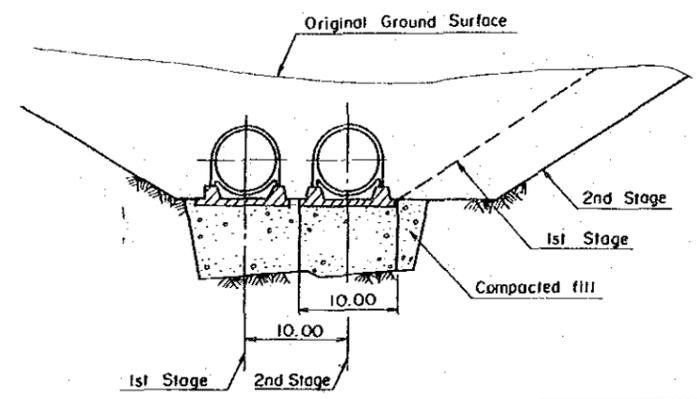
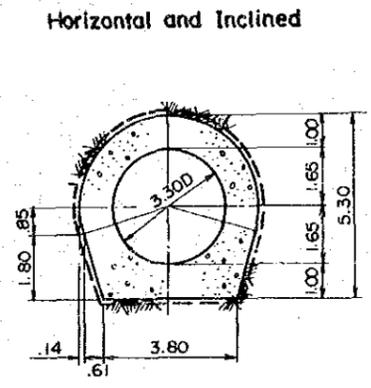


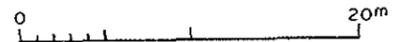
TYPICAL SECTION (OPEN PART)



TYPICAL SECTION (UNDERGROUND)

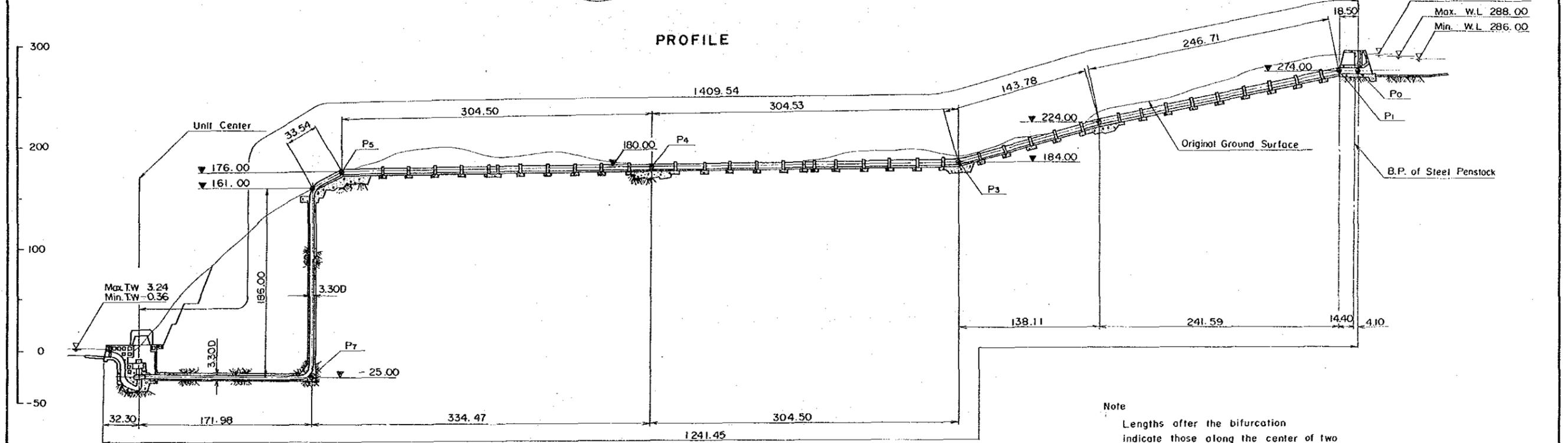
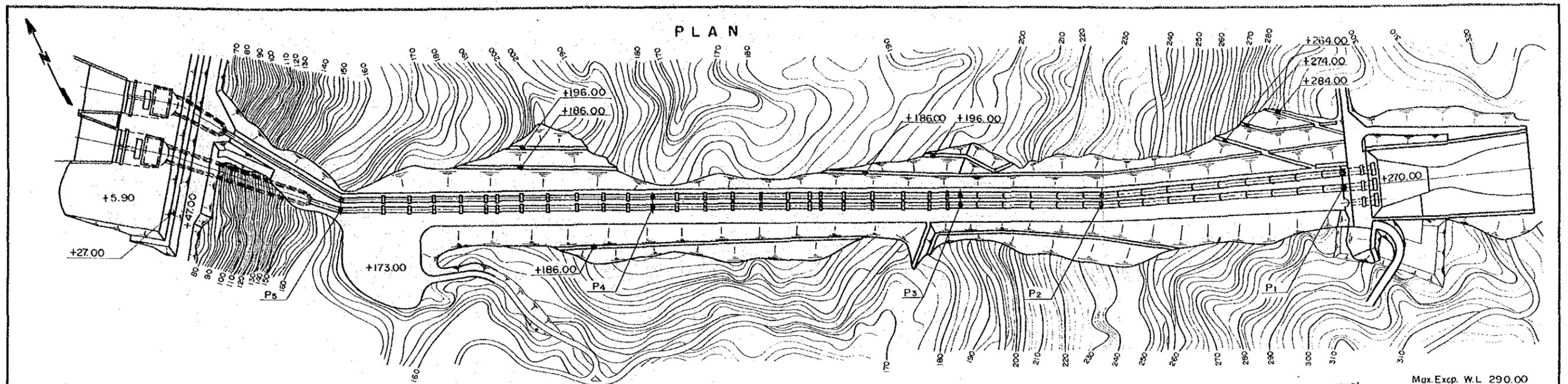


**Note**  
 Lengths after the bifurcation  
 Indicate those along the center of two  
 pipes, so that all lengths shown in the  
 drawing are nominal ones.



KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)	
GENERAL LAYOUT ALTERNATIVE A	
Fig. 10 - 2	

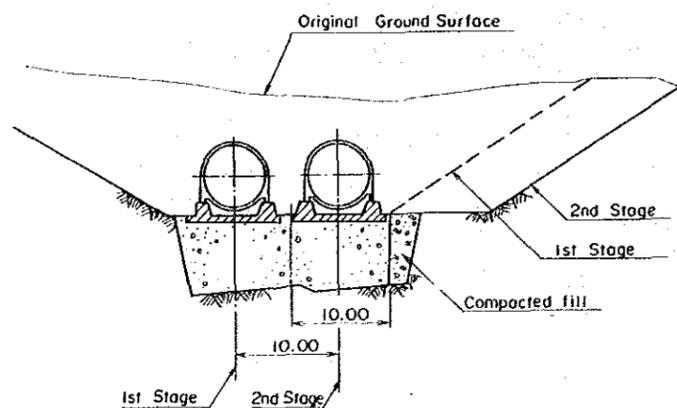




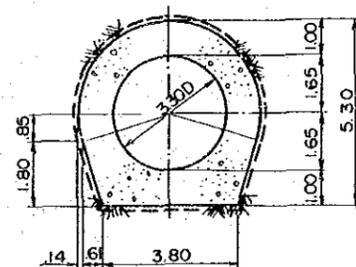
Note  
 Lengths after the bifurcation indicate those along the center of two pipes, so that all lengths shown in the drawing are nominal ones.

TYPICAL SECTION (OPEN PART)

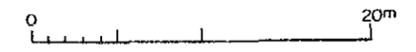
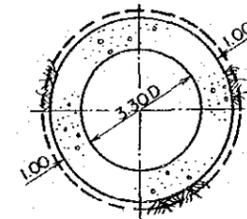
TYPICAL SECTION (UNDERGROUND)



Horizontal Tunnel



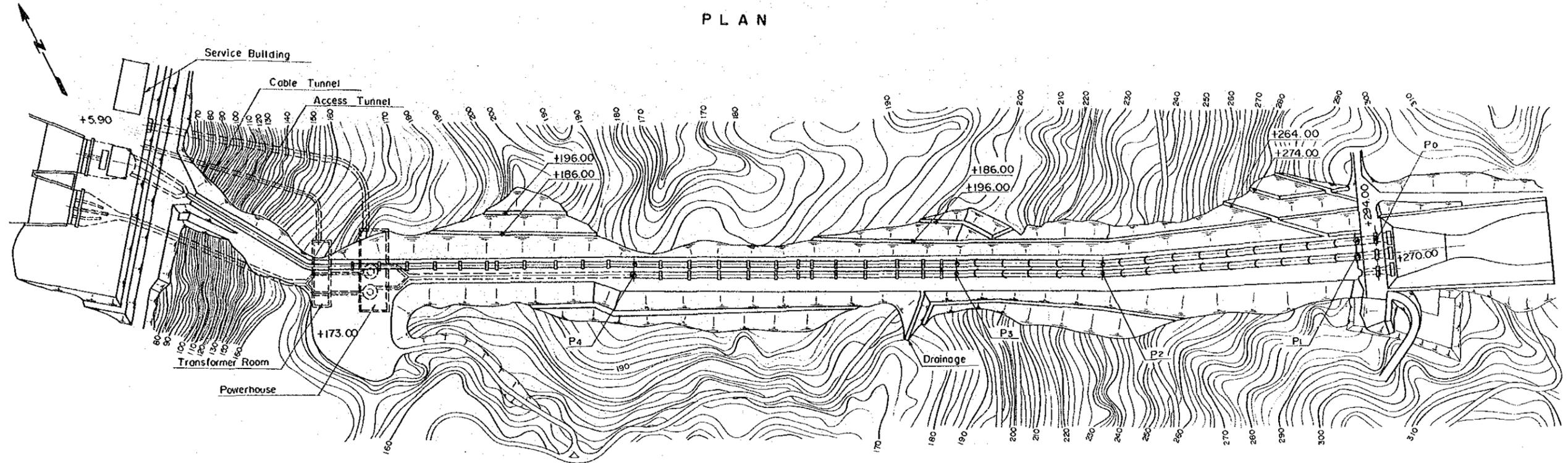
Vertical Shaft



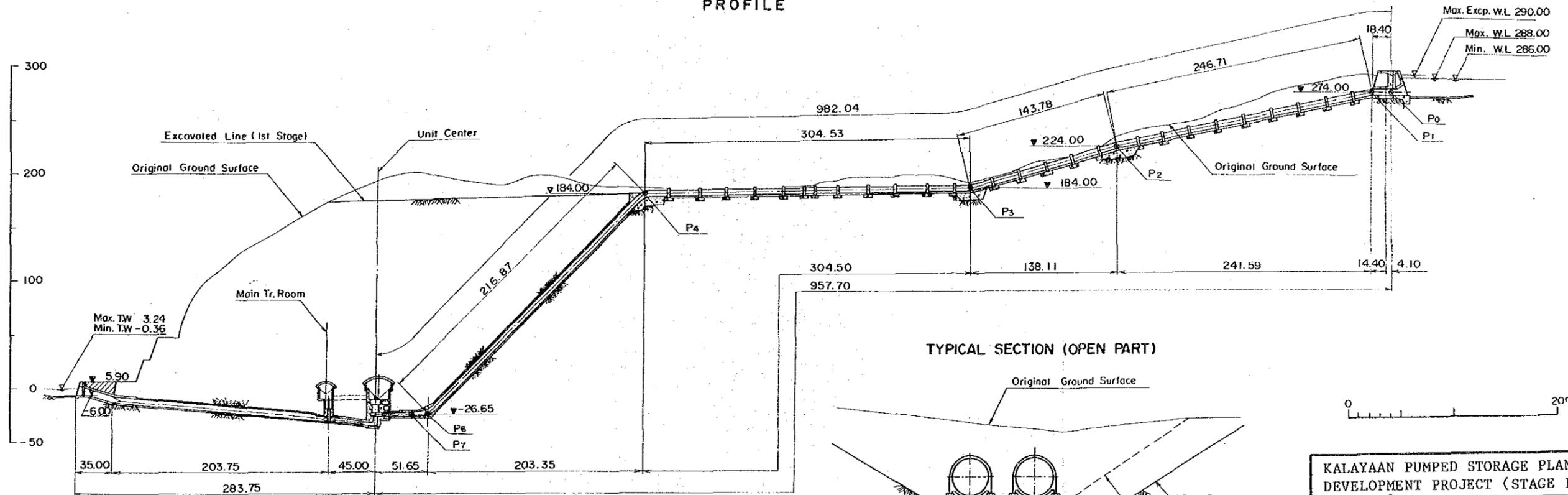
KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)	
GENERAL LAYOUT	
ALTERNATIVE B	
Fig. 10 - 3	



PLAN



PROFILE



Note  
 Lengths after the bifurcation  
 indicate those along the center of two  
 pipes, so that all lengths shown in the  
 drawing are nominal ones.

KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
 DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

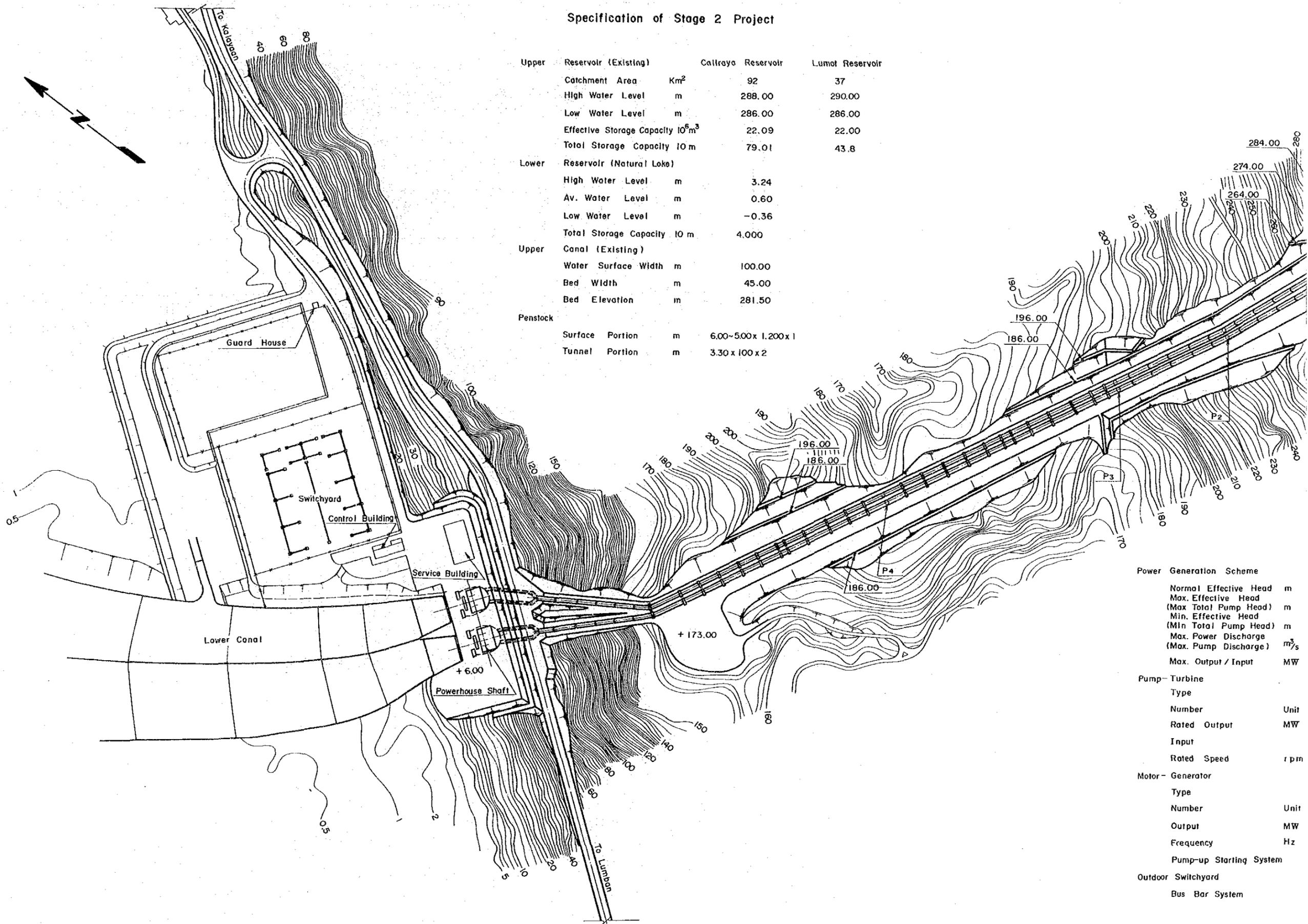
GENERAL LAYOUT  
 ALTERNATIVE C

Fig. 10 - 4



### Specification of Stage 2 Project

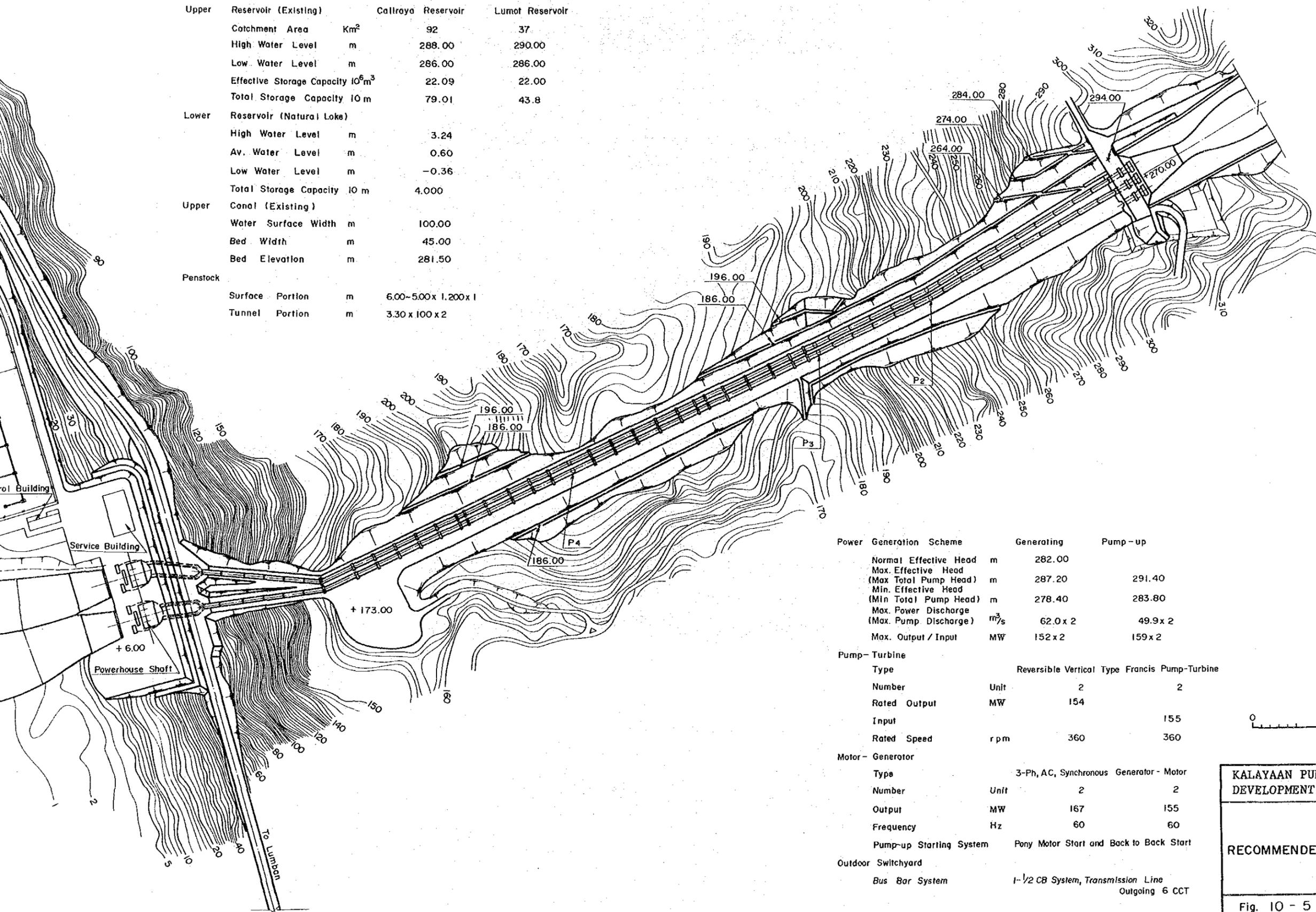
Upper	Reservoir (Existing)	Callraya Reservoir	Lumot Reservoir
	Catchment Area	Km <sup>2</sup> 92	37
	High Water Level	m 288.00	290.00
	Low Water Level	m 286.00	286.00
	Effective Storage Capacity	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 22.09	22.00
	Total Storage Capacity	10 m 79.01	43.8
Lower	Reservoir (Natural Lake)		
	High Water Level	m 3.24	
	Av. Water Level	m 0.60	
	Low Water Level	m -0.36	
	Total Storage Capacity	10 m 4.000	
Upper	Canal (Existing)		
	Water Surface Width	m 100.00	
	Bed Width	m 45.00	
	Bed Elevation	m 281.50	
Penstock			
	Surface Portion	m 6.00-5.00 x 1.200 x 1	
	Tunnel Portion	m 3.30 x 100 x 2	



Power Generation Scheme	
Normal Effective Head	m
Max. Effective Head (Max. Total Pump Head)	m
Min. Effective Head (Min. Total Pump Head)	m
Max. Power Discharge (Max. Pump Discharge)	m <sup>3</sup> /s
Max. Output / Input	MW
Pump-Turbine	
Type	
Number	Unit
Rated Output	MW
Input	
Rated Speed	r p m
Motor-Generator	
Type	
Number	Unit
Output	MW
Frequency	Hz
Pump-up Starting System	
Outdoor Switchyard	
Bus Bar System	

Specification of Stage 2 Project

Upper	Reservoir (Existing)	Callraya Reservoir	Lumot Reservoir
	Catchment Area	Km <sup>2</sup> 92	37
	High Water Level	m 288.00	290.00
	Low Water Level	m 286.00	286.00
	Effective Storage Capacity	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 22.09	22.00
	Total Storage Capacity	10 m 79.01	43.8
Lower	Reservoir (Natural Lake)		
	High Water Level	m 3.24	
	Av. Water Level	m 0.60	
	Low Water Level	m -0.36	
	Total Storage Capacity	10 m 4.000	
Upper	Canal (Existing)		
	Water Surface Width	m 100.00	
	Bed Width	m 45.00	
	Bed Elevation	m 281.50	
Penstock			
	Surface Portion	m 6.00-5.00 x 1.200 x 1	
	Tunnel Portion	m 3.30 x 100 x 2	



Power Generation Scheme	Generating	Pump-up
Normal Effective Head	m 282.00	
Max. Effective Head (Max Total Pump Head)	m 287.20	291.40
Min. Effective Head (Min Total Pump Head)	m 278.40	283.80
Max. Power Discharge (Max. Pump Discharge)	m <sup>3</sup> /s 62.0 x 2	49.9 x 2
Max. Output / Input	MW 152 x 2	159 x 2
Pump-Turbine	Reversible Vertical Type Francis Pump-Turbine	
Type		
Number	Unit 2	2
Rated Output	MW 154	
Input		155
Rated Speed	r p m 360	360
Motor-Generator	3-Ph, AC, Synchronous Generator - Motor	
Type		
Number	Unit 2	2
Output	MW 167	155
Frequency	Hz 60	60
Pump-up Starting System	Pony Motor Start and Back to Back Start	
Outdoor Switchyard	1-1/2 CB System, Transmission Line	
Bus Bar System	Outgoing 6 CCT	



