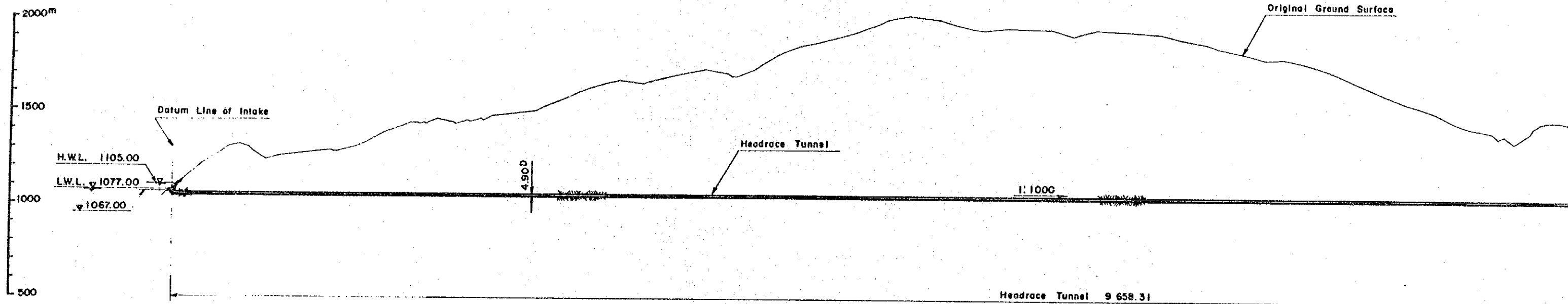
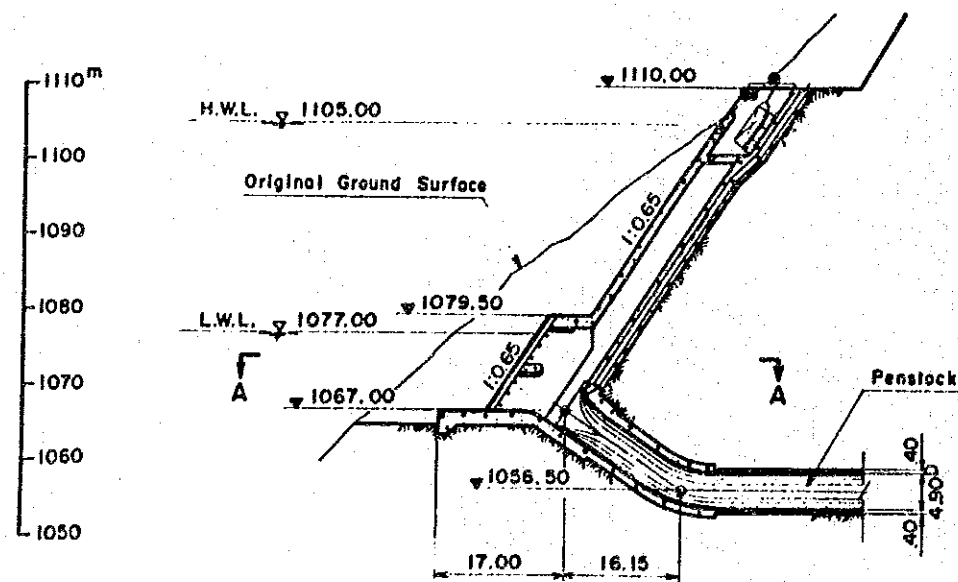


| | |
|---|--|
| OLTU RIVER HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT | |
| OLUR PROJECT | |
| GENERAL PLAN | |
| Fig. 12 | |

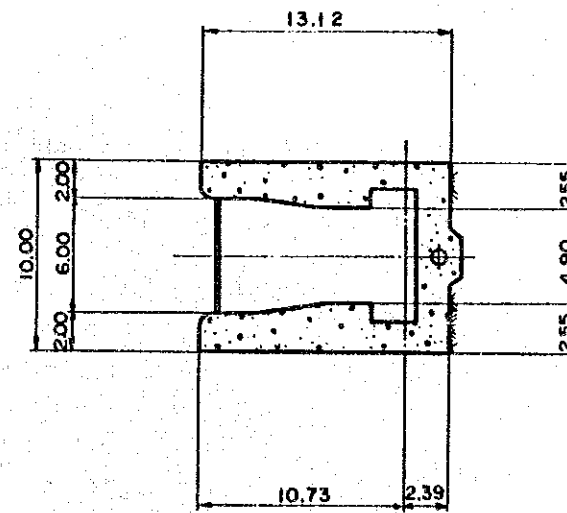
PROFILE



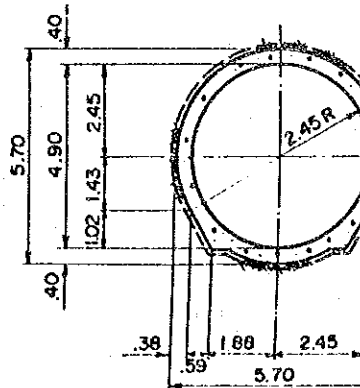
TYPICAL SECTION OF INTAKE



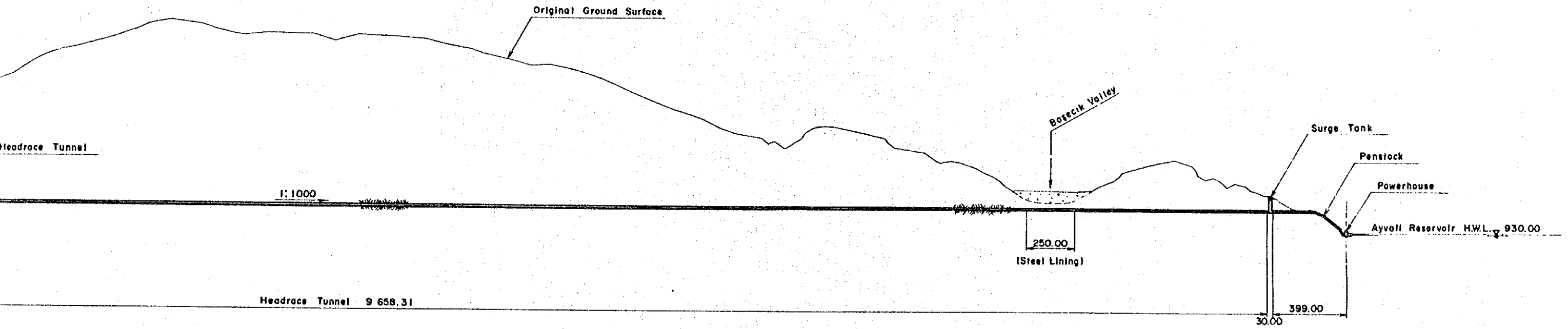
SECTION A - A



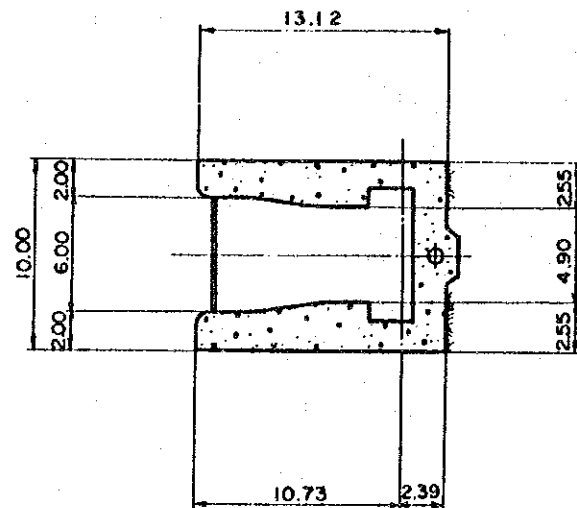
TYPICAL SECTION OF HEADRACE TUNNEL



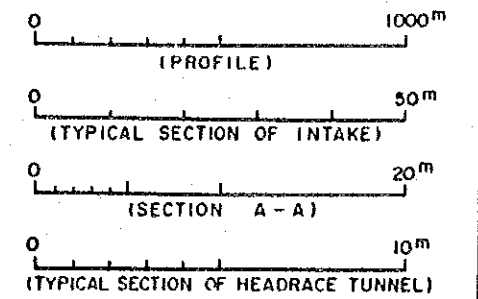
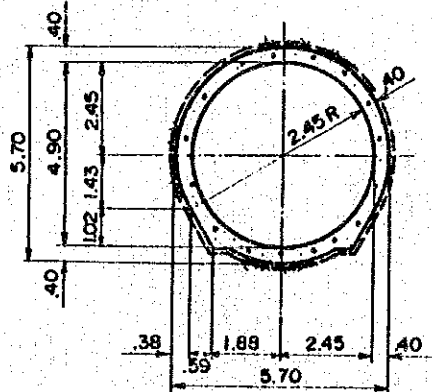
PROFILE



