

第2章 技術的検討

第2章 技術的検討

2.1 気象および水文

2.1.1 概要

計画地点の流域は、エルサルバドル国の中では年間降雨量が多い地域である。およそ11月～4月の乾季と5月～10月の雨季に分けられ、最も降雨量の少ない12月～2月は殆ど降雨がなく、最も降雨量の多い6月、9月においては300～500 mm程度に達する。これは、太平洋側からの貿易風と流域の北側山斜面とが原因でもたらされる地形性降雨によるものである。流域内の年間降雨量は1,900 mmから2,700 mmの範囲で変化する。

流域内で洪水を引き起こす豪雨の多くは、カリブ海からのハリケーンによる非地形性降雨である。エルサルバドル国に影響を与えるハリケーンの多くは、カリブ海で発生し、ホンジュラス国やグアテマラ国に上陸する。これらのハリケーンの多くは、エルサルバドル国に接近する前に進路が北に変わるため、エルサルバドル国近くまで接近するハリケーンは殆どない。また、エルサルバドル国近くまで接近するハリケーンのほとんど全てがトロピカルストーム程度のものである。

気温は年間を通じて差が小さく、平野部(標高約250 m)で日平均気温は25°C～30°C、山間部(標高約1,200 m)で19°C～23°C程度である。

2.1.2 計画地点の流量

計画地点はトロラ川の中～下流域に位置するが、流域付近には気象観測所とオシカラ測水所がある。計画地点の流量算定は、基本的に上述の既設オシカラ測水所の観測記録を使用した。オシカラ測水所の流量データは、検証の結果不均質であると判明した1968年以前のデータおよび欠測期間のデータについて、月雨量データからタンクモデル法を適用し算定した流量データで補完した。

計画地点の流量は、上記により算定したオシカラの流量に流域面積と流域雨量を考慮して補正した。計画地点の流量算定に使用した流域面積および流域の平均年雨量を以下に示す。

流域面積および年平均雨量

	Catchment Area (km ²)	Mean Annual Rainfall (mm)
Osicala	862	2,005
El Chaparral	1,233	2,145

オシカラおよび計画地点の95%確率流量を以下に示す。

月平均流量および 95%確率流量 (単位: m³/sec)

	Osicala	El Chaparral
January	3.2	5.0
February	2.5	3.8
March	3.5	5.4
April	5.3	8.1
May	27.8	42.6
June	61.9	94.7
July	36.0	55.0
August	40.0	61.2
September	94.9	145.2
October	68.8	105.2
November	19.9	30.5
December	5.7	8.8
Total	30.9	47.2
95%	1.4	2.0

2.1.3 計画地点の洪水量

ダムの設計洪水量は、本計画の経済的および社会的重要性を考慮すると、可能最大洪水 PMF(Probable Maximum Flood)を採用することが妥当である。PMF は、以下の手順で計算した。

(1) 可能最大降水量(PMP)の算定

米国の National Weather Service(NWS)により 1968 年に開発されたハリケーンモデルを用い、ハリケーンを中心とする同心円状の雨量分布、ハリケーンのルートおよび進行速度を想定し、ハリケーンが計画流域上を通過する期間の計画流域内雨量の時系列データを求めた。エルチャパラルの 24 時間 PMP は 486 mm である。

(2) ユニットハイドログラフの作成

ユニットハイドログラフの算出には、適用する時間雨量、時間流量のデータが必要であるが、1974 年のハリケーン FIFI のデータのみがこの目的のために利用可能であり、同ハリケーンに対応する時間雨量およびオシカラ測水所の時間流量データを使用した。また、ユニットハイドログラフの形状については FIFI の洪水波形を基に関数の組合せにより表した。

(3) PMF の算定

計画地点の PMP 及びユニットハイドログラフを基に、計画地点の PMF を求めた。エルチャパラルの PMF 最大流量は $6,484 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

2.1.4 確率洪水量

確率解析を行うには、先ず年最大流量の実績データに最も適合する分布関数を求める必要がある。ここでは、対数 Pearson III 型関数を採用した。オシカラ測水所における確率洪水量から計画地点の確率洪水量への変換は、Creager の式により行った。ダム地点における確率洪水量を以下に示す。

確率洪水量 (単位: m^3/sec)

Year	Osicala	El Chaparral
1	614	728
2	1,386	1,644
5	2,105	2,498
10	2,641	3,134
20	3,199	3,796
30	3,560	4,224
40	3,790	4,498
50	3,989	4,733
100	4,634	5,498

2.1.5 堆砂

浮遊砂の測定はオシカラ測水所において 1966 年から 1980 年および 1998 年以降の期間に行われている。浮遊砂量の算定は、浮遊砂量の観測範囲が比較的小さな流量の範囲であることを考慮し安全側の値として、流量と日浮遊砂量の関係から年比浮遊砂量を求め、 $695 \text{ ton}/\text{km}^2/\text{年}$ の結果を得た。

掃流砂量の測定方法は確立されておらず、浮遊砂量との比率で表されることが多い。ここでは、掃流砂量を過小評価しないために大きい割合を採用し、掃流砂量を浮遊砂量の 25%とした。

堆砂密度は、セロングランデ、シンコデノビエンブレおよびキンセデセプティエンブレの 3 ダムにおける堆砂調査より、浮遊砂の堆砂については $1.25 \text{ ton}/\text{m}^3$ 、掃流砂の堆砂については $1.5 \text{ ton}/\text{m}^3$ を採用した。

オシカラ地点およびダム地点の堆砂量の算定結果を以下に示す。ダム地点の比堆砂量は $700 (\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year})$ である。

比堆砂量 (単位: m³/km²/year)

	Weight (ton /km ² /year)	Specific Gravity (ton/m ³)	Volume (m ³ /km ² /year)
Suspended Load	695	1.25	556
Bed Load	174	1.50	116
Total	—	—	672
Adopted Amount	—	—	700

年堆砂量 (単位: m³/year)

Osicala	El Chaparral
603,400	863,100

2.2 地質

2.2.1 地質概要

トロラ川流域はエルサルバドル国北東の山地に位置している。山地の標高は 500 m から 1,800 m で稜線や山腹斜面は一般に比較的なだらかである。トロラ川流域には第三紀から第四紀の火山活動で形成された地層が分布している。第三紀の地層は Morazan 層、Chalatenango 層および Balsamo 層で、いずれも火山岩、火山砕屑岩から構成されている。第四紀の地層は Cuscatlan 層の火山岩、火山砕屑岩で構成されている。計画地域は Morazan 層が最も広く分布している。Morazan 層は主に凝灰角礫岩や玄武岩から構成されている。

2.2.2 調査工事

FS 調査における調査はエルチャパラル計画を対象に次のものが実施された。

Method	Dam site	Borrow area
Geological mapping	0.86 km ²	-
Seismic prospecting	5 lines, 1,690 m	7 lines, 1430 m
Core boring	8 holes, 500 m	5 holes, 41.7m
Lugeon test	8 holes, 68 sections	-
Pit	-	6 pits, 18m
Laboratory tests	rock test	tests for concrete aggregate

調査はスイスポーリング社に再委託して 2001 年 10 月に開始され、2003 年 3 月に終了した。

2.2.3 エルチャパラル計画地域の地質

(1) 貯水池地域

エルチャパラルダムの湛水地域には、本流に近接した高い山が無くなだらかな斜面が多い。この地域は主に第三紀の Morazan 層とこれを覆う第四紀の堆積物から構成されている。Morazan 層は玄武岩および凝灰岩を主体としている。

湛水地域は、トロラ川の谷底部に湛水するもので、そこを流れる大きな沢には計画満水位以上の標高まで年間通して流水があり、地下水位が高く貯水池の保水性を証明している。

(2) ダム地点

ダム地点の地質は Morazan 層の玄武岩及び凝灰岩から構成されている。玄武岩は暗灰色を呈し堅硬なものと赤味がかってやや脆いものがあり、両者が互いに漸移している。凝灰岩は細粒凝灰岩から火山礫凝灰岩で、厚さ 5 m 以下のものが多い。地層は左岸側に 10°前後傾斜している。河床に断層がある可能性があるが、付近の露岩の破砕が軽微なので大きな破砕帯を伴う断層では無いと思われる。

表層堆積物には河床堆積物、段丘堆積物及び崖錐堆積物がある。表層堆積物は全般に薄い。

河床及び左岸では風化岩盤は殆ど認められないが、右岸で 20 m 前後と厚くなっている。挟在する凝灰岩は風化で軟質化している部分が多く、緩く傾斜しているが、起伏が著しく、不連続な場合が多いので、ダム基礎岩盤の安定には影響しないと思われる。

本ダム地点の地下水位は川から離れたボーリング孔でもあまり高くなっていない。基礎岩盤はルジオンテストの結果全般に透水性が高く、10 Lu 以上の区間が 61%を占め、右岸では 20 Lu 以上の区間が 35%を占める。

(3) 発電所

発電所はダム軸の約 120 m 下流左岸の斜面を掘削して建設するように計画されている。この付近のボーリングにより発電所の基礎は堅硬な玄武岩であり、その掘削法面を不安定化させる地質構造は確認されていない。

(4) 建設材料

骨材調査として、主にトロラ川の河床砂礫を対象とした。

河床砂礫はダム上流約 2 km 上流のトロラ川河床を調査対象とした。採取可能な砂礫の体積を把握するために、弾性波探査及びボーリングが実施され、立坑を掘削して試料を採取し、室内試験を実施した。

調査した地域の砂礫層の体積は約 32 万 m³になり、骨材の所要量の 52 万 m³に達しない。しかし、左岸には段丘が隣接しており、ここに分布する砂礫を採取する事でそのうちのかなりの量を確保することができる。

河床体積物の骨材としての品質に検討するために粒度、粘土塊・軽量粒子、安定性、スリヘリ減量、比重・吸水率の試験が実施された。室内試験の結果、河床砂礫は骨材の原料として品質的に一部基準を満たさない項目があるが、サイトの気象が穏やかで凍害の心配がないことから特に問題は無いと評価される。

玄武岩山体についてはダム上流左岸の露頭から1試料を採取し試験を行った。骨材の原石は河床砂礫から所要量の多くをまかなうことができ、また、ダムや発電所の掘削で得られる新鮮な玄武岩のズリが使える可能性があるため、原石山についてはこれ以上の検討をしていない

2.3 地震

2.3.1 概要

エルサルバドル国は環太平洋地震帯に位置し、世界でも有数の地震多発地帯である。計画地点はこのように地震活動度の高い地域にあるため、水力発電施設の設計においては、地震に対して十分な評価検討を行い、適切な配慮を計ることが肝要である。

ここでは、確率論的手法により過去の地震資料から、計画地点における最大加速度を推定し、統計処理した上で任意の再現期間の最大地震加速度を求めた。さらに、求めた確率加速度からダムの安定計算等の設計に用いる設計震度を設定した。

2.3.2 最大加速度

地震データから計画地点における各地震によって生じた最大加速度を推定するために、マグニチュードと距離減衰から最大加速度を計算する下記の5つの式を用いた。

(1) Proposed by C. Oliveira

$$\log A = 3.09 + 0.347 M - 2.0 \log(R + 25)$$

(2) Proposed by R. K. McGuire

$$\log A = 2.674 + 0.278 M - 1.301 \log(R + 25)$$

(3) Proposed by L. Esteva and E. Rosenblueth

$$\log A = 2.041 + 0.347 M - 1.6 \log(R)$$

(4) Proposed by Katayama

$$\log A = 2.308 + 0.411 M - 1.637 \log(R + 30)$$

(5) Proposed by Okamoto

$$\log(A/640) = (\Delta + 40)(-7.6 + 1.724 M - 0.1036 M^2) / 100$$

A	: 最大加速度	Acceleration value	(gal)
M	: マグニチュード	Magnitude	
Δ	: 震央距離	Epicentral distance	(km)
R	: 震源距離	Hypocentral distance	(km)

本検討では計画地点周辺の地震活動が活発であることを考慮し、得られた結果を包絡する値を採用することが適切であると考え、設計に用いる加速度を再現期間 1 万年における最大値 220 gal とした。

2.3.3 設計水平震度

設計に用いる震度と地震動の地盤に発生する最大加速度との関係は一般に次式で表せる。

$$K_h = R \times (A_{max} / 980)$$

K_h : 設計水平震度

R : 変換係数

A_{max} : 地震動の最大加速度

この式で求められる震度は実効震度あるいは等価震度と呼ばれるもので、地震動によって生じる構造物内の応力が、動的な解析をした場合と静的な解析をした場合と等価となるように設定されるものである。日本では変換係数につき、下記の式が提案されている。

$$K_h = (0.40 \sim 0.60) \times (A_{max} / 980)$$

変換係数の値は地震動の周波数特性、対象地盤等によって変わるため、これらの特性を検討して採用する値を決めることとなる。本計画地点は地震多発帯の近傍に位置することから、最も得られる震度が大きくなり安全側となる 0.6 を変換係数として採用し、設計水平震度の計算値 0.135 から安全をみて 0.15 とした。

2.4 電力需要想定および供給計画

2.4.1 電力需要想定

CEL は 1991～2002 年の電力需要実績をベースに、2003～2011 年の需要想定をしている。過去 12 年間の電力量と最大電力の実績は、年平均電力量で約 5.3%、最大電力で約 4.7% の伸びである。

CEL による電力需要想定の結果では、2001～2011 年の間で年間需要電力量は 4,088 GWh から 6,629 GWh、最大電力は 739 MW から 1,181 MW にそれぞれ増加する。この間の年平均伸び率はそれぞれ約 4.9% および 4.7% である。一方、GDP との相関関係を用いたマクロ経済手法による 1 次回帰予測の結果は、同期間で電力量は 3,652 GWh から 6,407 GWh、最大電力は 737 MW から 1,294 MW にそれぞれ増加し、年平均伸び率は夫々約 5.8% の伸びである。これにより、マクロ経済手法による需要想定結果は電力量が CEL の想定値よりわずかに下方に、最大電力が上方に想定された。しかしながら、傾向的には比較的良く一致しており、CEL の想定値は妥当なものと判断される。このため、需給バランス計画におい

