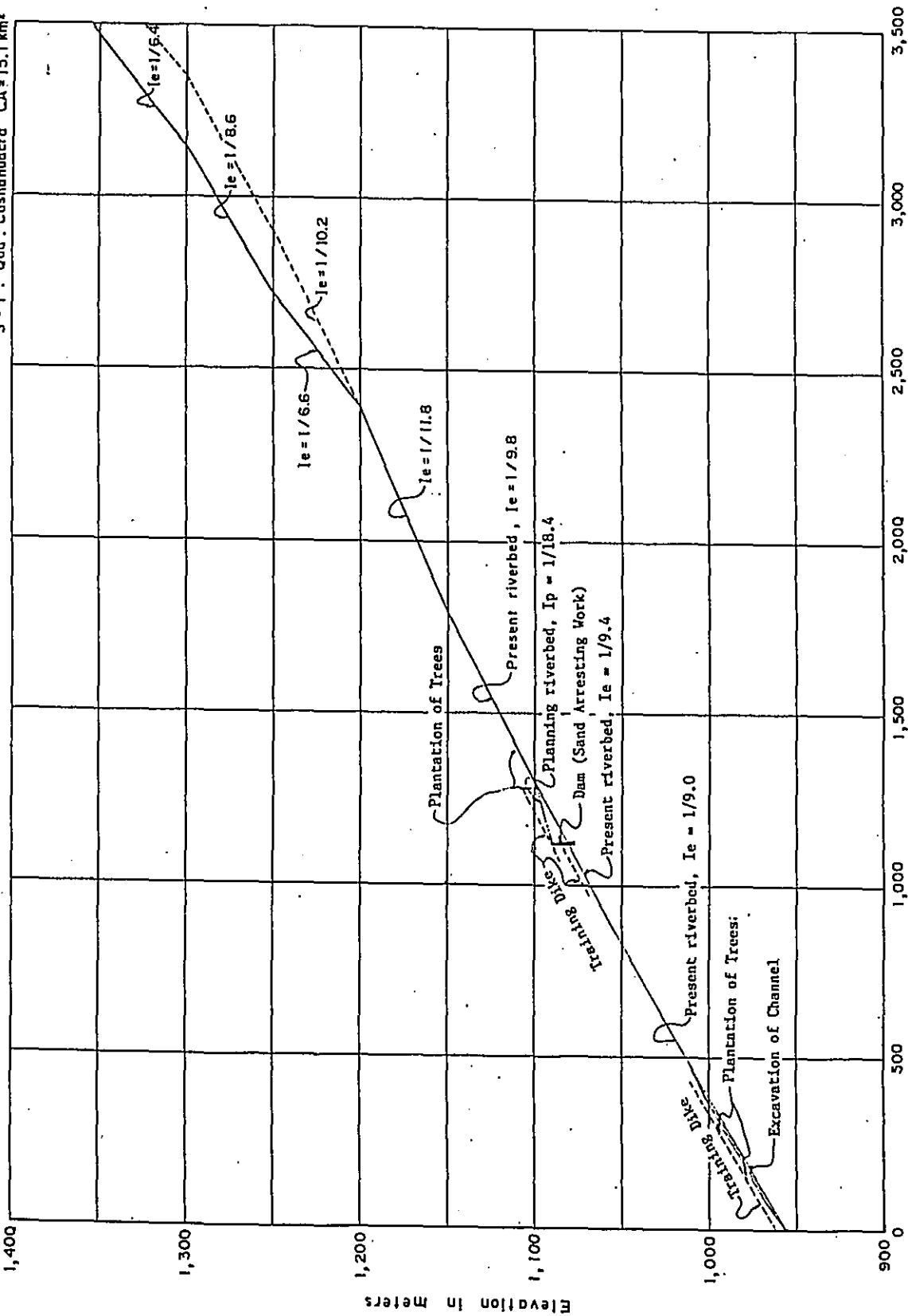


Fig.4-27 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Cashahuacra

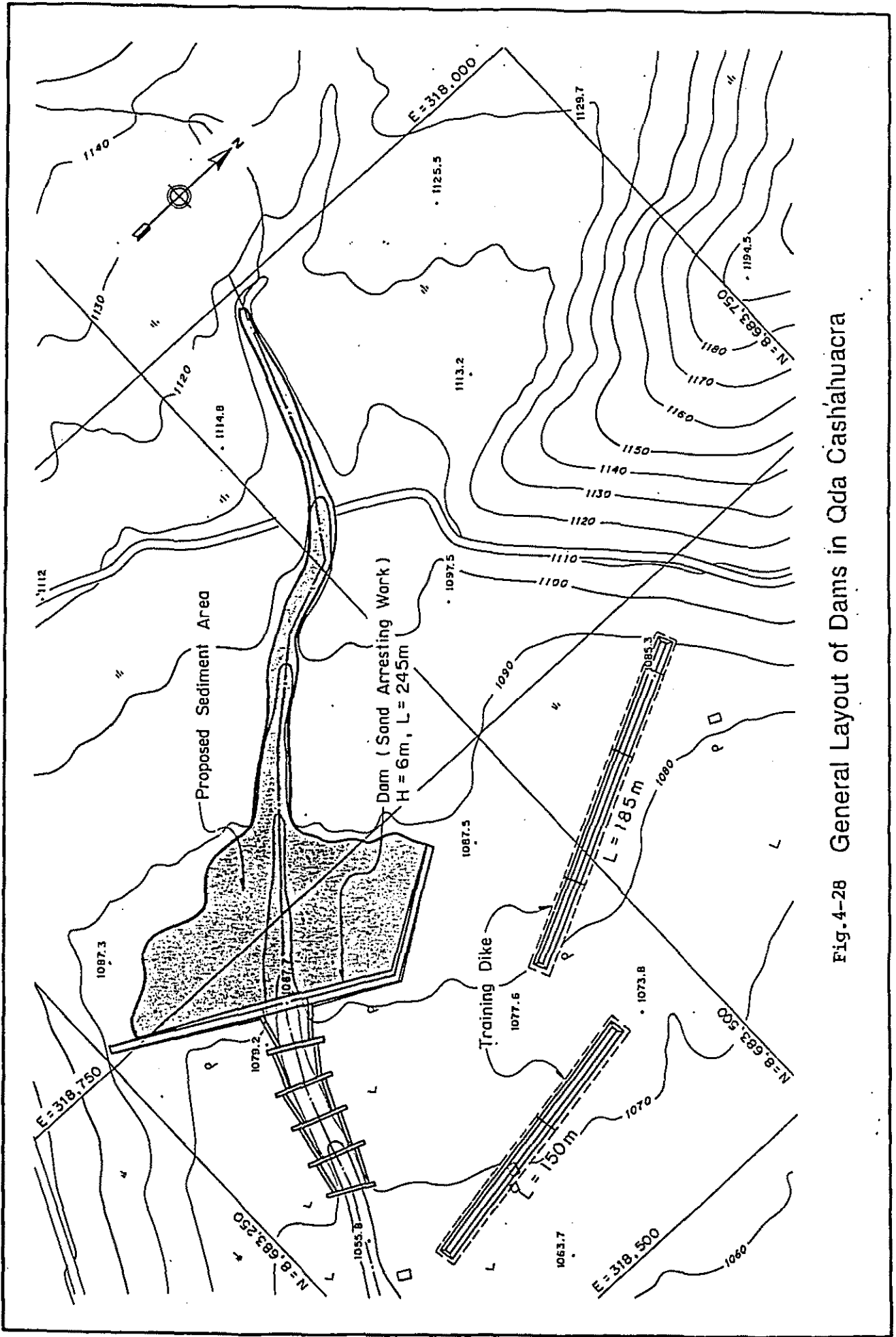
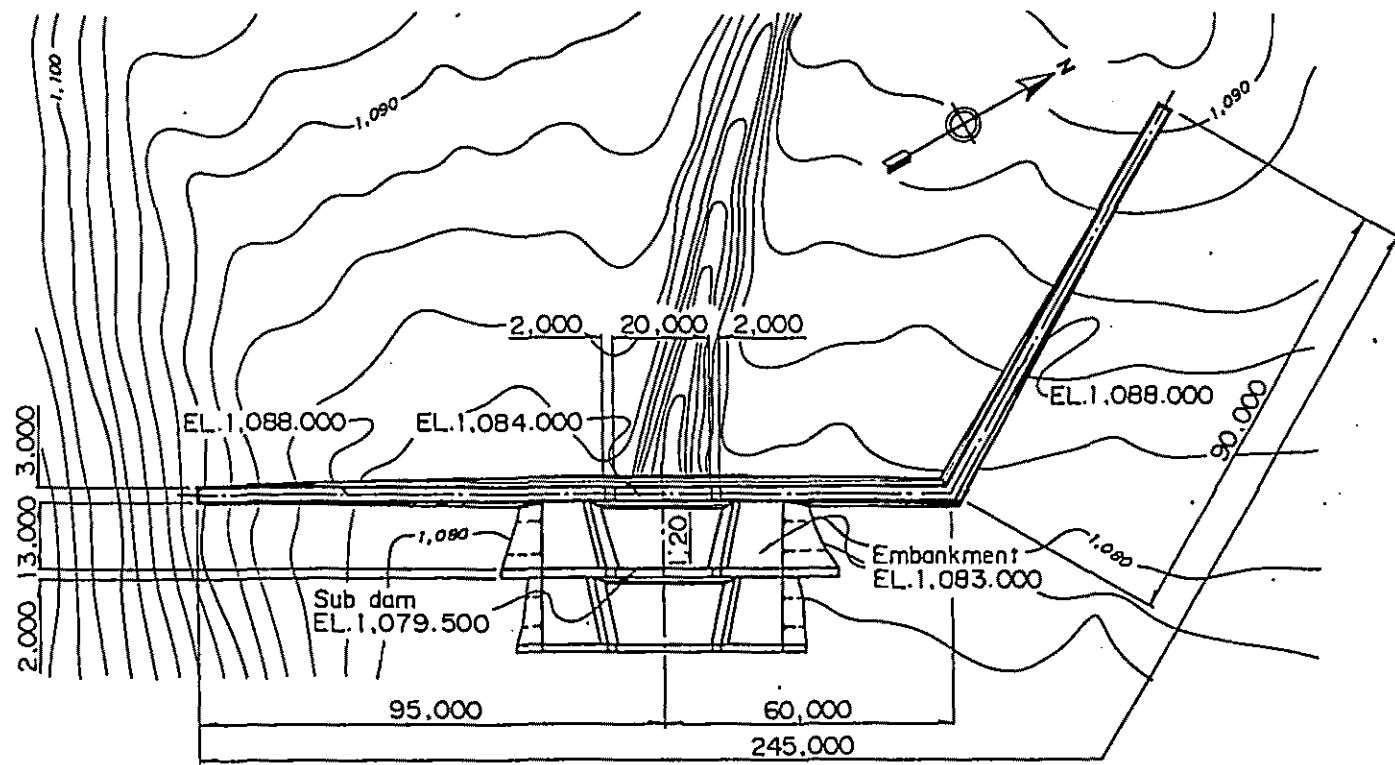
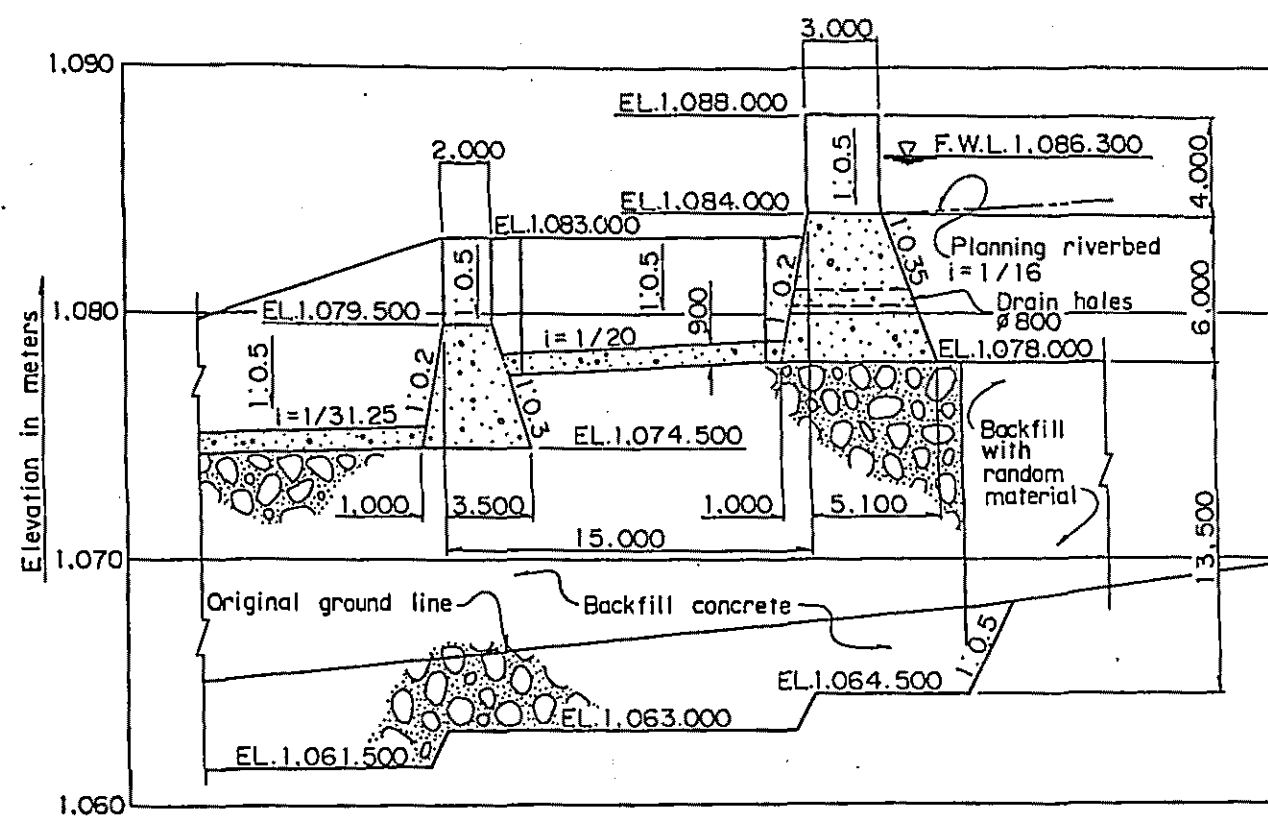


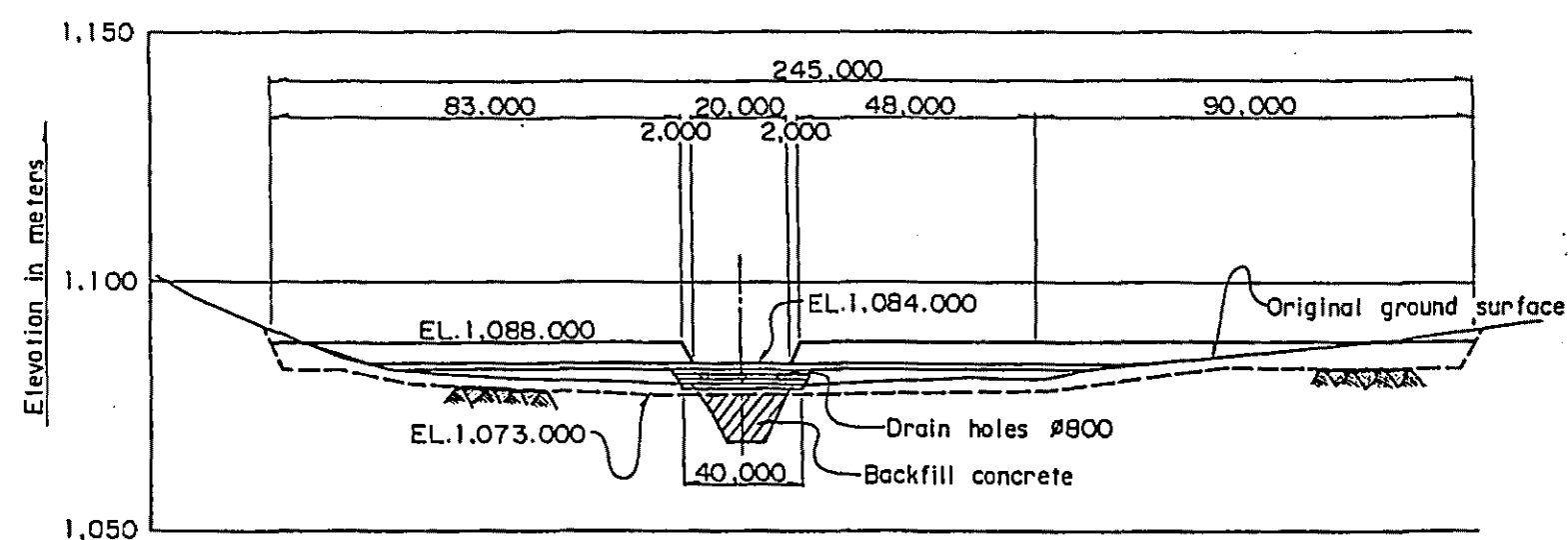
Fig.4-28 General Layout of Dams in Qda Cashahuacra



