

Figure 9-10 Power Demand and Supply Balance (2009)

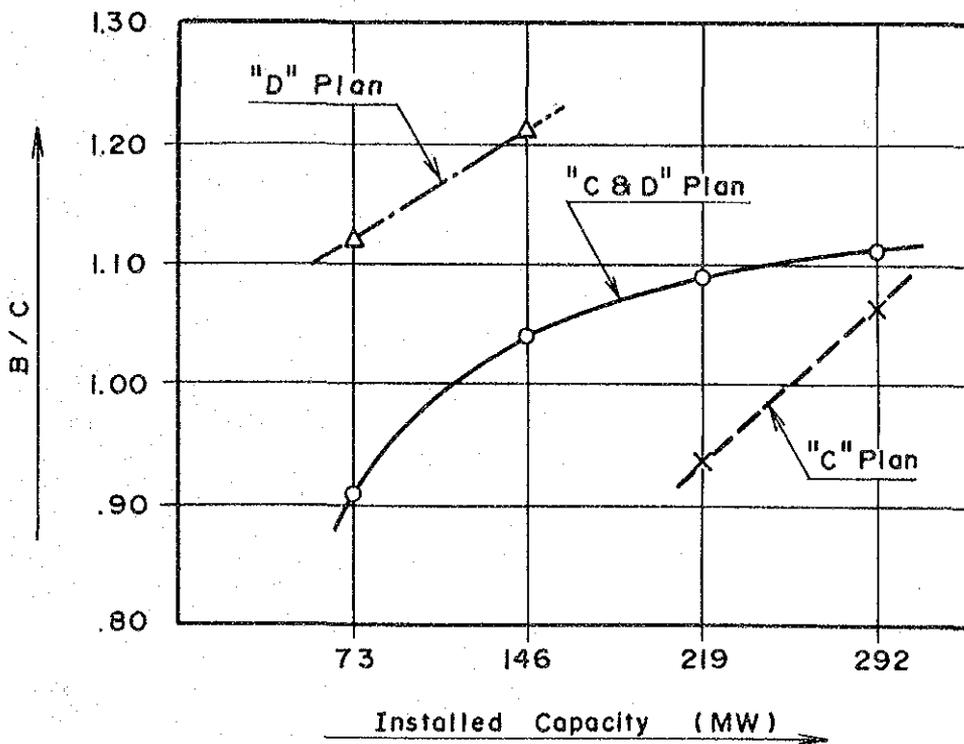
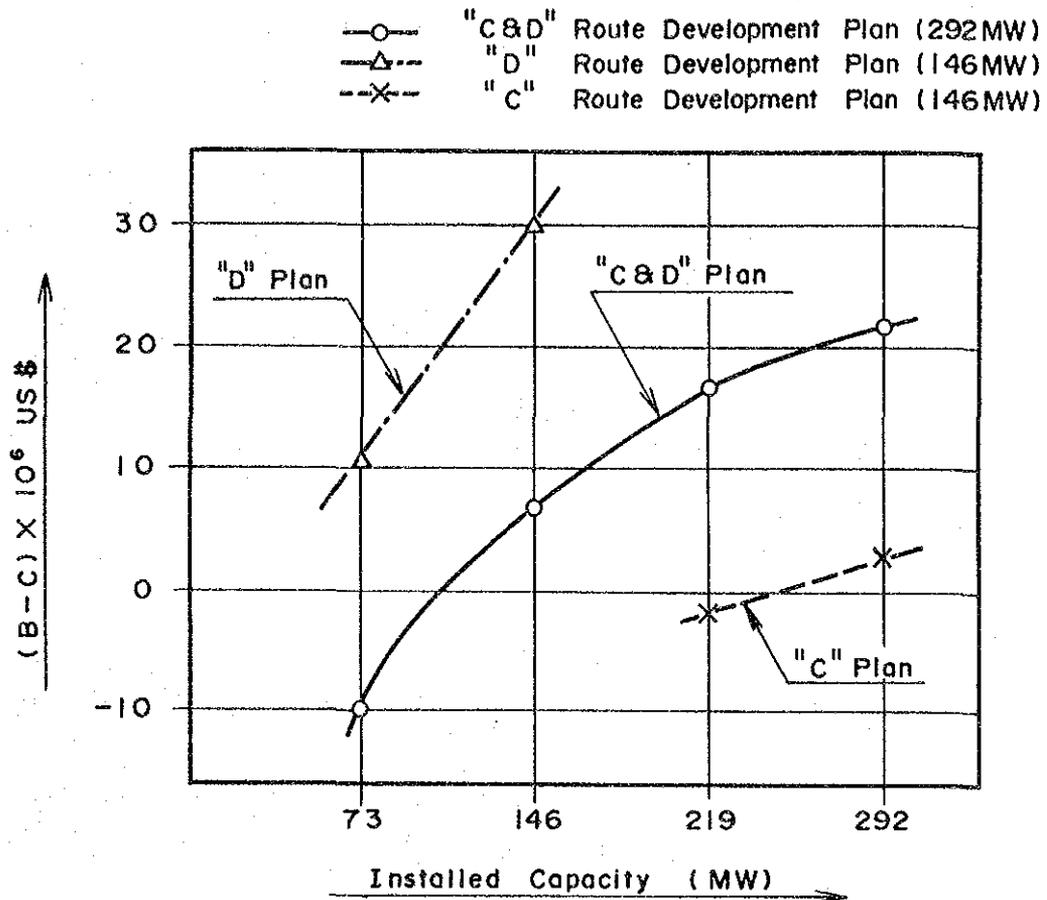


Figure 9-11 Study on Optimum Installed Capacity

第10章 送電計画および系統解析

第10章 送電計画および系統解析

目 次

	頁
10.1 送電システムの概要	10-1
10.2 送電計画	10-1
10.3 系統解析	10-2
10.3.1 電力汐流計算	10-2
10.3.2 短絡容量	10-2
10.3.3 安定度	10-3
10.4 結 論	10-3

List of Figures

- Figure 10-1 System of National Transmission Line (1992)
- Figure 10-2 Power Flow of National Transmission Line (1992)
- Figure 10-3 Power Flow of National Transmission Line (2006)
- Figure 10-4 Result of Stability Study (1992)
- Figure 10-5 Result of Stability Study (2006) (1/2)
- Figure 10-6 Result of Stability Study (2006) (2/2)

10.1 送電系統の概要

Hondurasの送電系統は230kV、138kVおよび69kV送電線によって構成され、その全長は1988年現在2,569kmである。

230kV送電線は隣国のNicaraguaとも連系され、Costa Ricaを経由してPanamaまで連系されている。この連系系統を利用して、El Cajon発電所の余剰電力はCosta Rica、およびPanamaに売電されていた。

将来にはもう一つの隣国であるEl Salvadorとの連系も計画されている。Fig.10-1に1992年断面の全国送電系統図を示す。

El Cajon発電所からは北部のCaribe海側の工業都市であるSan Pedro Sula市向けに230kV 2回線で、また南部の首都Tegucigalpa市向けに230kV 2回線で送電されている。

送電容量は合計約700MWである。これ以外の230kV送電線は1回線送電線であり、供給信頼度面では問題を抱えている。

その他の地方への送電は138kV及び69kV送電線によって連系されている。

10.2 送電計画

El Cajon水力発電所で発生した電力は、230kV 2回線、それぞれにて当国の主要工業都市である北部のSan Pedro Sula市方面へのProgreso変電所向け、及び南部のTegucigalpa市方面へのSuyapa変電所向けに送電されている。

それぞれの1回線の送電可能容量は170~190MWである。El Cajon増設規模は73MW×2台であり、この増設が実施されても送電容量的には問題はない。しかし、北向け、南向け送電線それぞれの潮流振り分けによっては送電線容量不足が予想されたため、1992年及び増設後の2006年断面での汐流計算シミュレーションを実施した。この結果両送電線においては問題なく送電可能なことが確認された。よって引出し送電線の増改良を行う必要は無い。

Fig.10-2 に1992年及び Fig.10-3 に2006年での予想汐流図を示す。

10.3 系統解析

既設のHondurasの送電線に対し送電線の熱容量、電圧、遮断容量及び安定度についてチェックを行った。

検討断面は現状の1992年及び増設後の2006年とした。

10.3.1 電力汐流計算

(1) 検討条件

- ENEC系統の総需要； 410.6MW（1992年）、764.1MW（2006年）
- 電圧調整設備； Fig. 10-3 の通りとした。
- 送電線、バンクの増設； Fig. 10-3 の通りとした。
- 新設発電所の位置； Fig. 10-3 の通りとした。
- 負荷力率； 95%（遅れ）変電所端
- 発電機出力； El Cajonを除いてそれ以外はフル出力とする。尚、負荷調整はEl Cajonにて行うものとする。
- 電圧調整目標； 各発・変電所で95～105%の範囲とした。

(2) 検討結果

Fig. 10-2、Fig. 10-3 に電力汐流図を示す。この結果、1992年断面においてわずかではあるが目標電圧を下回る変電所があるが、特に問題はない。又、2006年断面においては Fig. 10-3 に示す様に一部の送電線、バンク、電圧調整装置の増設が必要になり、わずかであるが目標値を下回る又は上回る変電所もあるが、送電容量も設備容量内にあり、特に問題はない。

10.3.2 短絡容量

(1) 検討条件

- 発電機； 全台系統に並列し、リアクタンスは X''_d （次過渡リアクタンス）を使用した。

(2) 検討条件

計算の結果、El Cajonの短絡容量はIEC規格の31.5kA以内に納まっており、特に問題は無い。

従って、遮断器の更新を行う必要もない。

10.3.3 安定度

(1) 検討条件

- 事故条件 ; El Cajonの開閉所の母線での1回線3相地絡短絡(3LG)、遮断時間は6サイクル(100msec)とした。

(2) 検討結果

シミュレーション結果の代表例を Fig.10-4, Fig.10-5, Fig.10-6に、1992年及び2006年でのそれぞれの安定度計算結果を次表に示す。結果は全ケースとも安定であり問題は無い。

安定度計算結果

事故点 \ ケース	1992年	2006年
El Cajon母線	安定	安定

10.4 結論

1992年時点においては、El Cajon発電所からの引出送電線は現状設備の改造の必要がなく、運用が可能である。

又、El Cajon 2台増設後(73MW×2)の2006年においては Fig.10-3 に示す送電変電設備の増強(変電所に電力調相設備の設置等)が実施されれば、運用上問題は無い。よってEl Cajon 2台増設後も引出し送電線は問題なく運用が可能であり、送電線の増改良を行う必要は無い。

尚、将来新設発電所の位置、送電線の増設等の変更がある場合には、その都度、系統解析を実施し運用上問題が無いか確認する必要がある。

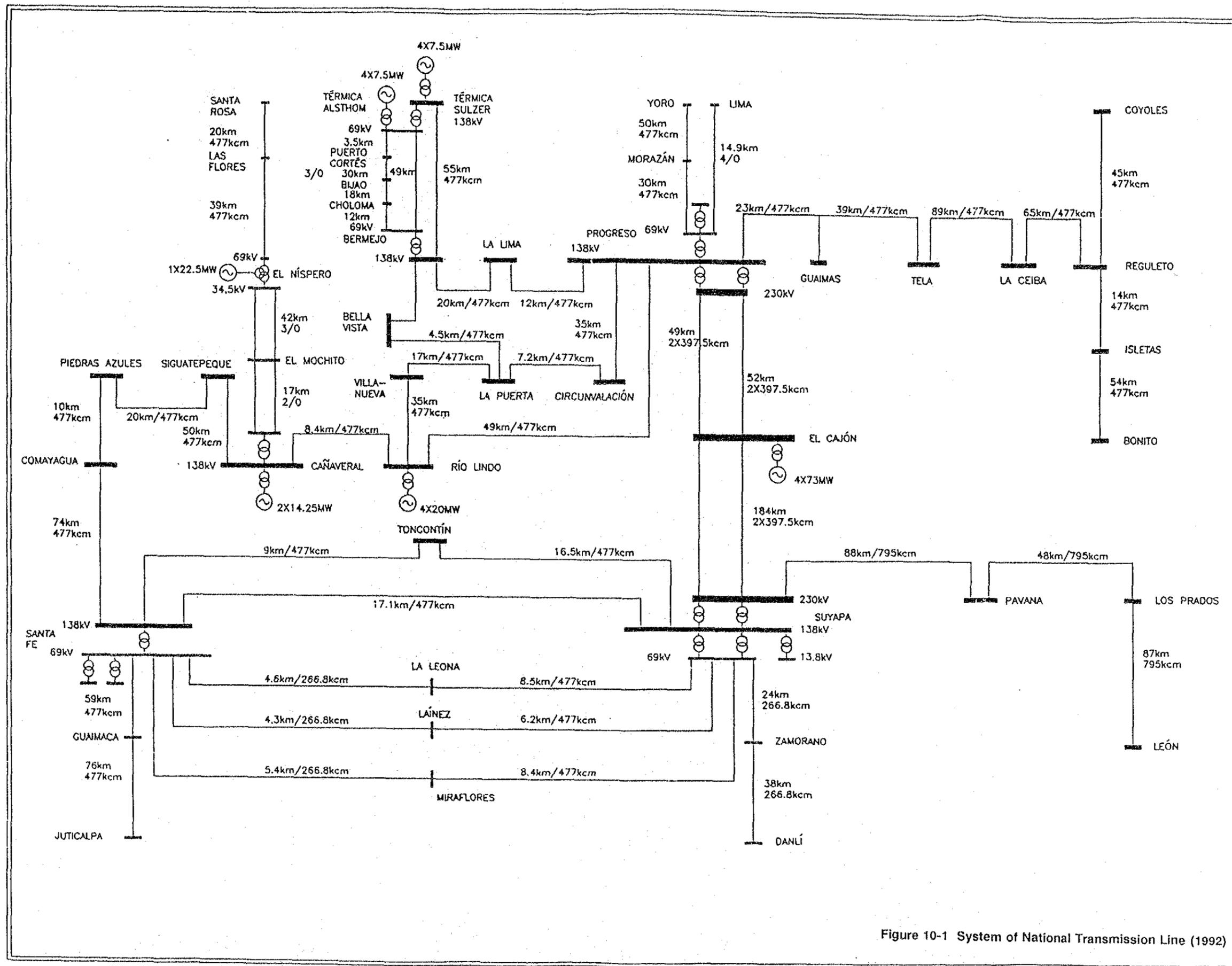


Figure 10-1 System of National Transmission Line (1992)

HONDURAS 1992

P+JQ [% at 100 MVA Base] V∠θ [%∠deg]

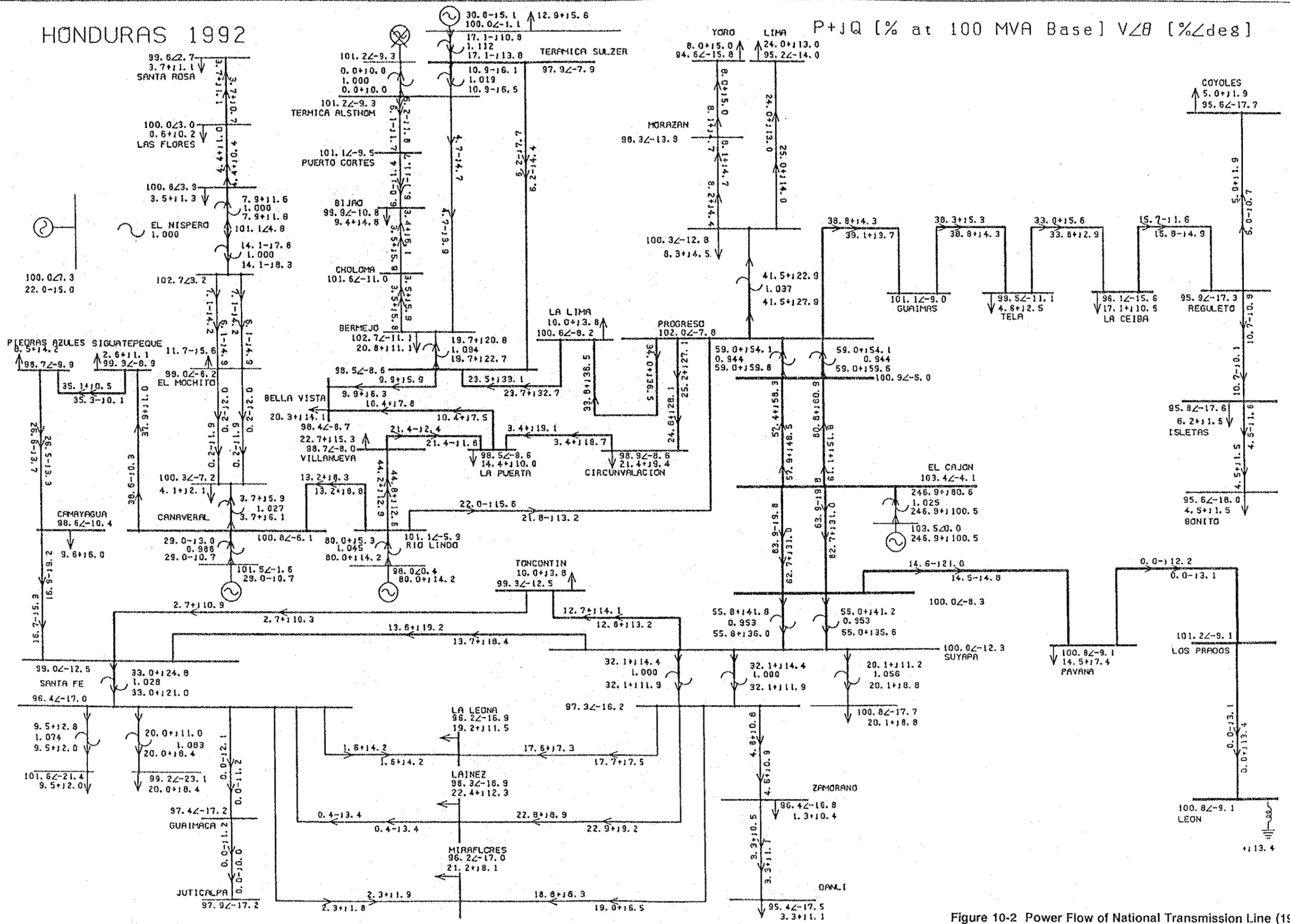


Figure 10-2 Power Flow of National Transmission Line (1992)

HONDURAS 2006

P+JQ [% at 100 MVA Base] V/θ [%/deg]