ては CEL の需要想定結果を採用することとした。

2.4.2 供給計画

2002 年末の小規模発電設備(約 26MW)を除く発電設備容量は、1,044.2MW である。CEL により計画されている発電設備開発計画は、2013 年に合計 1,629.1 MW になる。これには、2010 年完成の本計画も含まれている。

2.4.3 需給バランス

2001 年以降の CEL による需給バランス予測によると、2008 年に kW および kWh とともに予備率が 10%を下回り、2009 年以降、需給バランスがさらに厳しい状況になっている。従って、2008 年以降の本計画の投入を含めた新規の電源開発が不可欠である。

新規の電源投入を行う場合、本計画のような CEL による水力発電所の新規開発の他、民間会社による新規火力発電所の開発および他国からの輸入電力の増加が考えられる。しかしながら、民間による火力開発については、適切でない点があると思われる。

以上、需給バランスにおける考察から、本水力計画の開発は、CO₂による地球環境問題の高まりに対する脱石油電源の必要性、および電力の自由化、SIEPAC による電力融通の広がりの中で、信頼度を保持できる電源の確保という観点から、貴重な電源の開発であると位置付けられる。

2.4.4 エルチャパラル計画の投入時期について

本計画の投入時期について、電力需給バランス上の観点からは、今後 10 年間の電力需要想定および供給計画の検討結果より、適切な電力予備率の下で、安定した供給電力を確保する必要がある。よって、本エルチャパラル計画の投入時期は、2010 年以降には投入することが不可欠であり、その実現が強く望まれる。

2.5 フィージビリティ設計

エルチャパラル計画は、トロラ川において計画されている開発計画の内、最下流のプロジェクトであり、レンパ川の合流点より約 20 km 上流に位置する。ダム地点下流からレンパ川の合流点までの区間はホンジュラス国との国境となっており、プレ FS 調査時の計画では、国境より約 300 m 上流の位置にコンクリート重力ダムを設置し、ダム左岸直下に発電所が計画された。同地点は地形的には狭窄部であり、上流部は谷幅が急に広くなることから、FS 調査においても同レイアウトを基本的に踏襲した。

ダム地点の谷地形は河床幅が約 30 m で、両岸が急斜面の溪谷を成すが、高標高部では緩傾斜の段丘となっており、ダム形状は左右岸のウイング部の堤頂長が大きくなる。ダム

満水位の設定においては、貯水池湛水範囲をエルサルバドル国の領域内に限定する必要から、上限満水位は EL212 m とした。各土木構造物毎の概略設計図（電気設備機器配置を含む）を Fig.2.1 から 2.8 に示す。

2.5.1 ダムおよび付属構造物

フィージビリティ設計では、1/1,000 地形図、河川横断測量結果および地表地質踏査結果に基づき、河谷の横断形状と右岸の地形および仮排水路のレイアウトを考慮して、プレ F/S 調査時のダム軸から約 60 m 下流の位置を新たなダム軸とした。

ダムの基本形状は、ダム安定計算を行い、ダム法面勾配を上流鉛直（フィレット有）、下流面勾配 1:0.8 とした。ダム天端標高は、常時満水時に風波浪高、地震時波浪高および天端道路の桁高を考慮して、EL.214.5 m とした。ダム高さは、基礎岩盤からダム天端まで最大 87.5 m、ダム堤体体積は、約 37 万 m³ である。ダムコンクリート骨材は、ダム軸上流約 2.0 km 上流の河床砂礫を主に利用する。

コンソリデーショングラウチングは、標準として孔深を 5 m とし、孔配置は 5 m の格子状とした。これらの標準パターンは、実際の岩盤に亀裂の状況に応じて、グラウチング孔を追加するものとする。カーテングラウチングの施工範囲・深度とこれによる止水効果は、二次元浸透流解析を実施し確認を行った。

洪水吐の型式はゲートを有する中央越流型とし、流下方向は下流河道に一致するようにした。越流部には、幅 13.2 m×高さ 15.2 m のラジアルゲート 5 門を備えた。また、洪水吐の全幅は 82.0 m となるが、下流河道の幅が狭いため、河道幅に合わせ導流壁で収斂させ、安全に流下させる構造とした。

ダム基礎掘削および発電所基礎掘削に先立ち、上下流の仮締切ダムおよび仮排水路トンネルを設けて河川の切替えを行う。河流処理の対象流量は、コンクリートダムであることから、1 年確率洪水量 728 m³/s とした。

初期湛水時の下流放流および緊急時の放流を目的として、放流設備を設ける。また、河川維持流量放流(2.0 m³/s)は発電用水圧管路末端より分岐して、小水車により放流することとした。

2.5.2 水路および発電所

取水口は、ダム上流面左岸側に設置した。呑口形状はベルマウス型であり、最大取水時のスクリーン通過流速が 1 m/s 程度となるような構造とする。水圧管路は、延長約 144.4 m、内径 D = 5.0 m (V = 5.1 m/s) とした。また、入口弁直上流から小口径水圧管路(内径 D = 0.7 m) を分岐し、小水車へ導水する。

発電所は施工性、経済性を考慮し、地上式とした。これにより、放水路トンネルを省略

した。主変圧器は発電所山側に隣接させて屋外に設置するレイアウトとした。開閉所は左岸部、発電所下流の緩傾斜部の敷地を EL.175.0 m まで掘削造成して設置した。

2.5.3 電気機器

本計画の設計において、下記の項目について検討し決定した。

- a) エルサルバドル国輸送ルートの重量・容積制限
- b) 製作技術レベル
- c) 保守運用の信頼性と柔軟性
- d) 電力送電系統容量と投入ユニット容量比率と信頼度
- e) 建設コスト
- f) 発電原価

上記検討結果から、本計画では1台案を採用した。なお、維持流量用の小型水車には、小径水圧鉄管が主入口弁の前面で主水圧鉄管より分岐される。

主水車出力は定格有効落差 72.8 m、100%開度で 65.9 MW で、定格有効落差以上は出力一定の1台とした。水車形式は、本計画の落差と水車出力を考慮して、立軸フランシス単輪水車とする。ランナー材質は、高耐摩耗材として 13Cr.4Ni.ステンレススチールを使用する。水車中心は、ランナーのキャビテーションを考慮し EL.130.00 m とする。

有効落差は総落差(74.0 m)から管路の摩擦損失等を差引いて $74.0 - 1.2 = 72.8$ m となる。

主発電機形式は立軸、3相交流同期発電機で定格出力は、71.6 MVA、90%遅れ力率とする。

小水車出力は維持流量 $2(\text{m}^3/\text{s})$ の使用水量一定で最高有効落差 72.13 m、100%開度で 1.42 MW 1台とした。発電機形式は、3相交流同期発電機で定格出力は、1.51 MVA、90%遅れ力率とする。

発電所建屋に隣接した、屋外に1台の主要変圧器を設置する。主要変圧器の形式は、73 MVA の3相式とする。

2.6 送電計画

2.6.1 送電系統の概要

エルサルバドル国の現在の送電系統は 230 kV/115 kV で構成されている。それぞれの送電亘長は、115 kV : 1,022km、230 kV : 107 km(2002年現在)であり、主な送電系統は 115 kV で構成されている。中米6カ国を結ぶ中央アメリカ電力連系システム(SIEPAC)計画に従って 230 kV 送電系統が強化される。

2.6.2 送電計画

(1) 送電ルート

1) ルート A

エルチャパラル発電所よりチュクヨテ山頂を経由し、キンセデセプティエンブレダムの北側を通過してキンセデセプティエンブレ変電所へ引き込むルート。送電線亘長は 43 km である。

2) ルート B

エルチャパラル発電所より、カカウアティーケ山の西側を通過してサンミゲル変電所へ引き込むルート。送電線亘長は 51 km (エルチャパラルーサンミゲル間) である。

(2) 送電方法

経済性を考慮して一回線送電を採用する。送電電圧については、エルサルバドル国の送電系統において主に採用されている 115 kV とする。

(3) 開閉所構成

開閉所構成としては、 $1\frac{1}{2}$ CB 母線方式を採用する。

(4) 主要設備の仕様

基本的にエルサルバドル国の標準的な仕様に従う。

(5) 各送電方法の比較

送電ルートとしては下記の理由から、1 相当たり 1 導体でキンセデセプティエンブレ変電所に引きこむ方法を採用する。

- 1) 建設コスト低減を優先すること。
- 2) 熱容量、安定度面からみて十分な仕様であること。
- 3) サンミゲル変電所へ引き込むケースについては送電ルート周辺の地役権設定が難航する可能性の高いこと。

2.6.3 電力系統解析

(1) 潮流計算

ピーク負荷断面、オフピーク負荷断面の潮流計算の結果を以下に示す。

- 計画外の調相設備を追加することなく、系統電圧を適正な範囲(95~105%)に保つことが可能。
- エルチャパラル発電所の並列によって過負荷の生じる送電線はない。

(2) 三相短絡容量

2010 年断面における各母線の三相短絡容量／電流より、エルチャパラル発電所の低圧側遮断器の定格遮断電流は 30 kA 以上必要である。

(3) 安定度

前述の潮流計算で作成したピーク断面、オフピーク断面それぞれについて安定度を検討した結果、安定であった。

故障点	エルチャパラル発電所至近端	キンセデセプティエンブレ～サンマルティン送電線のキンセデセプティエンブレ S/S 至近端
故障様相	1LG-(150 ms)- 1LO-(300 ms)-1LC	3LG-(150 ms)-3LO(再閉路無)
2010 ピーク断面	安定	安定
2010 オフピーク断面	安定	安定

2.6.4 推奨する送電方法

経済比較を含む各送電方法の検討結果および系統解析結果より、本プロジェクトにおいて推奨する送電方法は以下の通り。

- 1) 送電ルート : エルチャパラル発電所－(43 km)－キンセデセプティエンブレ変電所
- 2) 送電電圧 : 115 kV
- 3) 送電線 : 3 x 1 - 477 MCM ACSR(Flicker)
- 4) 架空地線 : 外形 9.52 mm (EHS 亜鉛メッキ鋼より線)

2.7 環境

エルチャパラル水力発電計画の実行可能性調査の一環として、環境天然資源省が規定しているガイドラインに基づき、同計画について環境影響評価が実施された。

2.7.1 自然環境の特徴

自然環境の特徴を明確にするために、まず計画の影響を直接受ける区域を特定した。これはプロジェクトの実施によって直接影響を受ける区域であり、この区域においては詳細な環境影響評価が実施された。また、計画の影響を間接的に受ける区域には、全般的な区域としてトロラ川流域、また、個別区域としては計画が実施される区域を管轄している 3 つの自治体、並びにトロラ川流域のダムサイト下流地帯からトロラ川がレンパ川への流れ

込んでいる地帯、キンセデセプティエンブレ発電所の貯水池への合流地帯までが含まれる。

(1) 土壌

土壌の侵食の問題に関しては、航空写真に拠る地質学的な分析と現地踏査を行なった結果、深刻な侵食の危険性は見当たらない、また、斜面の移動や不安定性なども見られない。

(2) 地表水

トロラ川の水質は、例えば衣類の洗濯や洗面と言った様々な用途に川が直接利用されていることによって、悪影響を受けている。ダム貯水池が完成するとダムの下流域に対して乾季においては最低放水量の維持、ならびに雨季においては洪水調節が可能になるので、水中および川岸に生息する生物群の安定に寄与する。

(3) 気候

気候的観点から見ると、本計画の影響を受ける地域は、熱帯性サバンナ気候に分類される。気温は年間を通じあまり変化が無く、トロラ川地域全体の年平均気温は 26.4℃である。

(4) 植物相

植物相の調査に関しては、32科に属する木本植物が60種発見された。また、灌木・小灌木は61種が発見された。これらの植物のうち、3種が絶滅の恐れがあると分類され、また、3種が絶滅の危機に瀕していると分類された。

(5) 動物相

哺乳動物に関しては19種が同定されたが、そのうち絶滅の恐れがあると分類されたのは6種、また絶滅の危機に瀕していると分類されたのは5種である。鳥類に関しては合計54種が確認された。そのうち絶滅の恐れがあると分類されたのは19種、また絶滅の危機に瀕していると分類されたのは5種である。爬虫類は20種確認されたが、その中で特に小型で無害なヘビが優勢を占めている。5種が絶滅の恐れがあると分類され、4種が絶滅の危機に瀕していると分類された。また、両生類に関しては、7種が記録されたが、絶滅の恐れがある種も絶滅の危機に瀕している種も見当たらない。微生物、すなわちプランクトンに関しては、植物プランクトンに属するものが71種、また、動物プランクトンは33種確認された。底生生物は少なく、7群が確認されたが、そのうち最も多かったのは双翅目で4科が確認された。

遊泳生物に関しては、魚類が8種確認されたが、そのうち7種は住民の食用として利用されている。全般的に見て、魚類は幅広く生息しているものの数が非常に少なく、住民の食事に対し重要な食料源になっているとは言えない。

(6) 住民

エルチャパラル水力発電計画を実行することにより、カロリーナに属する8集落とサン・アントニオ・デル・モスコに属する3集落の生活圏が影響を受けることになる。これらの集落には合計409軒の住宅があり、そのうち79軒は貯水池の造成により水没する区域に位置している。69軒はカロリーナ、10軒はサン・アントニオ・デル・モスコ

に属する。また、水没する 79 軒の住宅のうち、9 軒は空き家になっている。その他の建物として、水没区域内に 2 つの小さな教会および 1 つの小学校がある。

貯水池が造成される区域には、340 人の所有者に属する合計 430 区画の土地があることが判明した。現在、実行機関は実質価格で購入を進めている他、所有者に経済的なインセンティブを与え、不動産の売却を求める際に引き起こされる不都合に対し賠償するため、プラスアルファの余剰金を支払っている。

(7) 地域および国家経済

プロジェクトの直接影響地域およびその周辺の間接影響地域では、基礎的公共サービスが著しく不足している。本プロジェクトの実施を通じて、この地域の社会インフラが建設され改修されるので、地域経済や国内経済へのアクセスが容易になる。同様に本プロジェクトの実施を通じて地元住民は、雇用、職業訓練、技能の修得等の機会が与えられるので、プロジェクト終了後も就労機会を求めることができるようになる。