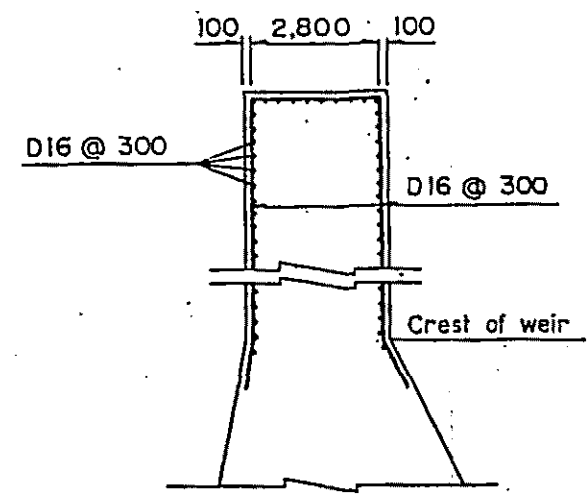
PLAN



SECTION



DOWNSTREAM ELEVATION



REINFORCEMENT DETAIL OF WING PORTION

Fig. 4-29 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda Cashahuacra

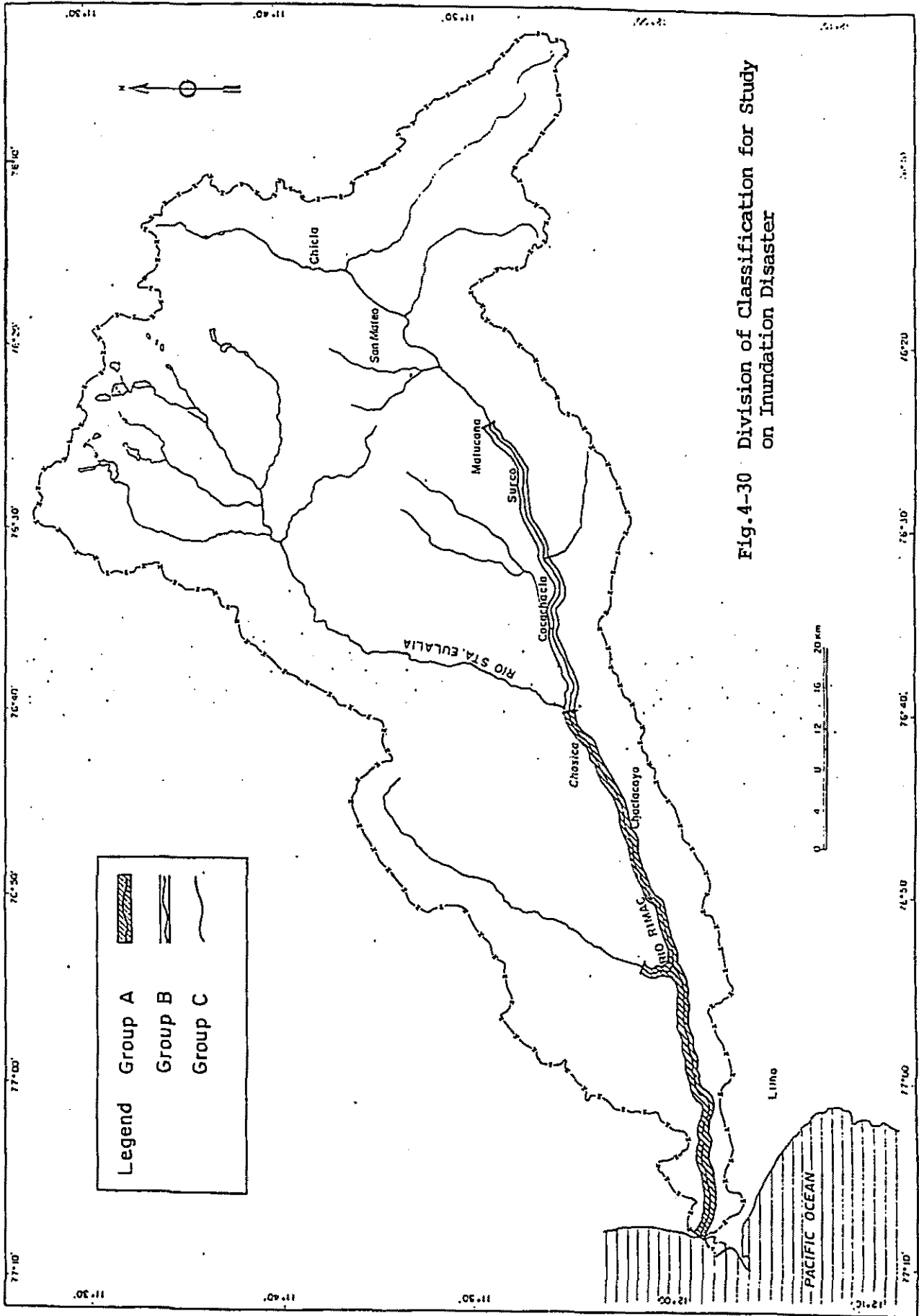
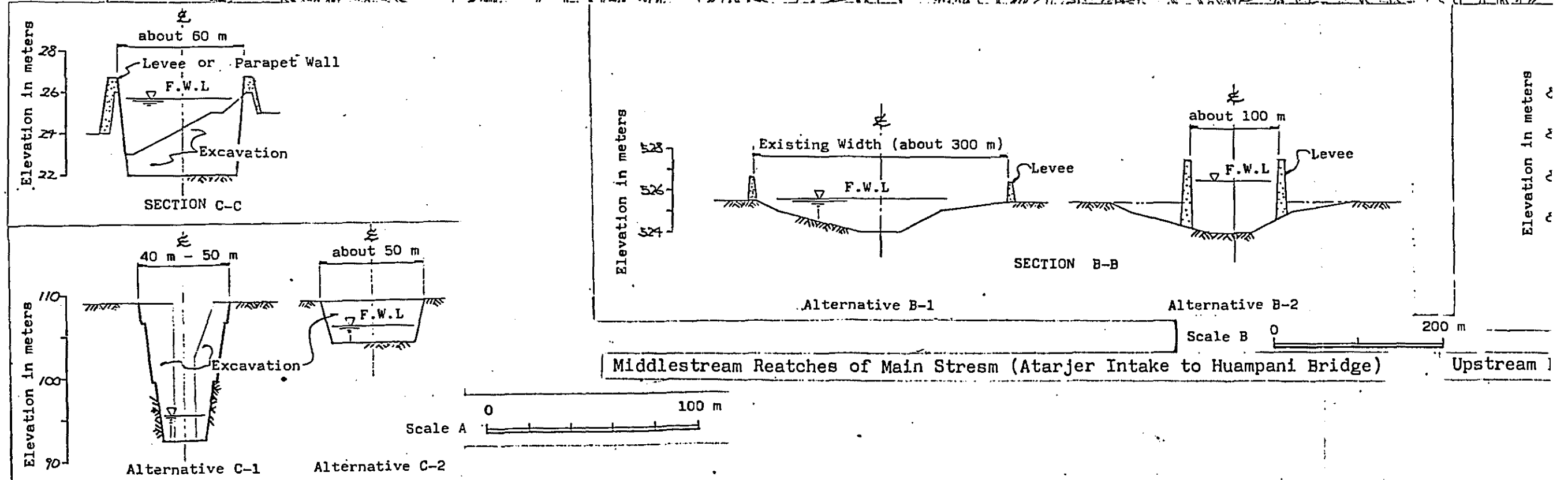
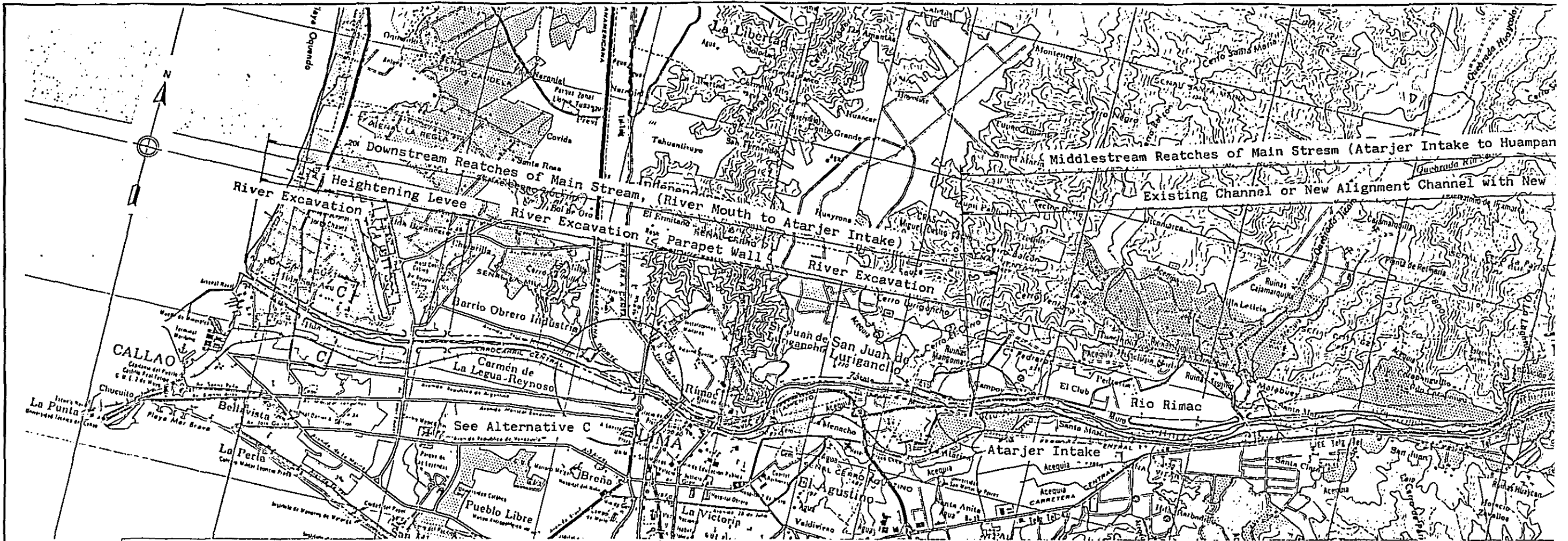
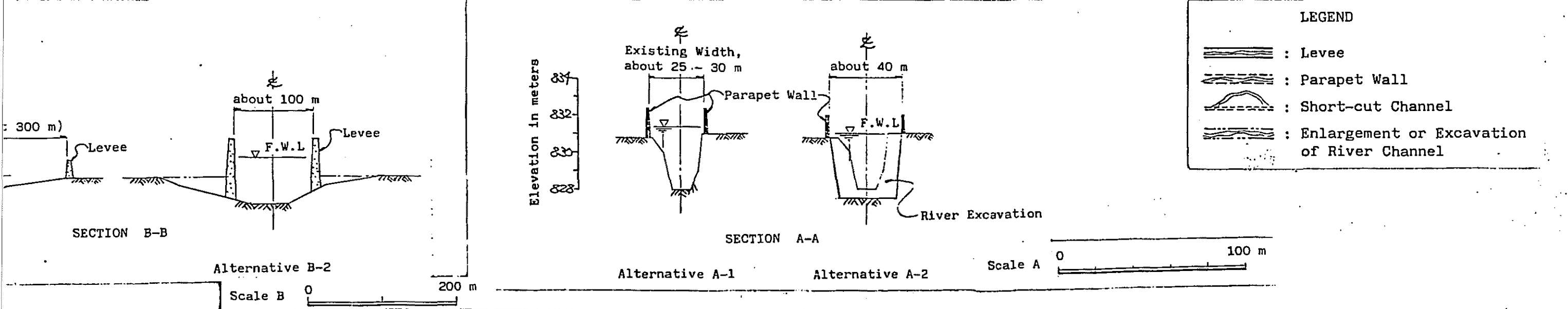
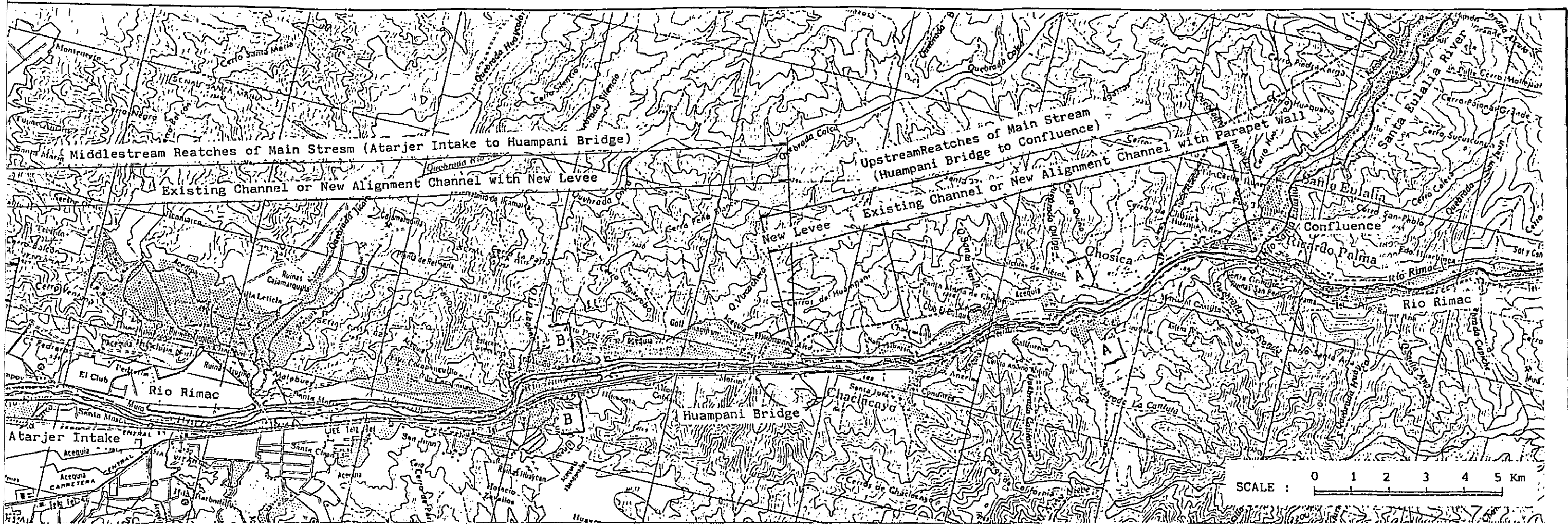


Fig. 4-30 Division of Classification for Study on Inundation Disaster



Downstream Reaches of Main Stream, (River Mouth to Atarjer Intake)

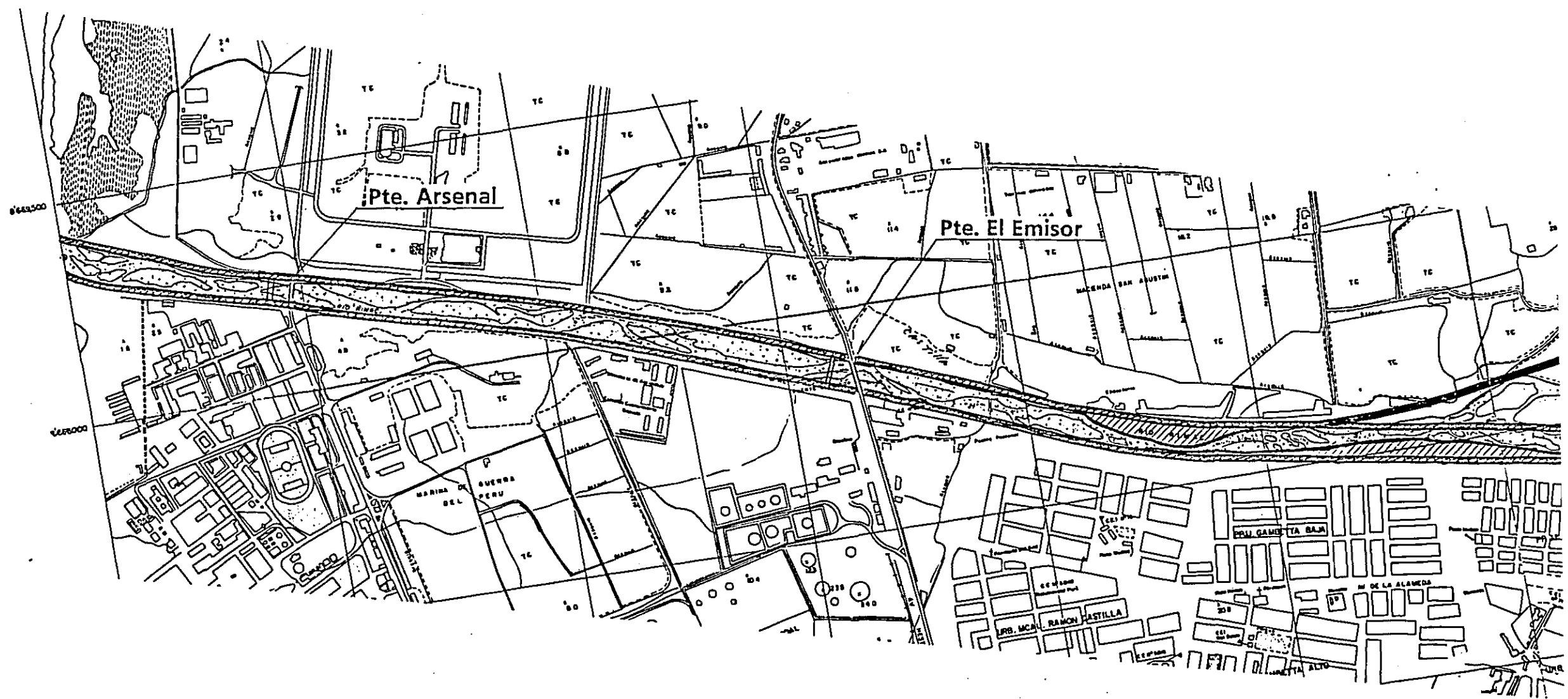
Fig.4-31 Alternative Plans of River



Stream (Atarjer Intake to Huampani Bridge)

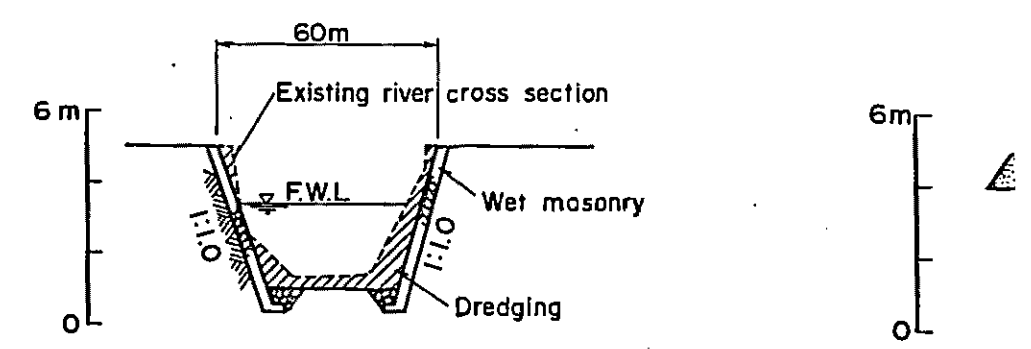
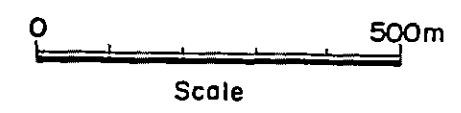
Upstream Reaches of Main Stream (Huampani bridge to Confluence)

Fig.4-31 Alternative Plans of River Channel

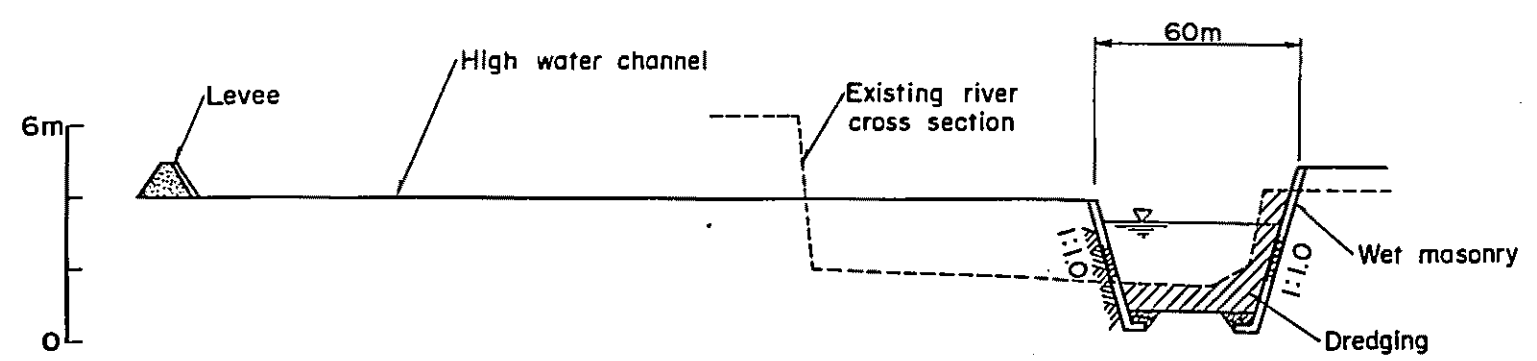
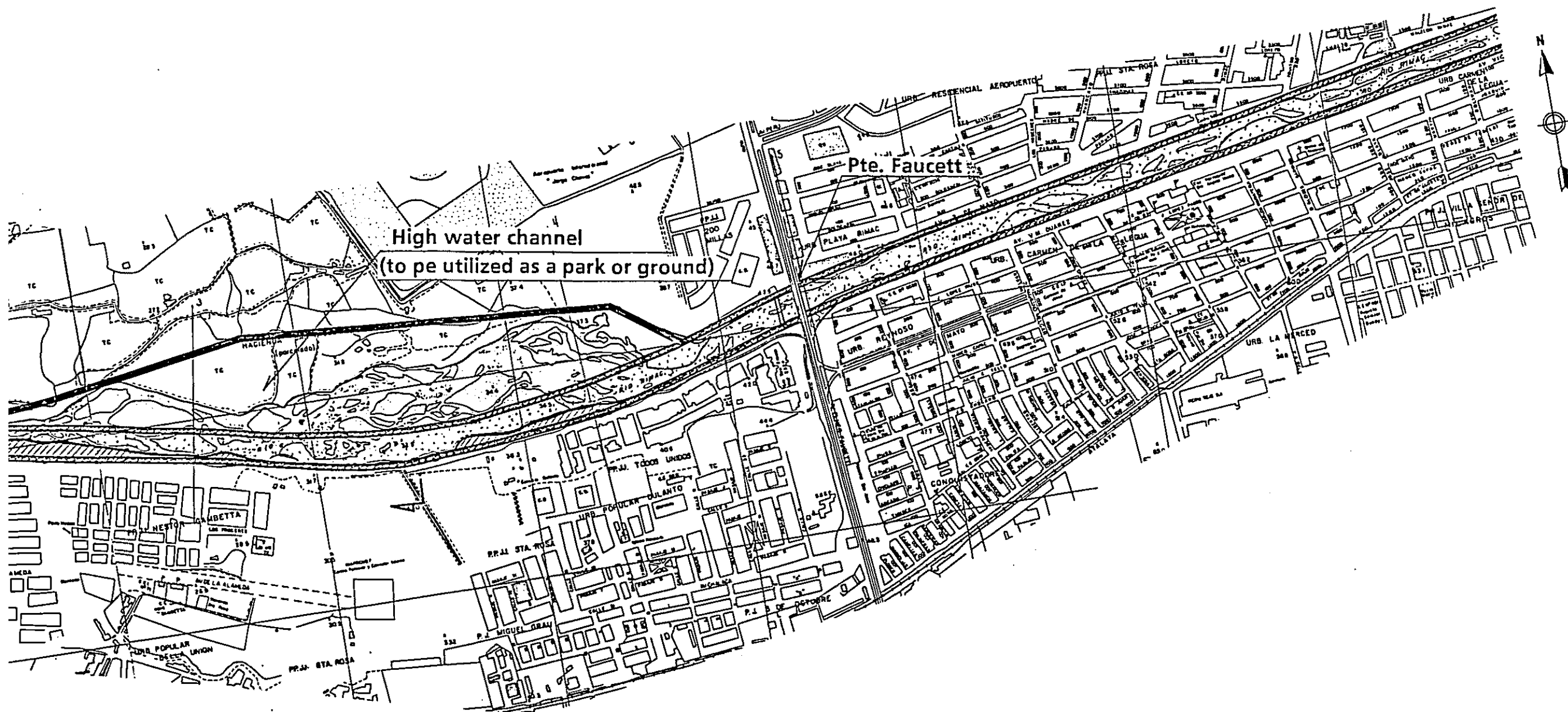


LEGEND

Proposed	Measure / Structure
	; River dredging
	; Enlargement of river channel
	; Levee construction
	; Concrete parapet wall
	; Revetment (Wet masonry)
	; Revetment (Gabion)
	; Revetment (Frame work)
	; Groynes
	; Ground sill
Existing	
	; Levee
	; Parapet wall