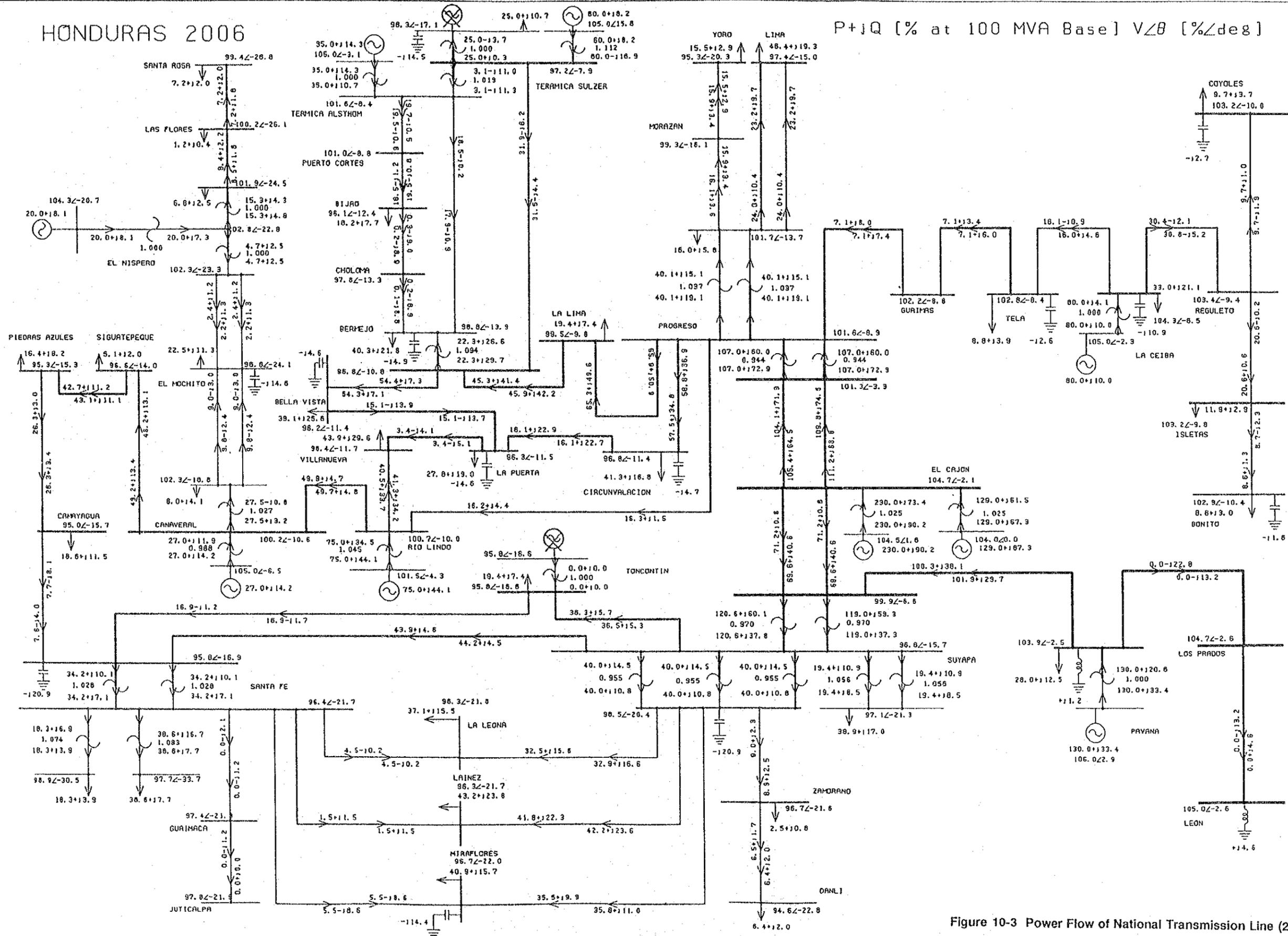


Figure 10-3 Power Flow of National Transmission Line (2006)

CASE1_CAJON-PROGRESO_1CCT_GROUND

Code	Term	Comment	Max	Min	Initial	Final
1 —○—	ANG	CAJON	0.00	0.00	0.00	0.00
2 —△—	ANG	LINDO	6.53	3.45	6.11	5.45
3 —+—	ANG	CANAVERL	16.75	-9.96	1.47	0.84
4 —x—	ANG	NISPERO	22.51	0.65	17.06	14.97
5 —◇—	ANG	SULZER	8.32	3.96	7.28	6.49
6 —+—	ANG	ALSTHOM	-14.31	-62.19	-32.39	-32.74

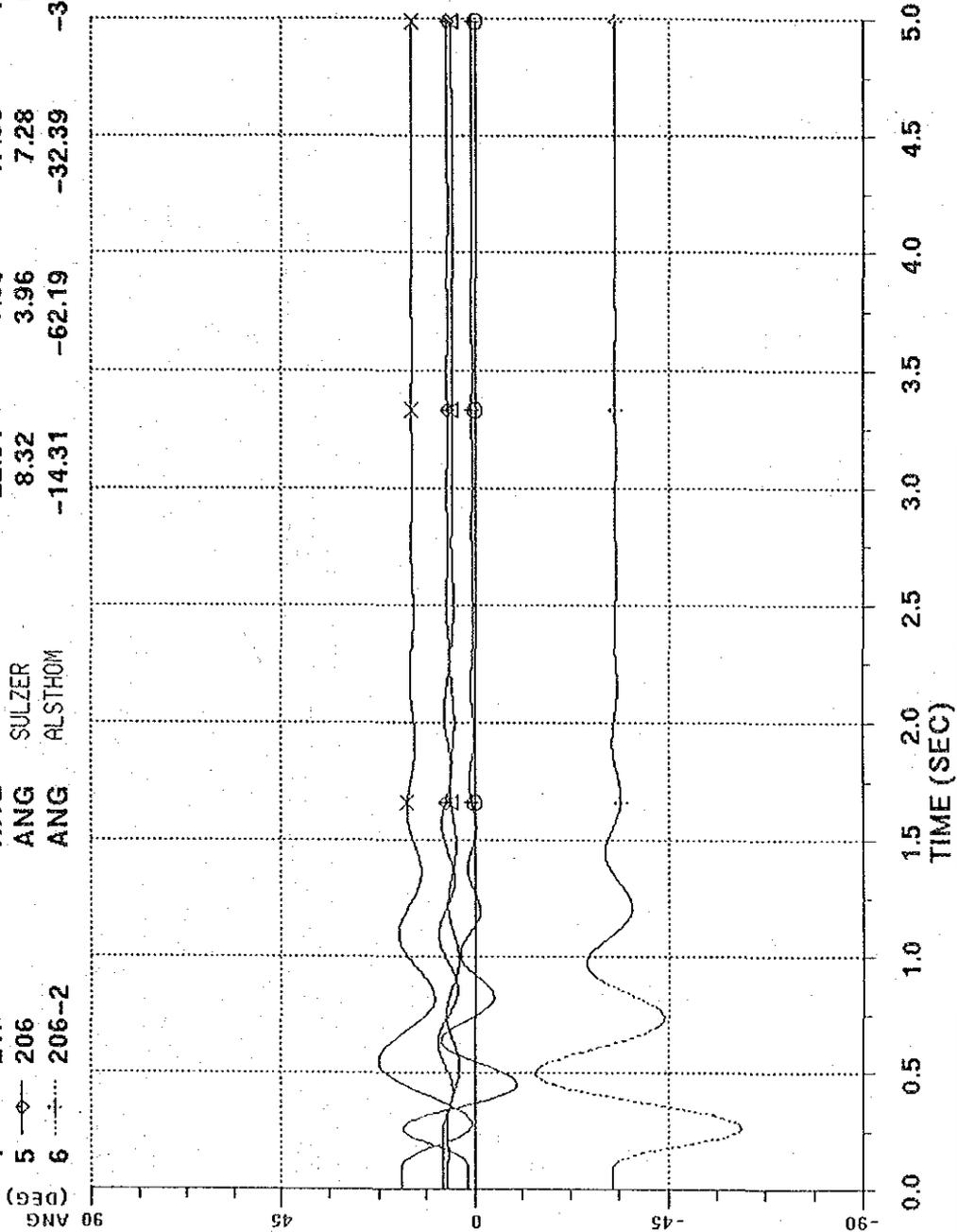


Figure 10-4 Result of Stability Study (1992)

CASE1 CAJON-PROGRESO ICCT GROUND

Code	Term	Comment	Max	Min	Initial	Final
1	EL-CAJO1	ANG CAJON1	1.90	-2.17	0.64	0.63
2	EL-CAJO2	ANG CAJON2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	RIO-LIND	ANG LINDO	-3.74	-9.61	-4.37	-5.61
4	CANAVERA	ANG CANAVERL	-5.94	-15.08	-9.64	-10.83
5	EL-NISPE	ANG NISPERO	-6.09	-47.53	-20.92	-23.36

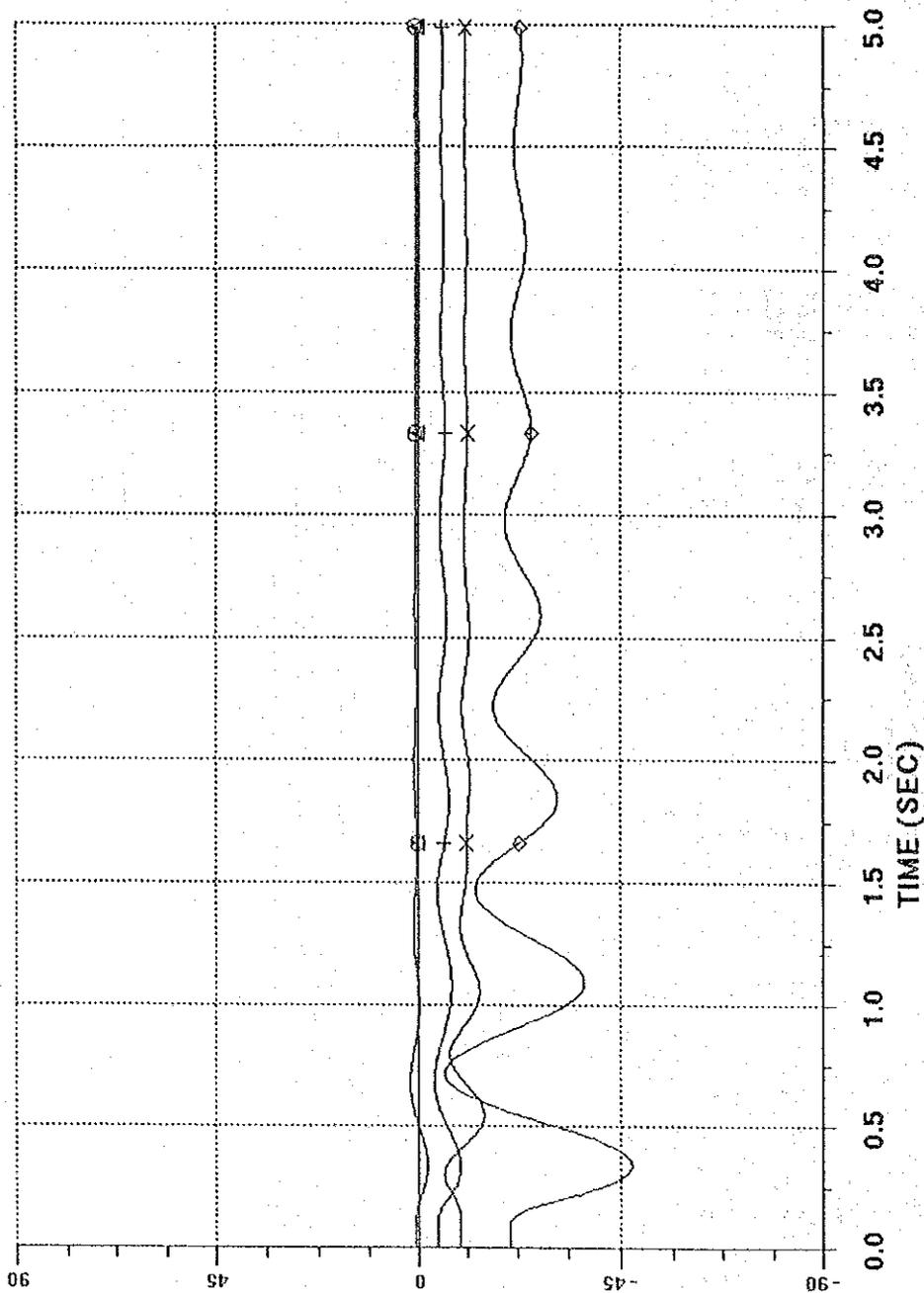


Figure 10-5 Result of Stability Study (2006) (1/2)

CASE1 CAJON-PROGRESO ICCT GROUND

Code	Term	Comment	Max	Min	Initial	Final
1	EL-CAJO2	CAJON2	0.00	0.00	0.00	0.00
2	SULZER2	SULZER2	20.42	13.82	18.80	16.99
3	ALSTHOM	ALSTHOM	6.33	-5.72	0.25	-1.00
4	LA-CEIBA	LA-CEIBA	2.69	-5.24	1.01	-0.44
5	PAVANA	PAVANA	14.48	-0.04	6.09	5.40

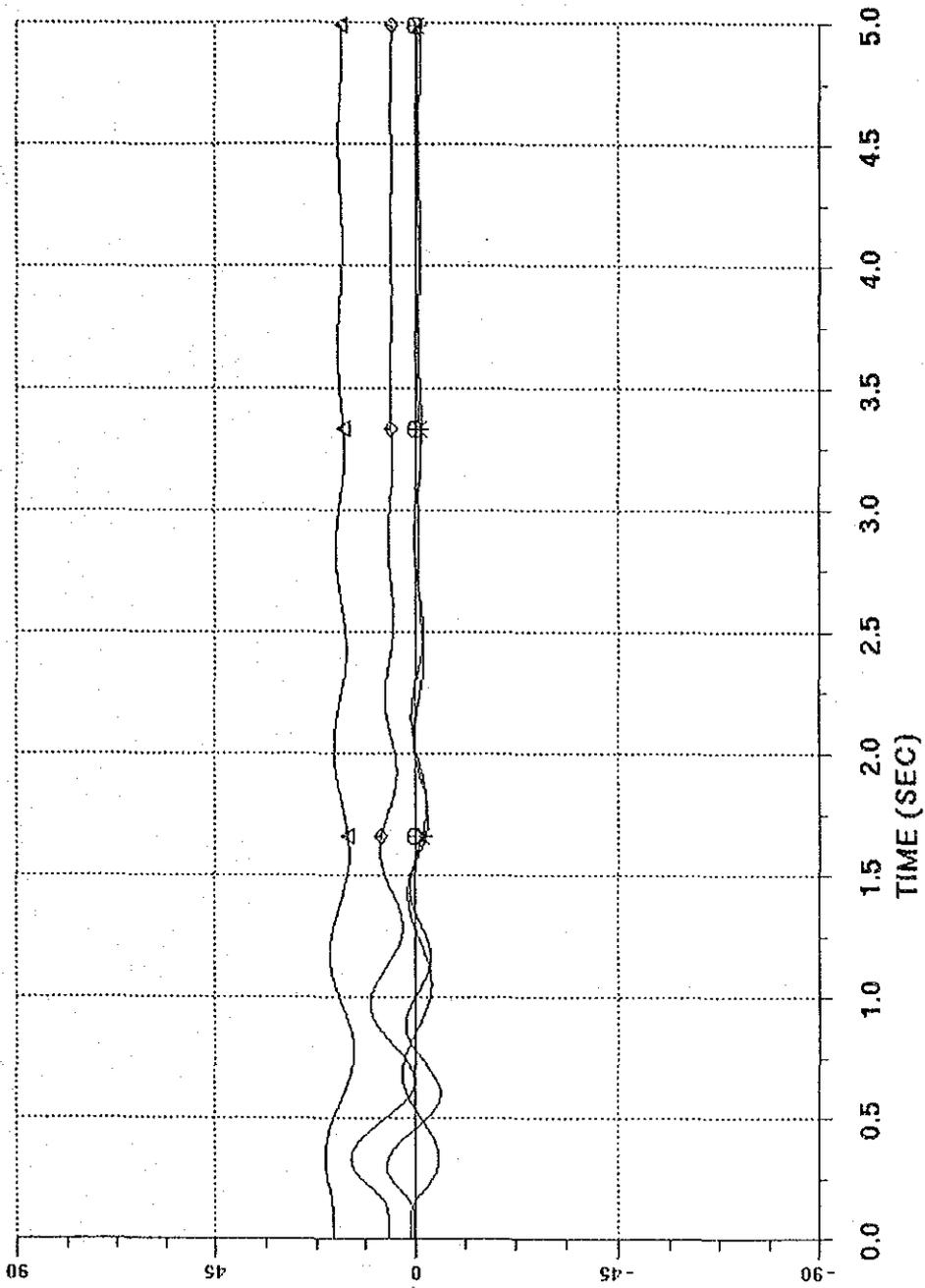


Figure 10-6 Result of Stability Study (2006) (2/2)

第11章 フィージビリティ設計

第11章 フィージビリティ設計

目 次

	頁
11.1 土木構造物	11-1
11.1.1 土木構造物の設備概要	11-1
11.1.2 設計概要	11-2
11.2 電気機器	11-4

List of Figures

Figure 11-1	General Layout
Figure 11-2	General Plan
Figure 11-3	Waterway (Plan, Profile and Sections)
Figure 11-4	Intake (Plan, Profile and Sections)
Figure 11-5	Penstock (Plan, Profile and Sections)
Figure 11-6	Powerhouse (Plan, Profile and Sections [1])
Figure 11-7	Powerhouse (Plan, Profile and Sections [2])
Figure 11-8	Tailrace (Plan, Profile and Sections)
Figure 11-9	Switchyard (Plan and Section)

第11章 フィージビリティ設計

Bl Cajon水力発電所は、第一期分として1985年に最大出力292MW（73MW×4台）で運転が開始されているが、第一期分建設時に増設分（292MW：73MW×4台）を考慮して、取水口、屋外開閉所の敷地及び水圧管路と発電所の一部は先行施工されている。

計画地域の構造物の配置は Fig. 11-1 に示す。

今回の増設計画は146MW（73MW×2台）で、当初増設計画の水路ルートC、DルートのうちDルートを用いて水圧管路、発電所及び放水路の設計を行った。（Fig. 11-2, 11-3 参照）

