

4.1 設計方針

本設計は、システムの信頼性と拡張性を確保し、ユーザーの利便性を高めることを目的とする。また、セキュリティ対策を徹底し、データの漏洩や改ざんを防止する。さらに、システムの運用コストを削減し、メンテナンスの容易さを確保する。

第 4 章 基本設計

本設計は、システムの基本設計を示す。まず、システムの構成要素を整理し、各要素の役割と相互関係を明確にする。次に、データのフローと処理の流れを詳細に説明し、システムの動作メカニズムを明らかにする。

また、システムの性能要件と品質要件を定義し、設計の検証と評価の方法を定める。さらに、システムのセキュリティ要件を明確にし、対策の具体的な内容を説明する。最後に、システムの運用と保守に関する事項を記載し、システムの長期的な安定稼働を確保する。

本設計は、システムの開発と実装の指針となる。開発者は、本設計に基づき、システムの各コンポーネントを開発し、統合してシステムを構築する。また、運用者は、本設計に基づき、システムの運用と保守を行う。

本設計は、システムの基本設計を示す。まず、システムの構成要素を整理し、各要素の役割と相互関係を明確にする。次に、データのフローと処理の流れを詳細に説明し、システムの動作メカニズムを明らかにする。

また、システムの性能要件と品質要件を定義し、設計の検証と評価の方法を定める。さらに、システムのセキュリティ要件を明確にし、対策の具体的な内容を説明する。最後に、システムの運用と保守に関する事項を記載し、システムの長期的な安定稼働を確保する。

本設計は、システムの開発と実装の指針となる。開発者は、本設計に基づき、システムの各コンポーネントを開発し、統合してシステムを構築する。また、運用者は、本設計に基づき、システムの運用と保守を行う。

第4章 基本設計 (章末添付図面参照)

4.1 気象条件

この地方の気象は、乾期(1~5月)と雨期(6~12月)がはっきりしており、年間降雨量は、年平均1,600mmである。気温は、年平均27.1℃で、最高気温は37.4℃、最低気温は、20.9℃である。湿度は、平均84%である。

最大風速は、約24m/sec程度であり、1968年11月に台風があったが、直撃の台風は何10年に1回あるかないかという地域である。

一方、年間雷雨日数(IKL)はデータがなく不明であるが、5月の雨期の入りぎわに約7日位あること、Cebu島の記録が35日であることから30日程度と推定する。また地震については、20年以上経験したことがないとのことである。

従って、ダムの設計震度としては0.12を採った。

又、送電線の設計条件として下記の値を用いる。

最高温度	40℃
平均温度	30℃
最低温度	10℃
平均湿度	84%
最大風速	40m/sec
地震系数(水平)	0.26

4.2 土木構造物

4.2.1 ダム

ダム型式は次の理由により(直線)重力式コンクリートダムにした。

- 1) 基礎地盤はCH級の花崗内緑岩で、堤体の支持、滑動、透水に対して十分な安全性があり、また強風化層も右岸上部表面を除き殆ど認められず、基礎処理は右岸部を除き必要がない。地形も狭隘でコンクリートダム特にアーチダムに好適である。

ロ) アーチコンクリートダムは、施工性、セメント品質、流出土砂、洪水処理等の面から判断して、除外した。但し、セミアーチダムは今後の研究課題としたい。

ハ) フィルタイプダムとする場合、近接地にコア材の量、質の確保が困難である。また、洪水吐は右岸に設置することとなるが、地形、地質から土工量が増加し、経済的に不利である。

ダム位置は、河床巾が狭く、施工上多少の問題はあるが、工事数量が最も少ない地点を選定した。選定した位置は峡谷部から扇状地に移る地点から、約1,400m上流で河床勾配が1/35から1/20に移行する地点である。

ダム地点の計画洪水量 510 m^3 /sec は、地形の許す限りダム頂の全面で越流させることとする。

越流部には全長に亘り、高さ 3.7m の自動倒伏式のラバーダムを設け、有効落差の増加をはかることとした。ラバーダムは、その上面よりの越流水深が設定値以上のときに自動的に倒伏し、起立はモーターにより、ラバーダム内に注気することによりおこなう。

尚、土砂吐門扉は設置しないこととした。

堤体の基準型状は、上流面は1:0.2、下流面は1:0.8の勾配とした。又、設計水平震度は、0.12とした。非越流部標高は計画洪水位+2.30m (標高192.0m)とした。ダム下流の両岸は、堅硬な花崗内緑岩の露頭が続き、特に護岸の必要はないが、高さ 6.0m の副ダムを設け、越流水の流速緩和をおこない、安定性の一層の向上をはかった。

ダム地点より上流側の河床には厚さ3~4mの巨礫を含む堆砂層が認められるが、流域内に大きな崩壊地はなく流出土砂量は1年間に約100,000 m^3 と推定、計画堆砂位を標高179.0mとした。

調整池の利用水深は、ラバーダムによる嵩上げ3.7mを含み5.5mであり、調整可能容量は約40万 m^3 である。

4.2.2 取水口

導水路を右岸に、トンネルとして計画したため、導水路の延長を最短距離とすることの他、堤体に取り付けることによる工事の複雑さをさけるために、ダム地点より上流約100mの地点に独立して設置した。

取水口の付属設備は、柵場、柵間隔30cmの小浮遊物除去用スクリーン、および制水用ゲートである。

制水用ゲートは遠隔操作による電動式とした。

取水敷標高はダム Crest のラバーダムが倒伏した状態においても、調整発電が可能の高さとした。

4.2.3 導水路

取水口と水槽との間の導水路計画にトンネル案と開削案とがある。

① トンネル案

全長1,277mのうち1,102mを断面4.0m×4.0mのトンネルとする案である。トンネルはダム工事用通路として利用するとともに、全断面を水路とし利用する。通路として使用しない区間175.0mの断面は通水量により2.0m×2.0mと決定した。

全長の70%は無巻、30%はモルタル吹付、またはコンクリート巻立とした。

トンネル上・下流端の作業坑は、それぞれの坑口に制水ゲートを設備した。

断水時に、トンネル内の点検、管理および、ダム地点への連絡通路として利用する。

② 開削案

全長1,400mを開削により水路敷を造成し、工事用通路として利用する。ダム工事完了後に内径1,50mのFRPM管による導水路とする。管はすべて、埋戻し、土砂により保護し、上部を通路とする。

表4-1導水路の比較に示すとおり、開削案はトンネル案に比し、工事費増と、損失水頭増による電力量減を生じ、経済的に不利となるため、トンネル案にした。

表4-1 水路の比較

		① トンネル案	② 開削案
構造		巾4m 高さ4m のトンネル 工事中は仮設用道路とし利用 する。 上下流端作業坑々口にゲート を設け、断水時に監理用通路 とする。	水路敷巾：6.0m FRPP管径：1.5m 管据付后土砂により埋戻 し、上部を通路とする。
水路延長	m	(作業坑を含む) 1,500	1,400
掘削	m ³	22,500	119,000
摩擦損失水路	m	$0.0084 \times Q^2$ Q=4.5m ³ /sec のとき 0.20	$0.2908 \times Q^2$ Q=4.5m ³ /sec のとき 5.90m
有効落差	m	101.3	95.6
発電電力量 (トンネル案参照)	Kwh	20,510	$20,510 \times \frac{95.6}{101.3} = 19,360$
直接工事費	千円	313千円/m 472,800	378千円/m 529,200
導水路直接工事費 発電電力量	円/ Kwh	23.2	27.3
管理用道路		ダム地点に到る通路は、断水 時にはトンネルを利用できる が、発電所運転中に利用でき る道路はない。	水路上を通路として利用で きる。

トンネル案のルート内地質は、中間作業坑から上流部は花崗内緑岩、下流側は
変火山岩類の中の玄武岩熔岩を主体として何れも堅硬な地質である。中間作業坑
付近の地表部は一部に強風化帯が認められ、またトンネル下流端付近において行
なったボーリングの結果によると、約4mの土被厚があり、基礎地盤は極めて良
好でトンネルよりの漏水のおそれは少ないと認められるが安全のため一部はコン
クリート吹付により補強する設計とした。

トンネル掘削長の内訳はつぎのとおりである。

断面	導水トンネル	仮設道路	摘要
4.0m×4.0m	1,102.0m	220.0m	下放 70m 上放 150m
2.0m×2.0m	175.0m	—	導水線のみと して使用
計	1,277.0m	220.0m	

4.2.4 調圧水槽

導水路と水圧管路との接続点が調圧水槽位置であるが、この地点は強風化層が4m以上となり、水槽基礎を着岩させ、また構造を簡易にするため、水槽部は良質の基礎地盤まで掘削をおこない鋼管を掘削法面に設置する方式の単動調圧水槽とした。内径4.00mとし、負荷急断時の水位上昇は3.0mである。

4.2.5 水圧管路

水圧管路は山岳地より扇状地に移行する右岸で、地山勾配が約30°のなだらかな傾斜地に設定した。この地点は全般に強風化の土被り層が2～4mの厚さである。管体として鋼管を使用する場合は、固定台、小支台と支持地盤まで掘削するため、土工量の増加が避けられない。このため、管体として内径1.35mのFRPM管を使用し、全長216.0mに亘り埋設することとした。埋戻土が流失のおそれのある部分は、張芝または石張りにより保護することにした。

4.2.6 発電所

発電所地点の堆積砂礫層の厚さは約4.0mである。

基礎部を全面的に直接岩盤に着床させるため、建屋の一部は、山腹傾斜地を掘削する位置に選定した。

横軸フランシス水車を採用し、水車、発電機床面標高85.80mに対し洪水位は92.0mである。このため、基礎周壁は、水密、耐水圧のR、C構造とし、付属操作盤等は標高94.2mの2階部分に設置した。

機器室の平面積136.0m²、2階部分の平面積59.5m²である。

発電所への取付道路の高さは92.0mで、重量機器の搬入は機器室の屋根（標高94.2m）に設ける搬入孔よりおこなう。搬入孔には着脱式のカバーを取付けた。

機器室内の機器の移動は、最大吊上荷重12.0tの走行型簡易クレーンによりおこなう。

屋外開閉所は、水圧管路右岸側に、発電所に近接して設ける。開閉所の敷地面積は約200㎡である。

4.2.7 放水路

放水路は堆積砂礫層を掘削し、最短距離でTaulang川に到るルートを設定した。敷巾2.20m、壁勾配1:0.5とし、壁面は洪水位まで石積により崩壊を防止するが、敷面は掘放しとした。また、放水路とTaulang川との合流点より上流の、Taulang川右岸も、石積により補強した。

放水路敷勾配は1/1,000とし、現Taulang川河床の一部の低下工事を含み、有効落差の増加をはかった。

4.3 電気設備

4.3.1 水車発電機の型式および台数

A) 水車

本水力発電所は調整池水路式発電所で最大出力時有効落差は101.3m、最大使用水量は4.5㎡/secである。

図4-1は小水力用として設定した水車選定図より横軸フランシス水車とした。堅軸水車についても検討したが、スペースが若干狭く基礎掘削量が多量減少するも、発電所基礎コンクリート構造及び建屋構造が複雑で、結局土木工事費が増大し、また据付工程が長引き、運転保守も容易でなく、水車効率が僅かに良くなる利点を考慮しても堅軸水車より横軸水車が有利であると判断した。

なお、水質検査では、水車に大きく影響を与えるような結果は出ていない。水車効率曲線は図4-2の通りである。水車台数は原則として日調整運転を行うものであるから1台とした。

水車の概要

形 式：	横軸フランス水車
有効落差：	101.3m
最大使用水量：	4.5 m ³ /sec
定格出力：	4,000KW
定格回転速度：	720rpm
比速度：	142m-kw
入口弁：	蝶形弁
制御方法：	電気

B) 発電機

水車に直結する発電機は、単独運転の必要性があり、系統の周波数および電圧の調整を行なうので、横軸三相交流同期発電機とし、冷却方式は風冷式とした。定格力率は、Rio Tuba鉱山の実際の負荷力率、既設ディーゼル発電機の定格力率などより0.81とした。

励磁方式は、ブラシレス方式としてメンテナンスフリー化を目指した。

発電機の概要

形 式：	横軸三相交流同期発電機
定格出力：	4,700kVA
定格電圧：	4.16KV
定格力率：	0.81
定格周波数：	60Hz
定格回転速度：	720rpm
励磁方式：	ブラシレス方式

4.3.2 主要変圧器

主要変圧器は、屋外用三相油入自冷形とし一次は三角結線、二次は星形結線、中性点抵抗接地とした。一次側は発電機電圧に、二次側は送電電圧に合わせた。

変圧器の概要

形 式：	屋外用三相油入自冷変圧器
------	--------------

定格容量：	4,700KVA
定格電圧：	4.16/34.5±5%KV
定格周波数：	60Hz

4.3.3 開閉機器

しゃ断器は、発電機側4.16KVおよび送電線側34.5KVともに真空しゃ断器をを採用し、メンテナンスフリー化を計った。4.16KV側は屋内形メタルクラッドとし、34.5KV側は屋外に設置し、コンベンショナル形とした。なお、開閉機器および硝子装置などは、塩害を考慮して設計される。

4.3.4 制御方式

この水力発電所の制御方式は、一人制御方式とし、配電盤室において主要な制御を行う。運転時間の出力の設定できるプログラムコントローラーを使用して、Rio Tuba鉱山およびPALECOのディーゼル発電機の運転の便宜を計ることとした。

また、Rio Tuba鉱山あるいはPALECOとは無線を用いて連絡し合うものとした。

操作用電源として、キュービクルに内蔵したシール型アルカリ蓄電池を用いてメンテナンスフリー化を計った。

4.3.5 送電線

(1) 電圧の選定

フィリピンでは送電電圧として34.5KV以上が用いられている。電圧の選定にあたっては、変電所を含めた送電線建設費および送電損失を検討して、34.5KVを採用した。

(2) 電線

電線の種類は、フィリピンの送配電線で一般的に用いられている鋼心アルミより線(ACSR)とした。また、送電線経路ルートが海岸から近い所は約1.5kmしか離れていないので腐食に対する信頼性から、より線の鋼心を使うことにした。

電線サイズは、送電容量および電圧降下が5%以下になるように、また、送電損失が電力および電力量ともに5%以下になるように選定し、176.9mm²(89.7mm²)とした。

(3) 碍子

碍子は、250mm 懸垂碍子を使用し、送電線経過ルートが海岸から 1.5~10km なので、損害を考慮して、4個とした。

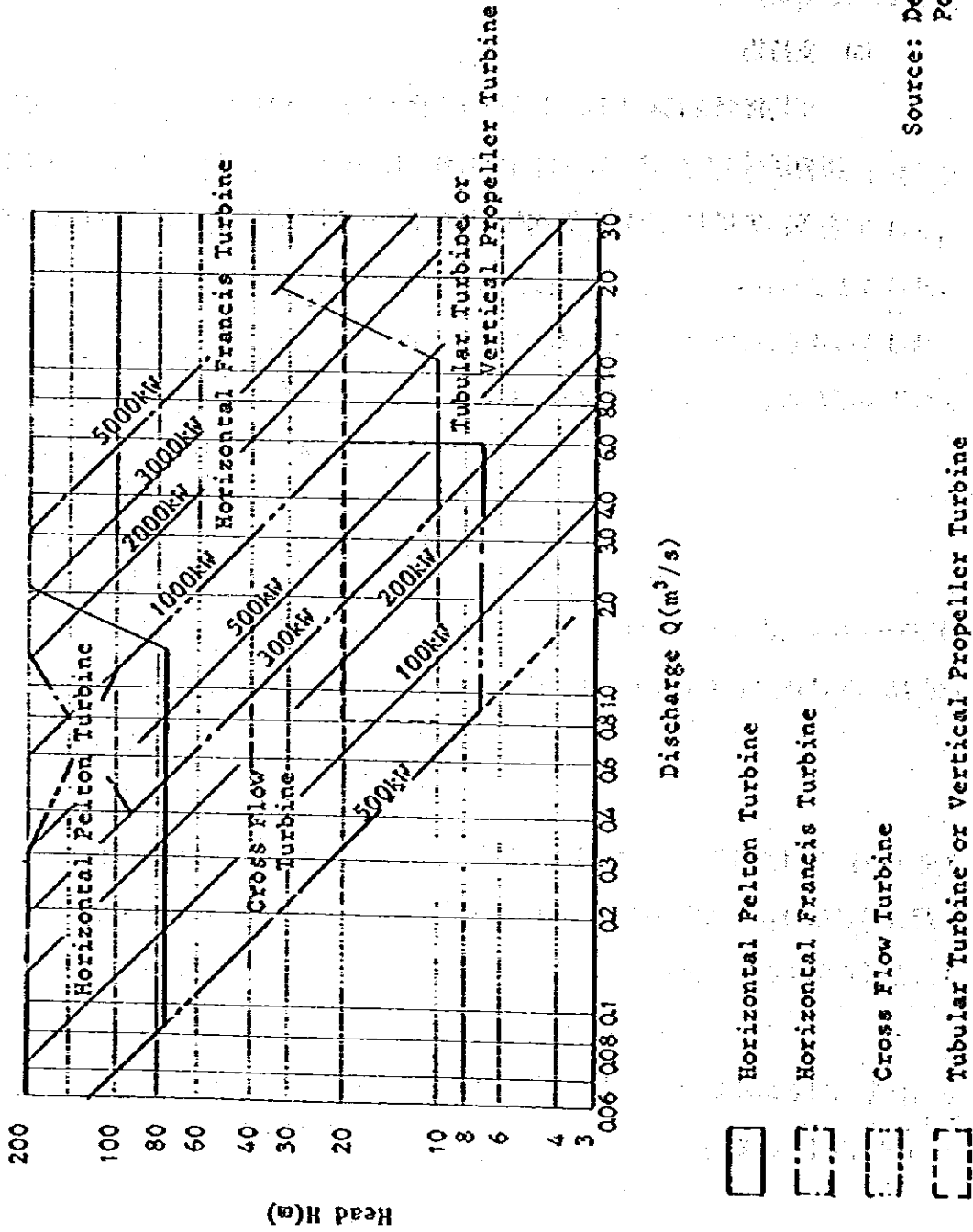
(4) 架空地線

この地方の I K L は30日程度と推定されるので架空地線1条を設備する。架空地線は ANG 2 (33.62mm²) の亜鉛鍍鋼より線を使用し、しゃ辺角は30° 以内とした。