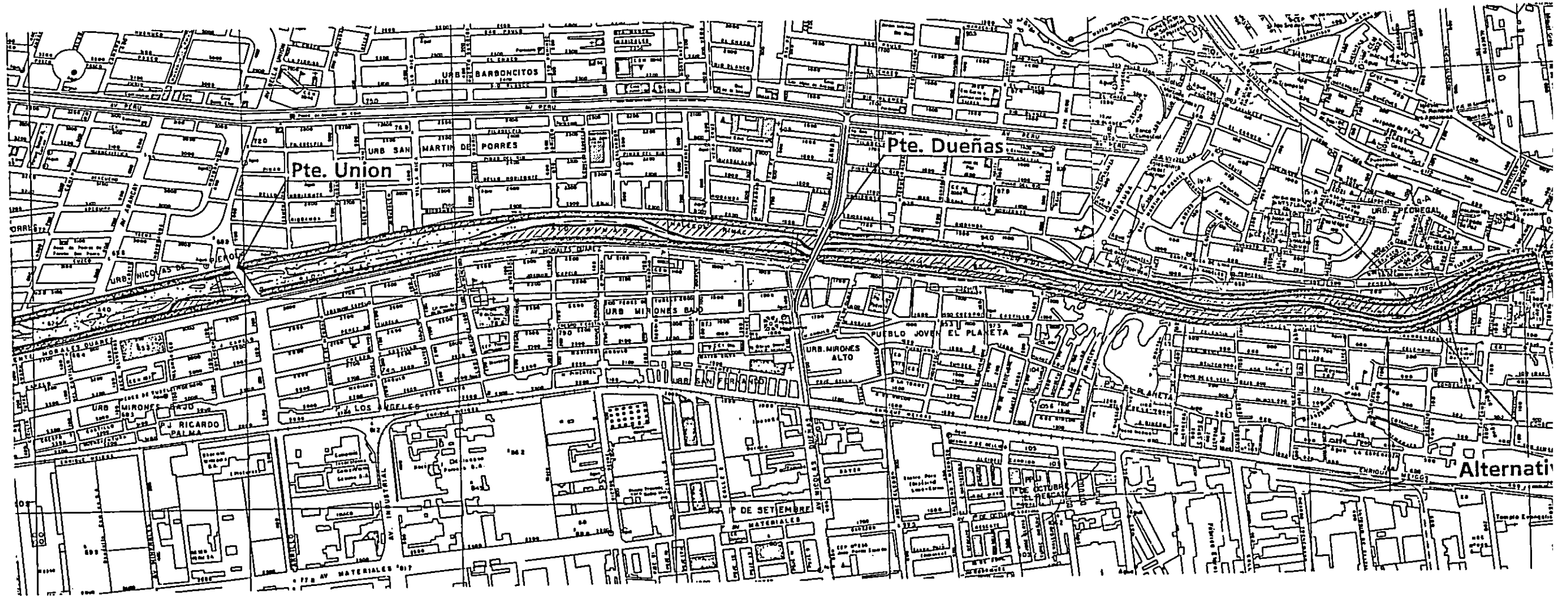
Typical Section
(River mouth - Pte. La Union)



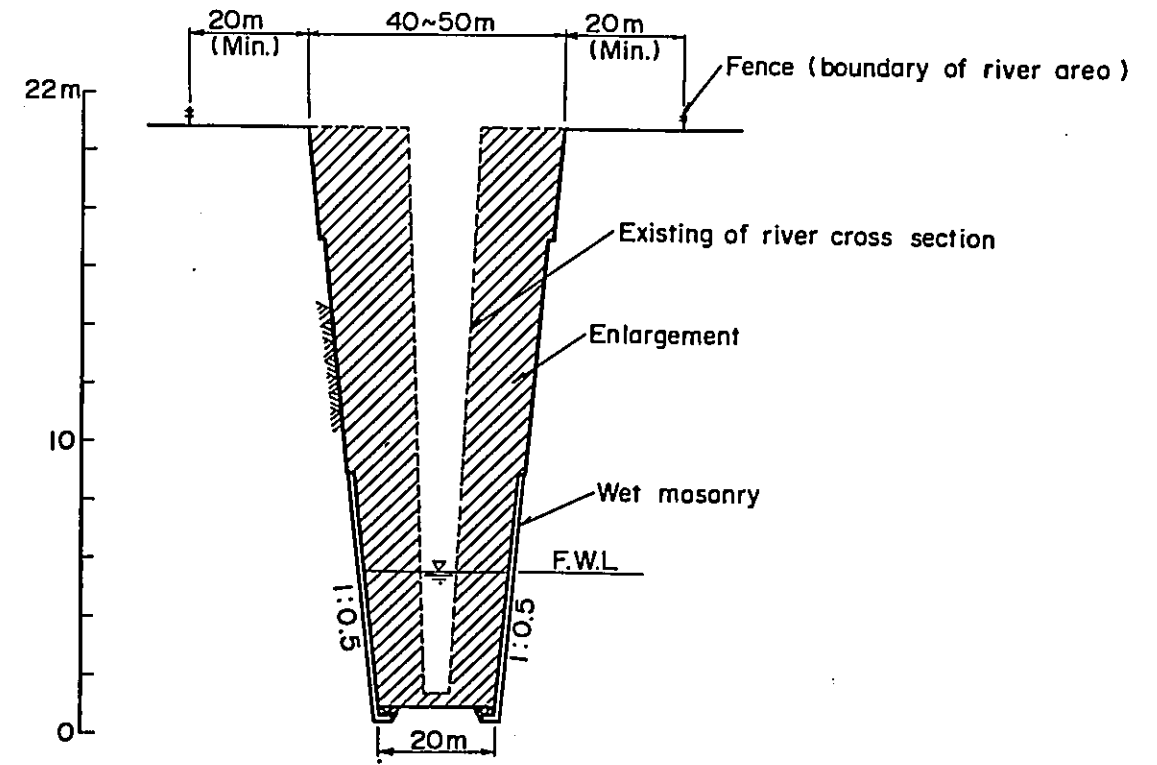
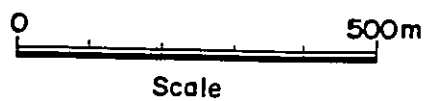
Typical Section at River Stretch having High Water Channel
(down stream of Pte. Faucett, $L=1.8$ km)

Note: This improvement plan is just prepared preliminarily at this master plan study stage, requiring further re-examinations on the basis of more detailed investigation and study.

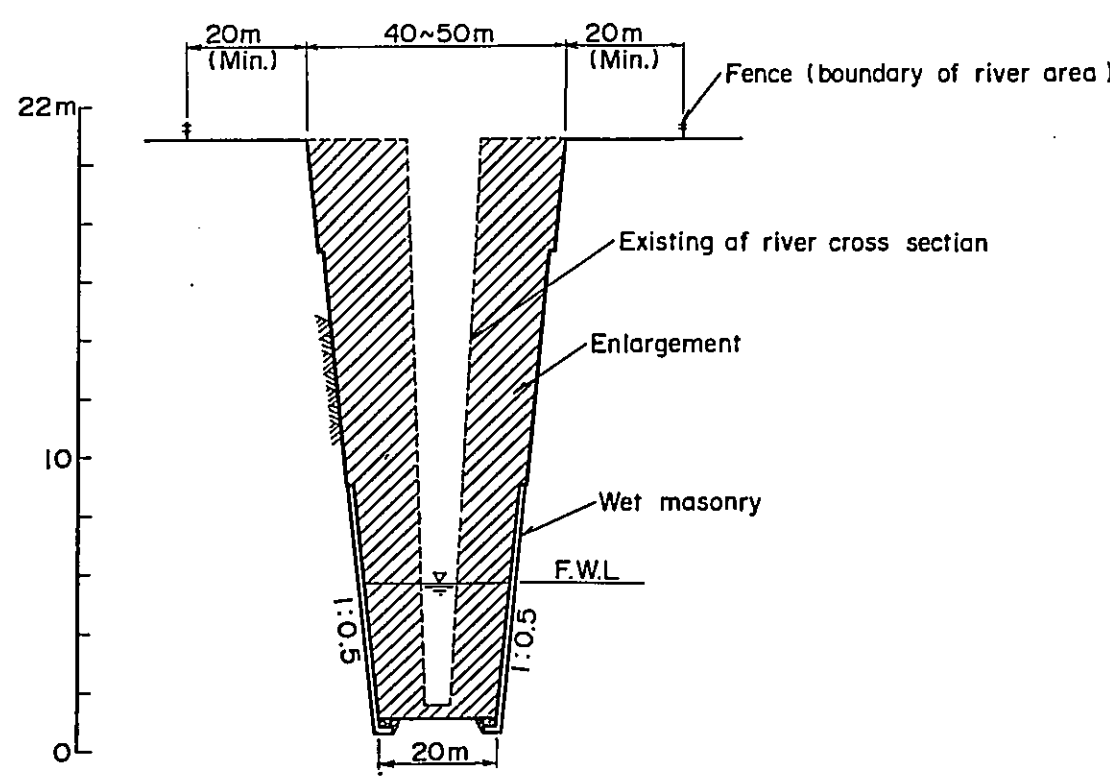
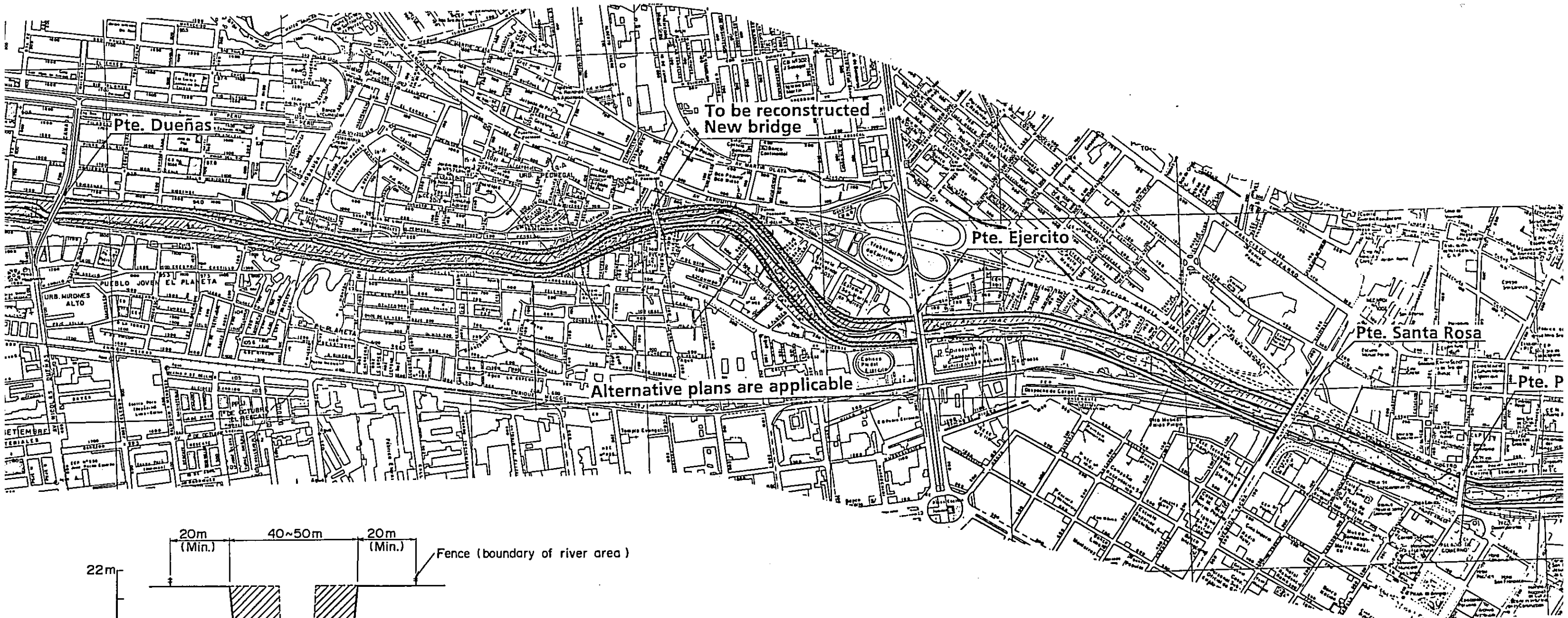
Fig. 4-32 Proposed River Improvement Plan (1/8)



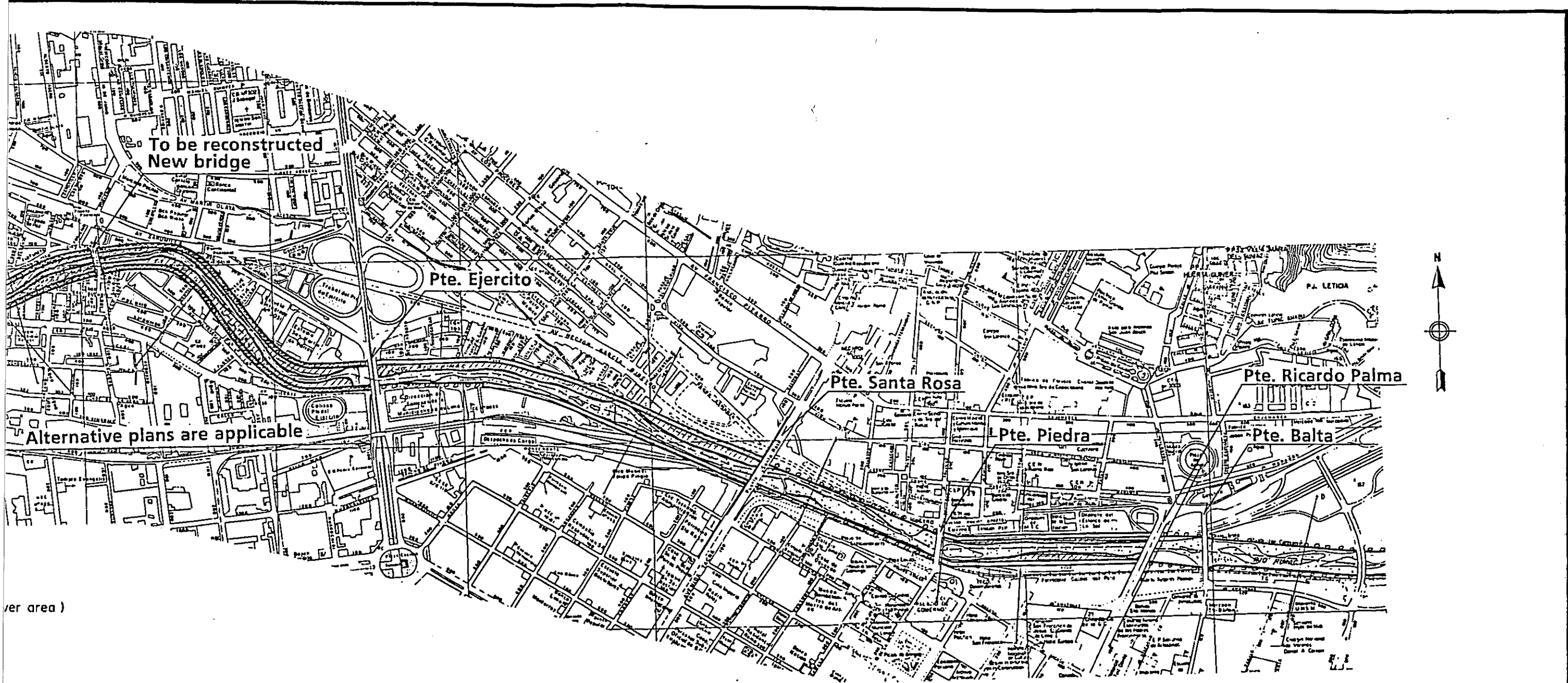
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	: River dredging
	: Enlargement of river channel
	: Levee construction
	: Concrete parapet wall
	: Revetment (Wet masonry)
	: Revetment (Gabion)
	: Revetment (Frame work)
	: Groynes
	: Ground sill
Existing	
	: Levee
	: Parapet wall



Typical Section of Narrow Portion
(Pte. Dueñas - Pte. Ejercito)



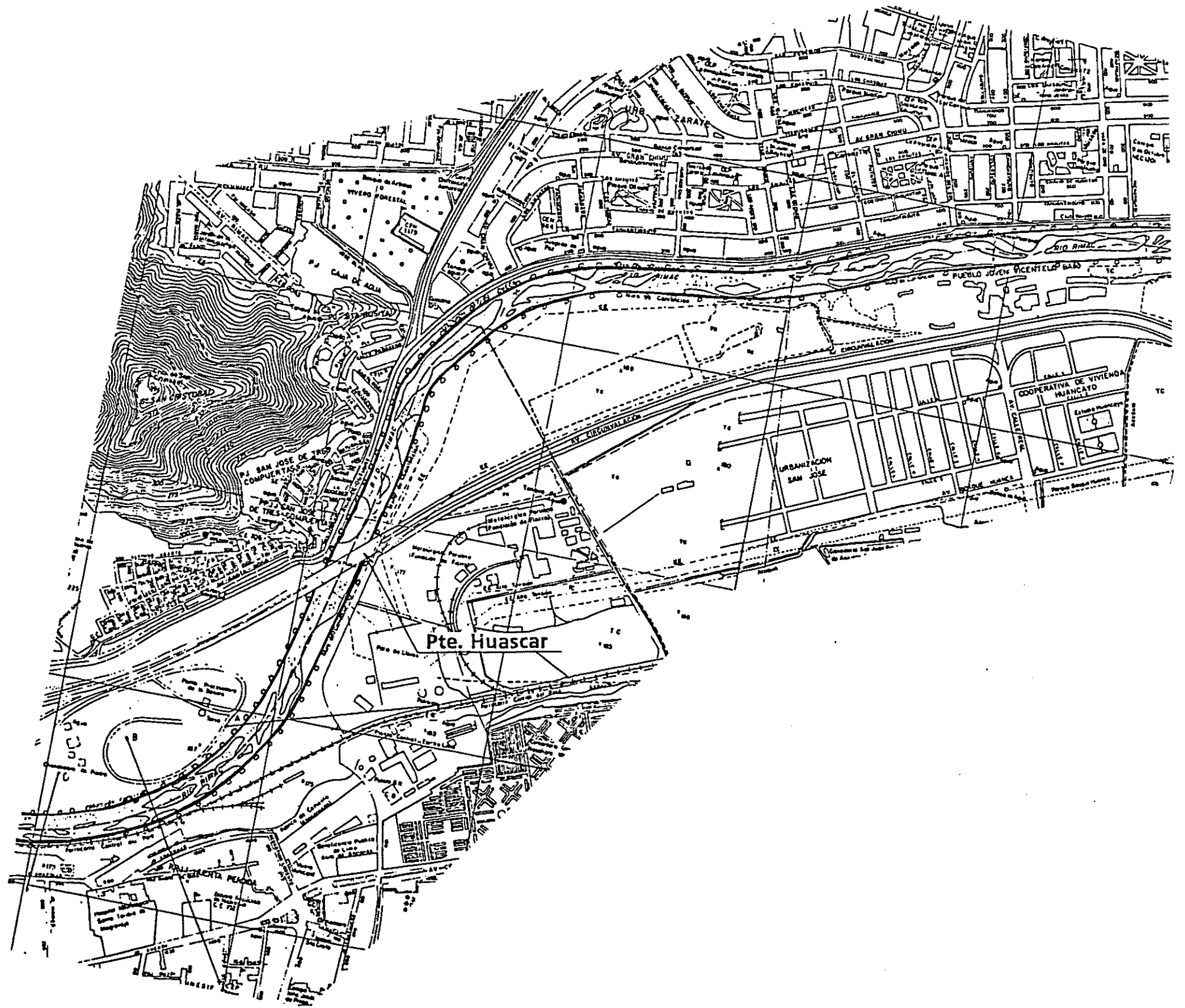
Typical Section of Narrow Portion
(Pte. Dueñas - Pte. Ejercito)



er area)