SECTION A - A



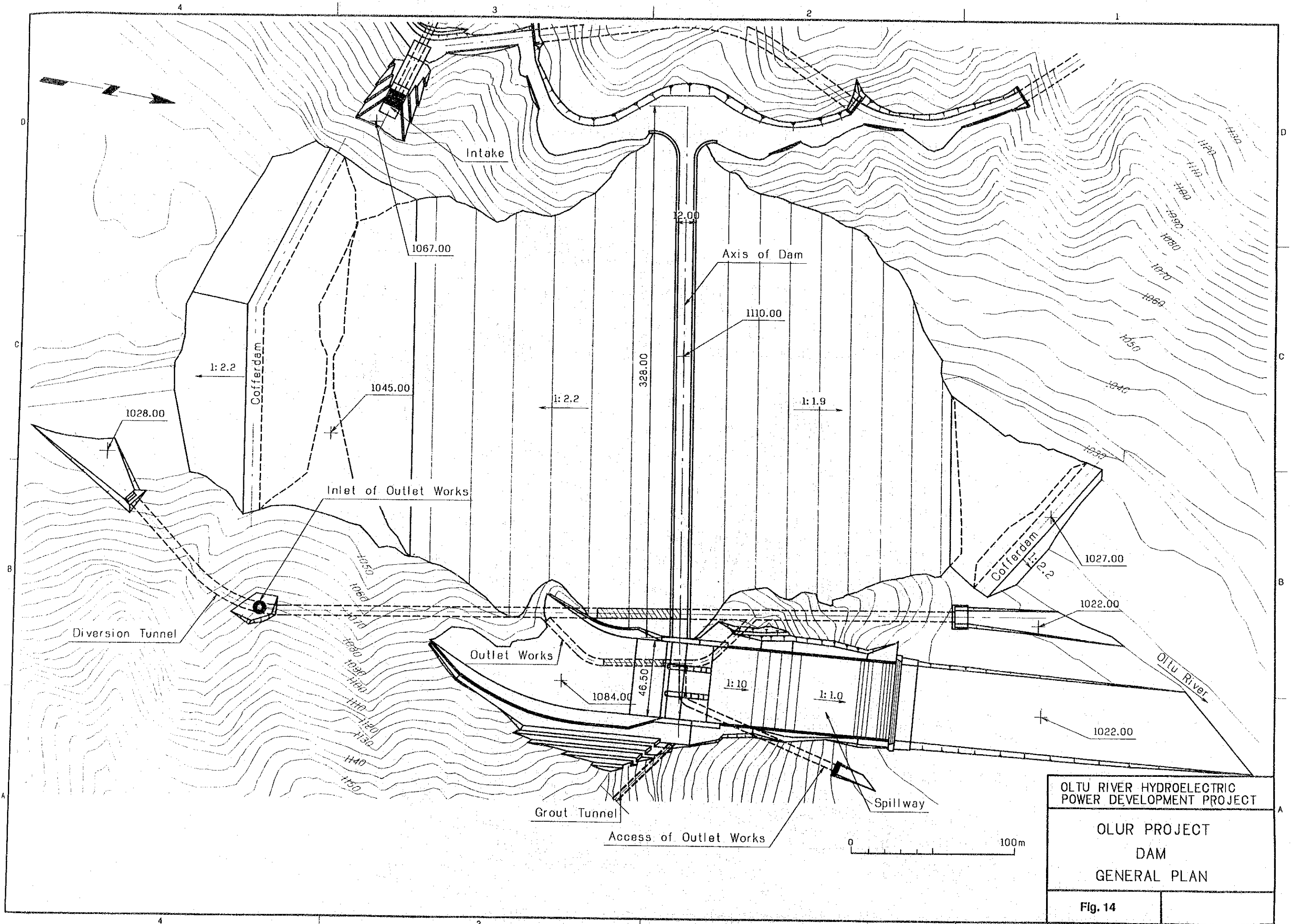
TYPICAL SECTION OF HEADRACE TUNNEL



OLTU RIVER HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

OLUR PROJECT
WATERWAY
PROFILE AND SECTIONS

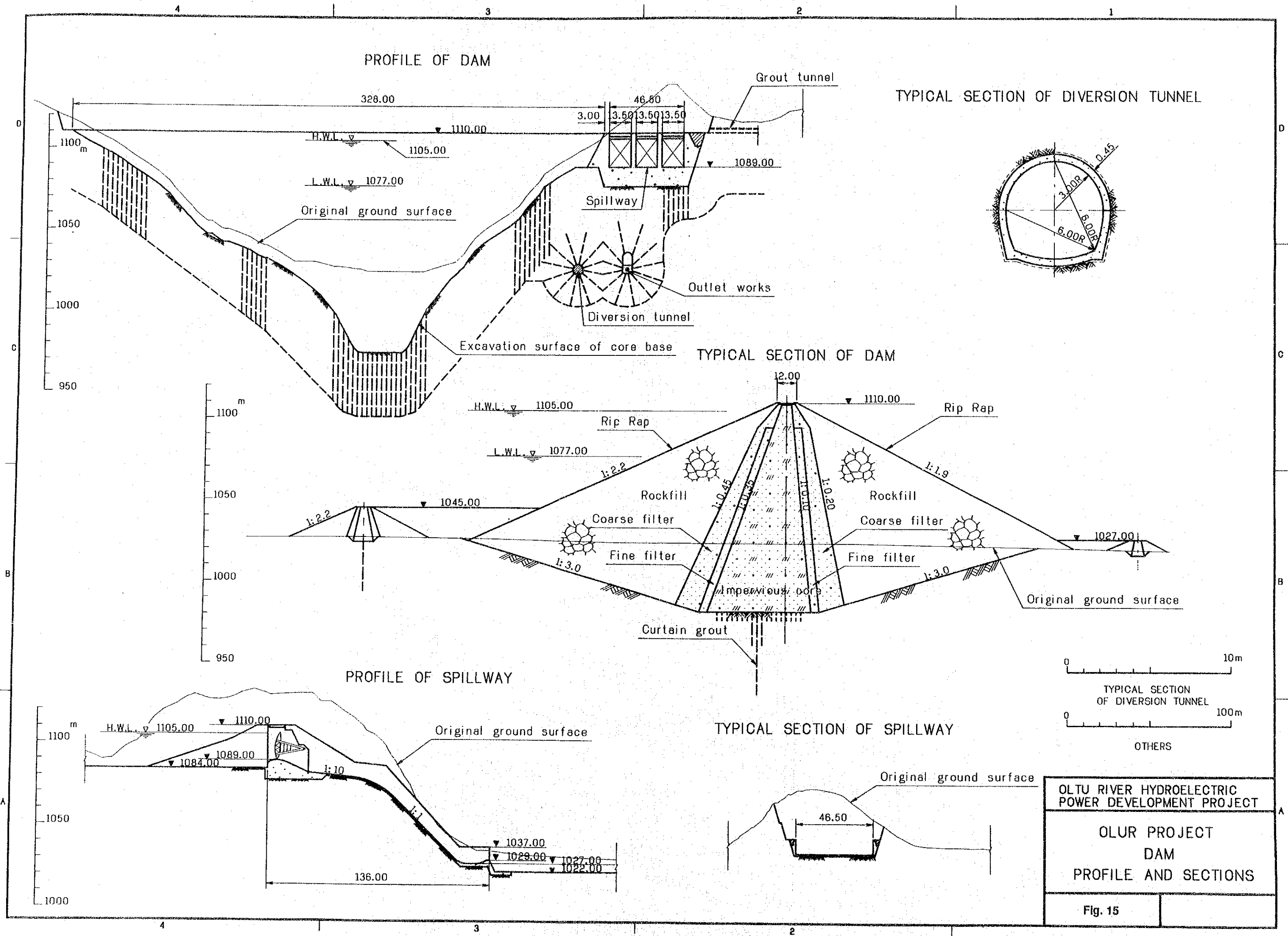
Fig. 13



OLTU RIVER HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT

 OLUR PROJECT
 DAM
 GENERAL PLAN

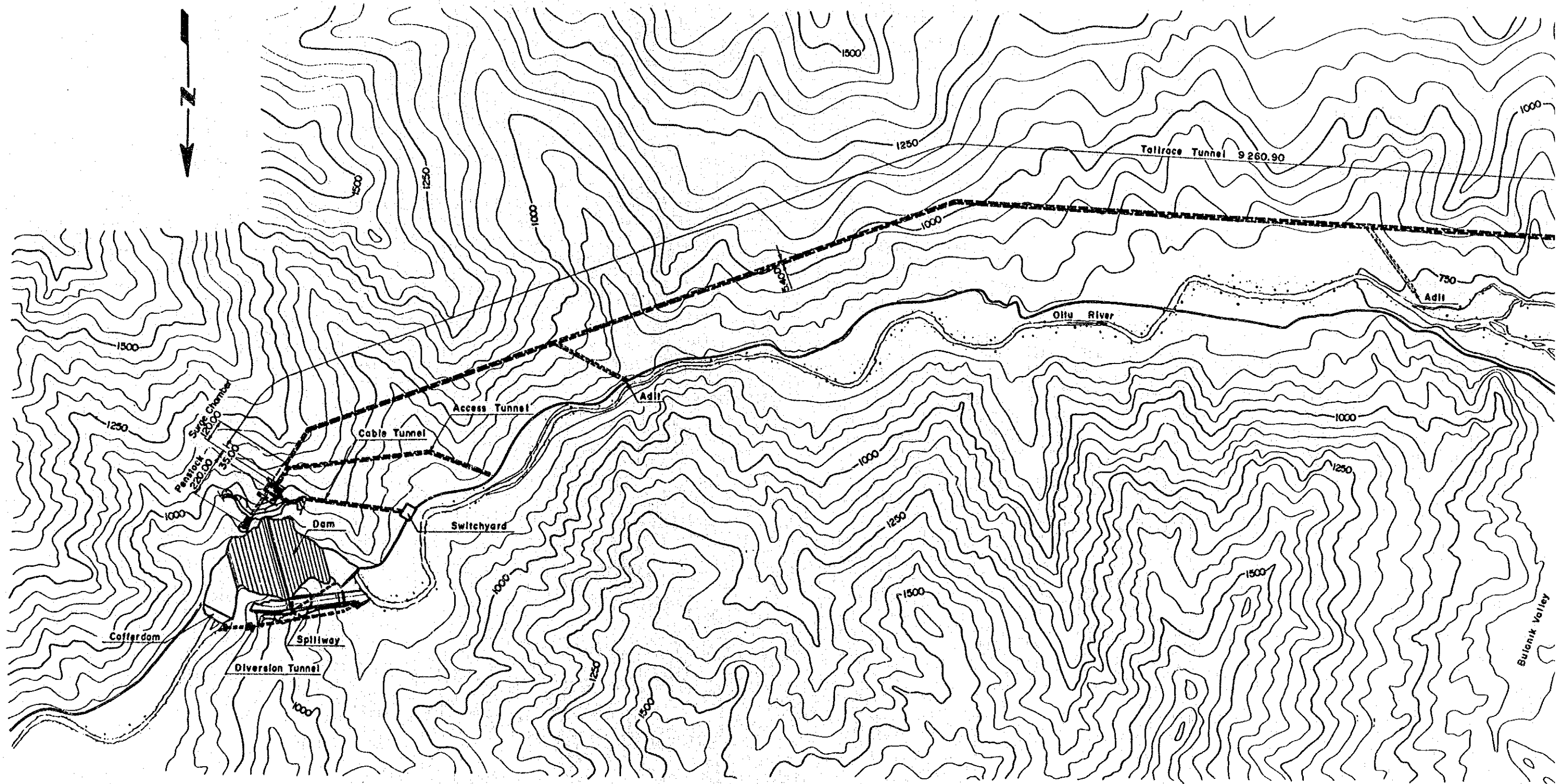