(5) 支持物

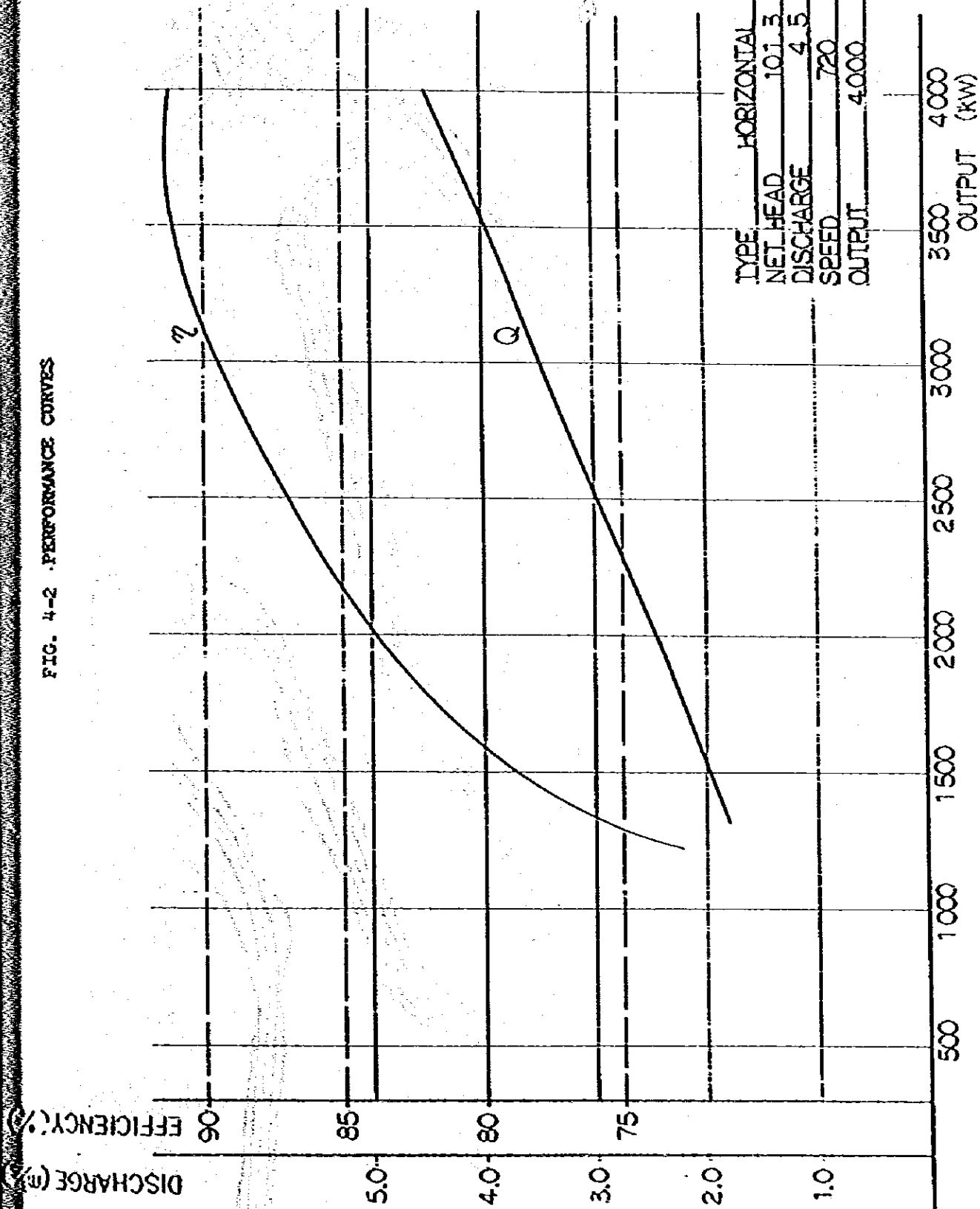
平均径間を75m とし、支持物は木柱とした。木柱は、フィリピンでは69KV以下の送電々圧では一般的に用いられ、138KV の送電々圧でも用いられることがある。アピトンという堅い木にクレオソート注入処理して用いられている。

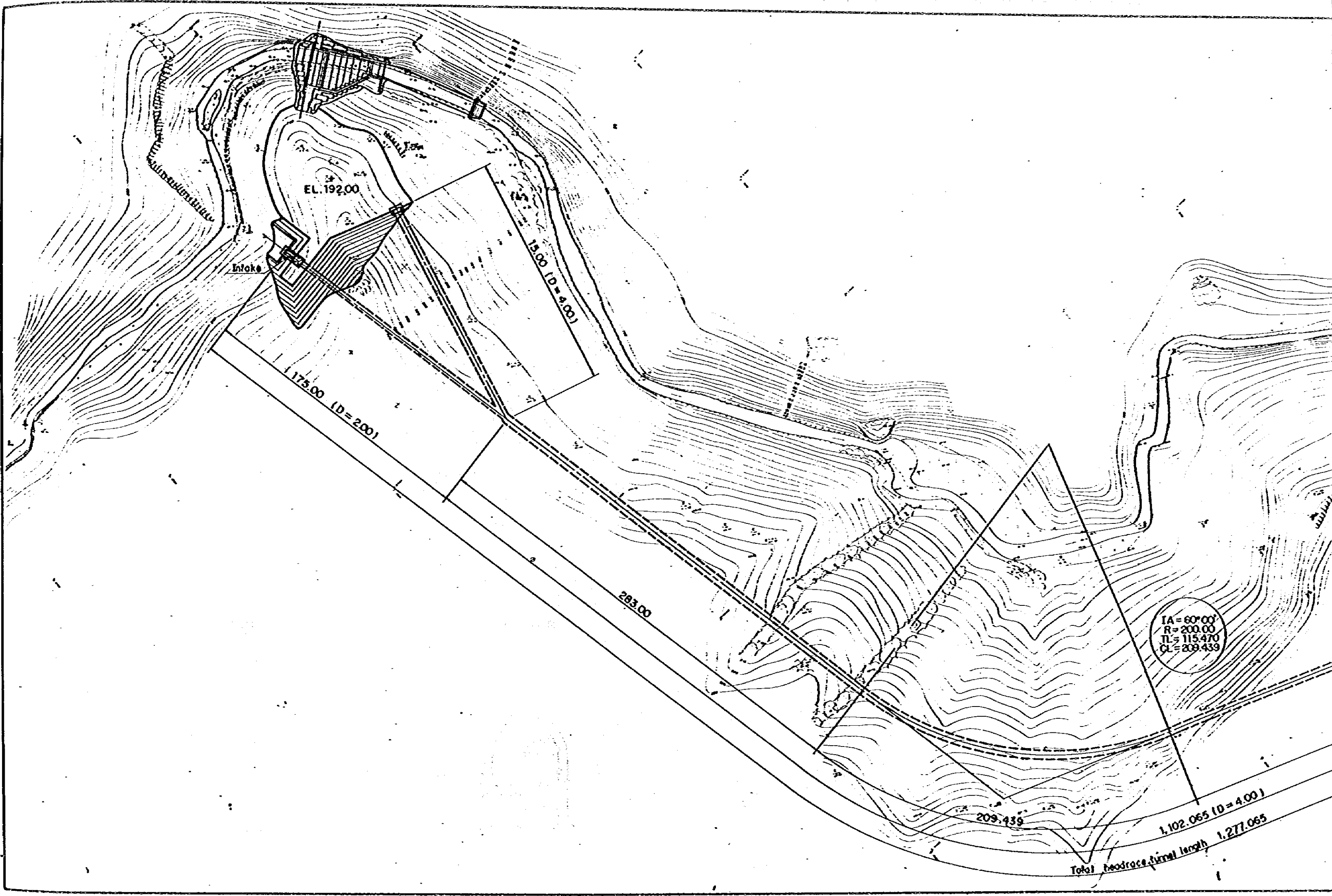
FIG. 4-1 TURBINE TYPE SELECTION CHART

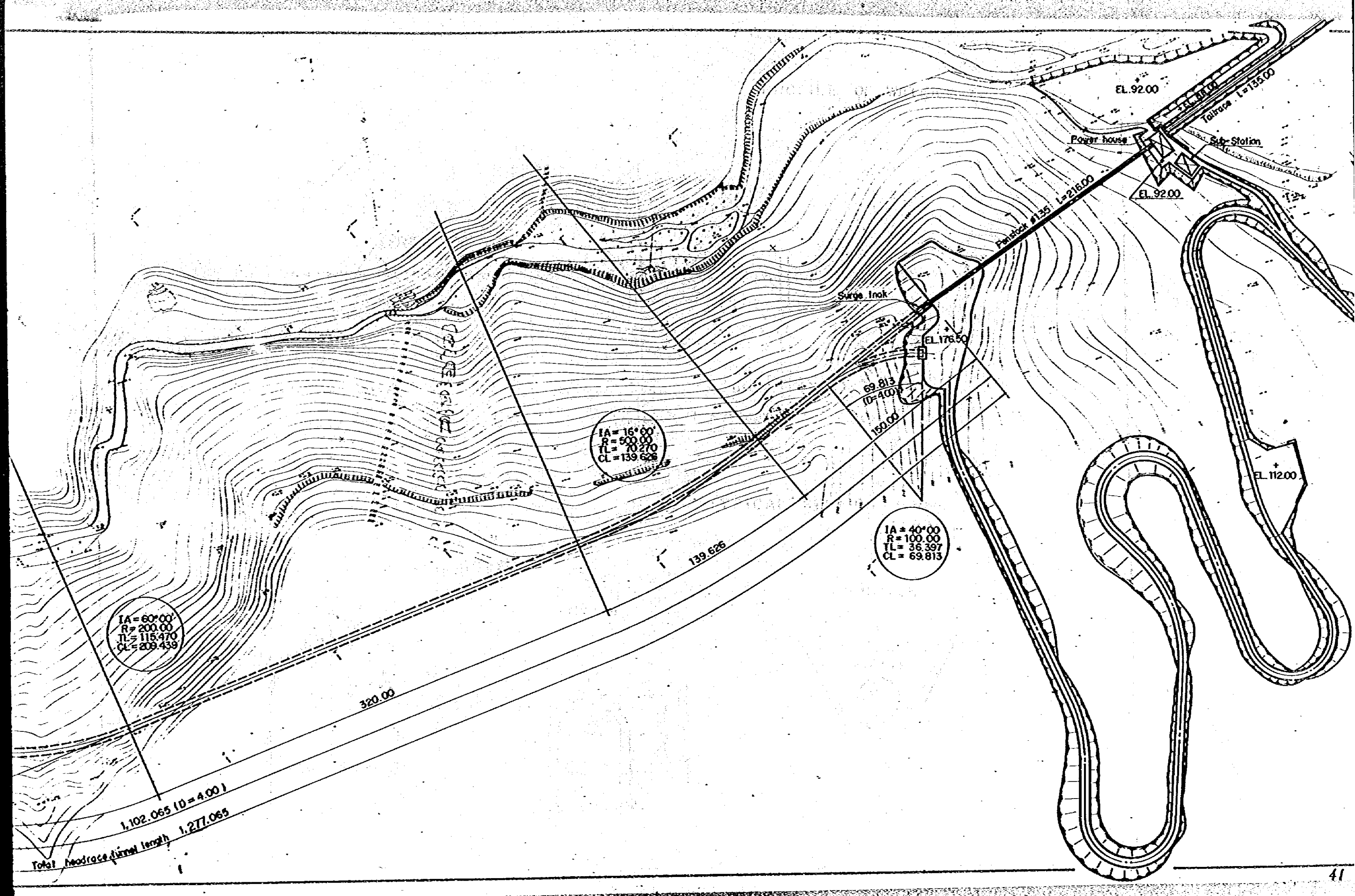


Source: Design Criteria for Mini-Hydro Power in Bicol Region, Feb. '83

FIG. 4-2 . PERFORMANCE CURVES







$IA = 60^{\circ}00'$
 $R = 200.00$
 $TL = 115.470$
 $CL = 209.439$

$IA = 16^{\circ}00'$
 $R = 500.00$
 $TL = 70.270$
 $CL = 139.626$

$IA = 40^{\circ}00'$
 $R = 100.00$
 $TL = 36.397$
 $CL = 69.813$

Total headrace tunnel length 1.277.065
 (D=4.00)

EL. 92.00

EL. 92.00

EL. 176.50

EL. 112.00

Power house

Sub-Station

Surge Tank

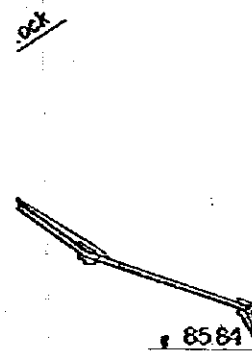
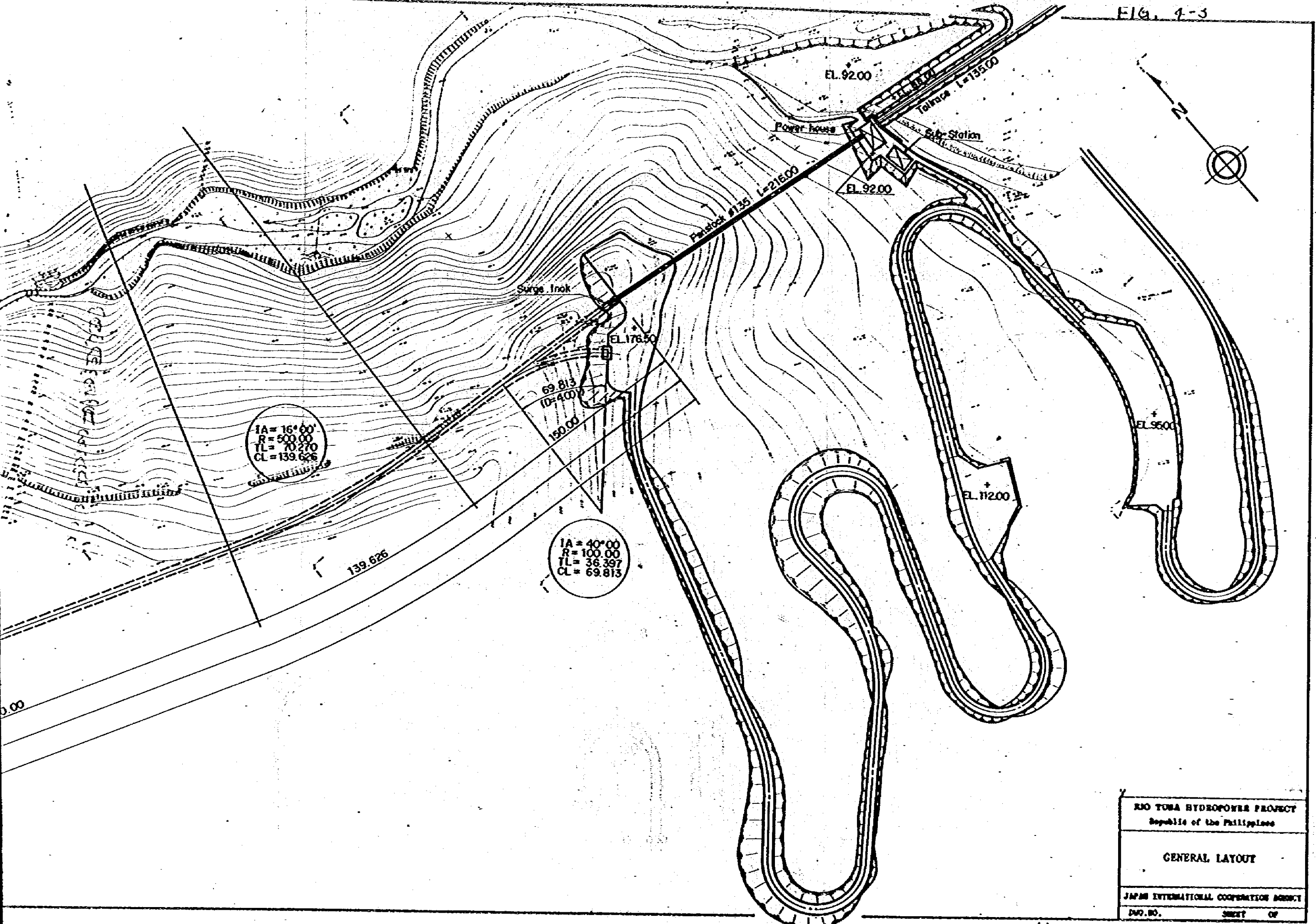
Penstock #135 L=216.00

