

フィリピン共和国

リオ・チバ鉱山関連施設  
整備計画調査報告書

第 II 編

昭和 59 年 6 月

国際協力事業団

鉱計画  
84-1359



JICA LIBRARY



1030458(2)



フィリピン共和国

リオ・チバ鉱山関連施設  
整備計画調査報告書

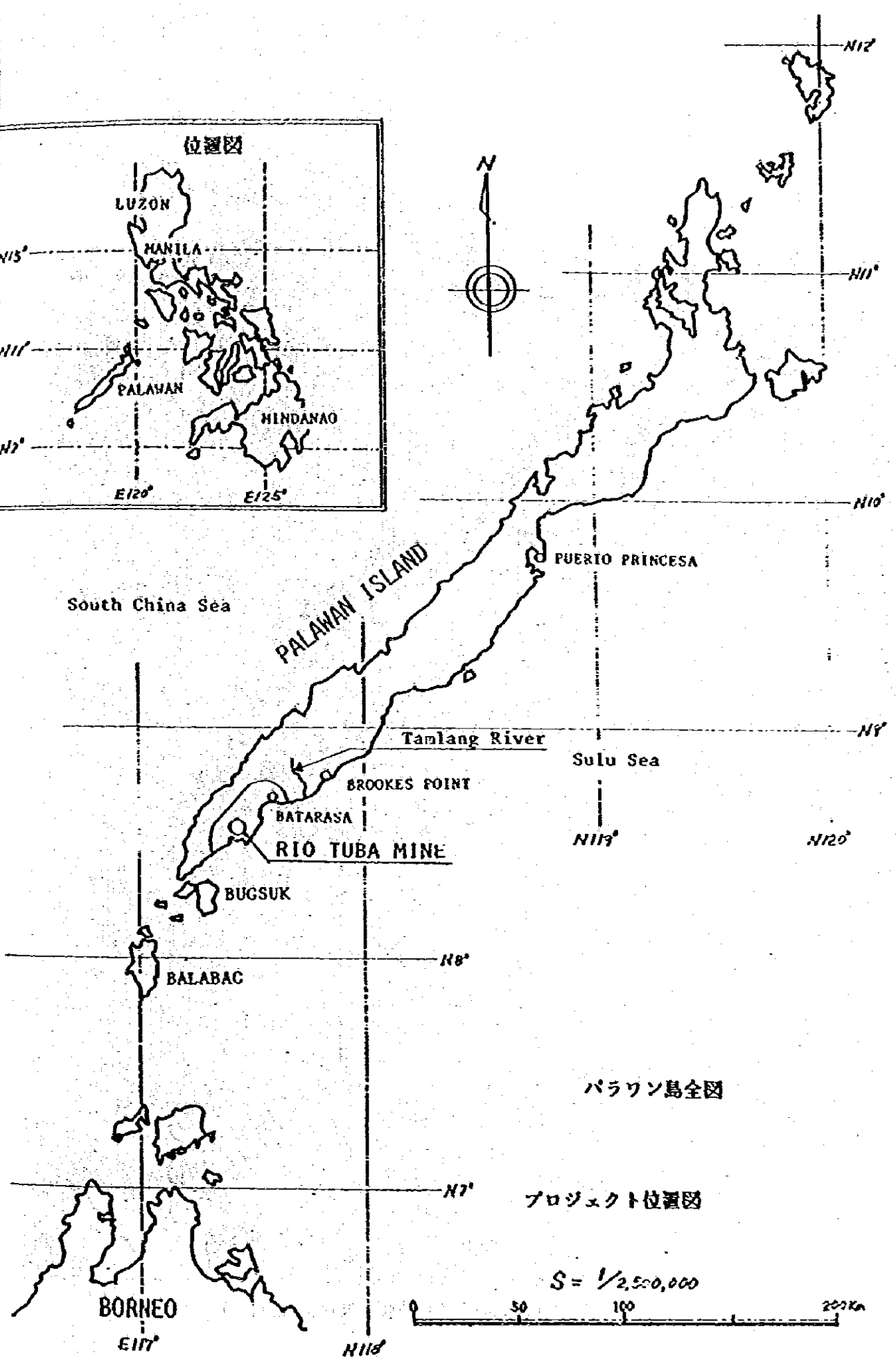
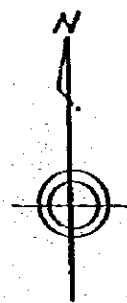
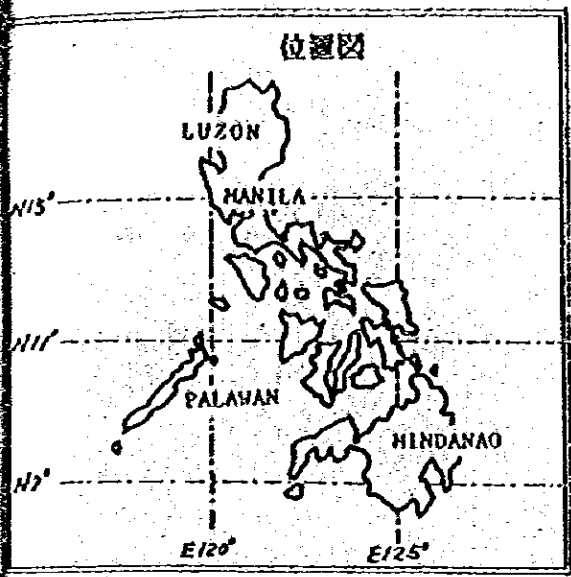
第 II 編

昭和 59 年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 9. 19	118
登録No. 10690	66
	MPP