Fig. 14

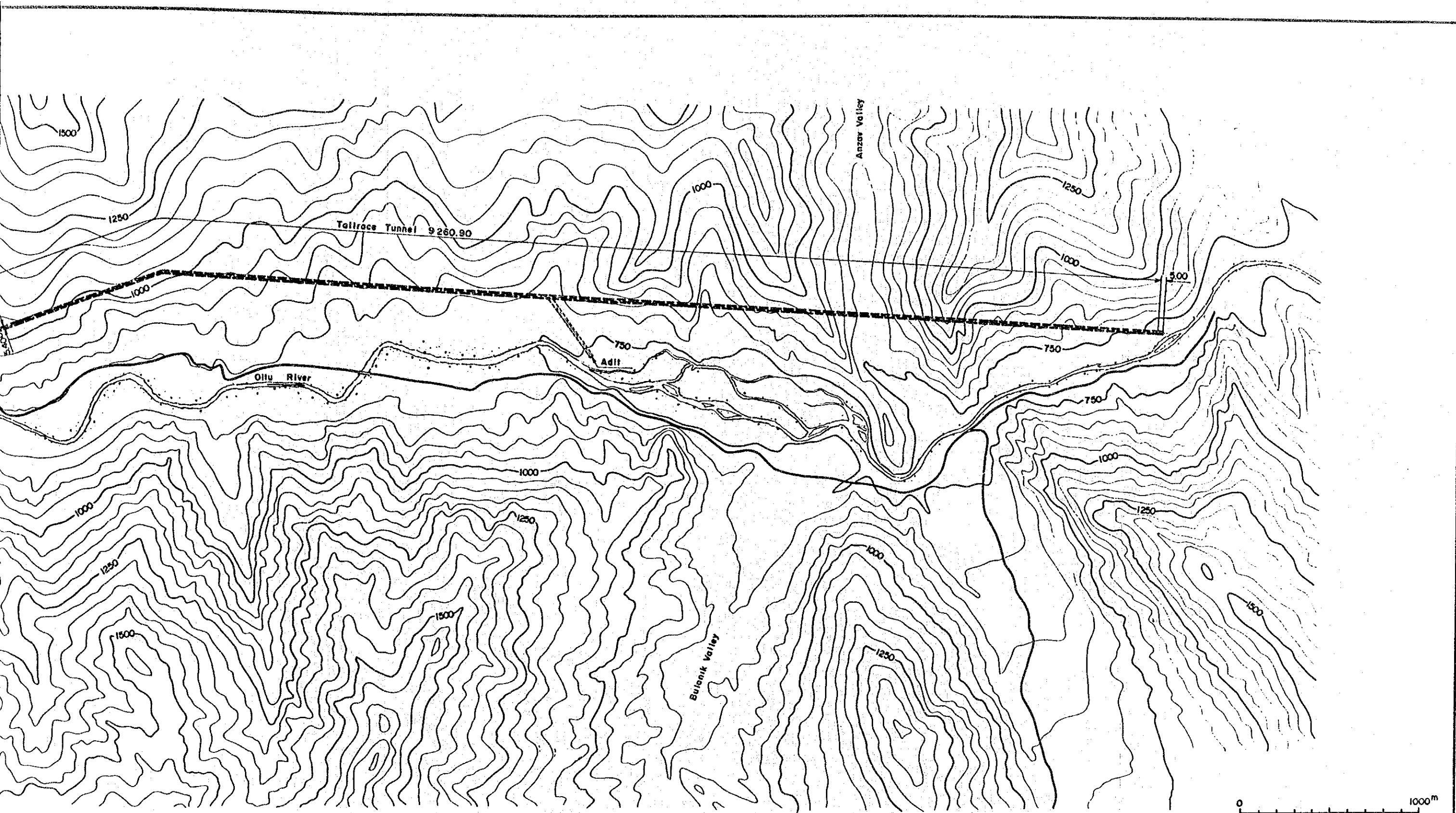


OLTU RIVER HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

OLUR PROJECT
DAM
PROFILE AND SECTIONS

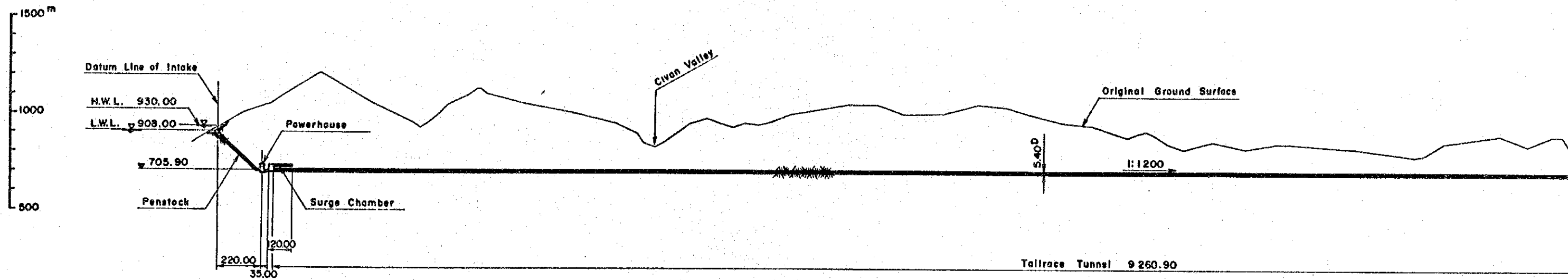
Fig. 15



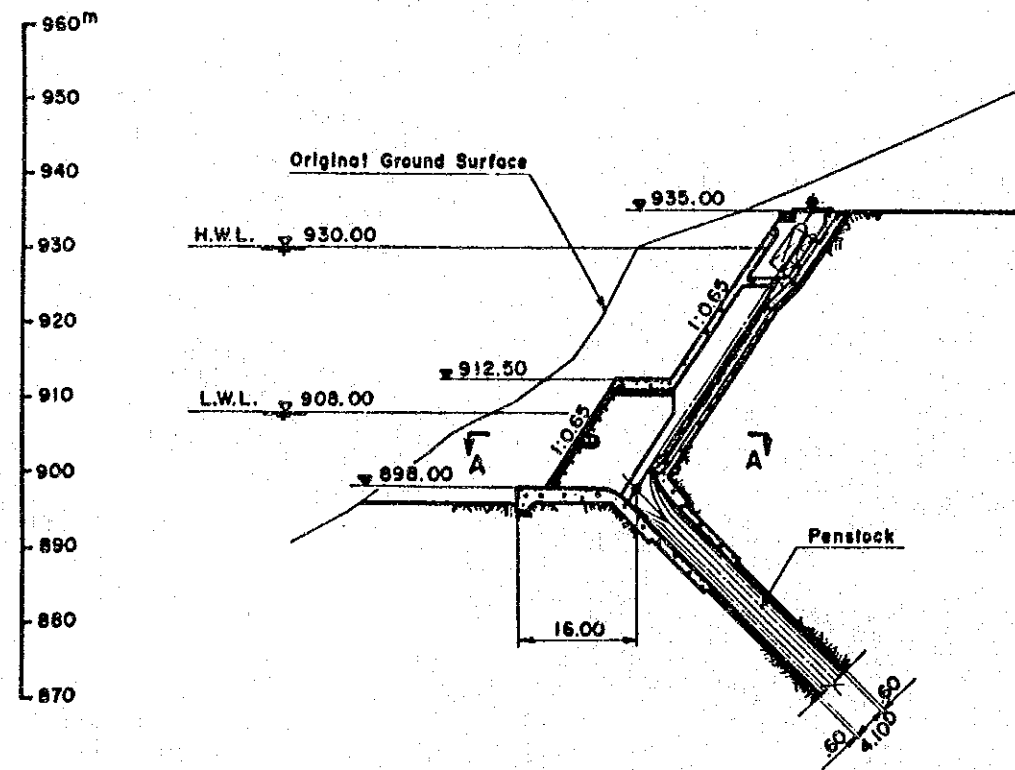


| | |
|---|--|
| OLTU RIVER HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT | |
| AYVALI PROJECT | |
| GENERAL PLAN | |
| Fig. 16 | |