11.1 土木構造物

11.1.1 土木構造物の設備概要

増設に係わる土木構造物の概要は、以下の通りである。各構造物毎の図面は Fig. 11-4～11-9 に示す。

取水口 (施工済み)	型式 : ゲートシャフト付前面傾斜型 最大通水量 : 107.20 m ³ /s 内径 : 4.20m (トンネル部)
水圧管路 (一部施工済み)	型式 : コンクリート埋設式 条数 : 1条、分岐後2条 最大通水量 : 107.20 m ³ /s, 分岐後 53.60 m ³ /s 内径 : 4.20~3.00m 延長 : 1条部 254.831m (既施工: 74.612m) 2条部 27.126m、14.269m 管厚 : 24~34mm 分岐方式 : T型分岐

発電所 (既設に接続)	型式 : 地下式
	幅 : 29.50 m
	高さ : 41.40 m
	奥行 : 42.75 m
放水路	型式 : 円形及び上部半円下部方形、圧力トンネル
	条数 : 2条
	内径 : 4.20m (円形部)
	(H)5.10~6.35m × (B)5.10m
	(上部半円下部方形部)
	延長 : 88.00m
	{ 円形部 : 81.50m
	{ 上部半円下部方形部 6.50m 「無巻」 }
	勾配 : 1/7.913
	最大通水量 : 53.60m ³ /s
放水路 (シャフト)	型式 : 上部半円下部方形
	断面寸法 : (H)7.00m × (B)3.00m
	延長 : 47.00m
放水路 (ゲートシャフト)	型式 : 楕円形 (立坑)
	断面寸法 : 3.70m × 6.00m
	高さ : 25.57m
屋外開閉所敷地 (施工済み)	幅 : 42.35 m
	長さ : 148.50 m

11.1.2 設計概要

(1) 水圧管路

増設分の平面及び縦断ルートは第一期施工時で設定され、取水口ゲートシャフト接続部から斜坑部始端の曲管部までは、すでに第一期工事で先行施工されている。

今回、増設分の設計に当たり、ルートや内径、コンクリート厚および地質等について検討を行った結果、経済性、施工性を考慮して原設計通りとした。

すなわち、水圧管路のルートは、今回増設する水車 (2台) との関係からDルート

とし、既施工部（取水口ゲートシャフト接続部から斜坑始端の曲管部まで）の終端から下部水平坑（BL.961m）までを斜坑とし、鉄管終端の水平坑部に分岐管を設け、2台の水車に連結する。斜坑は、分岐管との関係から38度とし、分岐管は水圧管路と発電所の軸が平行となるためT型とした。鉄管の延長は、1条部 254.831m（既施工 74.162m）、2条部は14.269m、27.126mである。鉄管の内径は、1条部4.20m、2条部3.00mで全線コンクリート埋設方式である。

管胴材料はSM41（JIS規格）を採用し、管厚は水撃圧の計算を行い決定した。その結果は Fig.11-5 に示すとおりである。なお、水車入り口における水撃圧は静水圧の37.7%である。

(2) 発電所

水車の増設は、4台まで可能なように、取水口と水圧管路の一部は第一期工事で先行施工され、発電所も水車の位置が設定されており、接続部の掘削（7.50m）は第一期工事で施工済みである。

今回の増設計画は水車2台案で、増設分の設計に当たり、水車の位置、空洞の形状等について検討した結果、原設計通り第一期工事（73MW×4台）と一体化し下流側に縦列に設ける。したがって、空洞の断面寸法（幅 29.50m、高さ 41.40m）及び水車中心標高（EL.96.00m）、水車中心間隔（15.00m）は第一期工事と同様とし、増設分の延長は42.75mとした。

この空洞内には、2台の立軸フランシス水車の他、発電機、主要変圧器室、制御盤室、ケーブル処理室、天井クレーン支台等を設ける。

なお、増設発電所は第一期工事と同一空洞となるので、組立室、天井クレーン、排水ピット及び搬入トンネル（ケーブルトンネル兼用）は、その設備を共用する。

（Fig.11-6,7 参照）

(3) 放水路トンネル

放水路トンネルは、第一期工事と同様、水車1台に1条とし、ルートは第一期工事では発電所中心に対し90度であるが、今回増設分（2条）は、放水口の地形と既設排水トンネルとの関係を考慮して88度（2度上流方向）とした。延長は2条とも88.00mである。始点の標高は第一期工事と同様EL.88.20mとし、水路の勾配は、放水口に

向かって1:7.913の上がり勾配とした。(Fig.11-8 参照)

断面形状は、発電所側から81.50mまでは第一期工事と同様、円形(内径4.20m:コンクリート巻立)としたが、出口部の6.50m分は上部半円下部方形とし、コンクリートによる巻立は行わない設計とした。その理由は、放水路工事は締切を設けて施工するのが一般的な方法であるが、本ケースの場合、締切の設置が困難なこと、締切設置による既設発電所の運転停止期間がかなり長くなることなどから、締切を設けずに発電所側からすべて施工することにしたためである。(詳細は施工計画参照)

(4) サービスギャラリー

サービスギャラリーは、放水路トンネル及びゲートの維持管理のために設けられるもので、既設サンタバーバラ横坑(第一期工事のサービスギャラリーへの通廊)を第一期工事接続部から45.00m間拡幅して設ける。断面形状、寸法は第一期工事と同様、上部半円下部方形で幅3.00m、高さは7.00mとした。

(5) サービスシャフト

サービスシャフトは、放水路ゲート開閉用の立坑でサービスギャラリーに直結する。設置位置は、サービスギャラリーとの関係から放水路トンネル始点から53.24mとした。断面形状は第一期工事と同様、楕円形(3.00m×7.00m)とし、高さは24.28mである。

(6) 屋外開閉所敷地

増設分(水車2台)は、第一期工事で、先行施工されている。敷地の大きさは、幅42.35m、長さ148.50mである。(Fig.11-9参照)

11.2 電気機器

増設する電気機器は既設々備と同一仕様とすることが経済性、運転・保守上有利である。主要機器の仕様概要は次の通りである。

(1) 水車

台 数 : 1又は2
形 式 : 立軸フランス形
出 力 : 最高落差 180m時 93MW
 基準落差 157m時 75MW
回 転 速 度 : 300 rpm

(2) 発電機

台 数 : 1又は2
形 式 : 立軸3相回転界磁
定 格 出 力 : 91,250 kVA
力 率 : 0.8 lag. ~0 lead.
過負荷出力 : 100,000 kVA
力 率 : 0.91 lag. ~0.65 lead.
定 格 電 圧 : 13.8kV
回 転 速 度 : 300 rpm
周 波 数 : 60 Hz

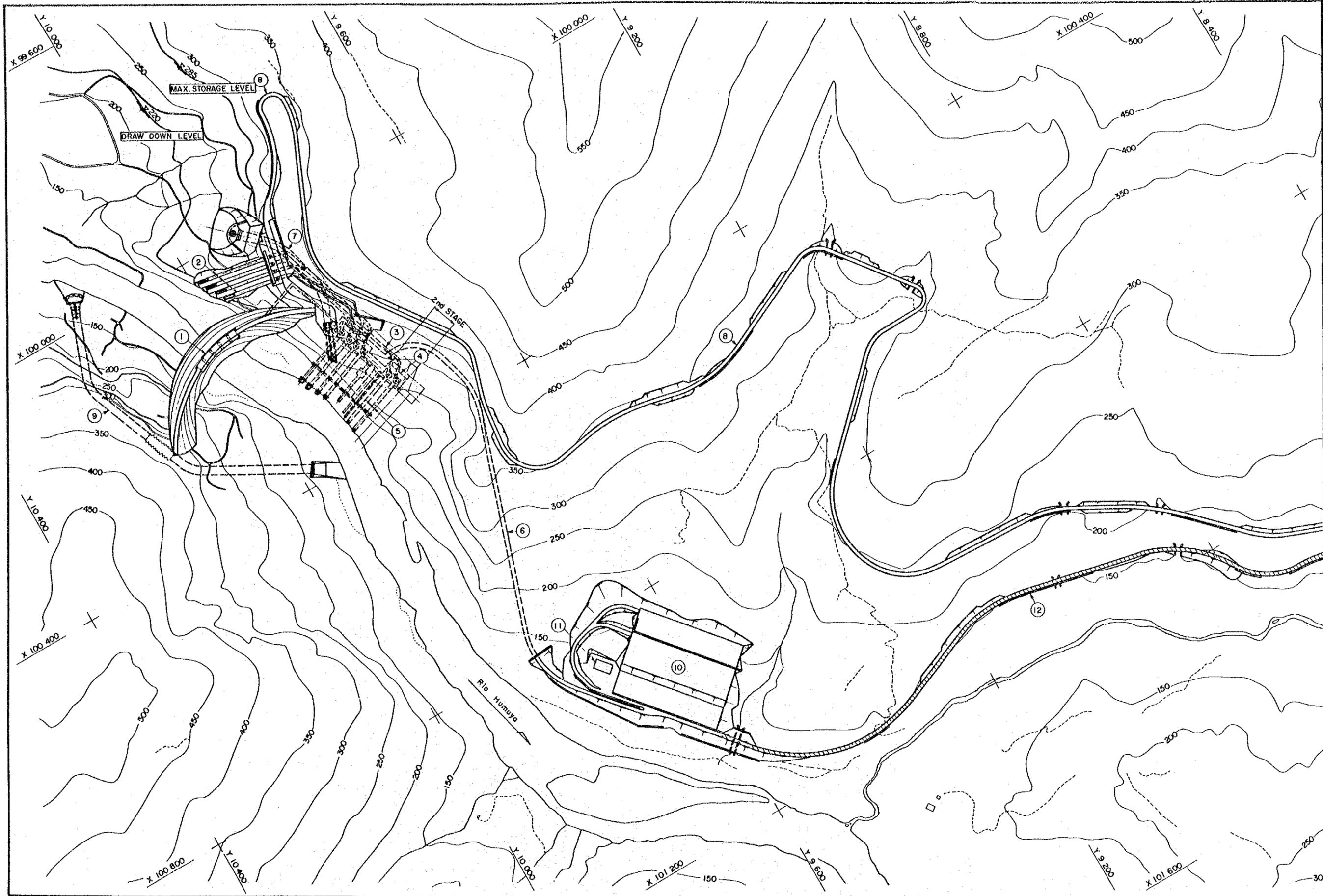
(3) 主要変圧器

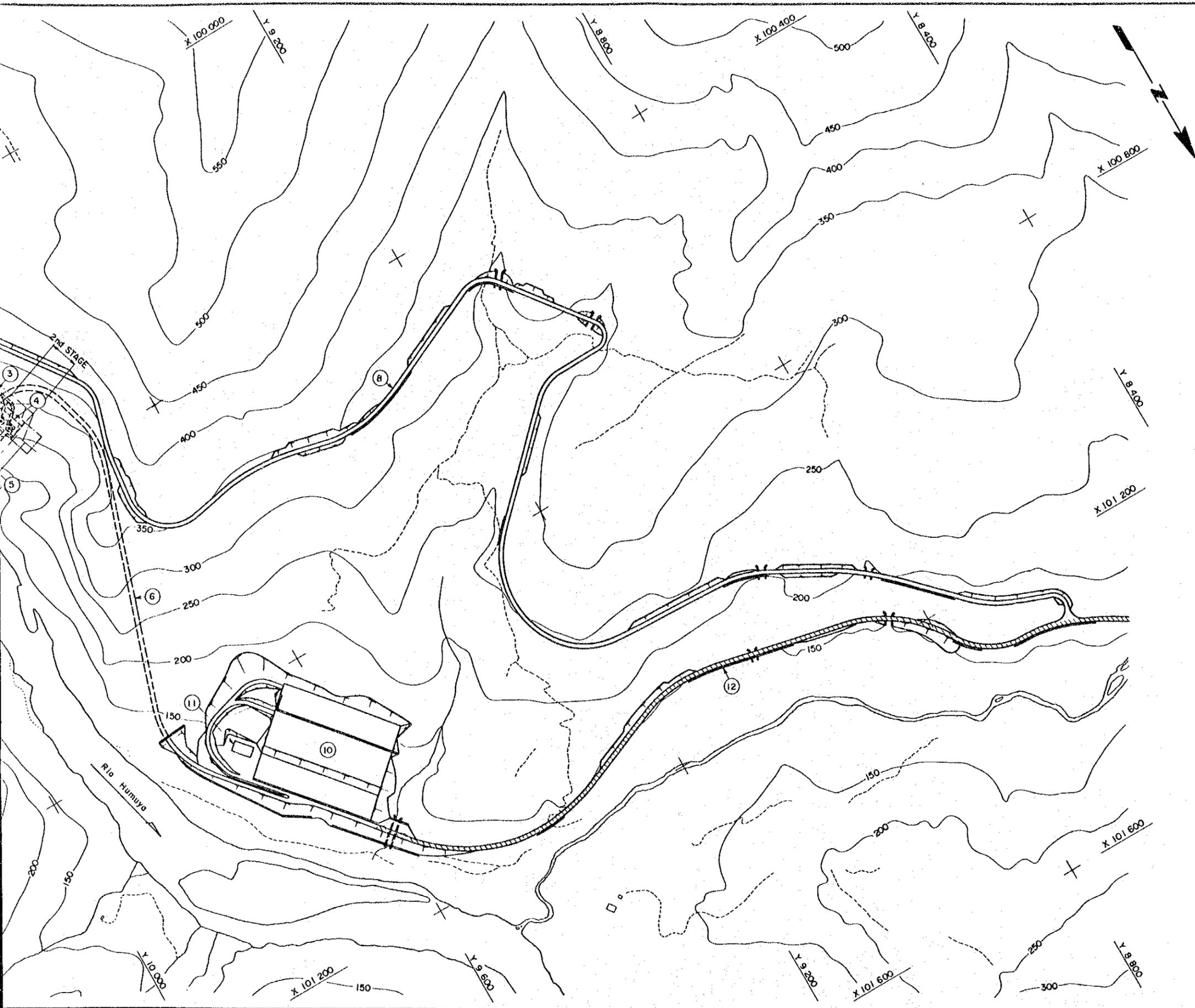
定 格 容 量 : 100,000 kVA
定 格 電 圧 : 13.8kV / 230kV
周 波 数 : 60 Hz