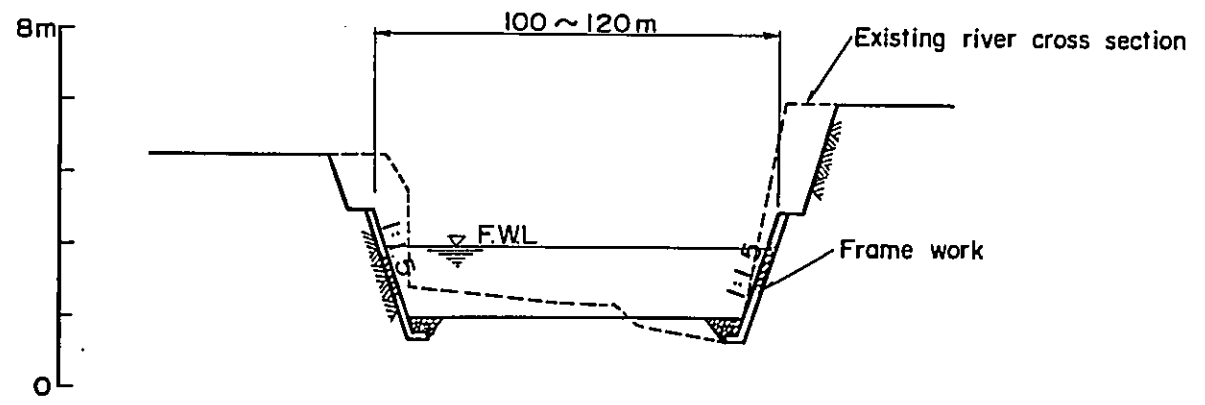
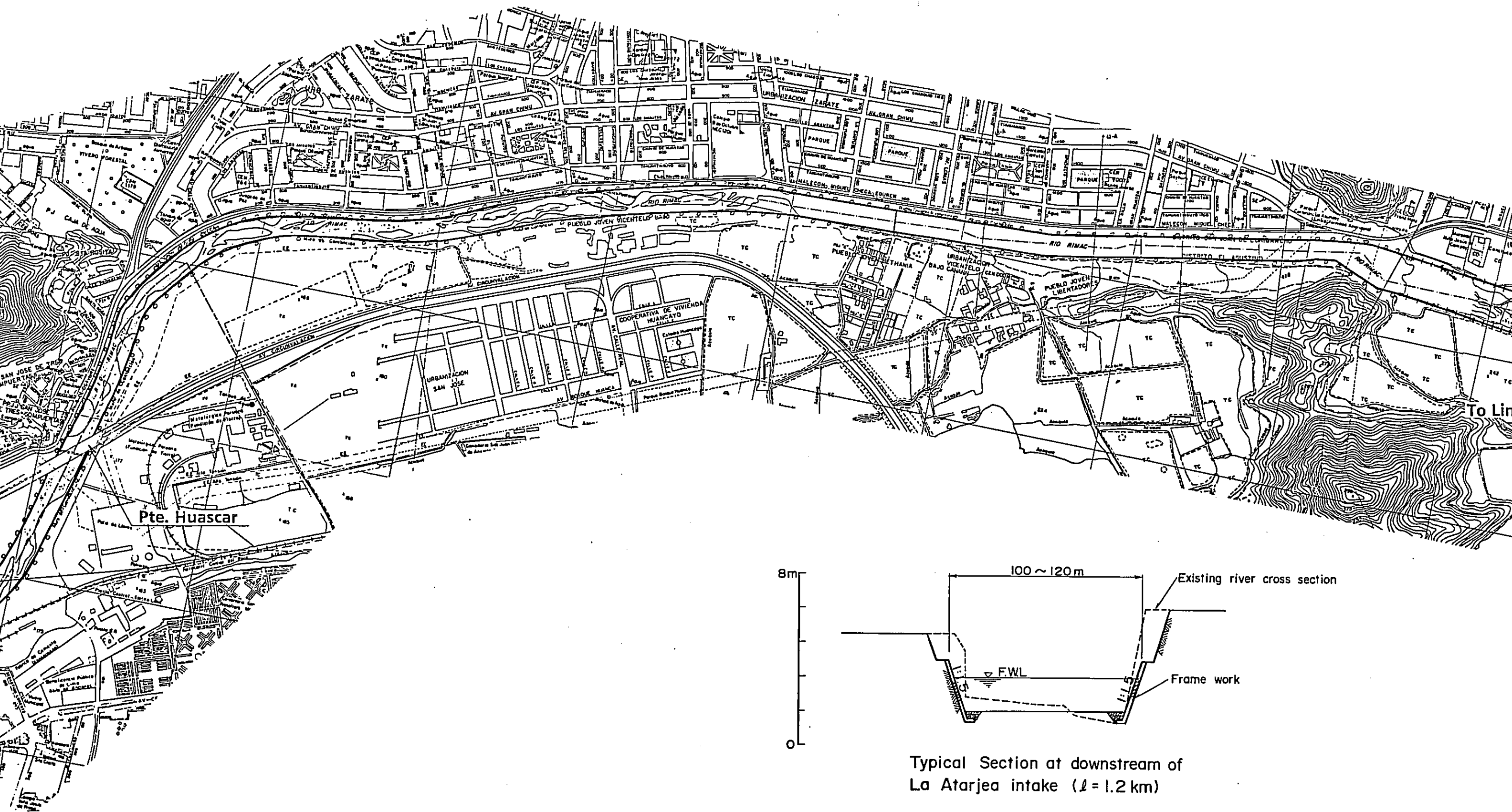
Note: As mentioned in note of Fig. 4-32 (1/8).

Fig.4-32 Proposed River Improvement Plan (2/8)

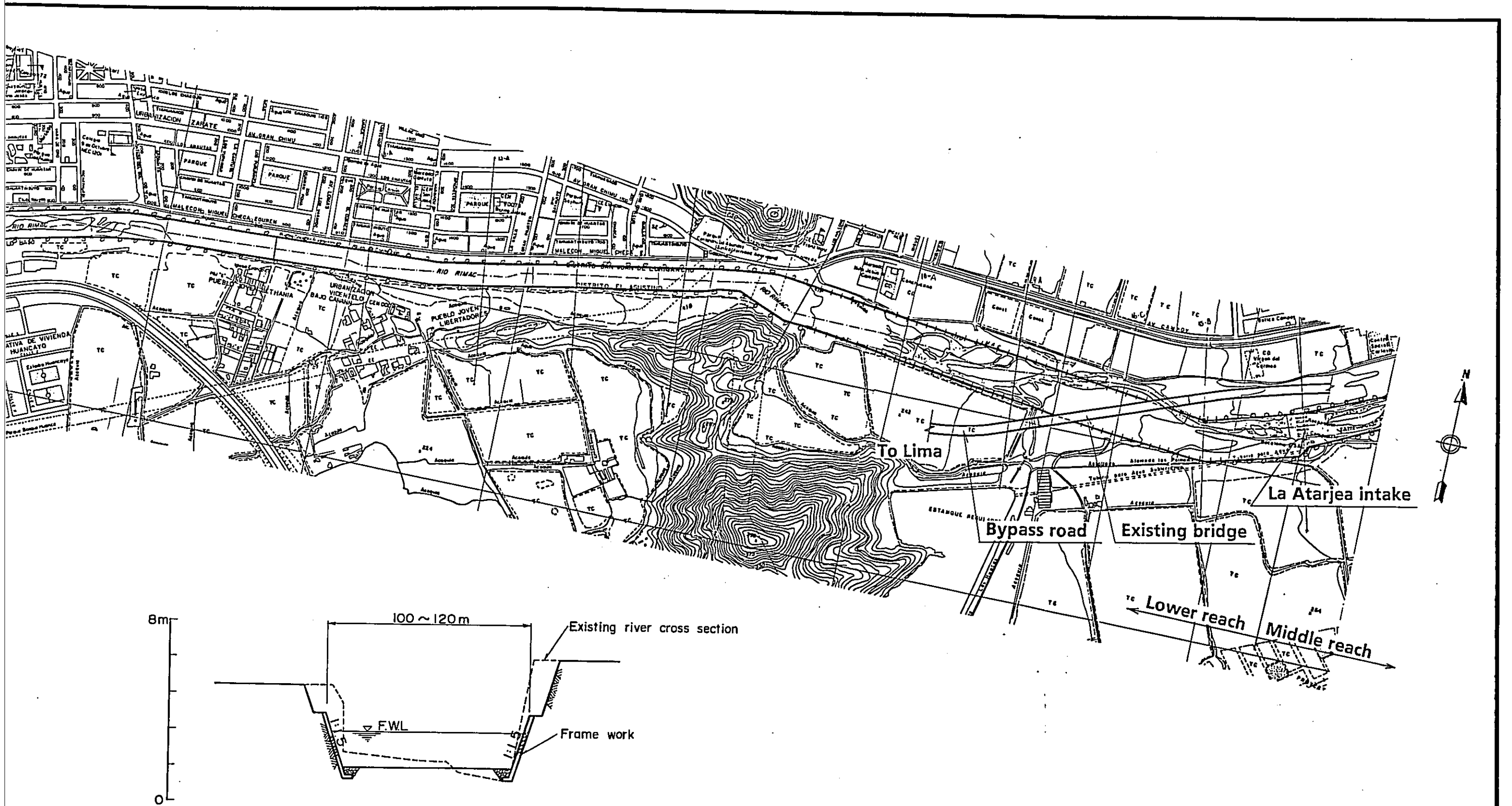


Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groyne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall

0 500m
Scale

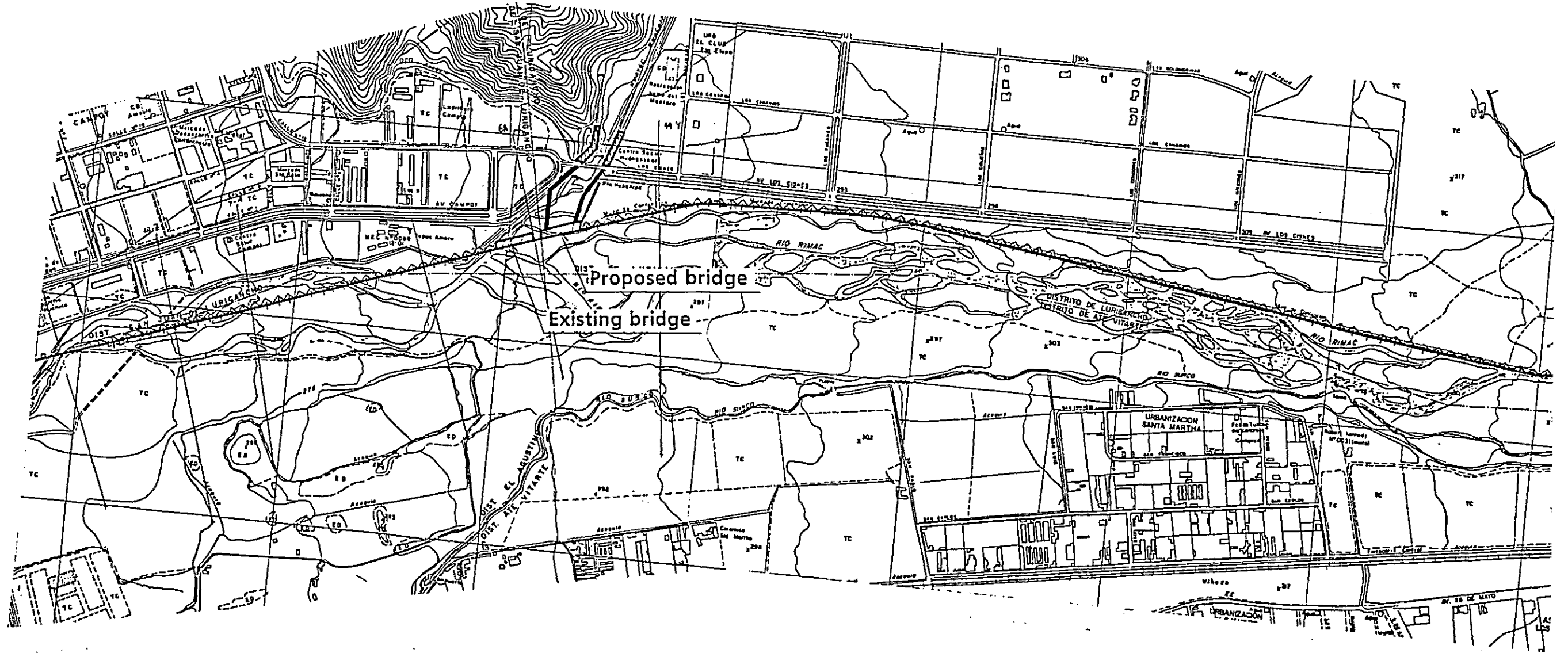


Typical Section at downstream of La Atarjea intake ($l = 1.2$ km)

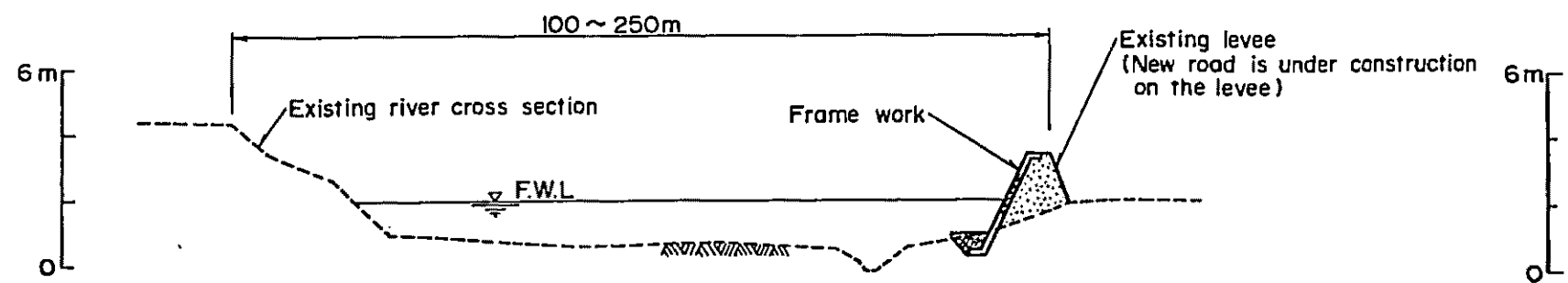
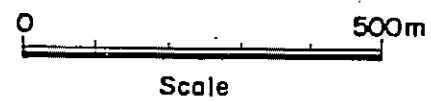


Typical Section at downstream of La Atarjea intake ($l = 1.2$ km)

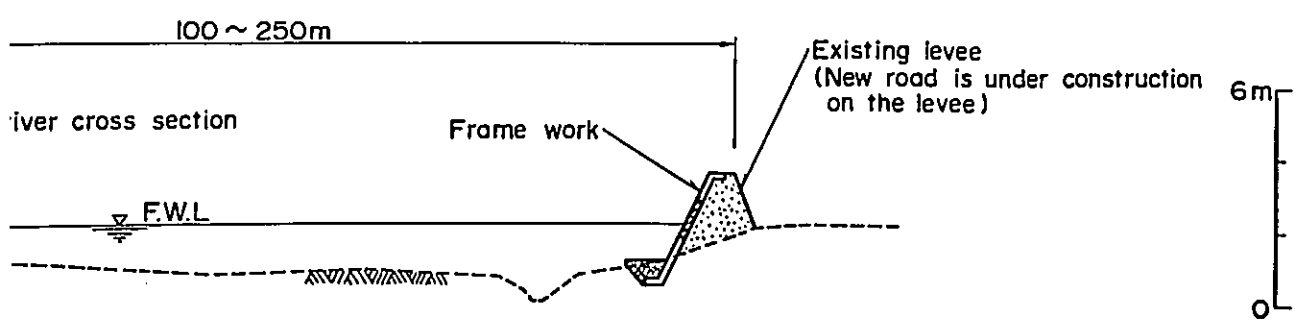
Note: As mentioned in note of Fig. 4-32 (1/8).



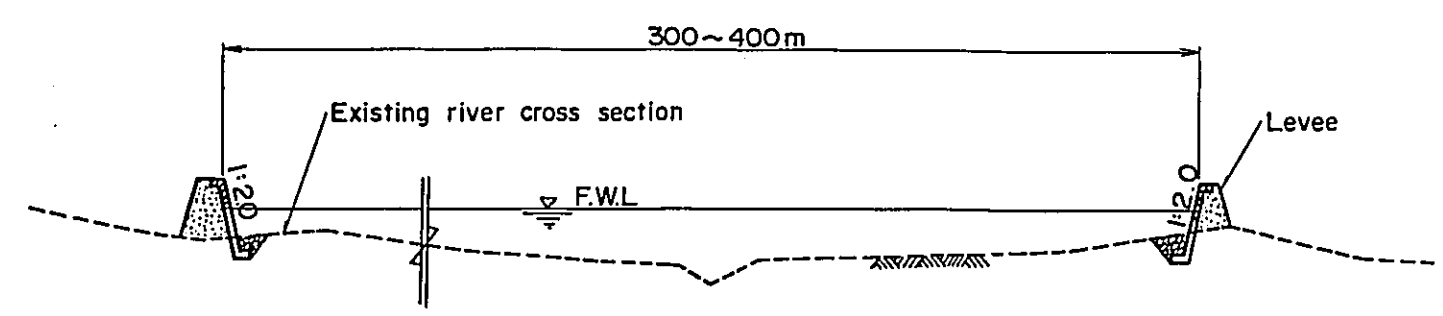
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	; River dredging
	; Enlargement of river channel
	; Levee construction
	; Concrete parapet wall
	; Revetment (Wet masonry)
	; Revetment (Gabion)
	; Revetment (Frame work)
	; Groyne
	; Ground sill
Existing	
	; Levee
	; Parapet wall



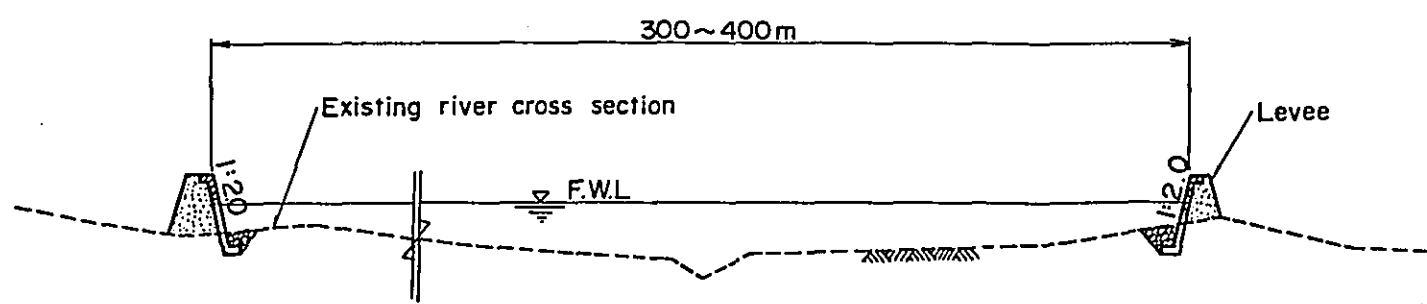
Typical Section at upstream of La Atarjea intake ($l=4.0m$)



Typical Section at upstream of La Atarjea intake ($l=4.0m$)



Typical Section at downstream of Pte. Huachipa ($l=2.2 km$)



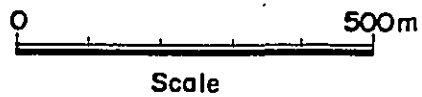
Note: As mentioned in note of Fig. 4-32 (1/8).