Tailrace L=135.00

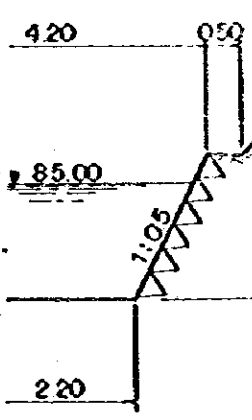
320.00

139.626

69.813
ID=4.00
150.00

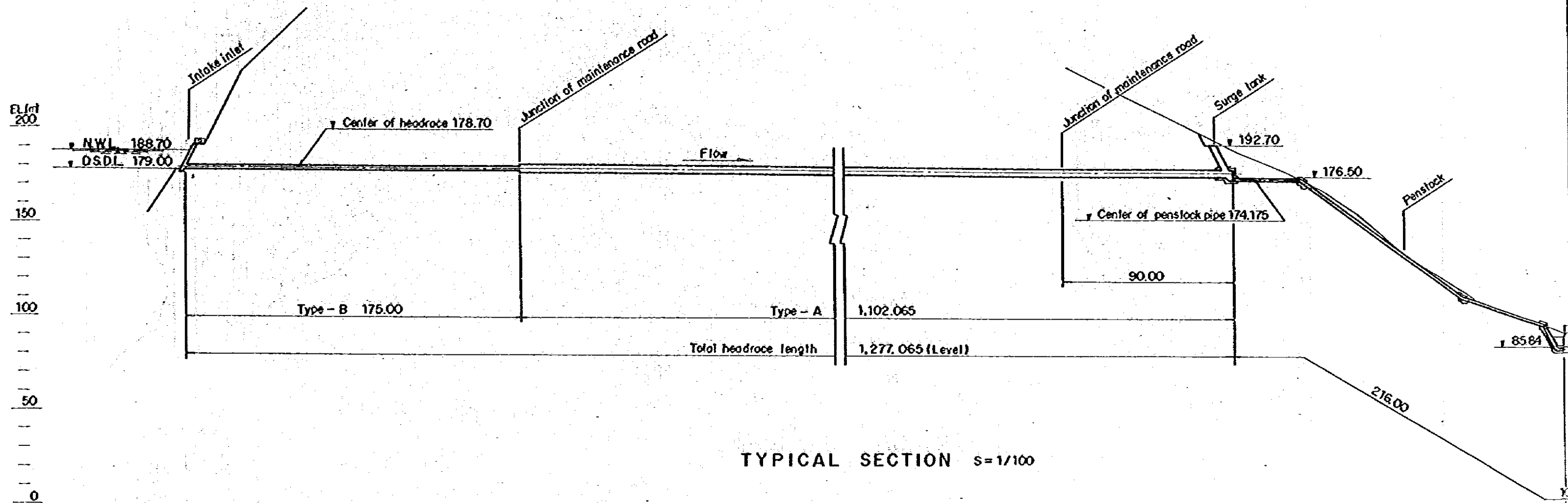


ILRACE



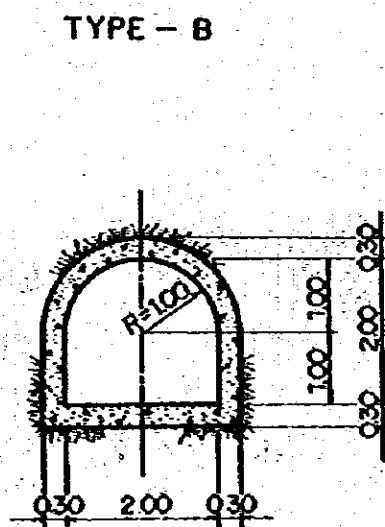
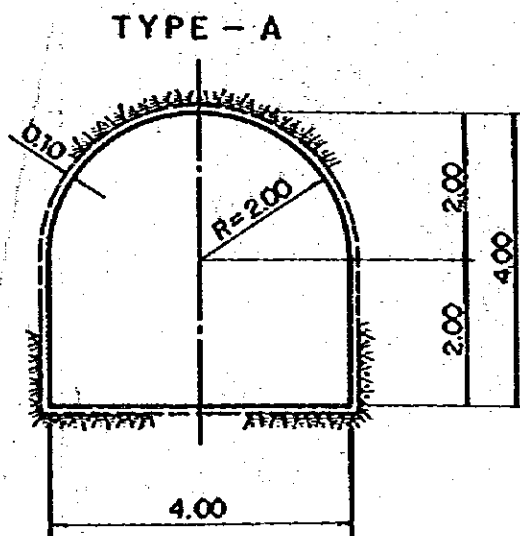
RIO TUNA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
GENERAL LAYOUT	
JICA INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DWG. NO.	SHEET OF