(4) 屋外開閉設備

発電された電力は地下発電所内設置の主要変圧器により230kVに昇圧され、OPケーブルにより屋外開閉所230kV母線に1½CB方式により接続される。

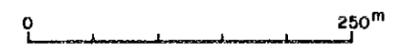
なお、送電線の増設の要否は系統解析の結果により決定する。





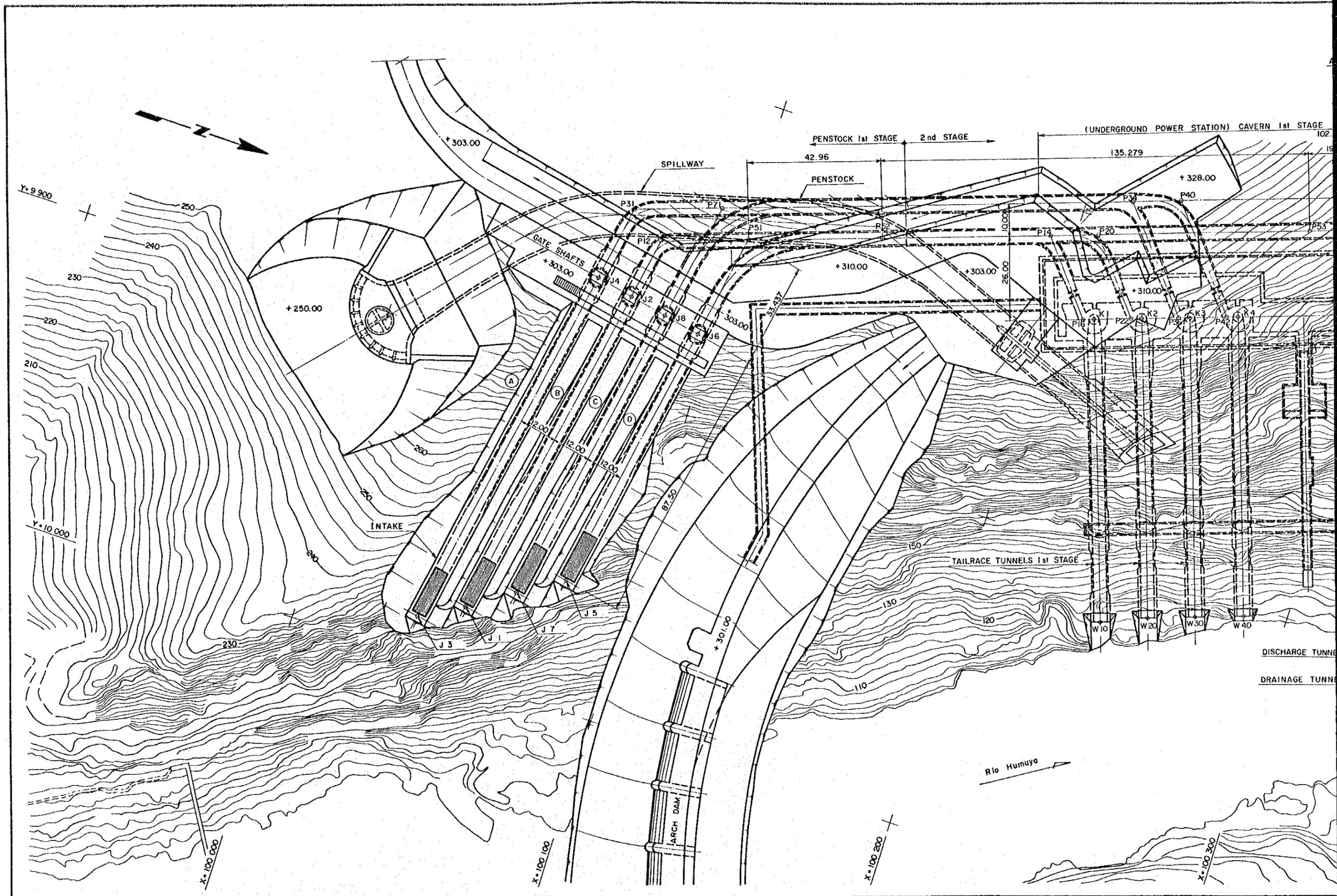
LEGEND

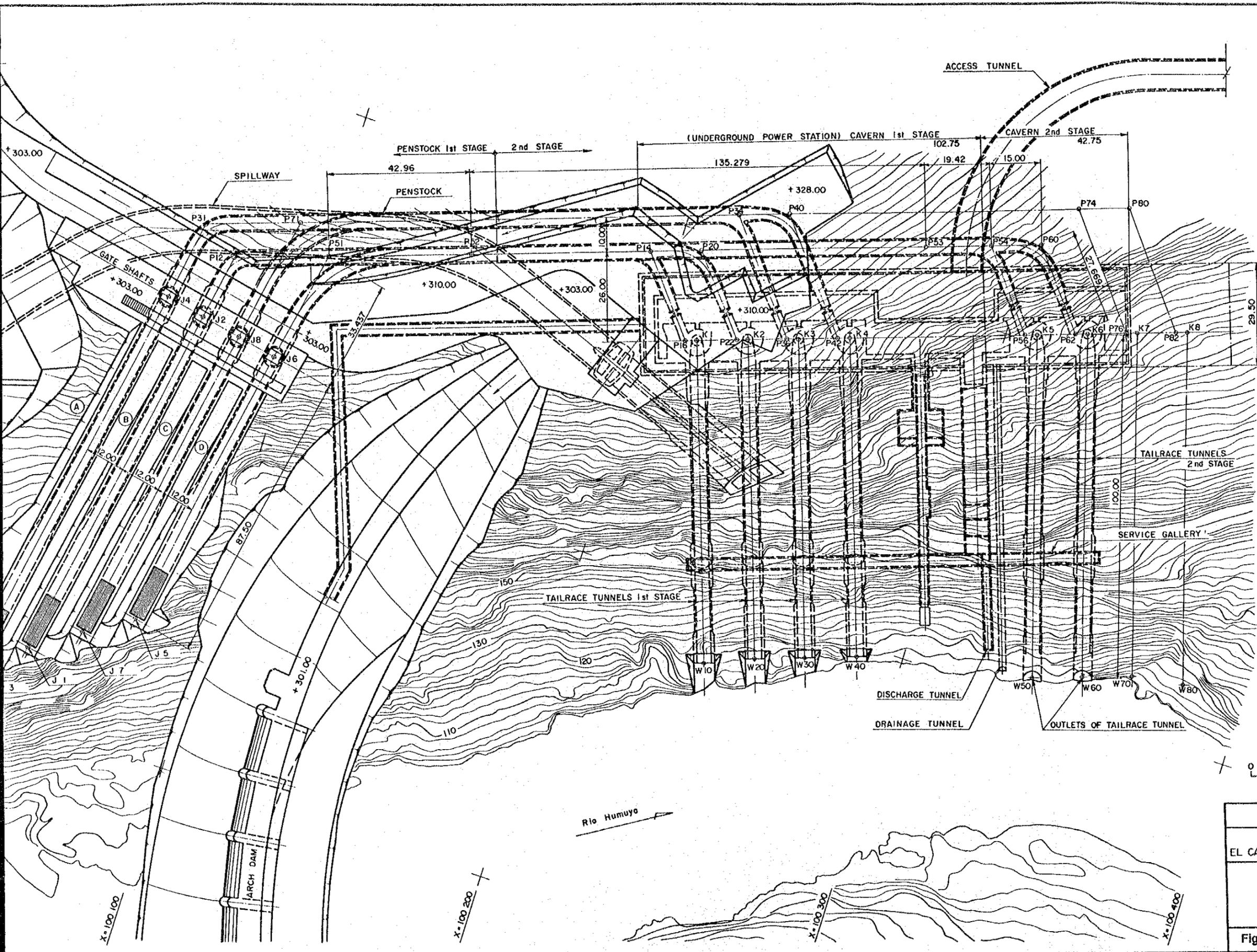
- ① ARCH DAM
- ② INTAKES
- ③ PENSTOCK
- ④ UNDERGROUND POWER STATION
- ⑤ TAILRACE STRUCTURES
- ⑥ ACCESS TUNNEL
- ⑦ SPILLWAY
- ⑧ ACCESS ROAD TO DAM CREST
- ⑨ DIVERSION TUNNEL
- ⑩ SWITCHYARD
- ⑪ CONTROL BUILDING
- ⑫ ACCESS ROAD TO POWER STATION AND SWITCHYARD
- ▨ ACCESS ROAD FROM STA. CRUZ DE YOJOA BUILT BY ENEE



REPUBLIC OF HONDURAS
 AMPLIFICATION PROJECT OF
 EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT
 GENERAL LAYOUT

Figure 11-1



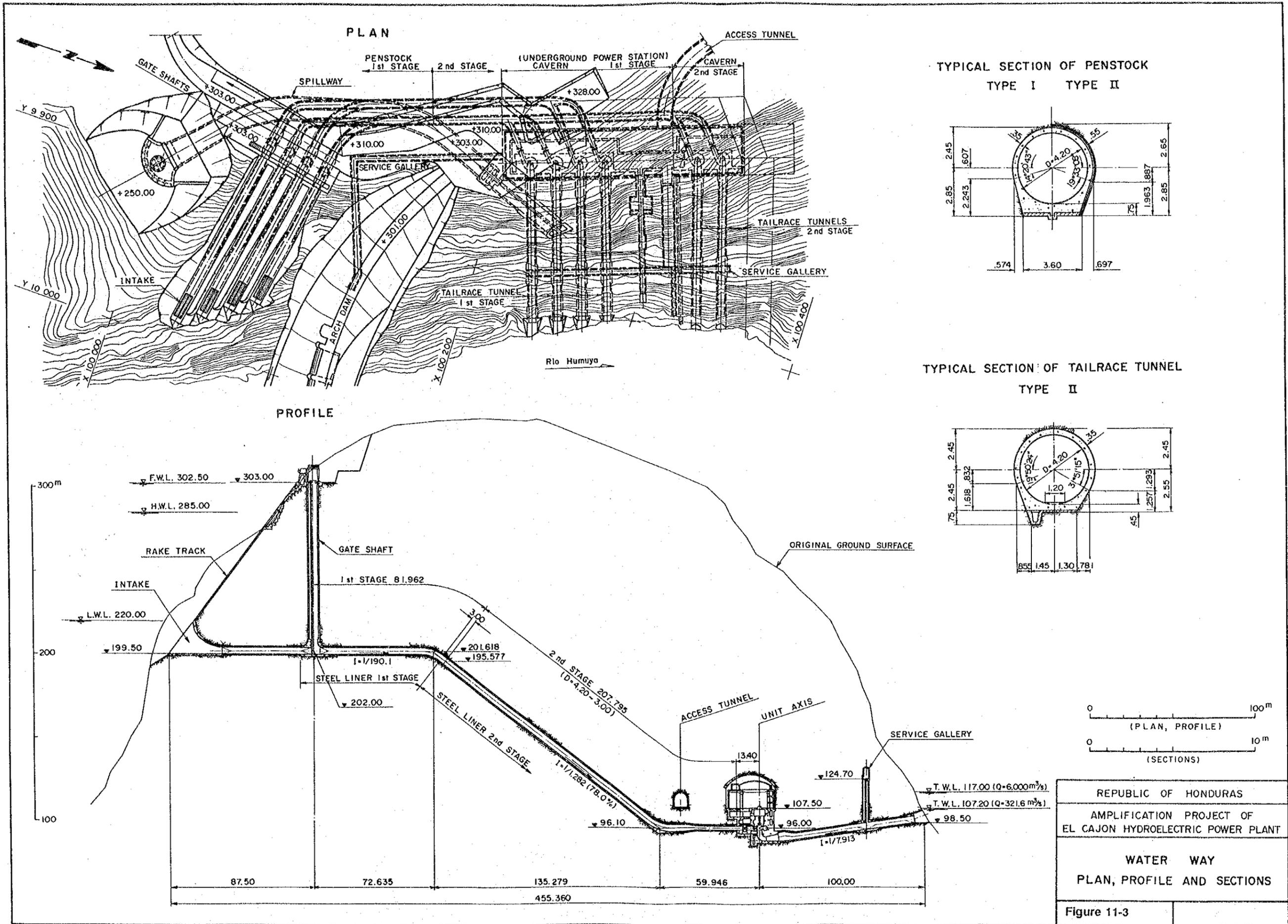


COORDINATES		
POINT	X	Y
J 5	100 079.289	9 961.080
J 6	100 095.461	9 875.087
J 7	100 065.462	9 969.673
J 8	100 083.667	9 872.869
P 51	100 101.641	9 842.226
P 52	100 142.174	9 827.991
P 53	100 269.811	9 783.168
P 54	100 288.134	9 776.733
P 56	100 305.677	9 798.128
P 60	100 302.287	9 771.763
P 62	100 319.830	9 793.158
P 71	100 090.701	9 835.469
P 74	100 309.692	9 758.564
P 76	100 333.982	9 768.188
P 80	100 323.845	9 753.594
P 82	100 348.135	9 783.218
K 5	100 309.030	9 796.951
K 6	100 323.183	9 791.981
K 7	100 337.335	9 787.010
K 8	100 351.488	9 782.040
W 50	100 338.852	9 892.401
W 60	100 353.005	9 887.431
W 70	100 367.157	9 882.460
W 80	100 382.205	9 880.353

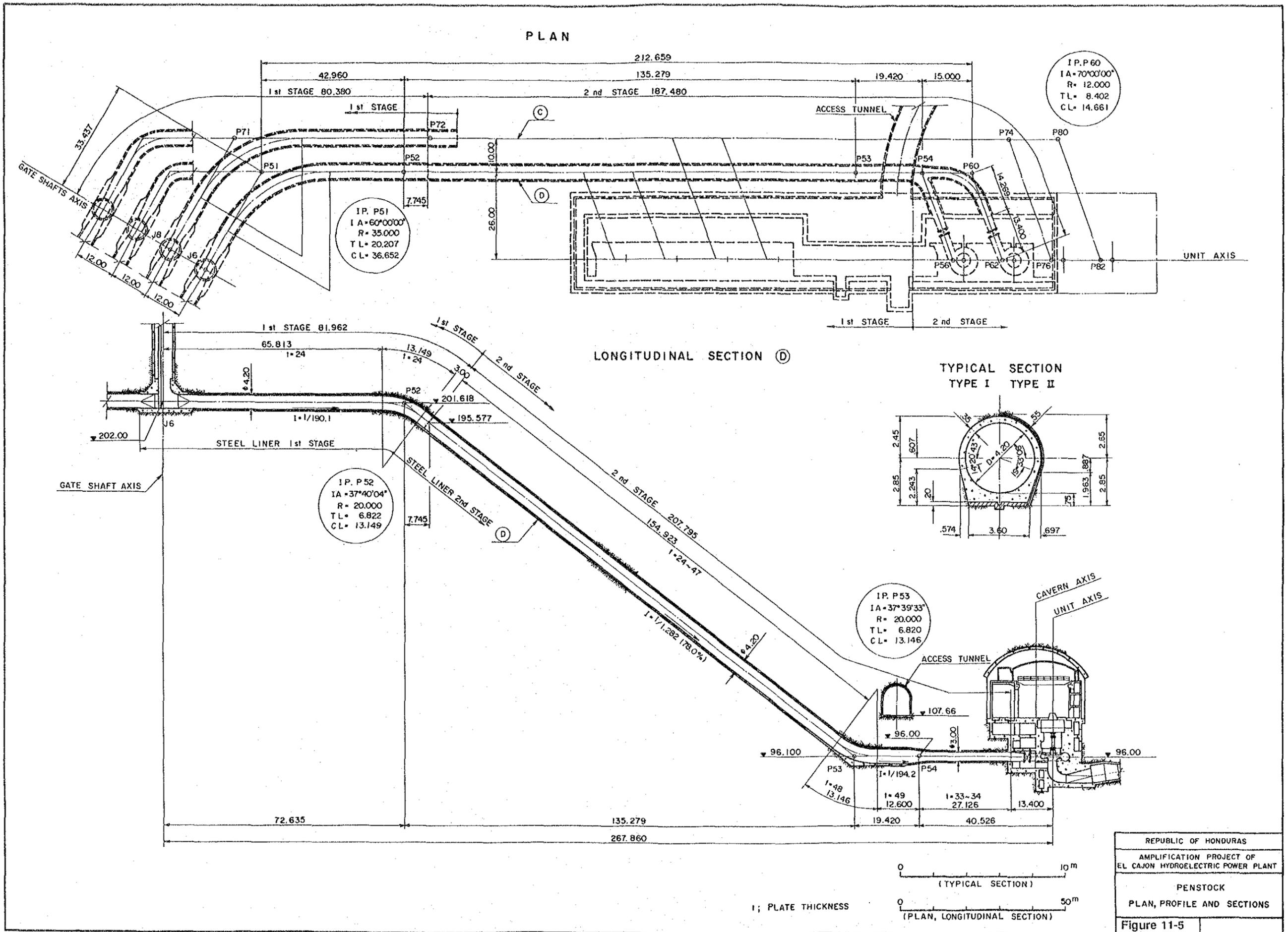
REPUBLIC OF HONDURAS
 AMPLIFICATION PROJECT OF
 EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT

GENERAL PLAN

Figure 11-2

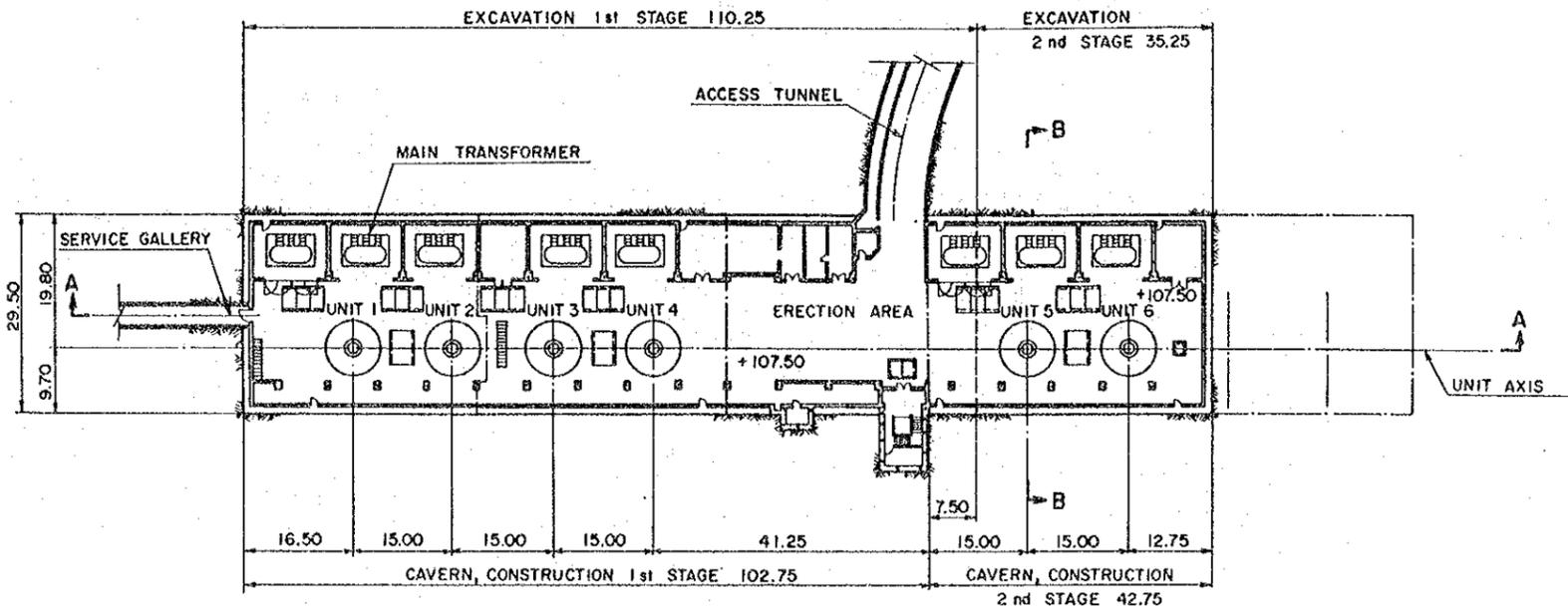


REPUBLIC OF HONDURAS	
AMPLIFICATION PROJECT OF EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT	
WATER WAY PLAN, PROFILE AND SECTIONS	
Figure 11-3	

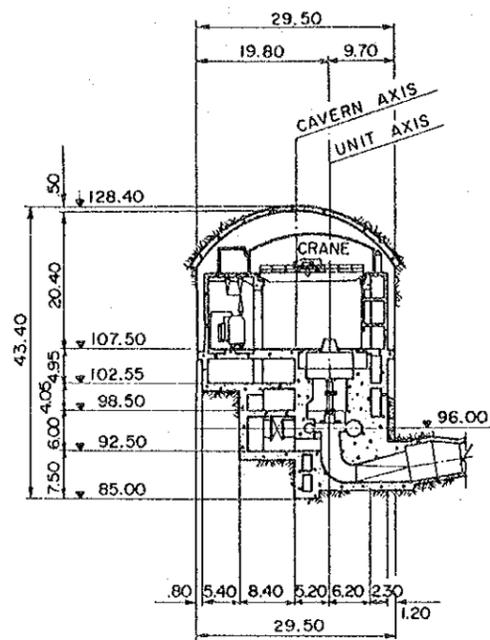


REPUBLIC OF HONDURAS
 AMPLIFICATION PROJECT OF
 EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT
 PENSTOCK
 PLAN, PROFILE AND SECTIONS
 Figure 11-5