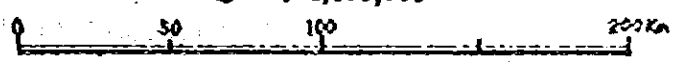
マイクロ  
フィルム作成



パラワン島全図

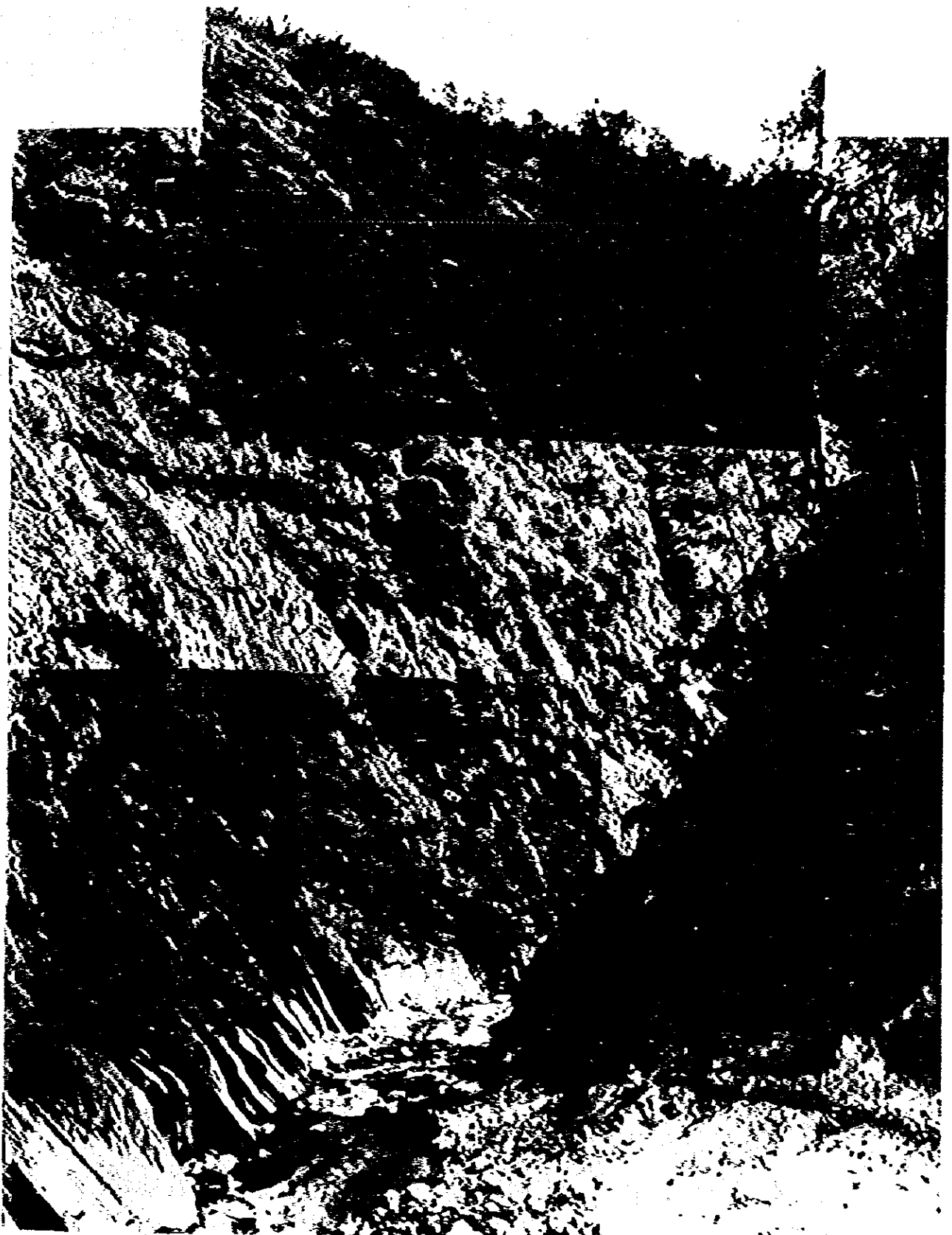
プロジェクト位置図

$S = 1/2,500,000$



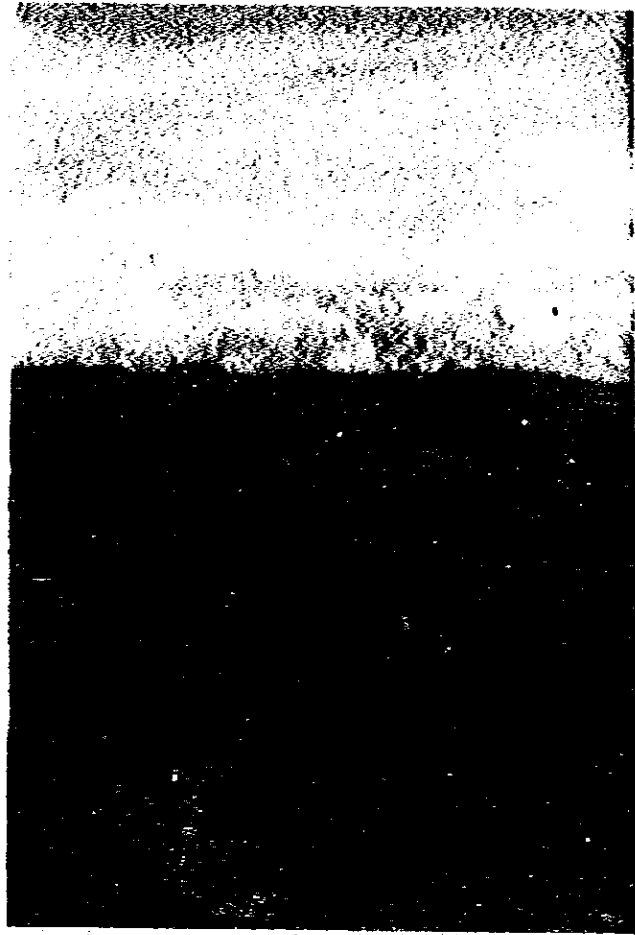




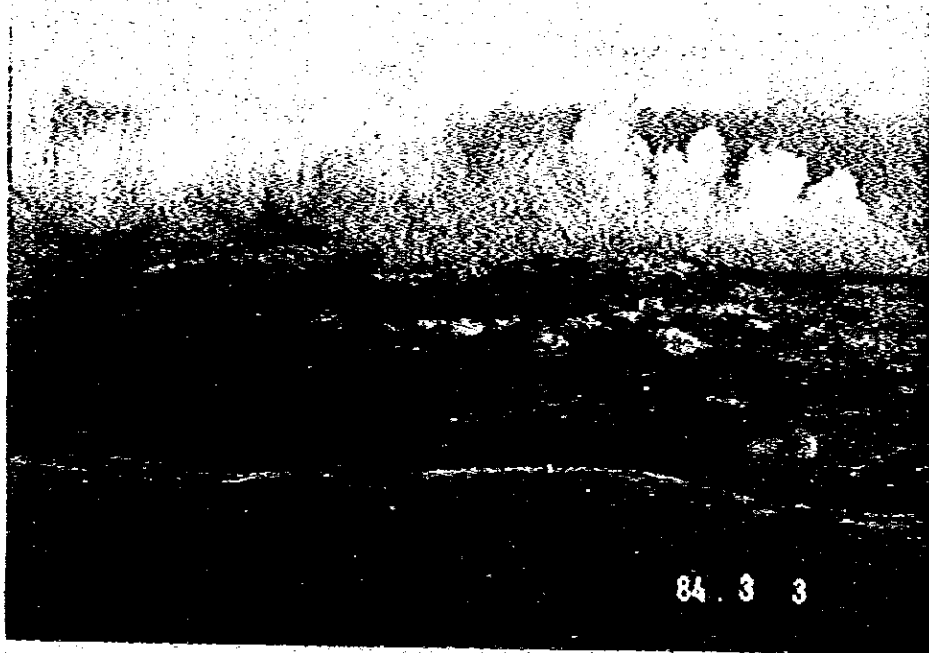


Tanlang 川のダム地点（上流側より）



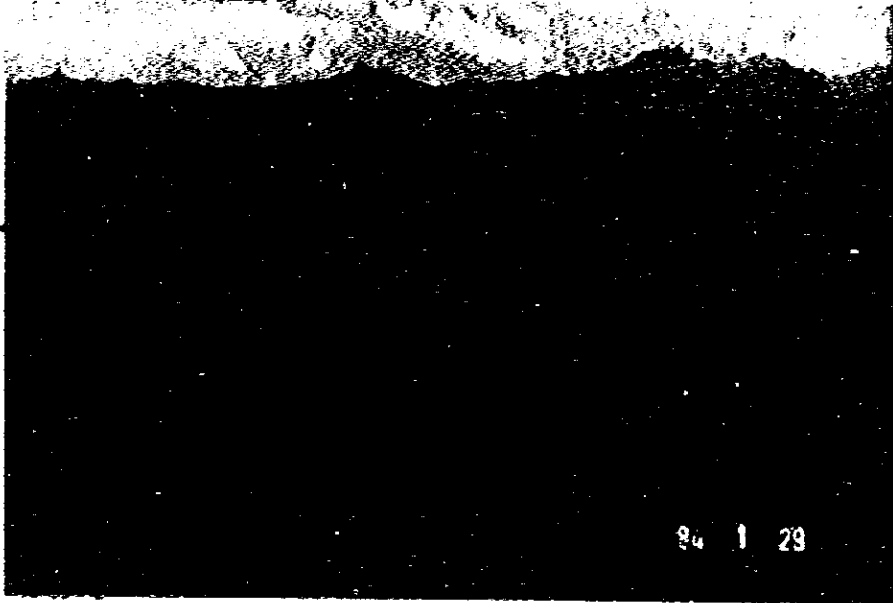


Tawlang 川発電所地点



Salagon 資機材揚陸予定地点





34.5KV 送電線

Marangas 川と送電線ルート



Brookes Point 雨量観測所



## 第 II 編 目 次

プロジェクト位置図	i
写真集	ii
第 1 章 地形地質概要	1
1.1 位置、交通	1
1.2 地形概要	1
1.3 地 質	2
第 2 章 水文・気象	3
2.1 気象・水文・資料	3
2.2 流 域	3
2.2.1 概 要	3
2.2.2 Tawlang 川	4
2.3 Tawlang 川流況	4
2.3.1 流量観測	4