PROFILE OF WATERWAY S=1/2000

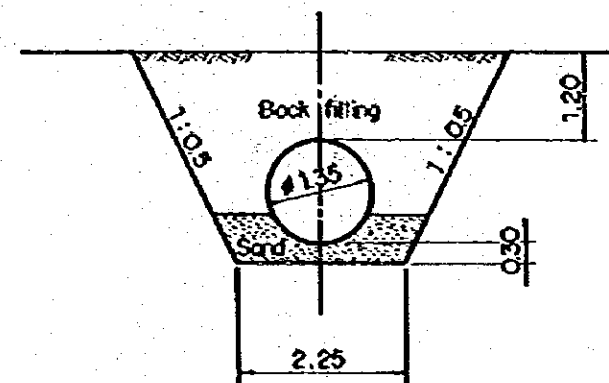


TYPICAL SECTION S=1/100

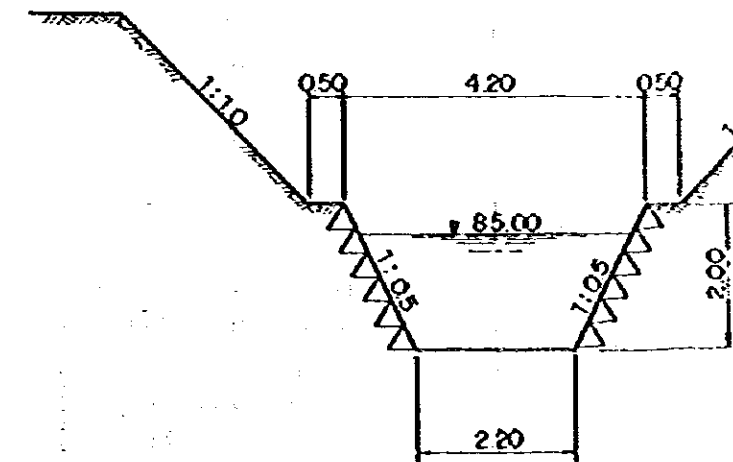
HEADRACE



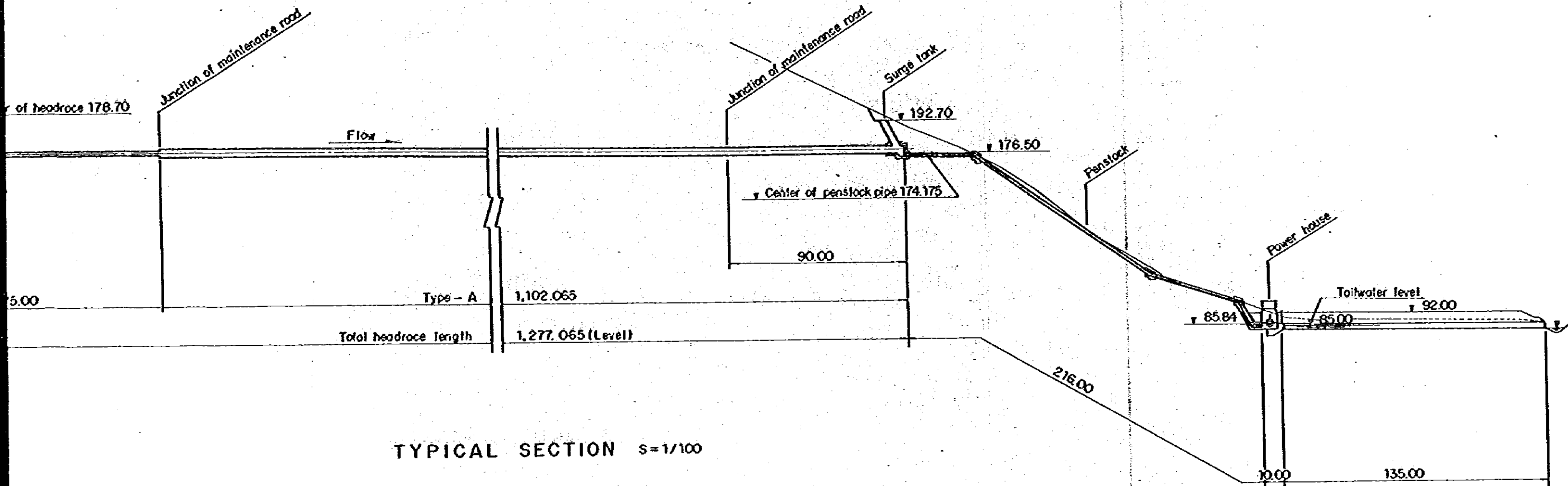
PENSTOCK



TAILRACE



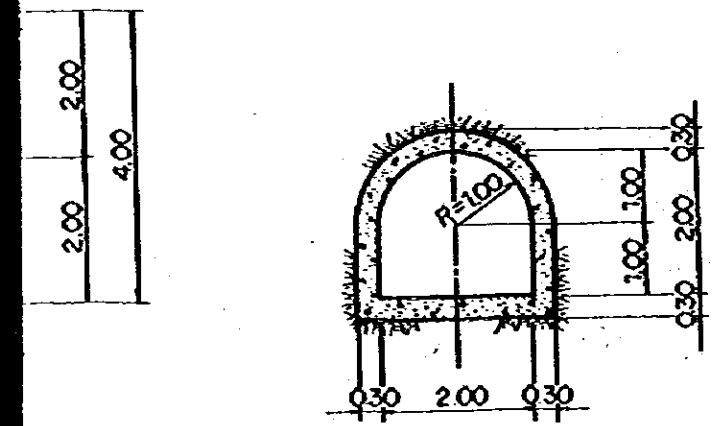
PROFILE OF WATERWAY $s=1/2000$



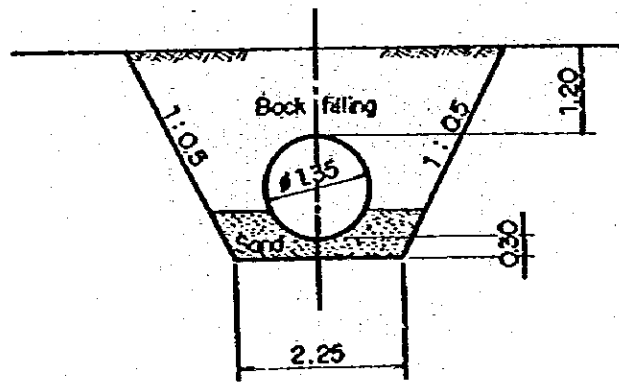
TYPICAL SECTION $s=1/100$

HEADRACE

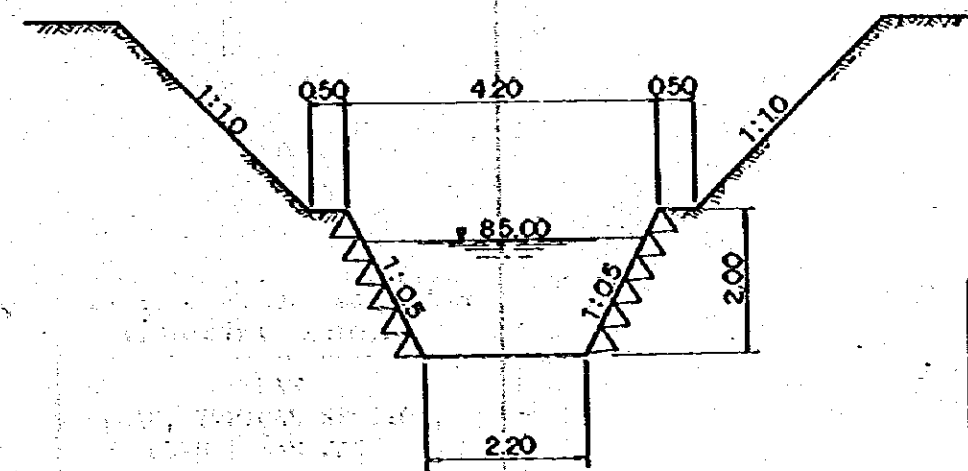
TYPE - B



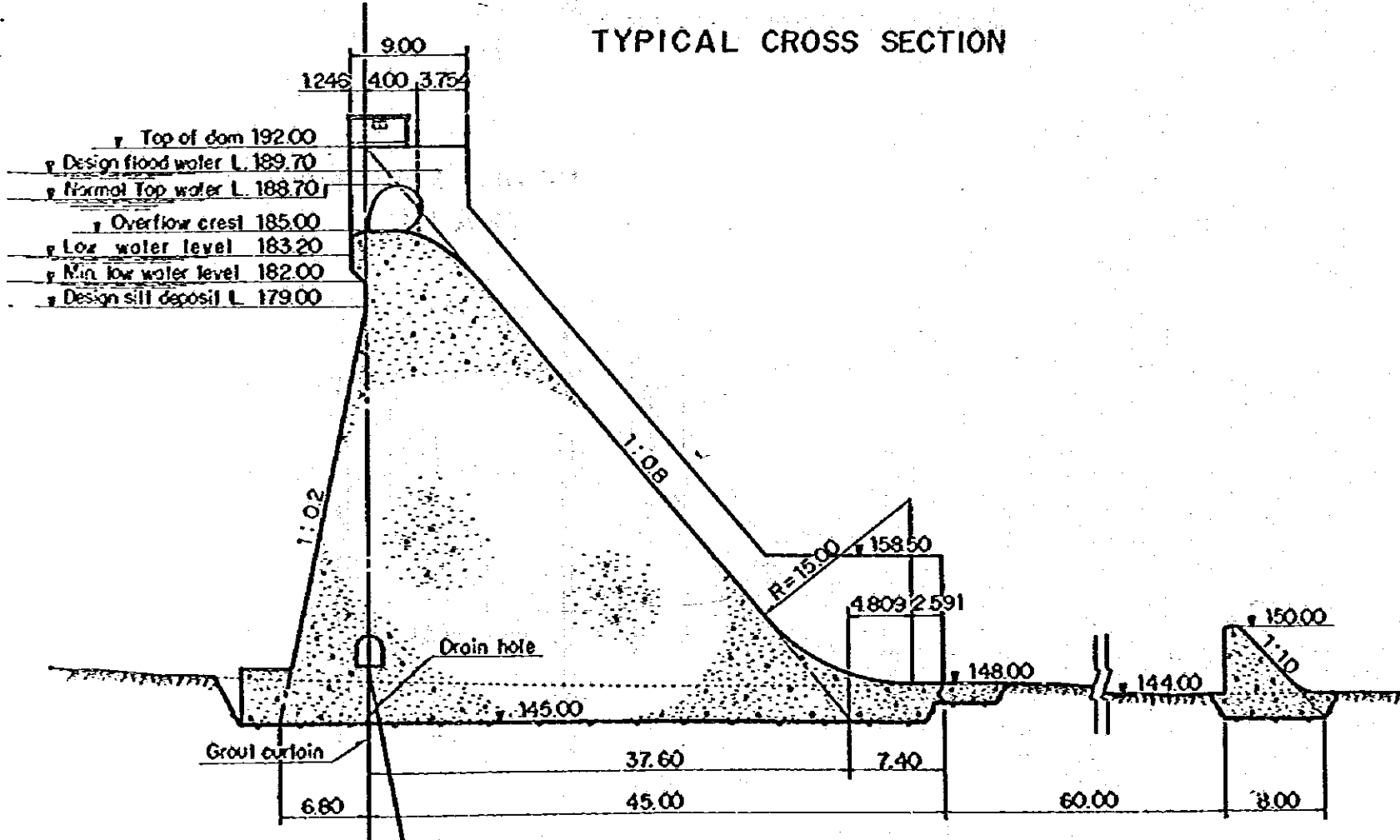
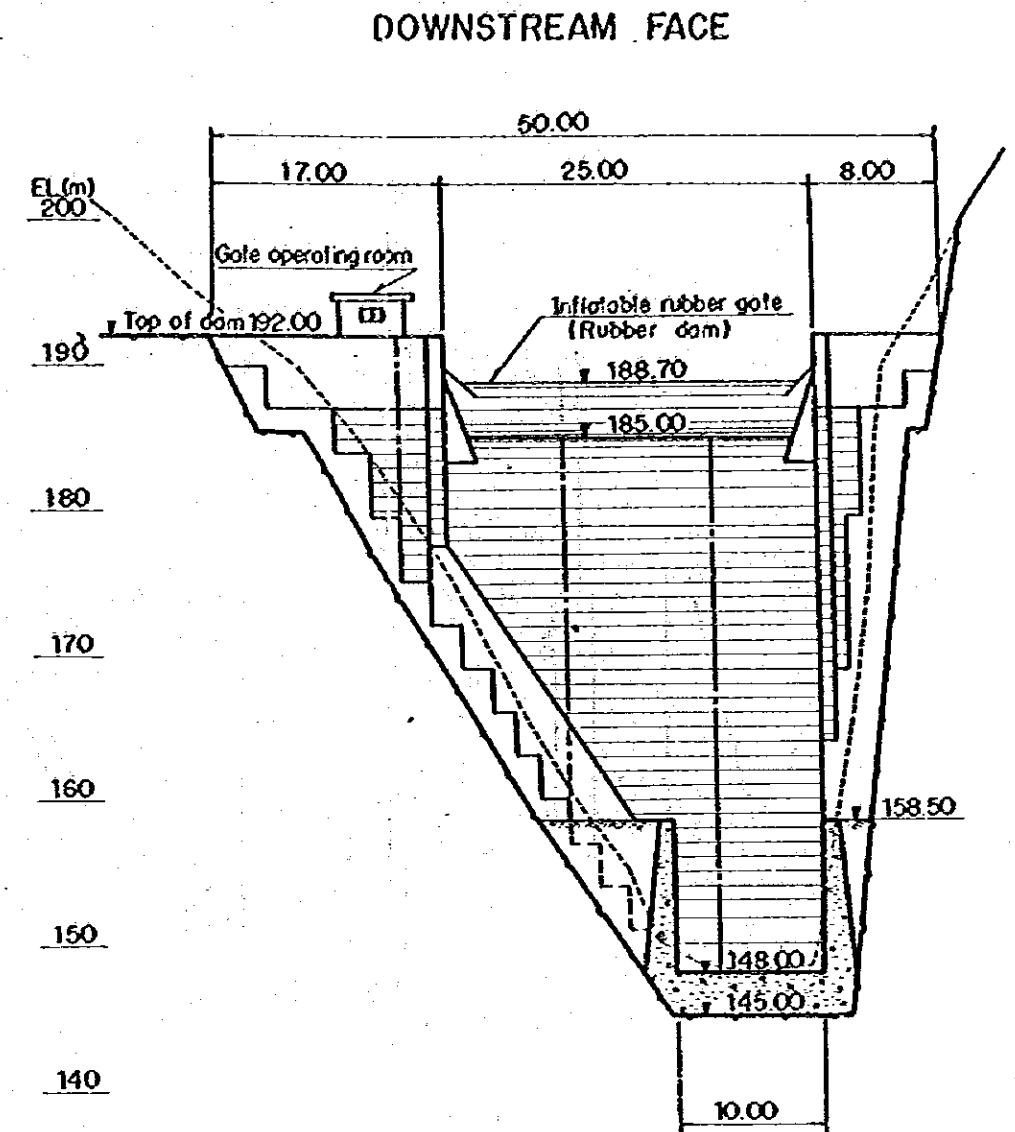
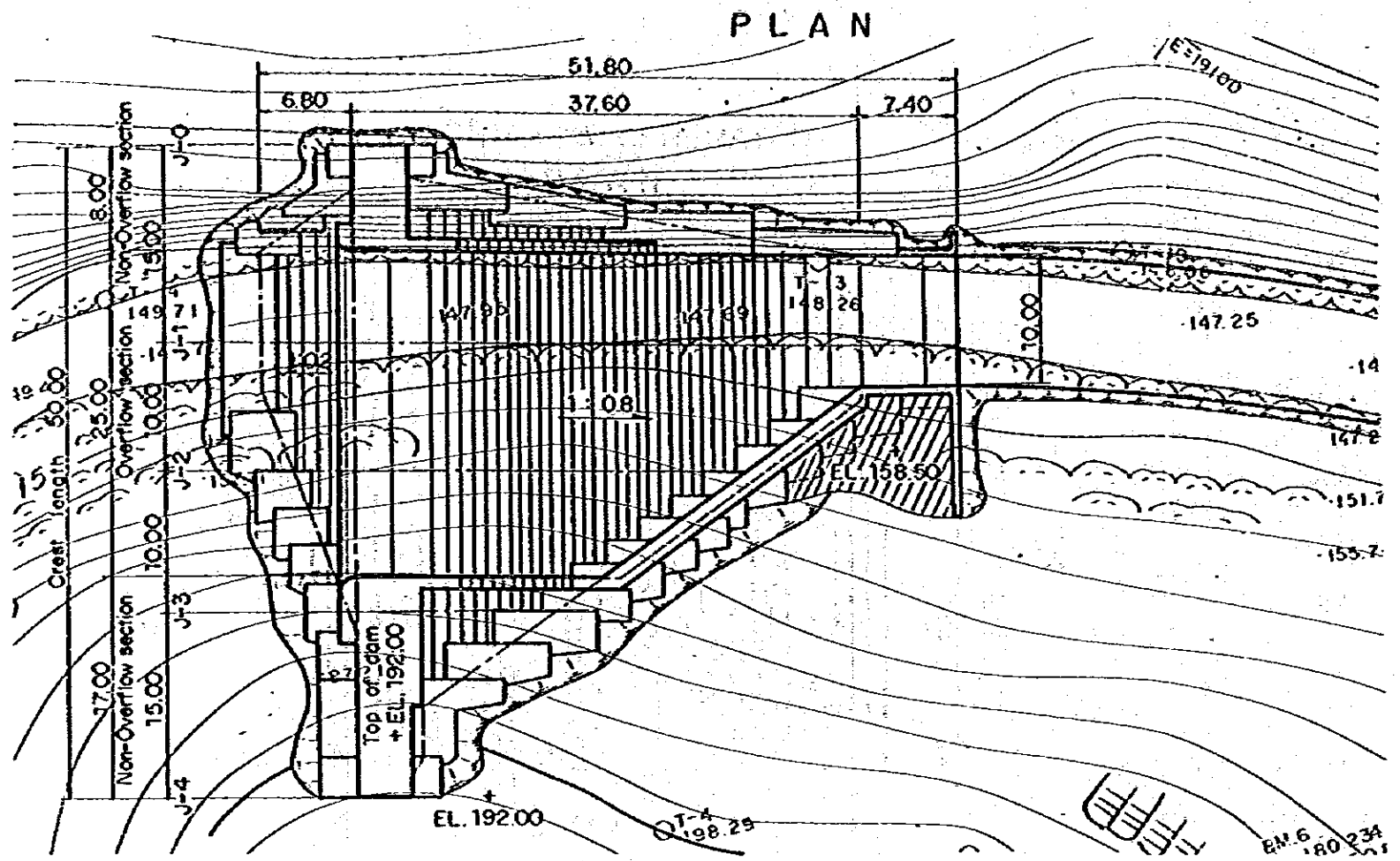
PENSTOCK



TAIL RACE

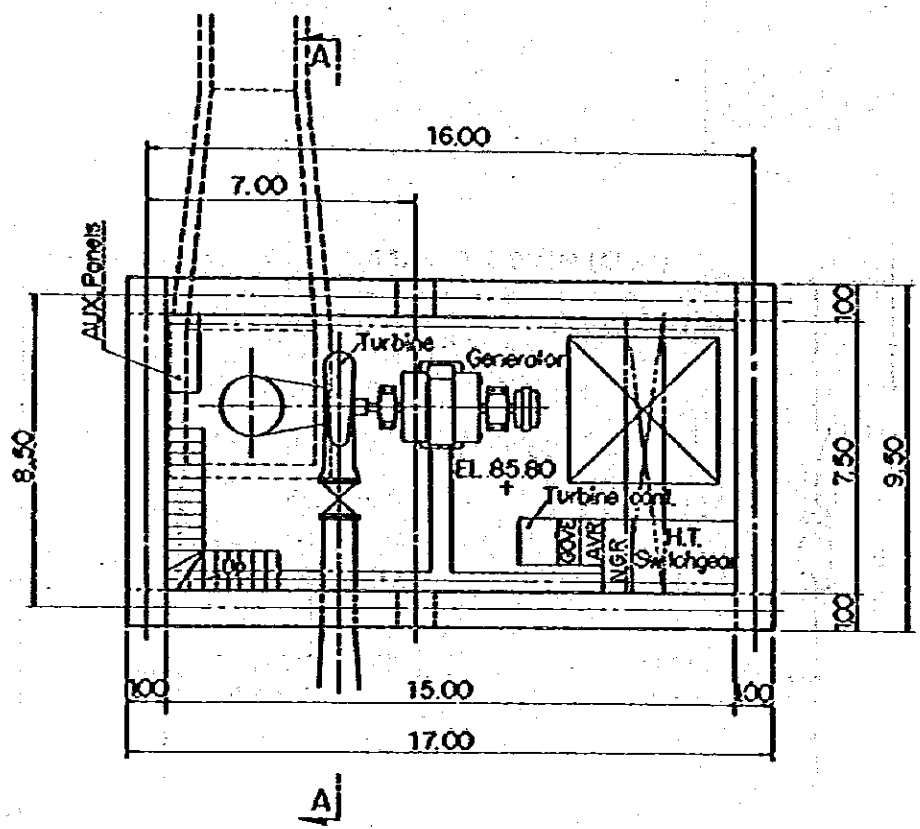


RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
GENERAL PROFILE	
JICA INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
FIG. NO.	SHEET OF

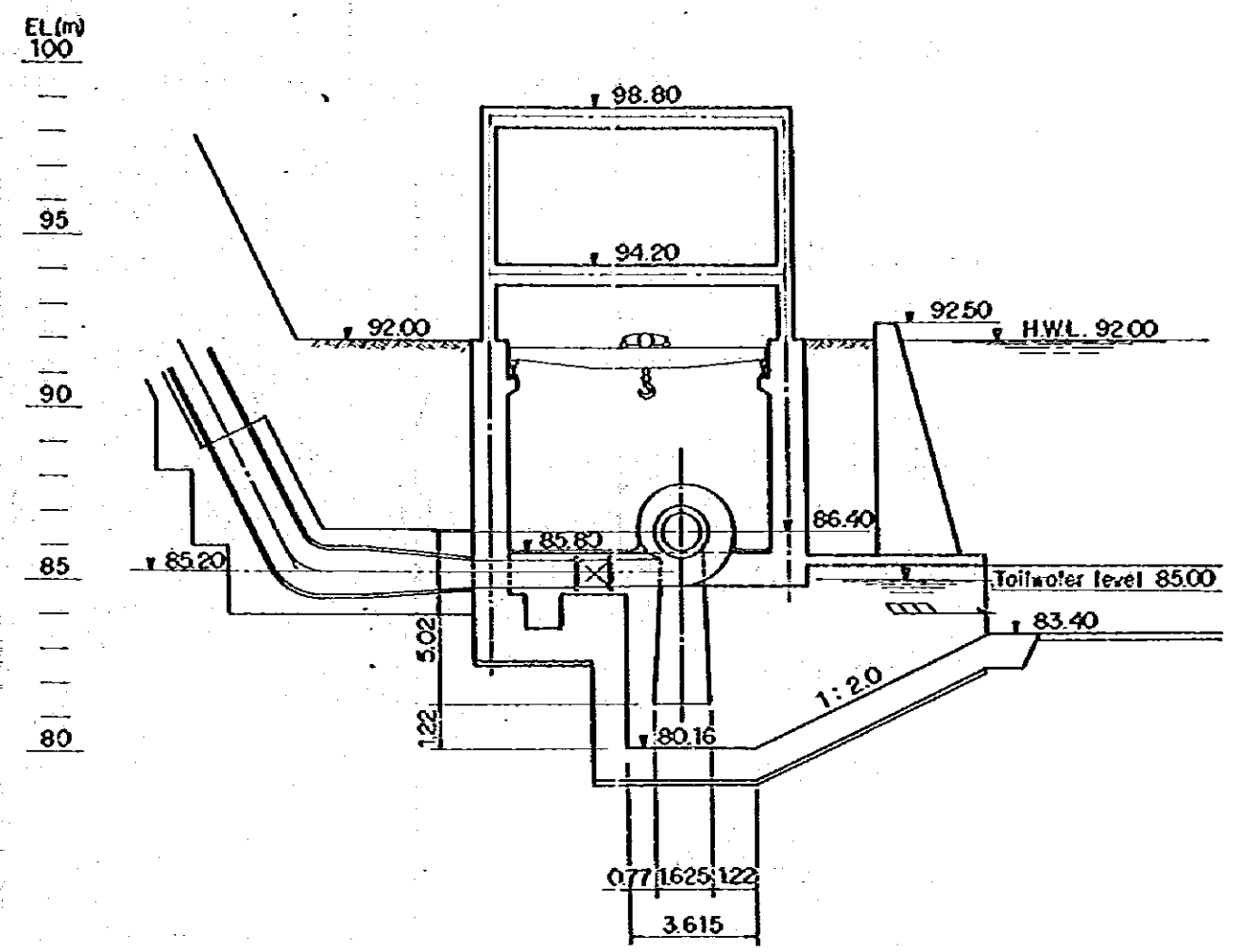


RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
DAM	
PLAN, TYPICAL SECTION, DOWNSTREAM FACE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
ENG. NO.	SHEET OF