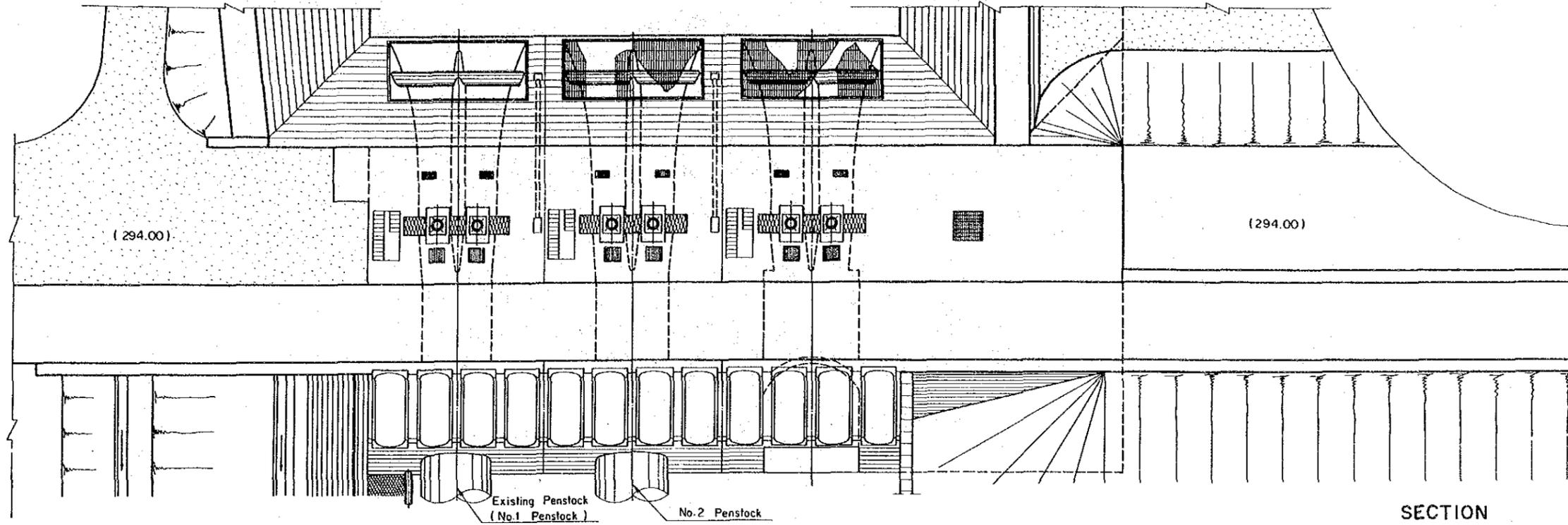
KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

RECOMMENDED GENERAL LAYOUT

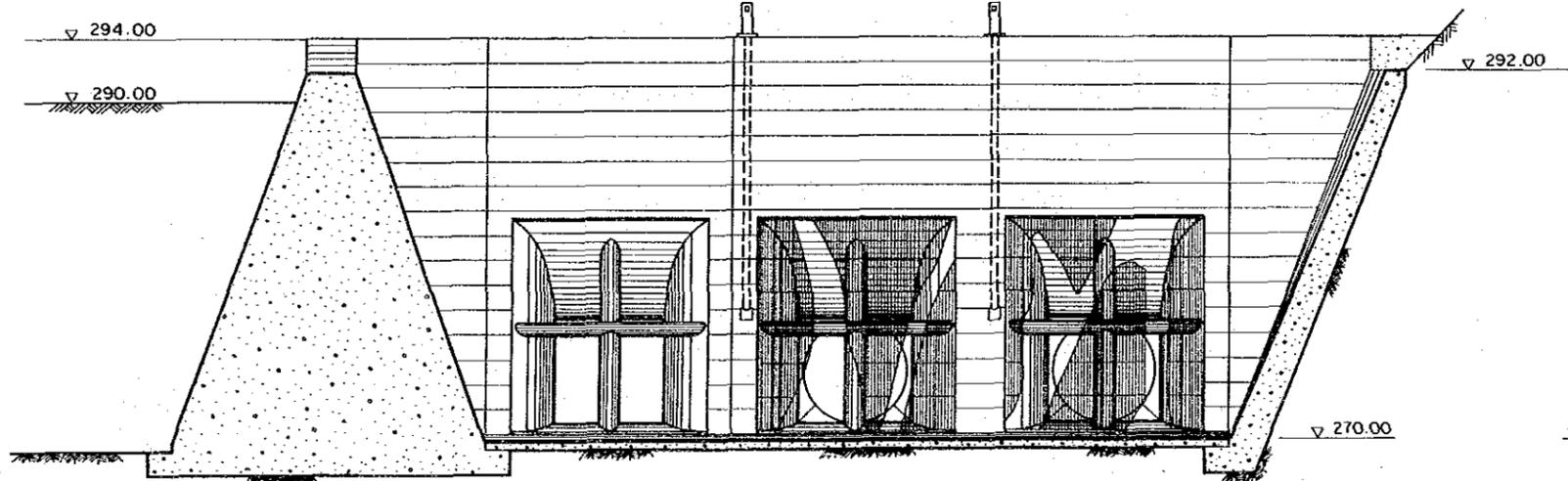
Fig. 10 - 5



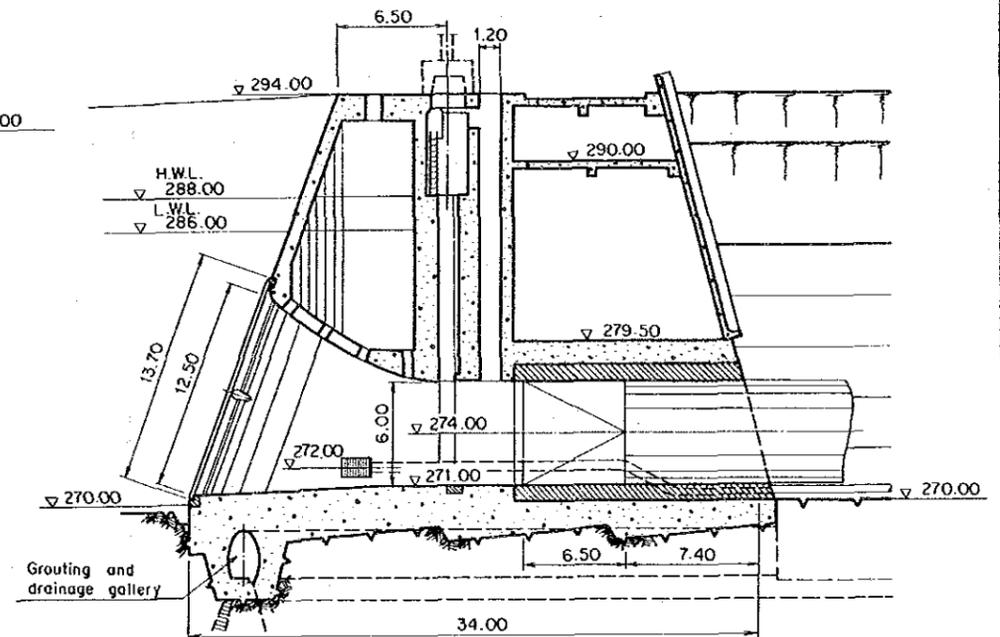
PLAN



UPSTREAM VIEW



SECTION



LEGEND

INTAKE STRUCTURE

DAM

Dam Height 30 m  
 Dam Type Concrete Gravity  
 Crest Length 115 m

GATE

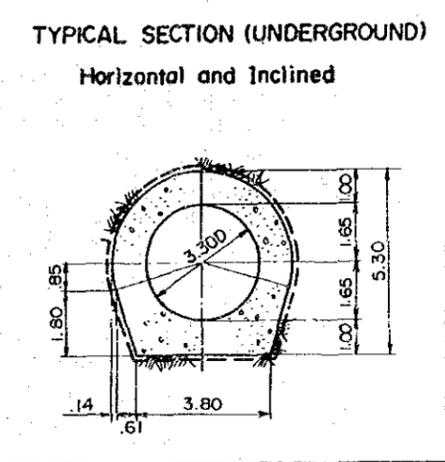
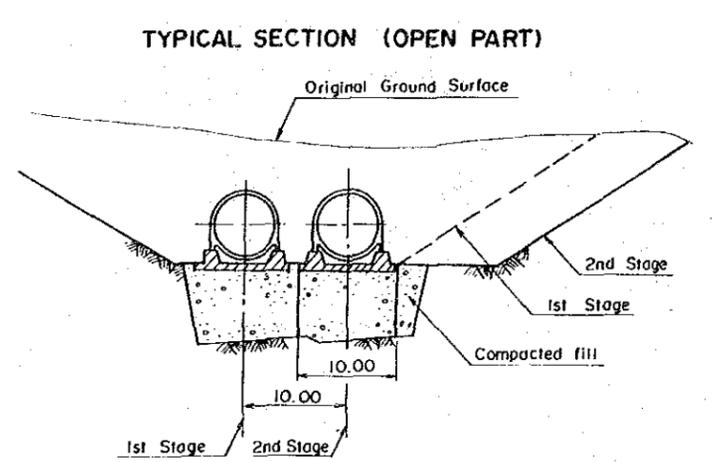
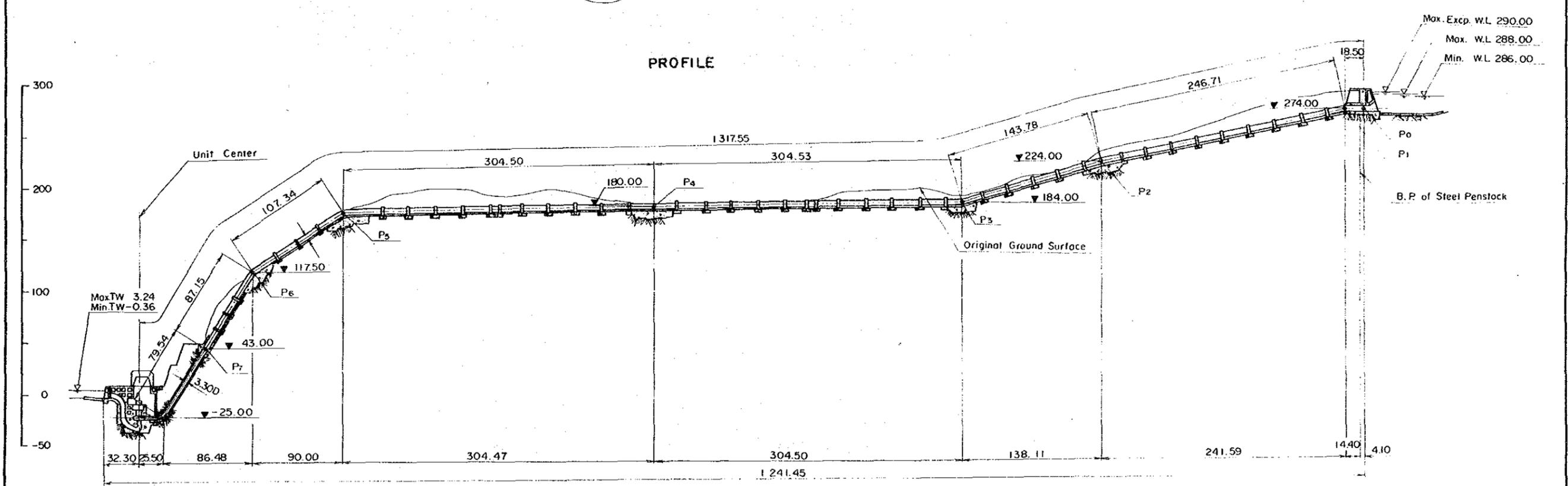
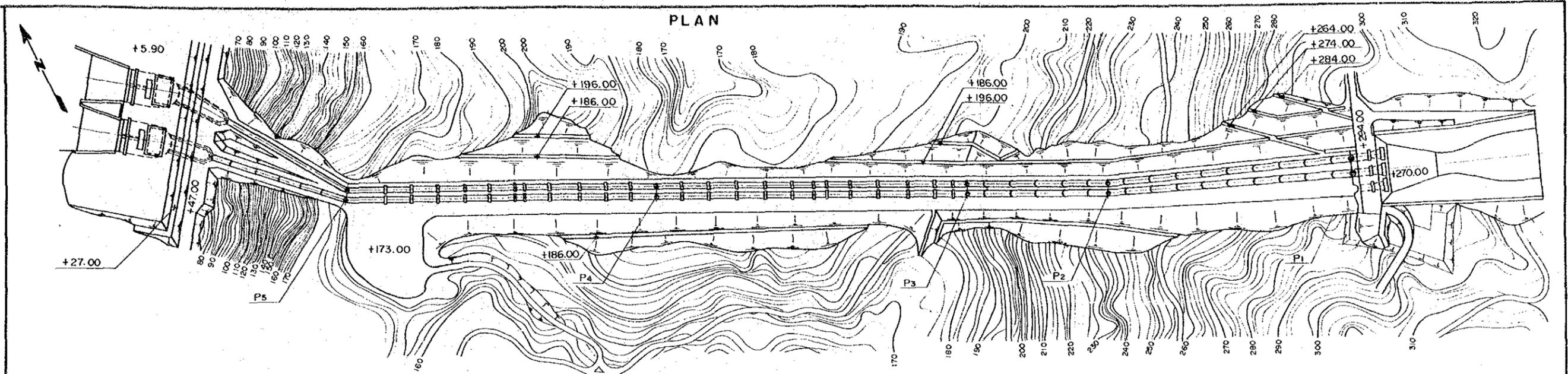
No. of Gate 2 Wheel Mounted Gates

KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
 DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

INTAKE  
 PLAN UPSTREAM VIEW AND SECTION

Fig. 10 - 6

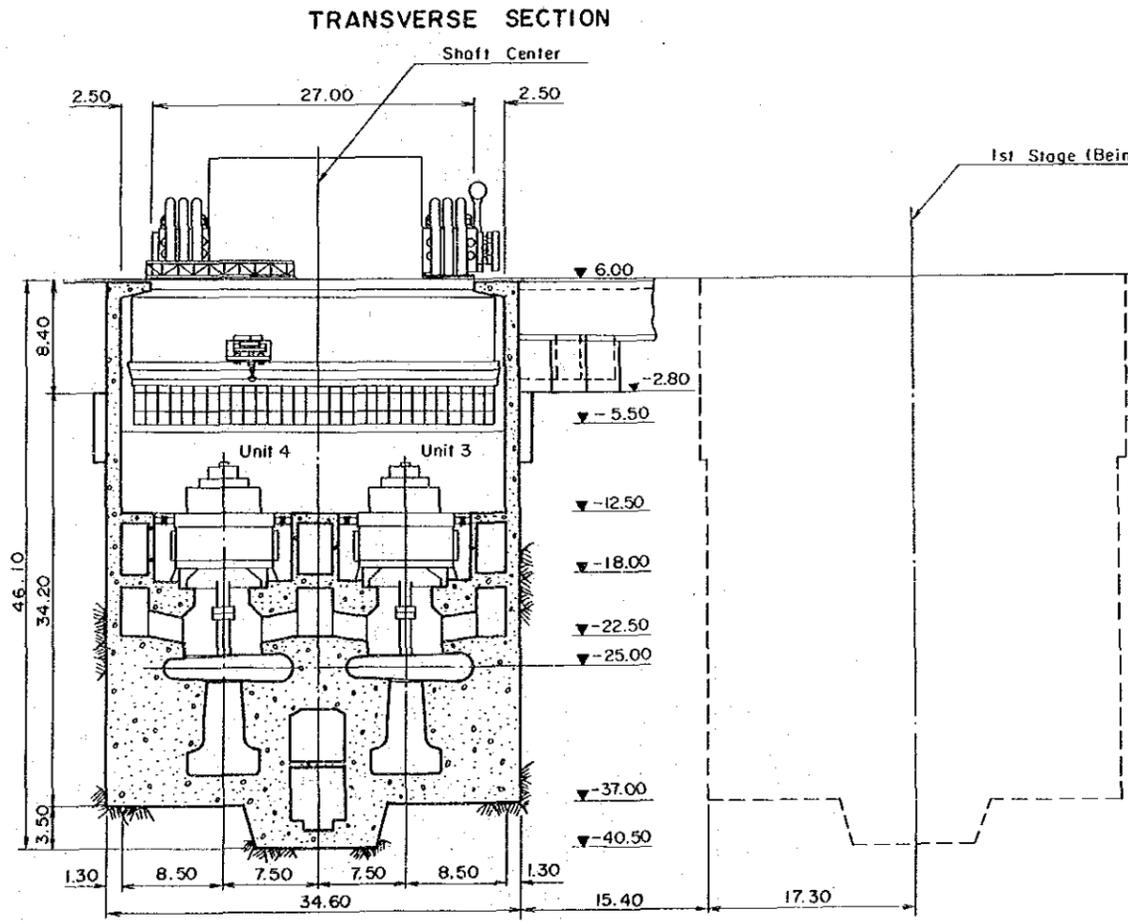
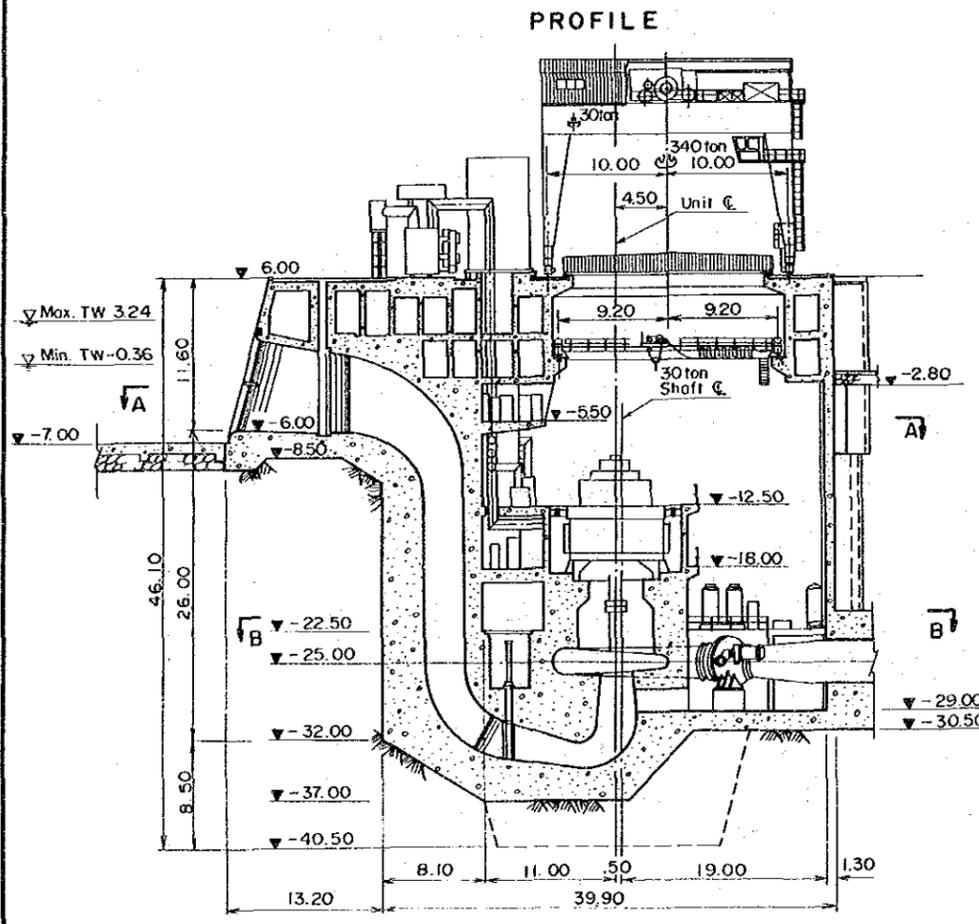
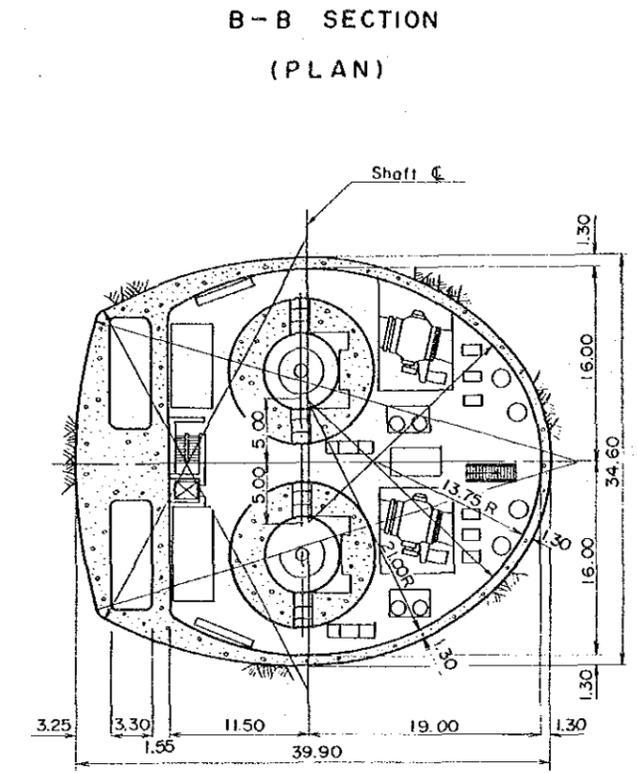
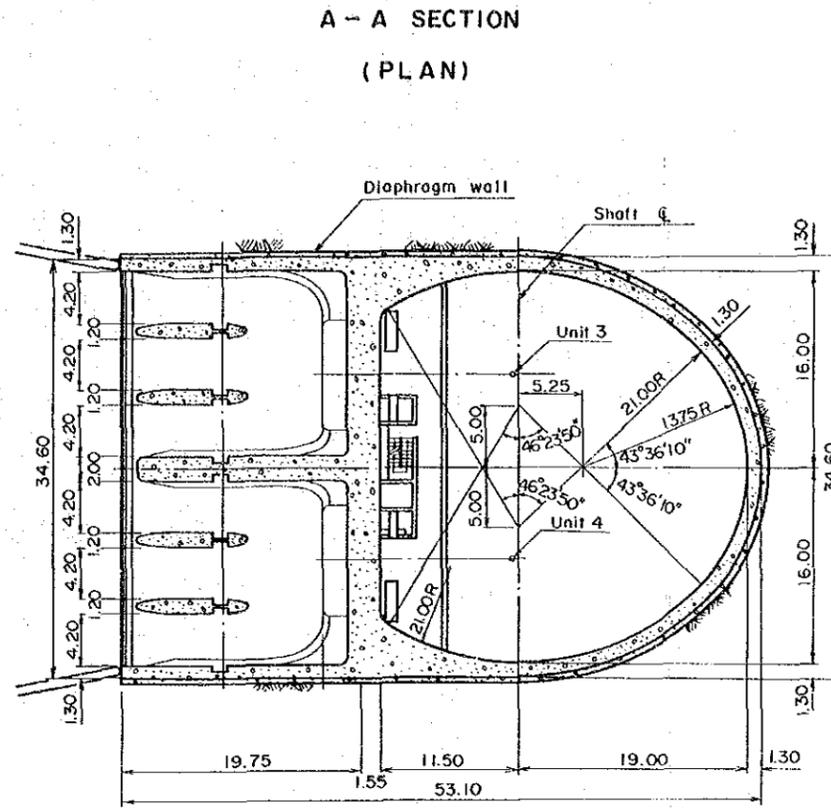
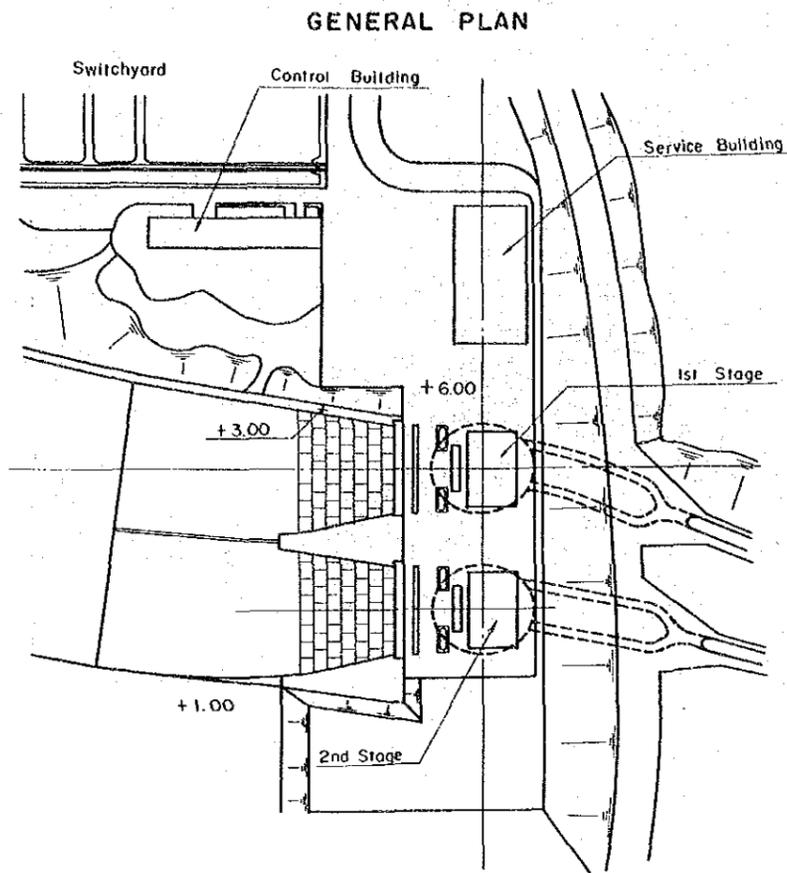




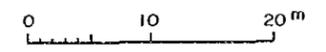
**Note**  
Lengths after the bifurcation indicate those along the center of two pipes, so that all lengths shown in the drawing are nominal ones.

KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)	
<b>RECOMMENDED GENERAL LAYOUT</b>	
Fig. 10 - 7	





Note  
1. All dimensions shown in the drawing are for A line, excluding 10cm addition as B line.  
2. Lining thicknesses (1.30) shown in the drawing include ones for prelining (0.50)



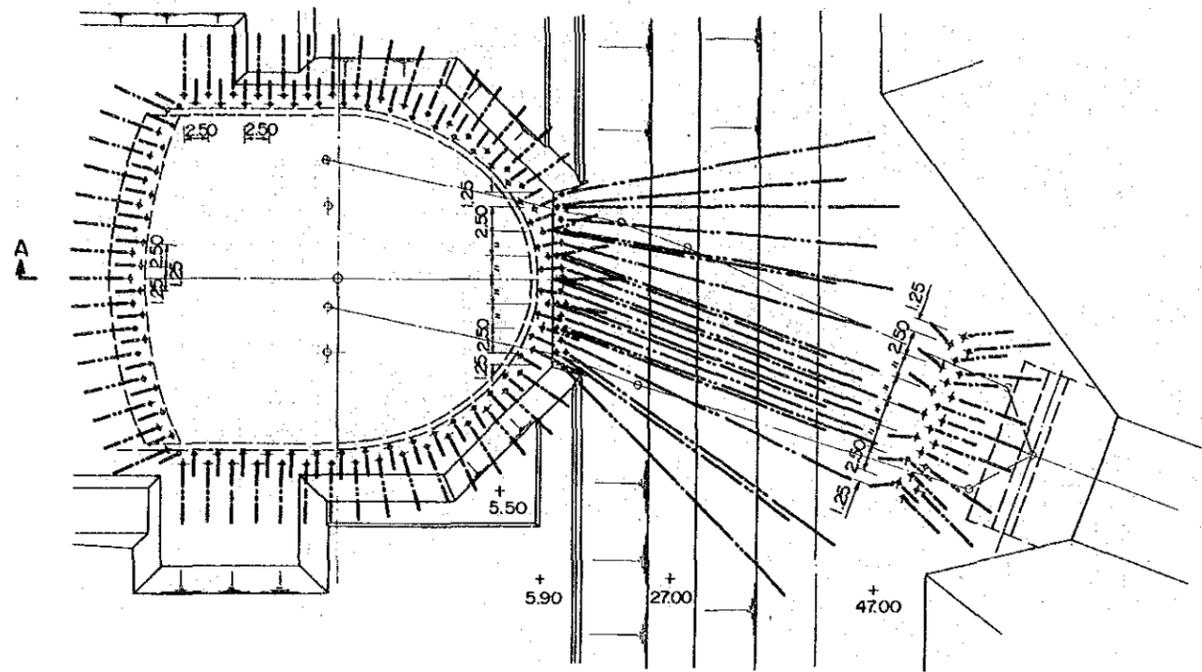
KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

POWERHOUSE  
GENERAL LAYOUT

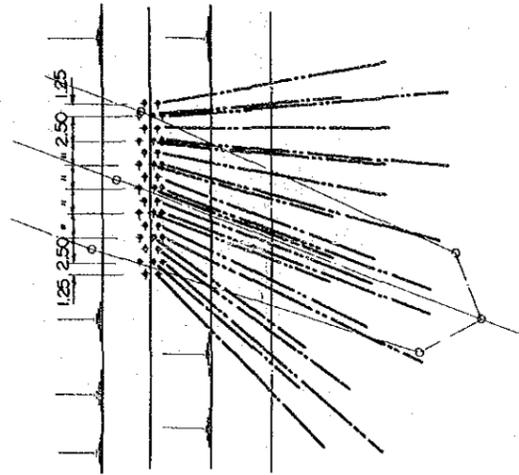
Fig. 10 - 8



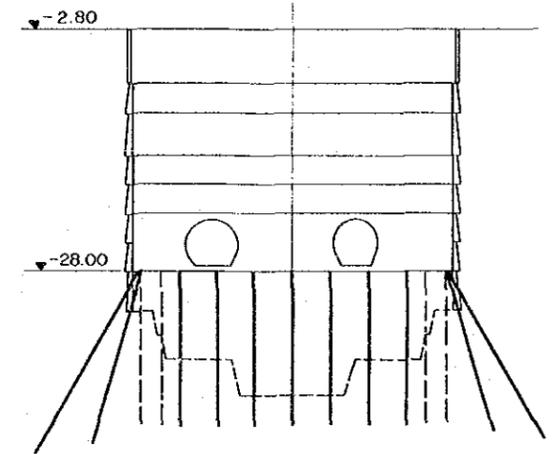
PLAN AT EL.-2.80 AND SURROUNDING



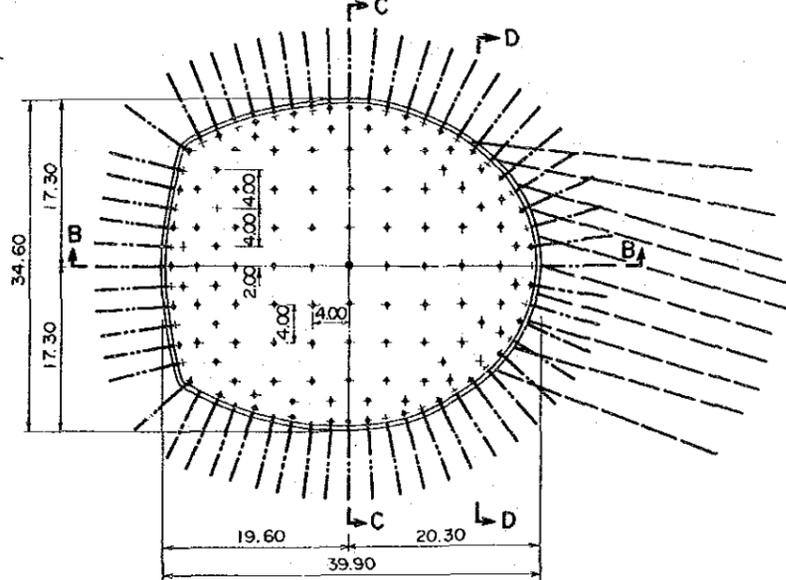
PLAN AT EL. 27.00



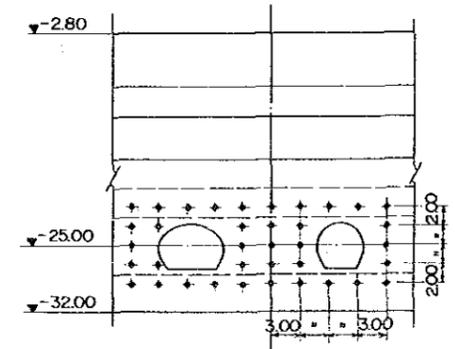
SECTION C-C



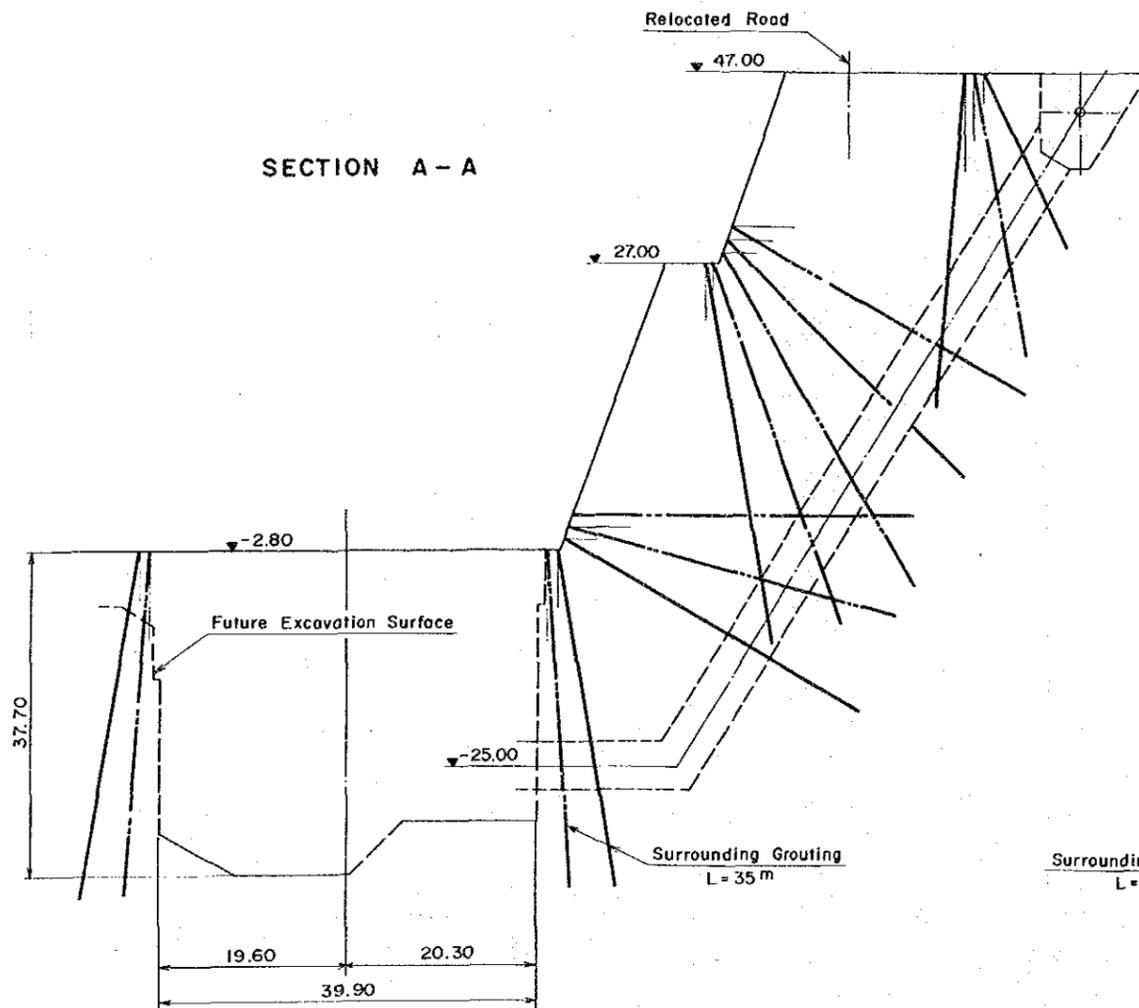
PLAN AT EL. - 28.00



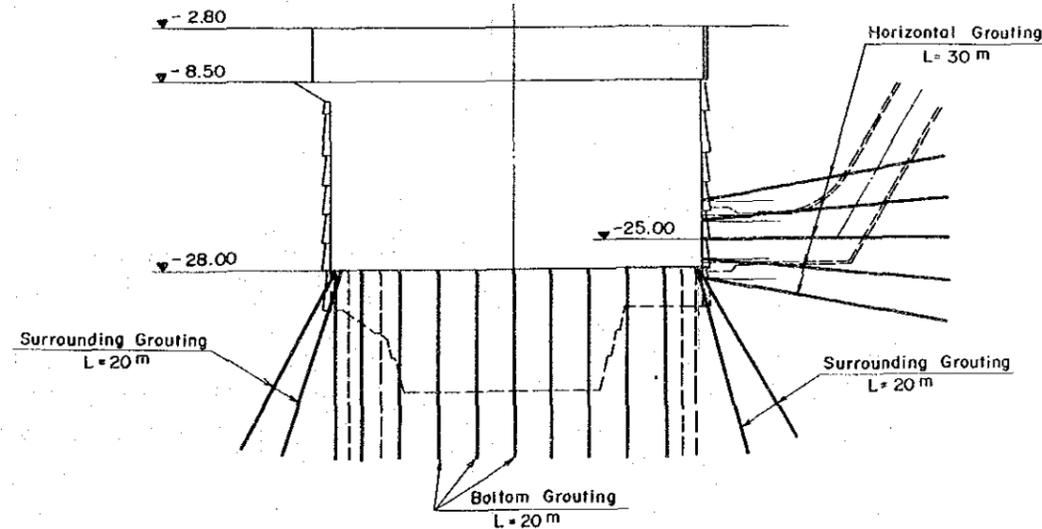
SECTION (VIEW) D-D



SECTION A-A



SECTION B-B



KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

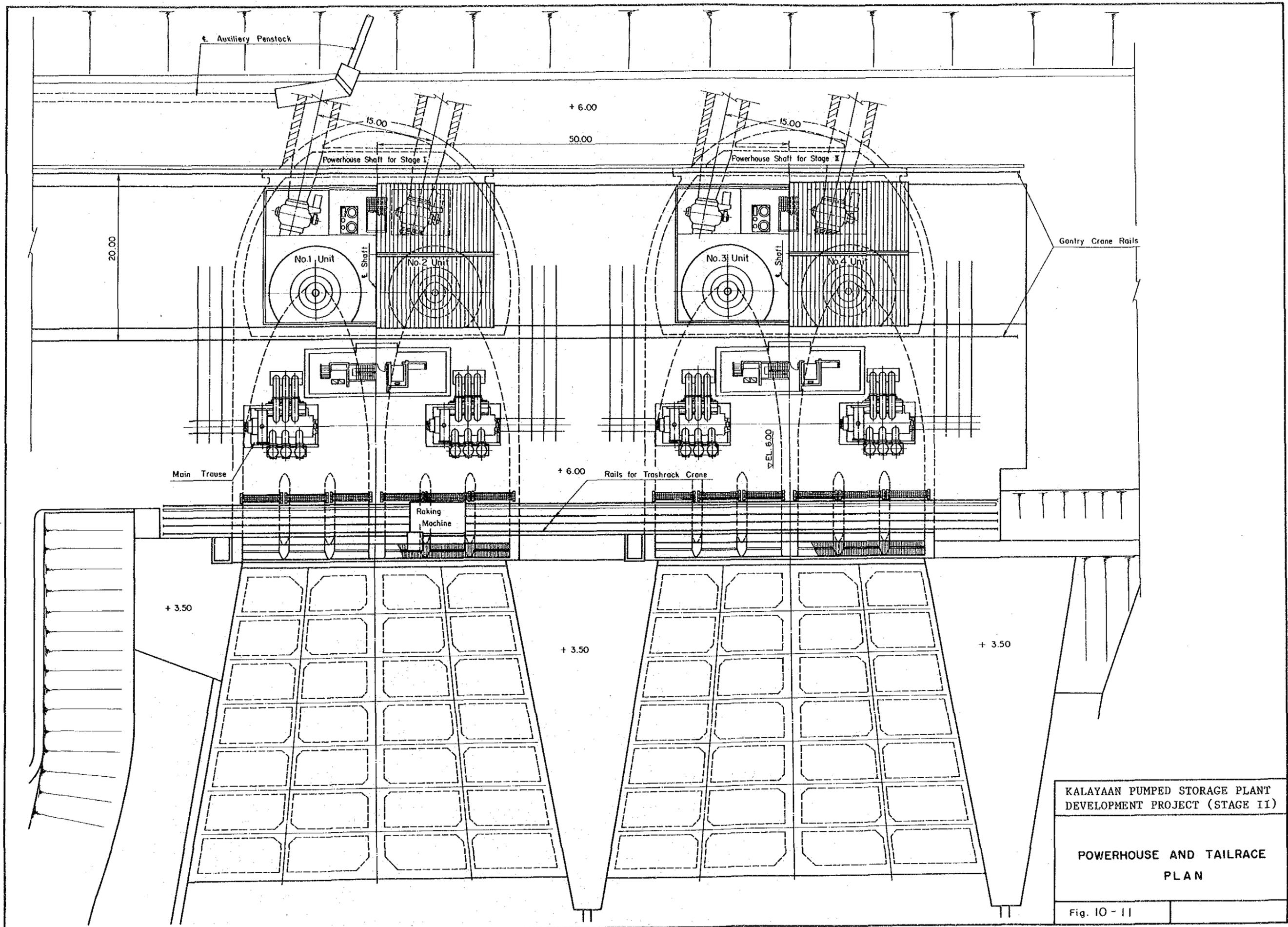
POWERHOUSE SHAFT  
BASIC SCHEME OF GROUTING

Fig. 10 - 9







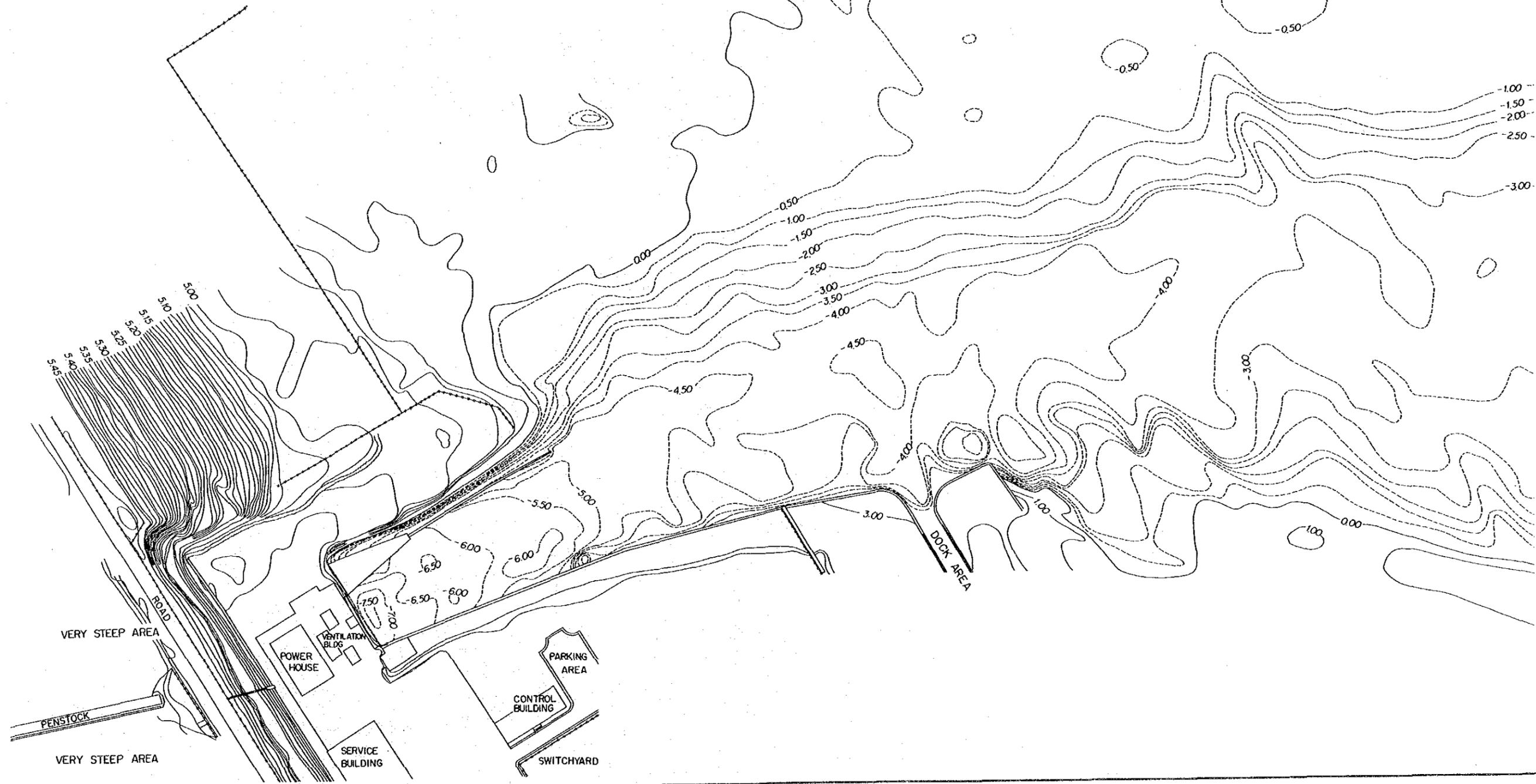


KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

POWERHOUSE AND TAILRACE  
PLAN

Fig. 10 - 11









KALAYAAN PUMPED STORAGE PLANT  
DEVELOPMENT PROJECT (STAGE II)