2.3.2 流域雨量	5
2.3.3 長期日流量の作成	7
2.4 計画洪水量及び貯水池内堆砂量の推定	8
2.4.1 計画洪水量の推定	8
2.4.2 貯水池内堆砂量の推定	9
第 3 章 計画一般	25
3.1 Tawlang 川水力発電所	25
3.2 送電線	26
3.3 Rio Tuba 鉱山連系変電所	26
3.4 PALECO 配電系統との連系	26

第4章 基本設計	30
4.1 気象条件	30
4.2 土木構造物	30
4.2.1 ダム	30
4.2.2 取水口	32
4.2.3 導水路	32
4.2.4 調圧水槽	34
4.2.5 水圧管路	34
4.2.6 発電所	34
4.2.7 放水路	35
4.3 電気設備	35
4.3.1 水車発電機の型式および台数	35
4.3.2 主要変圧器	36
4.3.3 開閉機器	37
4.3.4 制御方式	37
4.3.5 送電線	37
第5章 施工計画及び概算工事費	53
5.1 施工計画	53
5.1.1 ダム工事	53
5.1.2 導水路工事	54
5.1.3 水路および発電所	54
5.1.4 建設用資機材	54
5.1.5 コンクリート骨材	56
5.1.6 工事用電力	57
5.1.7 輸送計画	57
5.2 概算工事費	58
5.2.1 前提条件	58