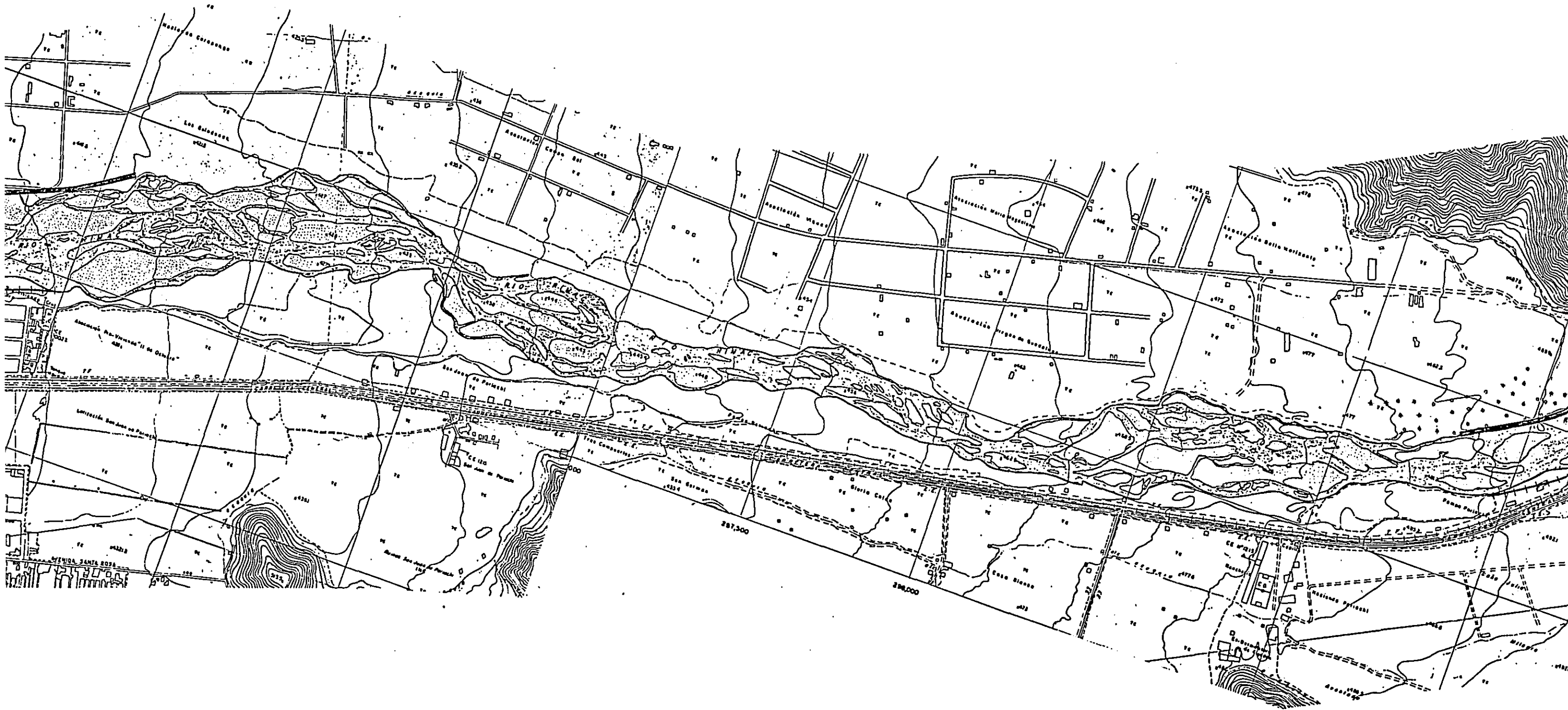
Typical Section at downstream of Pte. Huachipa ($l=2.2$ km)

Fig.4-32 Proposed River Improvement Plan (4/8)



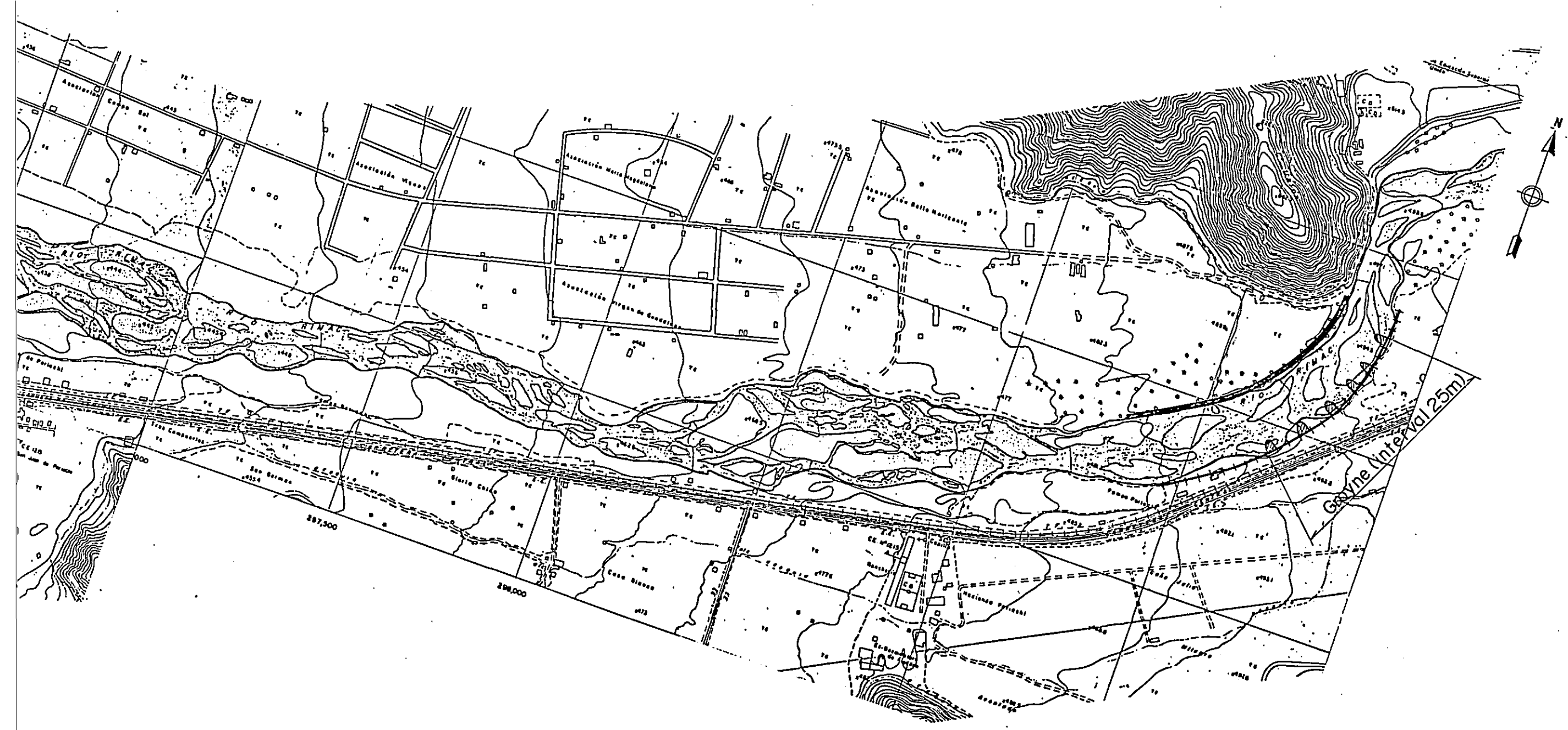
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groyne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall





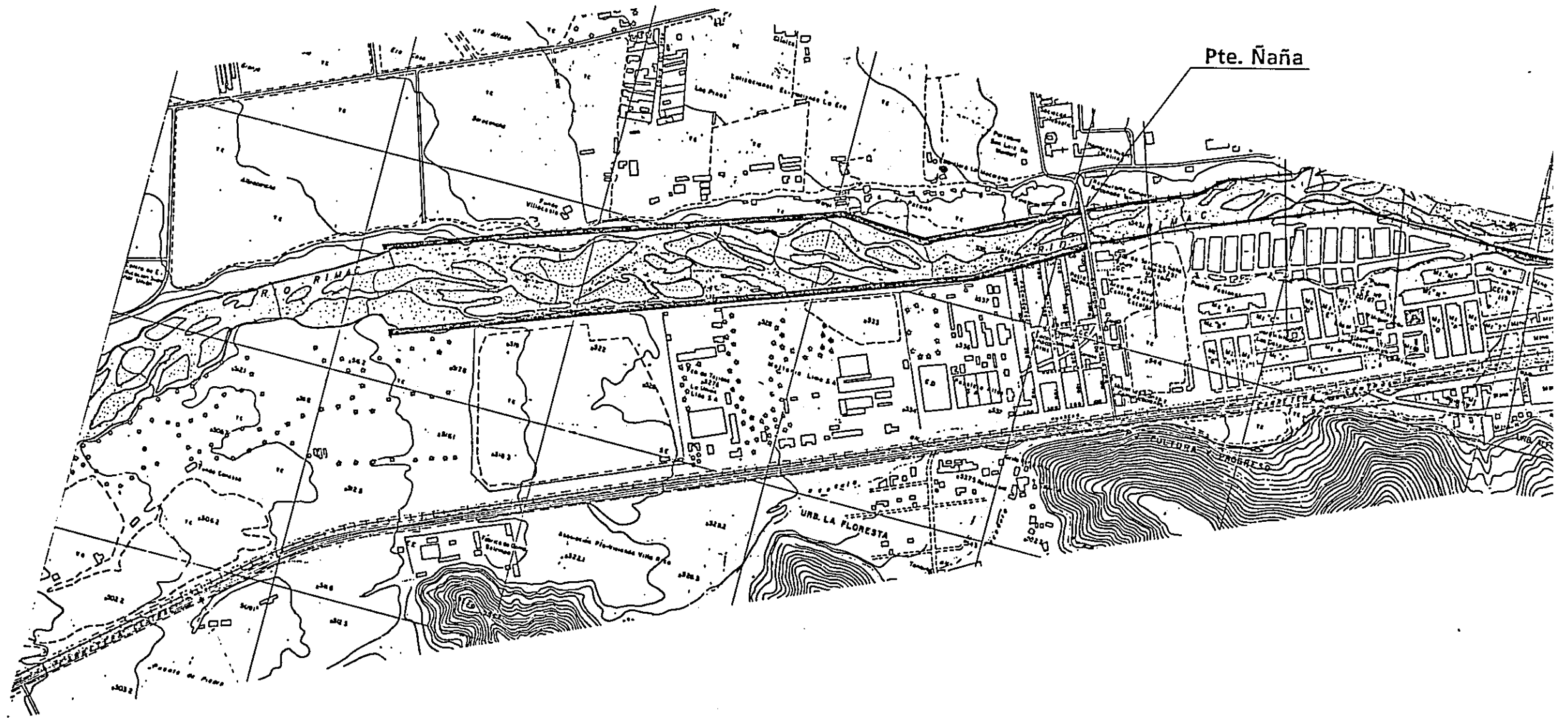
Note

Fig. 4-32 Proposed R

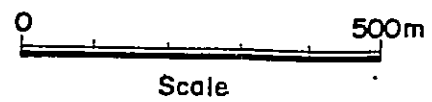


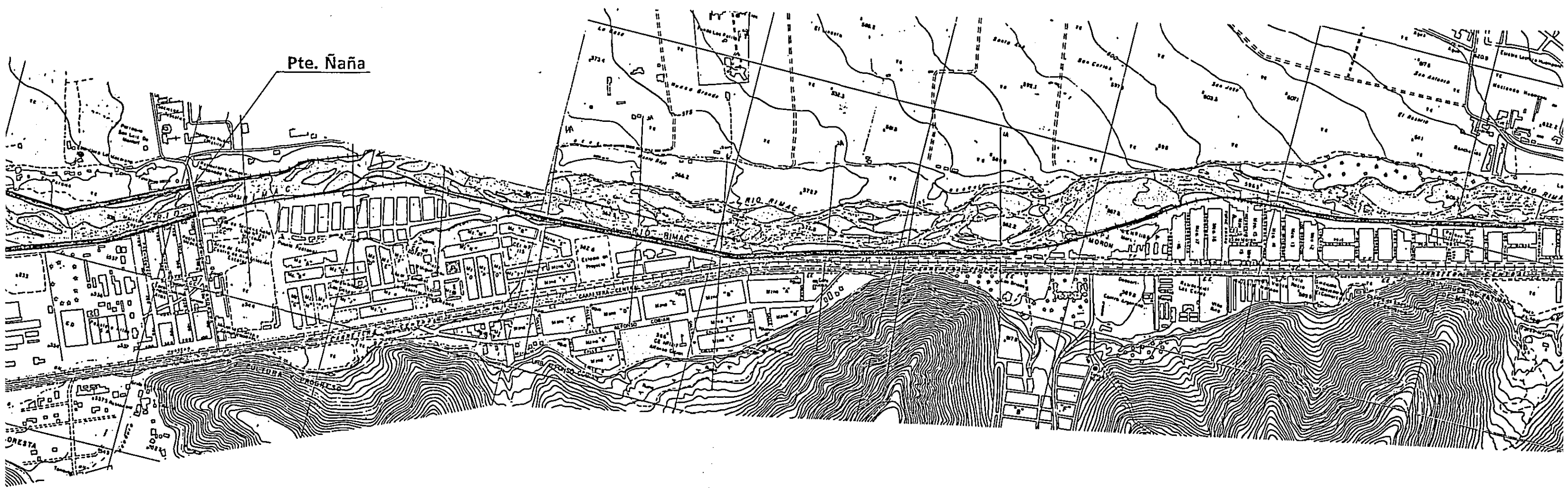
Note: As mentioned in note of Fig. 4-32 (1/8).

Fig. 4-32 Proposed River Improvement Plan (5/8)



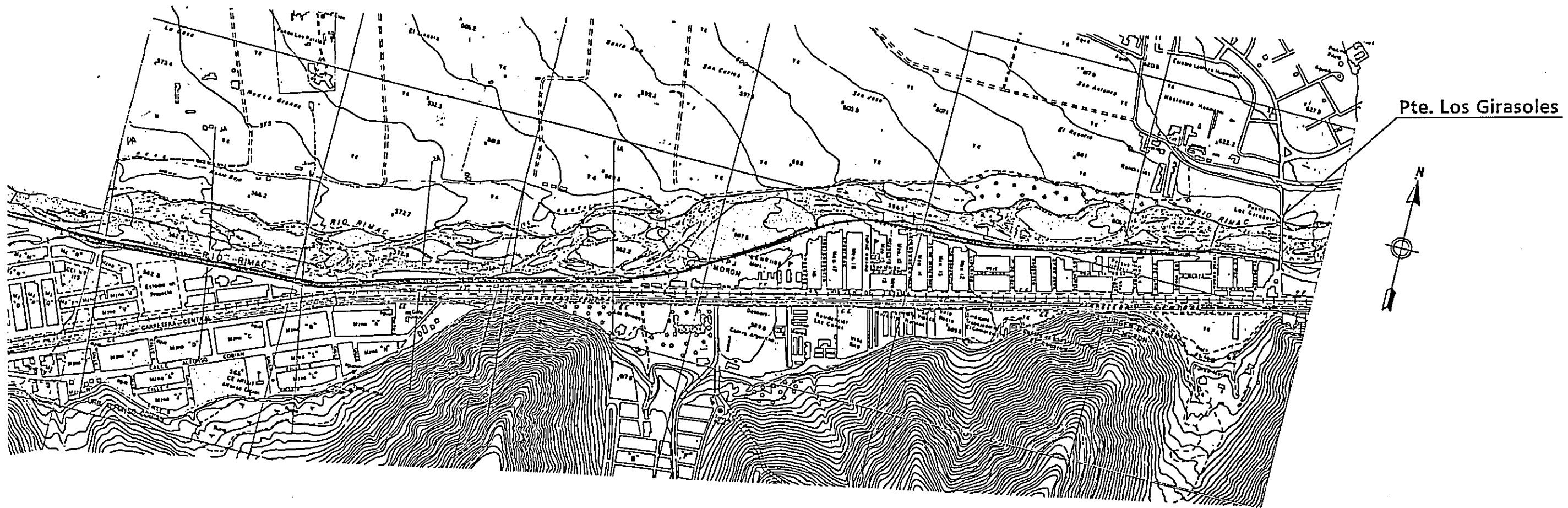
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	; River dredging
	; Enlargement of river channel
	; Levee construction
	; Concrete parapet wall
	; Revetment (Wet masonry)
	; Revetment (Gabion)
	; Revetment (Frame work)
	; Groyne
	; Ground sill
Existing	
	; Levee
	; Parapet wall





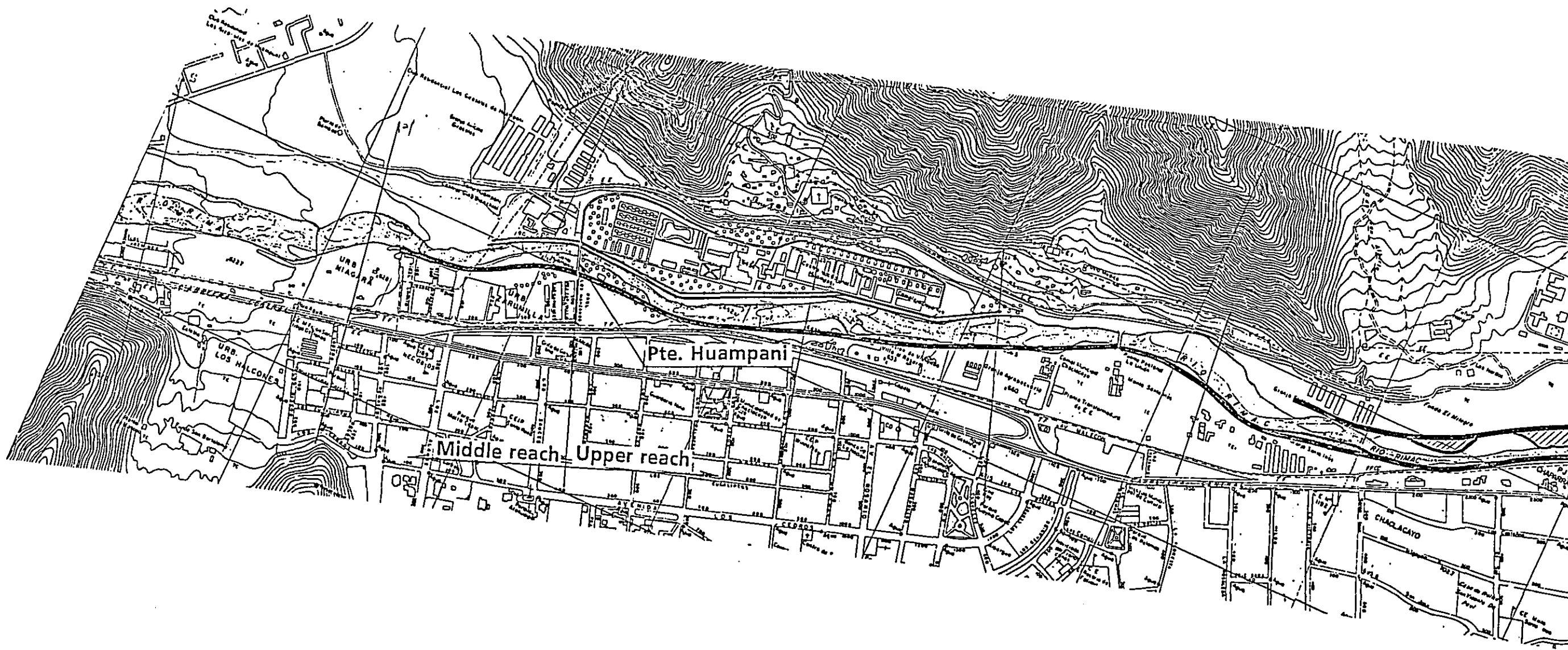
Note: As
Fi

Fig.4-32 Proposed River

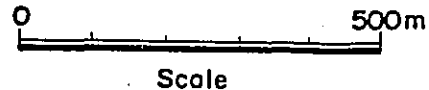


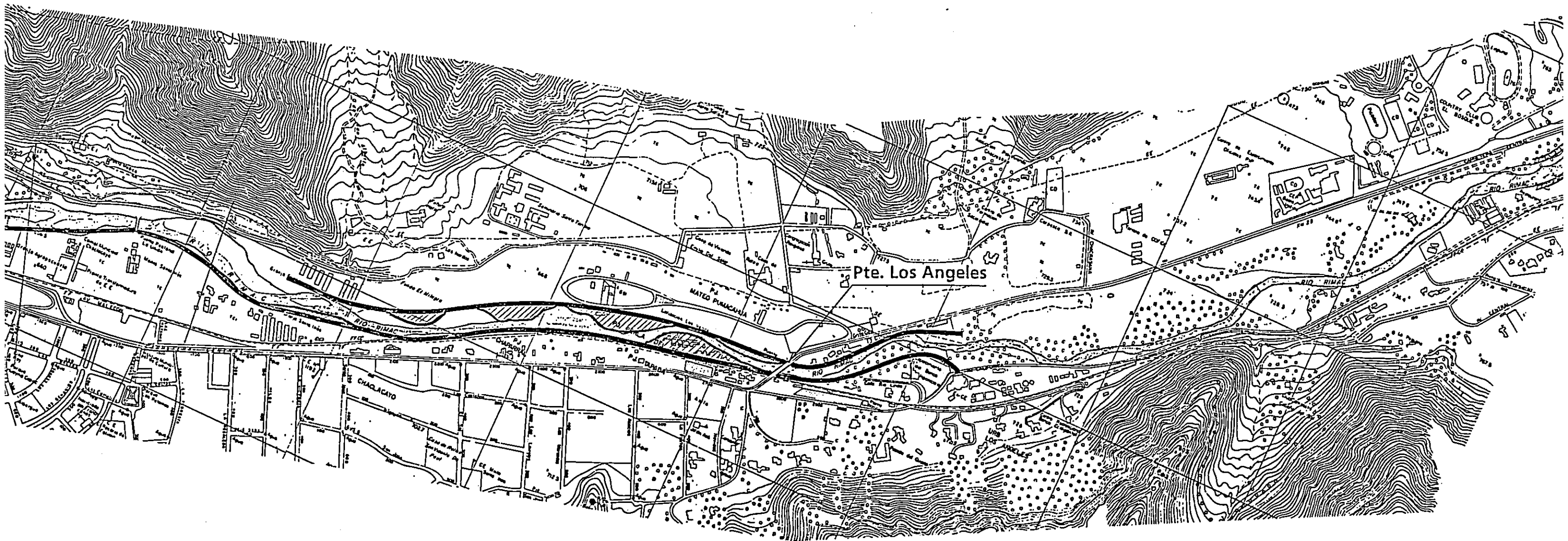
Note: As mentioned in note of
Fig. 4-32 (1/8).