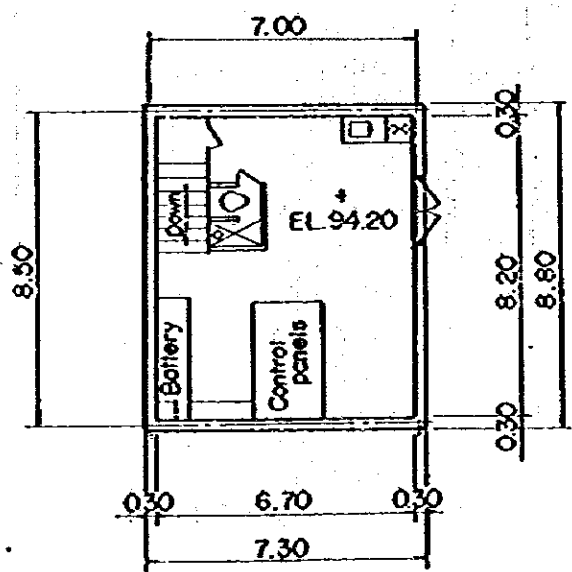
TURBINE & GENERATOR PLAN



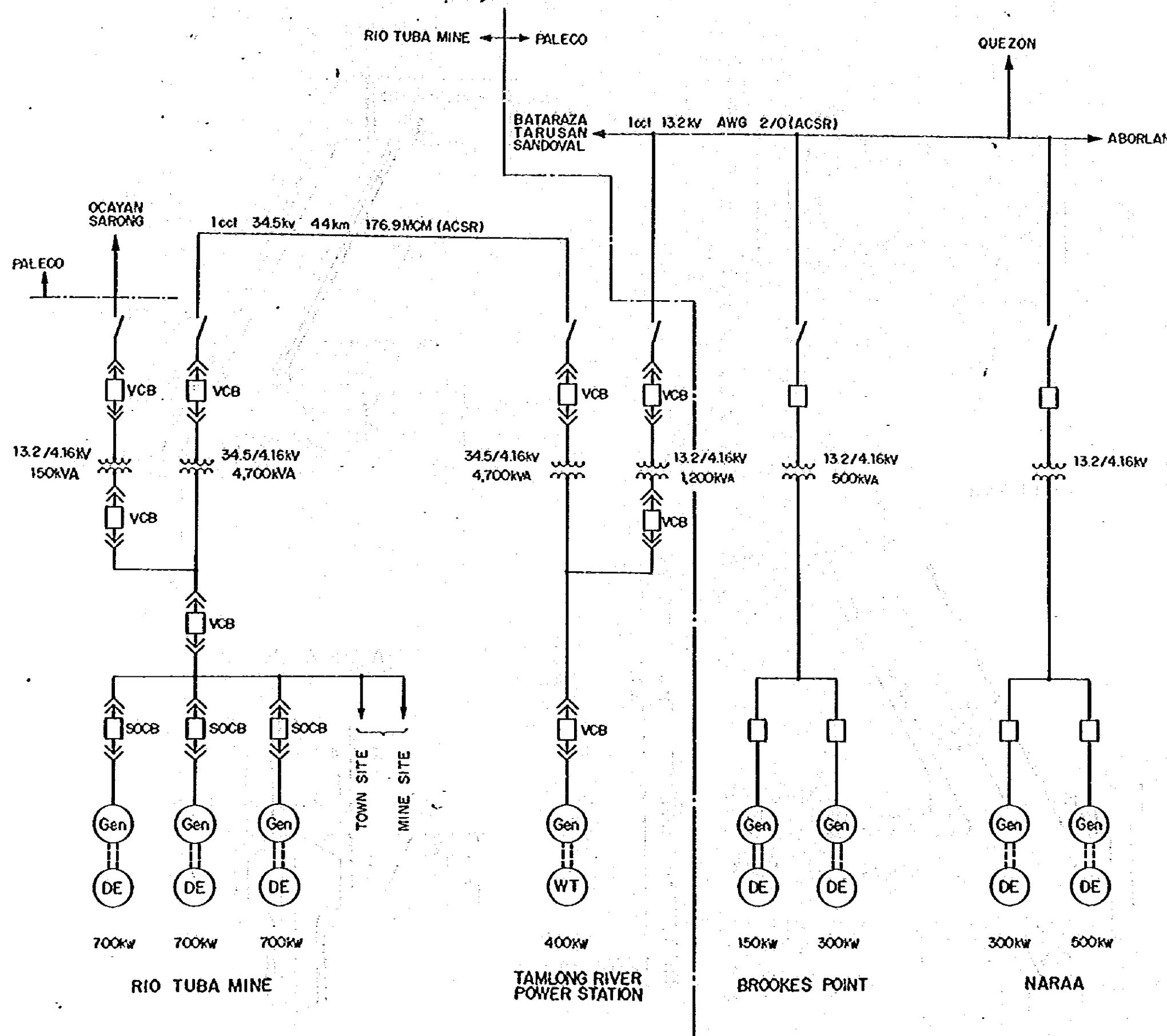
SECTION A-A



CONTROL ROOM PLAN



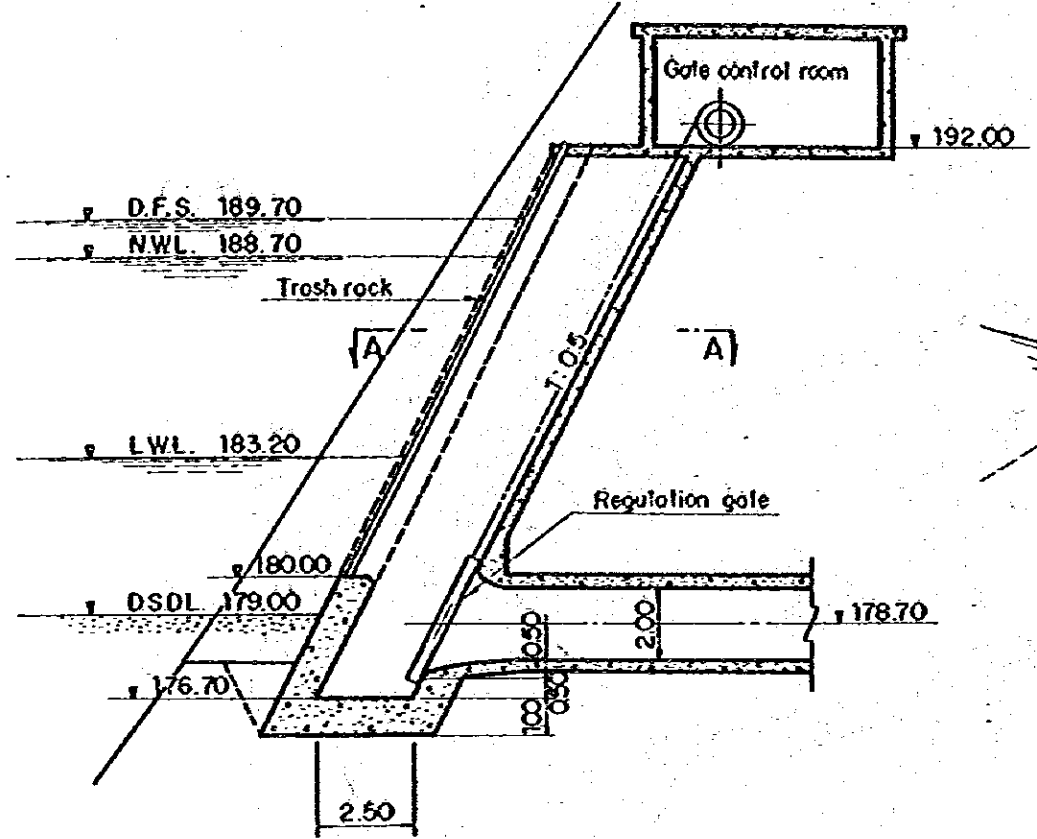
RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT		
Republic of the Philippines		
POWERHOUSE		
PLAN, TYPICAL SECTION		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
DES. NO.	SHEET	OF



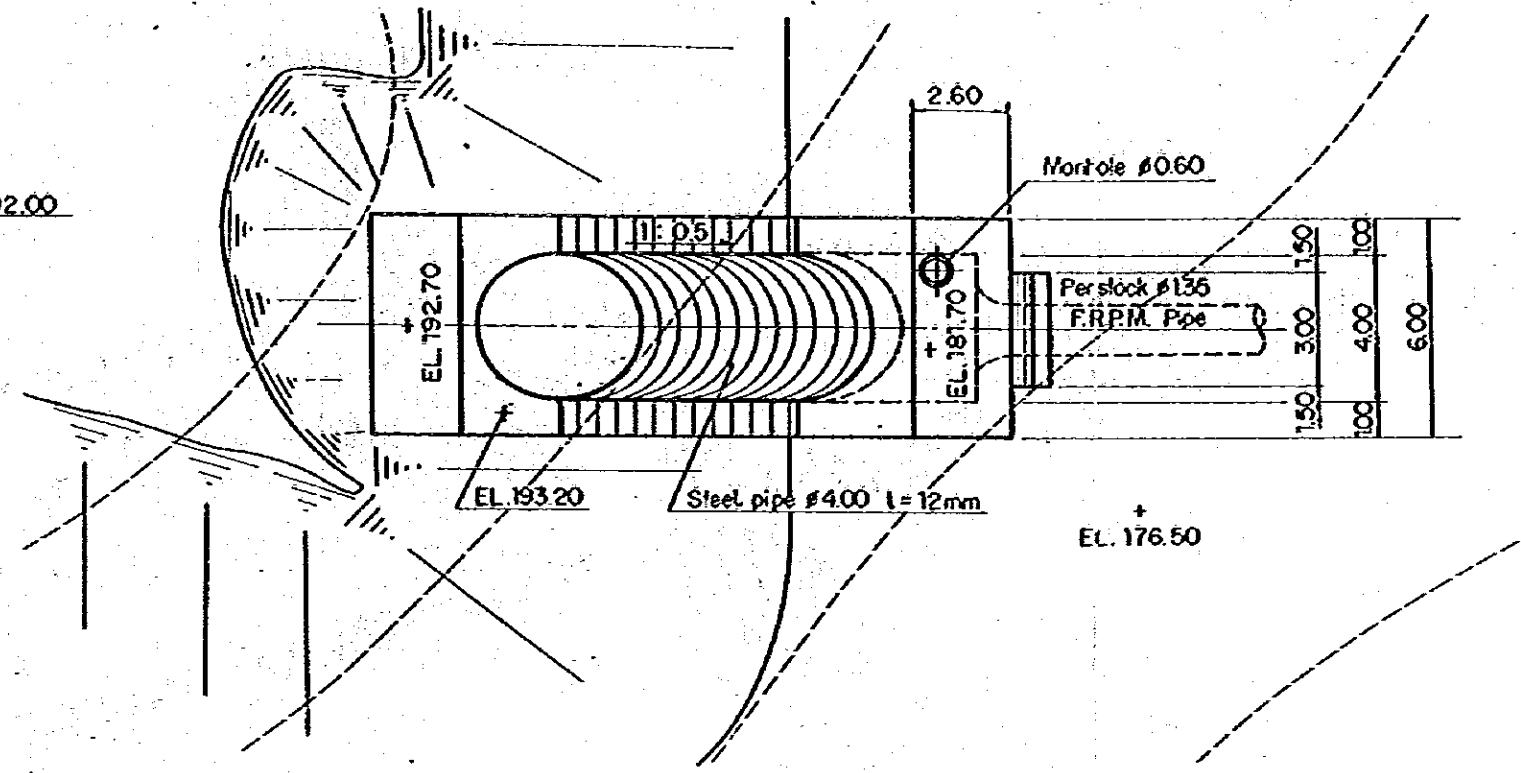
- LEGEND**
- (Gen) Generator
 - (DE) Diesel Engine
 - (WT) Water Turbine
 - /— Disconnect Switch
 - Transformer
 - Circuit Breaker
 - VCB Vacuum Circuit Breaker
 - SOCB Small Oil Circuit Breaker

RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
POWER SYSTEM DIAGRAM	
(IN 1988)	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
NO. 10.	SHEET OF