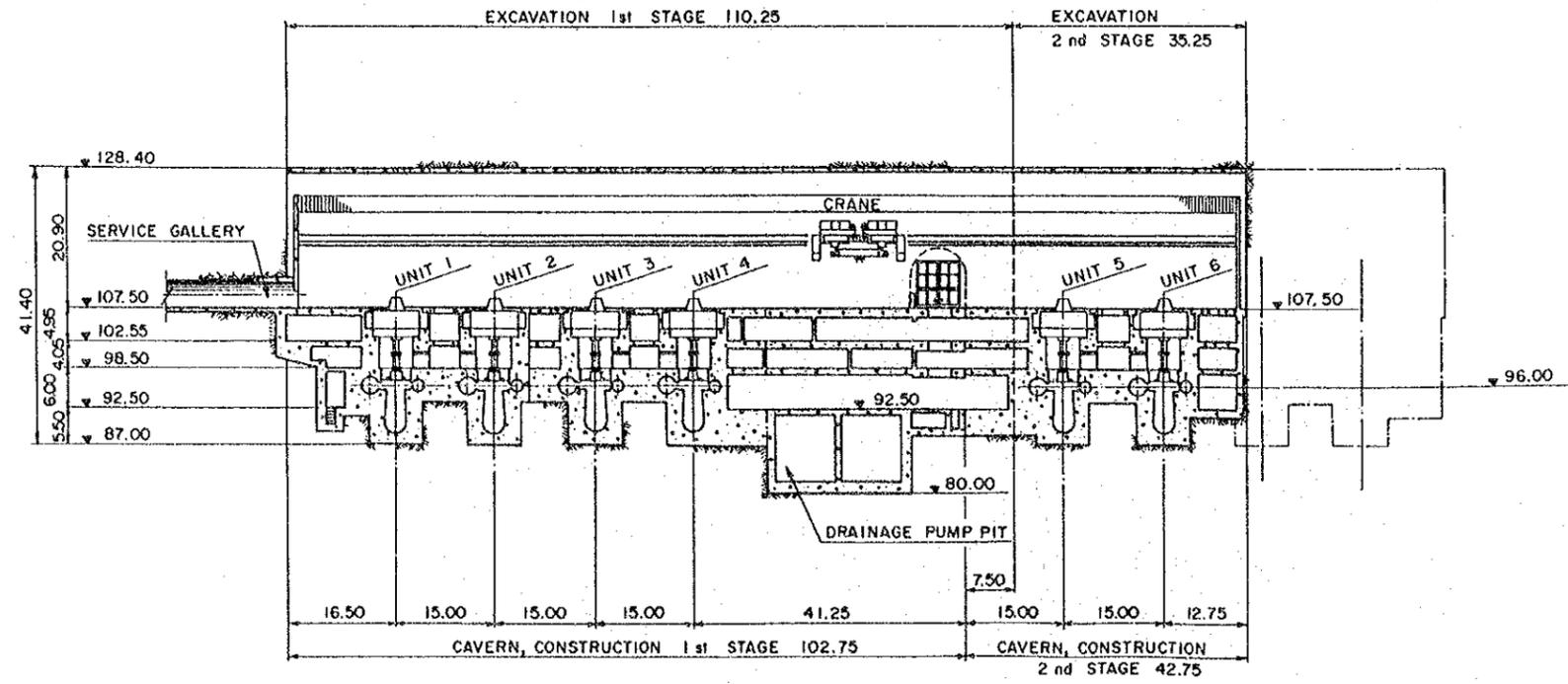
PLAN AT EL. 107.50



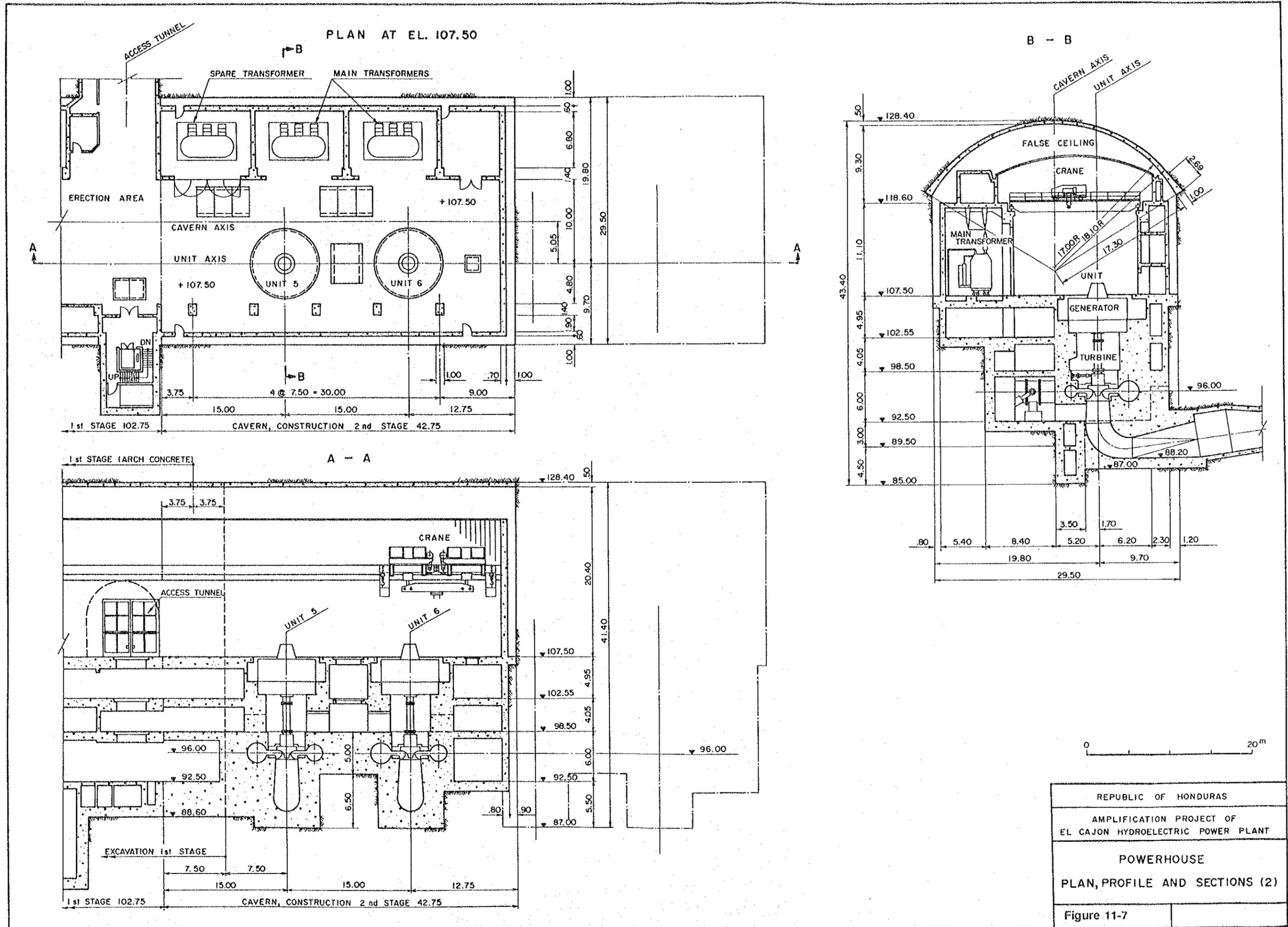
B - B

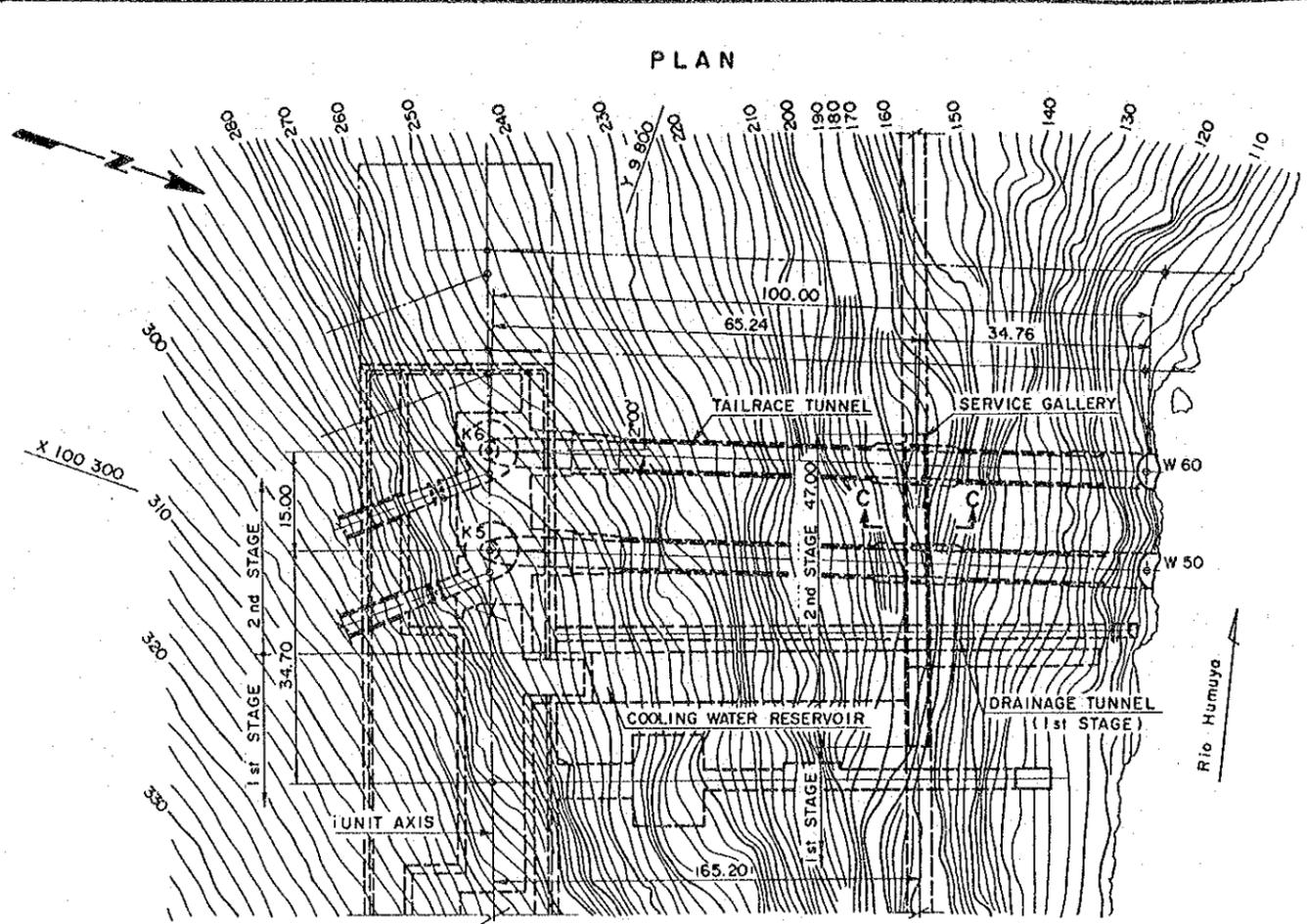


A - A

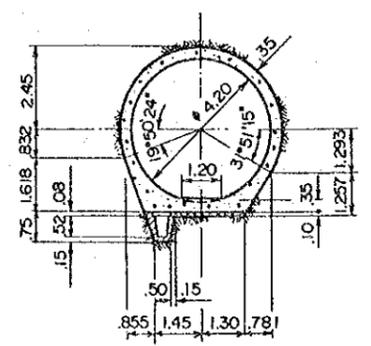


REPUBLIC OF HONDURAS	
AMPLIFICATION PROJECT OF EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT	
POWERHOUSE	
PLAN, PROFILE AND SECTIONS (I)	
Figure 11-6	

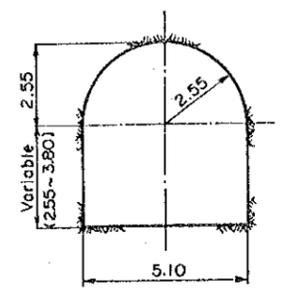




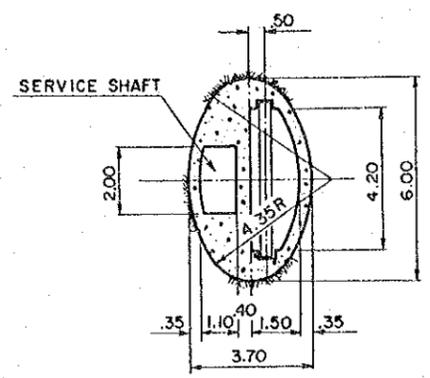
TYPICAL SECTION OF TAILRACE TUNNEL



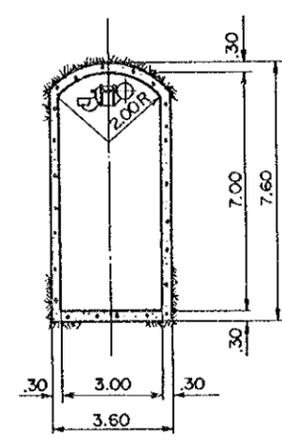
A - A



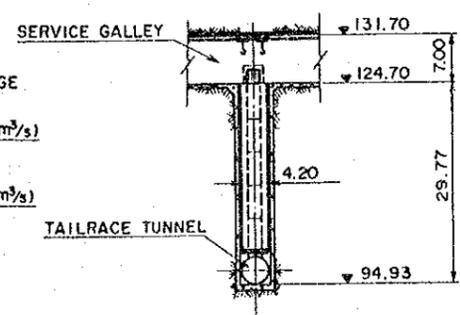
B - B



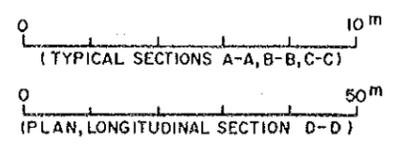
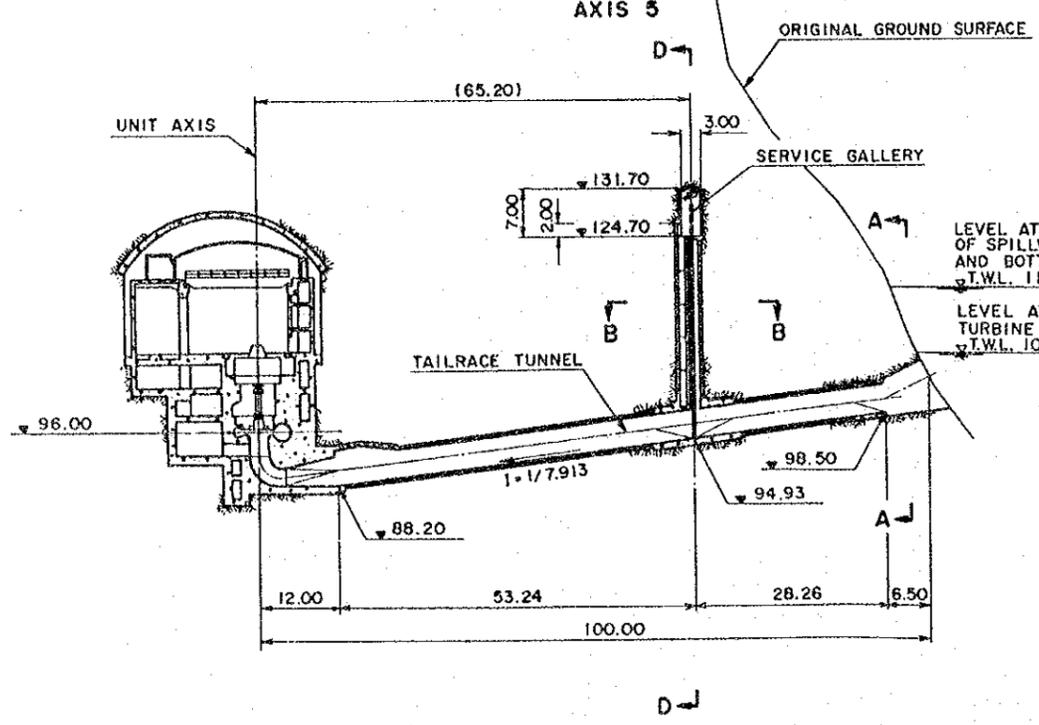
C - C



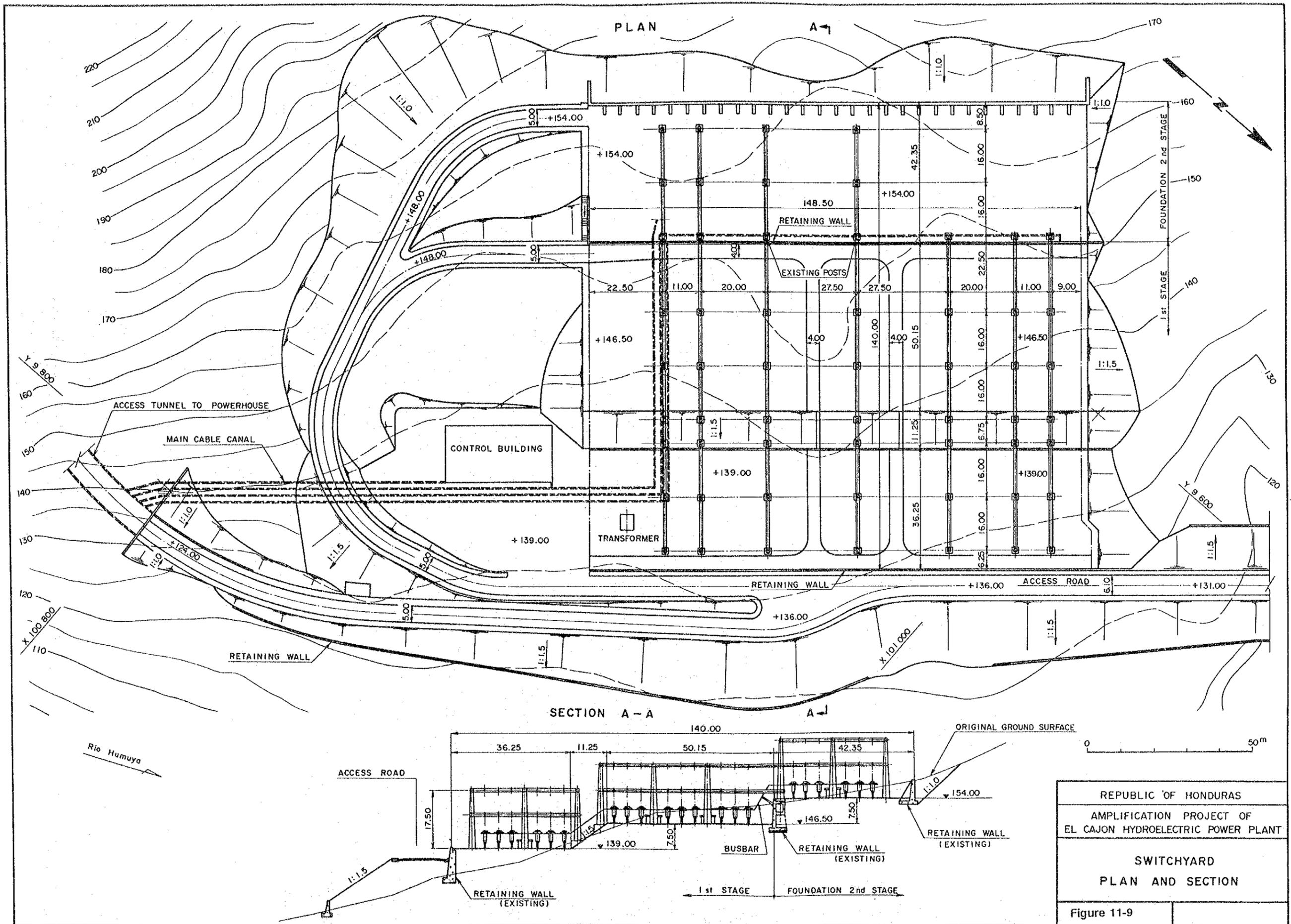
D - D



LONGITUDINAL SECTION



REPUBLIC OF HONDURAS
 AMPLIFICATION PROJECT OF
 EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT
 TAILRACE
 PLAN, PROFILE AND SECTIONS
 Figure 11-8