Fig.4-32 Proposed River Improvement Plan (6/8)



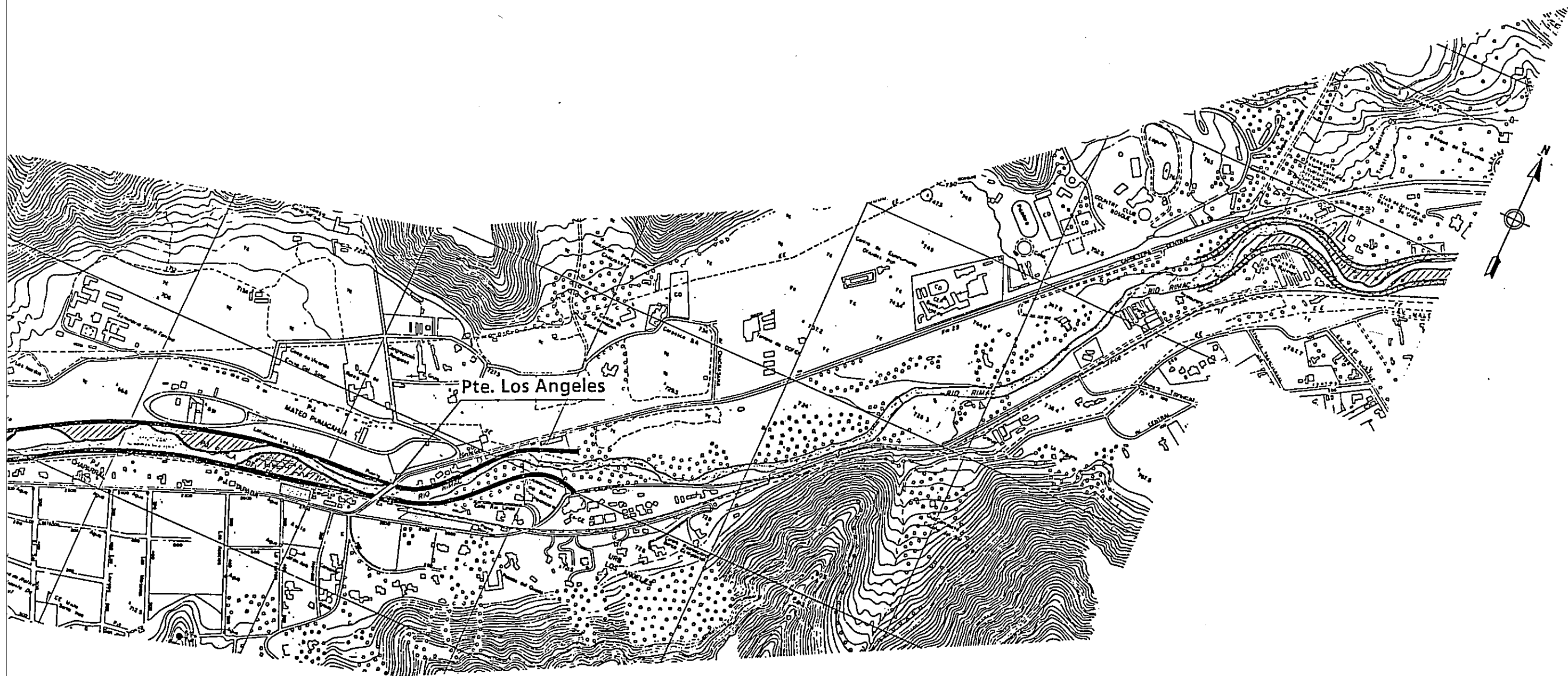
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groyne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall





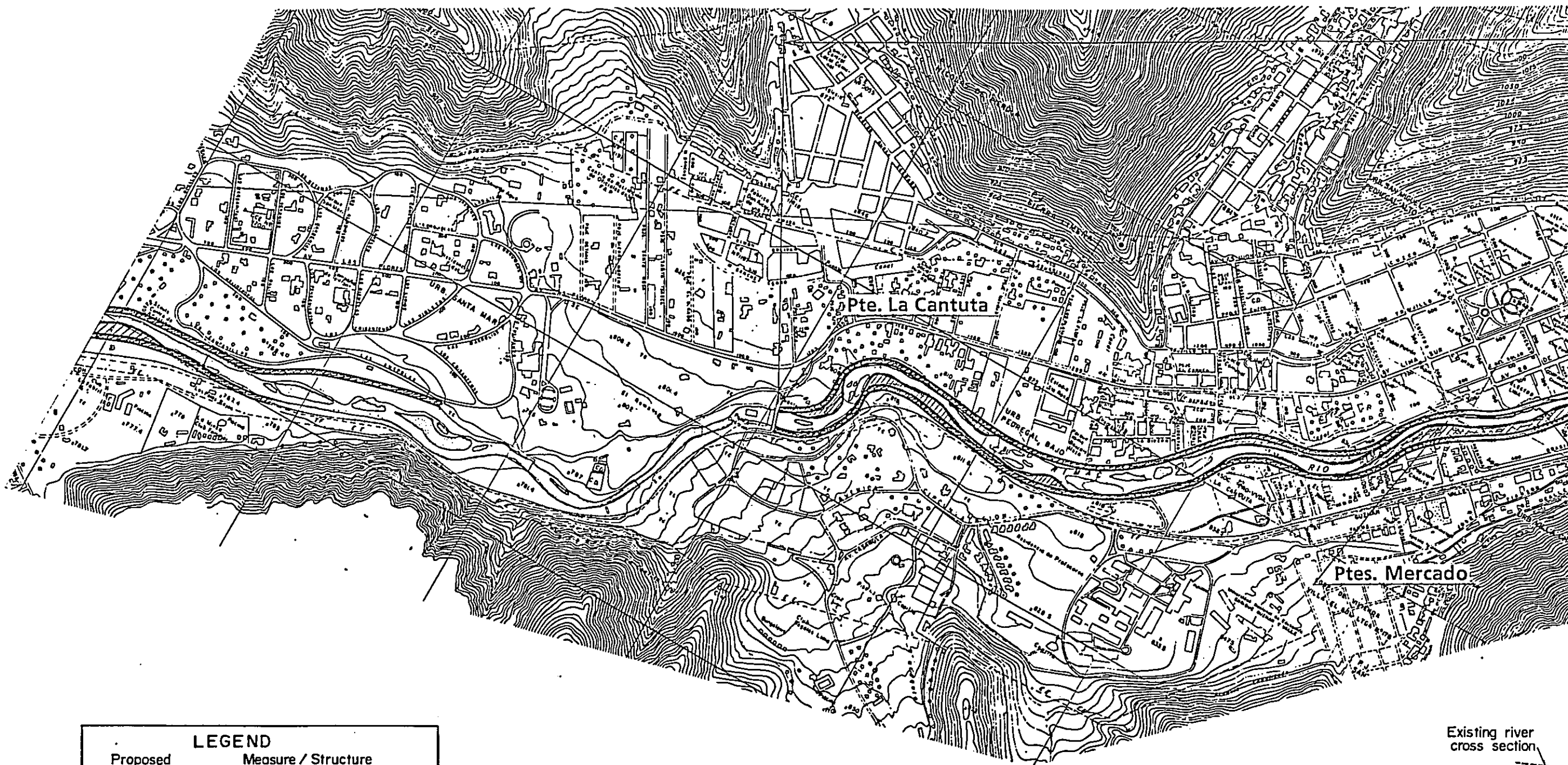
Note: As me
Fig. 4

Fig.4-32 Proposed River Ir

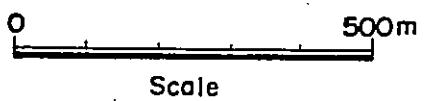


Note: As mentioned in note of
Fig. 4-32 (1/8).

Fig. 4-32 Proposed River Improvement Plan (7/8)

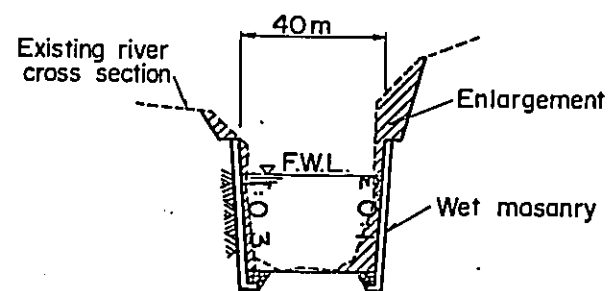
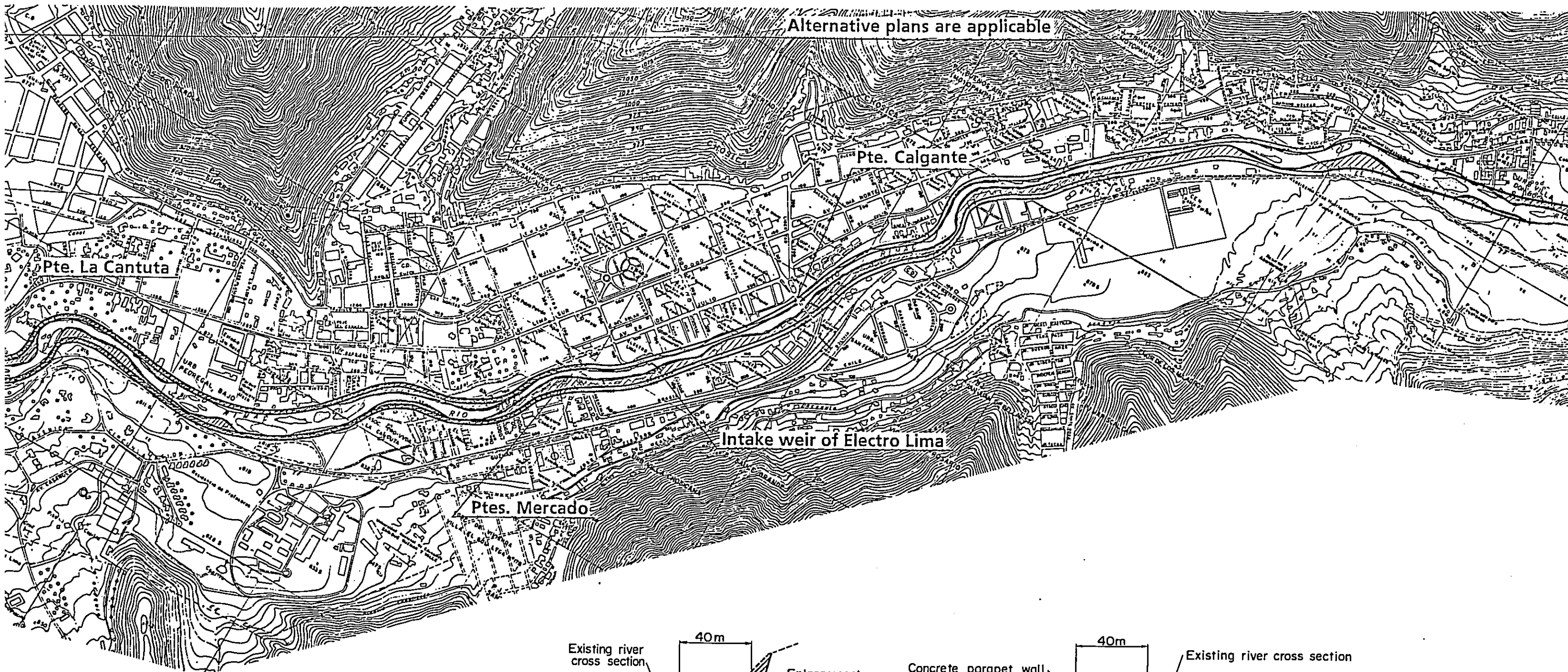


LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Grayne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall

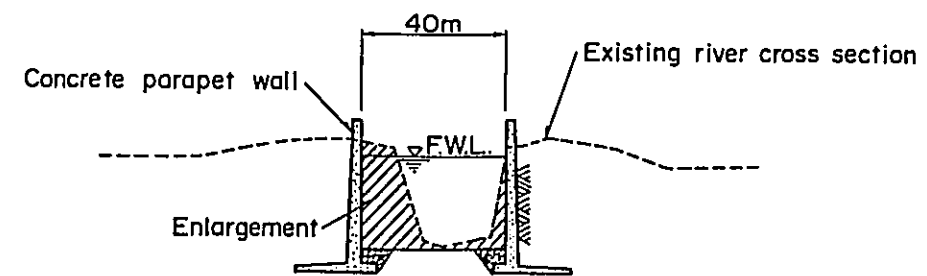


Existing river cross section

Typical in Chos

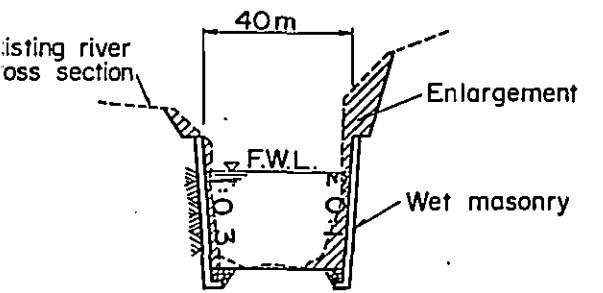
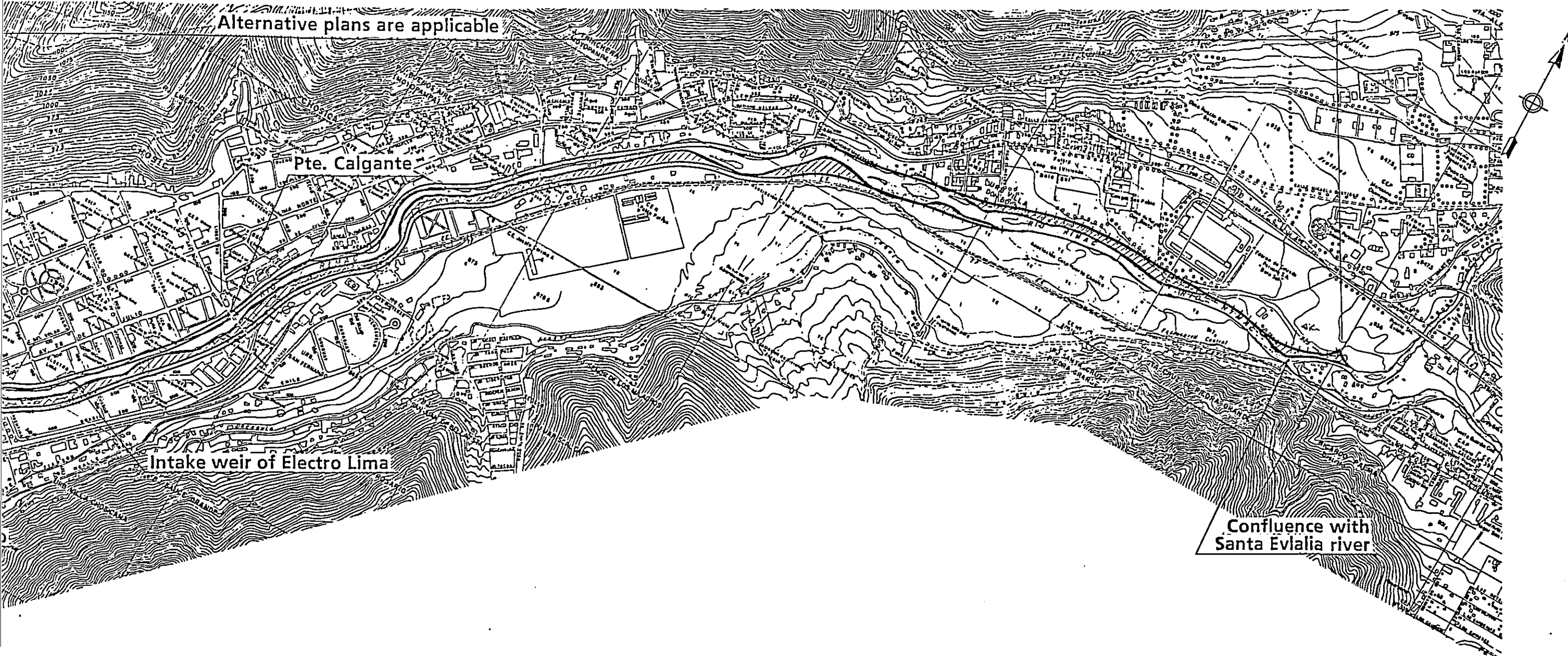


Typical Section at downstream portion
in Chosica Town ($l=2.0$ km)

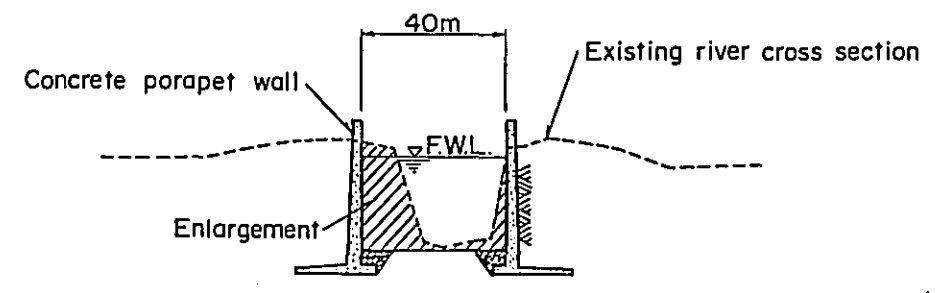


Typical Section at upstream portion
in Chosica Town ($l=2.5$ km)

(Note: Existing parapet wall at right bank
can be utilized by repair/heightening.)



Typical Section at downstream portion in Chosica Town ($l=2.0$ km)

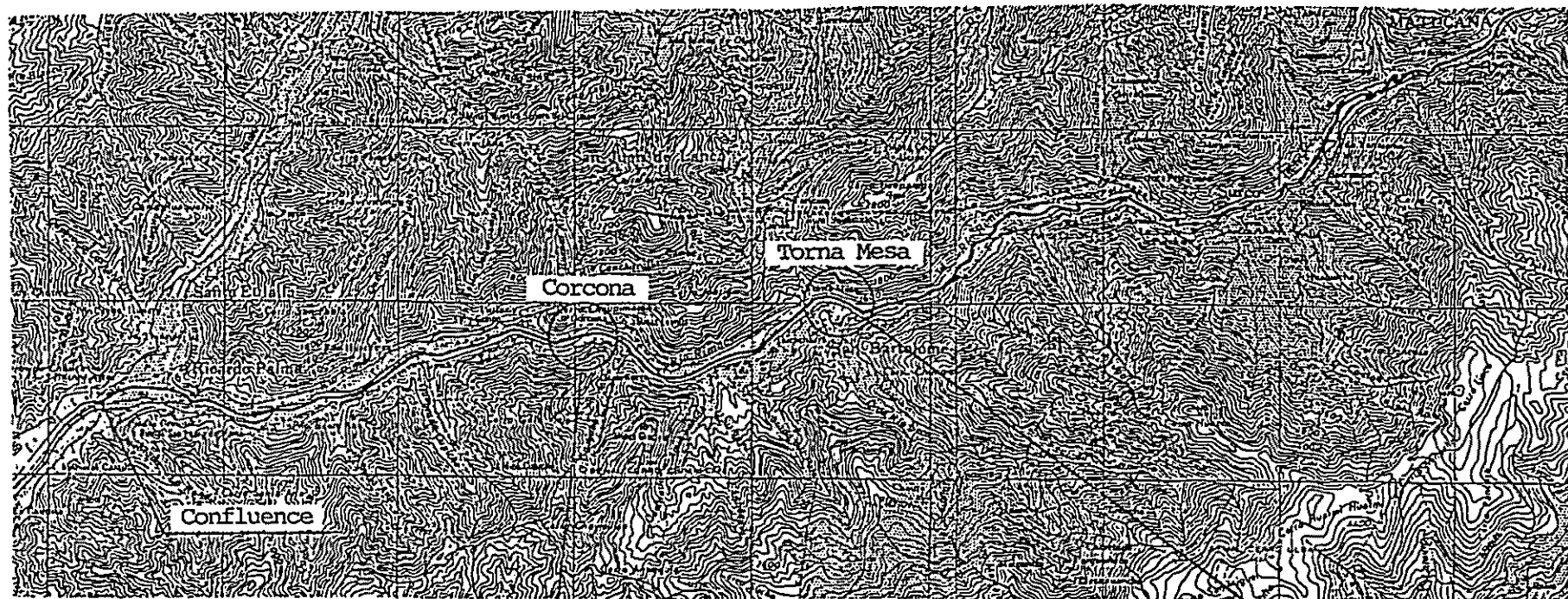


Typical Section at upstream portion in Chosica Town ($l=2.5$ km)

(Note: Existing parapet wall at right bank can be utilized by repair/heightening.)

Note: As mentioned in note of Fig. 4-32 (1/8).