SURVEYING RESULT  
OF  
LOWER CANAL

Fig. 10 - 12



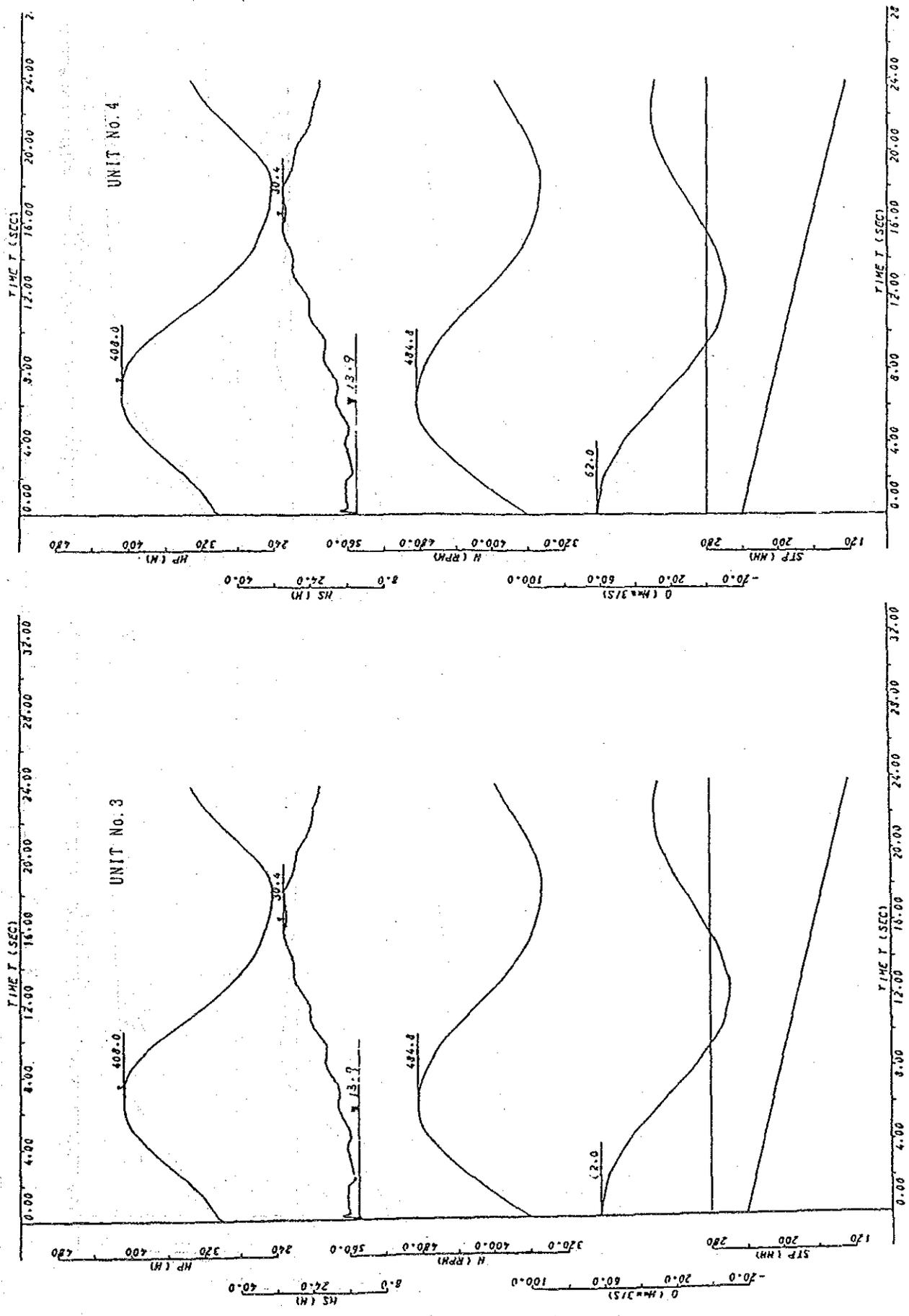


Fig. 10-13 Transient Calculation for Turbine Load Rejection

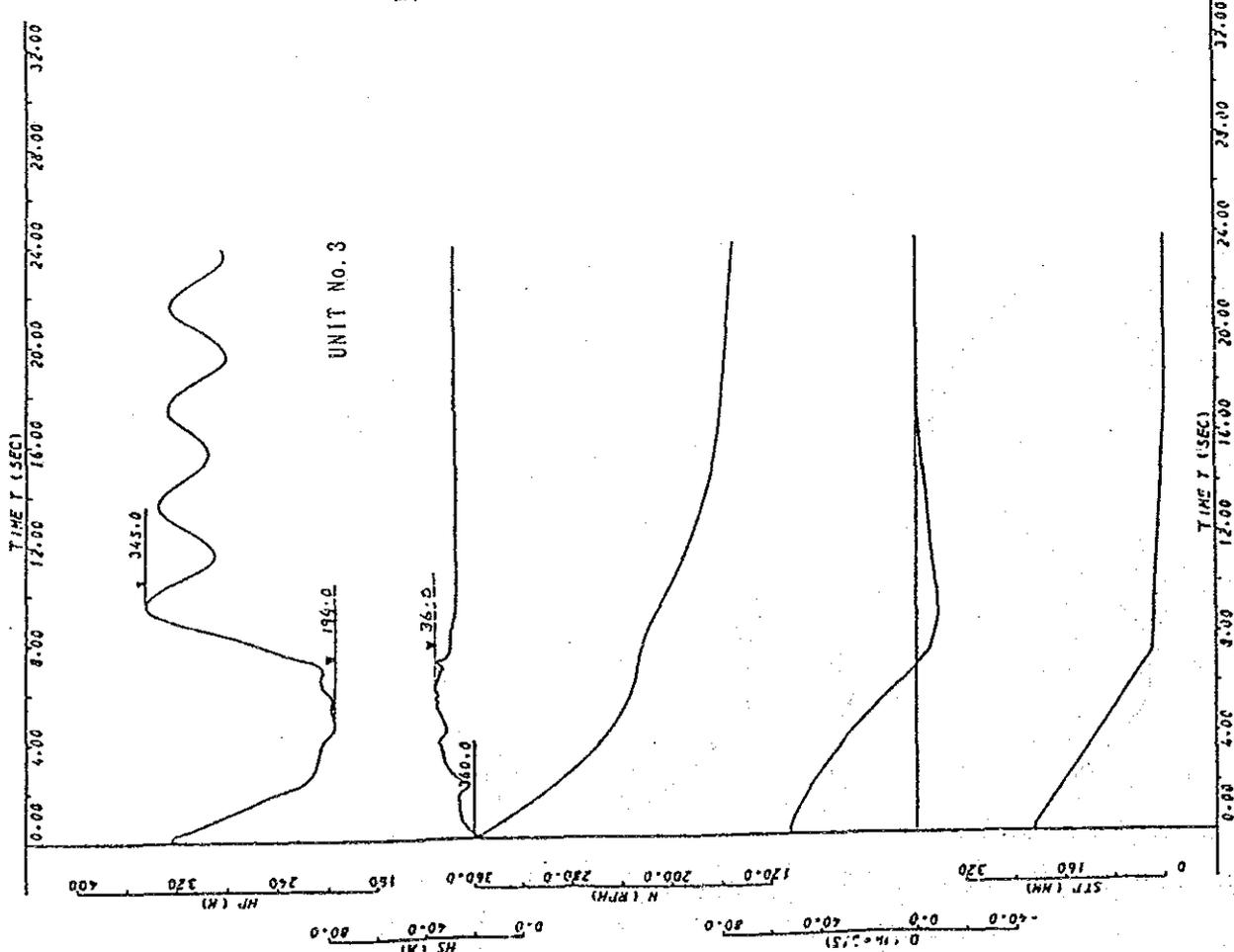
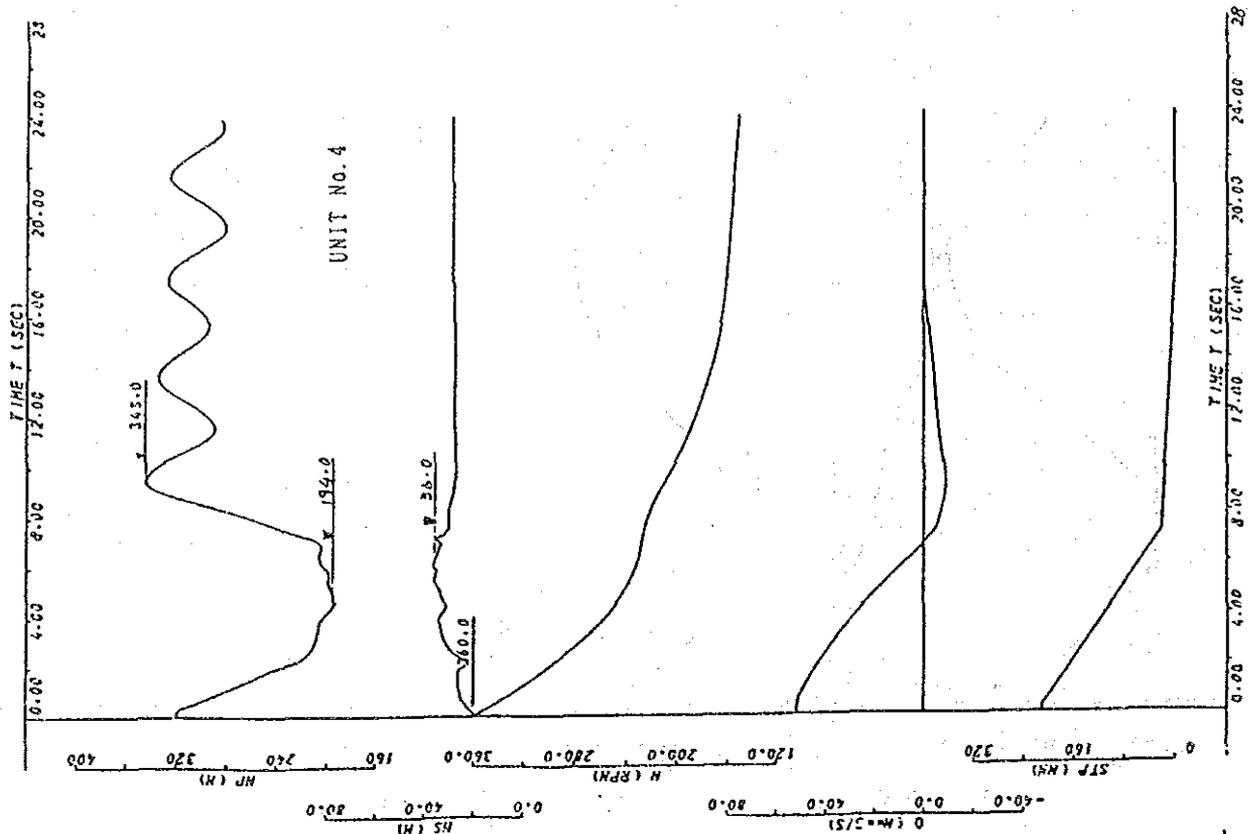
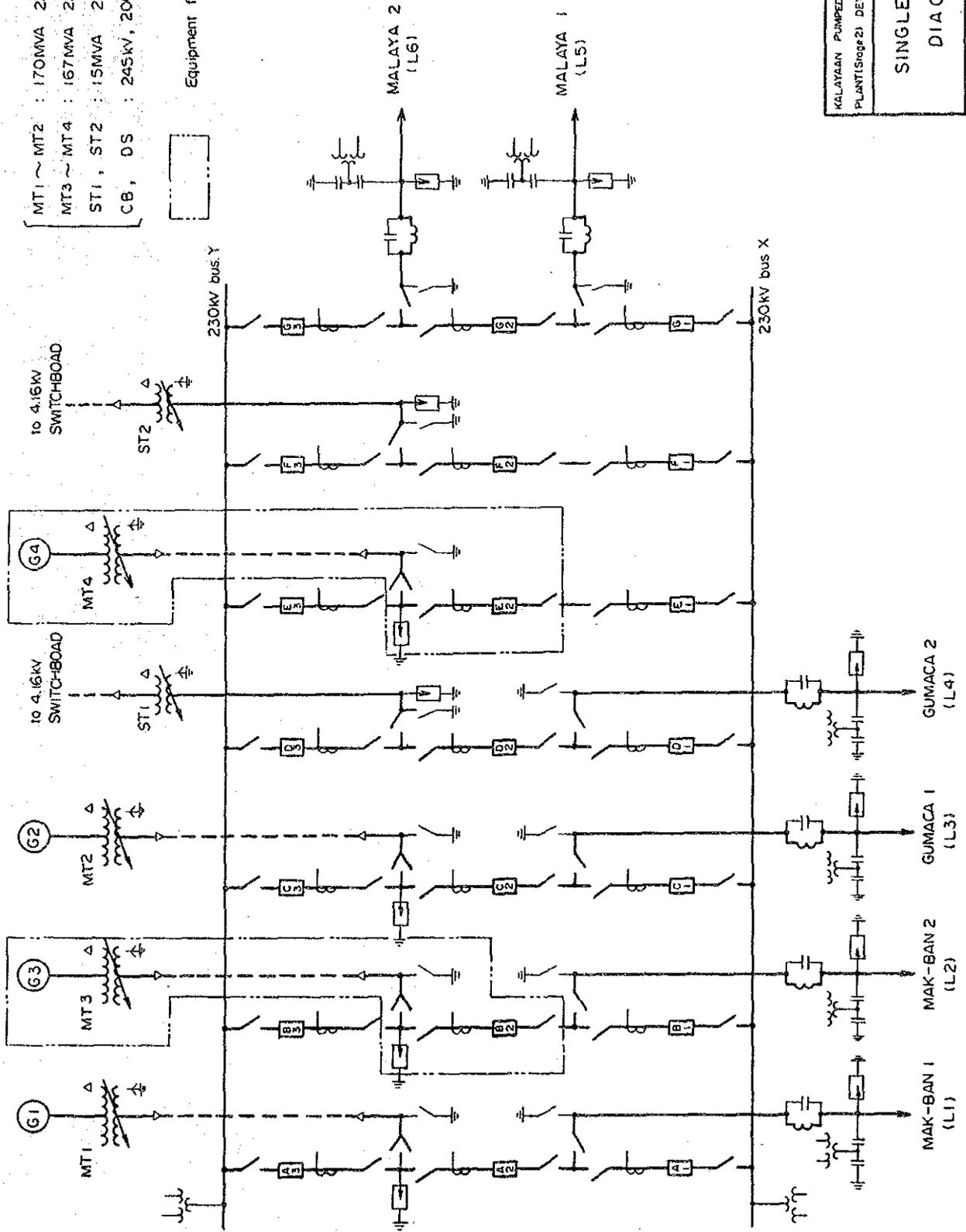
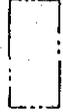


Fig. 10-14 Transient Calculation for Pump Power Failure

MT1 ~ MT2 : 170MVA 230KV/13.8KV  
 MT3 ~ MT4 : 167MVA 230KV/13.8KV  
 ST1, ST2 : 15MVA 230KV/4.16KV  
 CB, DS : 245KV, 2000A, 40KA

Equipment for Stage I



MALAYAN PUMPED STORAGE POWER  
 PLANT(SINGAPORE) DEVELOPMENT PROJECT

SINGLE LINE  
 DIAGRAM

Fig. 10-15







## 第 11 章 工事計画および工事費



## 第11章 工事計画および工事費

### 11.1 工事計画および工程

#### 11.1.1 工事の特長

第2期計画工事の特長は、既設発電設備に極く隣接した所で行なわれることである。従って、工事の実施にあたって最も注意を払わなければならない点は、既設発電所の運転および設備に一切の支障を与えないよう配慮して施工することである。

特に掘削工事に伴う重機械類の運転に注意を払うと共に、発破による振動、岩石の飛散には嚴重な注意が必要である。このためには、発破作業では岩石に対する防護施設を設ける一方、振動については既設構造物にほとんど影響を与えないといわれる低振動速度に止める施工を行なわなければならない。

#### 11.1.2 基本的条件

本計画で考えられている構造物は、第1期工事に同時施工された取水口構造物を除き、取水口ゲートの設置、延長約 1,300mの水圧鉄管、放水路、発電所および開閉所からなる構造物である。

本計画の工事計画および工事工程に影響を与える事項は下記の通りである。

##### (1) 気 象

本計画の気象条件については第5章5.2で述べた通りである。

##### (2) 輸 送 路

###### (a) 陸上交通路

Kalayaan揚水発電所地点に至る陸上交通路は Manilaから Laguna湖の北側を東南に廻るルートと、南側を南東に廻る2つのルートがある。

これらのルートは Laguna 湖の周りを環状に囲んでほぼ整備されている幅員 6.8m以上の国道である。

Laguna湖の北側を廻るルートは、途中で標高 200m以上の山間部を通るためカーブと急勾配の区間を経ることとなる。

・Laguna湖の南側を廻るルートは、Manila南方に伸びる高速道路を経てから湖畔の低標高部を経るため半径の小さなカーブや急な坂道はない。

なお、立体交叉する橋梁の桁下と道路面までの間隔は、高速道路で4.8mであるが、国道の規程は4.5mである。

(b) 港 湾

Manila港には北港と南港がある。北港は国際貿易港であり、大型船舶が接岸出来る埠頭があり、工所用機材および電気機器の荷揚げには支障はない。

一方、南港は国内専用港であるが、中型船舶の接岸ができる埠頭がある。

(c) 水上交通路

水上交通路は、Manila湾とLaguna湖を24kmで繋ぐPasig河を上流に經由してLaguna湖の北西に至り、南下してから北東に約70km航行するとKalayaan発電所に至る。

既設Kalayaan発電所の右岸下流には、第1期計画建設時に設けられた荷卸し用ドックとガントリー・クレーン(130t)がある。

第1期工事では、この水路とドック設備を利用して発電機器等の重量物の運搬を行なった実績があり、第2期工事においてもドック施設の一部修理を行なうと共に、Pasig河およびLaguna湖の深浅を調査確認すれば、重量物の水上輸送は充分可能と考えられる。Fig. 11-1に輸送経路を示す。

(d) 工事区域の既設道路

Kalayaan発電所計画工事区域の既設道路の概要は次の通りである。

・発電所から取水口に至るには、既設発電所ゲートから進入路を北に約350m国道ルート321に出る。これより反転してLaguna湖沿に南に約3km地点のLumban入口手前に至り、この地点から分岐してCaliraya湖へ向かう国道を東に向い、西斜面を約5.2km上ると取水口へのアクセス道路入口に至る(これより3.1kmでCalirayaダムに至る)。これより北に約800m行くと取水口に至るが、この道路は幅約7mの未舗装道路である。従って、既設Kalayaan発電所から取水口までは約9.3kmである。

・水圧管路へのアクセス道路は既設として2ヶ所がある。1つは前述の取水口へのアクセス道路を、約100m入って左に分岐するコンクリート舗装道路約400mがある。この道路は、上部水圧鉄管路の左岸上部の標高270m付近

に至る水圧鉄管据付用に使用されたものである。

他の1つは、取水口アクセス道路入口地点から国道を約2.2km下り右側に約300m入ると、水圧鉄管路明り下流部の標高175m付近に至る幅員約7mの未舗装道路がある。

この道路は水圧鉄管路の土木、鉄管据付工事用に頻繁に使用される予定である。

・発電所付近で第2期工事に使用できる道路としては次のものがある。

— 発電所入口ゲートからコントロールビルディングまでのコンクリート舗装幅員6.8m、延長300m。

— 発電所入口ゲートから開閉所の湖側を経て荷揚用ドック迄の道路は幅員7m、延長約400mの未舗装道。

(e) 工事に必要な国道迂回路および安全対策

水圧管路の明り急斜面部下端には、国道ルート321が通っている。この斜面部の施工は、設計掘削勾配は約58度の急なものであり、斜面の標高差は90mにも及ぶ。この部分の岩石掘削の量は3万5千 $m^3$ に及び、コンクリートと水圧鉄管の据付工事を含めた施工期間は、約20ヶ月間の長期に亘り、現状の国道と新設工事設備との関係では国道の交通規制又は交通遮断が、交通安全と施工を両立させる上で必要となる。

この交通遮断の回避と水圧鉄管路工事および全体工程確保のため国道の迂回ならびに安全対策が必要となる。

迂回路および安全対策には次の4ケースが考えられる。

ケースA； 国道ルート321号を迂回し取水口アクセス道路を経て山腹に新設道路約5kmでKalayaan部落北方に出る。

ケースB； 水圧鉄管路工事区間山側にトンネルで265m、1車線の断面5.5mで迂回する。

ケースC； 発電所の放水路下流に仮設橋梁約90mを設け発電所の湖側を経て新設迂回道路2,500m（放水路の両岸）を経て道路に出る。

ケースD； 時間制限による交通規制

これ等4ケースのおおよその迂回路および安全対策工事期間と工事費は以下の通りである。

	迂回路延長 (m)	工事期間 (月)	工事費 (US\$10 <sup>3</sup> )	備 考
ケースA	5,000	12	1,600	明り2車線、舗装
ケースB	265	4	750	トシ1車線、舗装 信号付
ケースC	2,800 (内橋梁150m)	3	1,200	明り2車線、舗装 橋1車線
ケースD	—	1	700	落石防護設備50m 交通規制

以上4ケースのそれぞれの問題点は次のことが考えられる。

ケースA； 工事費および工事期間共に問題がある。

ケースB； 既設水圧鉄管の下部をトンネル掘削するのでその施工は十分な配慮のもとに慎重に行なう必要がある。

ケースC； 放水路内を通るため放水路工事と錯綜する。

ケースD； 工事作業時間が大幅に低減し、水圧鉄管路全体工期に影響があり、交通安全の面でも100%安全ではない。

以上のことから迂回路工事の施工の難易、工期、工事費および工事現場の管理等を総合的に勘案すると、ケースBが妥当と思料される。

従って、この迂回路および国道安全対策は、ケースBを採用することとする。

#### (f) 新設工事用道路

第1期工事で残されている既存道路以外で新設が必要な道路は次のものがある。

- ・取水口へのアクセス道路： 現状の道路は未舗装であり整備がなされていない。工事中のコンクリート、ゲート、鉄管等の重量物の安全運搬と工事終了後の発電設備の維持管理のため幅員7.0m、延長800mのコンクリートまたはアスファルト舗装が必要である。
- ・発電所および放水路工事のための道路： 発電所および放水路への進入路は既設発電所進入路がKalayaan部落側からあるが、この進入路は既設発電所管理専用として重要であり、新設屋外開閉所の機器据付工事以外は基本的に使用しない。

従って工事用道路としては、国道ルート 321の Pagsanjan側から放水路左岸に至る発電所工事地区まで延長 500mの2車線道路が必要である。

・この他には工事管理事務所および宿舎への道路、土捨場となる埋立地への道路、水圧鉄管仮工場等への道路が必要である。

### (3) 工事用材料

#### (a) セメント

第2期計画地点の近傍にあるセメント工場は、Manila市の北方約35kmの Norzagaroyと Laguna湖北部西側の半島の Binarconanの2ヶ所の町にある。これらの工場から Kalayaan工事地点までの距離は、Laguna 湖北側の国道を経由した場合それぞれ約 110kmと55kmである。

フィリピンでは近年セメントの需要が多く、供給が間に合わない傾向にもあるので、本計画工事用セメントの供給は、複数のセメント工場から受けることが必要である。

#### (b) コンクリート骨材

コンクリート用骨材は、Kalayaanの南西に流れる Pagsanjan川の左岸支流の Balanac 川の中下流地点で、2支流が合流している付近に堆積している砂礫が利用できる。この場所は、Balanac川の上流域から流出した砂礫が川の両岸に段丘を形成している。この段丘の厚さは、現河床から上方に3~5mの層をなし、その面積は30ha以上と推定される。

現在、この地区の河床では現地業者によって砂礫を骨材として重機械で採取、運搬している。

また、現地業者が本年中に操業開始の予定で、200t/hrの砂および砂利の骨材製造プラントを建設中である。

この他の骨材採取地点としてはPagsanjan 川下流部のLumban地区から河口部のLaguna湖までにかけて主に集塊岩が細粒化し、河床に堆積している。

この堆積土砂はコンクリート細骨材としてはやや粗粒であるが、他所から得られる砂と混合して使用することは可能である。

この堆積土砂は現在、現地業者によって浚渫船等を用いて水中から採取されている。

(c) 鉄筋

鉄筋コンクリート用鋼棒を製造している工場は、Manilaの北東15kmのNovclichesにある。

本計画の工事に使用する鋼棒は、主にこの工場で生産されるものが予定される。Novcliches からKalayaan 迄の距離は、Laguna湖北側の国道を通る場合は約85kmである。