(8) 保健

医師 1 名、看護婦 1 名に加え、保健プロモーターや検査士から構成される補助スタッフ及び事務スタッフがフルタイムで勤務する保健所が各自治体にそれぞれ 1 ヶ所ずつある。住民が診察を受けに来る原因となる病気に関しては、調査の結果、最も頻繁なのは腸内寄生虫病、急性呼吸器感染症、腸内感染症、急性咽頭扁桃腺炎であることが分かった。

(9) 歴史的文化遺産および古生物学的資源

サイトでは、紀元前 6,000 年から紀元前 2,000 年の Arcaico 時代に属する物質が存在する可能性の兆候があった。これらは直接計画の影響を受ける区域の外で、一般的によく発見されるものである。保存する必要がある遺産、あるいは、計画の実行を阻むような遺産は存在しない。

古生物学資源に関しては、計画の影響を直接受ける区域に化石が存在するかどうかに関心を当てて作業が進められた。その結果、バド・アンチョで化石を含んだ石灰岩、珪藻土、沈泥からなる地層が露出しているのが見つかったが、計画を実行する障害にはならないとの判断が下された。

(10) 景観

景観を分析したところ、堤体、余水路、宿泊施設などは周辺住民の視界に入る高さに位置することになる。これについては、後に行われる再植林によって建造物の一部が樹木によって隠れ、できるだけ自然環境になじむことが期待される。また、貯水池は地表水として、乾季には乾燥地帯のような様相を呈する地域一帯において、景観の美しさを増すことに貢献するであろう。

2.7.2 環境に与える影響の特定

環境に与える影響を特定し、分析、評価するために、MEL-ENEL 方式として知られる方法が用いられた。評価のプロセスには、それぞれの影響を「規模」、「重要度」、「影響が

及ぶ範囲」、「継続性」、「可逆性」という観点から考察し、数値を付ける作業が含まれる。これによって、ある特定の活動が環境に及ぼしうる影響を総合的に評価することができる。

評価を行った結果、計画によって被害を受ける環境要素を影響の度合いが大きいものから順に並べると以下の通りである。

土壌、植物相、住民、水、動物相、住民の健康、景観、気候

結論として、エルチャバラル水力発電計画を実行することにより、全国レベルで電力の供給が改善される。その結果、一連の経済的、社会的な利益がもたらされ、発電所周辺の地域一帯の開発が促されることになる。逆に、同計画を実行しないとすれば、国家の発展からかなり疎外されている地域に暮らす住民の生活条件を改善する機会を逃すことになる。

2.7.3 緩和措置

特定された負の影響を緩和し補償するために、これら負の影響を避ける、緩和する、あるいは補償するために実施すべき措置を盛り込んだ「環境管理プログラム」が策定された。環境に関わる措置で、計画の実行及び水力発電所の運転と密接に関連するものとしては、以下のものが上げられる。

- 貯水池の造成によって水没する区域の樹木の伐採
- 将来貯水池となる区域に住む住民を対象とした再定住プログラムの策定と実施
- 再定住する世帯の世帯主に対して、移住後 6 ヶ月間は月間最低賃金に相当する額の補償金、また、それに続く 6 ヶ月間は月間最低賃金の半分に相当する額の補償金の支給
- 貯水池の幅が狭い箇所 2 ヶ所における橋の建設
- 貯水池入り口に歩行者用通路を設置
- 河川兩岸の地域を幹線道路によって結ぶため、堤体を車両用の橋として利用
- 貯水池周辺の道路を 33 km に渡って改修し、新たに 11 km 道路を建設
- 小学校 1 ヶ所と教会 2 ヶ所の再配置
- 計画が実行されている間、環境に関連した活動の制度的な支援

環境管理プログラムの実施をフォローアップするために、モニタリング計画が策定され、モニタリングする項目、モニタリングの目的、頻度、また、結果に対する所見、解釈の仕方、各種報告書の作成について定めた。

2.7.4 リスク管理

工事の実施によって重大なリスクが発生するとは考えられないものの、建設段階におい

て発生する可能性がある潜在的リスクについて分析が行われた。偶発的な事故に対応するために一連の対策が提示されているが、これらは上記で特定されたリスクによって発生する可能性がある被害を防止あるいは緩和するために、請負業者及び発電所の運転責任者が臨機応変な対応を取るよう、支援するものと期待される。

2.8 工事計画および工事費

2.8.1 工事計画

工事計画は、気象、ダム地点下流処理施設の設計流量、建設資材・工事に用いる電力の調達条件、工事に用いる道路・仮設ヤードの整備時期および工事数量を基に立案した。

(1) 準備工事

準備工事は、本工事の施工に必要な①既設公道の改修、②工事箇所へのアクセス道路の新設（工事に用いる道路）、③仮設備ヤードの造成、④工事に用いる電力設備、事務所・宿泊施設等の建設工事である。これらの準備工事は、主要土木構造物の建設を請負う建設業者の工事範囲に含まれ実施されるものである。位置図を Fig.2.9 に示す。

(2) 仮排水路

仮排水路トンネルは、発電所進入道路から仮橋を渡し右岸側に渡り、吐口から掘削を開始し、乾季に呑口を施工する。上流1次締切ダムおよび2次締切（RCC 施工）は、下流締切ダムとともに仮排水路トンネル完成後の乾季に施工することとし、完成後に転流する。

(3) ダム

ダムの基礎掘削は、転流が完了する以前に左岸の高標高部の掘削を開始する。転流後は、両岸の掘削を開始し、ブルドーザーにより掘削土を河床へ叩き落とし、河床部からダンプトラックにて上流の土捨場へ運搬する。コンクリートの打設量は約 39 万 m³（上流仮締切ダムを含む）である。ダムコンクリート打設方法としてRCC工法を採用する。RCCコンクリートの運搬設備として本計画では固定式ケーブルクレーンによるコンクリート運搬を採用する。コンクリートプラントは左岸ダム天端に設置し、骨材は、骨材プラントからダンプトラックにより運搬し、コンクリートプラント隣接の骨材貯蔵ビンに貯蔵する。

(4) 取水口

取水口は、ダムコンクリート打設と並行して施工する。

(5) 水圧管路

水圧管路は上部水平部（ダム堤体横断部）、斜坑部（明かり部、岩盤埋設部）、下部水平部（発電所部）から成る。鉄管は上流の土捨場付近に設けた仮設ヤードで組立て後、発電所へ運搬する。掘削は、斜坑上部から突っ込み方式で掘削し、ずり出しはウインチで上部へ引き上げ、ダム基礎掘削ずりと同様に土捨場に搬出する。

(6) 発電所

発電所の掘削は、ベンチカットにより掘削し EL.125.0 m まで達した後、水圧管路トンネルを貫通させ、再び最底部まで掘削する。基礎コンクリートの打設は、発電機器の据付の進捗に合わせ下部から順次打設する。

(7) 水車および発電機器

電気設備の据付は、土木本工事着工後9ヵ月目から開始し、30ヵ月目に完了する。その後、無水試験、有水試験を実施し、営業運転開始は土木本工事着工後、34ヵ月目（準備工事着工後、41ヵ月目）なる。ドラフトチューブの据付は、発電所掘削完了後据付を開始する。ケーシング、水車および発電機等の据付は、発電所天井クレーンを利用して約1年間で据付を完了する。

(8) 115kV 送電線

計画の115kV送電線1回線、延長43kmの送電線の建設は1年目に開始され、土木工事開始後3年目に完成する。

2.8.2 工事工程

本計画の工期は、工事の規模等を考慮して3年4ヶ月と見積もられた。工事工程のクリティカルパスは発電所関連の工事である。工事工程表を Table 2.1 に示す。

2.8.3 工事費

工事費は、計画地点の気象、地質、地域条件および工事規模を考慮し、下記の基本条件の基に算出した。

- (1) 工事の単価を構成する労務費、機械費、材料費の積算時点は2003年ベースである。
- (2) すべての費用はUS\$で示し、内貨、外貨に分けて算出した。
- (3) 輸入材料および機械に対する税金、輸入関税等は含まれていない。
- (4) 物価上昇による費用は含まれていない。
- (5) 建設中の利子は計上していない。

工事費は、以下の積算項目で構成されている。

- | | |
|----------------|---|
| (1) 準備工事費： | 既設道路の改修、工事用道路の新設、仮設備ヤードの造成
工事用電力受電設備、事務所・宿舍設備 |
| (2) 土木工事費： | |
| 河流処理 | 仮排水路トンネルおよび上・下流締切ダム |
| ダム | ダム本体、基礎処理、洪水吐本体、減勢部擁壁 |
| 水路 | 取水口、斜坑、詰込みコンクリート |
| 発電所 | 発電所基礎・建屋・制御室、放水口本体、開閉所敷地基礎 |
| (3) 水力機器： | ゲート、水圧管路、スクリーン、放流設備 |
| (4) 電気機器： | 水車&入口弁、调速機及び関連補機器装置、発電機、励磁装置及び関連補機器装置、天井走行起重機、変圧器及び消火装置(含む連系線)、発電機主回路母線、配電盤開閉装置含む保護継電器装置及び情報伝送設備(含む中継局)、発電所付属補機器装置等 |
| (5) 送電線： | 送電線、開閉所電気設備（含むキンセデセプティエンブレ変電所開閉設備） |
| (6) 環境対策費： | 周辺道路の改修・新設、橋梁(Fig.2.10 参照)、環境対策費 |
| (7) 土地取得費、補償費： | 貯水池湛水に伴う土地の取得費および送電線の地上権を含む補償費等 |
| (8) 数量に対する予備費： | 数量に対する予備費。準備工事費・土木工事費・周辺道路整備費、水力機器、電気機器・送電線のそれぞれに対して 10%, 5%, 5% |
| (9) 管理費、技術経費： | 工事に係る管理運営費および技術経費（設計費、施工管理費）とし、直接工事費の 15%とした。 |

直接工事費は上記(1)～(7)の工事費により構成され、プロジェクトの総工事費は、直接工事費と上記(8)～(9)から構成される間接費の合計とした。

プロジェクト工事費の内訳を Table 2.2 に示す。

Table 2.2 EL CHAPARRAL PROJECT
SUMMARY of PROJECT COST
(price in Jan. 2003)