5.2.2 概算工事費 ..... 58

(附 年度別工事資金計画)

添付資料

I. LIST OF COLLECTED DATA ..... A-1

II. 基本設計計算書 ..... A-4

III. 地質調査 ..... A-37

## プレート目次

プレート	プロジェクト位置図	.....	i
	Taulang 川, ダム地点 (上流側より)	.....	ii
	Taulang 川発電所地点, Salagon 資機材揚陸予定地点	.....	iii
	Marangas 川と送電線ルート, Brookes Point 雨量観測所	.....	iv

## 図表目次

図	2-1	PHILIPPINE CLIMATE MAP	.....	1 1
	2	METEOROLOGY, RIO TUBA MINE	.....	1 2
	3	COLLECTED METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL RECORDS	.....	1 3
	4	PROFILE OF TAMLANG RIVER	.....	1 4
	5	RIVERBED ELEVATION AT NIA GAUGING STATION	.....	1 5
	6	RATING CURVE, 1980 TAMLANG RIVER	.....	1 6
	7	TAMLANG RIVER FLOW-DURATION CURVE	.....	1 7
3	- 1	CATCHMENT BASIN & TRANSMISSION ROUTE MAP	.....	2 8
	2	POWER SYSTEM DIAGRAM (IN 1988)	.....	2 9
4	- 1	TURBINE TYPE SELECTION CHART	.....	3 9
	2	PERFORMANCE CURVES	.....	4 0
	3	GENERAL LAYOUT	.....	4 1
	4	GENERAL PROFILE	.....	4 2
	5	DAM: PLAN, TYPICAL SECTION, DOWNSTREAM FACE	.....	4 3
	6	POWER HOUSE: PLAN, TYPICAL SECTION	.....	4 4
	7	POWER SYSTEM DIAGRAM (IN 1988)	.....	4 5

8	INTAKE & SURGE TANK STRUCTURAL DETAIL .....	4 6
9	WATER WAY (SURGE TANK ~ TAILRACE) PLAN .....	4 7
10	WATER WAY (SURGE TANK ~ TAILRACE) PROFILE .....	4 8
11	RUBBER DAM .....	4 9
12	SINGLE LINE DIAGRAM .....	5 0
13	SUBSTATION .....	5 1
14	DETAIL OF POLE: DIMENSION & DIAGRAM 34.5KV TRANSMISSION LINE TENSION, SUSPENSION .....	5 2
5-1	TENTATIVE FACILITIES FOR CONSTRUCTION WORKS: PLAN .....	6 1
表 2-1	MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURE, RIO TUBA MINE .....	1 8
2	MAXIMUM AND MINIMUM RELATIVE-HUMIDITY, RIO TUBA MINE .....	1 9
3	MAXIMUM AND AVERAGE WIND VELOCITY, RIO TUBA 1979-1983 .....	2 0
4	MONTHLY RAINFALL BROOKES POINT PALAWAN .....	2 1
5	DAILY RIVER DISCHARGE CONVERTED FROM NIA GAUGING RECORDS (1981) .....	2 2
6	RESULTS OF DISCHARGE MEASUREMENT, TAMLANG RIVER, 1984 .....	2 3
7	SIMULATED FLOW DURATION .....	2 4
4-1	水路の比較 .....	3 3
5-1	CONSTRUCTION SCHEDULE .....	6 0



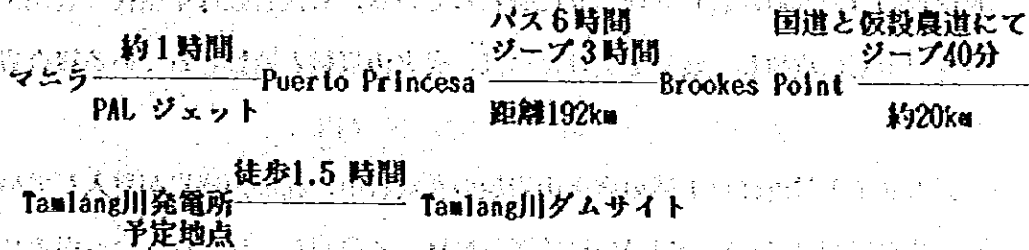
## 第 1 章 地形地質概要



## 第1章 地形、地質概要

### 1.1 位置・交通

調査地域はフィリピン南西部のPalawan島のSulu海側南部に位置する。最寄りの基地のBrookes Point 経由でグムサイトに至る通常の交通系統は次の通りである。



但し Rio Tuba 鉱山社有セスナ機による場合は、Puerto Princesa から Brookes Point 南方の Samarana 軍用滑走路に約40分で到着できる。Brookes Point 以南の道路は排水不十分のため、車輻通行は乾期の2月中旬～6月末の間に限られる。一方、Brookes Point とRio Tuba鉱山間には発動機船（バンボート）が定期運行している。（所要時間約5時間）

### 1.2 地形概要

Palawan 島全体が南北に細長い形状を呈し、中央よりやや東寄りに脊梁山脈が走り調査地付近ではMantalingajan 山系と呼んでいる。同山系の主峰Mantalingajan 山 (2,054m) はPalawan 島の最高峯である。当 Tawlang川は、その源をMantalingajan 山に発し、ほぼ南東流してSulu海に注ぐ。全長は約17kmのうち山岳部を約11km貫流し、その間に約10支流を合流する。山岳部のうち下流の4kmの勾配は約1/17～1/20で、上流区間は更に急勾配となる。植生は熱帯雨林が主体ではあるが、急斜面では疎林又は草地が多くなる。