第12章 工事計画及び工事費

第12章 工事計画及び工事費

目 次

	頁
12.1 工事計画及び工事工程	12-1
12.1.1 基本条件	12-1
12.1.2 工事計画	12-2
12.1.3 工事工程	12-10
12.2 工事費	12-10
12.2.1 積算項目	12-10
12.2.2 積算基準	12-11
12.2.3 内貨・外貨の区分	12-13
12.2.4 工事費	12-13

List of Tables

Table 12-1	Principal Civil Works
Table 12-2	Labor Cost
Table 12-3	Material Unit Price
Table 12-4	Project Cost

List of Figures

Figure 12-1	Transportation Route
Figure 12-2	Pressure Shaft, Vertical Work Shaft
Figure 12-3	Powerhouse & Tailrace Work Adit
Figure 12-4	Pressure Tunnel, Excavation
Figure 12-5	Pressure Tunnel, Erection Procedure of Steel Liner
Figure 12-6	Powerhouse, Stage Blasting
Figure 12-7	Tailrace Tunnel, Plug Rock
Figure 12-8	Construction Schedule

第12章 工事計画及び工事費

12.1 工事計画及び工事工程

12.1.1 基本条件

増設計画の工事計画及び工事工程の立案に際して、検討に必要な気象、交通等の基礎条件は次の通りである。

(1) 気象

本プロジェクトサイトにおける気象状況は、第6章に述べられている通りである。建設工程は、工事が年間を通して作業が可能であると仮定して計画した。

(2) 輸送ルート

既設El Cajón水力発電所の建設のための主要な資機材、水力機器及び電気機器は、Caribe海に面したPuerto Cortes港から陸揚げされサイトまで輸送された。

本増設計画においても、港湾荷揚設備能力及び道路状態から判断して、また発電機のユニット容量の変更もないため既設時と同じルートが最適と考えられる。

Fig. 12-1 に輸送ルートを示す。

(3) 工事用資機材

(a) セメント

Honduras国ではセメントはSan Pedro Sula及びComayagua近傍の工場で生産される。本増設計画に必要なセメント量は約4,800tと推定されるので、セメントの供給能力に問題ないと考えられる。

(b) コンクリート用骨材

コンクリート用骨材はHumuya川流域内に適当な天然の骨材が存在するため購入する。

(c) 鋼材

Honduras国には製鉄所は無く、鋼材の加工工場のみである。従って大部分は輸入する。

12.1.2 工事計画

(1) 一般

掘削は既設構造物に影響を与えないよう十分な注意を払って行う必要がある。このため掘削は主にコントロール・ブラスティングによって行うが、発電所、水圧鉄管の一部など既設構造物に隣接した部分については低速爆薬、膨張性破砕剤などによる掘削を行う。また、発電所の掘削工事に限らず発破は運転中の発電所周辺で行われるので、特に漏洩電流による誘導が問題となる。このため、漏洩電流による誘導爆発を防止するシステムを採用する必要がある。

(2) 作業坑

既設作業坑としては、第1期工事の際設けられたSanta Barbaraトンネルがあるが、その断面は幅4.50m、高さ4.25mである。このトンネルは発電所下流側から進入しており、途中で双手に分かれている。

一方は第1期工事のサービス・ギャラリーにつながっており、このトンネルはサービス・ギャラリー及びサービス・シャフトの建設に使用される。もう一方は発電所のアーチ部分につながっており、このトンネルはアーチ部の建設に使用される。

さらに第1期工事の際、発電所、放水路および水圧鉄管路の建設のためにアクセス・トンネルから分岐した作業坑が設けられている。その断面は、幅5.00m、高さ5.50mである。

第2期工事の際にもこの作業坑を利用し、これをさらに発電所中段BL 106.30m、EL 93.50m及びBL 85.50mまで延長し、発電所、放水路、及び水圧管路の建設に使用する。既設アクセス・トンネルは本体掘削、コンクリート並びにその他資機材の搬入出に使用される。その内空断面は、幅8.70m、高さ9.20mとなっているが、ケーブル・トンネルとして使用されているため、輸送トンネルとして使用できる断面は幅6.70m（内1.70mは側道）であり、車両の両側通行はできない。

このため、アクセス・トンネル内の数ヵ所を拡幅して待避所を設け、連続した上下通行を可能とする必要がある。また、既設アクセス・トンネルから分岐する作業坑を使用するためには、分岐部においてトンネルの拡幅を行い、設置されている低圧ケーブルを工事期間中移設する必要がある。

水圧鉄管や資機材搬入のため、ダム左岸のBL 310.00m盤より斜坑EL 185.00m付近まで内径5.20mの作業用立坑を設ける。さらに、この立坑下部EL 200.00m付近から斜坑末端部まで作業横坑を設ける。

Fig.12-2 に水圧管路の作業用立坑、Fig.12-3 に発電所・放水路の作業坑のレイアウトを示す。

(3) 水圧管路

(a) 掘削

斜坑の延長は230m、平均掘削径は5.45mである。

掘削は初めに導坑を下から貫通し、次いでこれをズリ落とし坑として、上部から規定断面に切り抜ける工法とする。

導坑掘削は、アクセス・トンネルから分岐した下部作業坑を用い、斜坑下端部よりアリマック・レーズ・クライマーを用いて行う。導坑は底設導坑とし、その断面は2.00m×2.00mの矩形とする。

アリマックによる導坑掘削終了後、引き続きアリマックにより水圧鉄管搬入用の作業立坑掘削を斜坑中途部から行う。その後、ダム左岸BL 310.00m盤より作業立坑の切り抜きを開始し、引き続き斜坑部の切り抜きを行う。

斜坑の切り抜き掘削は、前もって掘削された導坑をズリ落とし坑として、ジャンボ台車に削岩機を搭載させたものを使用して、上方から行う。ズリを処理した後、必要箇所については、金網を岩盤に沿って張り、その上にコンクリートを吹き付け、さらにロック・ボルト削孔、挿入を行う。特に岩盤が悪い箇所については、鋼製支保工を用いる。

上部からの資機材の搬入は水圧鉄管搬入用にEL 310.00m盤から掘削された立坑を通じズリだしはトラクター・ショベルと4tダンプ・トラックの組み合わせにより、斜坑下端部より既設アクセス・トンネルを通じて行う。

Fig.12-4 に水圧管路の掘削方法を示す。

(b) コンクリート

水圧管路と地山との詰め込みコンクリートを、水圧鉄管の据え付けに合わせて下部より順次打設する。1回の打設区間長は鉄管2本分(12.00m)を標準とする。コンクリートの打設は、EL 310.00mの立坑入り口部にホッパーを設置し、これに接続したパイプシュートを通じて行う。すなわち、トラック・ミキサーで運搬してきたコンクリートはホッパーに投入された後、パイプシュートを通して打設位置まで落下する。このコンクリート打設に際しては、コンクリートの分離を防止するための配慮が特に必要である。

(c) 水圧鉄管の据付

水圧鉄管は現場仮工場よりトレーラーでEL 310.00mの立坑坑口まで運搬し、ここで30tクラスのガントリー・クレーンで吊り上げて立坑を下ろした後、斜坑内をインクラインで吊り下げることにする。単管の長さは6.00mを標準とする。

運搬、据付の工程を下記に示す。

- 工場組立
- 輸 送 (トレーラー)
- 立坑搬入(クレーン)
- 斜坑搬入(インクライン)
- 据 付

Fig. 12-5 に水圧鉄管の据付手法を示す。

(4) 発電所

(a) 掘 削

発電所の掘削は、3つのフェーズにわけておこなわれる。第1フェーズの掘削はSanta Barbaraトンネルを使用して行われるEL 119.00mまでの掘削であり、第2フェーズの掘削は既設アクセス・トンネルから分岐して設けられるズリ出し用横坑トンネルを使用して行われるEL 106.30mまでの掘削である。また第3フェーズの掘削は同じく既設アクセス・トンネルから分岐して設けられるズリ出し用横坑トン

ネルを使用して行われるBL 106.30m盤以下における掘削である。

発電所周辺は緊硬な岩盤よりなっているが、一期工事におけるアーチ部掘削の際に崩落事故を起こしており、施工に際してはこの時の施工方法について十分検討を加える必要がある。

アーチ部の掘削は、既設Santa Barbaraトンネルを用いて、BL 119.00mまで行う。掘削は2ブーム油圧式クローラー・ジャンボを使用して行い、ズリ出しはトラクター・ショベルと4tクラスのダンプ・トラックの組み合わせにより、既設Santa Barbaraトンネルより行う。

アーチ部岩盤の支保工は鋼製支保工は使わず、ロック・ボルトと吹き付けコンクリートによって行う。

第2フェーズの発電所本体部の掘削に際しては、掘削に先立ちBL 106.30mにズリ出し用横坑トンネルを既設アクセス・トンネルから分岐させて設け、それより上部へクレーター・カット工法によりグローリー・ホール(3.00m×3.00m)を設ける。この工法は次のように行われる掘削工法である。まず、長掘削孔機械(クローラー・ドリル他)をセットし発破に必要な発破孔を穿孔し、下部横坑まで貫通させる。穿孔が完了次第、孔長を確保し下部より第一ステージ(約3m)発破する。孔長の確保および装薬は全て上部より行う。第一ステージの発破が終了後ただちに上部より孔長の確保、第二ステージの発破をかける。この繰り返しにより下部から上部まで掘削する。

掘削ズリはグローリー・ホールを利用してブルドーザーでズリ出し用横坑へ落とし込み、そこよりトラクター・ショベルと8tクラスのダンプ・トラックの組み合わせによりズリだし用横坑、アクセス・トンネルを通して搬出する。

掘削方法はベンチカット方式で行い、1ベンチの高さは3.00mを標準とし、2ブーム油圧式クローラー・ジャンボを使用して行う。

掘削後、ズリを処理した後、必要箇所については金網を岩盤に沿って張り、その上にコンクリートを吹き付けた後、ロック・ボルト削孔、挿入を行う。

本体掘削の標準的な手順は下記の通りである。

- 削孔、発破
- ズリだし
- コンクリート吹き付け

- ロック・ボルト用穿孔
- モルタル注入
- ロック・ボルト挿入

Fig.12-6 に発電所の本体部の掘削方法を示す。

第3フェーズの発電所本体部の掘削に際しては、掘削に先立ちBL 93.50mにズリ出し用横坑トンネルを既設アクセス・トンネルから分岐させて設ける（このトンネルは水圧管路斜坑の掘削ズリ搬出のためにも使用される）。第2フェーズにおける掘削と同様にクレーター・カット工法により掘削されたグローリー・ホール（3.00m×3.00m）を利用して、掘削ズリをこのズリだし用横坑へ落とし込み、そこよりトラクター・ショベルと8tクラスのダンプ・トラックの組み合わせによりズリだし用横坑、アクセス・トンネルを通して搬出する。

掘削ズリを処理した後、必要箇所についてはコンクリート吹き付け、ロック・ボルトの削孔、挿入を行う。

BL 93.5m以下の掘削は、放水路トンネルの掘削のために設けられた作業横坑（BL 85.5m）に向けて切り下げることによって行われる。

(b) コンクリート

アーチ部の掘削が半分まで進んだ段階で幅29.50m、長さ5.00mのスライド・フォームを使用してアーチ・コンクリートの打設を開始する。コンクリートは2m³クラスのトラック・ミキサーでSanta Barbaraトンネルを使って運び込み、コンクリート・ポンプに供給し、打設を行う。

アーチ・コンクリート打設終了後、モルタルによるグラウトを実施し、アーチ部岩盤の緩み領域の拡大と岩盤の風化防止を図る。

基礎、スラブ、ピア、ケーシング、バレルコンクリート等はコンクリート・ポンプを用いて打設する。コンクリートは3m³クラスのトラック・ミキサーでアクセス・トンネルおよびBL 106.30mあるいはBL 93.50mに向かって設けられた作業トンネルを使って運び込み、コンクリート・ポンプに供給し、打設を行う。型枠は、スライド・フォーム及びバラ型枠を適宜使用する。

ドラフト・チューブを設置した後、EL 94.00mまでコンクリートを打設するが、この段階ではまだ天井クレーンは使用できず、ドラフト・チューブの据え付けには移動式クレーン等を使用する必要がある。

引き続き、側壁、ピアー、床版等のコンクリートをEL 107.50mまで打設する。その後、クレーン使用を可能とするため、EL 118.60mまでクレーン・ポスト・コンクリート、さらにクレーン・ビーム・コンクリートを打設し、クレーン・レールを敷設する。この時点で天井クレーンの使用が可能となる。

天井クレーンを使用してケーシングを据え付けた後、ケーシング、バレル・コンクリートを打設する。

さらに、側壁、床版コンクリートを順次打設する。

(4) 放水路および放水口

(a) 掘削

放水路トンネルの延長は88.00m、内径は4.20mである。掘削は2つのステージに分けて行われる。第1ステージは放水口手前数mまでの放水路トンネルの掘削であり、第2ステージは放水路ゲート設置後行われる残された放水口部に対する掘削である。

第1ステージの放水路の掘削は、既設アクセス・トンネルから分岐してEL 85.50mに向けて設けられるズリ出し用横坑トンネルを使用して、全断面掘削工法によって行われる。トンネルの支保工は、必要に応じロック・ボルトと吹き付けコンクリートによって行うが、特に岩盤の悪い箇所については鋼製支保工を使用する。第1ステージの掘削は、第2ステージの掘削分（一回の発破分）のプラグ・ロックを残して終了する。このプラグ・ロックには発電所運転中、最大8m程度の水圧がかかるので、第1ステージの最後の掘削は慎重に行う必要がある。プラグ・ロックの厚さはできる限り薄い方が好ましいが、岩盤の状態を考慮して決定する必要がある。

Fig. 12-7 に放水口のプラグ・ロックの掘削方法を示す。

掘削は2ブーム油圧式クローラー・ジャンボを使用して行い、ズリだしはロッカー・ショベルまたはトラクター・ショベルと8tクラスのダンプ・トラックの組み合わせによりおこなう。

第2ステージの掘削は、放水路のコンクリート巻立が終了し、かつ放水路ゲートの設置が終了した段階で、ほぼ一回の発破によって行われる。この発破は低速爆薬を用いるなどして、爆発による衝撃を最小にする必要がある。掘削したズリは川に投棄される。この発破を行う間は既設発電所の運転を止め、放水位を下げる必要がある。また、必要に応じ放水口部およびその前面部分の整形を行う場合もあるので、この期間の発電も停止する必要がある。

(b) コンクリート

コンクリートの巻立は第1ステージの掘削が終了し、サービス・シャフトの掘削が終了した時点で開始する。

コンクリートは2 m³クラスのトラック・ミキサーでアクセス・トンネルと下段作業坑を使って運び込み、コンクリートポンプをつかって、長さ5.00mのスライド・セントルにより全断面同時に打設する。

(6) サービス・ギャラリー及びサービス・シャフト

(a) 掘削

サービス・ギャラリーは既設Santa Barbaraトンネルを切り広げて設けられる。

ズリだしはロッカー・ショベルまたはトラクター・ショベルと4tクラスのダンプ・トラックの組合わせにより、既設Santa Barbaraトンネルより行う。

サービス・シャフトの掘削はサービス・ギャラリー切り広げ終了後、このギャラリーより、下部放水口トンネル側ヘクレーター・カット工法により行う。掘削ズリは放水路トンネルに切り落とし、トラクター・ショベルと8tクラスのダンプ・トラックを使用し、放水路トンネル、下部作業坑及びアクセス・トンネル経由で坑外に搬出する。

(b) コンクリート

コンクリートは2 m³クラスのトラック・ミキサーでSanta Barbaraトンネルを使って運び込み、コンクリート・ポンプをつかって打設する。

サービス・シャフトについてはスライド型枠を使用し、底部から上部へ向けて打設する。

(7) 仮設備

(a) 工事用道路

本工事のために特に工事用道路を新設する必要はない。基本的に、全て一期工事で設けられた道路をそのまま使用するが、特に補強が必要な箇所があれば補強工事を行う。

(b) 工事用電力

工事用電力はEl Cajón変電所より受電する事とし、サイトへは13.8kVで供給する。

(c) コンクリート設備

コンクリートの総量は約15,000m³である。コンクリートの骨材は購入することとする。

コンクリート・プラントはダム下流Humuya川右岸部の第一期工事でプラントが設けられた敷地に設ける。

コンクリート・プラントの容量は50m³/hr級となろう。

(d) 給気設備

工事に必要な圧縮空気の供給は定置式を基本とし、Santa Barbaraトンネル、アクセス・トンネルおよび斜坑への作業立坑の入り口部に設ける。

(e) 給水設備

工事用水はHumuya川の水を貯水槽へ導き貯留して使用する。貯留された水は工事現場やコンクリート・プラントへ給水する。

(f) 仮建物

仮建物としては、ENBEの建設事務所のほか、請負人の事務所、資材倉庫、修理工場、水圧鉄管仮工場等が必要となるが、いずれも基本的には第一期工事で使用された土地、建物（可能であれば）を使用する。