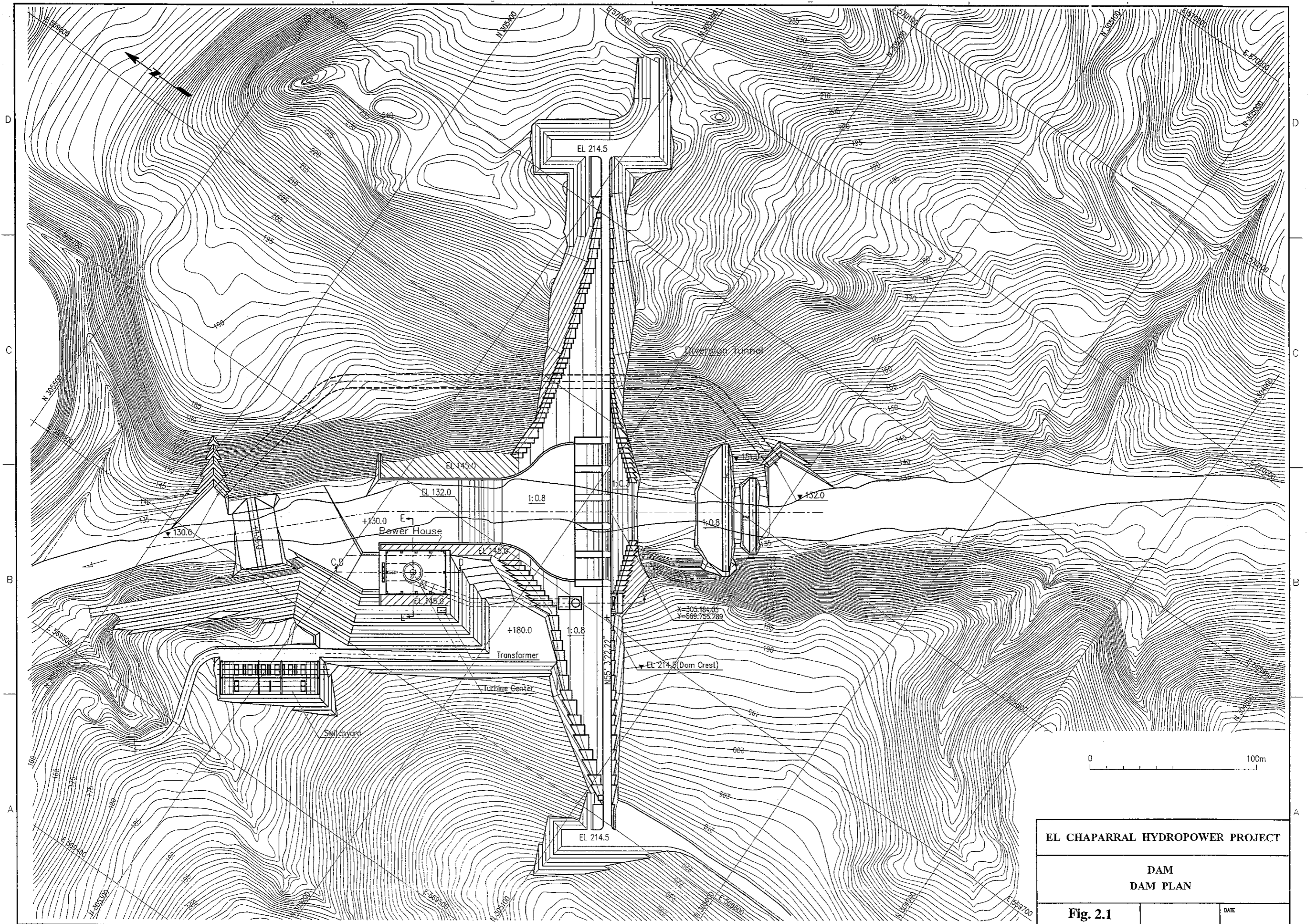
Item	Quantity	Unit	Unit Price	Total Cost	Foreign Currency	Local Currency	Subtotal
PROJECT COST							
1 Preparatory Works							
Construction road 1 (Improved existing road, B=6m)	6.0	km	\$ 15,400	\$ 92,400	\$ 9,240	\$ 83,160	\$ 4,471,800
Construction road 2 (new permanent paved road, B=6m)	3.0	km	\$ 185,000	\$ 555,000	\$ 55,500	\$ 499,500	
Construction road 3 (new temporary road, B=11m)	2.0	km	\$ 37,200	\$ 74,400	\$ 7,440	\$ 66,960	
Camp & office facility	1	Is	\$ 1,800,000	\$ 1,800,000	\$ 180,000	\$ 1,620,000	
Temporary construction facility	1	Is	\$ 1,100,000	\$ 1,100,000	\$ 110,000	\$ 990,000	
Temporary construction yard development	1	Is	\$ 850,000	\$ 850,000	\$ 85,000	\$ 765,000	
2 Civil Works							
Care of River							
Upstream Cofferdam							
Common Excavation	3,800	m ³	\$ 4	\$ 15,200	\$ 7,600	\$ 7,600	
Rock Excavation	1,600	m ³	\$ 10	\$ 16,000	\$ 9,600	\$ 6,400	
Roller Compacted Concrete	14,400	m ²	\$ 55	\$ 792,000	\$ 316,800	\$ 475,200	
Others	1	Is	400000	\$ 400,000	\$ 20,000	\$ 20,000	
Downstream Cofferdam							
Common Excavation	3,500	m ³	\$ 4	\$ 14,000	\$ 7,000	\$ 7,000	
Rock Excavation	1,500	m ³	\$ 10	\$ 15,000	\$ 9,000	\$ 6,000	
Embankment	3,000	m ³	\$ 7	\$ 21,000	\$ 16,800	\$ 4,200	
Others	1	Is	40000	\$ 40,000	\$ 20,000	\$ 20,000	
Diversion Tunnel							
Common Excavation	8,200	m ³	\$ 4	\$ 32,800	\$ 16,400	\$ 16,400	
Tunnel Excavation	24,000	m ³	\$ 150	\$ 3,600,000	\$ 2,880,000	\$ 720,000	
Tunnel Lining Concrete	2,100	m ³	\$ 230	\$ 483,000	\$ 241,500	\$ 241,500	
Reinforced Bar	60	t	\$ 1,500	\$ 90,000	\$ 54,000	\$ 36,000	
Others	1	Is	25%	\$ 1,051,450	\$ 630,870	\$ 420,580	
Dam							
Dam							
Common Excavation							
Rock Excavation	124,500	m ³	\$ 4	\$ 498,000	\$ 249,000	\$ 249,000	
Roller Compacted Concrete (Inner Concrete)	186,700	m ³	\$ 10	\$ 1,867,000	\$ 1,120,200	\$ 746,800	
Conventional Concrete (Dam Crest Con + Outer Con)	247,600	m ³	\$ 55	\$ 13,618,000	\$ 5,447,200	\$ 8,170,800	
Consolidation Grouting Drilling	121,600	m ³	\$ 100	\$ 12,160,000	\$ 4,864,000	\$ 7,296,000	
Consolidation Grouting Cement	4,400	m	\$ 60	\$ 264,000	\$ 52,800	\$ 211,200	
Curtain Grouting Drilling	90	t	\$ 700	\$ 63,000	\$ 12,600	\$ 50,400	
Curtain Grouting Cement	46,800	m	\$ 130	\$ 6,084,000	\$ 1,216,800	\$ 4,867,200	
Others	2,200	t	\$ 700	\$ 1,540,000	\$ 308,000	\$ 1,232,000	
Spillway	1	Is	10%	\$ 3,609,400	\$ 180,470	\$ 3,428,930	
Structural Concrete (Piers, Chute, Walls, etc)							
Reinforced Bar	23,000	m ³	\$ 130	\$ 2,990,000	\$ 897,000	\$ 2,093,000	
Others	640	t	\$ 1,500	\$ 960,000	\$ 576,000	\$ 384,000	
Others	1	Is	10%	\$ 395,000	\$ 19,750	\$ 375,250	
					\$	\$	\$ 44,048,400
					\$	\$	6,210,450

Table 2.2 EL CHAPARRAL PROJECT
SUMMARY of PROJECT COST
(price in Jan. 2003)

Item	Quantity	Unit	Unit Price	Total Cost	Foreign Currency	Local Currency	Subtotal
Water way							
Intake							
Structural Concrete(Piers, etc)	1,200	m ³	\$ 130	\$ 156,000	\$ 46,800	\$ 109,200	\$ 1,070,300
Reinforced Bar	60	t	\$ 1,500	\$ 90,000	\$ 54,000	\$ 36,000	
Others	1	Is	10%	\$ 24,600	\$ 7,380	\$ 17,220	
Penstock							
Incline Shaft Excavation	2,400	m ³	\$ 200	\$ 480,000	\$ 384,000	\$ 96,000	
Filling Concrete	800	m ³	\$ 190	\$ 152,000	\$ 60,800	\$ 91,200	
Structural Concrete(Anchor Block)	500	m ³	\$ 130	\$ 65,000	\$ 19,500	\$ 45,500	
Reinforced Bar	20	t	\$ 1,500	\$ 30,000	\$ 18,000	\$ 12,000	
Others	1	Is	10%	\$ 72,700	\$ 21,810	\$ 50,890	
Powerhouse							\$ 5,784,960
Powerhouse							
Common Excavation	35,900	m ³	\$ 4	\$ 143,600	\$ 71,800	\$ 71,800	
Rock Excavation	143,500	m ³	\$ 10	\$ 1,435,000	\$ 861,000	\$ 574,000	
Structural Concrete(Slab, Barrel)	11,700	m ³	\$ 130	\$ 1,521,000	\$ 456,300	\$ 1,064,700	
Reinforced Bar	740	t	\$ 1,500	\$ 1,110,000	\$ 666,000	\$ 444,000	
Others	1	Is	20%	\$ 841,920	\$ 336,770	\$ 505,150	
Control Building							
Control Building	12,300	inner m ³	\$ 40	\$ 492,000		\$ 492,000	
Outlet							
Common Excavation	4,900	m ³	\$ 4	\$ 19,600	\$ 9,800	\$ 9,800	
Rock Excavation	11,300	m ³	\$ 10	\$ 113,000	\$ 67,800	\$ 45,200	
Others	1	Is	20%	\$ 26,520	\$ 10,610	\$ 15,910	
Switchyard							
Common Excavation	13,900	m ³	\$ 4	\$ 55,600	\$ 27,800	\$ 27,800	
Structural Concrete(Faundation)	100	m ³	\$ 130	\$ 13,000	\$ 3,900	\$ 9,100	
Others	1	Is	20%	\$ 13,720	\$ 5,490	\$ 8,230	
3 Hydromechanical Equipment							\$ 11,720,000
Spillway Gate							
Intake Gate	1,130	t	\$ 7,000	\$ 7,910,000	\$ 7,119,000	\$ 791,000	
Intake Screen	90	t	\$ 6,000	\$ 540,000	\$ 486,000	\$ 54,000	
Penstock Tube	20	t	\$ 3,000	\$ 60,000	\$ 54,000	\$ 6,000	
Outlet Gate	350	t	\$ 5,000	\$ 1,750,000	\$ 1,575,000	\$ 175,000	
Sluiceway Gate & Steel liner	70	t	\$ 6,000	\$ 420,000	\$ 378,000	\$ 42,000	
	1	Is	\$ 1,040,000	\$ 1,040,000	\$ 936,000	\$ 104,000	

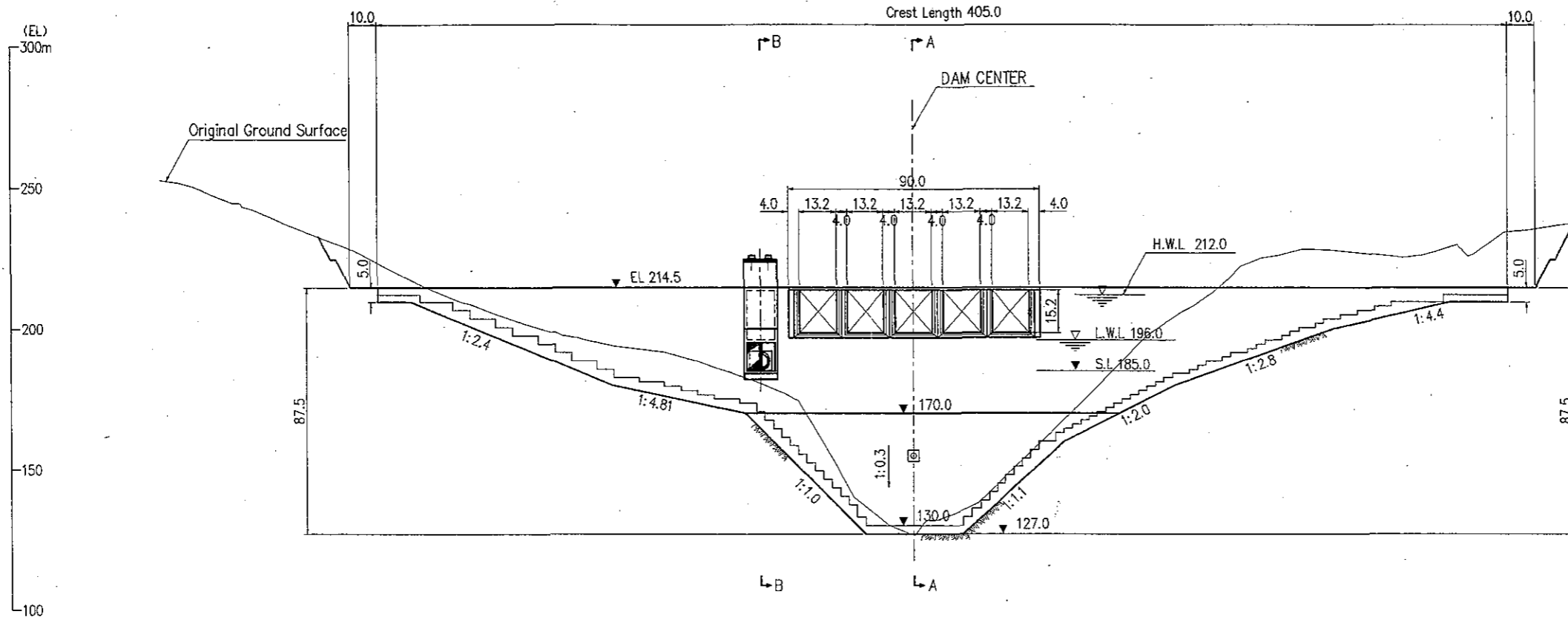
Table 2.2 EL CHAPARRAL PROJECT
SUMMARY of PROJECT COST
(price in Jan. 2003)

Item	Quantity	Unit	Unit Price	Total Cost	Foreign Currency	Local Currency	Subtotal
4 Electric equipment							
Main Turbine and Speed Governing System	1	1s	\$ 5,466,000	\$ 5,466,000	\$ 4,700,760	\$ 765,240	\$ 17,786,000
Main Generator and Excitation System	1	1s	\$ 4,328,000	\$ 4,328,000	\$ 3,722,080	\$ 605,920	
Main Power Transformer	1	1s	\$ 1,043,000	\$ 1,043,000	\$ 896,980	\$ 146,020	
Small Turbine and Speed Governing System	1	1s	\$ 425,000	\$ 425,000	\$ 365,500	\$ 59,500	
Small Generator and Excitation System	1	1s	\$ 387,000	\$ 387,000	\$ 332,820	\$ 54,180	
Overhead Travel Crane	1	1s	\$ 857,000	\$ 857,000	\$ 737,020	\$ 119,980	
Switchyard Equipment	1	1s	\$ 502,000	\$ 502,000	\$ 431,720	\$ 70,280	
Powerplant Equipment	1	1s	\$ 4,778,000	\$ 4,778,000	\$ 4,109,080	\$ 668,920	
5 Transmission Equipment							
Receiving Switch	1	1s	\$ 177,000	\$ 177,000	\$ 152,220	\$ 24,780	\$ 2,597,000
Transmission Line	1	1s	\$ 2,420,000	\$ 2,420,000	\$ 1,742,400	\$ 677,600	
6 Environmental Cost							
Infrastructure							
New Public Road	11	km	\$ 25,000	\$ 275,000		\$ 247,500	
Improved Public Road	33	km	\$ 15,000	\$ 495,000	\$ 49,500	\$ 445,500	
New Bridge (two bridges)	2	1s	\$ 2,000,000	\$ 4,000,000	\$ 3,600,000	\$ 400,000	
Environmental Mitigation							
Environmental Mitigation	1	1s	\$ 192,000	\$ 192,000	\$ 19,200	\$ 172,800	
Environmental Mitigation inherent to project	1	1s	\$ 2,458,000	\$ 2,458,000	\$ 2,458,000	\$ -	
7 Land Acquisition and Resettlement							
Land Acquisition for Reservoir (suitable for agriculture)	234	ha	\$ 8,000	\$ 1,872,000		\$ 1,872,000	\$ 9,823,700
Land Acquisition for Reservoir (not suitable for agriculture)	645	ha	\$ 5,900	\$ 3,805,500		\$ 3,805,500	
Land Acquisition for Reservoir (steep land)	81	ha	\$ 4,200	\$ 340,200		\$ 340,200	
Land Acquisition for Access Road	23	ha	\$ 5,000	\$ 115,000		\$ 115,000	
Land Acquisition for Camp, Temporary Land	7	ha	\$ 5,000	\$ 35,000		\$ 35,000	
Land Acquisition for Dam, Powerhouse and Switch yard	6	ha	\$ 5,000	\$ 30,000		\$ 30,000	
Right of way for Transmission line	43	km	\$ 32,000	\$ 1,376,000		\$ 1,376,000	
Relocation and Resettlement Cost	75	family	\$ 30,000	\$ 2,250,000		\$ 2,250,000	
TOTAL DIRECT COST							
			\$	\$ 110,932,610	\$ 54,430,710	\$ 56,501,900	
8 Contingency							
Preparatory Works + Civil Works			10%	\$ 6,158,600	\$ 2,275,020	\$ 3,883,580	\$ 7,763,750
Hydromechanical Equipment			5%	\$ 586,000	\$ 527,400	\$ 58,600	
Electric Equipment + Transmission Equipment			5%	\$ 1,019,150	\$ 859,530	\$ 159,620	
9 Administration & Engineering Cost							
Administration & Engineering Cost	1	1s	15%	\$ 16,639,900	\$ 11,370,600	\$ 5,269,300	\$ 16,639,900
TOTAL INDIRECT COST							
			\$	\$ 24,403,650	\$ 15,032,550	\$ 9,371,100	
TOTAL PROJECT CONSTRUCTION COST							
			\$	\$ 135,336,260	\$ 69,463,260	\$ 65,873,000	