流域内の人家は約100世帯と言われているが移動のため実数は明確でない。崩壊地は上空と現地調査によって約9ヶ所、その面積は約0.0504km<sup>2</sup>で流域面積39km<sup>2</sup>に対して約0.001に相当する。

### 1.3 地質

調査地は1,500m以上の背稜山地の東側に800m級の前山を連ね、山麓部には100m以下の沖積低地が縁どっている。このような地形の変化と同様に、地質的にも多様な地域である。背稜山地には新生代に貫入した超塩基性岩が分布し、その東側に結晶片岩類と、その上位に不整合関係で堆積した、海底火山活動によって生じた玄武岩質熔岩類（一部凝灰岩）とが南北に分布している。玄武岩類は中生代三疊紀末から白亜紀中期に堆積し、変質を受けた結果、変火山岩類と通称されている複合岩体である。

ダムサイト付近には上述の変火山岩類の玄武岩中に花崗閃緑岩が貫入している。その分布範囲は Tamlang川沿いに約800mに亘って露頭し、延長は北東～南西に向かって約2km追跡できる。この岩体の露岩状態は非常によく、地形的にも他の岩体の分布域に比較してより急峻である。ダムサイトでは堅硬な岩が露出しているため河川巾が狭まるとともに、左岸側で60°以上、右岸側で45°以上の急傾斜面を形成している。

花崗閃緑岩は河床付近に露岩しているものは、ダム基岩の岩盤分類からみてCH級以上の岩盤が多く、亀裂の頻度も比較的少なく、表層部を除いてはおおむね密着している。右岸側の一部で、風化マサ花崗閃緑岩（D級）ないし風化花崗閃緑岩（CL）が出現するが、踏査結果から約10m以浅でCH岩盤に達すると推定される。

（地質調査結果の詳細は添付資料参照）



## 第2章 水文·气象



## 第2章 水文・気象

### 2.1 気象・水文・資料

フィリピン全土の気象区分図を図2.1に示す。PAGASAによるPalawan島の気象観測所はBrookes Pointから北東150kmのPuerto Princesa飛行場の観測所が唯一のものであり、今回の地域を代表させるには無理がある。幸いRio Tuba鉱山では最近気象観測を開始し、若干の資料が蓄積されているため、対象地域の気象はこれを使用した。表-2.1から表-2.3、図-2.2がこれら気象資料である。

一方降雨についてはBrookes Pointの長期日雨量資料が入手できた。(表-2.4)。これらの値の資料もあわせて、入手した水文、気象資料とその観測期間を、図-2.3に示す。又、これら全ての生の資料については資料集として保管してある。

Tamlang川流域の降雨資料についてはRio Tuba鉱山が1983年10月中旬から12月中旬まで観測しているが、この資料は短期であり、信頼性に乏しい。Tamlang川発電所候補地点下流右岸にもRio Tuba鉱山で設置した雨量計がある。これは1983年7月以来現在に到るまで観測が継続されている。

### 2.2 流域

#### 2.2.1 概要

今回流量調査を実施した河川は以下の3河川である。

河川名	流域面積 ( $\text{km}^2$ )	流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	比流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ )
Tamlang川	40	1.199	0.031
Karangas川	38	0.521	0.013
Tanianbobog川	21	0.478	0.023

この調査は現地調査中の濁水量を把握するため、2月18日に同時に実施した流量観測であり、流域面積は観測点における面積である。

示された流量に明らかなとおり、Tamlang川が最も水量に恵まれている。Karangas川はかんがい用水として $0.198\text{m}^3/\text{sec}$ を取水していたが、この流量は上記

0.512m<sup>3</sup>/secに含まれている。Tanianbobog 川は比流量が比較的大きいが、これは泉からの安定した流量が多いためである。

なお、今回アクセスが出来なかったCondwaga川は上記3河川同様Palawan 最高峰、Mantalingahan 山に水源を発し、西海岸南シナ海に流出する河川である。西海岸には気象水文記録が皆無であるが、一般に東南風がこの山脈に当り発生する雲により、降雨は東海岸より多いことから、Taulang 川程度の比流量は期待できよう。

## 2.2.2 Taulang 川

Mantalingahan 山頂を始点とし、Sulu海に注ぐ流路延長約18.5kmの河川である。河川勾配は下流が1/100 ~ 1/1000、中流で1/10~1/100、上流は1/10以上の一般に急流小河川である。(図-2.4参照)。流域は岩の露頭が各所に見られるが、植性は良く発達しており、浸食ヶ所も限られている。

しかし、10年に一度程度で発生する台風時には相当量の山崩壊を来し、洪水時に流出した砂礫は山麓から南岸にかけて堆積し、比較的勾配のゆるい沖積平野を形成する。

上、中流部は流水に鋭く削られたV字渓谷であるが、下流は土砂の堆積により、ミオ筋が幾条にも別かれ、安定せず、洪水期、最下流では全水量が地下に伏流する。

この川は過去にADBによるかんがい計画 (PIADP) 及び世銀によるかんがい計画 (PMSIP) (Philippine Medium Scale Irrigation Project) で2回調査されたが、いずれも採択には到らなかった。これは、上記流出土砂への対策に莫大な工事費が必要となるためである。