(4) 工事用電力設備

工事用の電力は次の地区が必要である。

- ・水圧鉄管路地点（トンネル工事、水圧鉄管仮工場および現場溶接用）
- ・発電所地点（発電所、放水路工事用）
- ・放水路左岸側埋立地（建設事務所および宿舎用）

工事用配電計画としては国道ルート321 から Caliraya ダム方面への分岐点から Calirayaダムに向かって約2 km地点右側の第1期工事時に設置した変圧器(50MVA)により69kVから4.16kVに降圧し、それぞれの地点に向けて配電線を新設する。本計画工事に伴って設置される電気設備は、全体で1,400kW、最大負荷は800kW程度と推定される。

なお、工事用電力として NAPOCORから供給される電気料金はUS\$0.0519/kWh (¥1.1678/kWh) である。

11.1.3 工事計画および工事工程

第2期計画の建設工事は、特に既設発電設備(1,2号機)に極く至近距離に位置するため既設の運転および設備に一切の支障を与えないよう配慮し慎重に施工しなければならない。このため、工事の規模、構造物の配置のほか岩石掘削のための特殊工法による施工の進捗性等を考慮して検討した結果、その工期は準備工事を含めて、第3号機の運転開始までは3年3ヶ月、第4号機は3年9ヶ月を必要とすると考えられる。

本計画の運転開始年を1997年とすると概略、下記のスケジュールで着工準備並びに本工事を行う必要がある。

1990-1~1990-11 Feasibility Study (11 months)

1990-11~1991-3 Provision and Award of Final Design (5 months)

- 1991-4~1992-9 Final Design (18 months)
- 1992-10~1993-3 Finance Formalities (6 months)
- 1993-4~1993-9 Bidding and Award of Contract for Construction (6 months)
- 1993-10 Start of Construction
- 1997-1および7 Commissioning (No.3 unit : 39 months, No.4 unit 45 months)

本計画の主要土木工事の数量は、Table 11-1 に示す通りである。また、工事の最盛期に必要なと予想される主な機械および設備を Table 11-2 に示す。

なお、第2期工事の工事工程について Fig. 11-3 と Fig. 11-4 に示すCritical path method の工程表に基づき概要を以下に述べる。

1993年；・4月上旬に NAPOCOR側のキャンプ設備、土木工事、水力機器設備および電気機械設備の入札を行い、契約は6ヶ月後の10月上旬を目途とする。

- ・1993年内は主に本工事のための準備工事となるが、中でも第2期工事の全体工程上 Critical path となる水圧鉄管路工事のための国道321号の迂回道路トンネル工事の掘削開始時期、すなわち12月上旬は工程確保上、特に重要である。

1994年；・水圧管路上部の266,000m<sup>3</sup>の明り掘削の開始は1994年8月より開始しなければならない。

- ・取水口においては取水口ゲート運搬のため6月中旬迄に取水口取付道路の舗装工事を終了させると共に、7月中旬迄に取水口のゲート2門を据付完了させる。

引続き取水口部既設コンクリート・バルク・ヘッドの除去を7月末目途に行う。これは8月上旬より予定する取水口部水圧鉄管据付工事開始に備えるためである。

なお、この鉄管据付後は鉄管周辺部をコンクリートで填充する。

- ・水圧管路においては上部明り掘削を7月末までに、鉄管仮工場敷地造成を含めて完了させる。

- ・水圧管路下部工事のための国道321号迂回路 (L=265m、有効幅員 B=5.0m) トンネル工事を3月中旬までに完成させ、一般交通を迂回道路に切替える。

引続き水圧管路下部斜面の掘削を低爆速発破工法とベンチカット工法で

上部から下部に逐次切下がる方法で7月末目途に終了させる。その後斜坑掘削工事をビッグマン等のボーリング機械と低爆速発破工法を併用し1995年4月中旬目途に終了させる。

- ・水圧鉄管の据付は取水口部に引続き10月上旬より上部水圧鉄管路から開始する。
- ・発電所においては1994年1月上旬から立坑掘削のための湧水防止ボーリング・グラウト工事を開始する。更に、3月上旬から立坑掘削を既設発電所に支障を与えないよう発電所停止時に低爆速発破工法により行い、掘削面はコンクリート吹付工等で補強する。これと共に立坑壁面に加わる外側からの水圧に対しては水抜孔を設けて水圧の軽減を計りながら切下がる。

1995年；・上部水圧鉄管路においてはアンカーブロックおよび承支合の施工に引続いて鉄管の据付が継続される。

下部水圧鉄管路においては斜坑部の掘削を4月中旬に終了させると共にトンネル周辺の地山の安定を確保するためのコンソリデーショングラウトをトンネル内外から行う。下部水圧鉄管の据付は6月中旬から開始する。トンネル内の鉄管周辺部は12月上旬より約3ヶ月でコンクリート充填を行う。

- ・発電所においては立坑部の掘削を1994年12月中旬にほぼ終了させたのち、続いて、立坑周辺のコンクリート・ライニングを行う。更に4月中旬頃より発電機器の基礎コンクリートを施工し、ドラフトチューブ据付に備える。
  - ・ドラフトチューブの据付けは3号機については6月上旬、4号機については7月上旬頃よりそれぞれ1ヶ月で据付けを行う。
  - ・ドラフトチューブ据付け後、それぞれのドラフトチューブ周りにコンクリートを打設し、スパイラルケーシング据付けに備える。
  - ・放水路においては、発電所放水口から放水口両岸に伸びる鉄筋コンクリート地中壁を、5月上旬から約3ヶ月で施工する。この後、8月上旬より放水庭部の施工のための仮締切工を、土石フィル材その他の遮水材を用いて施工する。
- 引続き締切内の排水を行うため、外からの水圧に耐え得るよう地中壁に支保工（ストラット）を鋼材等を用いて補強する。

- ・ Lower Channal 浚渫のための浚渫船の発注を7月上旬に行い1996年12月末  
目途に完成させる。

1996年； ・ 水圧鉄管に関しては上部水圧鉄管の据付けを2月末を目途に、また下部鉄管の据付けは9月末までに完了させ、10月上旬より開始予定の3号発電機の試運転に備える。

- ・ 発電所においては1995年に引続き3号機および4号機の発電機の据付けと並行してコンクリート打設および建築工事を施工する。3号機関係の土木工事は8月末に、また水車発電機据付、配電盤機器据付および屋外開閉所等の機器据付は9月末を目途に終了させ、試運転に備える。

- ・ 屋外開閉所の土木工事は2月上旬頃より開始し、屋外開閉所機器の据付けが始められる1ヶ月前の5月末迄にはコンクリート打設は終了させる。

- ・ 放水路においては3月中旬頃までに放水庭内の掘削を終了させ、基礎杭を施工すると共に約2.5ヶ月の期間を以て放水庭敷コンクリートを打設終了させる。この後、8月末を目途に仮締切の除去を終了させる。

- ・ 3月には水圧鉄管路工事のため止めていた国道321号の通行を再開し、その後迂回トンネル坑口を保安のため閉塞する。

1997年； ・ 3号発電機は有水試験1ヶ月を含めて3ヶ月の試運転を行った後、1月より営業運転を開始する。

- ・ 4号発電機については土木工事、電気機器据付工事とも3月末には完了させる。営業運転は4月より行う有水試験1ヶ月を含めて3ヶ月間の試験を終わった後の7月より発電開始する。

- ・ キャンプ設備等撤去工事を含めた全ての建設工事は、10月末までに完了させる。

工事中仮設備の配置を Fig. 11-2に示す。

Table 11-1 Principal Civil Works

Item	Description	Civil Works	
Power Intake		Concrete	540m <sup>3</sup>
Penstock	D = 6.0~3.3m L = 1,300m	Ex. in open	266,300m <sup>3</sup>
		Shaft ex. concrete	4,100m <sup>3</sup> 18,500m <sup>3</sup>
Powerhouse	D =52.1~33.8m L =45.4m	Ex. in open	166,000m <sup>3</sup>
		Ex. in shaft	46,200m <sup>3</sup>
		Concrete	28,600m <sup>3</sup>
		Drilling & Grouting	17,000m <sup>3</sup>
Tailrace		Ex. in open	41,300m <sup>3</sup>
		Dredging	220,000m <sup>3</sup>
		Concrete	2,000m <sup>3</sup>
		Reinf. conc. Diaphragm	2,000m <sup>2</sup>
Switchyard		Ex. in open	300m <sup>3</sup>
		Concrete	500m <sup>3</sup>

Table 11-2 Principal Construction Machinery

Place	Machinery	Specification	Number
Common Use	Cement Silo	600 t	1
	Concrete Plant	1.6m <sup>3</sup> × 2	1
Penstock	Boring Machine	φ 250~1150mm	1
	Tower Crane	L 50m, 6.5 t	1
Power Plant	Tower Crane	6.5 t	1
	Crawler Crane	60 t	1
	Pump	φ 250mm, H=50m	3
Tailrace	Crawler Crane	40ton	1
	Crawler Crane	100ton	1

#### 11.1.4 主要構造物の施工手順と方法

第2期工事の施工は既設の構造物の中で工事を追加して行う取水口や、水圧鉄管路、発電所および放水口のように既設設備に極く隣接して行われるという特殊性を有する。

このため、それぞれ構造物の施工上の特殊性と施工方法並びに手順について以下に述べる。

##### 1) 取水口

取水口工事には2門の取水口ゲートの設置と、引続いて行う水圧鉄管の布設がある。本工事は既設1, 2号機発電機が常時運転を行っている中で行わなければならない。このため施工は次のような順序で行なう必要がある。

- ・既設の取水口ゲート戸当り金物を水中で清掃、補修の後、ゲート2門を設置する。
- ・ゲートとコンクリート製バルクヘッドとの間の水をポンプで排水し、バルクヘッドに加わっている水圧を除去する。
- ・バルクヘッドを既設永久設備に損傷を与えないよう、ピックハンマー等を用いて除去する。
- ・既設空洞部コンクリート面を清掃、補修の後に水圧鉄管の据付を行う。
- ・水圧鉄管と既設コンクリートとの空洞部をコンクリート填充する。
- ・設置した取水口ゲート2門は、ゲート下流の全ての第2期工事が完了するまで絶対に捲上げることのないように、ロック装置を設けなければならない。

##### 2) 水圧鉄管路

・水圧鉄管路の明り部の掘削は既設水圧鉄管に極く隣接した所で行われるので、特に岩盤の破碎には、既設構造物に振動および岩石の飛散による損傷が起らないよう、万全の方法を講じなければならない。このためには低爆速火薬（コンクリート破碎器：Concrete Cracher）や静的破碎剤またはジャイアント・ブレーカー等を用いて施工する必要がある。

・水圧鉄管路下流の明り部の地形は標高差が約90mであり、その勾配は約58°の急傾斜面を呈し、斜面には堅硬な岩盤の露頭が見られる。また、斜面の下端にあたる個所には国道321号が直交している。

このような現地状況から、この工事では、特に掘削工事中岩石の落下が懸念され、国道通行に支障が起こることが十分予測される。

このような現況から交通の安全と工事を順調に行うために、斜面内側を通るトンネル迂回路（1車線、延長265m）を前以て設け、道路通行を迂回路に仮迂回させると共に、斜面掘削については上部よりベンチ・カット方式で低爆速火薬、アイアン・ブレイカー等を用い岩石を破碎すると共に、掘削礫は斜面に予め鉄柵等で囲った専用礫落しに、バックホーまたはブルドーザー等で安全に柵内に搬入するような工法が必要である。（Fig. 11-5参照）

また、水圧鉄管の据付けには掘削およびコンクリートで整形された斜面にインクラインを仮敷設し、クレーン等と併用施工することが必要である。

- ・水圧鉄管路斜坑部の施工で特にトンネル掘削については、隣接している既設水圧鉄管と至近距離にあるため、普通発破工法を行った場合には火薬の爆破時の振動は、既設鉄管に与える振動が岩盤を伝わるため大きくなる。これを避けるため、発電所シャフト部山側から斜坑用大口径ボーリングマシンが搬入可能な立坑を、発電所シャフト掘削時の排水ピット兼用として、予め水圧鉄管下部水平部以下にそれぞれ2坑を掘り下り、更に水圧鉄管路水平部を掘削する。

引続き斜坑上部に大口径ボーリングマシン（Big Man）を据え、孔径 250mmの1次パイロットホールを削孔し、次に大口径ボーリングを下部水平坑から上部に向け孔径 1,150mm程度のパイロットホールに切り拡げる。

このパイロットホールができ上がった斜坑上部より、パイロットホールを発破用心抜き（cut）と礫出し孔に利用して、低爆速度火薬等により岩盤の破碎を慎重に行い、斜坑を切り下がる必要がある。（Fig. 11-6参照）。

なお、水圧鉄管据付後のコンクリート充填工終了までのトンネル壁面保護工としては、鋼製支保工の他にショットクリート工等を施工する。

### 3) 発電所

本発電所の立坑部の地形・地質特性は、下池のLaguna湖に直面し、その基礎岩盤が火山噴出岩の集塊岩で透水性が一般的に大きく、第1期工事においても立坑掘削時に大量の湧水が記録されていることと、また既設第1期工事の構造物とは20m以内に隣接し、更に既設発電所は、毎日長時間運転されるという特殊条件がある。

従って、特に立坑部の掘削にあたっては湧水防止および処理と、これに伴う掘削面の保護の他に、最重要事項である既設発電設備への一切の支障を与えない施工を行うことであり、このためには立坑掘削工事の施工方法として、以下のような手順となる（Fig. 11-7 参照）。

- ・立坑掘削面外周部に湧水防止と岩盤のコンソリデーションを兼ねたグラウト工を予め施工する。
- ・立坑内部にも掘削中の立坑下部からの湧水防止のためのグラウト孔を施す。
- ・地表部に近い土砂部は既設放水路の水が湧水となって立坑内に入らないよう予め立坑外周部にコンクリート壁を施工する。
- ・立坑内の岩盤掘削時は既設設備側の掘削線面に垂直方向のボーリング孔を狭間隔に、また深くステージ・プレスプリッティング（Stage presplitting）を予め施工し、岩盤の発破掘削による振動を遮断させる。
- ・岩盤の破碎に発破を使用する時は、既設発電所に悪影響を及ぼさないように、発破振動速度を発破試験等により得られた結果を踏まえて、2 kine以下に抑えた制限発破にて掘削を行うようにする。
- ・既設構造物側の岩盤破碎には、低爆速火薬であるコンクリート破碎期（CCR: Concrete Cracker）、静的破碎剤（Calmmite）およびアイアン・ブレーカー等の使用を考慮し、振動と岩石の飛散が起こらないよう慎重に施工する。
- ・岩盤の破碎を行う発破工については慎重を期して施工するものとし、既設発電所の停止時（2回/日）にのみ行うことが最も安全と考えられる。
- ・立坑掘削面は掘削の進捗に伴いコンクリート吹付工を施工すると共に、必要部にはアンカーバーまたはロックボルトで掘削仕上がり面を補強し、また水抜孔（Weep hole）を適宜配置して壁面の安定を計る。

#### 4) 放 水 路

放水路の放水庭部両岸はコンクリート地中壁が設けられる。この地中壁は放水庭部の掘削およびコンクリート打設工事に際し庭内の水を排水した場合には地中壁外側からの水圧を受けて自立することが困難となる。

このため、庭内部側から鋼製内梁工等を配し補強する必要がある。この内梁工の撤去は庭内工事が終了し仮締切の除去に伴って庭内が充水された後に慎重に行わなければならない（Fig. 11-8参照）。

## 11.2 概算工事費

### 11.2.1 基本事項

第2期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、施工方法および材料、製品を適用するものとし、計画地点の地質条件、地域条件および工事規模等を考慮して積算した。

積算時点は1990年1月時点とし、内外貨の換算レートは US\$ 1 = ₱ 22.5 とする。

本計画の工事積算項目は以下の通りとする。なお、別途にCalirayaダムの修復に必要な工事費を「カリラヤダム修復計画調査報告書」記載の工事費について1986年から1990年1月時点までのインフレーション分の見直しと共に建設利子を算定し第2期工事費に加えて、今回の総工事費を算出する。

#### (1) 工事費積算項目

##### (a) 土木工事

- ・ キャンプ設備 ; 事務所および宿泊設備等
- ・ 仮設備費 ; 工事用道路、国道迂回路、工事用送電線等
- ・ 水路構造物 ; 取水口、水圧鉄管路、放水路
- ・ 発電所および開閉所 ; 土木および建築工事

##### (b) 水力機器 ; ゲートおよび水圧鉄管等

##### (c) 電気機械設備 ; ポンプ水車、発電電動機、制御装置、開閉所機器等

##### (d) 浚渫船 ; ポンプおよび船、輸送パイプ

##### (e) 技術・管理費 ; 工事に係わる計画、調査、管理運営等

##### (f) 建設中利子 ; 建設期間中の利子

#### (2) 積算基準

##### (a) 土木工事費

土木工事および水力機器の単価は、NAPOCOR の最近における建設単価、フィリピン国内の建設中および他のフィージビリティ・スタディ、日本国内の類似地点における建設工事単価の比較検討を行なうと共に、それぞれの工種の建設工事をその施工手順に従って分解し、フィリピンの国状に従い建設に所要の労務費、資材費、機械費等を考慮して算出した。

i) 労務単価および資材単価

フィリピン国内における1990年1月時点の労務単価および資材単価をTable 11-3および11-4に示す。

Table 11-3 Labor Cost

職 種	労務単価 US\$/日, (P/日)
世話役	5.78 (130)
土工	3.96 (89)
大工	4.09 (92)
電工	5.78 (130)
機械工	4.62 (104)
運転工	5.11 (115)
トラック運転工	4.09 (92)
鉄筋工	4.09 (92)
溶接工	4.09 (92)
坑夫	4.09 (92)
人夫	3.82 (86)

Table 11-4 Construction Material Cost

種 類	単 位	価 格 US\$ (P)
ポルトランドセメント (袋)	ton	94.44 (2,125)
ダイナマイト	kg	1.56 (35)
A N F O	kg	0.90 (20)
ガソリン	ℓ	0.32 (7.2)
軽油	ℓ	0.22 (5)
鉄筋	t	666.67 (15,000)
型钢	t	800 (18,000)
木材 (角材)	m <sup>3</sup>	386.67 (8,700)
木材 (丸太)	m <sup>3</sup>	297.78 (6,700)

セメント、鉄筋、型钢等の運搬費は NAPOCORより提示されている単価を準用して算出する。

資材価格には付加価値税 (VAT 10%) は含まれていない。

ii) 工事用機械

フィリピン国内で調達できないブルドーザ、バックホー、大型クレーン、大型ボーリング機械等の主な工事用機械は輸入して使用するものとし、Manila港におけるC I F価格より機械費を算出する。

iii) 工事用道路

工事用道路の工事費は工事工種とその数量ならびに単価に基づいて算出する。

(b) 水力機器

水圧鉄管、取水口ゲート等は外国から輸入するものとする。

(c) 電気機器

ポンプ水車、発電電動機および変圧機器等の電気機器は全て輸入するものとする。また屋外鉄構も外国より輸入するものとする。(主機据付用クレーンは既存のガントリークレーンを使用するものとする。)

(d) 浚 渫 船

放水路の下流水路 (Lower Channel)の維持に必要なポンプ浚渫船 (Dredger)と土砂の輸送管 (Delivery Pipe)のうち、ポンプは外国から輸入するものとし外貨とする。船と輸送管は国内産とし内貨とする。

(e) 技術費および管理費

技術費および管理費は一般的には上記の(a)~(d)工事費計の10~15%程度であるが、本計画には工事費に通常大きな比率を占めるダム工事が無いため、6%とする。

(f) 補 償 費

本計画地点の土地は NAPOCOR所有地または国有地である。また、現地調査の結果、水利権および漁業権は存在しない。従って NAPOCORとの協議により補償費は見込まない。

(g) 建設中利子

建設中利子は NAPOCORとの協議により利率は外貨6.33%/年、内貨20%/年で算出する。

(h) 輸入税および諸税

輸入する必要がある工事用機械、ゲート、鉄管および水車発電機等の関税は国家プロジェクトであることから見込まない。

なお、これ等関税相当額は別途参考として算出する。

(i) 予備費

NAPOCORとの協議により、予備費は土木工事費については外貨分に対し10%、内貨分に対しては15%を見込む。

ゲート、水圧鉄管および電気機器に対しては外貨分に対してのみ5%を見込むものとする。

(3) 外貨と内貨の区分

(a) 土木工事費

土木工事の主要資材であるセメント、鉄筋、小型鉄鋼製品、およびダイナマイトは国内産を用いるものとし、内貨とする。

土木工事用機械のうちブルドーザー、バックホーおよび仮設備機械装置であるコンクリートプラント、大型クレーン等は輸入するものとし、外貨により工事費を算定した。また、ジャックハンマー、クロラードリル、ボーリングマシン、グラウトポンプ、コンプレッサー等の特殊機械は輸入により調達されるものとし、外貨とする。

(b) 水力機器

ゲート、水圧鉄管の主な材料と国外での製作加工および輸送は外貨とする。また据付に必要な大型クレーン、ウィンチ、自動溶接器および溶接鋼棒等は外貨とする。

国内輸送費および国内における加工、据付のための国内労務費は内貨とする。

(c) 電気機器

電気機器は外貨とする。これらの国内輸送費および据付けのための国内労務費については内貨とする。

(d) 技術費および管理費

内貨を47%、外貨を53%とする。

(e) 建設中利子

内貨および外貨それぞれに応じた利子を計上する。

### 11.2.2 概算工事費

第2期計画に必要な概算工事費およびCalirayaダム修復工事費の内貨、外貨区分と年度別工事費を Table 11-5、11-7、11-8、11-9に示す。

Table 11-5 Investment Cost

Unit : 10<sup>9</sup>US\$

Item	Amount		
	F. C	L. C	Total
1. Kalayaan Stage 2 Project	107,351.9	63,621.3	170,973.2
2. Rehabilitation Works on Caliraya dam	4,820	5,598	10,418
Total	112,171.9	69,219.3	181,391.2

なお、Kalayaan第2期工事で輸入する資機材に付加されるであろう輸入税の総額は概略 US\$ 13.71 Millions である。

Table 11-6 にその内訳を示す。

Table 11-6 Amount of Import Duties

Unit : 10<sup>9</sup>US\$

Item	Amount
Measurement Device for Land Slide	1
Penstock	2,550
Gates and Other	315
Electromechanical Equipment	10,840
Pump for Dredger Boat	4
Total	13,710

Table 11-7 Estimated Construction Cost

Unit : 10<sup>3</sup>US\$

Item	Foreign Currency	Local Currency	Total
<b>Preparation Works</b>			
Camp Facilities	100	900	1,000
Access Road	0	300	300
Temporary Detour Road	380	370	750
Sub-total	480	1,570	2,050
<b>Civil Works</b>			
Upper Canal	62.4	7.6	70
Power Intake	20.4	77.9	98.3
Penstock	1,929	5,070	6,999
Powerhouse	5,487.3	10,054.9	15,542.2
Switchyard	21.2	77.8	99.0
Tailrace and Lower Canal	1,741.9	1,885.1	3,627.0
Sub-total	9,262.2	17,173.3	26,435.5
<b>Hydraulic Equipment</b>			
Hydraulic Equipment	16,701	13,749	30,450
<b>Electromechanical Equipment</b>			
Electromechanical Equipment	60,400	5,800	66,200
<b>Dredger Boat</b>			
Dredger Boat	50	700	750
<b>Project Controlling</b>			
Engineering Fee	4,000	150	4,150
Administration Cost	0	3,400	3,400
Sub-total	4,000	3,550	7,550
<b>Physical Contingency</b>			
Preparation Works	48	235.5	283.5
Civil Works	926.2	2,576	3,502.2
Hydraulic Equipment	835	0	835
Electromechanical Equipment	3,020	0	3,020
Dredger Boat	2.5	0	2.5
Project Controlling	400	532	932
Sub-total	5,231.7	3,343.5	8,575.2
<b>Total (Project Cost)</b>	<b>96,124.9</b>	<b>45,885.8</b>	<b>142,010.7</b>
<b>Interest during Construction</b> (Interest FC:6.33%, LC:20%)	<b>11,227.0</b>	<b>17,735.5</b>	<b>28,962.5</b>
<b>Grand Total (Investment Cost)</b>	<b>107,351.9</b>	<b>63,621.3</b>	<b>170,973.2</b>