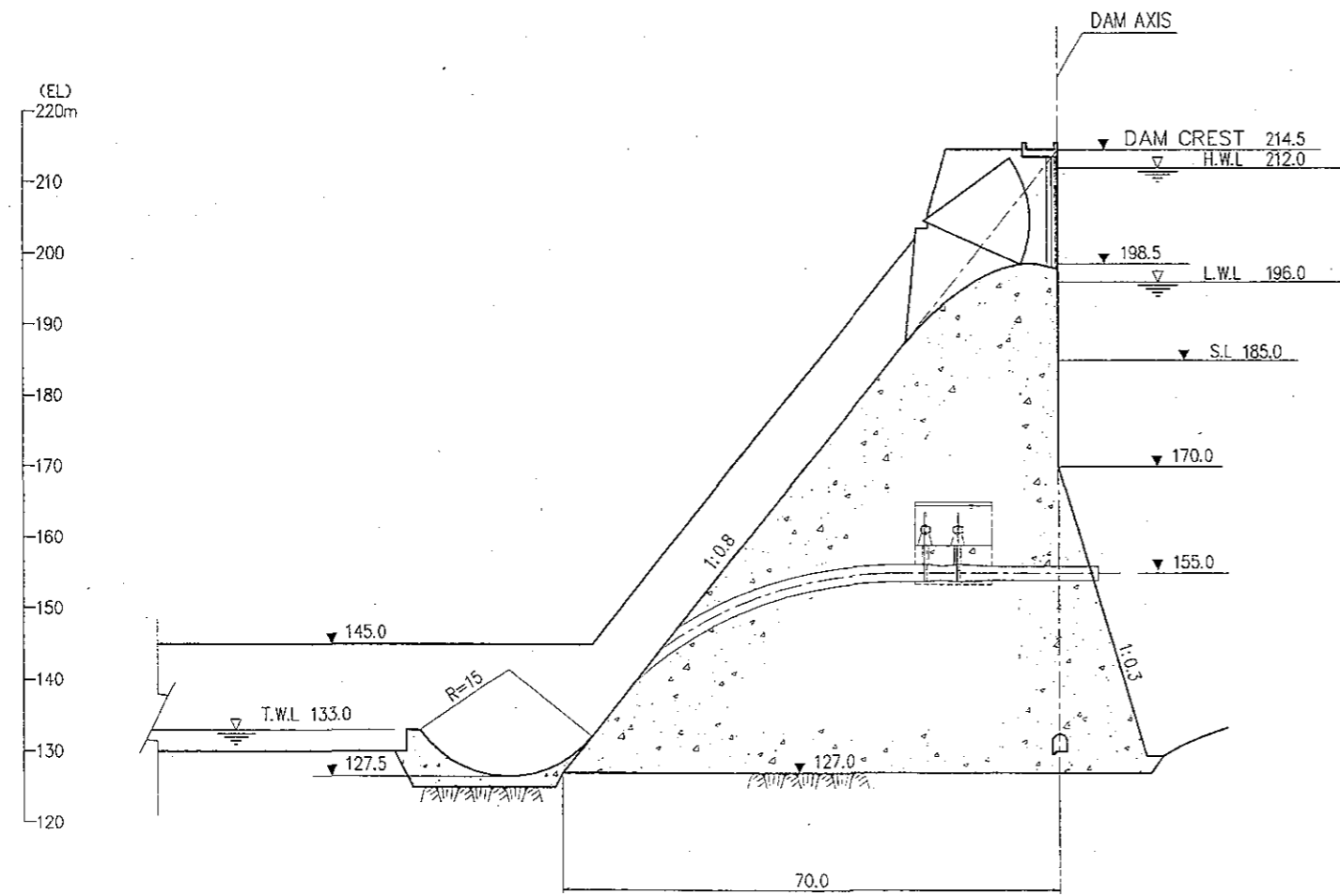


EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT		
DAM DAM PLAN		
Fig. 2.1	DATE	