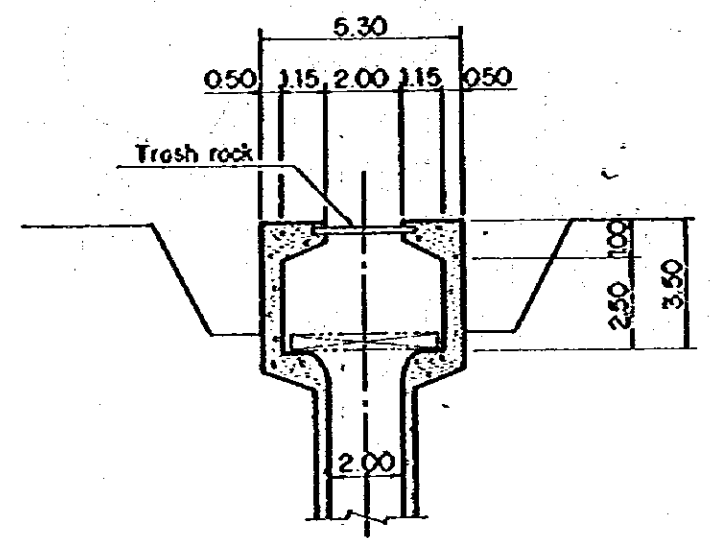
INTAKE DETAIL
PROFILE



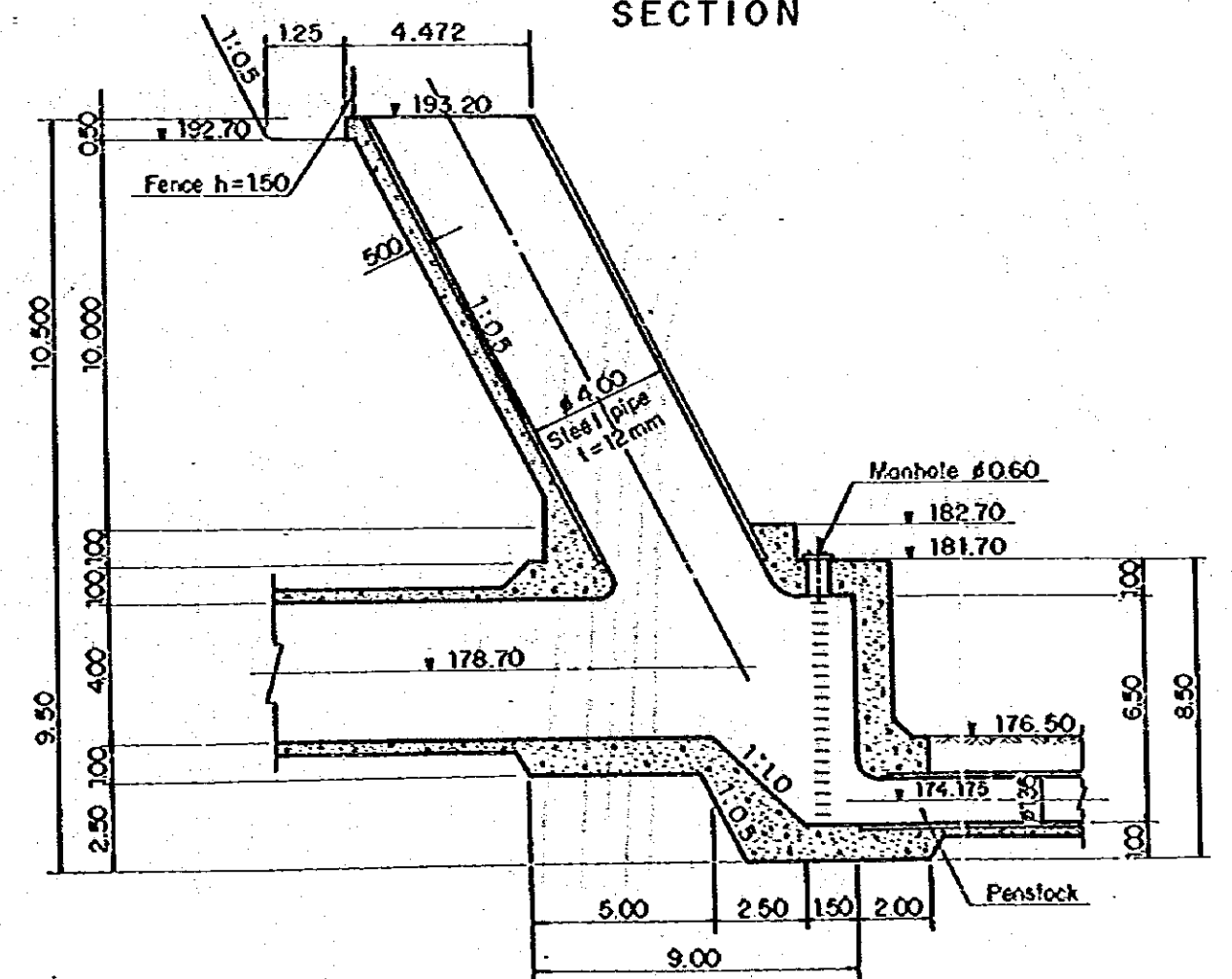
SURGE TANK DETAIL
PLAN



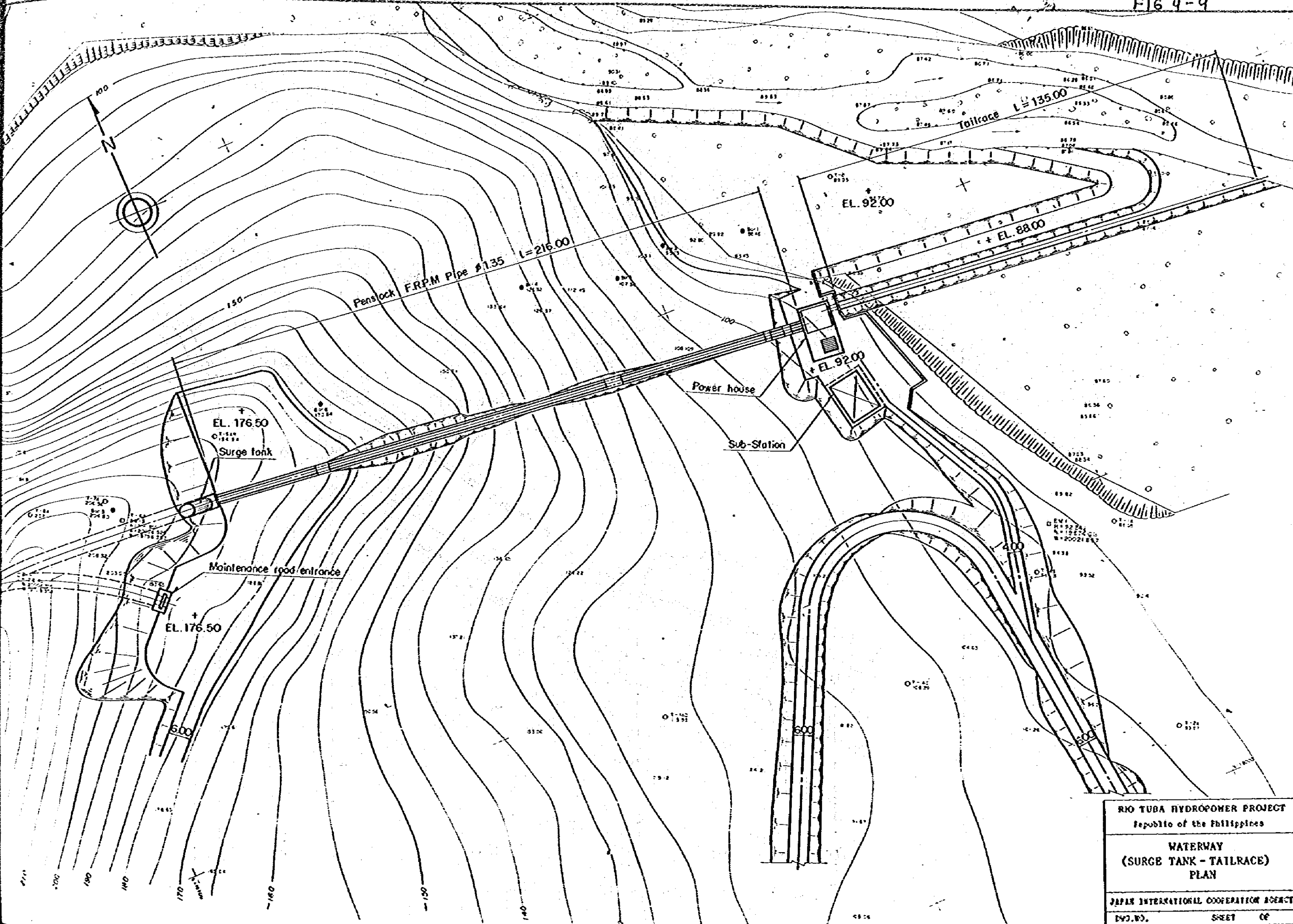
SECTION A - A



SECTION



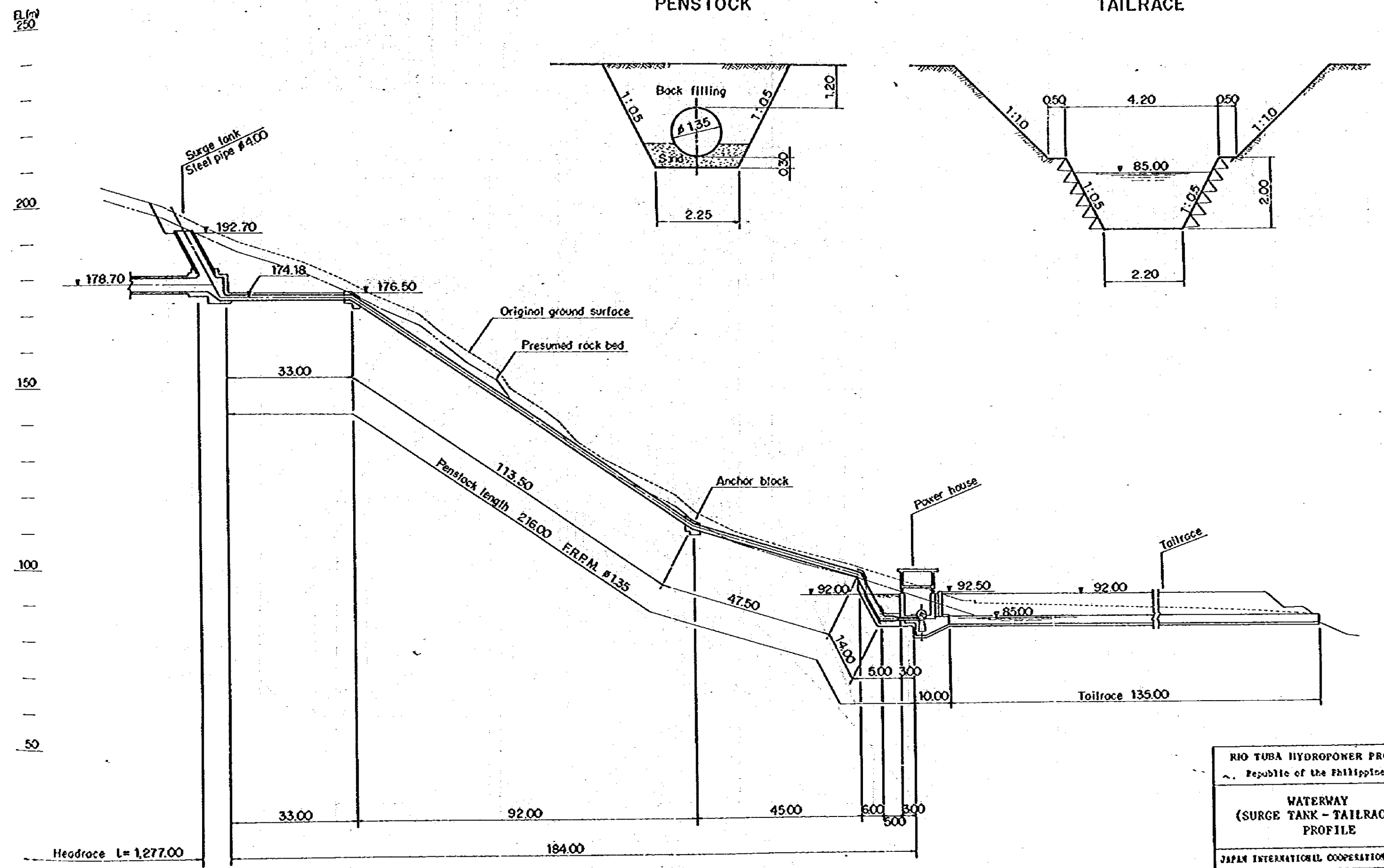
RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
INTAKE & SURGE TANK STRUCTURAL DETAIL	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
ENV. NO.	SHEET 6F



RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
WATERWAY	
(SURGE TANK - TAILRACE)	
PLAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DWG. NO.	SHEET OF

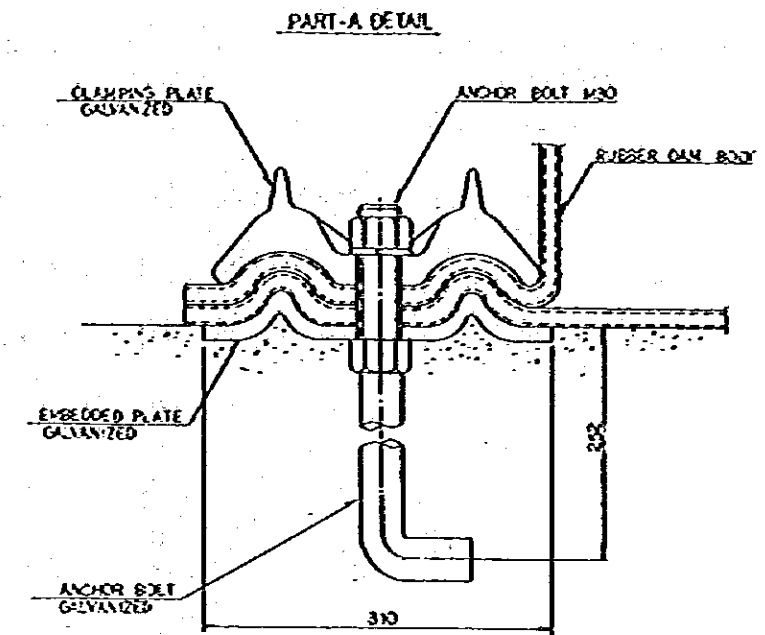
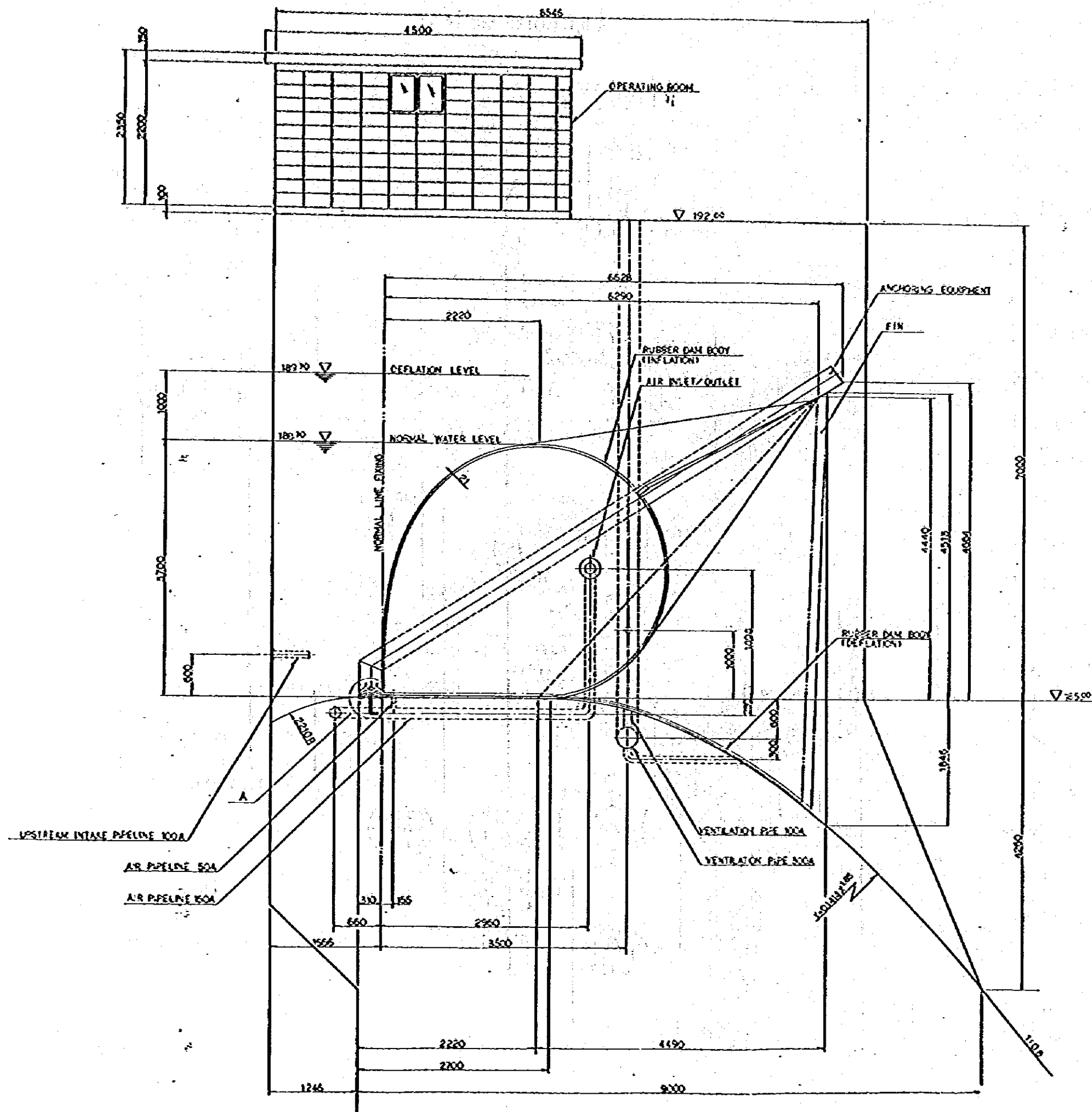
PROFILE S=1/1000

TYPICAL SECTION S=1/100

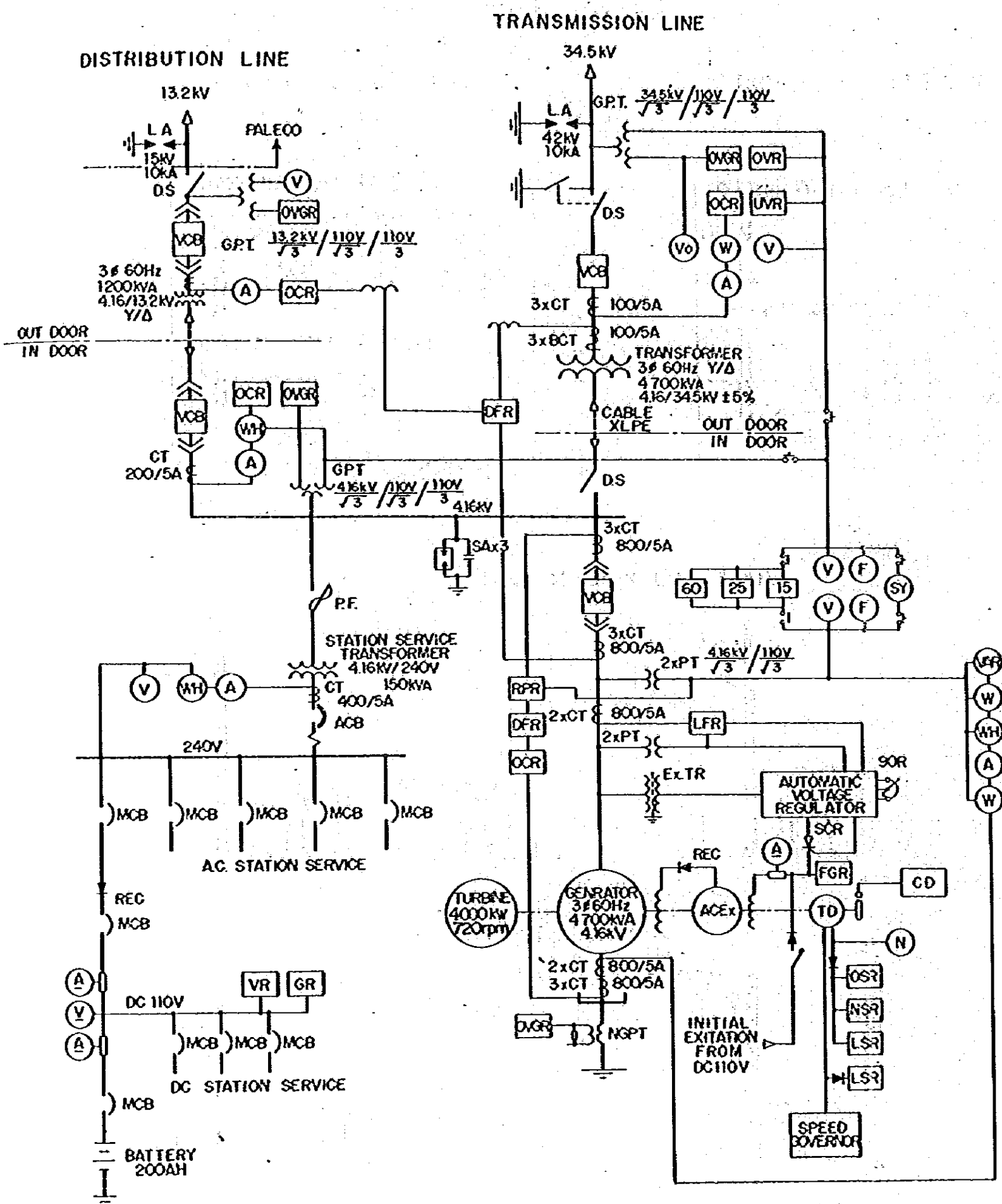


RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT		
Republic of the Philippines		
WATERWAY (SURGE TANK - TAILRACE) PROFILE		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
DES. NO.	SHEET	OF

FIG 4.11



RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT		
Republic of the Philippines		
RUBBER DAM		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
ENG. NO.	SHEET	OF



LEGEND

- | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------------------------|--------|---|
| OCR | Over Current Relay | 60 | Voltage Marder | SA | Surge Absorber |
| OVR | Ovenvoltage Relay | 15 | Speed Marder | Ex.TR | Exiting Transformer |
| UVR | Undervoltage Relay | 25 | Synchronizer | TD | Tachometer Dynamo |
| DGR | Directional Ground Relay | CD | Crawling Detector | NGPT | Neutral Grounding Potential Transformer |
| DFR | DifferenSal Relay | W | Wattmeter | AC.Ex. | AC Exciter |
| LF | Loss-of-field Relay | WH | Watt-hourmeter | | |
| RPR | Reverse Power Relay | VAS | Var-meter | | |
| FGR | Field Ground Relay | N | Speed Meter | | |
| DVGR | Over Voltage Ground Relay | + | Rectifier | | |
| VR | Voltage Relay | + | Shyristor | | |
| GR | Ground Relay | ⊗ | Current Transformer | | |
| OSR | Over Speed Relay | -X- | Potential Transformer | | |
| NSR | Nominal Speed Relay | VCB | Vacuum Circuit Breaker | | |
| LSR | Low Speed Relay | CB | Circuit Breaker | | |
| V | Voltmeter | MCB | Molded Circuit Breaker | | |
| Vo | Grounding Voltmeter | DS | Disconnecting Switch | | |
| A | Ammeter | PF | Power Fuse | | |
| A | D.C. Ammeter | LA | Lightning Arrester | | |
| V | D.C. Voltmeter | PT | Potential Transformer | | |
| F | Frequency meter | CT | Current Transformer | | |
| SY | Synchroscope | BCT | Bushing Type C.T. | | |

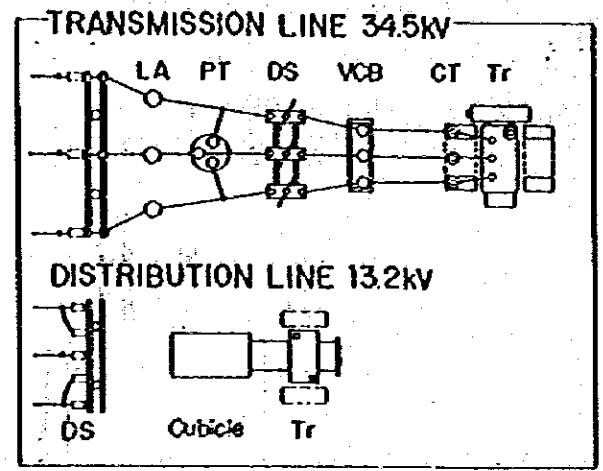
RIO TUDA HYDROPOWER PROJECT
 Republic of the Philippines