Table 11-8 Fund Requirement in Each Year (1/2)

Item	Year	(Unit : 10 <sup>3</sup> US\$)										Total	Remarks				
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	F : Foreign Currency					L : Local Currency			T : Total
Preparation Works	F	0	0	167.9	255.5	7.6	0	9				480					
	L	0	0	575.7	805.9	7.4	0	81				1,570					
	T	0	0	843.6	1,101.4	15.0	0	90				2,050					
Civil Works	F	0	0	7.6	15.7	15.7	15.7	7.7				62.4					
	L	0	0	0.9	1.9	1.9	1.9	1				7.6					
	T	0	0	8.5	17.6	17.6	17.6	8.7				70					
Power Intake	F	0	0	2.08	18.32	0	0	0				20.4					
	L	0	0	8.37	69.53	0	0	0				77.9					
	T	0	0	10.45	87.85	0	0	0				98.3					
Penstock	F	0	0	271.05	592.86	455.15	209.94	0				1,929					
	L	0	0	743.97	2,245.74	1,193.03	887.25	0				5,070					
	T	0	0	1,015.02	3,238.6	1,648.18	1,097.20	0				6,999					
Powerhouse	F	0	0	716.17	3,595.91	910.49	257.31	7.42				5,487.3					
	L	0	0	1,327.66	3,495.25	4,347.49	840.65	42.83				10,054.9					
	T	0	0	2,043.83	7,092.17	5,257.98	1,097.97	50.25				15,542.2					
Switchyard	F	0	0	2.13	0	0	19.07	0				21.2					
	L	0	0	8.38	0	0	69.42	0				77.8					
	T	0	0	10.51	0	0	88.49	0				99					
Infrace and Lower Canal	F	0	0	174.19	0	860.56	707.15	0				1,741.9					
	L	0	0	188.51	0	929.27	767.32	0				1,885.1					
	T	0	0	362.7	0	1,789.83	1,474.47	0				3,627					
Sub-Total	F	0	0	1,173.22	4,622.79	2,241.9	1,209.17	15.12				9,282.2					
	L	0	0	2,277.79	5,813.43	6,471.69	2,566.56	43.83				17,173.3					
	T	0	0	3,451.01	10,436.22	8,713.59	3,775.73	58.95				26,455.5					

Table 11-8 Fund Requirement in Each Year (2/2)

Item	Year										Currency			Remarks
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total	F	L	T			
	(Unit: 10 <sup>3</sup> US\$)										Foreign	Local	Total	
Hydraulic Equipment	F 0	0	2,907	2,211.8	3,823.5	6,393.7	1,365	16,701						
	L 0	0	0	2,049.6	3,989	6,280.4	1,470	13,749						
	T 0	0	2,907	4,261.4	7,792.5	12,654.1	2,835	30,450						
Electromechanical	F 0	0	4,480	5,600	19,600	21,960	8,760	60,400						
Equipment	L 0	0	0	0	0	3,300	2,500	5,800						
	T 0	0	4,480	5,600	19,600	25,260	11,260	66,200						
Bridger Boat	F 0	0	0	0	10	40	0	50						
	L 0	0	0	0	140	560	0	700						
	T 0	0	0	0	150	600	0	750						
Total (Direct Cost)	F 0	0	8,728.12	12,730.09	25,683	29,602.87	10,149.12	86,991.2						
	L 0	0	2,953.49	3,688.93	10,588.09	12,686.96	4,094.83	38,992.3						
	T 0	0	11,681.61	21,399.02	36,271.09	42,289.83	14,243.95	125,983.5						
Project Management	F 572	468	488.3	666	761.1	761.1	285.5	4,900						
	L 0	0	256.6	942.7	942.7	942.7	471.3	3,550						
	T 572	468	736.9	1,608.7	1,703.8	1,703.8	756.8	7,350						
Physical Contingency	F 0	104	163.9	576.9	380.3	1,034.5	3,050.1	5,231.7						
	L 0	0	379.1	1,248.8	1,112.1	526.3	77.2	3,343.5						
	T 0	104	545	1,825.7	1,412.4	1,560.8	3,127.3	8,575.2						
Total (Project Cost)	F 572	572	9,380.32	13,972.99	26,744.4	31,398.47	13,484.72	96,124.9						
	L 0	0	3,583.19	10,860.43	12,642.89	14,155.96	4,543.33	45,835.3						
	T 572	572	12,963.51	24,833.42	39,387.29	45,554.43	18,128.05	142,010.7						
Interest during	F 18.1	54.3	369.3	1,108.4	2,397.1	4,237.4	3,042.4	11,227						
Construction	L 0	0	358.3	1,802.7	4,153	6,832.9	4,588.6	17,735.5						
	T 18.1	54.3	727.6	2,911.1	6,550.1	11,070.3	7,631	28,962.5						
Grand Total	F 590.1	626.3	9,749.62	15,081.39	29,141.5	35,635.87	16,527.12	107,351.9						
(Investment Cost)	L 0	0	3,941.49	12,663.13	16,795.89	20,988.86	9,231.93	63,621.3						
	T 590.1	626.3	13,691.11	27,744.52	45,937.39	56,624.73	25,759.05	170,973.2						

Table 11-9 Fund Requirement for Rehabilitation Works of Caliraya Dam

Unit : US\$

Item	Year			- 1st year			1st year			2nd year			Total			Remarks
				F. C.	L. C.	Total	F. C.	L. C.	Total	F. C.	L. C.	Total	F. C.	L. C.	Total	
1. Direct Cost																
Rehabilitation Works for Existing Spillway for Common Use	0	0	0	20,000	159,200	179,200	0	0	0	20,000	159,200	179,200	0	0	0	
Changing of gate	0	0	0	0	0	0	30,000	9,500	39,500	30,000	9,500	39,500	0	0	0	
Build Additional Spillway	0	0	0	875,600	847,300	1,723,400	1,662,400	1,681,100	3,343,500	2,538,000	2,528,900	5,066,900	0	0	0	
Rehabilitation Works for Landslide Place at East Side	0	0	0	0	91,600	91,600	0	0	0	0	91,600	91,600	0	0	0	
Rehabilitation Works for Downstream Surface of Dam	0	0	0	313,200	363,700	676,900	0	0	0	702,000	815,100	1,517,100	0	0	0	
Rehabilitation Works for Upstream Surface of Dam	0	0	0	0	0	0	56,000	305,000	361,000	56,000	305,000	361,000	0	0	0	
T o t a l	0	0	0	1,208,800	1,462,300	2,671,000	2,187,200	2,447,000	4,634,200	3,396,000	3,909,300	7,305,300	0	0	0	
2. Site Investigation Works	0	85,500	85,500	0	0	0	0	0	0	0	85,500	85,500	0	0	0	
3. Compensation Cost	0	0	0	0	190,000	190,000	0	0	0	0	190,000	190,000	0	0	0	
4. Engineering Fee	118,000	0	118,000	354,000	0	354,000	354,000	0	354,000	826,000	0	826,000	0	0	0	
5. Administration Cost	0	22,400	22,400	0	67,200	67,200	0	67,200	67,200	0	156,800	156,800	0	0	0	
6. Physical Contingency	0	0	0	2,000	25,000	27,000	337,600	365,900	703,500	339,600	390,900	730,500	0	0	0	
7. Interest during Construction	3,700	10,900	14,600	57,000	196,100	253,100	197,700	658,500	856,200	258,400	865,500	1,123,900	0	0	0	
8. Grand Total (Investment Cost)	121,700	119,800	240,500	1,621,800	1,940,600	3,562,400	3,076,500	3,538,600	6,615,100	4,820,000	5,598,000	10,418,000	0	0	0	

Quarry Site Area 10ha

F. C. : 6.33%, L. C. : 20%

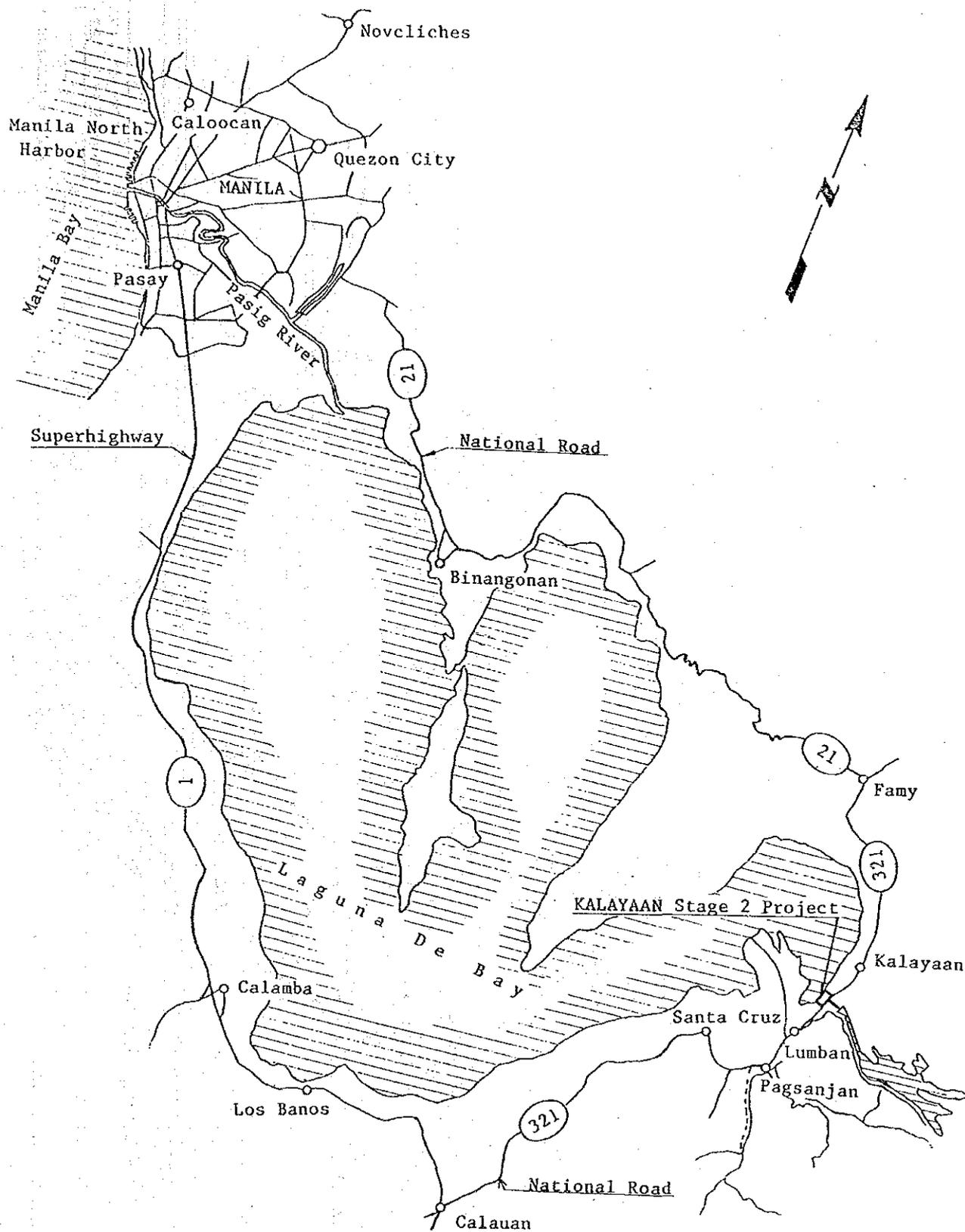
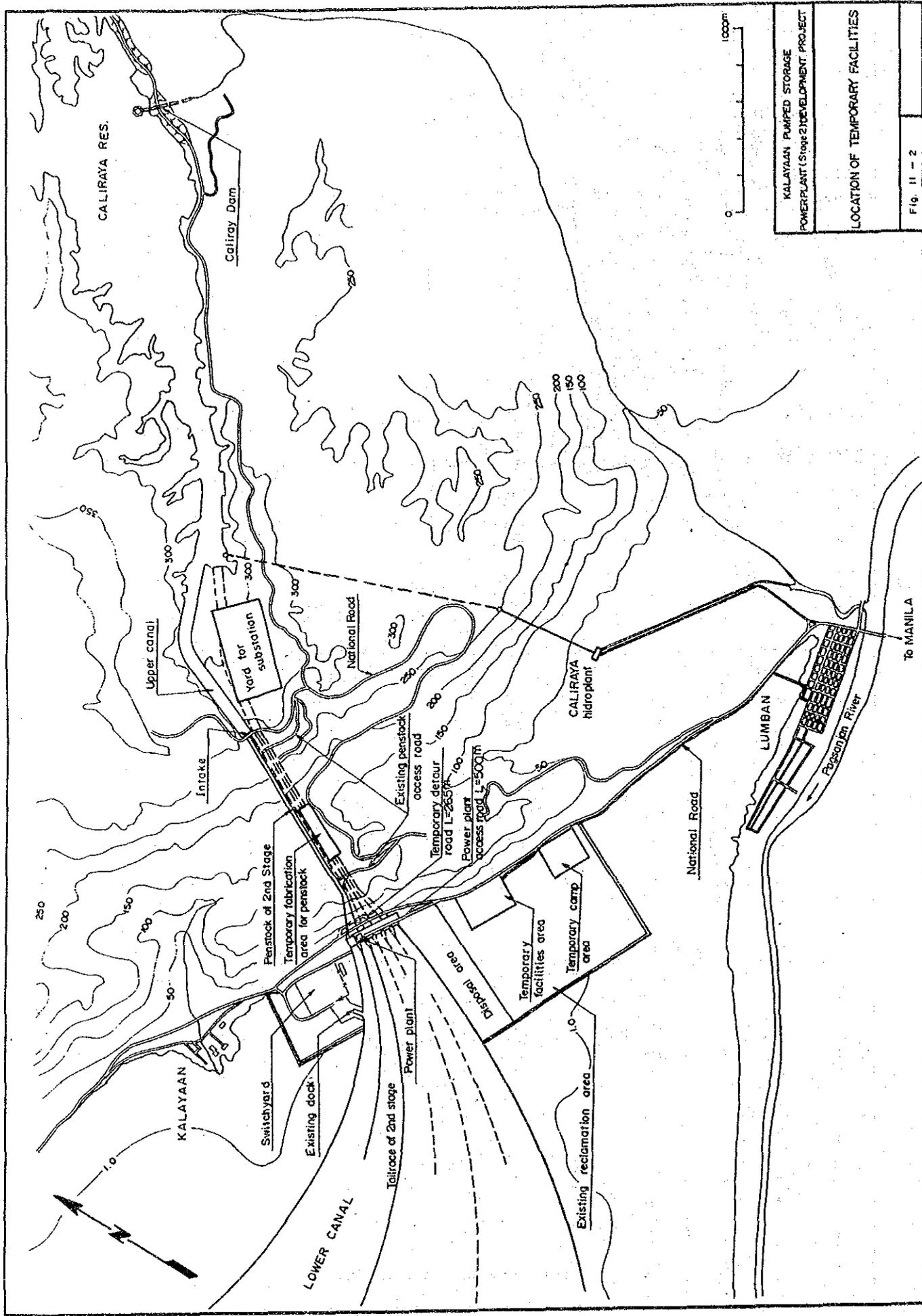


Fig. 11-1 Transportation Route



KALAYAAN PUMPED STORAGE POWER PLANT (Stage 2) DEVELOPMENT PROJECT	
LOCATION OF TEMPORARY FACILITIES	
Fig. 11 - 2	

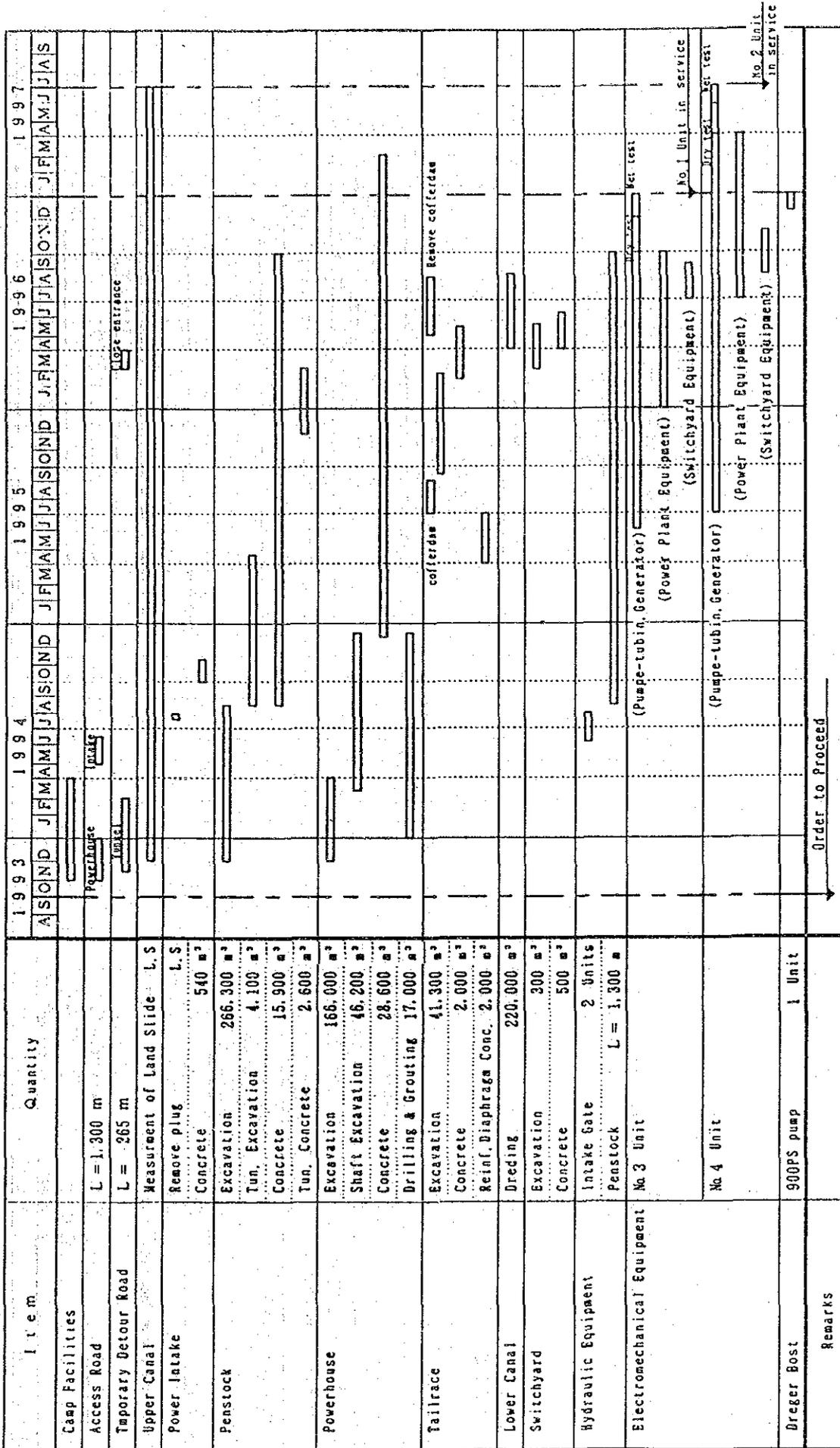


Fig. 11-3 Construction Schedule

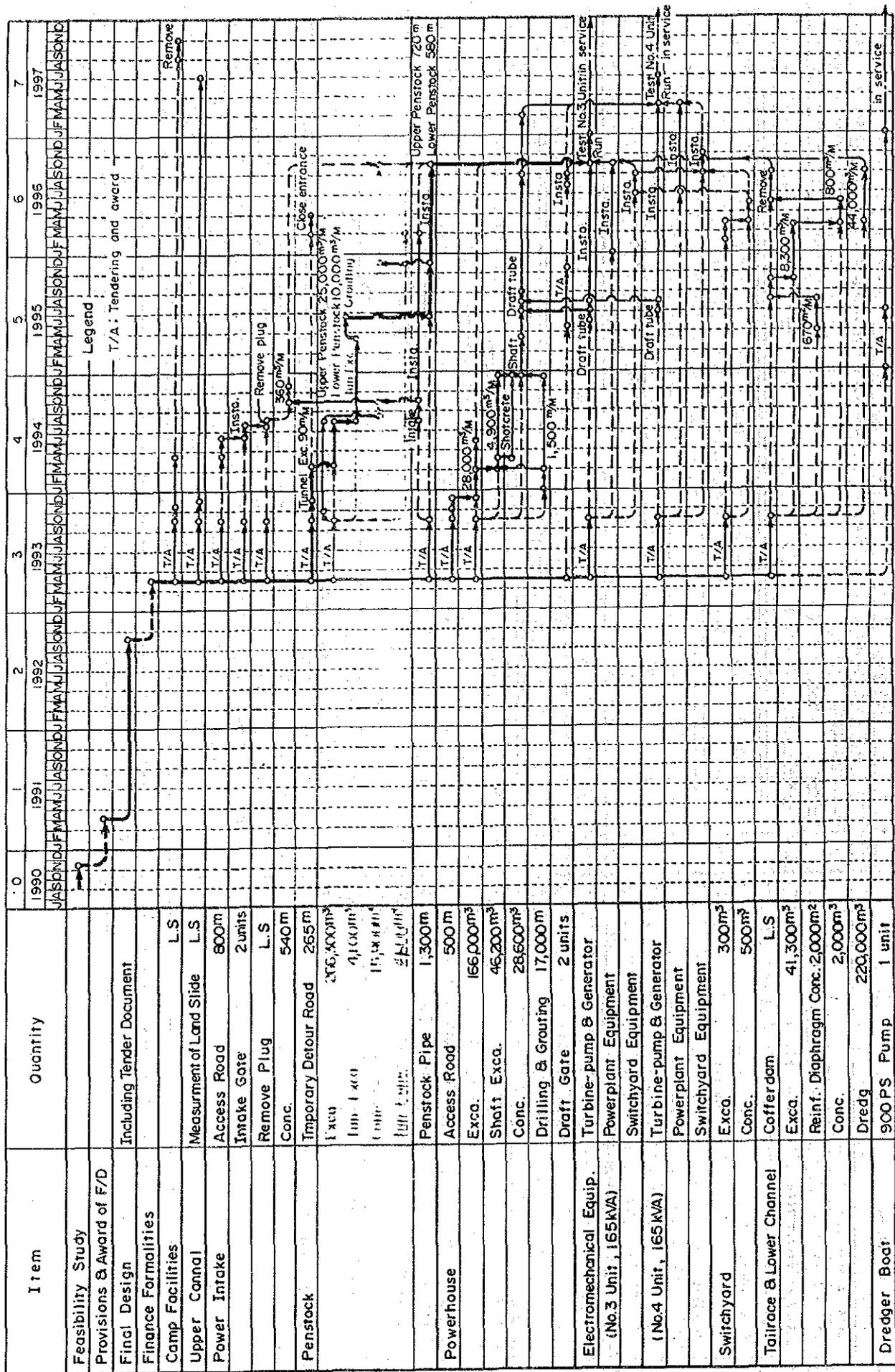


Fig. 11-4 Construction Schedule (Critical Path Method)