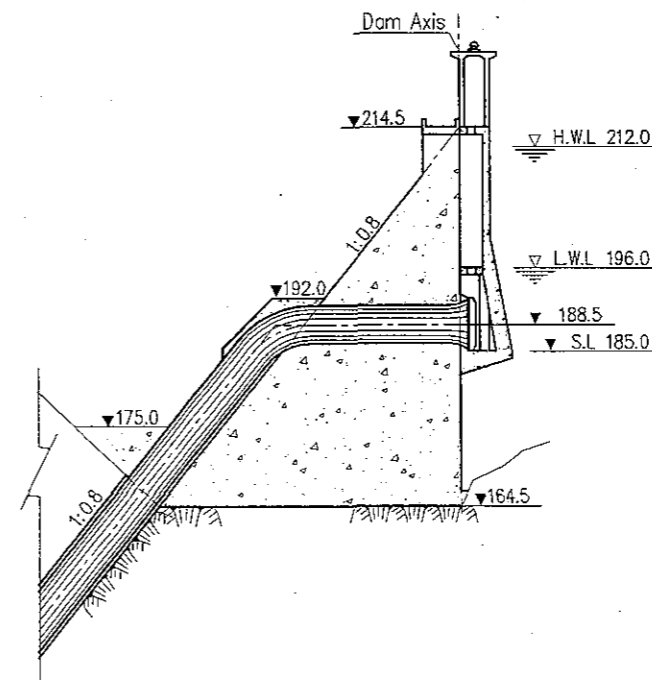
DAM ELEVATION



TYPICAL SECTION A



TYPICAL SECTION B

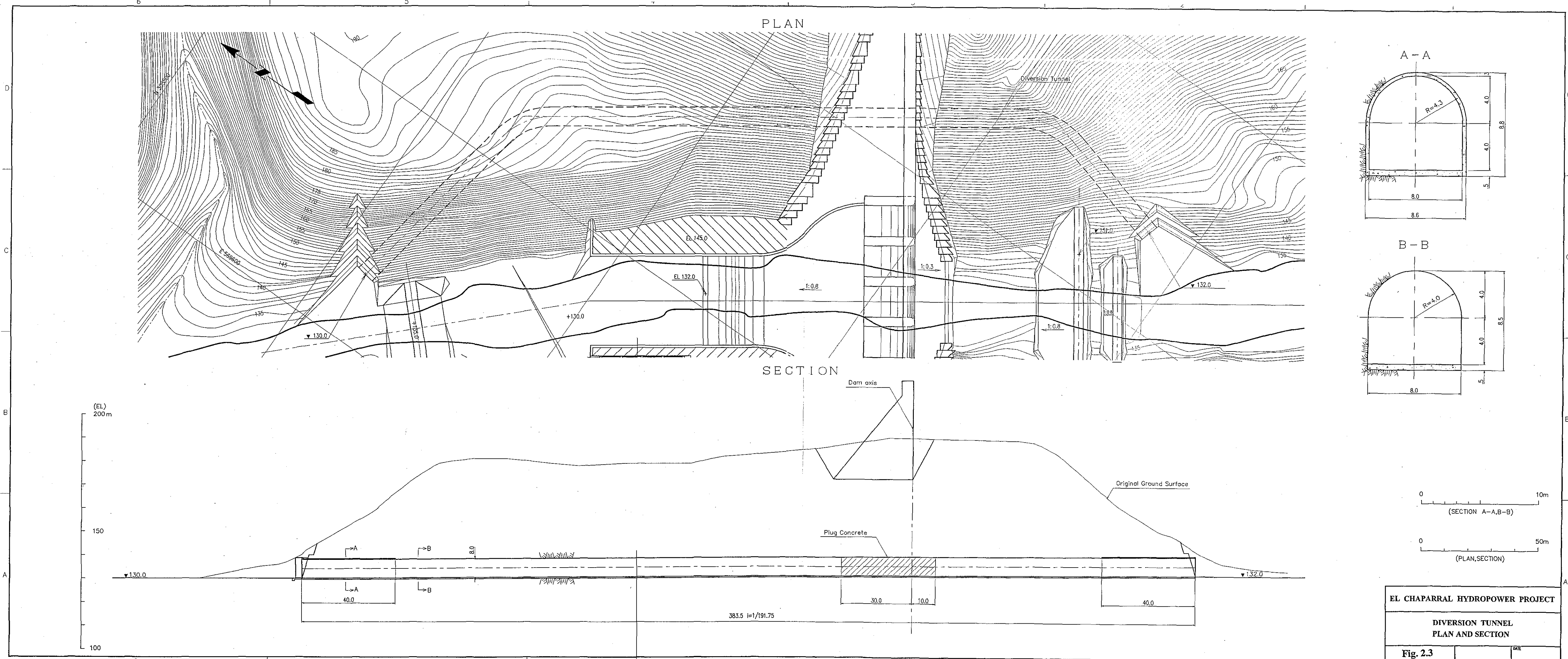


EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT

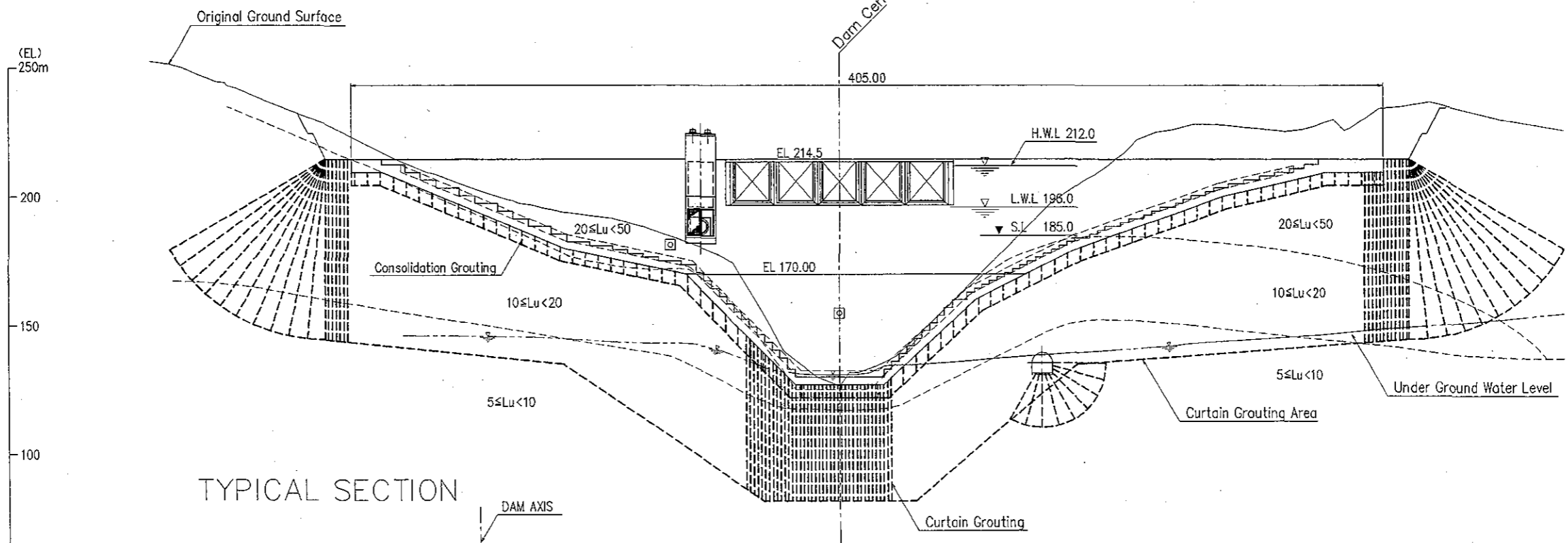
DAM
DAM ELEVATION AND TYPICAL SECTION

Fig. 2.2

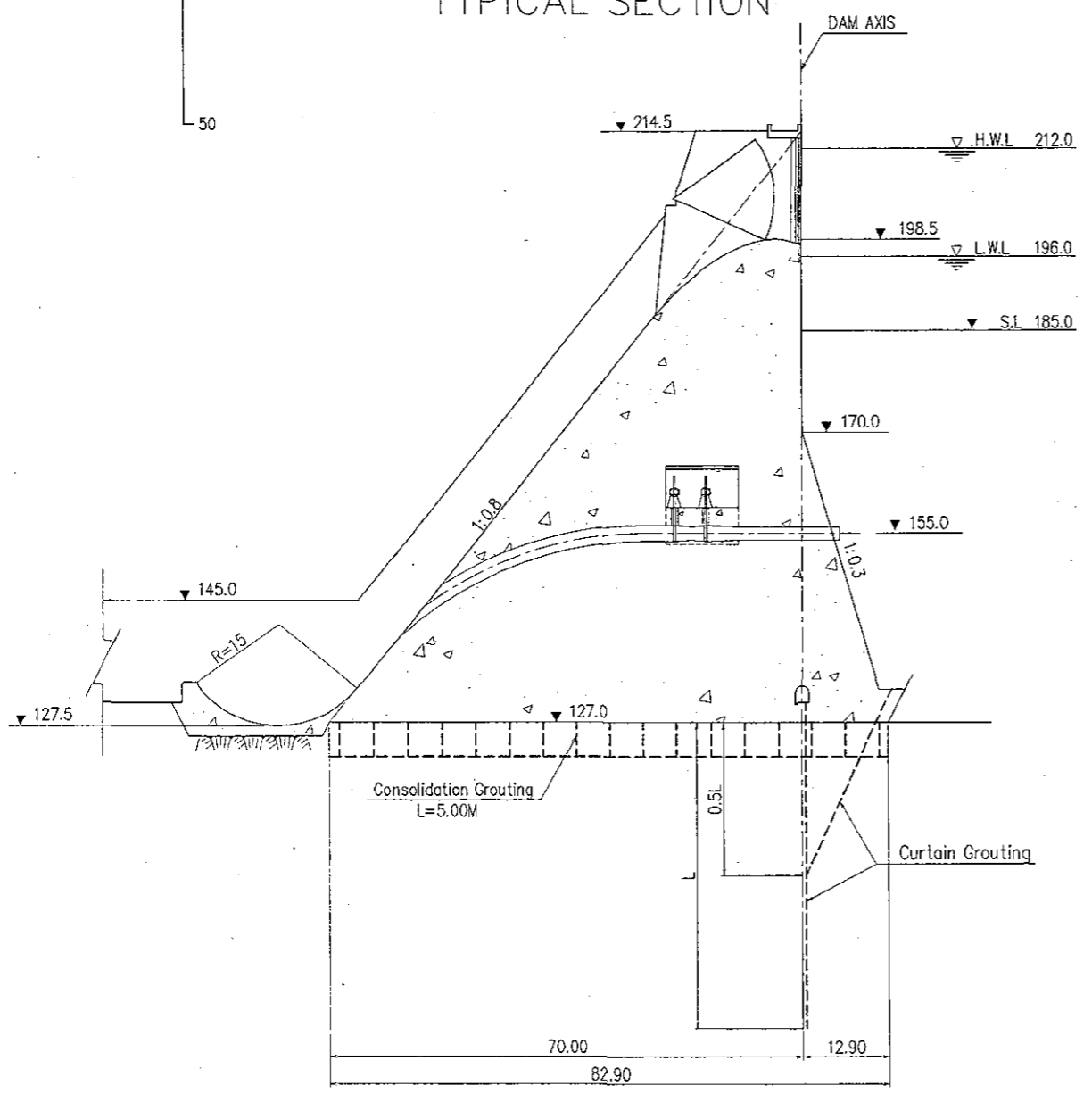
DATE



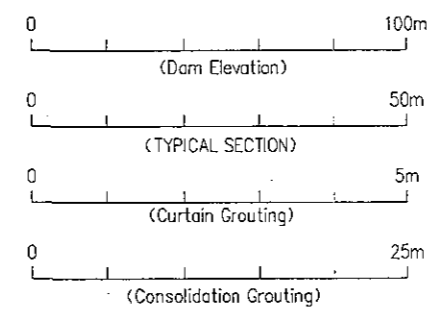
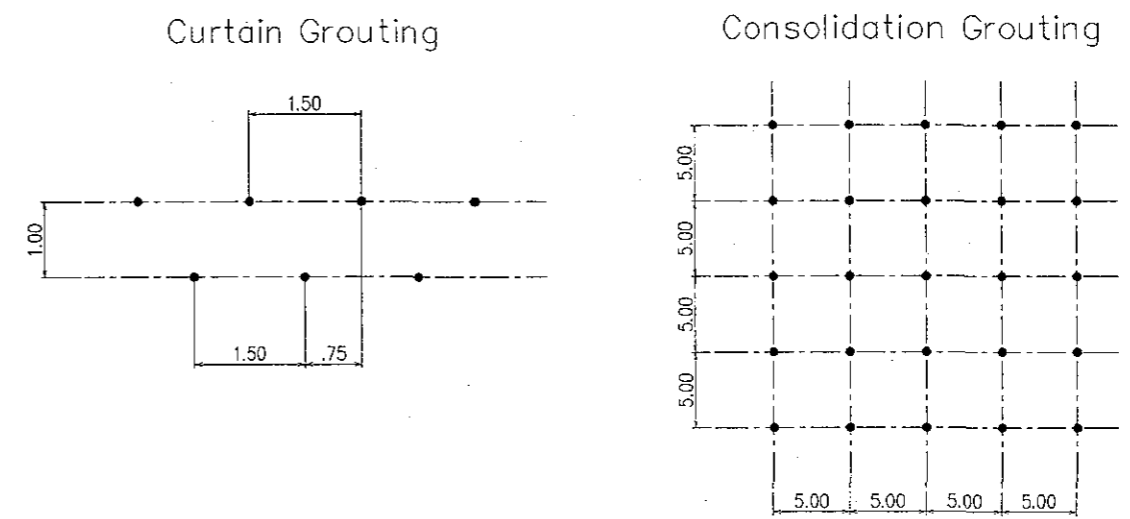
DAM ELEVATION



TYPICAL SECTION



PATTERN



EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT	
DAM DAM GROUTING PLAN	
Fig. 2.4	DATE

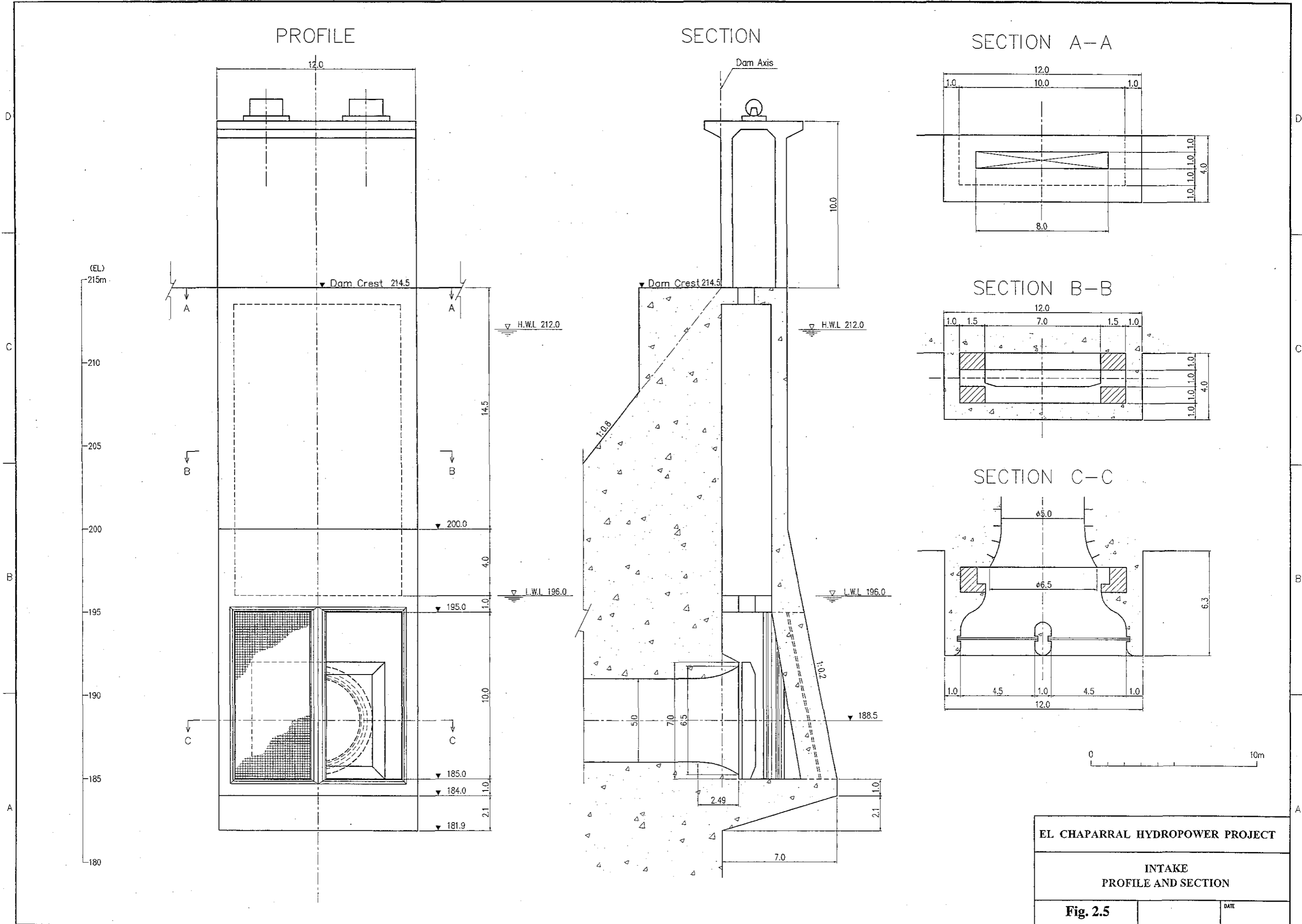
PROFILE

SECTION

SECTION A-A

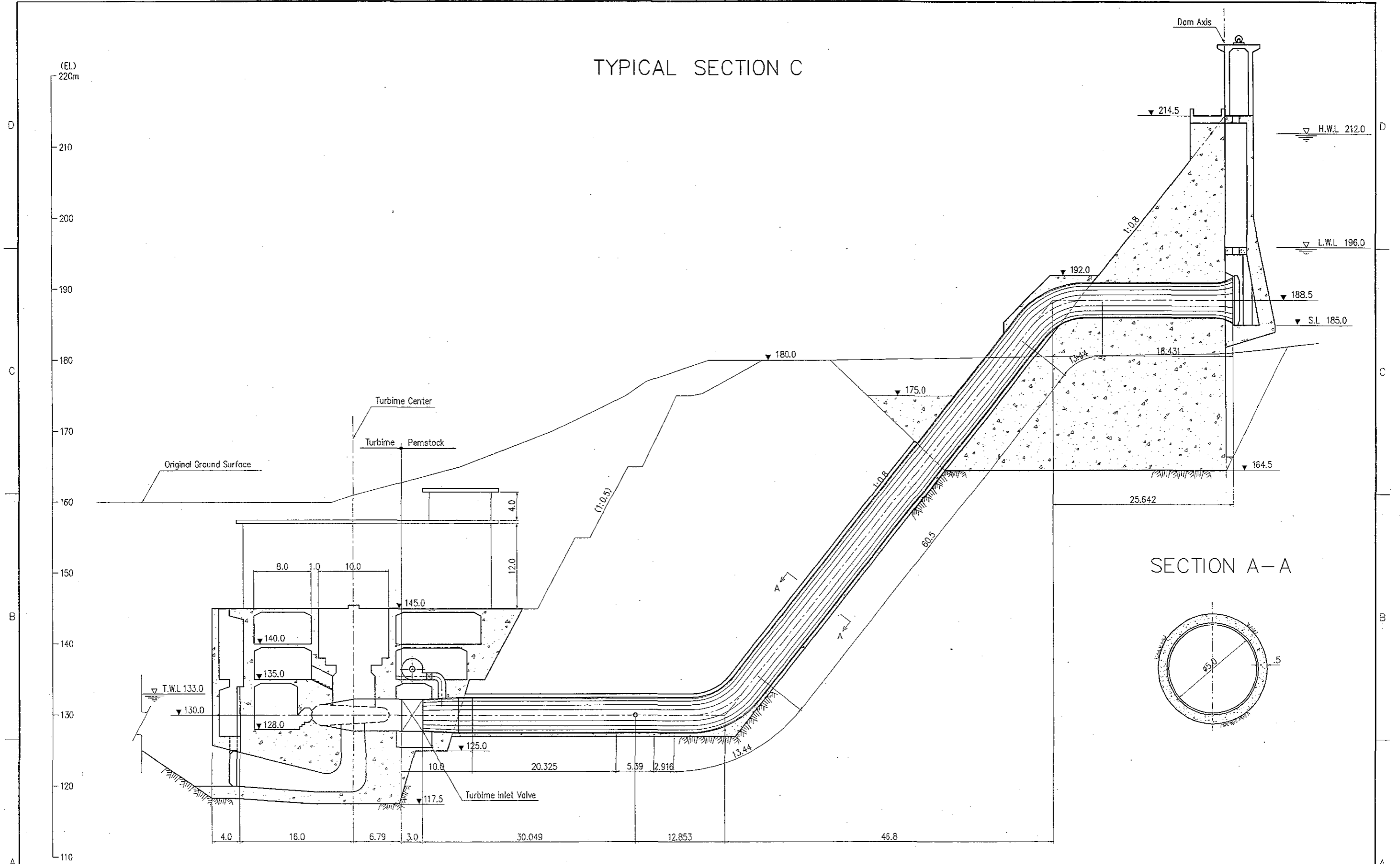
SECTION B-B

SECTION C-C

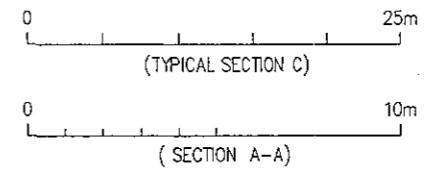
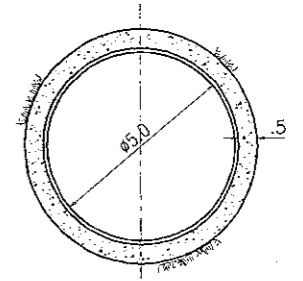


EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT	
INTAKE PROFILE AND SECTION	
Fig. 2.5	DATE
SHEET NO. OF	