SINGLE LINE DIAGRAM

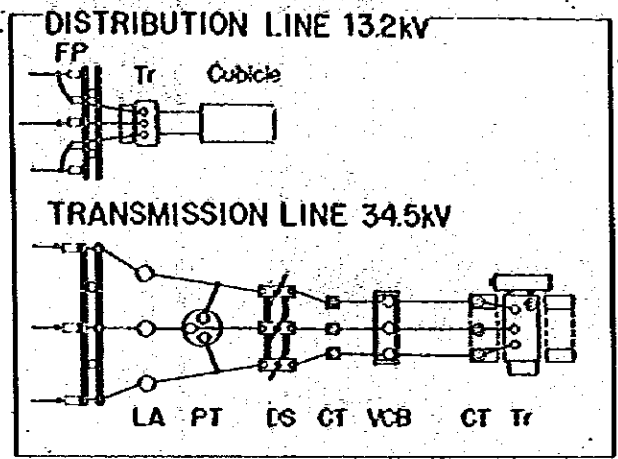
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DATE NO. SHEET OF

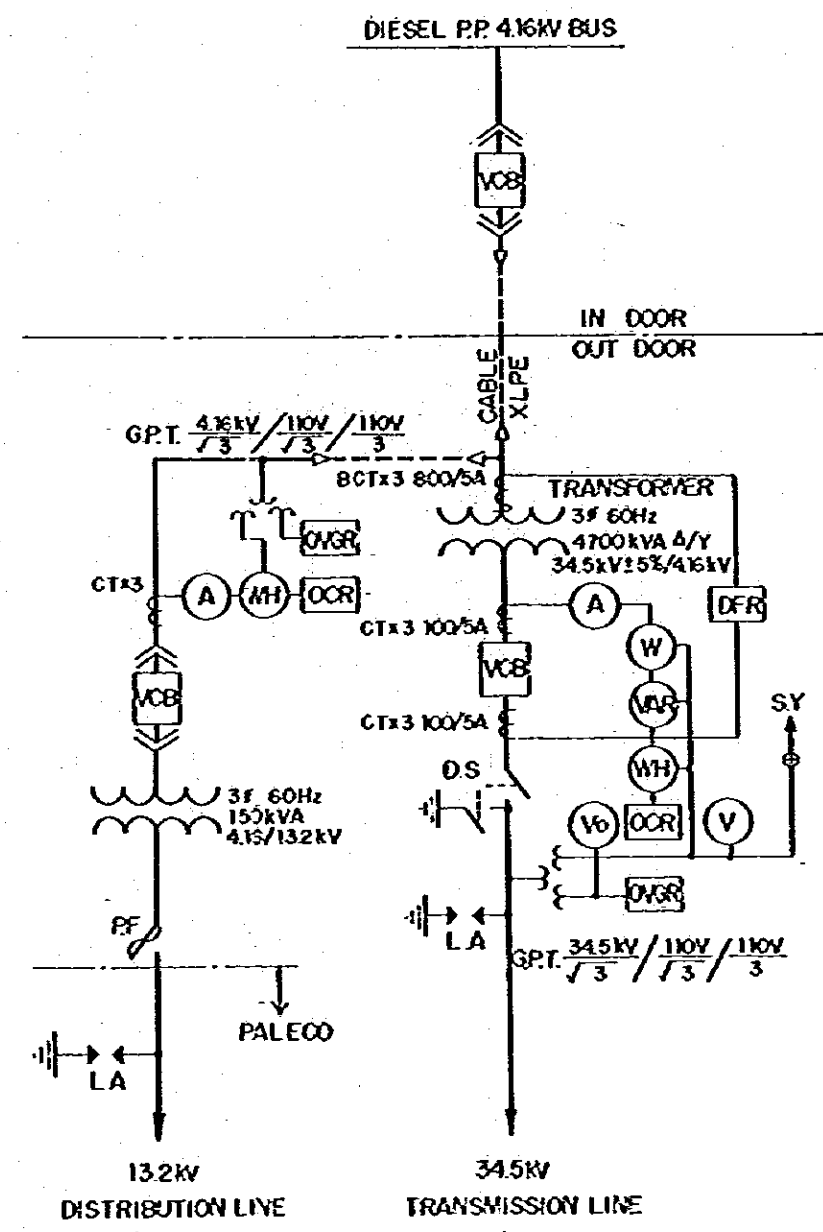
POWER STATION SIDE



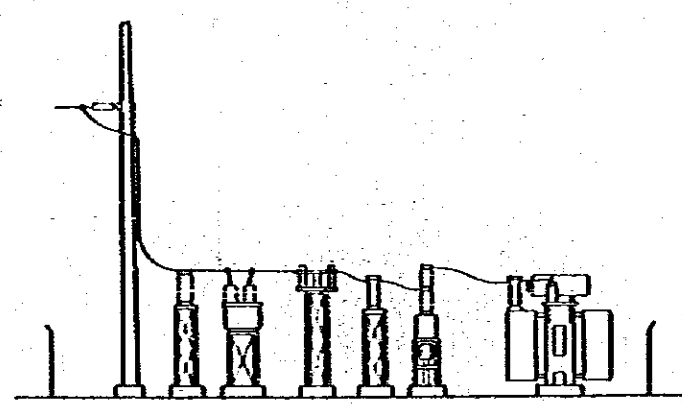
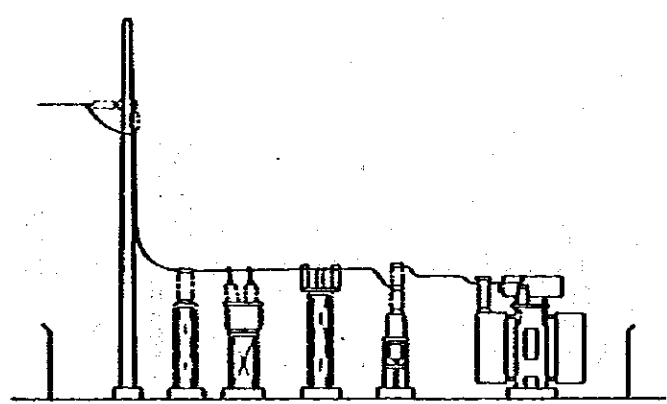
RIO-TUBA MINING SIDE



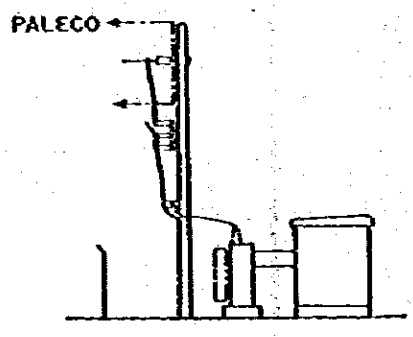
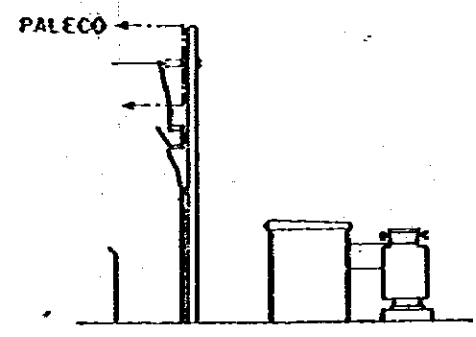
SINGLE LINE DIAGRAM
(RIO-TUBA MINING SIDE)



TRANSMISSION LINE 34.5kV

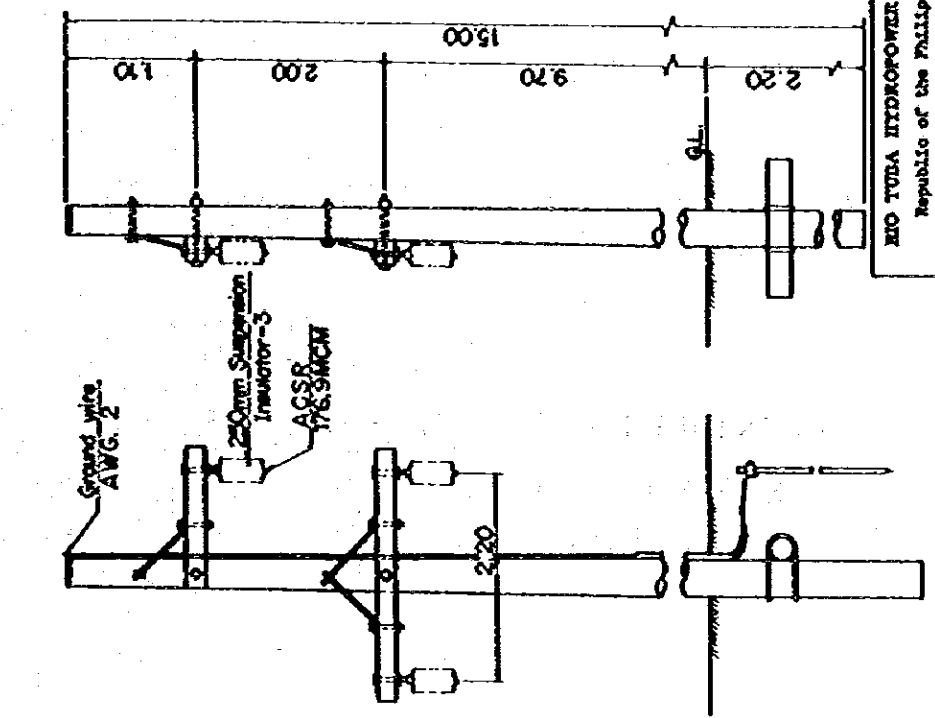


DISTRIBUTION LINE 13.2kV

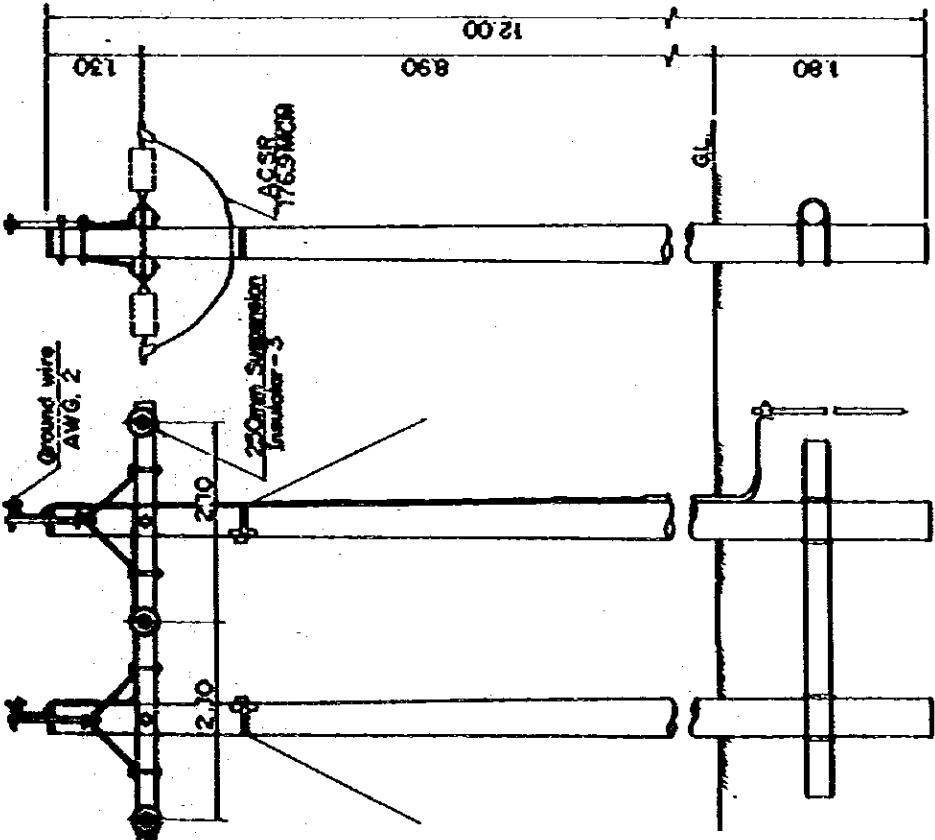


RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
SUBSTATION	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DWG. NO.	SHEET OF

SUSPENSION



TENSION



MIO TUBA HYDROPOWER PROJECT	
Republic of the Philippines	
DETAIL OF POLE	
DIMENSION & DIAGRAM	
34.5KV TRANSMISSION LINE	
TENSION, SUSPENSION	
JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	DWG. NO.
	SHEET OF

第5章 施工計画及び

概算工事費

第5章 施工計画及び概算工事費

5.1 施工計画

発電設備は、ダムを含む土木工事が大部分であり、繙島においては大規模開発に属する。特に建設予定地域の大部分は地形急峻な渓谷部に位置し、土木工事の規模と施工の困難性を考慮して検討した結果建設工期は28ヶ月となった。(表5-1 工程表参照)

全体工程のうち、ダム地点に到る仮設道路(湧水トンネルを利用)建設期間とダムコンクリート打込みに要する期間とが大部分を占め全工程を左右するキーポイントである。

特にこれらの工事を重視し、トンネル掘削資機材をヘリコプターにより中間坑口迄輸送するとともに、特定工事については、昼夜2交代の工事をおこなう等により、工事の促進をはかった。

5.1.1 ダム工事

ダム工事のうち、仮ダ切、仮排水路、河床部の掘削及びコンクリート打込みは降雨量の著しく少ない乾期に施工することとした。

乾期の出水量は高々 $3.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度と予想されるため、仮排水路はコルゲート管(内径 $1,350\text{mm}$)を右岸に設置することとした。

コンクリートの打上げに伴い、流水は堰体内仮排水路巾 1.5m X 高 2.0m に切替え、ダムコンクリート打込後に閉塞する。

仮ダ切は河床堆積物を使用した一次仮ダ切と、一次ダ切の内側に設けるコンクリート二次ダ切とし、一次ダ切の止水は右岸において採取できる粘性土を使用したブランケット工法によった。

コンクリート打込みに必要な主要仮設備は、トンネル貫通後3ヶ月後に稼働できるように据付けをおこなうが、これと同時に転流工、基礎掘削工を行ない打設に備える。打設は $R=20\text{m}$ 4.5t タワークレーン 1.0m^3 バケットにて約 $17,000\text{m}^3$ を日平均 200m^3 、月平均打設日数稼働と考え、約9ヶ月で完了するものと想定した。

5.1.2 導水路工事

前述のとおり、導水トンネルは、ダム施工時の工事用道路として利用するため、工程的に最も制約をうける工事である。このため、作業坑はトンネルの下流端のほかトンネル中間にも1ヶ所を設け、トンネル工事用機械および資材は坑口付近に設けるヘリポートまでヘリコプター輸送とした。

トンネル掘削は、水槽付近の作業坑および中間作業坑よりそれぞれ、上流に向けておこない。月進150mとした。掘削断面積14.28m²に対し、削岩は油圧式ジャンパーを使用し、ずり出しはロッカーショベルでRS-85、及び8tディーゼル機関車を使用することとした。

工事用道路としない水路専用区間175.0m（掘削断面積5.58m²）は道路部に引続いて掘削することとした。

5.1.3 水路および発電所

導水路以外の水路工事および発電所の工事はダム工事期間中に完了する。工事用機械のうち、土工用機械は主として、導水路、ダムに使用した機械を流用し、コンクリート用設備は共用とした。

5.1.4 建設用資機材

ダム工事に使用する建設機械のうち、主なものは次のとおりである。

機 械 名	仕 様	台 数
クローラードリル	空気消費量 10m ³ /min	5 台
レグドリル	" 3m ³ /min	16 "
コールピックハンマー	" 1m ³ /min	16 "
ブルドーザー	11t	5 "
バックホー	バケット容量 0.4m ³	5 "
ブレーカー	800kg	2 "
ダンプトラック	11t	9 台
コンプレッサー	7 m ³ /分	8 "
"	10.5m ³ /分	9 "
トラックミキサー	4.5m ³	5 "

コンクリートポンプ	30~35m ³ /hr	1	"
バイブレーター	高周波	8	"
"	棒状	5	"
サイクル変換器		1	"
ベルトコンベヤ	ポータブル $l = 5.0m$	4	"
"	B=600 $l = 150m$	1	"
竹材プラント	60l/h	1	基
パッチャプラント	1.0m ² × 2台	1	"
運搬台車	1.0m ² × 2台	1	台
機関車	8t	1	"
バケット	1.0m ³	3	"
タワークレーン	R=30m, 4.5t	3	"
充電電動機	125KVA	9	台
グラウト機器		1	式
管類	φ125 ~ φ200	1	"

トンネル工事に仕掛する建設機械の主なものは次のとおりである。

1) 坑外

ポータブルコンプレッサー100HP	2台	ロックショベル用
タービンポンプ5段 75KW	2台	穿孔用
送風機 φ800 22KW	2台	換気用
ゾルドーザ-D4クラス	2台	土捨均し用
カーダンパー 4.5m ³ 用	2台	ざりあけ用
水タンク 5m ³	2基	タービンポンプ用
2tトラック	2台	場内小運搬
ゼネレーター 180KVA	2台	ジャンボモーター用他
モビールクレーン 13t	2台	ローラ積込用

2) 坑内

油圧式3ゾームジャッキ	2台	削岩用
-------------	----	-----

ロッカーショベル	0.4m ³	2台	ずり積込
グランピーカー	4.5m ³	1.6台	ずり運搬
ディーゼル機関車	8t	2台	"
チェリーピッカ		2台	鋼車入替
レグドドリル	空気消費量 3m ³ /min	2台	当り取り
コールピックハンマー	" 1m ³ /min	4台	"