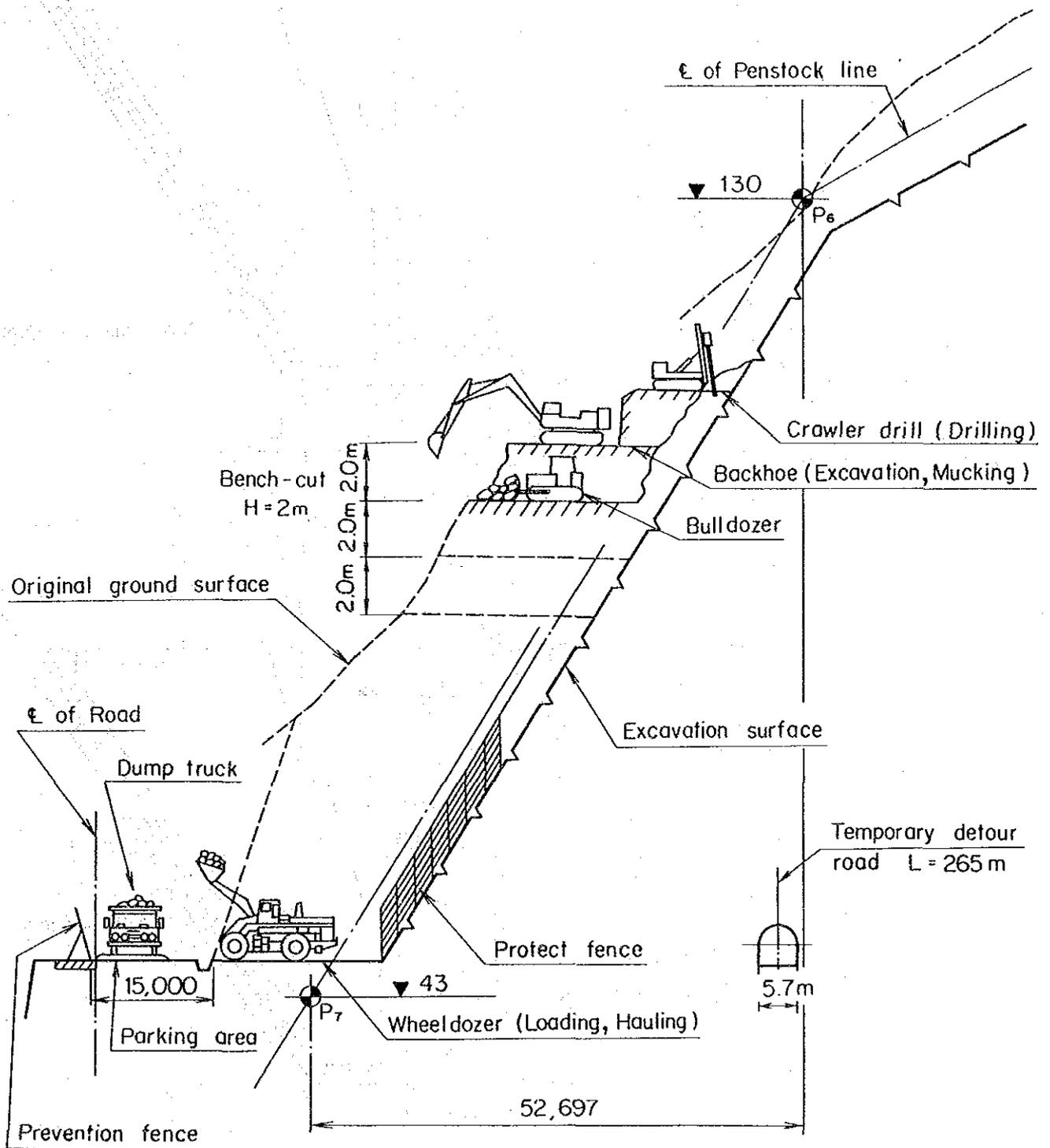


Fig. 11-5 Excavation in Lower Part of Penstock

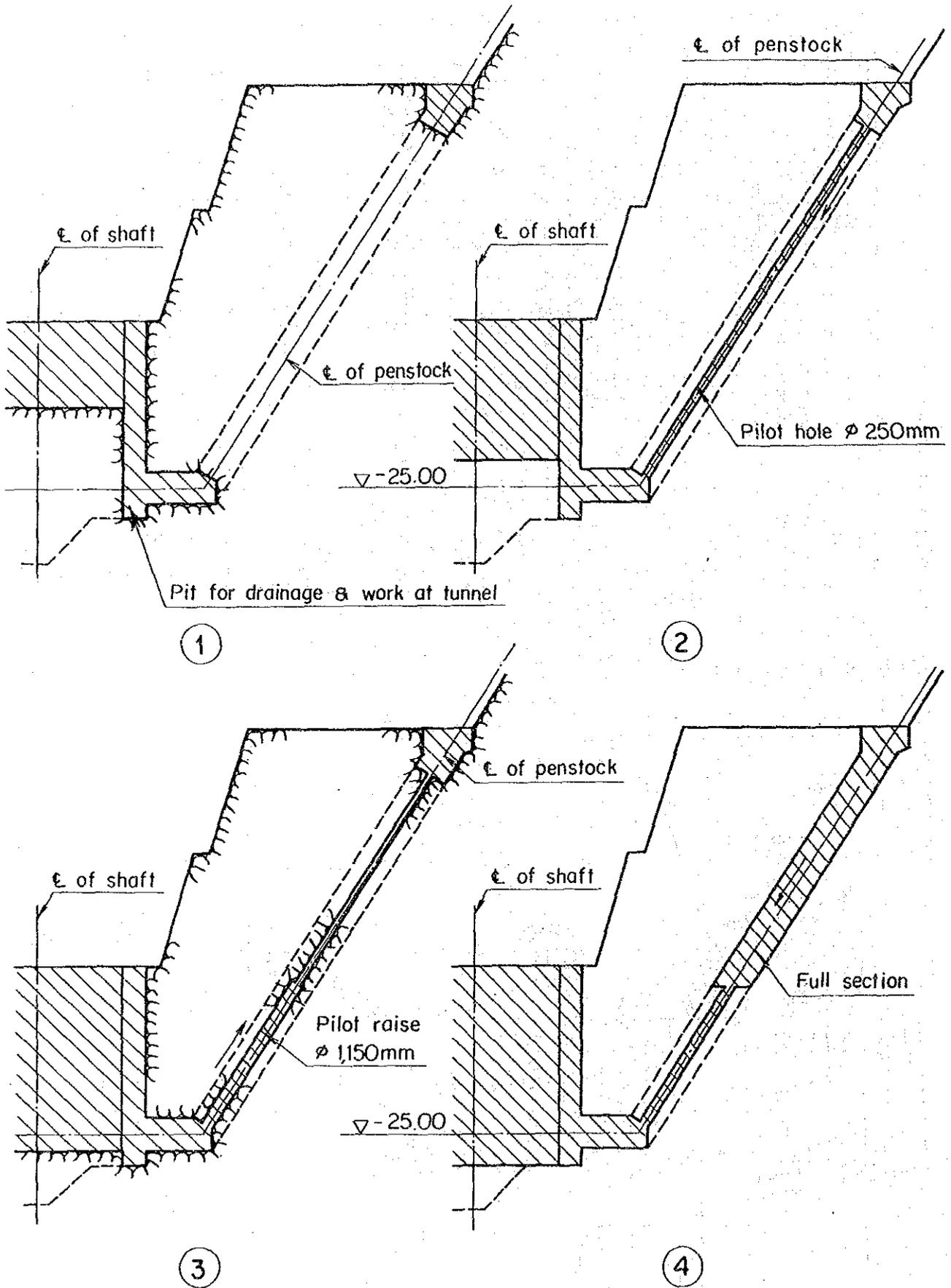


Fig. 11-6 Penstock Tunnel Excavation Sequences

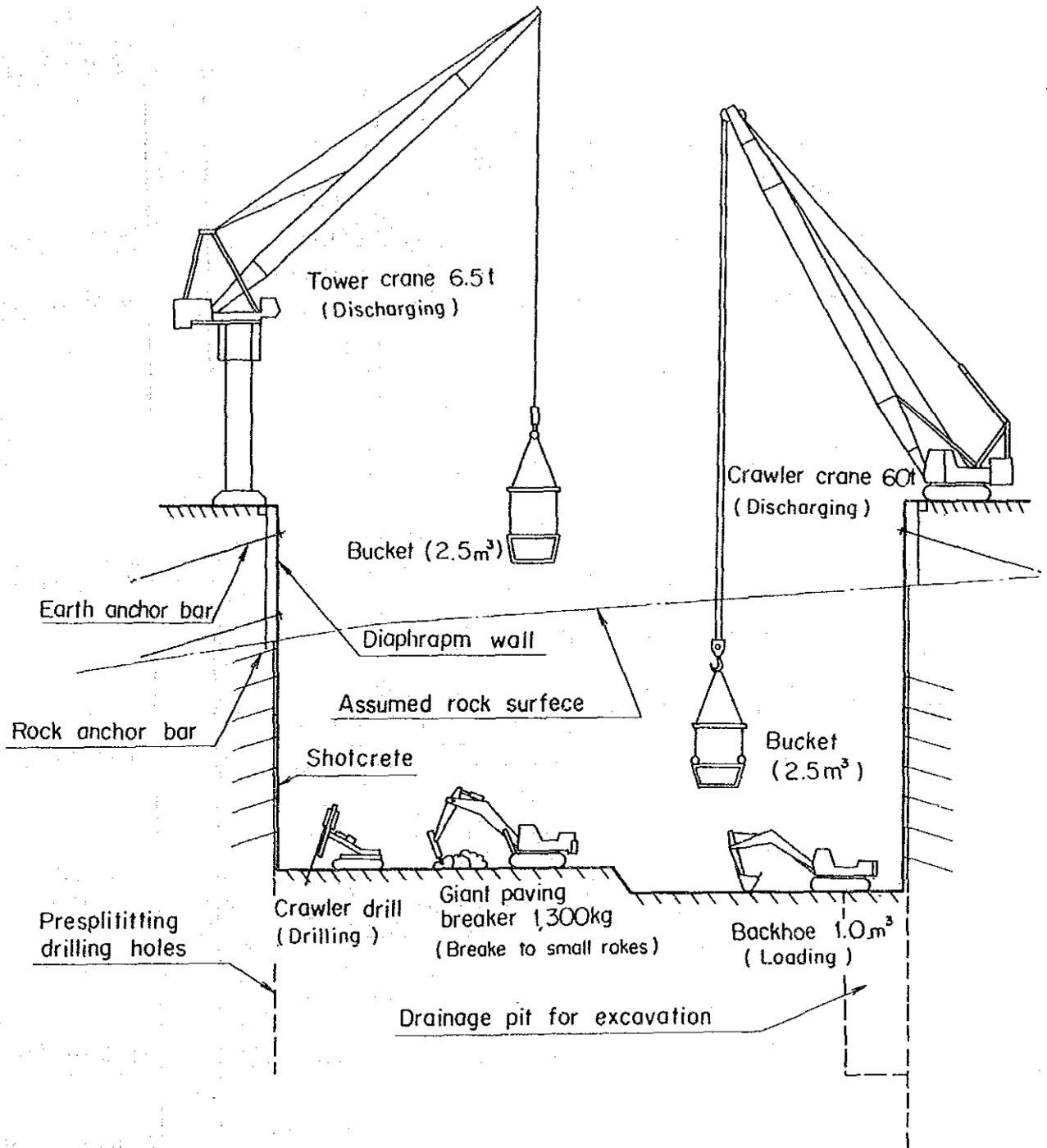
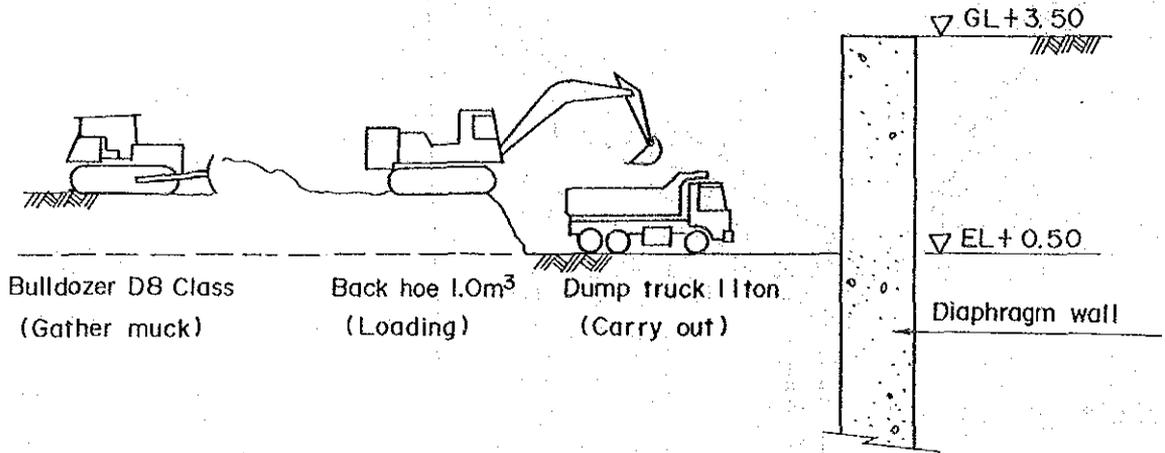


Fig. 11-7 Excavation of Powerhouse Shaft

① GL+3.50 ~ EL+0.50



② EL+0.50 ~ EL-4.50

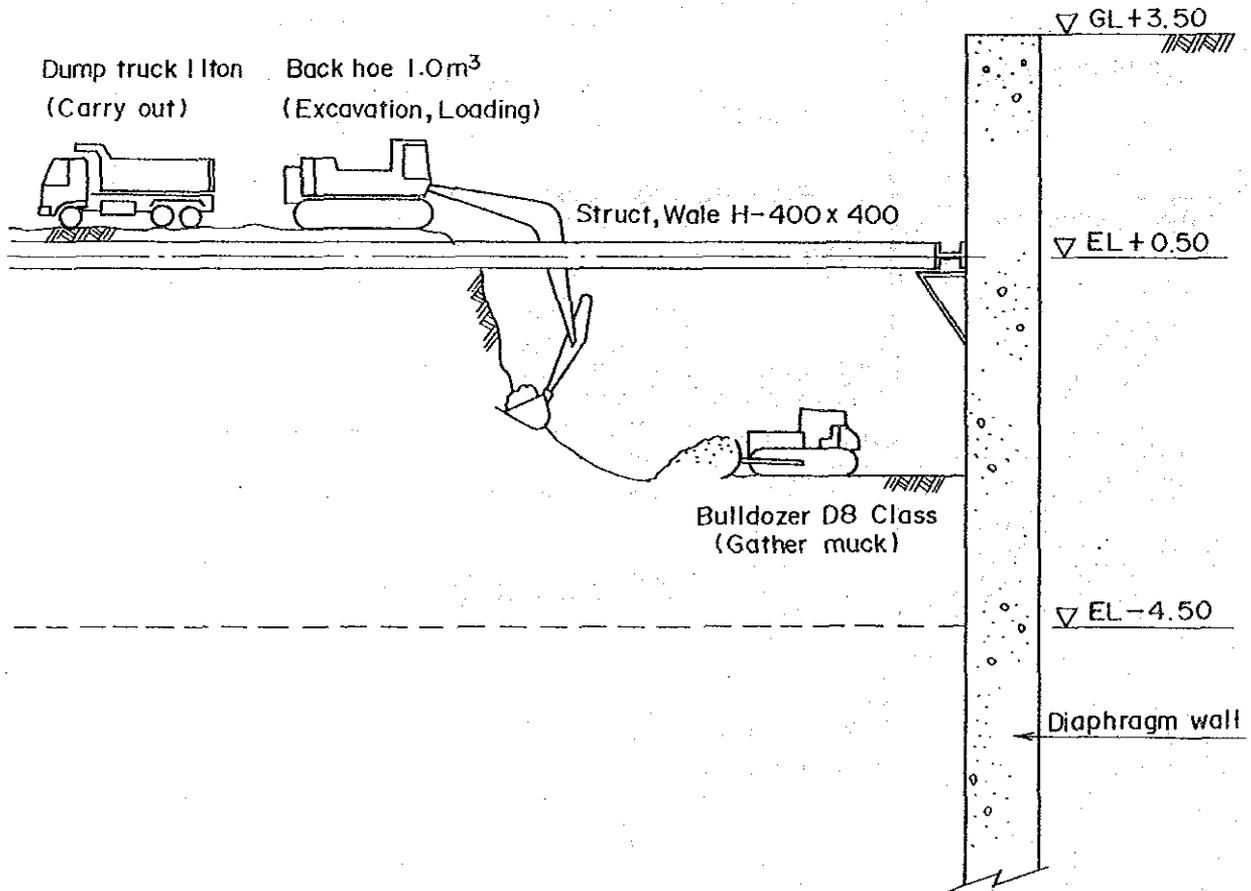


Fig. 11-8 (1) Tailrace Excavation

③ EL-4.50 ~ EL-7.50

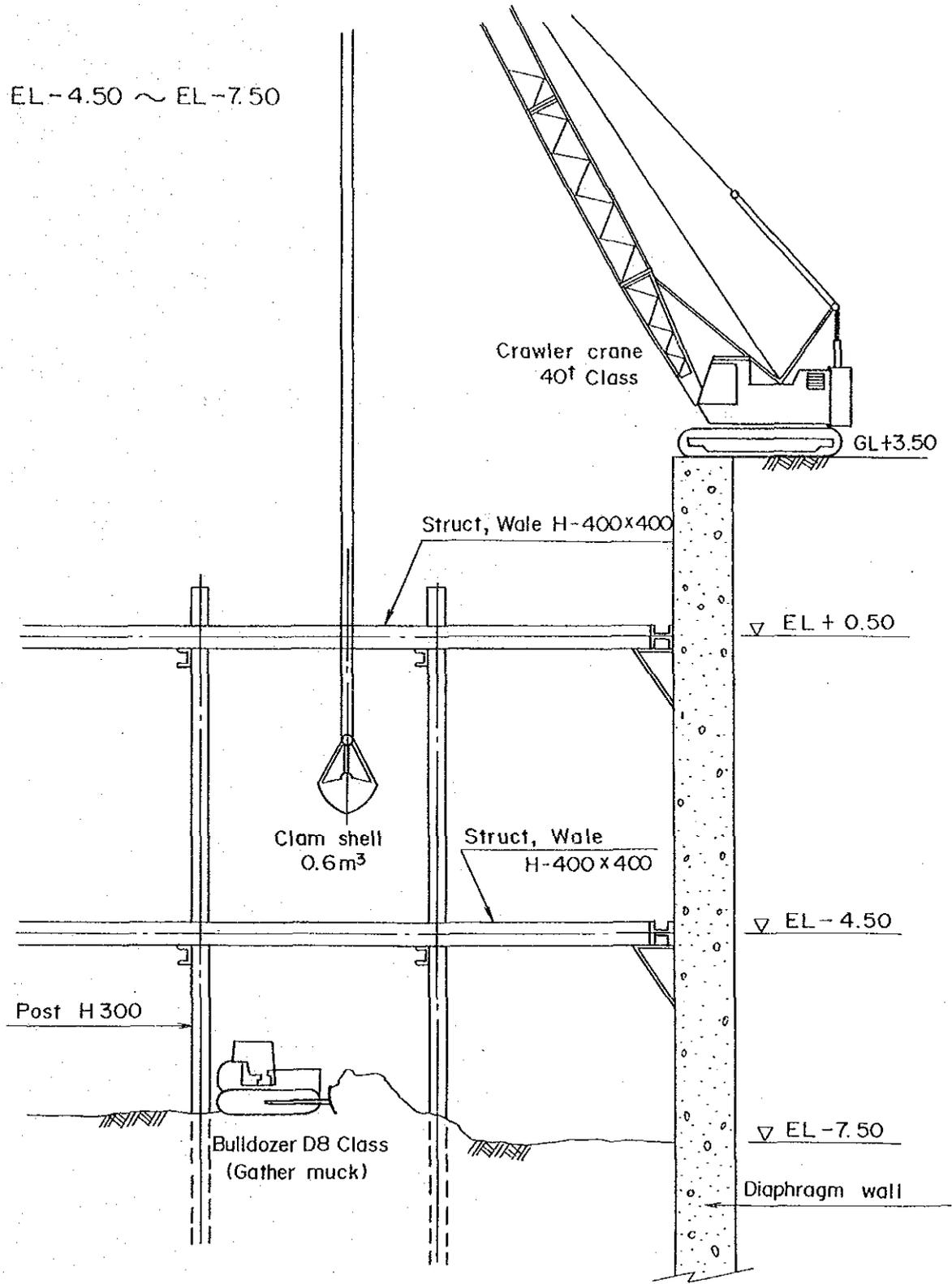


Fig. 11-8 (2) Tailrace Excavation



## 第 12 章 環境アセスメント



## 第12章 環境アセスメント

### 12.1 環境問題アセスメント (E. I. A.) の目的

本環境問題アセスメントの作業範囲は、次のように要約することができる。

- 一 第2期計画(150MW×2)実施の結果、現在の環境状況に付加される主たる影響の特定およびその内容叙述
- 一 建設期間中又は運転開始後におけるマイナスの影響を減らすために取るべき基本的対策

このように、目的は第2期計画によるマイナスの影響を減らすための緩和策の実行である。

本プロジェクトの主要な環境上の影響は、Laguna湖の水質汚染がCarilaya湖に移転することであるが、この点に関しては、既に第1期計画発電所の運転によってもたらされており、第2期計画の増設による影響は附随的なもので、この運転は二つの湖の間を往復する流量の変更に過ぎず、Carilaya湖の水位変動は従来と変わらない。従って、既設発電所の現状は、大きい環境上の問題が生じていないことから第2期計画によって著しい影響はないものと考えられる。

なお、建設期間中の主な影響対象となる国道の通行対策も迂回トンネルによって解決される。

上述のように第2期計画による環境問題に支障はないが、2次的な広義の面におけるKalayaan揚水発電所運転(第1期、第2期計画の計600MW)に関する環境への緩和策についても提案するものとする。

### 12.2 一般的アプローチ

#### 12.2.1 Kalayaan計画に関する環境状態

Kalayaan揚水発電所の影響範囲は広く、100万人近くが住む約15万ヘクタールと推定される(うち9万ヘクタールは、Laguna湖)面積を占める。この地域の基本的な環境問題は、Laguna湖の全集水地域内における集落・産業地帯および農業活動が引き起こすLaguna湖の汚染の増大である。この枠組みにおいて、Kalayaan揚水発電所の主たる環境問題は、Laguna湖からCaliraya湖への汚染の移転である。

Laguna湖の汚染を大幅に削減するためには、集水地域全体における全汚染源の総合

的抑制が必要であると思われるが、これは明らかに今回の検討の範囲外である。

これについては、Laguna湖開発公社（LLDA）がKalayaan計画とは別に中長期計画として検討を行っている。Kalayaan揚水発電所の運転によって発生する主な環境問題、即ちLaguna湖の汚染された水が元来は清浄なCaliraya湖の水に混入するという問題に対する解決策を試みるための、第一の目標は、Kalayaan揚水発電所による影響範囲を縮小して管理システムの下に置き、そこで効果的な水質回復のための方策を行うことであると思われる。