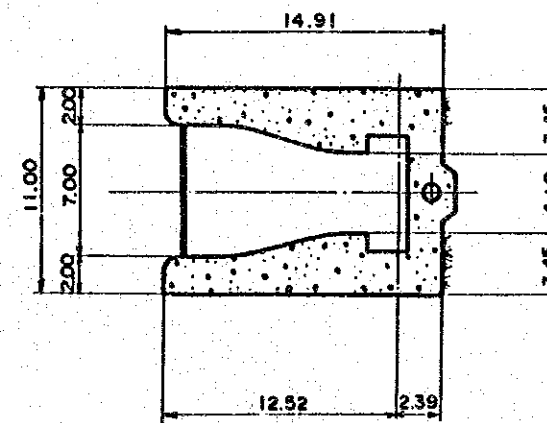
PROFILE



TYPICAL SECTION OF INTAKE

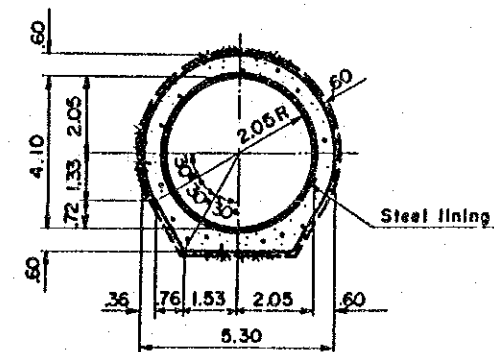


SECTION A - A

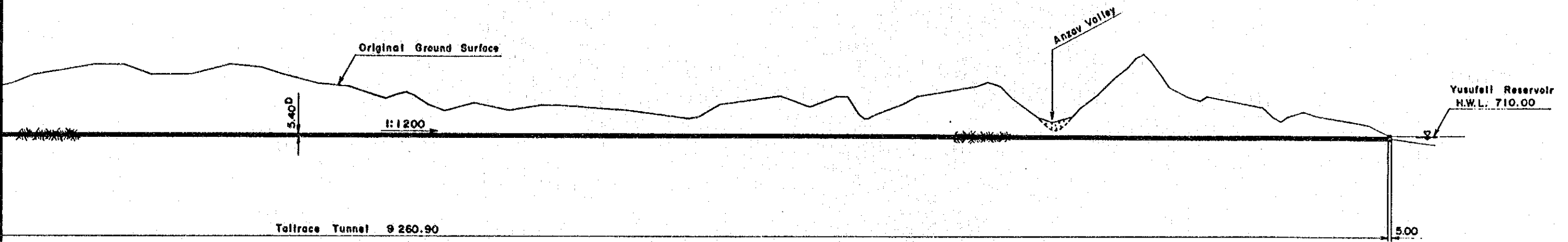


TYPICAL

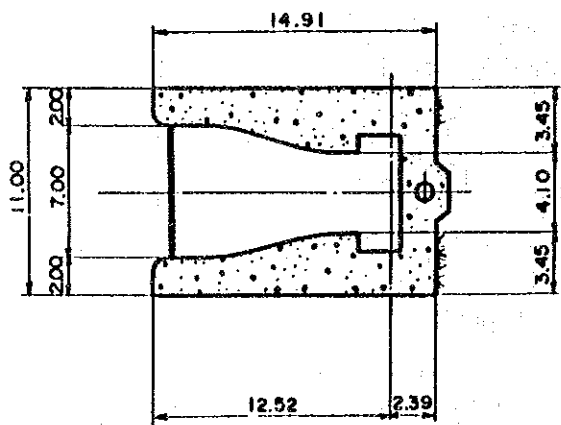
PENSTOCK



PROFILE

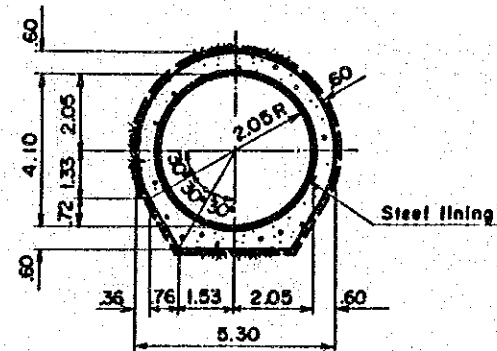


SECTION A - A

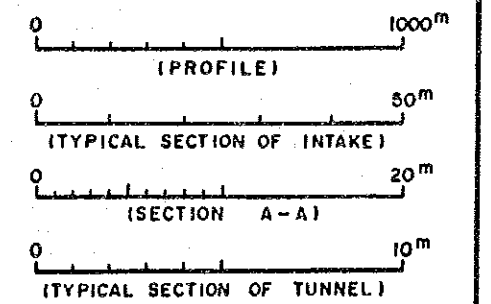
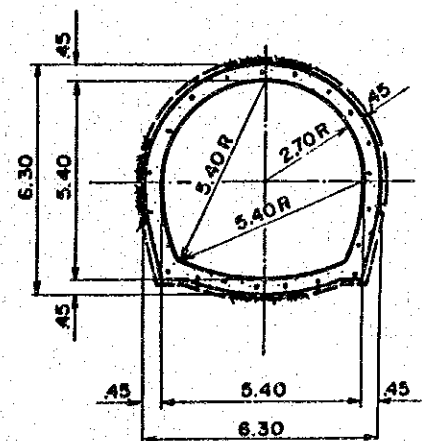