12.1.3 工事工程

本増設計画の工期はStage I（5号機、2002年運開）では約4年、Stage II（6号機、2006年運開）では約2年となる。

主な工事数量及び工事工程を Table 12-1, Fig.12-8 に示す。

12.2 工事費

12.2.1 積算項目

(1) 準備工事

- 事務所及び宿泊設備等

(2) 環境保全対策

- 下流放流対策

(3) 土木工事

- 作業坑
- 水圧管路
- 発電所
- 放水路及び放水口
- サービス・ギャラリー及びサービス・シャフト
- 仮設備（コンクリート設備等）

(4) 水力機器

- 水圧鉄管
- 放水路ゲート

(5) 電気機器

- 水車、発電機及び付属機器
- 屋外開閉所機器

(6) 送電線

- 送電線建設に係わる一切の費用

(7) 技術管理費

- プロジェクト管理費
- エンジニアリング費

(8) 予備費

(9) 建設中利子

12.2.2 積算基準

(1) 基本条件

(a) 積算時点及び換算レート

積算時点は1992年10月時点とし、換算レートはUS\$1=5.8 Lempira。工事費はUS\$で表示する。

(b) 労務単価及び資材単価

労務単価及び資材単価はHonduras国内単価を適用した。Table 12-2, 12-3に主な労務単価及び資材単価を示す。

(c) 工事中用機械

主要な工事中用機械例えばアリマック・クライマー、クローラ・ドリル、ダンプ・トラック、大型トラック・クレーン、バッチャー・プラント、及びボーリング機械等は全て輸入するものである。これらの機械の単価は、日本国内市場価格をベースにして、Puerto Cortes港でのCIF価格により計算した。

(2) 準備工事

準備工事費は土木工事費の15%を計上する。

(3) 環境保全対策

第13章で述べられているように、増設によって生じる重大な環境問題が発生しないため環境保全対策費は計上しない。

(4) 土木工事

工事単価は1992年10月時点における労務者賃金及び資機材の価格をベースにして、Honduras国において現在スタディ中の本増設計画に類似のプロジェクト及び建設中の水力発電所の工事単価と比較・検討の上、また日本国内における類似地点の工事単価を参考にして決定した。

(5) 水力機器

放水路ゲート及び水圧鉄管等は全て輸入する。これら水力機器の単価は、Honduras国で建設中の類似プロジェクトの単価及び日本国内の実績をベースにして積算した。

(6) 電気機器

電気機器類は全て輸入することとする。工事単価は、国際価格の実績を参考にして積算した。

(7) 送電線

第10章で述べている様に、増設後においても既設送電線の容量で問題がないため、送電線費は計上しない。

(8) 技術管理費

技術管理費は直接工事費の10%を計上する。

(9) 予備費

予備費は準備工事費・土木工事費の15%及び水力機器・電気機器の10%を計上する。

(10) 建設中利子

建設中利子は内貨ポーションは年12.0%、外貨ポーションは年8.0%とする。

12.2.3 内貨・外貨の区分

(1) 土木工事費

セメント、材木及びガソリン等の動力用燃料のみが国産品であり、これらを内貨とする。上記を除く全ての資材は輸入するもので、外貨とする。

工所用機械類は全て輸入で、外貨とする。

(2) 水力機器

全ての水力機器は外貨払いとなるが、荷揚港から工事地点までの陸上輸送費及び据付費は内貨とする。

(3) 電気機器及び送電線

電気機器費は外貨とする。国内輸送費及び据付の費用は内貨とする。

(4) 技術管理費

技術管理費は内貨ポーション35%、外貨ポーション65%とする。

12.2.4 工事費

Table 12-4 に年度別の工事費及び内貨・外貨区分を示す。

Table 12-1 Principal Civil Works (1/2)

Item		Unit	Quantity
1.	Civil Works		
(1)	Work adit		
	Excavation in tunnel	m ³	9,500
	Excavation in shaft	m ³	2,600
(2)	Pressure shaft		
	Excavation in inclined tunnel (normal blasting)	m ³	1,210
	Excavation in inclined tunnel (controlled blasting)	m ³	2,580
	Excavation in horizontal tunnel (controlled blasting)	m ³	980
	Concrete in filling	m ³	1,840
	Concrete in base	m ³	180
	Mortar grouting	m ³	20
(3)	Powerhouse		
	Excavation in arch	m ³	7,560
	Excavation in main body	m ³	29,130
	Concrete in arch	m ³	830
	Concrete in wall	m ³	2,900
	Concrete in casing and barrel	m ³	2,930
	Concrete in pier and slab	m ³	3,310
	Concrete in base	m ³	1,190
	Mortar grouting	m ³	80
	Shotcrete in wall (t=15cm)	m ²	1,560
	Shotcrete in arch (t=15cm)	m ²	1,390
	Rockbolt in wall (ℓ=4m)	PC	320
	Rockbolt in wall (ℓ=6m)	PC	40
	Rockbolt in wall (ℓ=8m)	PC	70
	Rockbolt in arch (ℓ=4m)	PC	1,390
	Reinforcement bar	t	1,010

Table 12-1 Principal Civil Works (2/2)

	Item	Unit	Quantity
(4)	Tailrace tunnel		
	Excavation in tunnel	m ³	4,150
	Excavation in outlet	m ³	180
	Concrete in lining	m ³	1,380
	Concrete in base	m ³	100
	Mortar grouting	m ³	50
	Reinforcement bar	t	70
(5)	Service gallery shaft		
	Excavation in shaft	m ³	850
	Concrete in lining	m ³	470
	Reinforcement bar	t	10
(6)	Service gallery		
	Excavation in tunnel	m ³	1,010
	Concrete in lining	m ³	240
	Reinforcement bar	t	10
2.	Hydraulic equipment		
	Penstock	t	900
	Tailrace gate	t	14

Table 12-2 Labor Cost

Unit: Lempira/day

Item	Labor Cost
Driver	80
Carpenter	60
Mason	50
Plumber	70

Table 12-3 Material Unit Price

Unit: Lempira

Item	Unit	Price
Cement	ton	252
Shape Steel	ton	17,400
Reinforcing Bar (deformed)	ton	2,650
Gasoline	gallon	9.5
Light Oil	gallon	7.2
Timber	m ³	1,100

Table 12 - 4 Project Cost

Unit: Thousand US\$

Item	Stage I + Stage II			Stage I			1998			1999			2000			2001			Stage II			2004			2005		
	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total
1. Temporary Works	948	2,211	3,159	758	1,769	2,527	758	1,769	2,527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	432	632	190	442	632	0	0	0
2. Environmental Mitigation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Civil Works	6,318	14,742	21,060	6,245	14,572	27,817	717	1,674	2,391	4,566	10,653	15,219	913	2,132	3,045	49	113	162	73	170	243	24	57	81	49	113	162
(1) Work adit			4,782			4,782			2,391			2,391			0			0			0			0			0
(2) Pressure shaft			2,780			2,780			0			2,780			0			0			0			0			0
(3) Powerhouse			10,932			10,689			0			7,482			3,045			162			243			81			162
(4) Tailrace tunnel			1,938			1,938			0			1,938			0			0			0			0			0
(5) Service gallery shaft			291			291			0			291			0			0			0			0			0
(6) Service gallery			387			337			0			337			0			0			0			0			0
4. Hydraulic Equipment	290	5,501	5,791	290	5,501	5,791	47	889	936	243	4,612	4,855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(1) Penstock			5,616			5,616			936			4,680															
(2) Tailrace gate			175			175			0			175															
5. Electro-mechanical Equipment	2,436	46,284	48,720	1,218	23,142	24,360	0	0	0	244	4,628	4,872	487	9,257	9,744	487	9,257	9,744	1,218	23,142	24,360	731	13,885	14,616	487	9,257	9,744
6. Power Transmission Line	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Sub-total	9,992	68,738	78,730	8,511	44,984	53,495	1,522	4,332	5,854	5,053	19,893	24,946	1,400	11,389	12,789	536	9,370	9,906	1,481	23,754	25,235	945	14,384	15,329	536	9,370	9,906
8. Administration & Engineering Service	2,757	5,117	7,874	1,873	3,477	5,350	205	380	585	873	1,622	2,495	448	831	1,279	347	644	991	884	1,640	2,524	537	996	1,533	347	644	991
9. Physical Contingency	1,362	7,722	9,084	1,201	5,316	6,517	226	605	831	734	2,522	3,256	185	1,246	1,431	56	943	999	161	2,406	2,567	106	1,463	1,569	55	943	998
10. Total	14,111	81,577	95,688	11,585	53,777	65,362	1,953	5,317	7,270	6,660	24,037	30,697	2,033	13,466	15,499	939	10,957	11,896	2,526	27,800	30,326	1,588	16,843	18,431	938	10,957	11,895
11. Interest During Construction	3,581	10,808	14,389	3,239	8,349	11,588	117	213	330	634	1,386	2,020	1,155	2,887	4,042	1,333	3,863	5,196	342	2,459	2,801	95	674	769	247	1,785	2,032
12. Project Cost	17,692	92,385	110,077	14,824	62,126	76,950	2,070	5,530	7,600	7,294	25,423	32,717	3,188	16,353	19,541	2,272	14,820	17,092	2,868	30,259	33,127	1,683	17,517	19,200	1,185	12,742	13,927

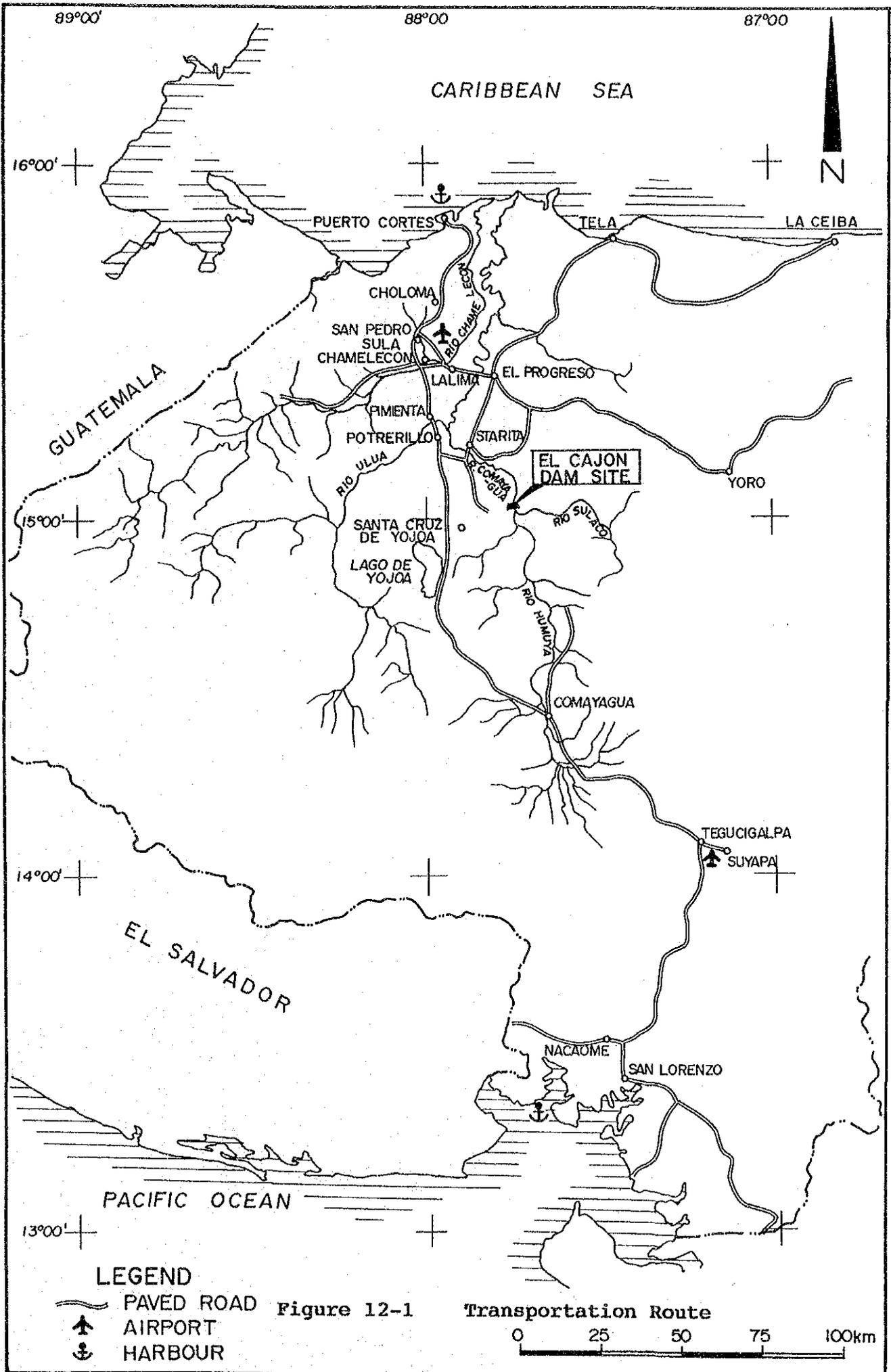
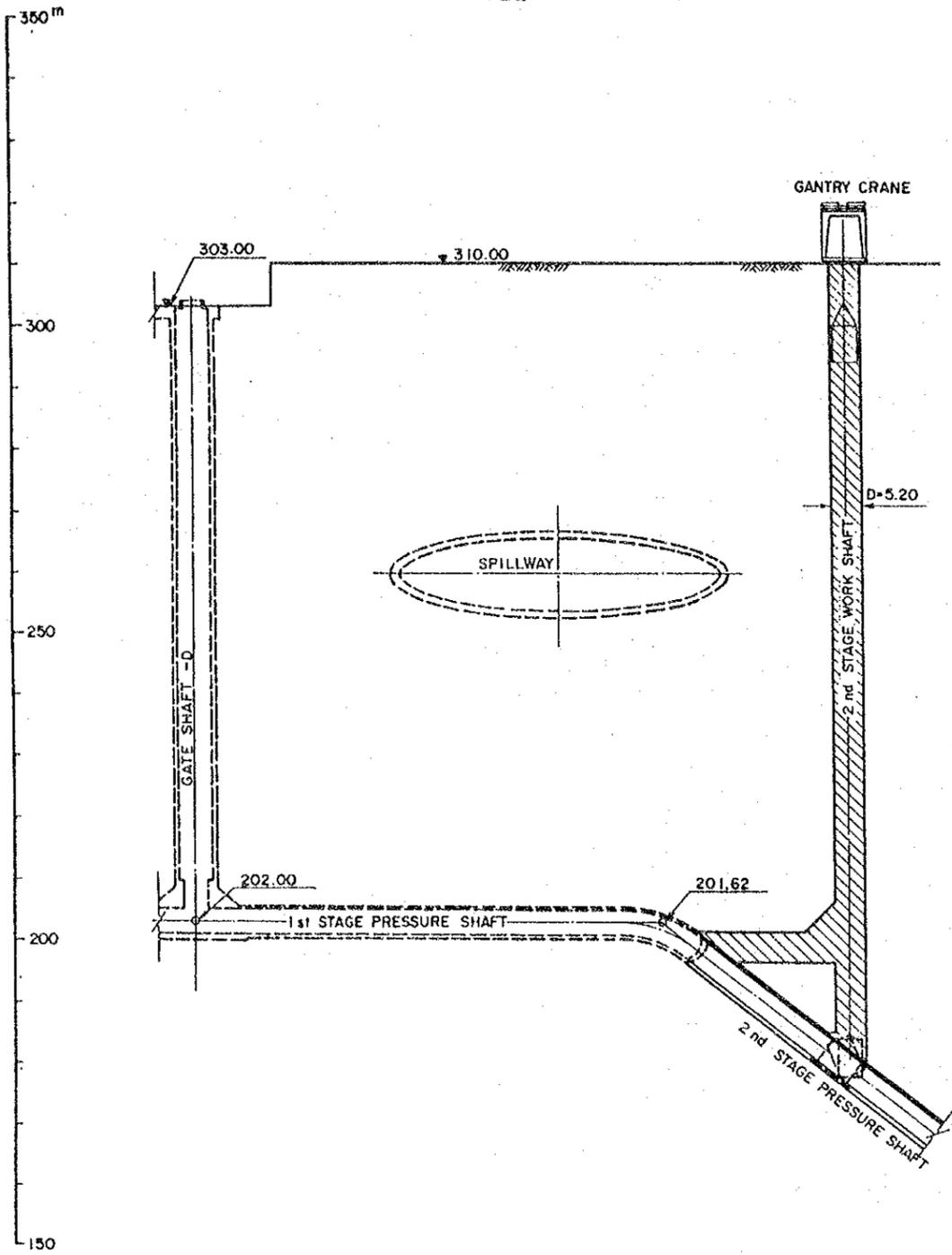