こうした管理システムを構築するための唯一の可能性は、Laguna湖の一部を堰き止めて、カラヤン揚水発電所の下池とし、これを利用して運転を行うことであると思われる。

この下池において、水質回復策をとることによって、Laguna湖とCaliraya湖で交流する水を浄化することができると思われる。

この方策を実施する前に、そのプラス・マイナス面を慎重に検討し、Laguna湖の一部の締切り全体の物理的、社会経済的環境にどのような結果をもたらすかを徹底的に調査する必要があることは言うまでもない。

第2期計画に関わる水質汚染以外の環境問題についても本章で論じるが、その重要性はCaliraya湖の水質汚染の問題に比べれば遥かに低い。

#### 12.2.2 現状および計画中の運転条件

第2期計画の実施に伴い、Kalayaanの発電放流量は現在の $120\text{m}^3/\text{s}$ から $240\text{m}^3/\text{s}$ に増加し、揚水量は約 $100\text{m}^3/\text{s}$ から $200\text{m}^3/\text{s}$ に増加することになる。

Caliraya、Lumot 両貯水池の有効貯水量は不変であるから週間の全交流水量は基本的に不変である。

揚水発電運転に対するCaliraya湖の影響は、適正な水理学的モデルを用いた検討が必要であるが、揚水量の影響をCaliraya湖の総貯水量（7,920万 $\text{m}^3$ ）と比較して考えてみると、恐らく6～8週間後には均衡に達するものと思われる。（1980年にEBASCOが行なった第1期計画のための単純な移動モデルによる検討では、4ヶ月後に均衡に達するとされていた。）

### 12.2.3 E. I. A.における優先順位

本調査において分析対象とすべき環境問題はいろいろあるものと思われるが、しかし、それらの全てが同じ重要性を持っているわけではなく、この調査の目的を達成するためには選別する必要がある。

原則として、検討は、Kalayaan揚水発電所の建設および運転に関わる一次的影響のみに限定するものとし、関連投資がもたらす副次的影響又は変化は考慮対象としない。

建設後のE. I. A.に関しては、既に触れたように、Caliraya湖の改善はLaguna湖において取られる措置と密接に関わっていることを考慮し、Laguna湖の水質の改善を優先して考えるものとする。

社会経済的影響も、多くの活動がLaguna湖又はCaliraya湖いずれかの水に関係しているため、極めて重要である。

騒音、発電所の安全、および物理的影響（美観を含む）については、簡単に論じることとする。その他の事項には大した注意を払う必要はないものと思われる。

建設期間中については、輸送および公共の便益を優先して考慮し、それに引き続いて、いくつかの社会経済的事項を考慮するものとする。

## 12.3 現在の環境条件

本節においては、現在の環境状況について説明し、第1期計画で既に発生している影響について検討するものとする。

### 12.3.1 物理的環境

この地域の物理的環境、即ち地理学、地質学、土壌学、および気候学的条件については、本報告書の第5、6章で既に述べた。

揚水発電所（第1期計画あるいは、第2期計画）によって発生する次のマイナス効果に触れる必要があると思われる。

- 土地や水の利用に対する制約。特に、発電所や水圧鉄管路のある地域。
- 土壌及び斜面の変化。特に、水圧鉄管路および発電所地域の表面を蔽う草木除去に伴う影響。
- 日々の水位変動によるCaliraya湖岸沿いの土壌侵食、およびこれに伴う貯水池中の堆積土の増加。
- Caliraya湖の沿岸全域の美観に対する影響。この点に関しては、当該地域がマニ

う近郊における最も人気の高いリゾート地であるため、重要視されるべきである。これ以外のマイナス効果の可能性について考えると、流速の増加による発電所地域のLaguna湖底侵食およびこれに伴う下流側の放水路や上流側の取水口における土砂の堆積の問題があげられるが、これは、既存のコンクリート擁壁、十分な水路幅、および周期的な浚渫作業によって抑えることができる。

### 12.3.2 水 質

#### (1) 監視および調査

Kalayaan計画の水質に対する影響を判定するために、第1期計画運開前およびその期間中に（1979年から1988年にかけて）、NAPOCOR環境担当によって、Laguna湖、Caliraya湖双方において監視活動が行なわれてきた。

7つの資料採取所がCaliraya湖に設けられ、CL1～CL7と命名された。このうち3つは取水口の近くに、残りはCaliraya貯水池沿いに点在している。Laguna湖には、2つの採取所（LL1及びLL2）が設けられた。前者は発電所放水路の近く、後者はそこから約200メートル離れたところに存在する。

資料の採取は、概ね三つの異なる水深で行なわれた。即ち、水面、中間の深さ、および水底である。そして次の指標について分析を行った。

- 温度
- 伝導性
- 浮遊固形物
- 溶存固形物
- PH
- アルカリ濃度
- 溶存酸素
- 塩化物
- アンモニウム
- 硝酸塩/チッ素化合物
- リン酸塩

NAPOCORの報告書には次のように述べられている。「前述の監視結果によると、第1期計画の運転によってLaguna湖の水質に大きな変化は生じなかったものと思わ

れる。しかし反対に、Caliraya湖では、水質に変化が生じている。(1989年9月刊 NAPOCOR報告書、「Kalayaan揚水発電所の運転と水質の動向」参照。)

1990年1月第1次現地調査期間中に現場水質調査が行なわれた。その結果は、Appendix 3 に添付されている。

## (2) コメント

NAPOCOR監視データの統計的分析は、今回の検討では行っていないが、しかし Caliraya湖に関するデータと放水路の近くで行った測定より判断して水質変化の範囲が広がっていることは明らかである。

上流側の取水口で、揚水直後に、Laguna湖と同じ水が見られることを考えると水質の変化は、試料採取の時間によって生じているものと思われる。これとは反対に、発電停止時には、貯水池の上流から来る、より清浄な水が存在しているものと思われる。いずれにしても、Laguna湖とCaliraya湖の水質指標の間には、少なくともCL3のステーションまでに関しては、明確な相関関係がある。又、他のステーションにおいてもピーク時には、明らかな相関関係がある。

この相関関係から判断すると、水の混合が、少なくともCaliraya貯水池の洪水吐までは完全に行なわれているものと思われ、Lumot貯水池からの導水路においても水の混合の影響が強いものと思われる。この水の混合の影響は貯水池の上流側へ行くと急速に減少している。

これらのデータは、1980年にEBASCOが示した簡単な方程式に基づく数学的な混合モデルの結果と一部矛盾するところがある。

Caliraya湖の濁度についても、上流側水路から湖の奥(CL7ステーション)まで明瞭である。水の透明度は、「Secchi Disk」による分析によれば10~15cmから湖の終結部に近づくとつれ、1.5m~2.0mにまで着実に高くなっている。

これより判断すると、Caliraya湖の汚濁度が基本的にはLaguna湖の揚水の影響によるものであることが明らかである。

最後に、全てのデータは、通常「C」クラス水質(漁業に適する)の基準に合致しているが、「A」クラス(人間の飲料に適する)には程遠いということを付言しておく。実際、Laguna湖は「C」クラス、Caliraya湖「B」クラス(内陸の淡水)に分類されている。

### 12.3.3 生物学的環境

#### (1) 湖の監視及び一般的特色

Laguna湖の生物学的環境に関しては、主としてこれまでのLLDA調査から情報を入手することができる。

Laguna湖には、総数約65種の藻類が繁茂しているが、そのうち重要なのは青緑藻と珪藻の2種類だけである。青緑藻は季節によって著しい成長を見せ（最も気温の高い季節）、珪藻は一年中繁茂する。

過去に微小包囊又は糸状体の青緑藻によって生じる密生した藻の開花が発生して、漁獲量が危機的状況に陥ったことがある。この現象は、次節で述べる理由により、近年は減少しているものと思われる。通常、Macrophyteというのは、浮遊、水中、および水陸境界付近に生息する水生植物を意味する。

浮遊水生植物は、熱帯では殆ど至るところに見られ、その急速な成長が水の利用者にとって妨げになる場合が多い。Laguna湖にはよく知られた「*Eichornia Crassipes*」又は(water liliun)がよく繁茂している。

*Eichornia*は、waterlattice(*Pista Stratiotes*)、waterfern(*Salvinia Cucullata*)といった他種の藻を伴うことが多く、これらはwater liliunと同じような繁殖能力を持っている。水中植物も急速な繁茂能力を持ち、水流によって容易に拡散する。より一般的な種類としては、*Hydrilla Verticellata*(florida elodea)、*Ceratophyllum demersum* (Coontail)、*Najas Graminea*(grassy naiad)などがある。

これらは、水深の浅いところや水路網に繁茂する傾向があり、時には水の流れを完全に妨げ、重大な支障をきたすことがある。水中および水陸境界上の水生植物は、Kalayaan揚水発電所とは全く相互関係がなく、ここでは大した重要性を持たない。

動物の生態に関しては、Caliraya湖には少なくとも15種の魚類がいると報告されており、Laguna湖の水中にはそれ以上が棲息しているものと思われる。

LLDAは、約31,000ヘクタールの総面積に対し、最高で年間2.9ton/haの漁獲高の可能性があると報告している。この件に関して本調査では統計的データは入手できなかったが、そのような漁獲高はあり得ないものと思われる。その理由としては、そのためには、非常に多量の、恐らくは同湖全体の生物学的均衡と両立しないほどの栄養素(窒素)が必要になることがあげられる。

NAPOCORは、Laguna湖に関する二つの生物学的調査を行なっている一つはSUCAT

火力発電所に関するものであり、もう一つはPILILLA火力発電所に関するものである。

両調査は、発電所付近の環境条件のみを考慮しているが、Laguna湖全体の生物学的条件はほぼ類似のものであり、従ってこれらの調査の結果は、Laguna湖東部およびKalayaan地区にも適用できると思われる。

上述の考察は、Manila University of Life が1988年に行なったLaguna湖およびその支流の水質調査の結論によっても確認することができる。(Laguna湖西部、中部、および東部の水質指数を参照。)

Caliraya湖について、生物学的環境(各種藻類、水生動植物、動物プランクトン、植物プランクトン、バクテリアなど)に関しては、観察は行なわれていない。いずれにしても、NAPOCORの環境専門家の意見に従えば、同湖の生物学的条件は安定しており、第1期計画の運転によって大きな変化は生じていないと推定できる。入手できた情報・データは本分析のためには十分なものであり、Laguna湖に現存する条件はCaliraya湖に完全に移転する(勿論これは、Caliraya湖が同じように反応するという意味ではない)と考えられる。

## (2) 生態学的基本考察

青緑藻もMacrophyteも、近年は減少しているように思われる。NAPOCORの報告にあるように、Water Liliunは発電所運転に対して支障にはなっていないものと思われる。この現象は慎重に調べる必要がある。というのは、それがLaguna湖の生態学的均衡に影響をおよぼす制約要素であるからである。

未確認の漁業関係者の言明によれば、漁獲高がここ何年か減少しているということである。これらの関係者は、有毒物質の拡散はKalayaan発電所のせいであると非難している(その確証はない)、一方では以前に、同湖の塩分の減少、ひいては魚類の棲息を危うくしているのはLaguna湖の出口にあるNapindan水門のせいであると非難していたことがある。(これは、一部当たっていた。)恐らく実際には、この現象は、いくつかの要因によるものであると思われる。即ち、次の要因であろう。

一 漁民の操業による窒素の除去

一 除草剤が農業排水から同湖へ流入する可能性(湖岸の稲作は特に危険)

一 水の汚濁度の増大と、これに伴う光合成活動の減少

- 湖の一部に生じている富栄養化レベルの溶存酸素の減少。
- 産業汚染から生じ、水生動植物の浸透調節に影響を与える、重金属及び無機塩の濃度増加の可能性

これ以外に、他のマイナーな要素の生じている可能性もあり、「Liebigの最低限の法則」（有機体は、その生態学的必要物連鎖における最も弱い結合ほどの強さしか持たない。）に従えば、そうした要素は生物相の均衡に対して決定的な影響を持ち得るものと思われる。

しかしながら、現在の状況は致命的なものというわけではなく、Laguna湖は力強い生態学的活動を示している。実際のところ、湖水の濁度や浅さにも拘らず、溶存酸素(D.O.)は生態系の進化にとってまだ十分であり、鉛直方向におよび水平方向の水理的な交換機能が良く働いていることを示すものと思われる。

これは恐らく、波の動きを引き起こすと共に、水面の冷却効果をももたらし、ひいては鉛直方向の流れと最下層の湖水への酸素の伝播を生じさせる酸素を多く含有した風の作用によるものであると思われる。

有機物が多量に存在していることから考えて、水の汚濁の原因は、浮遊固形物のためばかりでなく、通常底生生物（湖底に付着したり、とどまったり、又は湖底堆積の中に住んでいる生物）に堆積する有機鉍物の沈殿物のためであることは確実である。この堆積物は、富栄養化地帯になり、全体の陸水学的均衡を変化させることもあり得る。

#### 12.3.4 社会経済的環境

Kalayaanの社会経済的環境としては、主として次の共同社会があげられる。

- 漁業組合：現在および将来にわたり、湖に関係した経済活動の大部分が現在漁業をベースにしているという状況の中で、最も重要な共同社会を意味する
- 農民社会：特に、発電所近辺に住む農民および稲作農民。
- その他：直接・間接にCaliraya湖の観光開発に頼って生活している全ての人々。

社会経済環境の重要性を認識するために、Laguna湖地域は54の町村と6つの都市を包括し、約850万人の総人口をかかえている（うち140万人は、28の湖岸町村に住んでいると推定される）ことに言及しておく必要がある。Kalayaan計画に関わる環境問題をSanta CruzからMabitaに至る道路沿いおよびCaliraya湖の周囲に散在する共同

社会に限定しても、少なくとも13の町村及びSanto Cruz市自体がこれに含まれることになる。この、総人口は確実に50万～100万人にのぼりKalayaan計画に何等かのかかわりをもって生活しているのはその中の一部であるとしても、その人口は何万人のオーダーとなる。

1983年に、フィリピン政府が淡水漁業に10億ペソを投じ、10万人の雇用機会を創出した（LLDA情報）ことを考えれば、漁業の重要性はよく理解できる。

## 12.4 予想される第2期計画の環境問題

### 12.4.1 水 質

#### (1) 建設期間中のE. I.

建設工事に伴う主要な影響は一時的なものであるが、通常は、建設現場の土地の侵食の増大および、その結果としての下流域における堆積土の増加があげられる。

土地侵食を最小限に抑えるための単純な緩和策は、一般的に次の様なものである。

- 草木を伐採する地域を制限する
- 草木を伐採した状態で放置する期間を制限する
- 湖水への流入する土砂を溜めるための沈殿池をつくる
- 上流側の流れを他に逸らす（今回のケースでは殆ど適用不可）

#### (2) 運転開始後のE. I.

発電所運転開始後、特に発電所建屋地域の掘削法面および新しい水圧鉄管路沿いにおいて、軽い土壌侵食影響は続くと思われる。簡単な緩和策として、表面に繁茂する常緑植物をできるだけ保存するという方法を取ることができるとと思われる。

第2期計画の運転は、既に触れたようにLaguna湖とCaliraya湖間の湖水の混合率を高めるが、今回の調査では、これに関連する生態系の相互作用を正確に予測することは不可能である。

これらについての信頼性のある予測は、モデルを構築した検討によってのみ可能であるが、この手法は広く行なわれており、比較的低コストで行う事ができる。第2期計画開始前、いくつかのモデルを用いた予測について、その簡単な内容を次に説明する。

発電所運転によって水関係の影響を受けるとと思われる項目について、次に述べる。

- 継続的な水位の変動による湖岸の侵食、および取水口・放水路における流速の増加による土地侵食効果をもたらす、堆積土量の増加（特にCaliraya湖）
  - 浮遊・溶存固形物による水の濁度の増加
  - 水路付近の表面水温の変化（これは、底層部の水との循環を促進するので、ブラス効果になり得ると思われる。）
  - 一般的な、DO、PH、窒素、リン等の水質指標の変化
- 堆積土および水の濁度は、その陸水学的均衡に影響があり、大きな重要性を持つと考えられるので、注意深く観察する必要があると思われる。

#### 12.4.2 水生動植物の生態

自然界の水生動植物の生態系は大変に複雑であり、水質指標の変化によって引き起こされ得る生物学的均衡の変化を予測することは非常に難しいが、特にその新しい水質指数が分からない場合においては尚更である。従って以下の考察は、単なる基本的ガイドラインと考えておくべきである。

水質データについては、適正な生態学的モデルの適用および両湖の継続的な監視によって、より正確な値が得られるものと思われる。

##### (1) 建設期間中のE.I.

建設期間中の水生生物相に対して予想される環境問題は、主として水の濁度の増加に関係したものである。

発電所の近辺では、濁度が高いために光合成が著しく妨げられ、これが独特の富栄養化につながり、それによって藻の開花と魚の死を招く恐れがある。

湖岸沿いの水生植物も濁度の高さ故影響を受け、一部は死滅し、これが付着魚卵に悪影響を与え、魚の棲息量を更に減少させる結果になると思われる。

しかしいずれにしても、これらの影響は建設期間中および発電所のごく近辺に限定されるものであり、湖に対して恒常的な影響は残さないであろう。

##### (2) 運転開始後のE.I.

上述のとおり、第2期計画の影響は、湖水の混入率の増大をもたらし、Caliraya湖をLaguna湖と同水準の汚染度にしてしまうことと思われる。

Caliraya湖がLaguna湖と同じ陸水学的反応を示すことはないとしても、両湖で似

たような現象が時を遅えて起こる可能性がある。

特に栄養素（窒素及びリン）の増加のため貯水池の中の水が浅くて交流が限られている部分で富栄養化域が出現する可能性がある。

この現象は、既にLaguna湖で生じているように、藻（青緑藻及び緑藻）の成長や最夏季における藻の開花や、macrophyte（water liliuその他の種類）の群の出現をも促すことになると思われる。

しかし、現在までのところ、第1期計画の運転によって、Caliraya湖での藻の開花や異常なmacrophyteの成長は予測に反して見られていない。

実際、Laguna湖と違って、Caliraya湖では、温度の階層によって鉛直方向の対流が確保されるものと思われる。それでも、湖の水深が深い箇所では、温度と酸素の急速な変化を特徴とし、底層部への酸素の移動を著しく減じる、中間的な温度の階層の変異域ゾーンの形成が起こることがあり得ると思われる。

一方、浮遊固形物量の増加は、酸素欠乏のために腐敗し、湖底の泥土や底生動物の死骸を増加させ、現在の知識では予測できない結果をもたらすものと思われる。

魚類に関して述べると、いくつかの種類（tilapiaなど）は雑食性であるため、条件の変化に容易に対応することが可能である。栄養素の集中度が増加すると、少なくとも最初の期間はそれに対応した魚の量が増加し、その後しばらくして汚濁のマイナス影響によって魚の量の減少の傾向を生む可能性がある。

生態学的条件の変化に対するCaliraya湖の反応は、集水地域の水文学的条件の複雑さや湖自体の水深の変化を状況から予測をするので、容易ではない。従って、第2期計画開始前に、信頼できる生態学的モデルを適用して予測することが重要である。

#### 12.4.3 社会経済的環境

社会経済的影響の分析としては、通常、物理的、社会的、経済的、および美観的環境の問題を取り上げる。

一般的に言って、第2期計画の実施による社会経済的環境に対するマイナス効果は、第1期計画の存在およびその長期にわたって運転されてきたことを考えると、極く僅かなものになると思われる。

いずれにしても、これらの影響は、主としてCaliraya湖水の条件の変化に関係した

ものであり、もし適正な緩和策が取られ、水質の一層の悪化が避けられるなら、無視できる程度のものであると思われる。

それどころか、特に建設期間中における雇用機会の創出や関連事業の開発の増大のために、このプロジェクトの近隣社会に対するメリットの方が顕著になる可能性もある。

#### (1) 物理的環境

建設期間中において、より重要な問題は、掘削土の処分や建設資材に必要な輸送の問題ということになる。

既存の土捨場がまだ利用でき、当プロジェクトにとって適しているならば、これを利用することが望ましい。いずれにしても、廃棄場所が通常为社会・経済活動を妨げないようにしなければならない。また、工事終了後には、それらを別目的で再利用することが考えられる。

建設前に検討すべきもう一つの重要な点は、建設工事に伴う作業員と地元住民各々に対するリスクである。このリスク要因を考慮し、効果的な対策を講じる必要があると思われる。

恒常的な物理的マイナス効果として、水圧鉄管路沿いの地表植物の一部除去に伴う土地の侵食の増加にも触れておく必要がある。

発電所建屋や水圧鉄管路地域は既に入手済であり、他の経済的利用には不適であることが確実であるので、土地利用に対する悪影響はないものと思われる。

#### (2) 社会的環境

建設段階において、重量トラックの走行、道路妨害、建設資材の廃棄、等々に伴ってKalayaan地区周辺の住民に対して少々社会的影響が出るものと思われる。

漁師も水の濁度の増加によって影響を受けられると思われるが、最大の影響は発電所にごく近い周辺に限られ、発電所により近い淡水漁業の一部が影響を受けるだけのことになるであろう。

漁業組合は、既に魚の死滅が発電所のためであるとして非難をしており、従って、発電能力の倍増は魚の死滅の倍増につながると推測されると思われるため、彼らの第2期計画実施に対する反対行動はある程度考えられる。

従って、発電所の目的を説明したり、発電所の運転によってLaguna湖の動物の生態に悪影響は考えられない理由を説明するための漁師に対する強力な情報キャンペーン

ーンを是非行うべきであると思われる。

LLDAは、この問題には十分手慣れ、よく承知もしており、このキャンペーンに対して役立つ助言や援助を提供してくれるものと思われる。

発電所運転開始後は、湖水の透明度が落ちることが予想され、また一般的に湖水条件が悪化するため、Caliraya湖周辺の観光業者にマイナスの社会的効果が及ぶことが考えられる。

実際のところ、湖の美観および湖岸沿いに存在するいくつかのリゾート地の観光的魅力は、その水質、特にその透明度に密接に依存している。スポーツ・フィッシングや水上スキーにも影響が出、地元業者に経済的悪影響をもたらす可能性がある。

工事期間中における、国道に代わる一車線の迂回道路トンネルの利用は、Lumban-Kalayaan道路の交通にある程度の支障をきたす可能性がある。

一方、この地域におけるこうした巨額投資による好影響は明らかであり、この効果は非常に顕著なものになる可能性がある。

例え数は限られるとしても、直接間接の雇用機会が生じ、新たな経済基盤が生まれ、同時に、保健、社会福祉、教育、レジャー関係のサービスが向上し、また公共輸送機関が発達し、地価が上昇すると思われる。

この新規投資はまた、新たな人口の流入傾向を招き、それによる影響には対策が必要であると思われる。

### (3) 美観的環境

既に触れたように、最も重要な美観的マイナス効果は、Caliraya湖水の透明度の低下に関係したものであり、その結果はすでに述べた通りである。

景観は、既設の水圧鉄管によって、特に国道と交じわっている部分において、既にある程度影響を受けている。

この観点からすれば、新しい水圧鉄管は、現状の美観的環境に対してに大きな変化は生じさせないものと思われる。

発電所建屋の位置とデザインは、湖上から見るにしる、陸上から見るにしる、美観上最小限の支障にしかならないと思われる。

### (4) 騒音及び振動

発電所の運転により生じる騒音は、第2期計画建設後でも、引き続き発電所構内に封じ込められ、一般に対する影響はでないと思われる。