TYPICAL SECTION C

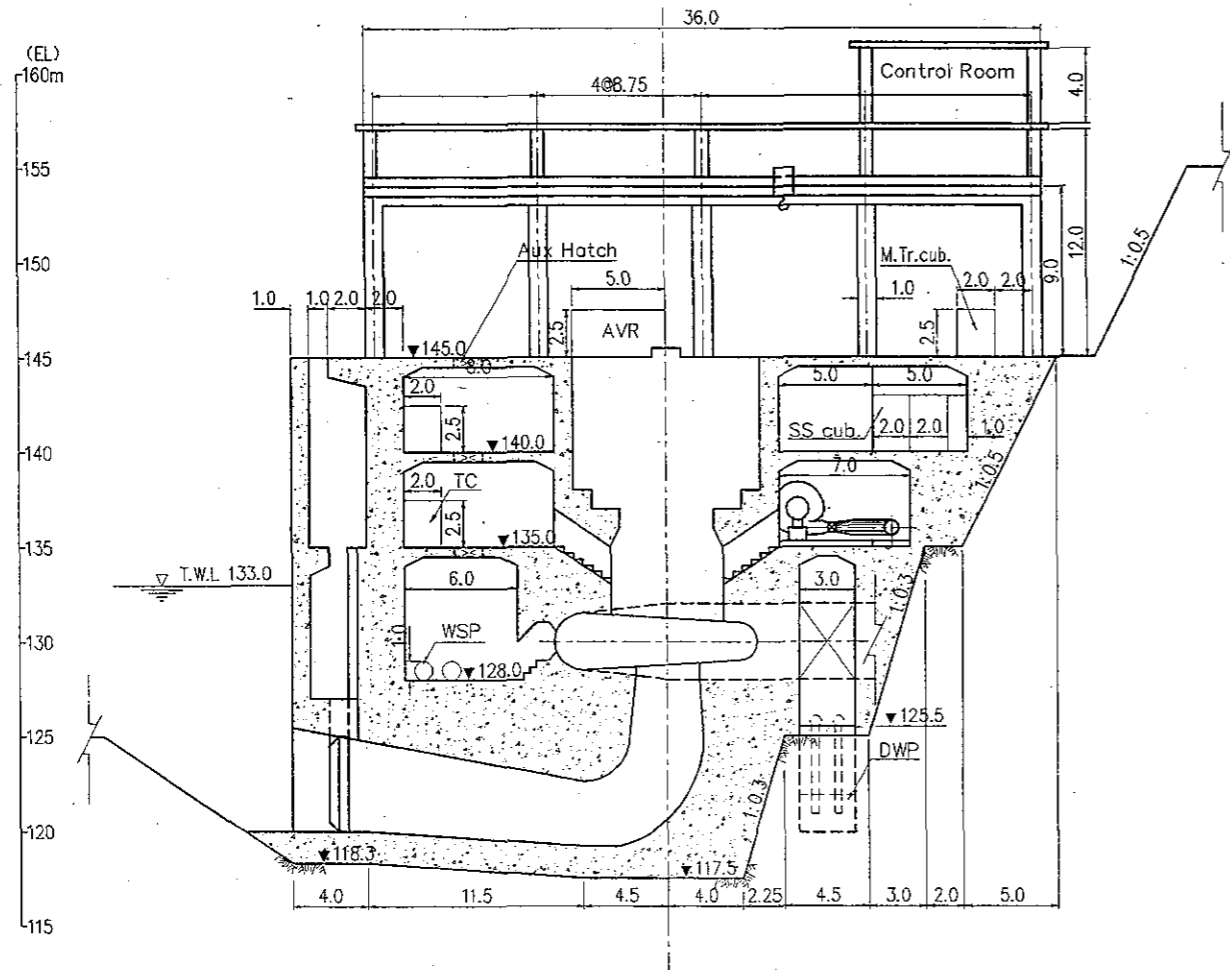


SECTION A-A

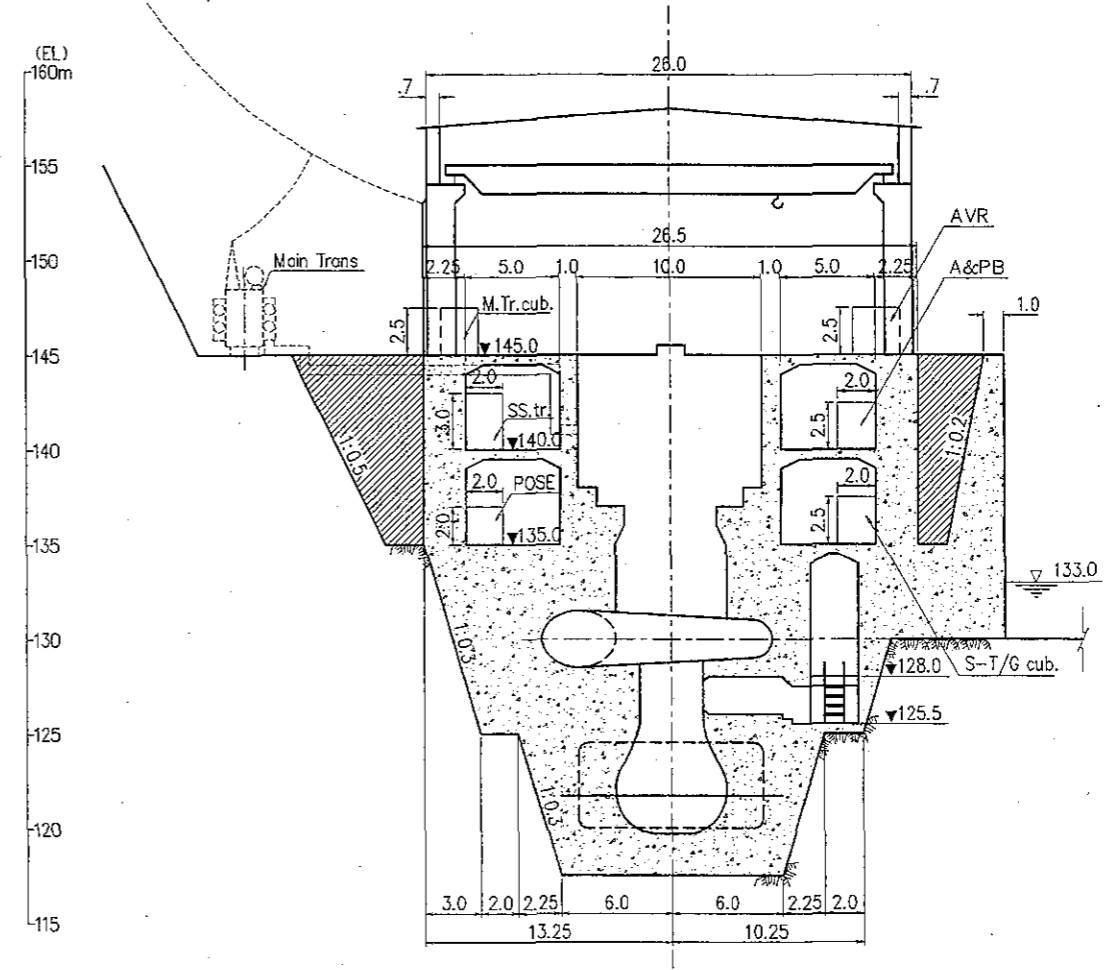


EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT	
PENSTOCK TYPICAL SECTION	
Fig. 2.6	DATE

TYPICAL SECTION D

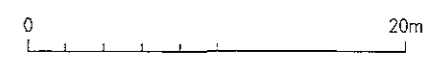


TYPICAL SECTION E

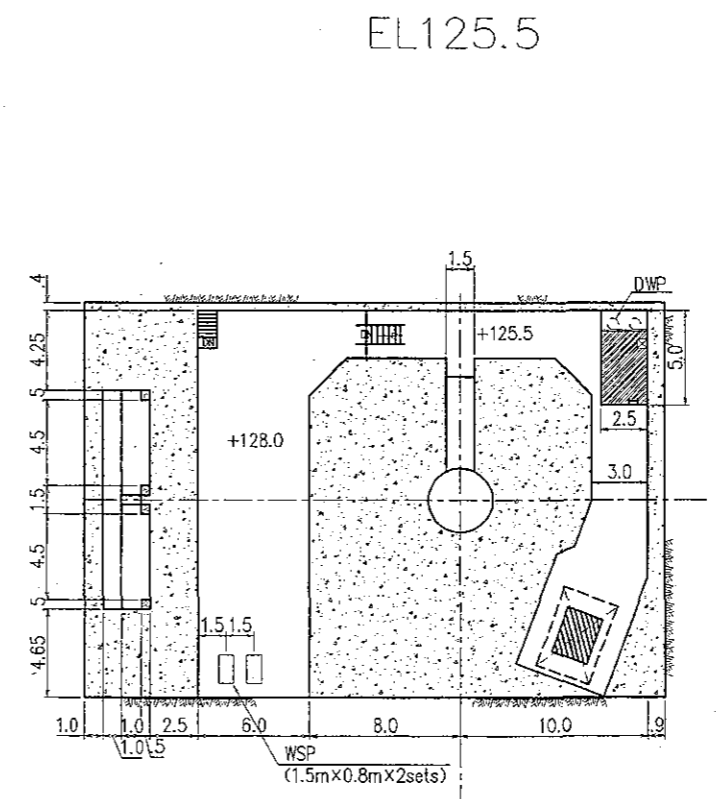
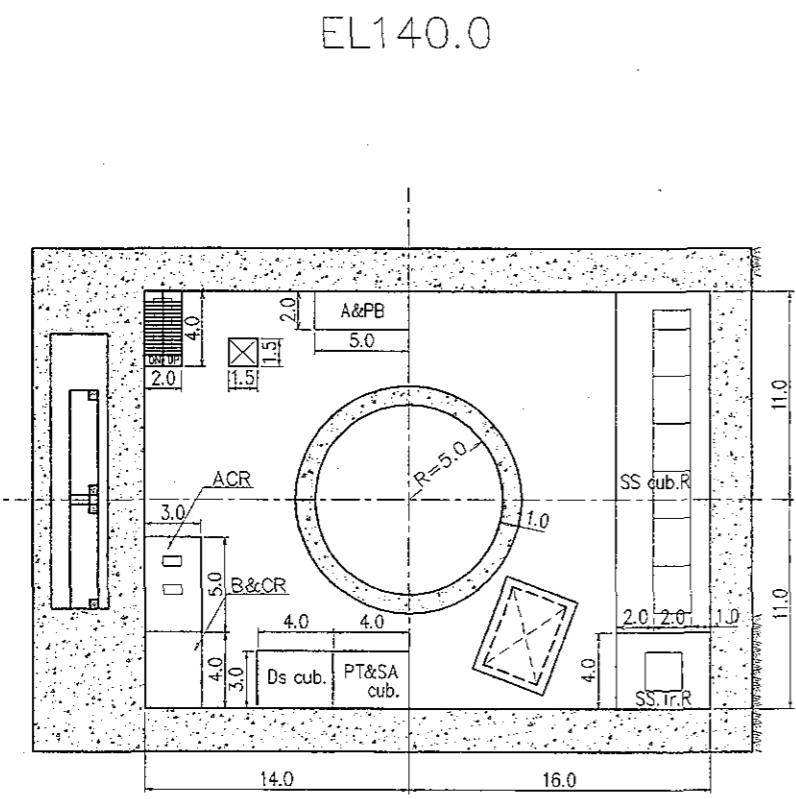
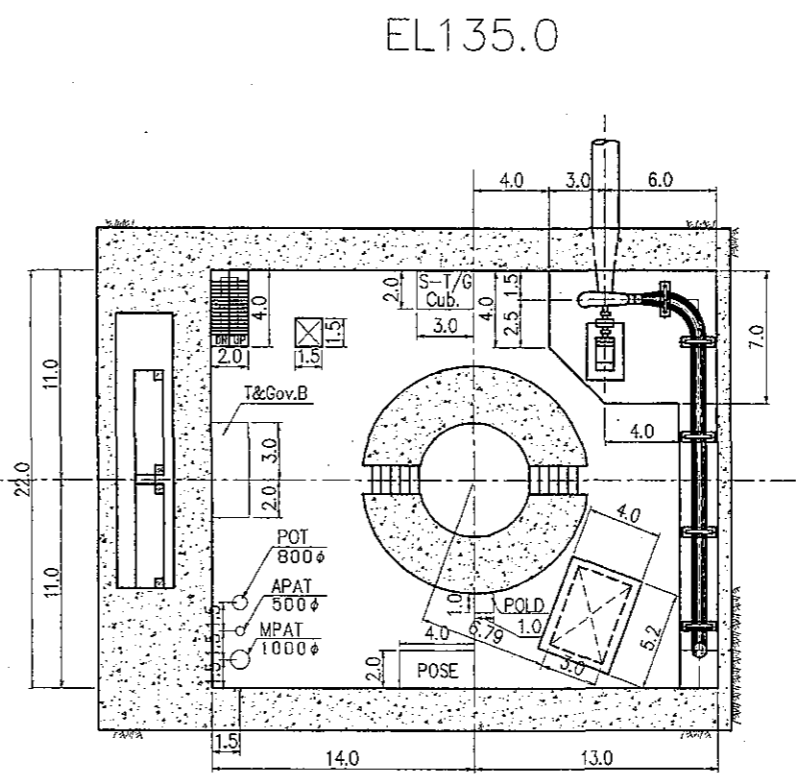
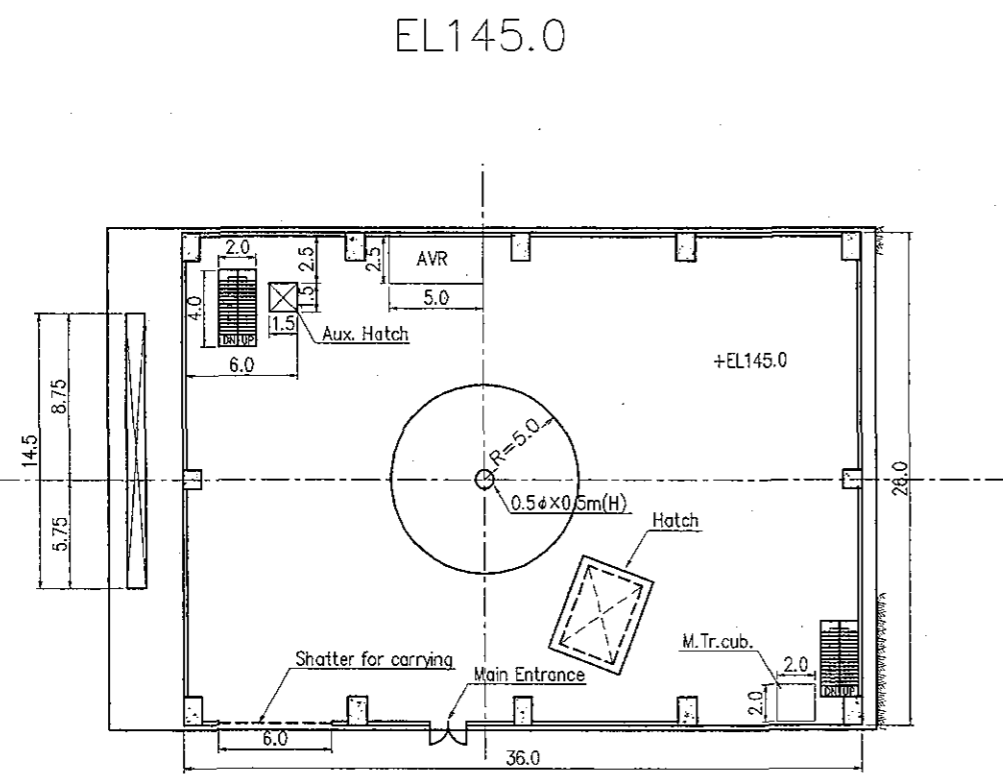