TYPICAL SECTION OF TUNNEL

PENSTOCK



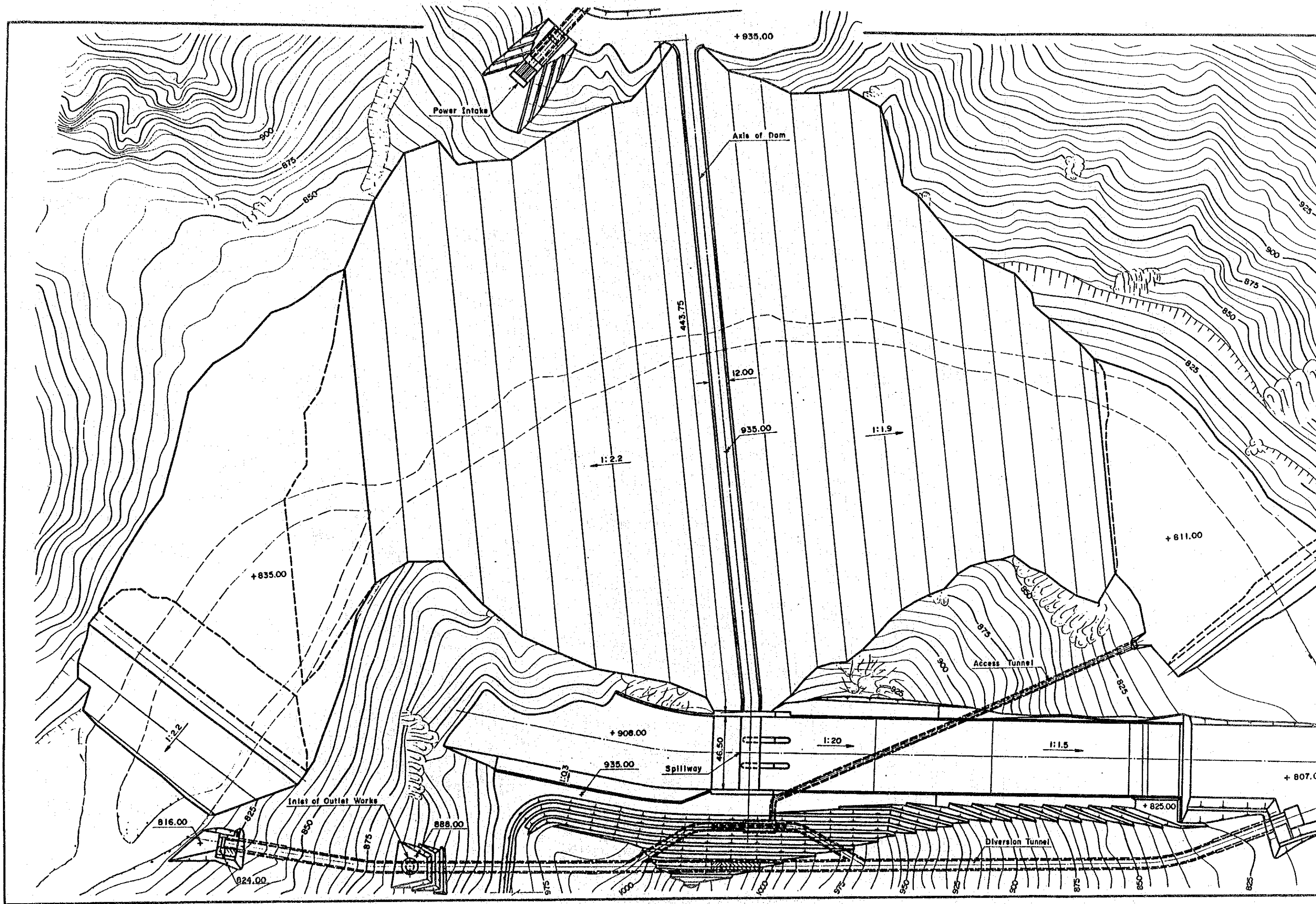
TAILRACE TUNNEL

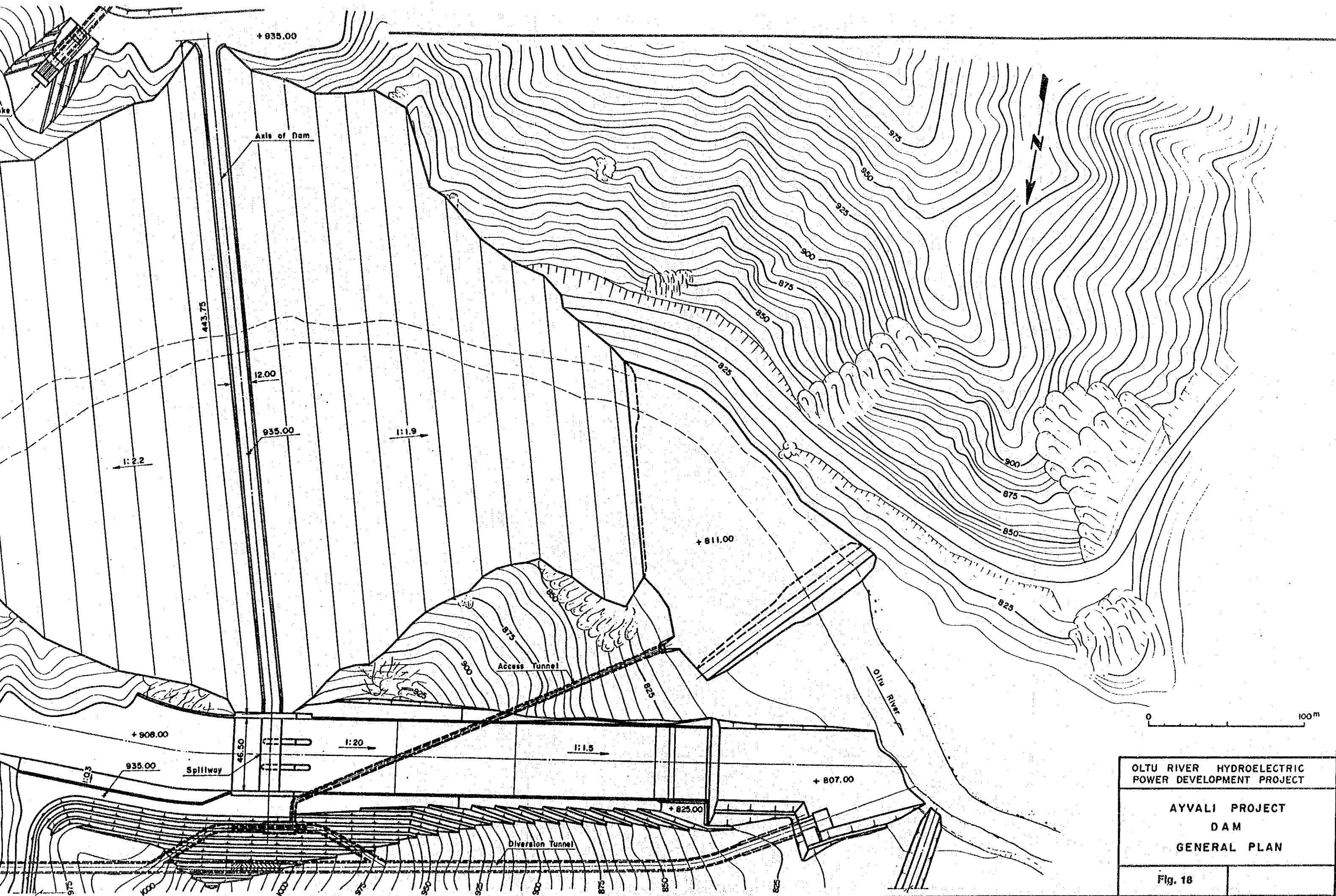


OLTU RIVER HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

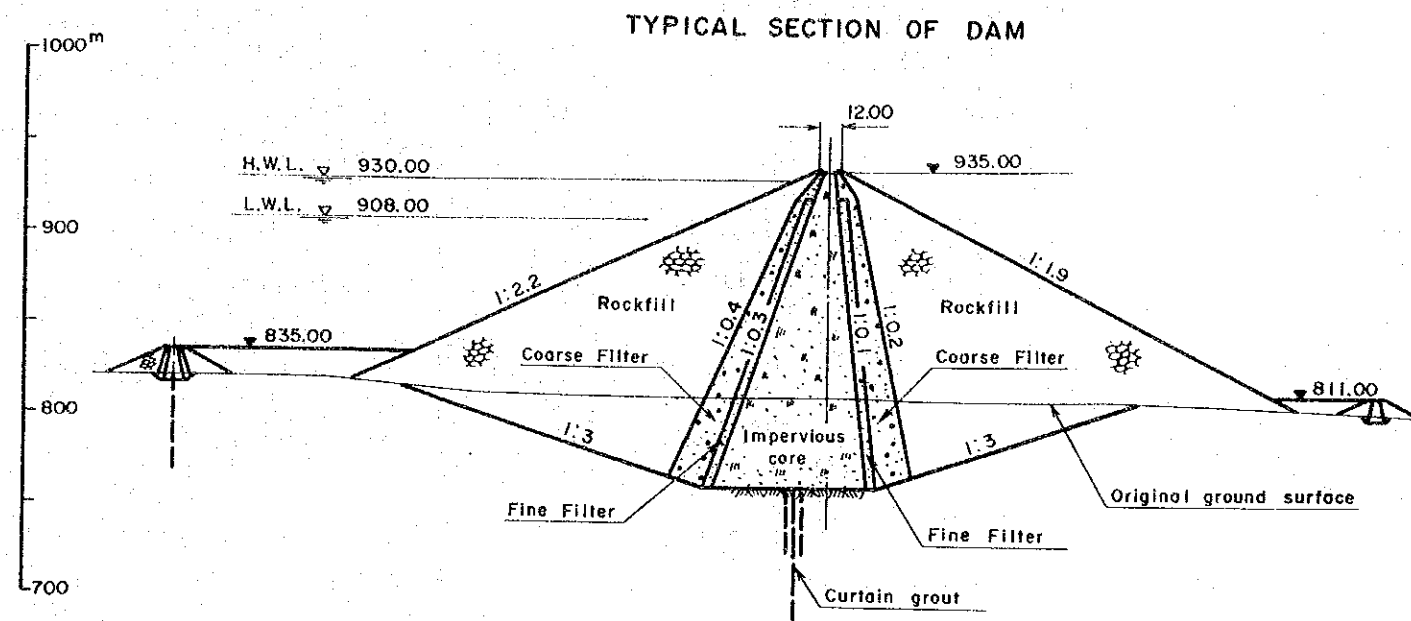
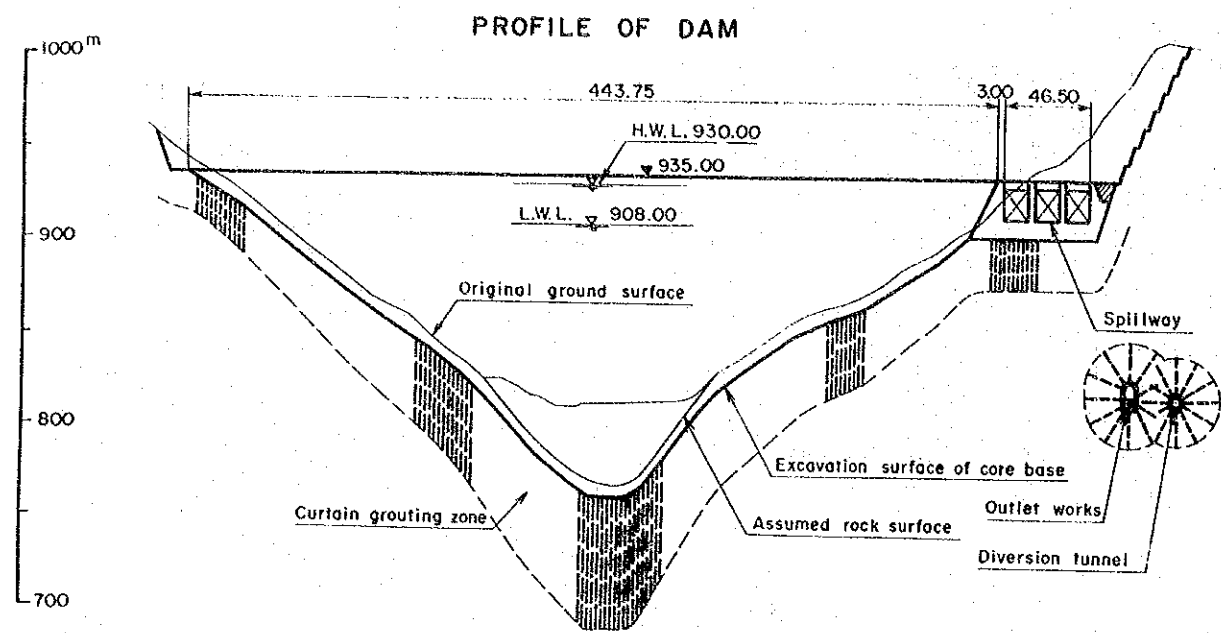
AYVALI PROJECT
WATERWAY
PROFILE AND SECTIONS