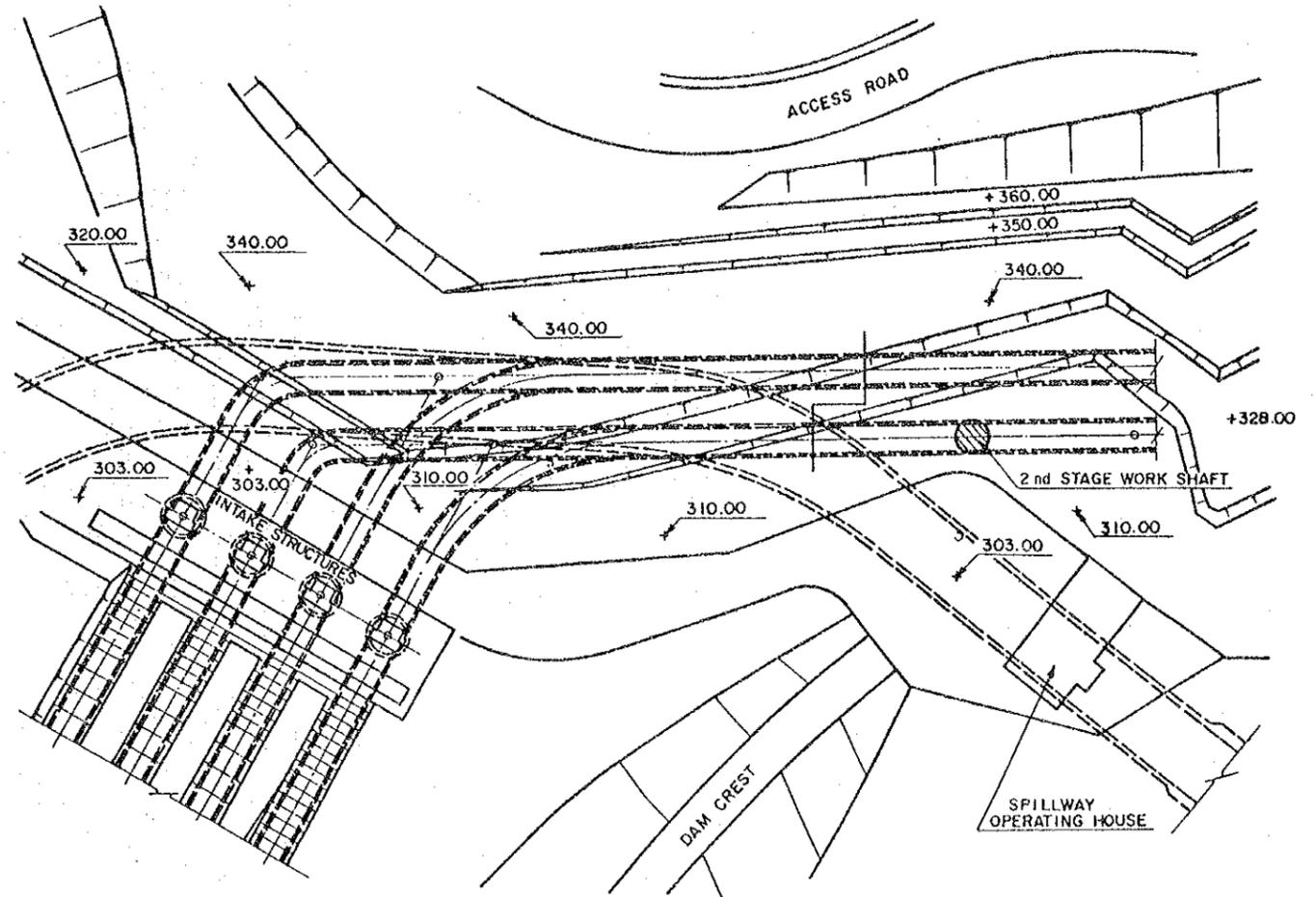
Figure 12-1

Transportation Route

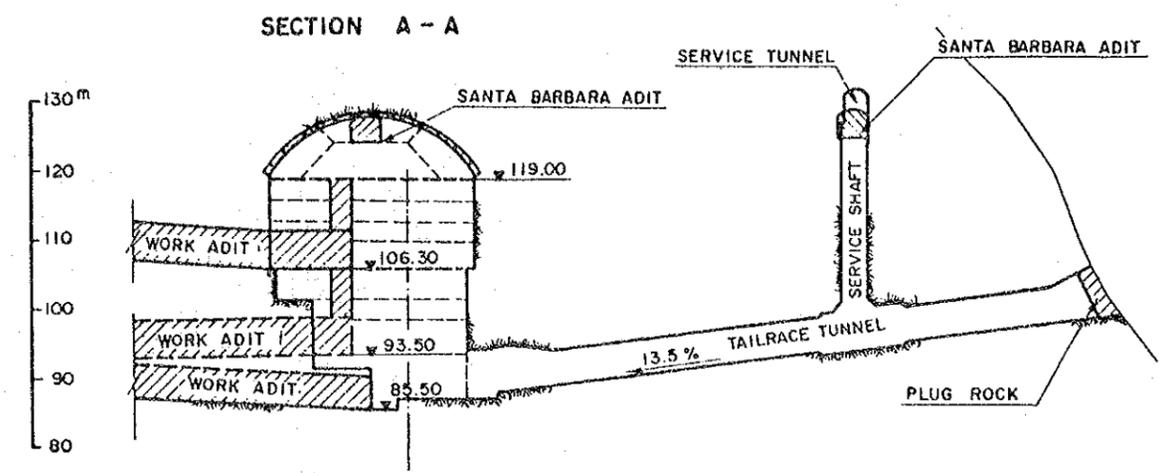
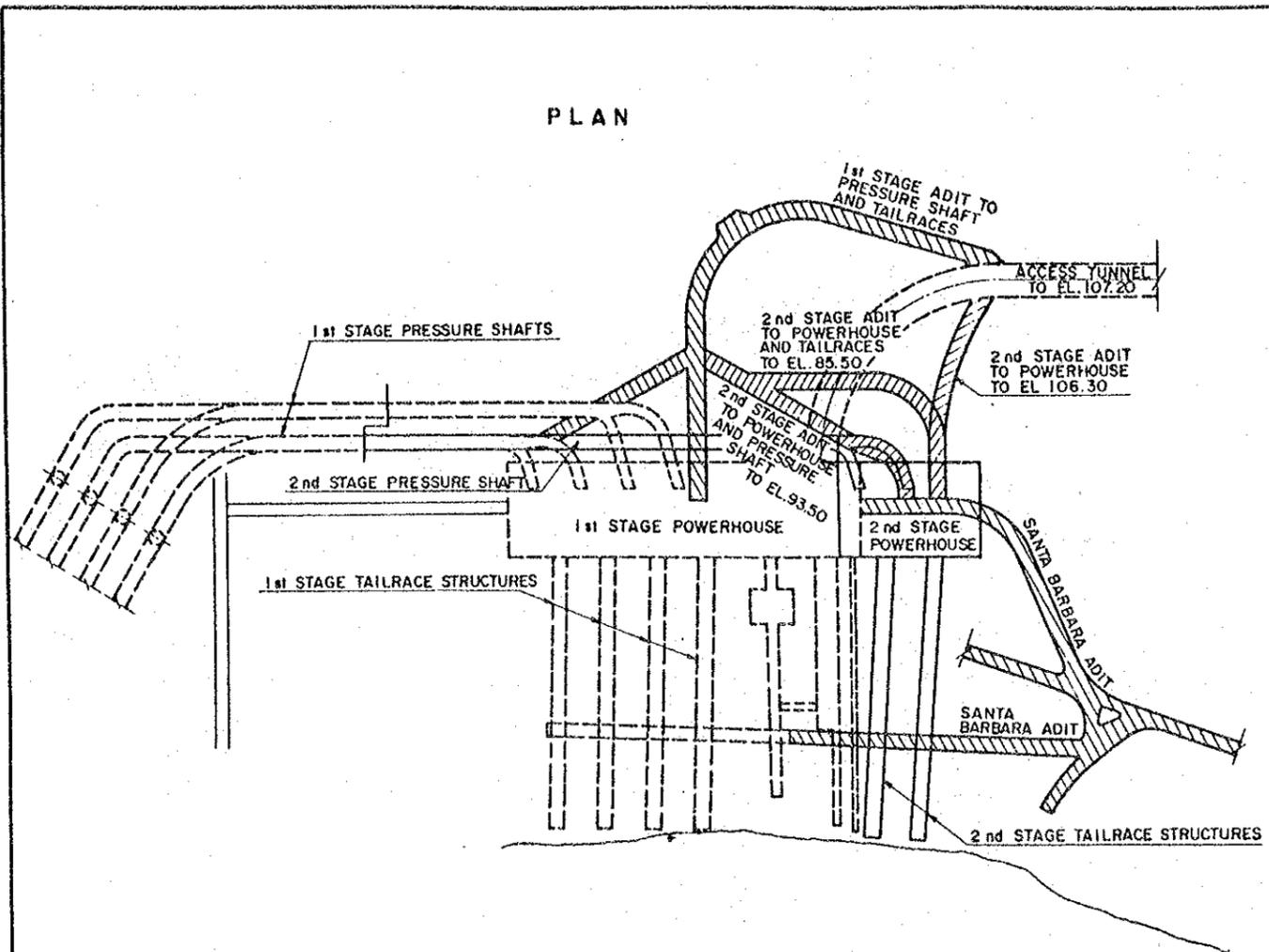
PROFILE



PLAN

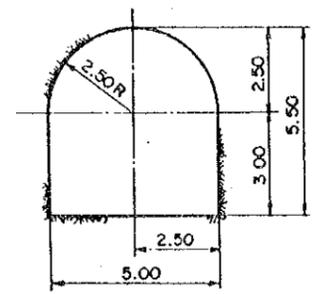
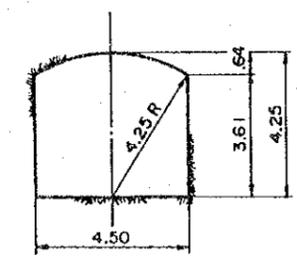


REPUBLIC OF HONDURAS	
AMPLIFICATION PROJECT OF EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT	
PRESSURE SHAFT VERTICAL WORK SHAFT	
Figure 12-2	

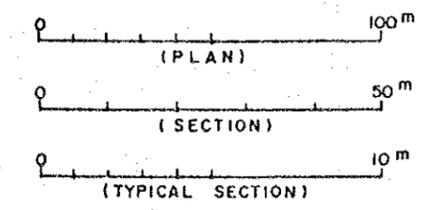
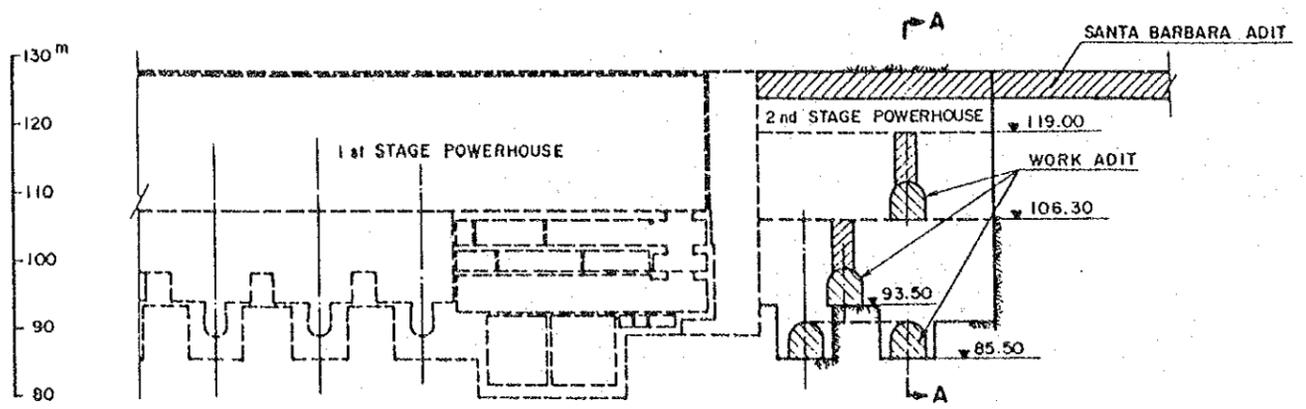


TYPICAL CROSS SECTION OF SANTA BARBARA ADIT

TYPICAL CROSS SECTION OF WORK ADIT



LONGITUDINAL SECTION

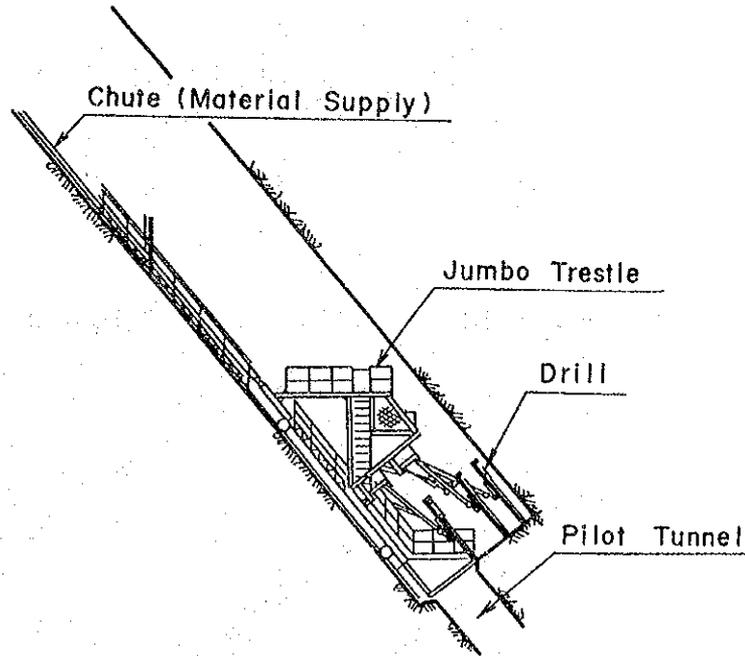


REPUBLIC OF HONDURAS	
AMPLIFICATION PROJECT OF EL CAJON HYDROELECTRIC POWER PLANT	
POWERHOUSE & TAILRACE WORK ADIT	

Figure 12-3

Figure 12-4 Pressure Tunnel, Excavation

ENLARGEMENT OF PILOT TUNNEL



PILOT TUNNEL EXCAVATION

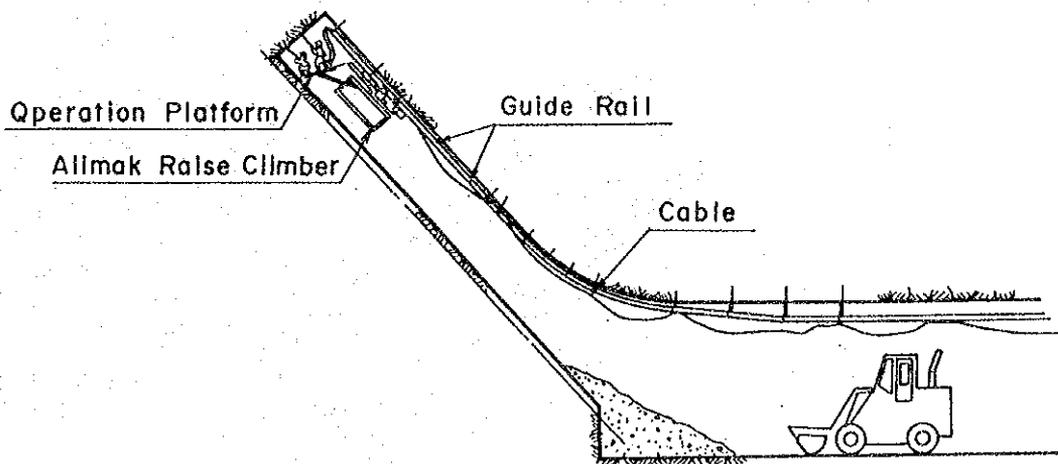
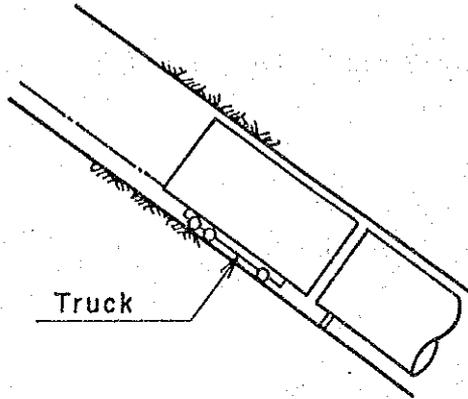
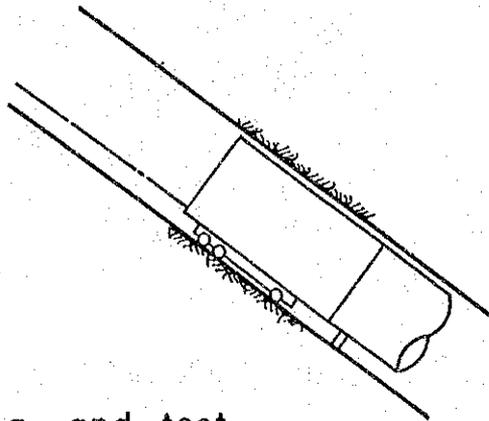


Figure 12-5 Pressure Tunnel, Erection Procedure of Steel Liner

(1) Lowering of the tube and positioning



(2) Alignment, survey check and temporary welding



(3) Welding and test

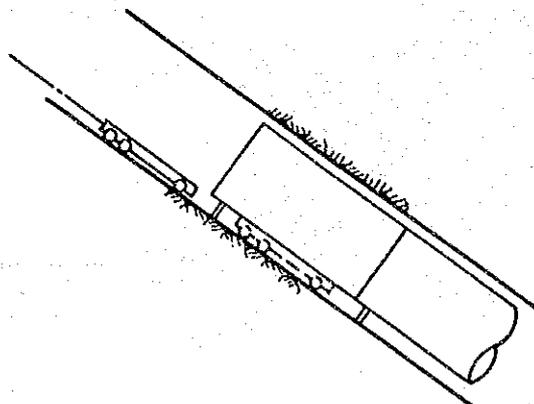


Figure 12-6 Powerhouse, Stage Blasting

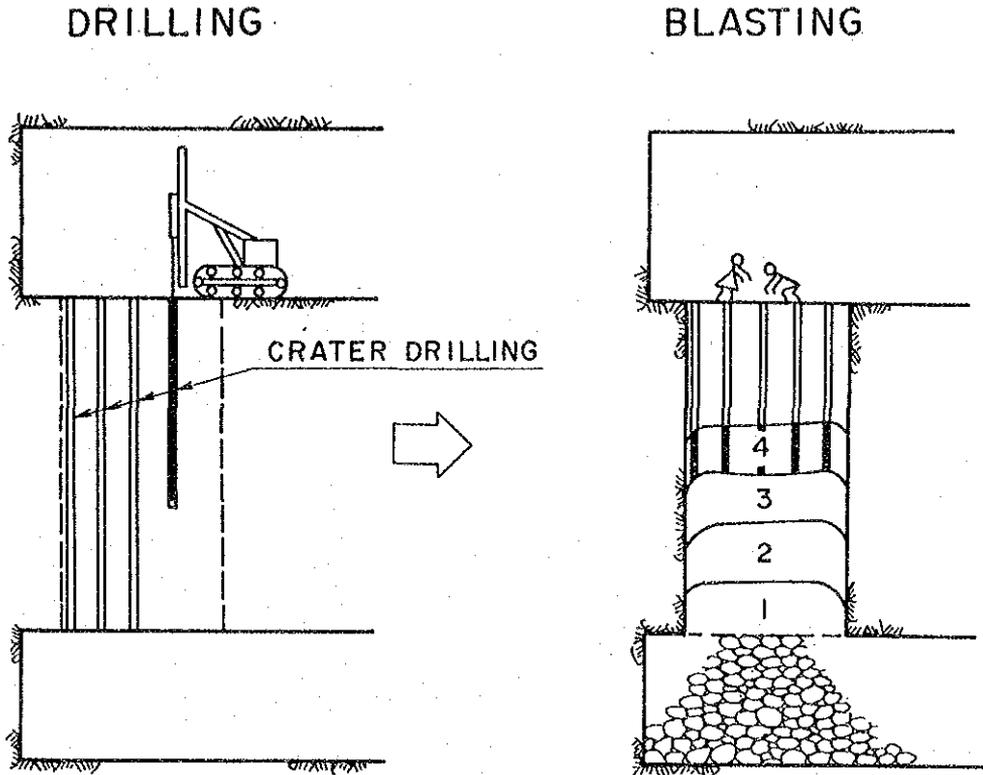


Figure 12-7 Tailrace Tunnel, Plug Rock