Legend :

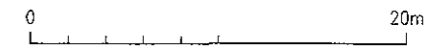
- (Typical section D)
- M.Tr.cub. : Main Transformer Control Cubicle
- AVR : Exciter regulation (with AVR) Cubicle
- SS.cub. : Station Service Cubicle
- TC : Turbine Control Board
- WSP : Water Supply Pump
- DWP : Drainage Water Pit
- (Typical Section E)
- M.Tr.cub. : Main Transformer Control Cubicle
- AVR : Exciter Regulation (with AVR) Cubicle
- SS.Tr. : Station Service transformer
- A&PB : Automatic Control & Protection Relay Board
- POSE : Pressure Oil Supply Equipment
- S-T/G cub. : Sub-Turbine/Generator Control Cubicle



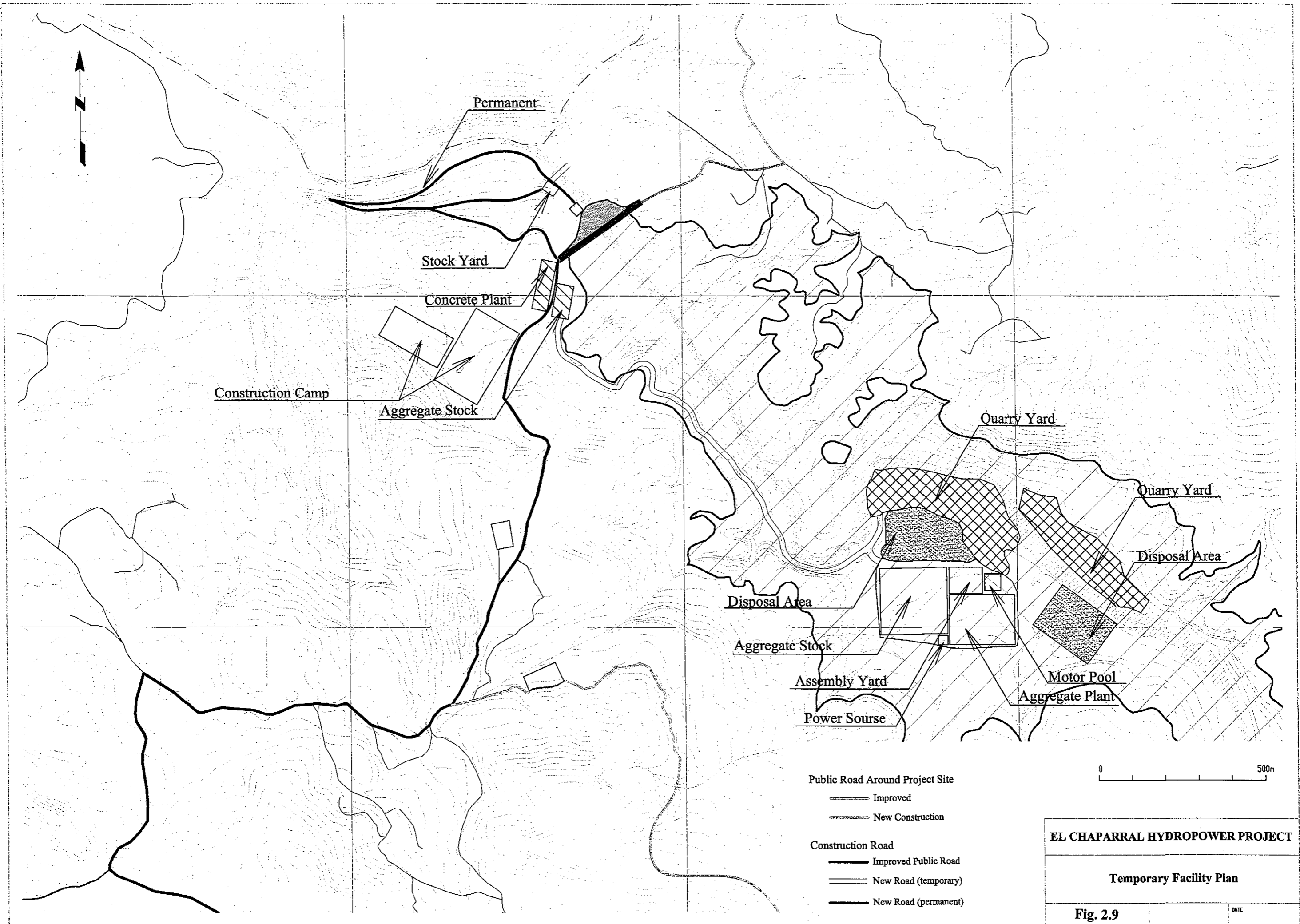
EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT	
POWER HOUSE TYPICAL SECTION	
Fig. 2.7	DATE



- Legend :
- (EL145.0)
 - M.Tr.cub. : Main Transformer Control Cubicle
 - AVR : Exciter Regulation (with AVR) Cubicle
 - (EL140.0)
 - SS.Tr.R : Station Service Transformer Room
 - A&PB : Automatic Control & Protection Relay Board
 - SS.cub.R : Station Service Cubicle Room
 - ACR : Air Compressor Room
 - B&CR : Battery & Charger Room
 - DS.cub. : Disconnecting switch Cubicle
 - PT&SA.cub. : Potential Transformer & Surge Absorber Cubicle
 - (EL135.0)
 - S-T/G.cub. : Sub-Turbine/Generator Control Cubicle
 - T&Gov.B : Turbine & Governor Control Board
 - POT : Pressure Oil Tank
 - APAT : Auxiliary Pressure Air Tank
 - MPAT : Main Pressure Air Tank
 - POSE : Pressure Oil Supply Equipment
 - POLD : Pressure Oil Lifting Device
 - (EL125.0)
 - WSP : Water Supply Pump
 - DWP : Drainage Water Pit



EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT	
POWER HOUSE PLAN	
Fig. 2.8	DATE



Construction Camp

Stock Yard

Concrete Plant

Aggregate Stock

Permanent

Quarry Yard

Quarry Yard

Disposal Area

Disposal Area

Aggregate Stock

Assembly Yard

Power Source

Motor Pool

Aggregate Plant

Public Road Around Project Site

- Improved
- - - - - New Construction

Construction Road

- Improved Public Road
- New Road (temporary)
- New Road (permanent)

0 500m

EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT

Temporary Facility Plan

Fig. 2.9

DATE

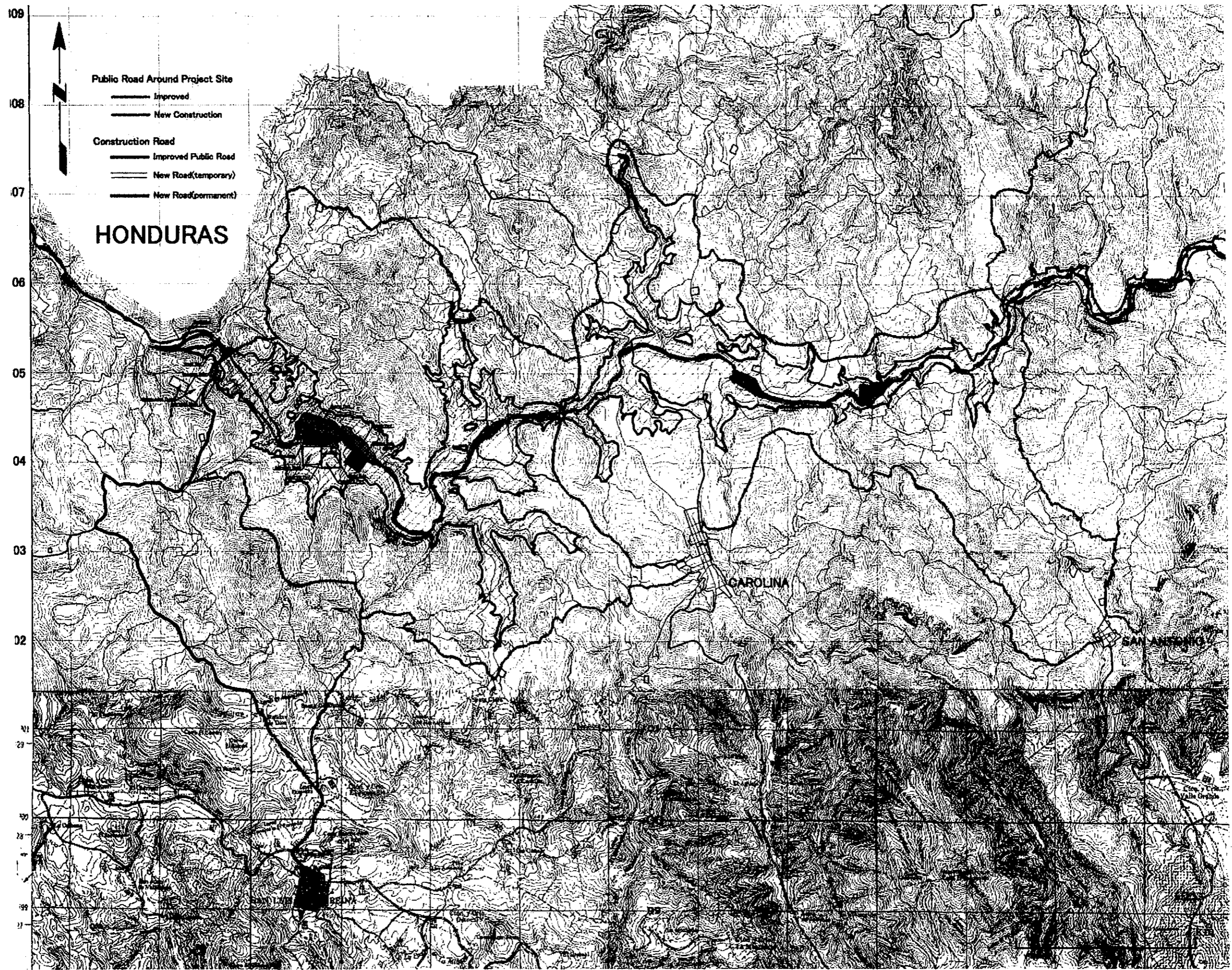


Fig.2.10 Road Plan around Reservoir

第3章 経済および財務評価

第3章 経済および財務評価

3.1 経済評価

3.1.1 評価手法

経済評価はある計画を実施することに伴う経済的インパクトを国家経済の観点から計測することを目的としている。本計画では通常使用されているキャッシュ割引フロー法により経済価格によって表わされた費用と便益の比較を行なう。

3.1.2 本計画の経済費用

各設備ごとの初期投資額、運転維持費、設備更新費（技術管理費および予備費を含む）を本計画の費用とした。

3.1.3 本計画の経済便益

本計画では2種類の便益を想定して評価を行なった。ひとつは代替火力として選定された低速ディーゼル発電設備の建設・運転費用であり、もうひとつは過去5年間の平均売電単価(US\$67.65/MWh)と年間発生電力量(233.21GWh)から導かれる売電収入額である。併せて、排出権取引による予想収入を追加便益として計算した。

3.1.4 経済評価

純現在価値 (NPV: B - C)、便益費用比率 (B/C) および経済的内部収益率 (EIRR) の各指標を以下に示す。

	便 益		評価基準	割引率
	代替火力	売電収入		
NPV	72,822	74,637	> 0	6%
	34,388	29,323	> 0	8%
	10,680	1,623	> 0	10%
B/C	1.57	1.59	> 1	6%
	1.29	1.25	> 1	8%
	1.10	1.01	> 1	10%
EIRR	11.3%	10.2%	> 資本の機会費用	

この結果、売電収入を便益とした場合、代替火力便益に比較して、より厳しい評価結果となったものの、EIRR は資本の機会費用である 10%を上回っており、経済的にフィージブルであると評価できる。

また、CDM の排出権取引を利用した場合の計算結果は以下の通りである。

	便 益		評価基準	単価
	代替火力	売電収入		
NPV (i = 10%)	12,713	3,656	> 0	US\$3
	14,069	5,011	> 0	US\$5
	17,457	8,399	> 0	US\$10
B/C (i = 10%)	1.12	1.03	> 1	US\$3
	1.13	1.05	> 1	US\$5
	1.16	1.08	> 1	US\$10
EIRR	11.6%	10.3%	> OCC	US\$3
	11.7%	10.5%	> OCC	US\$5
	12.1%	11.8%	> OCC	US\$10

3.2 財務評価

3.2.1 評価手法

財務評価はある計画が企業会計の立場から見て成立するかどうかを検討する。分析手法としてはキャッシュ割引フロー法を採用する。評価指標として資金調達形態にかかわらずプロジェクト本来の収益性を評価するための、総資本財務的内部収益率（FIRR on investment）を算出する。

3.2.2 本計画の財務費用および便益

(1) 財務費用

本計画の財務費用は市場価格による初期投資額、機器更新費用およびO&M費とする。

(2) 財務便益

本計画の財務便益は電力販売収入とする。ここではCEL 営業ユニットおよび調査部が共同で作成した「エルチャパラル水力発電所発電および収入予想」による、年平均売電可能電力量180.2GWhおよび平均売電単価US\$58.08/MWhをベースとして計算を行い、年間収入を10,466千ドルとした。

3.2.3 財務評価

総資本に対する財務的内部収益率（FIRR on Investment）を財務収入に基づき計算した。財務評価の結果を以下に示す。この結果、本計画実施にはソフトな条件の融資が必要ながことが判明した。

項 目	計算結果	評価基準
FIRR	6.4%	> 借入金利