Fig. 17



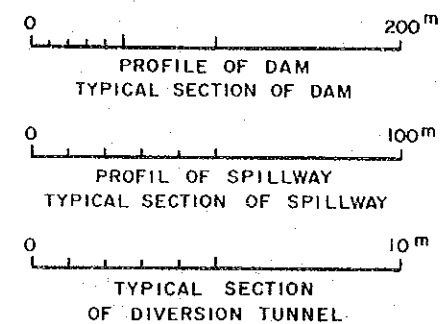
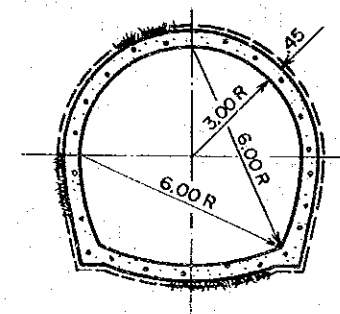
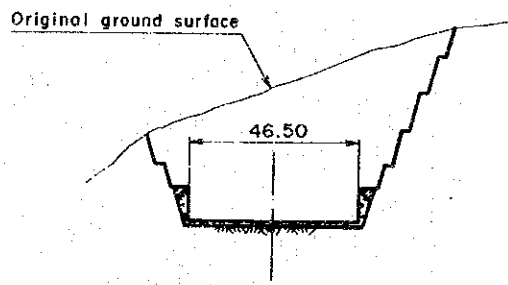
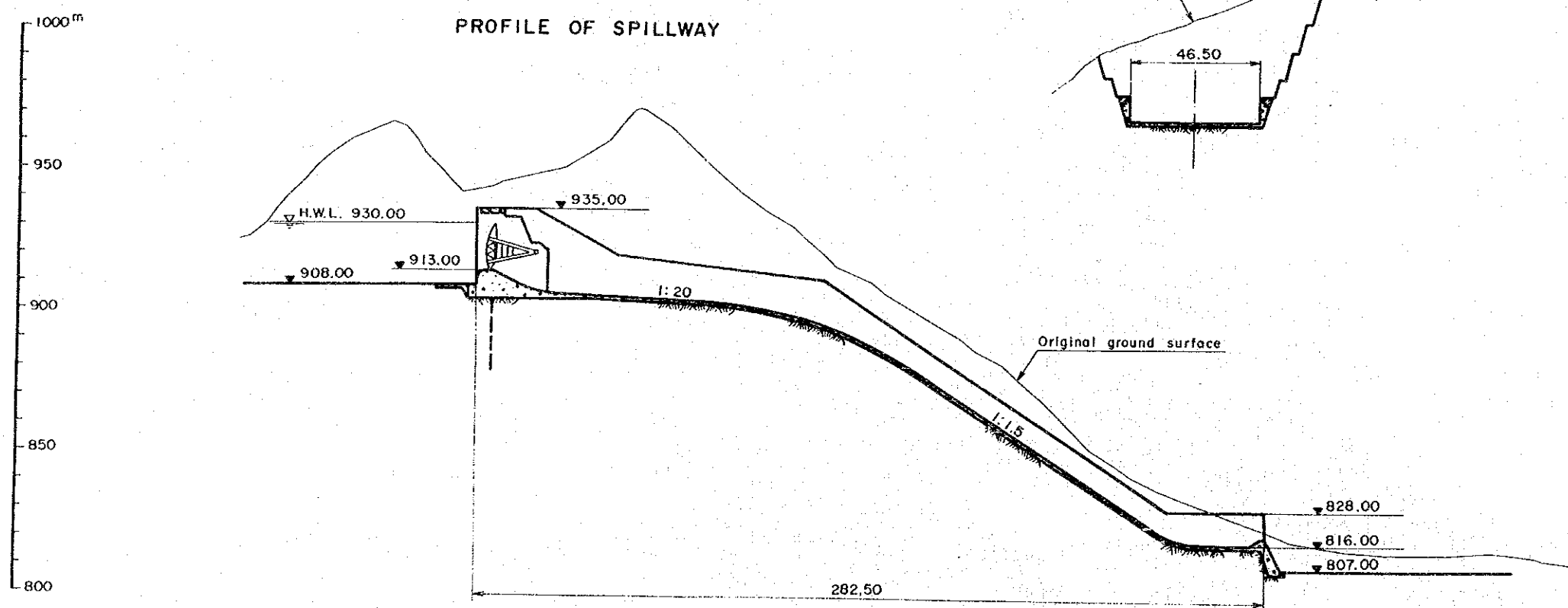


| | |
|---|--|
| OLTU RIVER HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT | |
| AYVALI PROJECT DAM GENERAL PLAN | |
| Fig. 18 | |



TYPICAL SECTION OF SPILLWAY

TYPICAL SECTION OF DIVERSION TUNNEL



OLTU RIVER HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

AYVALI PROJECT
DAM
PROFILE AND SECTIONS

Fig. 19

4. 工事工程および工事費の内訳

4.1 工事工程

本計画が運転開始する時期は、追加調査、詳細設計、資金調達および建設に必要な時間を考慮して2006年頃が妥当と判断される。

| | |
|------------------|--|
| 1990.11~ 1992.10 | Feasibility Study |
| 1993 ~ 1994 | Provision and Award of Final Design (1 year) |
| 1994 ~ 1995 | Final Design (2 years) |
| 1996 ~ 1997 | Financial Formulation (1.5 years) |
| 1997 ~ 1999 | Bidding and Award of Contract for Construction (1.5 years) |
| 2000 ~ | Start of Construction of the Olur and Ayvali Project |
| 2005.12~ | End of Construction of the Olur Project |
| 2006.6 ~ | End of Construction of the Ayvali Project |

本計画、即ちOlur計画並びにAyvali計画の建設工程は工事規模、構造物の配置、準備工事等を考慮して検討した結果、Olur計画に対して約6年、Ayvali計画に対して約6.5年の工期を必要とすると考えられる。両計画の工事工程を Fig. 20 と Fig. 21 に示す。

4.2 工事費

両計画の工事費は現時点で期待される技術水準による設計、施工方法を適用するものとした。さらに計画地点の地質条件、地形条件、材料および工事規模等を考慮して積算した。積算時点は1991年7月末時点とし、交換レートは1 US\$=4,300TLとした。

(1) Olur計画

総工事費は $677,364 \times 10^6$ TL (US\$ 157.5×10^6) であり、内貨・外貨の内訳は、内貨 $413,190 \times 10^6$ TL (US\$ 96.1×10^6)、外貨 $264,174 \times 10^6$ TL (US\$ 61.4×10^6) である。

(2) Ayvali計画

総工事費は $957,688 \times 10^6$ TL (US\$222.7 $\times 10^6$) であり、内貨・外貨の内訳は、内貨 $534,046 \times 10^6$ TL (US\$124.2 $\times 10^6$)、外貨 $423,642 \times 10^6$ TL (US\$98.5 $\times 10^6$) である。

(3) Oltu計画全体

総工事費は $1635,052 \times 10^6$ TL (US\$380.3 $\times 10^6$) であり、内貨・外貨の内訳は、内貨 $947,236 \times 10^6$ TL (US\$220.3 $\times 10^6$)、外貨 $687,816 \times 10^6$ TL (US\$160.0 $\times 10^6$) である。