## 2.3 Taulang 川流況

### 2.3.1 流量観測

#### 1) NIAの流量観測

NIAはCIADP及びPMSIPの調査のために、1978年から82年までの4年間にわたり、間欠的な水位観測と月1回程度の流量観測を実施した。測水

所は今回計画された発電所地点の約100m上流であるが、度々洪水に流され、現在は急流となっている。

当時の資料にもとづく測水所の河床を図-2.5に示す。平均河床として1980年5月26日観測の河川断面にもとづきH~Q曲線を作成した。1980年の資料が比較的信頼性に富むことから、今回調査では、当時の月1回の流量観測結果をもとに上記H~Q曲線に並行線を引き、各月の代表H~Q曲線を作成して、1980年1ヶ月の日流量を作成した。

なお、一部の欠測についてはBrookes Pointの降雨量を参考に補完したこのH~Q曲線を図-2.6に日流量を表2.5に示す。この結果1980年平均流量は約3 m<sup>3</sup>/secとなった。

## 2) Rio Tuba鉱山による流量観測

1983年7月より、同鉱山は上記N I A測水所より上流約400mの地点に測水所を設置し、水位観測を継続している。この測水所は小洪水でも度々流出することから、流出後の標尺標高が以前と同じ位置にくるよう注意が必要である。本年2月からは月1回の流量観測も開始された。

## 3) 調査団の流量観測

調査団は現地調査期間中に、同時流量観測を6回実施した。この結果を表-2.6に示す。

測水点はRio Tuba鉱山設置点、ダム候補地点及びその上流約400m地点である。この結果、最下流のRio Tuba鉱山測水点はかなりの水量が伏流水となって地下に浸透し、地表水が上流ダムサイトに比し、減少していることが判明した。

この流量は同時流量観測計6回の平均値として、0.21 m<sup>3</sup>/secと評価した。

### 2.3.2 流域雨量

#### 1) 既存雨量記録

ダムサイト候補地点にけおる流域面積は39km<sup>2</sup>である。流域内の雨量記録は1983年10月から12月にかけて Rio Tuba 鉱山の実施したのが唯一の資料であるが、(UpperTaulang Rainauge Station)あまりに短期間であり、今回の解析に使用するのは若干危険である。流域外ではあるが、発電所予定地点の直下流、Taula

ng川の右岸には、やはり Rio Tuba 鉱山の設置した雨量観測所があり、(Lower, Tawlang Rainuage Station), この記録は1983年7月以来継続されている。

更にこの雨量観測所から10km東北東にBrookes Point 雨量観測所がある。Brookes Point の町から約3km西の郊外平野部、国道沿いの民家に設置されており1956年からPAGASAの委託を受けて観測が続けられている。

今回調査では日雨量記録が信頼できる精度と判定された。1970年から83年までの14年間の記録を用いて解析資料とした。

ちなみに、過去14年間の年平均雨量は1492mmであるのに対し、1956年からの28年間のそれは1609mmとなっている。(表-2.4参照)

一方、前述の下流、Tawlang川雨量観測結果と、このBrookes Point の雨量を対比したものが下記である。

	8月/ 1983	9月	10月	11月	12月	1月/ 1984	計
雨量							
下流 Tawlang川	249.5	243.7	486.0	514.5	452.5	143.0	2089.2
Brookes Point	134.6	264.5	248.7	331.6	411.5	172.7	1563.6
降雨日数							
: 下流 Tawlang	23	21	18	25	14	12	113
Brookes Point	10	11	11	13	6	8	59

この結果、雨期8月から1月までの結果より、下流、Tawlang川雨量観測所はBrookes Point に比し、雨量で約34%増、降雨日数は52%の関係があることが明らかとなった。

## 2) 流域平均雨量

流域内の雨量記録は略皆無であることから、Brookes Point の長期記録に修正を加え、流域平均雨量を求めることとした。

### ① Lower Tawlang日雨量の作成

—雨量データはB.P.データを基にした。

—B.P.雨量と Lower Taulang雨量は既に述べたとおり次の関係があるとした。

$$(\text{Lower Taulang年雨量}) = (\text{B.P.年雨量}) \times 1.36$$

$$(\text{Lower Taulang年降雨日数}) = (\text{B.P.年降雨日数}) \times 2$$

—この関係をもとに、B.P.の1970~1983の日雨量から Lower Taulangの日雨量を各年毎に推定した。即ち、B.P.に降雨があった日の降雨量の0.36倍の降雨量をその日以降の一番近い降雨ゼロの日に入れることにより上の2つの条件を満足させた。

## ②流域雨量の算定

一般に、降雨量はある標高では標高が高くなるにつれて増加することが解明されている。この増加率をPAGASAでは100m上昇するごとに10~20%の増加と推定している。しかし今回の計画では種々の試算をした結果標高200m上昇するごとに雨量が10%増加するという仮定を樹てた。

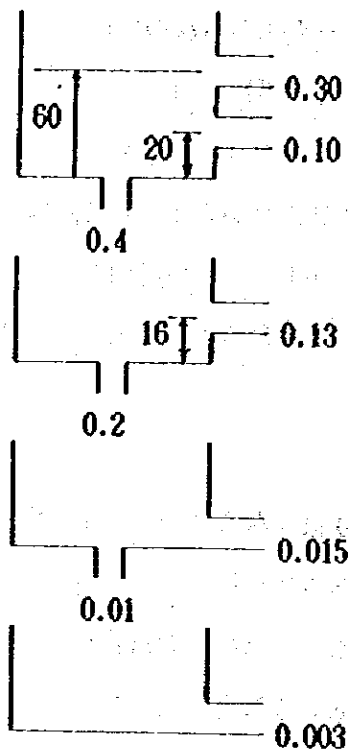
この結果は次のとおり。

標高	流域面積 (kd)	面積率 (%)	Lower Taulang に対する比
2,000	1.6	4.07	2.47
1,500	5.2	13.23	2.20
1,000	11.1	28.24	1.37
500	14.5	36.90	1.37
Lower Taulang 100	6.9	17.56	1.10
計 39.3 kd		計 100%	加重平均 1.58