主要資材はつぎのとおりである。

品名	仕様	数量
セメント	普通	4,500 t
鉄筋	異形	440 t
ラバーダム	H3.7m, L25m	1 基
ゲート	2.5m~3.5m	3 門
FRPM管	D1.35m	300 m
水車発電機	4,000KW	1 台
操作盤		1 式
送変電施設		1 "

5.1.5 コンクリート骨材

現体コンクリート量17,000m³を含むコンクリート全量は約21,000m³であり、これに使用する細骨材量は約30,000m³となる。この骨材の採取地点として、トンネルずりの洩用、ダム上流地点河床、発電所下流地域および地山よりの採取がある。このうち、ダム上流河床堆積物は巨礫が多数混在し、大量、かつ経済的に採取するに適さない。また、発電所下流地域は巨礫は少なく、粗骨材採取の主要地区とするが、全量の確保に難がある。このため、不足分はトンネルずりを洩用し、さらに不足する量は中間横坑上流側の土被りが少なく採取容易な地点より採取することとした。

細骨材は発電所より約1kmの地点に良質かつ豊富な川砂があるため、主としてこの地点より採取することとした。

河床礫、地山およびトンネルより採取の骨材は、いづれも粒度が不均一なため、

必要粒径の骨材を確保するため、発電所下流地点に骨材プラントを計画した。

5.1.6 工事用電力

工事用電力は、既設電力系統よりの供給が期待できないとして、(第2圖3, 4参照)すべてディーゼル発電機による他、給気はポータブルコンプレッサーによることとした。

必要発電機はつぎのとおりである。

ダム地点	125KVA	×	5台
発電所地点	125KVA	×	4台
計	125KVA	×	9台

5.1.7 輸送計画

今回の計画では日本から輸送される機器で最も重くかつ大きいのが主要変圧器であり、重さが13.5t,高さ4.3m,巾3.5m,奥行き3.8mである。

荷揚げ地点としては、港湾設備のある、Puerto Princesa市あるいはBrookes Point 町が考えられるが、Puerto Princesa 市はTawlang 川発電所地点まで200km以上あり、陸上輸送に難点があり、Brookes Point 町の方は、現在の埠頭を1,000tの船が積付け可能な改修計画が進行中であるが、荷揚げ時期までの完成が難しく、両方とも利用は困難である。

発電所地点から南へ約9km離れたところに、Salogon 村がある。そこは軍事作戦地域で、海兵隊が戦車等の重量物を陸上用舟艇で陸揚げしている場所である。道路も海岸から国道までの約2km間は、巾約4mであるがほぼ真っ直ぐ且つ平坦であり、大型トラックの通行にはなんら支障はなく、国道を経て発電所位置近く、7km総延長9kmとなる。

従って、Salogon村沖で貨物船から上陸用舟艇で、機器の陸揚げすることを提案する。

Rio Tuba鉍山側は、鉍石運搬用の埠頭を利用することが出来る。

Palawan 島東部海面は、乾期には波浪が高く、機器のうち重量物は、陸揚げに困難を伴うため、雨期に運搬することとした。

工事区域内の輸送は、発電所から調圧水槽に到る道路の他、ダム地点において

も、工事用道路を建設する。ダム用資機材の大部分は、建設した工事用道路と、導水トンネルを経て運搬する他、トンネル建設用資機材は、工程を考慮してヘリコプターによる輸送とした。

5.2 概算工事費

5.2.1 前提条件

工事費は次のとおり積算した。

- (a) 積算は前項記述の施工計画及び計画地点の自然条件、工事規模、技術水準等を考慮して行った。
- (b) 工事費積算の範囲はダム、水路、発電所を含む、土木設備と発電設備、及びRio Tuba鉱山までの送電線、関連変電設備を含む全工事とする。
- (c) 工事数量は基本設計図面により積算した。
- (d) 建設用機械類の大部分、及び土木設備機器類、主要資材は外国から輸入されるものとする。
- (e) 発電、送電、変電各設備機器は外国に於て設計、製作され供給されるものとした。
- (f) 工事単価は1984年3月時点のフィリピン国内単価、日本国内単価を使用し、1ペソ=16.6円で円に換算した。
- (g) 技術料には詳細実施設計料及び工事監理費を計上した。
- (h) 予備費は直接工事費の約15%を計上した。
- (i) 建設中利息は工事工程と年別所要資金により積算した。

5.2.2 概算工事費（附）年度別工事資金計画

以下の通りである。

5.2.2 概算工事費

1. 土木工事費

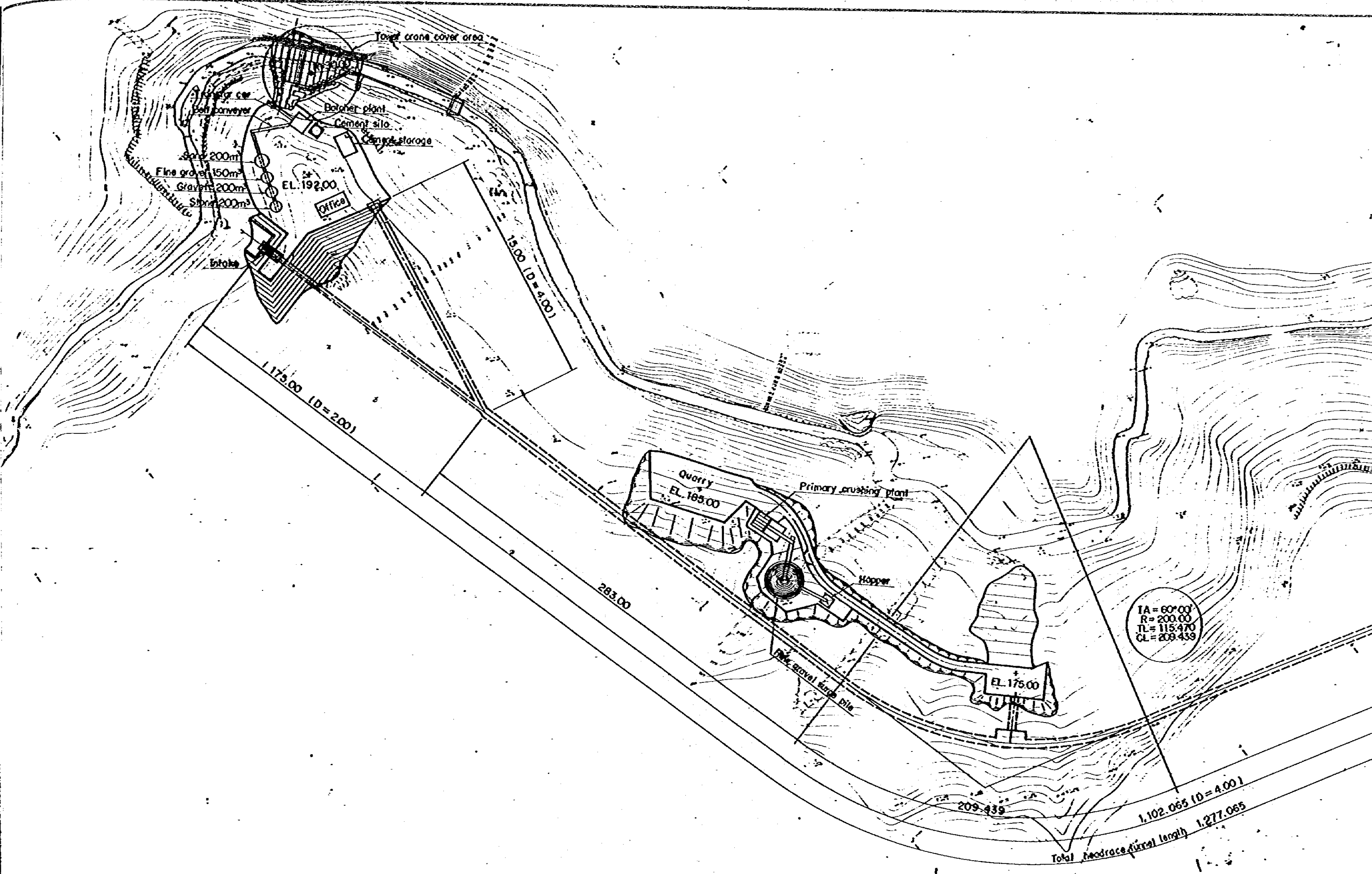
百万円

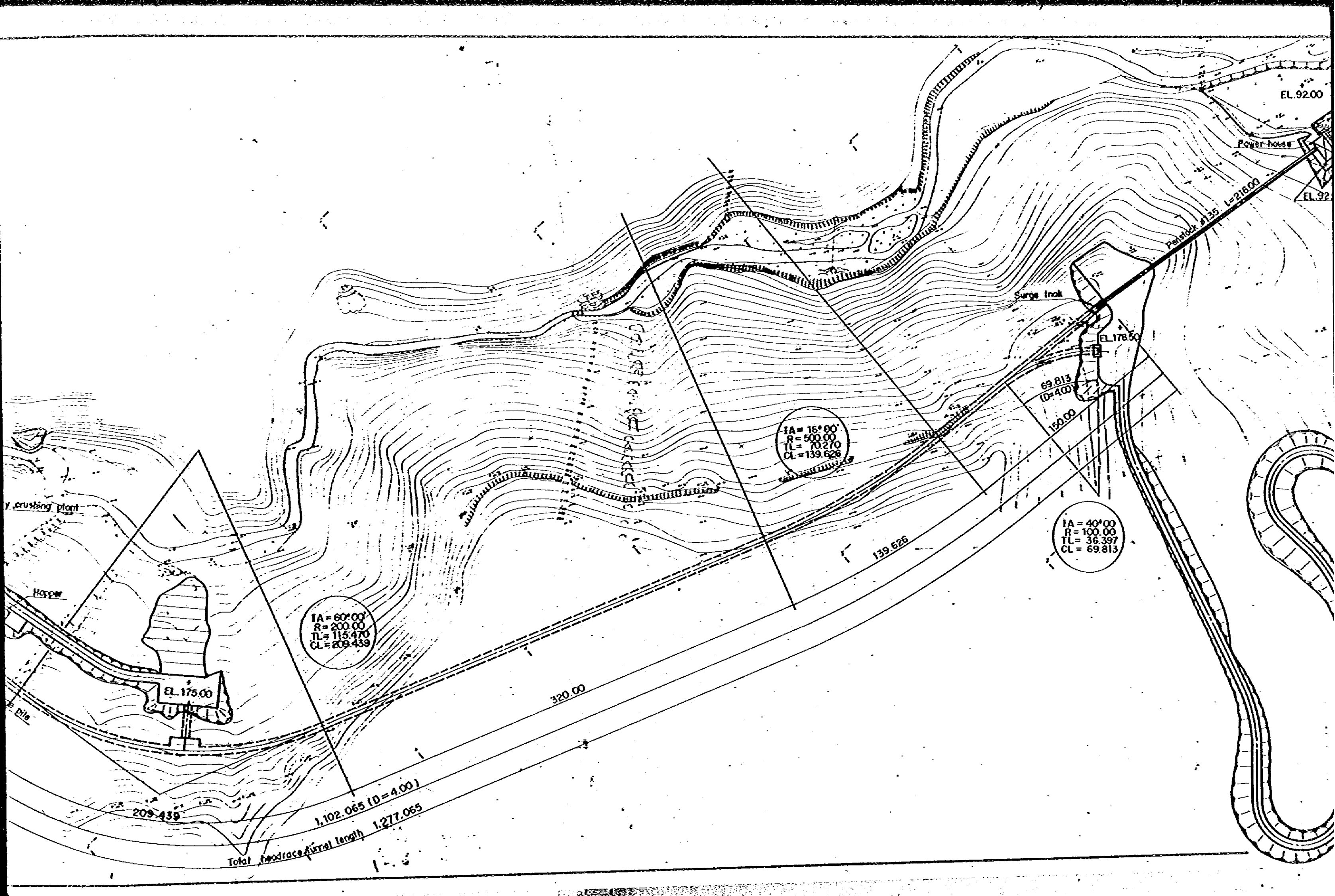
ダム	1,333.7
取水口	70.3
導水トンネル	737.4
調圧水槽	93.6
水圧管路	63.9
放水路	65.5
発電所 (建屋、機械基礎)	293.7
2. 電気設備	
発電所機器 (水車、発電機等)	448.0
送電線	168.0
3. 技術管理費	300.0
4. 予備費 (土地補償費を含む)	278.7
5. 建中利子	181.3
合計	4,031.3

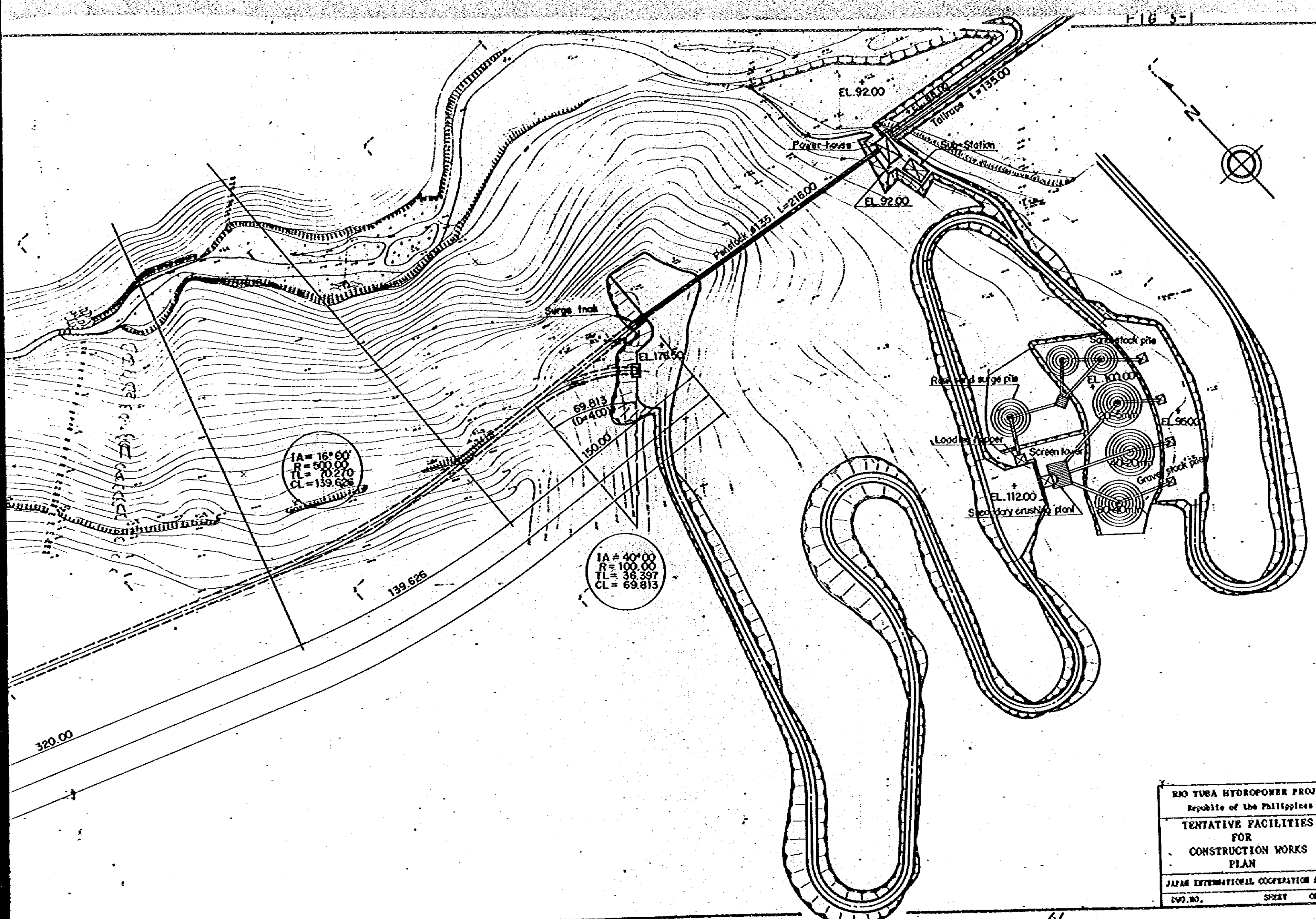
(附) 年度別工事資金計画

百万円

	第1年度	2	3	4	計
土木工事費	1,030.4	1,174.0	159.9	291.0	2,658.3
電気設備費	44.8	358.4	—	44.8	448.0
送電線費	16.5	132.0	—	16.5	165.0
予備費	67.6	184.0	25.1	—	278.7
技術管理費	120.0	120.0	60.0	—	300.0
建中利子	105.7	73.8	1.8	—	181.3
計	1,387.0	2,042.2	246.8	355.3	4,031.3







RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT
 Republic of the Philippines
 TENTATIVE FACILITIES
 FOR
 CONSTRUCTION WORKS
 PLAN
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 DWG. NO. SP227 OF