Table 2 に工事費の内訳を示す。

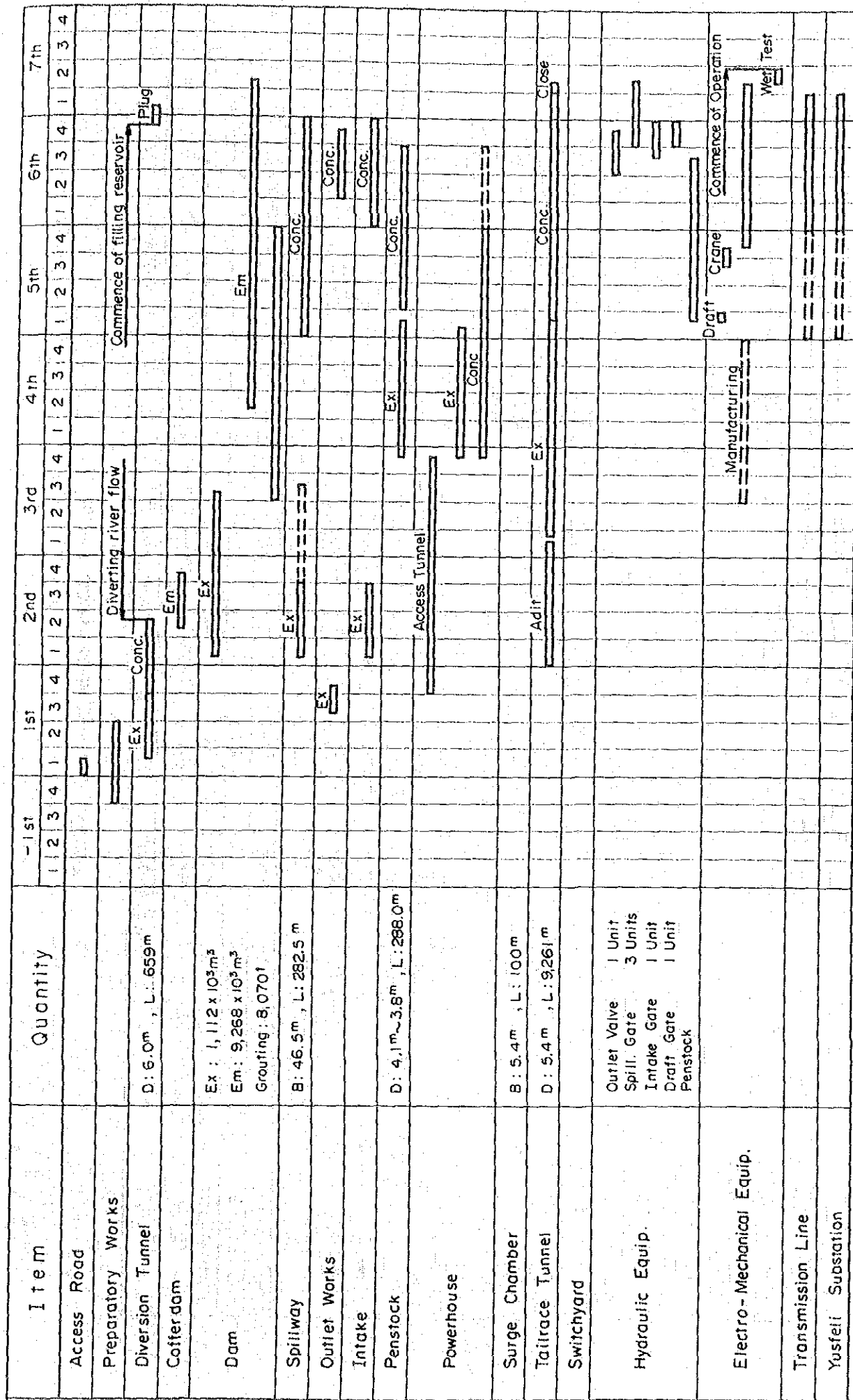


Fig. 21 Construction Schedule of the Ayvali Project

Table 2 Construction Cost of Oltu Project

| Item | Oltu Project | | | Ayvali Project | | | Oltu Project Total | | |
|-------------------------------------|------------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|--------------------|----------------|-----------|
| | Foreign Currency | Local Currency | Total | Foreign Currency | Local Currency | Total | Foreign Currency | Local Currency | Total |
| Relocation Road | 0 | 14,000 | 24,000 | 0 | 28,000 | 28,000 | 0 | 42,000 | 42,000 |
| Camp Facilities | 0 | 5,000 | 5,000 | 0 | 5,000 | 5,000 | 0 | 10,000 | 10,000 |
| Land Acquisition | 0 | 51,752 | 51,752 | 0 | 34,106 | 34,106 | 0 | 85,858 | 85,858 |
| Civil Work | | | | | | | | | |
| Diversions | 3,008 | 6,007 | 9,015 | 3,128 | 6,914 | 10,042 | 6,136 | 12,921 | 19,057 |
| Care of River | 6,592 | 4,863 | 11,455 | 7,389 | 5,043 | 12,432 | 13,981 | 9,906 | 23,887 |
| Dam | 62,234 | 51,003 | 113,237 | 136,720 | 108,390 | 247,110 | 200,954 | 159,393 | 360,347 |
| Spillway | 12,105 | 17,123 | 29,228 | 24,058 | 32,850 | 56,908 | 36,163 | 49,973 | 86,136 |
| Outlet Works | 2,243 | 4,675 | 6,918 | 1,604 | 3,373 | 4,977 | 3,847 | 8,048 | 11,895 |
| Intake | 731 | 2,136 | 2,867 | 954 | 2,887 | 3,841 | 1,685 | 5,023 | 6,708 |
| Headrace Tunnel | 35,737 | 75,264 | 115,001 | 0 | 0 | 0 | 35,737 | 79,264 | 115,001 |
| Surge Tank | 1,500 | 3,777 | 5,277 | 0 | 0 | 0 | 1,500 | 3,777 | 5,277 |
| Penstock | 786 | 1,782 | 2,568 | 653 | 1,680 | 2,333 | 1,439 | 3,462 | 4,901 |
| Powerhouse | 3,016 | 4,015 | 7,031 | 6,286 | 14,198 | 20,484 | 9,302 | 18,213 | 27,515 |
| Tailrace | 0 | 0 | 0 | 38,698 | 82,562 | 121,260 | 38,698 | 82,562 | 121,260 |
| Switchyard | 328 | 442 | 770 | 2,005 | 1,000 | 3,005 | 2,333 | 1,442 | 3,775 |
| Subtotal | 128,280 | 175,087 | 303,367 | 223,495 | 258,897 | 482,392 | 351,775 | 433,984 | 785,759 |
| Hydraulic Equipment | 0 | 30,965 | 30,965 | 0 | 25,507 | 25,507 | 0 | 56,472 | 56,472 |
| Electro-Mechanical Equipment | 62,738 | 12,826 | 75,564 | 78,283 | 18,233 | 96,516 | 141,021 | 31,059 | 172,080 |
| Transmission Line | 0 | 4,454 | 4,454 | 0 | 9,790 | 9,790 | 0 | 14,244 | 14,244 |
| Total Cost | 191,018 | 294,084 | 485,102 | 301,778 | 379,533 | 681,311 | 492,796 | 673,517 | 1,166,413 |
| Contingency | 15,965 | 21,821 | 37,786 | 26,264 | 31,866 | 58,130 | 42,229 | 53,687 | 95,916 |
| Engineering and Administration Cost | 19,102 | 24,233 | 43,335 | 30,178 | 34,543 | 64,721 | 49,280 | 58,776 | 108,055 |
| Interest During Construction | 38,089 | 73,052 | 111,142 | 65,423 | 88,104 | 153,527 | 103,512 | 161,156 | 264,668 |
| Grand Total | 264,174 | 413,190 | 677,364 | 423,642 | 534,046 | 957,688 | 687,816 | 947,236 | 1,635,052 |

5. 経済・財務分析

本計画はOlut川水力発電計画として、Olur計画とAyvali計画が同時期に並行して開発されるので、本計画全体に対して最適化を行っており、Olur計画とAyvali計画が個々に単独で開発される事を想定していない。

従って本計画の経済・財務分析結果は、Olut計画全体について評価すべきものであり、Olur計画およびAyvali計画の個々の分析結果は上記の前提条件を考慮のうえ評価すべきものである。

(1) 経済評価

本計画の経済評価にあたっては、本計画とこれに対する代替火力発電所の経済費用を積算し、評価する代替設備アプローチ法を採用している。

経済的内部収益率 (EIRR) , 超過便益 (B-C) および便益・費用比率 (B/C) は以下のとおりである。

| | E I R R | B - C | B / C |
|-----------|---------|---|-------|
| Olur 計画 | 18.72% | 137,774×10 ⁶ TL (US\$ 32.0×10 ⁶) | 1.33 |
| Ayvali 計画 | 33.05% | 401,170×10 ⁶ TL (US\$ 93.3×10 ⁶) | 1.71 |
| Olut川計画合計 | 26.82% | 538,944×10 ⁶ TL (US\$125.3×10 ⁶) | 1.54 |

本計画 (OlurおよびAyvali計画) の経済性をB-CおよびB/Cから判断すると、本計画を建設し運用することは、同等のサービスを提供しうる代替火力発電所を設置するよりも、費用面で優位であり、また資本の機会運用を反映する社会的割引率が26.82%に達するまでこの優位性が維持されると言える。

(2) 財務評価

本計画の財務評価にあたっては、総投下資本から見た財務評価すなわち財務的内部収益率 (FIRR) を算定することによって実施している。

Olur計画およびAyvali計画のFIRRは、各々9.87%、11.25%であり、全体計画としては10.68%となる。

従って、全体計画で判断した場合には財務的に健全なプロジェクトであると結論で
きる。

6. 結 論

本計画はトルコ共和国東部に位置し、黒海に注ぐCoruh川の支流Oltu川の中、下流部に建設されるOlurおよびAyvaliの2つの計画より構成されるOltu川水力発電開発計画である。

現在までに調査された資料に基づいて検討した結果、Olur計画ならびにAyvali計画は、技術的および経済的にフィージブルであるとの結論を得た。以下に結論の内容について述べる。

- (1) 本計画の目的は、トルコ共和国に豊富に存在し、公害を殆ど伴わない純粋な国内資源である水力資源を有効活用し、安定した電力を供給することを目的とし、また当該地域の開発にも寄与することを目的としている。
- (2) トルコ共和国の電力需要は1983年までは経済の停滞を反映し低迷していたが、1984年以降は年率7.8%~12.5%程度と順調な伸びをしめしており、1991年より1995年までおよび1996年より2010年までの電力需要の伸び率は年率で各々10%および8%と予想されている。従って2010年時点でのピーク需要は50,600MWとなる。
- (3) トルコ共和国における主要なエネルギー資源として埋蔵量 5.7×10^6 tの石油と 12.9×10^8 tのLigniteならびに30,800MWの包蔵水力がある。この包蔵水力は1990年末で既開発が全体の22%の6,755MWにすぎず、今後クリーンで純粋なエネルギー資源として開発が大いに期待されており、2010年までに21,000MWの開発を行うこととしている。
- (4) Oltu川流域マスタープランに提案されている開発計画を再検討し、開発レイアウト、開発規模および開発時期の適正な選定を行った。開発時期はOlur計画、Ayvali計画同時並行開発とし、2006年半ばまでに両計画の運転を開始することが妥当である。
- (5) Oltu川水力発電開発計画はCoruh河支流Oltu川に計画されている、Oltu川流域マスタープランに基づいてEL. 1,100m付近からYusfeli貯水池水位EL. 700m間に存在する落差を有効に利用して、この間に最も発電効率のよい発電計画を立案することにある。

この地域は河川勾配が急で、両岸には堅硬な岩盤が露出して急峻な地形をなしており、貯水池とトンネルを組合せたダム・水路式計画を立案するに有利な地点特性を持っている。2段開発計画案、3段開発計画案、4段開発計画について種々レイアウトを変えて比較した結果、Olur計画、並びにAyvali計画による2段開発計画が経済的に最も有利として選定された。