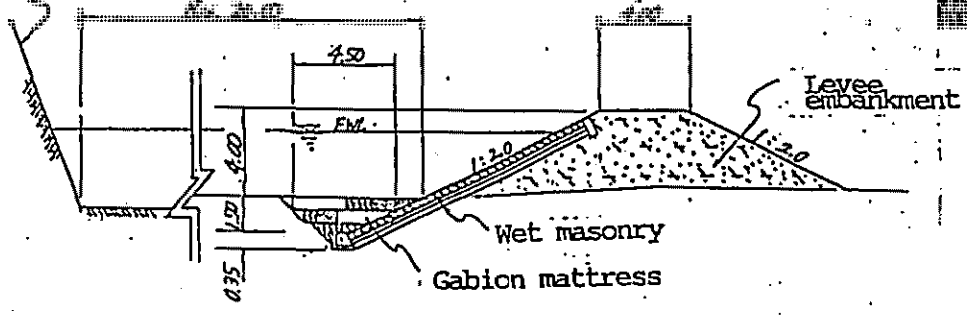
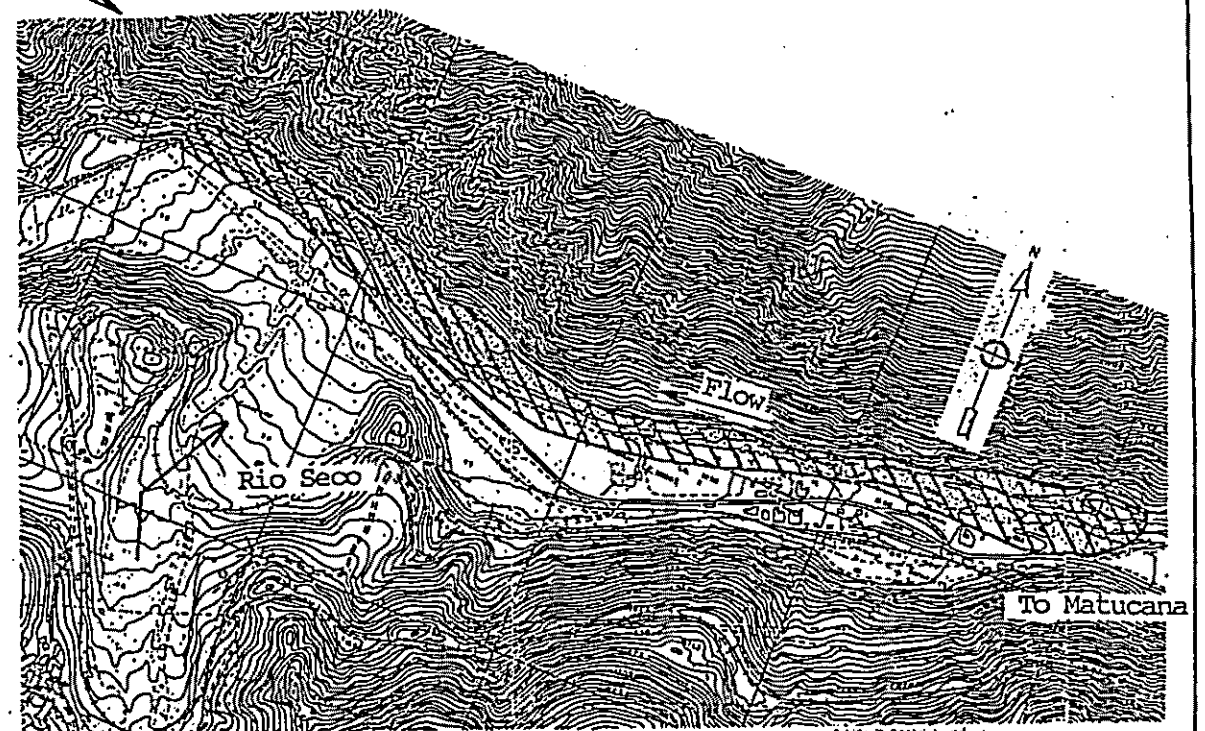
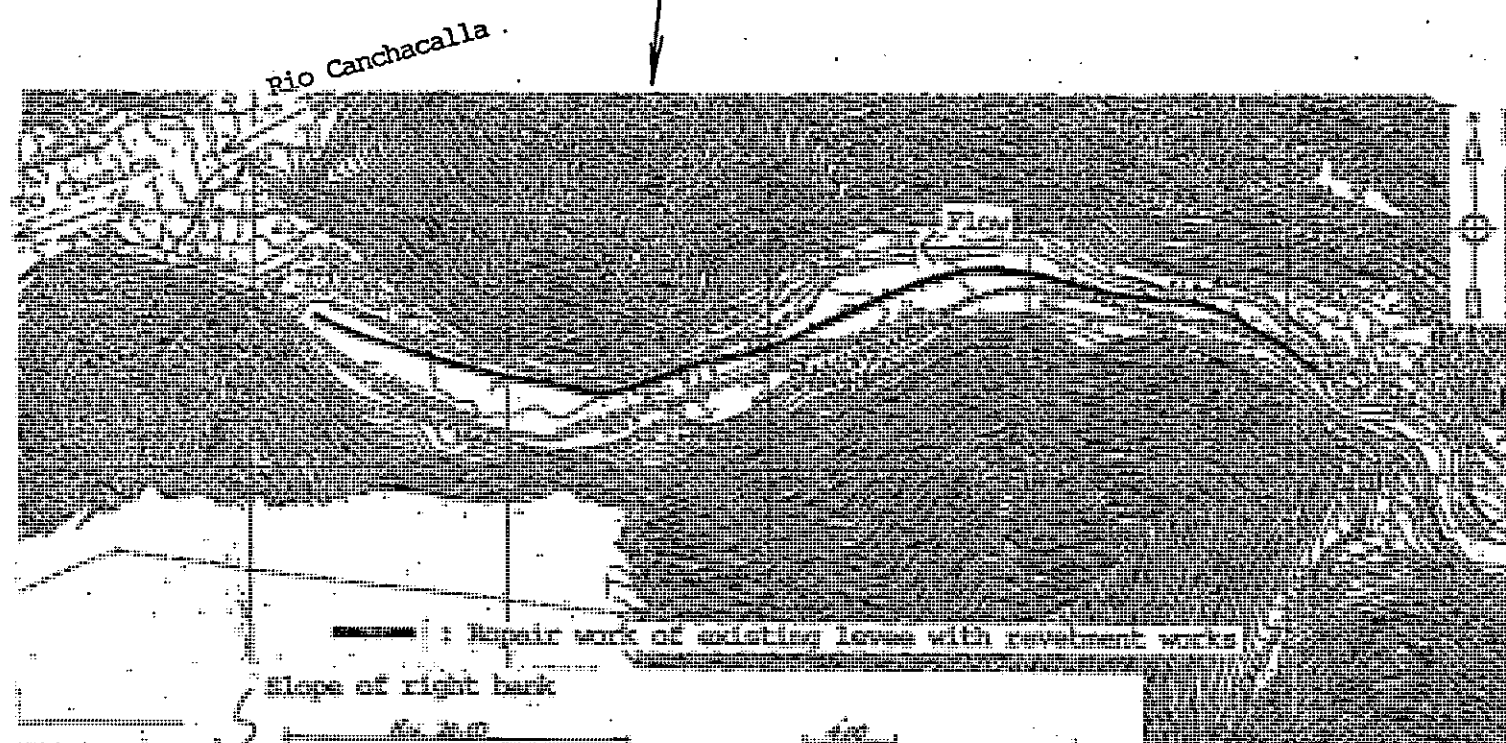
Fig.4-32 Proposed River Improvement Plan (8/8)



General Map 0 10km scale

Approximate Work Quantity

- 1. Corcona area
 - Embankment : 48,000m³ (Repair work)
 - Revetment : 1,000m
- 2. Torna Mesa area
 - Dredging & Revetment : 2,000m



Typical Section

0 5km scale

Fig.4-33 Proposed Structural Plan of Group (B) (from confluence to Matucana)

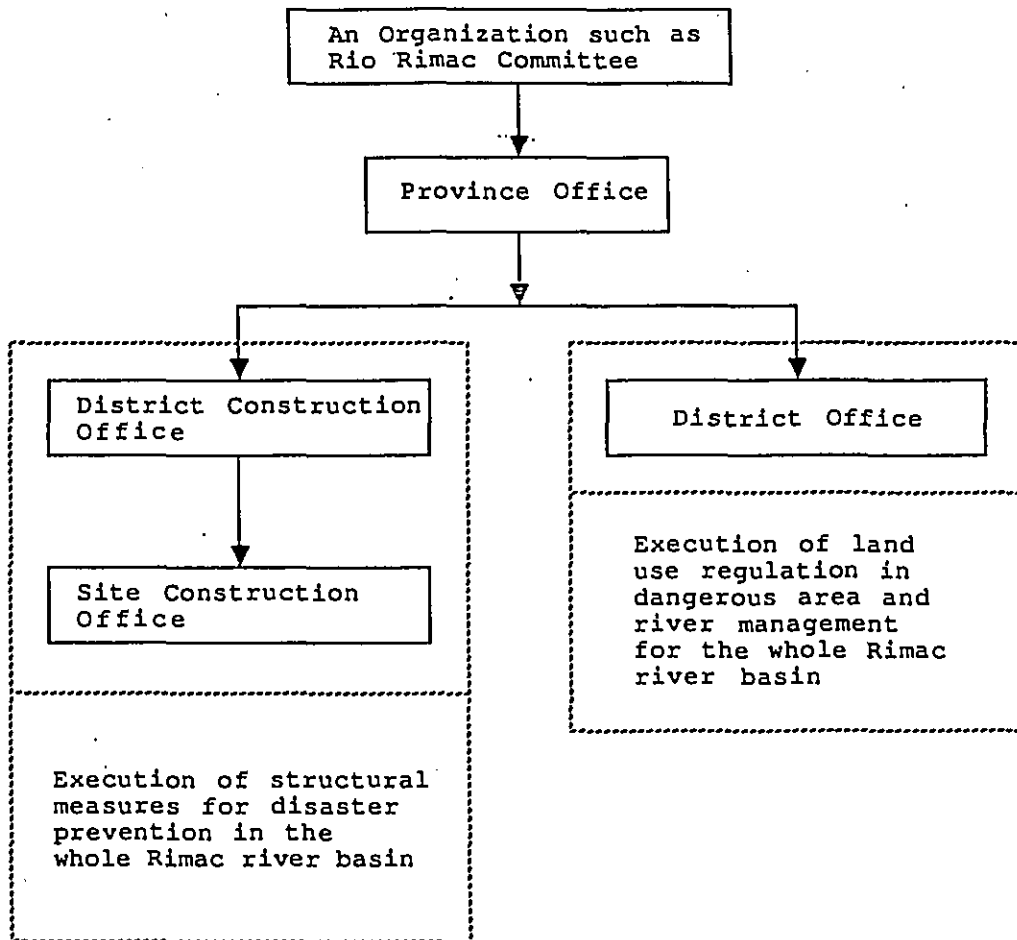


Fig.5-1 An Example of Organization Chart for Land Use Regulation, River Management and Implementation of Structural Measures for Disaster Prevention

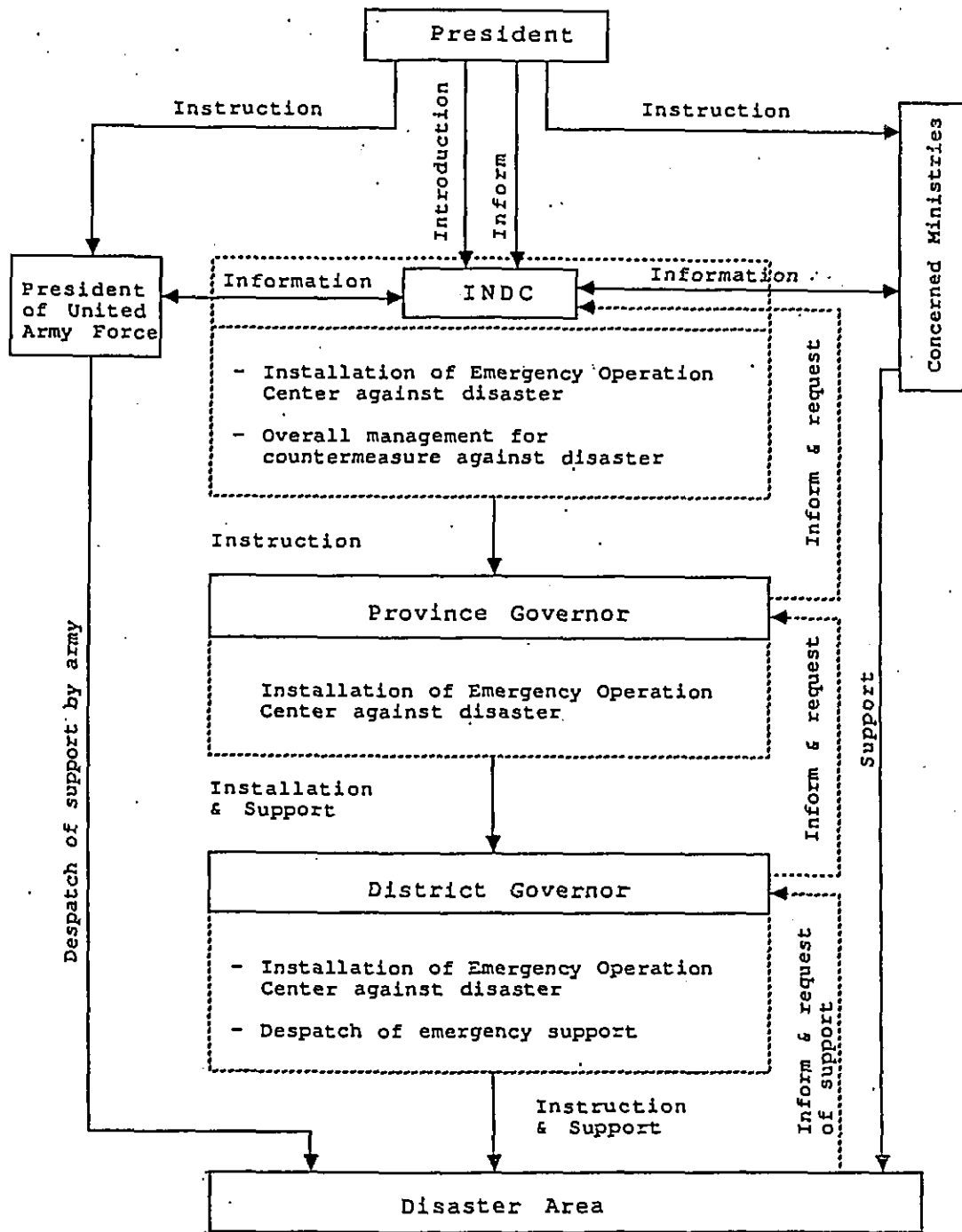


Fig.5-2 An Example of Organization Chart for Emergency Disaster Relief

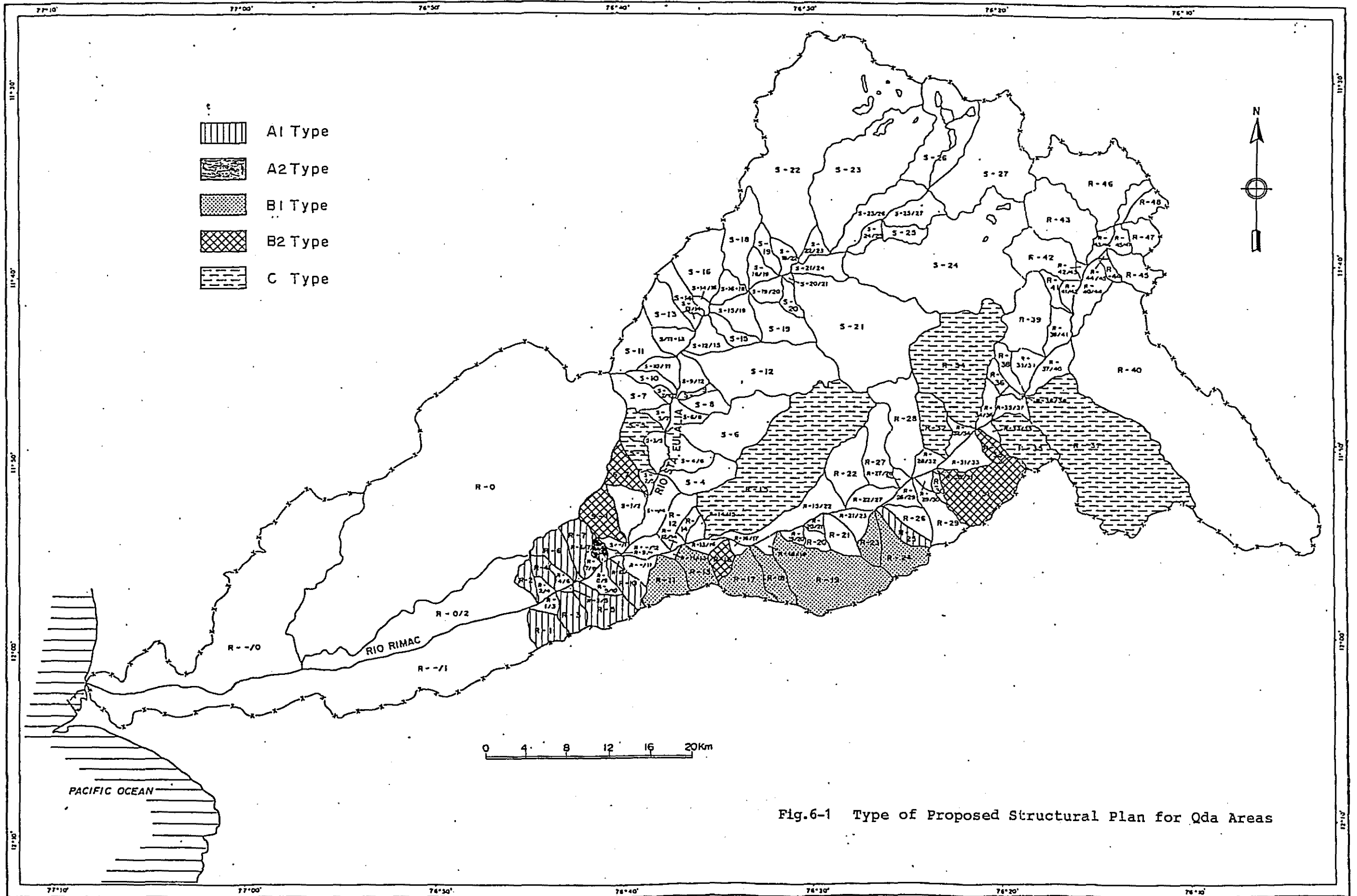
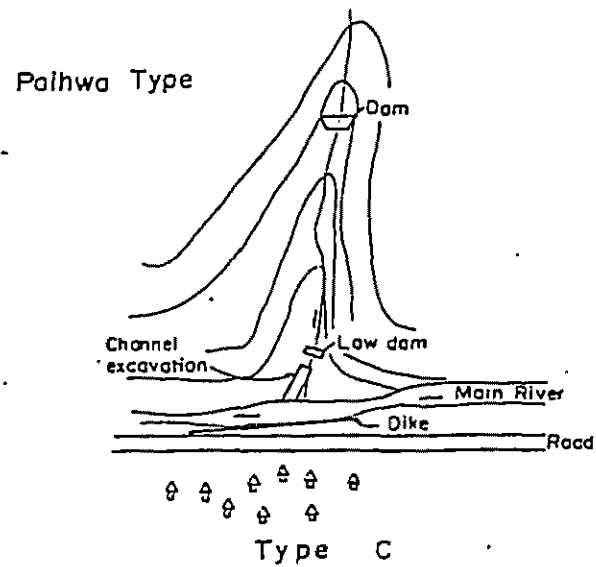
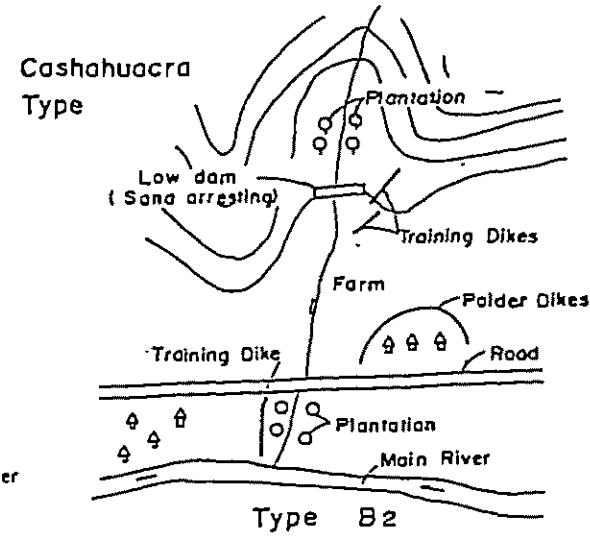
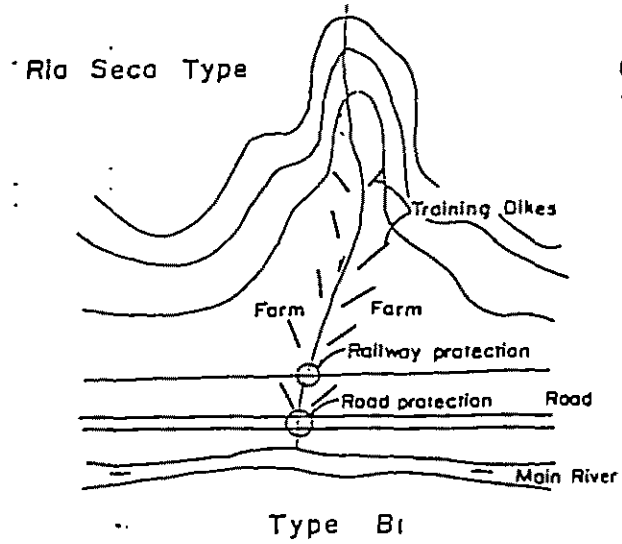
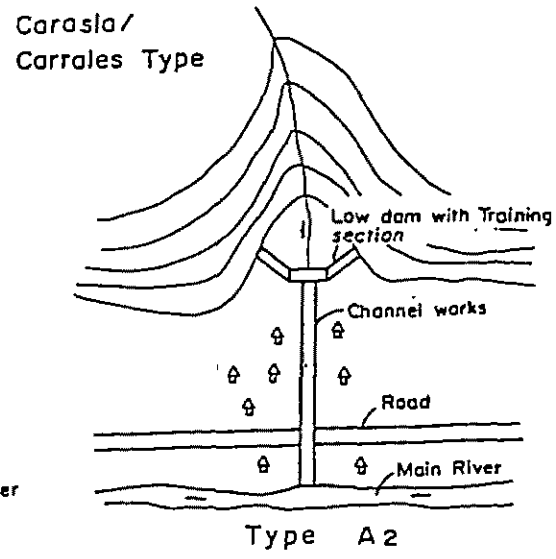
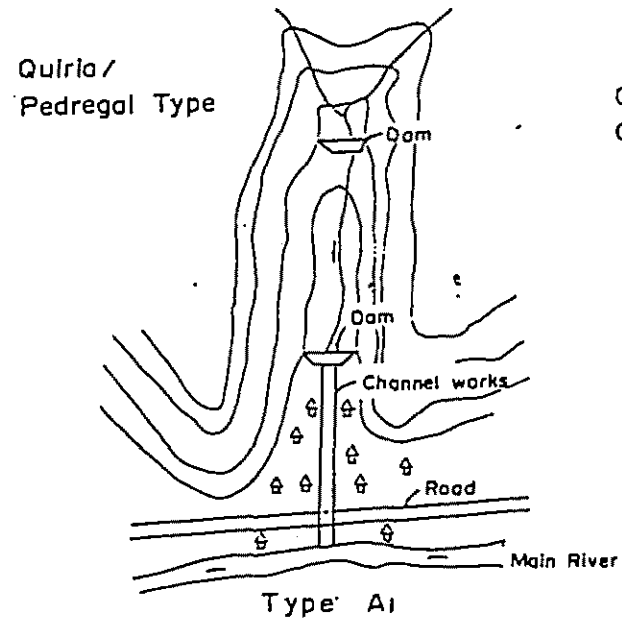
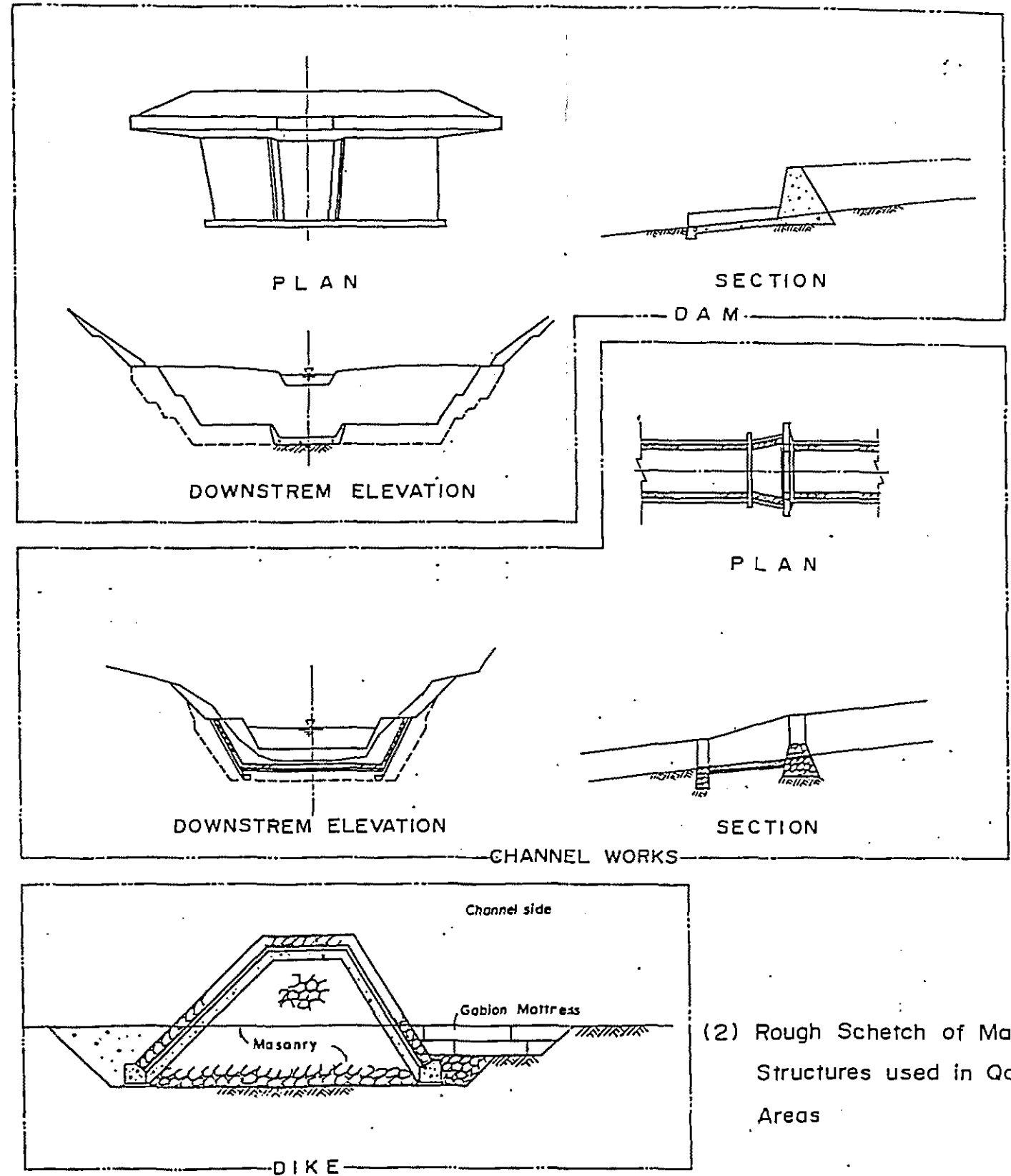