これによる実際の計算をB.P.の雨量をもとに後述する方法で1980年を対象に行った結果、年平均流出量は約3 m<sup>3</sup>/sec となった。これは前述したN I A測水記録の年平均流出量 3.09 m<sup>3</sup>/sec に比し安全測で略一致し、流域平均雨量の仮定は満足しうるものであることが立証された。

### 2.3.3 長期日流量の作成

長期日流量は実測データが得られなかったので前述のとおり算出された流域平均雨量をもとにタンクモデル法で日流量を推定した。タンクモデルの係数測定に際しては、上記雨量とN I A測水所の流量観測データを用いた。Simulationの結果決定されたタンクの定数は次のとおりである。



この構造を持つタンクモデルにより1970年から1983年の14年間一日流量を推定し、これにNIA測水所での浸透流 $0.07 \text{ m}^3/\text{sec}$  (安全率: 3) を加えた値に基づき14年間平均の流況曲線を作成し図-2.7に示す。また、各年の流況は表-2.7に示す。計算された主な結果は次の通りである。

14年間平均流量 :  $3.22 \text{ m}^3/\text{sec}$

年最大日流量 :  $28.98 \text{ m}^3/\text{sec}$

流出量 :  $101.54 \text{ MCM}$

流域年雨量 :  $3,174.1 \text{ mm}$

流出率 :  $0.82$

## 2.4 計画洪水量及び貯水池内堆砂量の推定

### 2.4.1 計画洪水量の推定

Palawan島での洪水観測資料は、これまでのところ作成されていないが、Tanglang川近傍のBrookes Point に於ける14年間の日降雨量データを基に、ダム地



点に於ける換算日降雨量を求め、これを用いて、日本での確率計算法の標準法として最も広く用いられている岩井法によって超過確率 100年の日雨量を求めた。次に、この超過確立 100年日雨量を基に Rational Formula によって、100年確率の洪水量を推定し、これをダム地点に於ける計画洪水量とした。

(1) 100 年確率の日雨量の算定

1970年～1983年の14年間の日降雨量を基に、岩井法によって求めた。100年確率日降雨量R100 は次の通りである。尚、その過程は省略する。

$$R100 = 338 \text{ mm/day}$$

(2) 計画洪水量の算定

(1)で求めた100年確率降雨量を基に1時間当たりの平均降雨強度を求め、Rational Formula によって、100年確率の計画洪水量を求めた。

Rational Formula

$$Q = 0.2778 \cdot f \cdot R \cdot A \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

ここに、A : Catchment area = 39km<sup>2</sup>

R : 1時間当たり平均降雨強度

f : 洪水流出係数 = 0.8

但し、洪水の到達時間 (T) は2.3 時間程度となるので、Rは次の通りである。

$$R = \frac{R100}{24} \cdot \left( \frac{24}{T} \right)^{0.6} = 58 \text{ mm/hr}$$