(6) Olur計画については2つのダム地点、4つの発電所地点を選定して比較検討され、ダムは上流案、発電所位置は最下流の地点(OPK地点)を選定した。導水路延長は9kmである。

Ayvali計画については、ダム地点は1つで、水路は導水路案と放水路案について発電所は地下式と地上式を含めた4地点について比較検討を行ない、最も経済的に有利なダム直下・地下発電所(APU地点)・放水路トンネル(10km)案が選定された。この案は水路がAnzav Dereの河床下の岩盤を放水路トンネルとして通過する事が可能であるため、Oltu川の落差の完全利用が実現される。

(7) 貯水池の満水位、規模については、貯水池内の堆砂量、有効貯水容量を考慮に入れて経済性の検討を行った。この結果Olur計画については、Fig. 4に示す通り満水位BL. 1,105m有効貯水容量 $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池が選定された。

Ayvali計画については、Fig. 8に示す通り満水位BL. 930m有効貯水容量 $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池が選定された。

(8) 本計画の設備出力の最適規模については最大使用水量をピーク継続時間を6時間、8時間、および10時間のケースについて変化させて比較検討した。その結果、Fig. 5および9に示す通り両計画共ピーク継続時間を6時間としたケースが最適となり、Olur計画の最適規模は65MW、Ayvalikeの最適規模は125MWとなった。

(9) Olur貯水池の地質は中生代の斑レイ岩、スピライト、緑色片岩、Yusfeli層、溶岩、凝灰岩のAyvali火山岩類、泥岩、マール、砂岩、礫岩の新生代第三紀のOltu層と第四紀堆積物から成っている。

貯水池周辺からの漏水の可能性は殆どない。貯水池内の斜面の地回りも大規模な

のは存在しない。Olurダム地点の地質は花崗斑岩、流紋岩、輝緑岩と河床堆積物から成っており、高さ136mのロックフィルダム基礎として十分な地耐力を有する。基礎岩盤の不透水性の確保は通常のセメントグラウトにより十分可能と考えている。

- (10) Olurダムの型式については地形、地質、気象、材料等を考慮し、比較検討の上、中央土質しや水壁型ロックフィルダムが経済的に有利として選定された。ダムの高さは136m、堤体積は 3.8×10^6 m³である。

盛立材料の中、土質材料はダム上流約3km上流のKaledibi Borrow Area並びに8km上流のYolboyu Borrow Areaから採取、調整の上盛立てる。細粒フィルターはダムの河床掘削砂礫を、粗粒フィルターは岩石掘削の細粒分の多いものを盛立てる。ロック材料はダム下流右岸の10kmの採取場から採取し盛立てるものとする。洪水吐は、右岸にゲート3門をもったフリップバケット付シュートタイプとし、洪水処理能力はPMFの4,750m³/sを対象とした。

- (11) Olur計画の取水口はダムより約170m上流の左岸にゲート付傾斜型取水口を設置する。発電所の使用水量は48m³/sである。導水路は地形、地質、作業性、安全性を考慮しながらダムと発電所間を可能な限り短くなるよう選定した。導水路の内径および延長はそれぞれ4.9mおよび9,659mである。調査水槽は制水口型を採用した。水圧管路内径4.9m～3.2m、延長436mの露出式とした。

- (12) Olur発電所の形式は地形、地質、施工性、取付道路および経済性を考慮して地上式とした。主機台数は運転開始時点のトルコの電力系統規模等を考慮し、1台として水車および発電機はそれぞれ立軸フランス水車(65MW)および三相交流同期発電機(74,000kVA)とした。開閉所は屋外型とし、発電所に隣接して設置する。

Olur発電所で発生した電力は154kV送電線にてAyvali開閉所を経て、Yusfeli開閉所に送られ、380kVに昇圧の上380kV送電線にて需要地に送られる。

- (13) Ayvali貯水池の地質は、溶岩、流斑岩、凝灰岩および火山角礫岩等からなる。Ayvali火山岩類、泥岩、マールと石灰岩の互層からなるPugey層と第四紀堆積物が分布している。

貯水池周辺からの漏水の可能性は殆どない。又、貯水池周辺斜面の地這りの規模は小さく、ダム安全性を損なうものではない。

Ayvaliダム地点の地質は火山角礫岩、凝灰角礫岩、凝灰岩、流紋岩と河床体積物から成っており、高さ175m程度のロックフィルダムの基礎としての地耐力を有している。基礎岩盤の不透水性の確保は通常のセメントグラウトにより十分可能と考えている。

- (14) Ayvaliダムの型式については、地形、地質、気象、材料等を考慮し、比較検討の上、中央土質しや水壁型ロックフィルダムが経済的に有利として選定された。選定されたダムの高さは175m、堤体積は $9.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

盛立材料の内、土質材料はダム下流8kmのBulanik DereのBorrow Area並びに7km上流のTavusker DereのBorrow Areaが予定されており、これらから採取された材料は粒度調整の上盛立てるものとする。細粒フィルターはダムの河床掘削砂礫を、粗粒フィルターは岩石掘削の細粒分の多いものを盛立てるものとする。

ロック材料はダム上流左岸のQuarry siteで採取、運搬し、盛立てるものとする。洪水吐は、右岸にゲート3門をもったフリップバケット付シュートタイプとし、洪水処理能力はPMFの $5,270 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下できるものとした。

- (15) Ayvali計画の取水口はダムより約100m上流の左岸に、ゲート付傾斜型取水口を設置する。発電所の使用水量は $67 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。取水口に続く、水圧管路は内径4.1m～3.8m、延長288mのトンネル埋設型鋼管とした。Ayvali発電所の形式は、水路系のレイアウトの関係から地下式発電所とした。ダム周辺左岸の岩盤は当地下発電所規模の大空洞の掘削にも十分耐えられるものと考えられる。地下発電所とYusfeli貯水池は内径5.4m、延長9,261mの標準馬蹄型の放水路トンネルで結ぶこととした。

- (16) Ayvali計画の主機台数はOlur計画と同様の考え方から1台とし、水車は立軸フランス水車(125MW)とし、発電機は三相交流同期発電機(140,600kVA)とした。開閉所は屋外型とし、変圧器を発電所内に設置し、発電所と開閉所はCVケーブル $154 \text{ kV} \times 1 \text{ cct}$ 連絡送電線にて連系される。Ayvali発電所で発生した電力は 154 kV 送電線にてYusfeli開閉所に送られ、昇圧の上 380 kV 送電線にて需要地に送電される。

(17) 本計画の建設工事費は内外貨合計で $1,635,052 \times 10^6$ TL ($US\$380.3 \times 10^6$) である。

なお、Olur計画、Ayvali計画各々の建設工事費は、内外貨合計で各々 $677,364 \times 10^6$ TL ($US\$157.5 \times 10^6$) および $957,688 \times 10^6$ TL ($US\$222.7 \times 10^6$) である。

(18) 環境影響調査は短期の現地調査と収集資料に行なったものであるが、これらを基に行った検討結果からは2.6に述べられているように本計画の開発を否定するものは殆ど見られない。むしろ、電力供給や地域開発の観点から積極的に開発すべきであろう。但し、貯水池によって水没する農地、その他に係る住民への配慮は十分なされるべきである。

(19) 本計画の代替発電設備として輸入炭石炭火力発電所を想定し、本計画と比較した。その結果、本計画の純現在価値額 (B - C) および便益費用比率 (B / C) は、それぞれ $538,944 \times 10^6$ TL ($US\$125.3 \times 10^6$) および1.54である。

なお、Olur計画およびAyvali計画各々の純現在価値額 (B - C) および便益費用比率 (B / C) は、それぞれ $137,774 \times 10^6$ TL ($US\$32.0 \times 10^6$)、1.33および $401,170 \times 10^6$ TL ($US\$93.3 \times 10^6$)、1.71である。

(20) 本計画の評価として、まず市場価格に対して価格修正により計算価格を算出し、この価格に基づいて本計画の経済的内部収益率 (E I R R) を求めた。

本計画および代替火力の、等価費用の計画初年次における現在価値換算額が等しくなる割引率は26.82%であり、割引率がこれに達するまでは、本計画を実施するのが経済的に優位である。

次に、市場価格に基づく財務的財務収益率 (F I R R) と本計画で予想している借入れ利率との対比で財務的健全性を評価した。本計画の財務的内部収益率は10.68%であり、この値は予想借入れ利率9.5%に比べ有利である。従って、本計画は経済的および財務的見地からもフィージブルな計画であると結論づけられる。

なお、Olur計画およびAyvali計画各々の経済的内部収益率 (E I R R) および財務的財務収益率 (F I R R) はそれぞれ18.72%、9.87%および33.05%、11.25%である。

7. 勧告

OlurおよびAyvali計画は技術的および経済的にフィジブルであるので、実施するよう勧告する。

本計画を遂行するためには、以下の事項を実施する必要がある。

- (1) 実施設計および入札書類の作成等建設に必要な諸準備を実施する必要がある。
- (2) 実施設計を行うためには本報告書第14章“今後の調査”に示すような項目について追加調査および試験を行い、その結果は詳細設計に十分反映されなければならない。
- (3) 本計画実施により影響を受ける国道の具体的代替計画を策定する必要がある。
- (4) 本計画の実施により水没対象となる約4,200人の水没移転に対する具体的計画をたてる必要がある。
- (5) 電力需要を満たすために、Oltu計画は可急的速やかに実施する必要がある。従ってOltu計画の建設の開始は2000年当初となり、Olur計画の運転開始は2005年末、Ayvali計画の運転開始は2006年中半となる。