Fig.6-1 Type of Proposed Structural Plan for Qda Areas

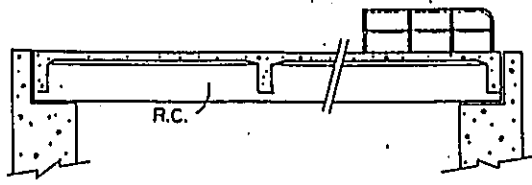


(1) Schematical Feature of 5 Types of Structural plan in Quebrada

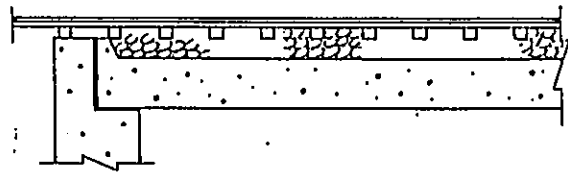


(2) Rough Schetch of Main Structures used in Qda Areas

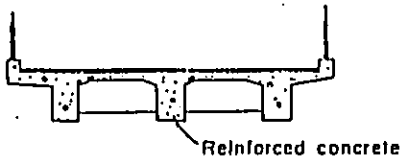
Fig.6-2 Proposed Structural Plans for Quebrada Areas



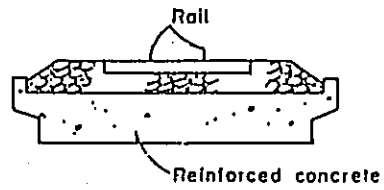
Profile



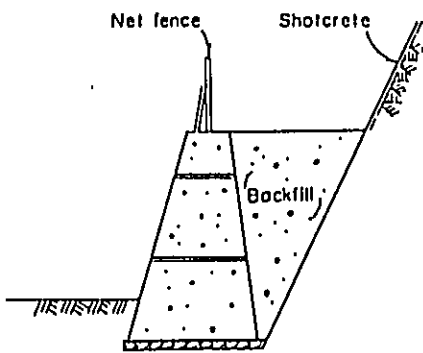
Profile



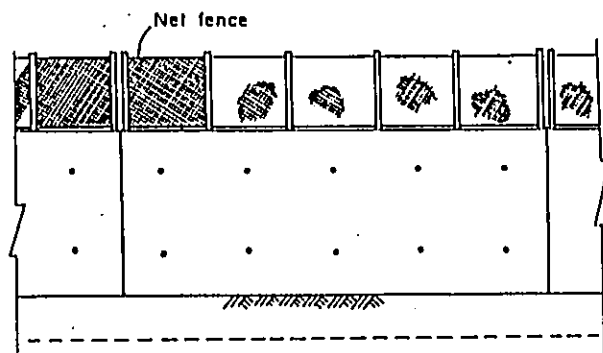
Section
Bridge (Road)



Section
Bridge (Railway)

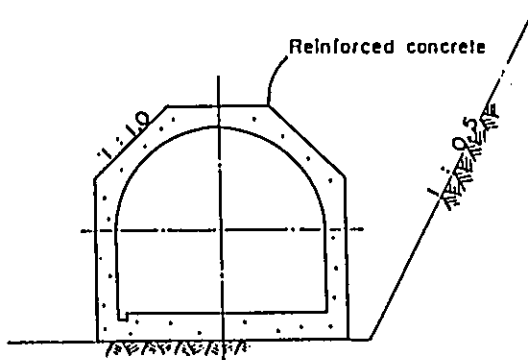


Section



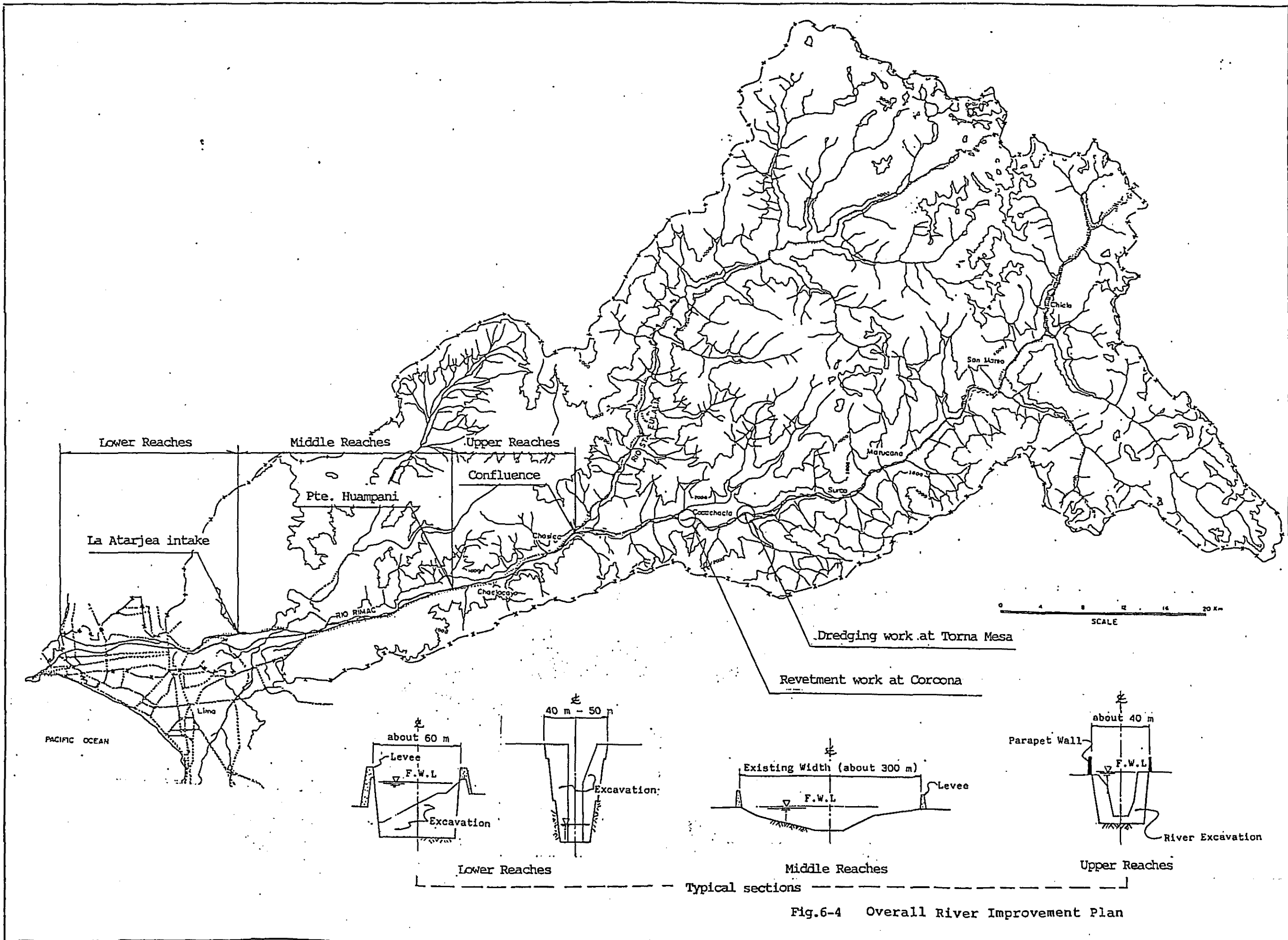
Elevation

Retaining wall



Rockshed Tunnel

Fig.6-3 Proposed Structures for Spe Areas



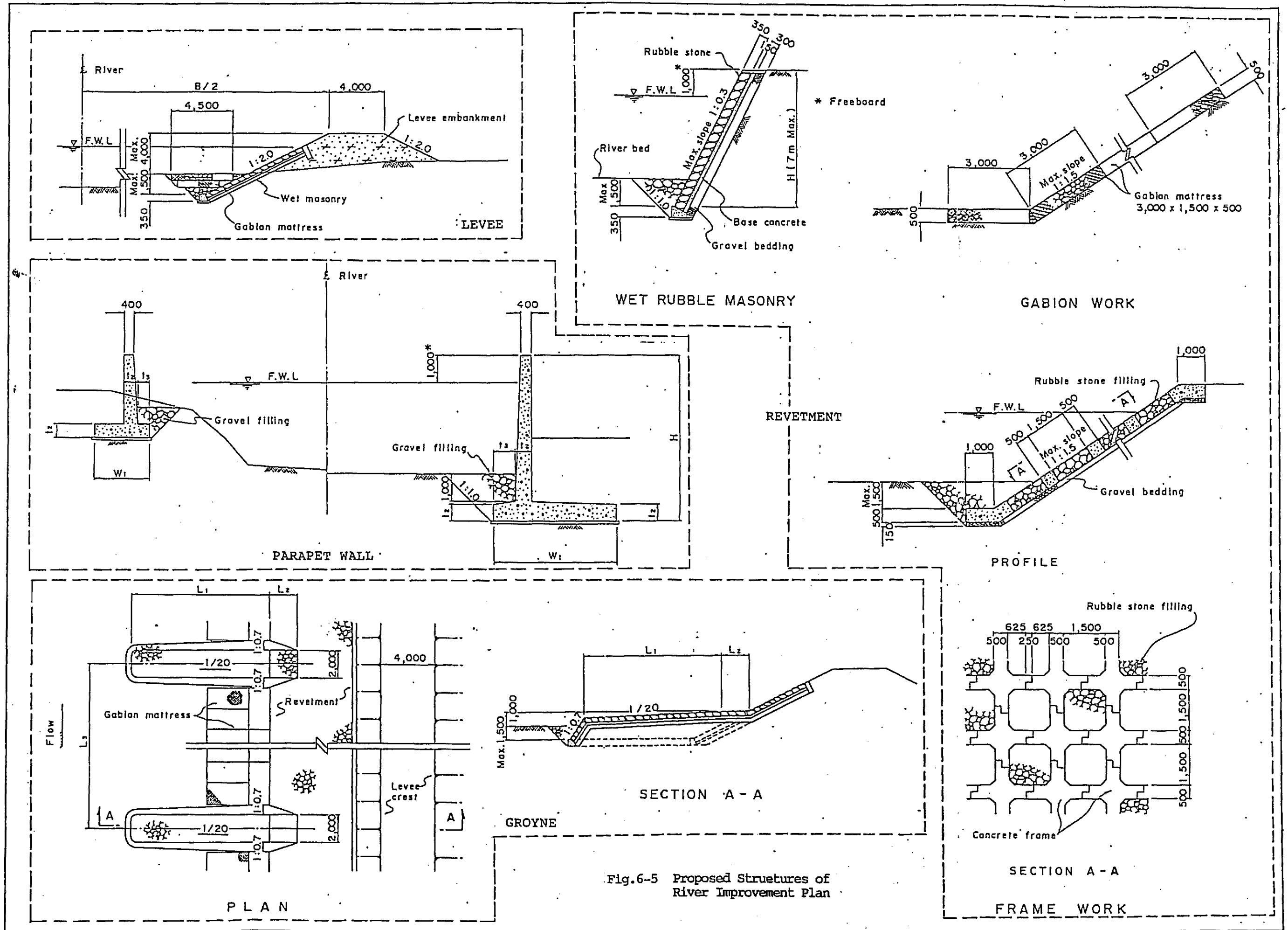
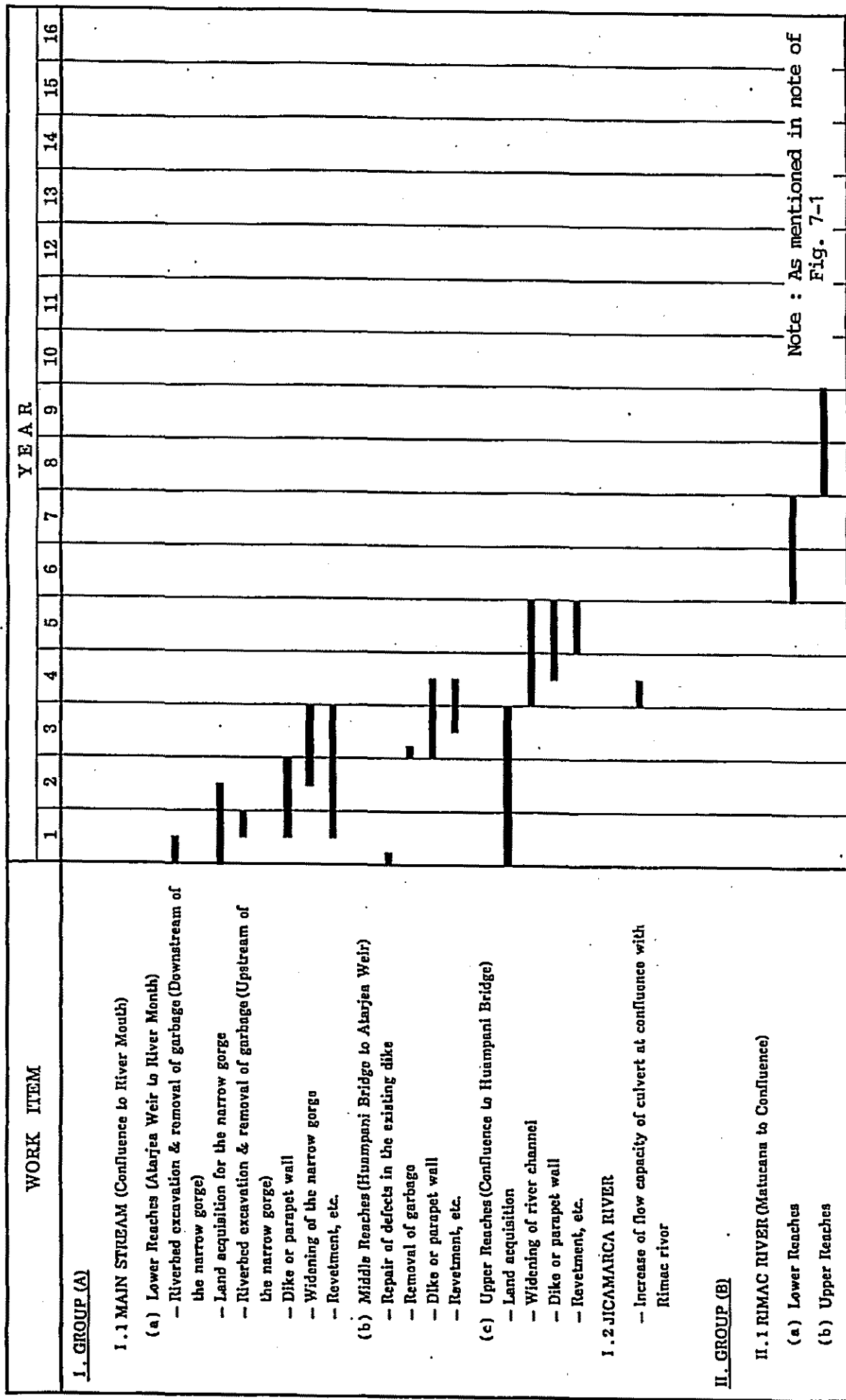


Fig.6-5 Proposed Structures of River Improvement Plan



Note : As mentioned in note of Fig. 7-1

Fig. 7-2 Implementation Schedule of Countermeasures for Inundation Disaster