故に設計洪水量は次の様に決定した。

$$Q = 503 \approx 510 \text{ m}^3\text{/sec}$$

2.4.2 貯水池内堆砂量の推定

貯水池の堆砂を推定する場合、近隣の既往のダムの堆砂実績を基にこれを行うことが、最も正しい値に近いものが得られるが、本島では、既設ダムの堆砂実績



FIG. 2.1 PHILIPPINE CLIMATE MAP

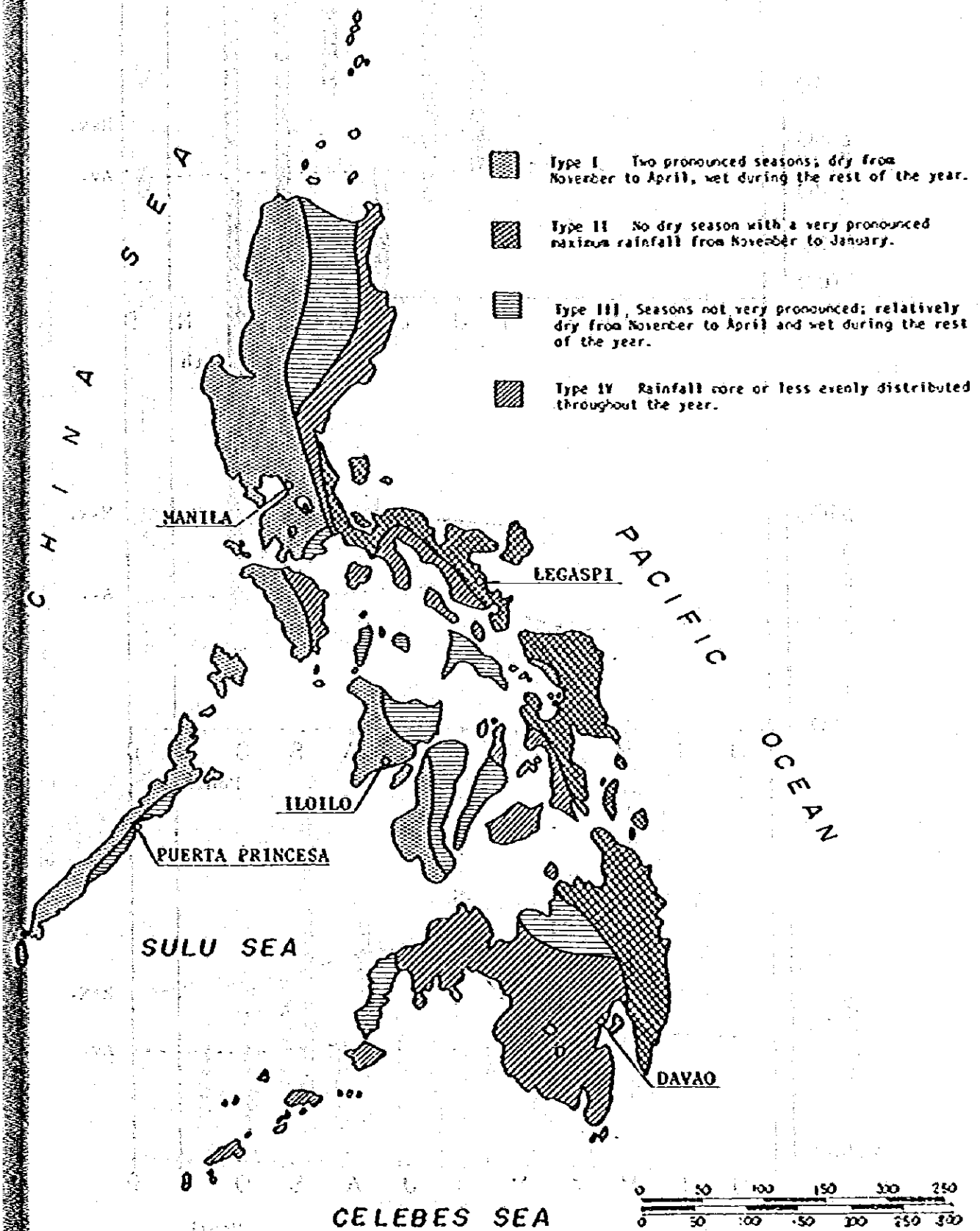


FIG. 2.2 METEOROLOGY, RIO TUBA MINE

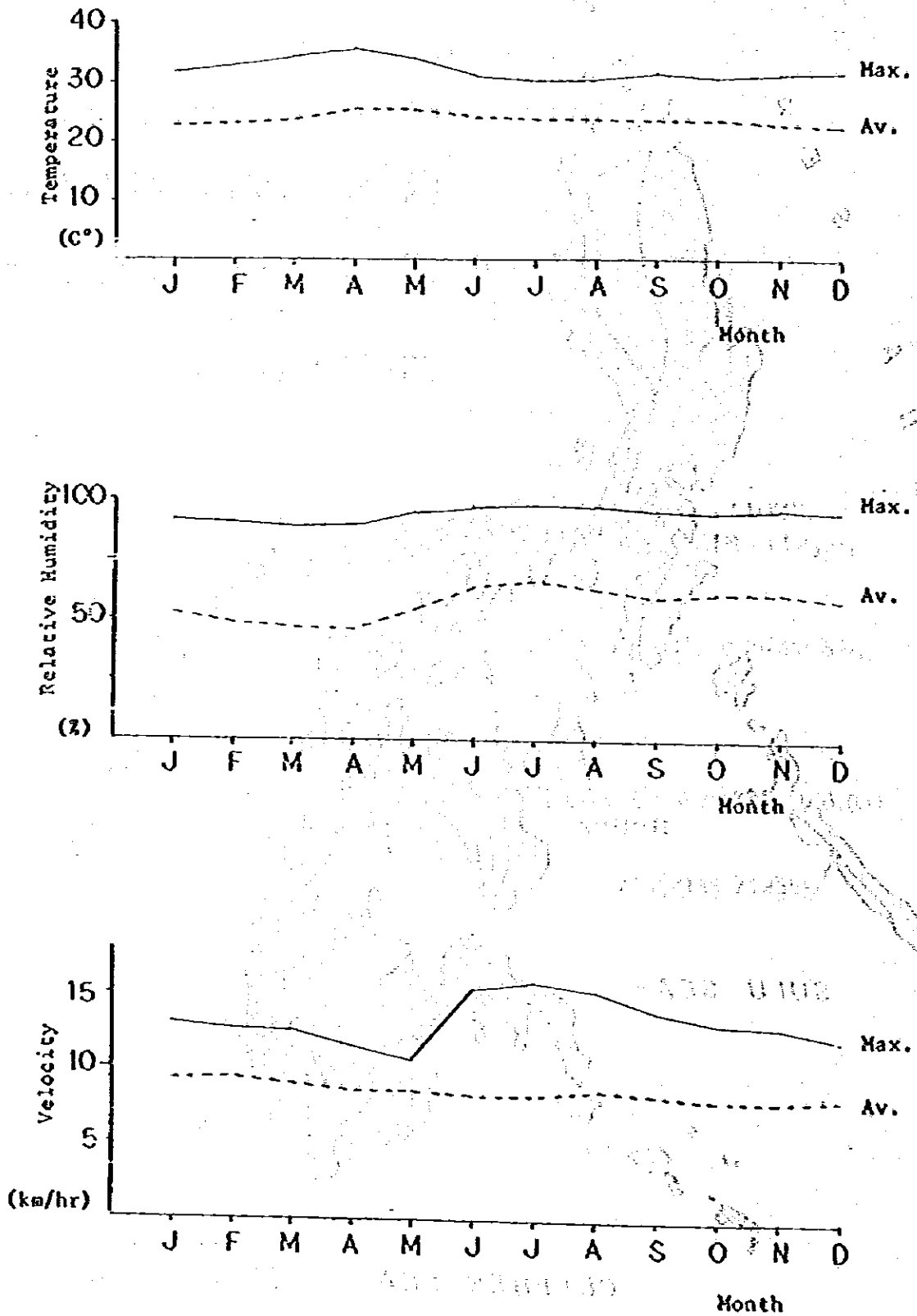


FIG. 2.3 COLLECTED METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL RECORDS

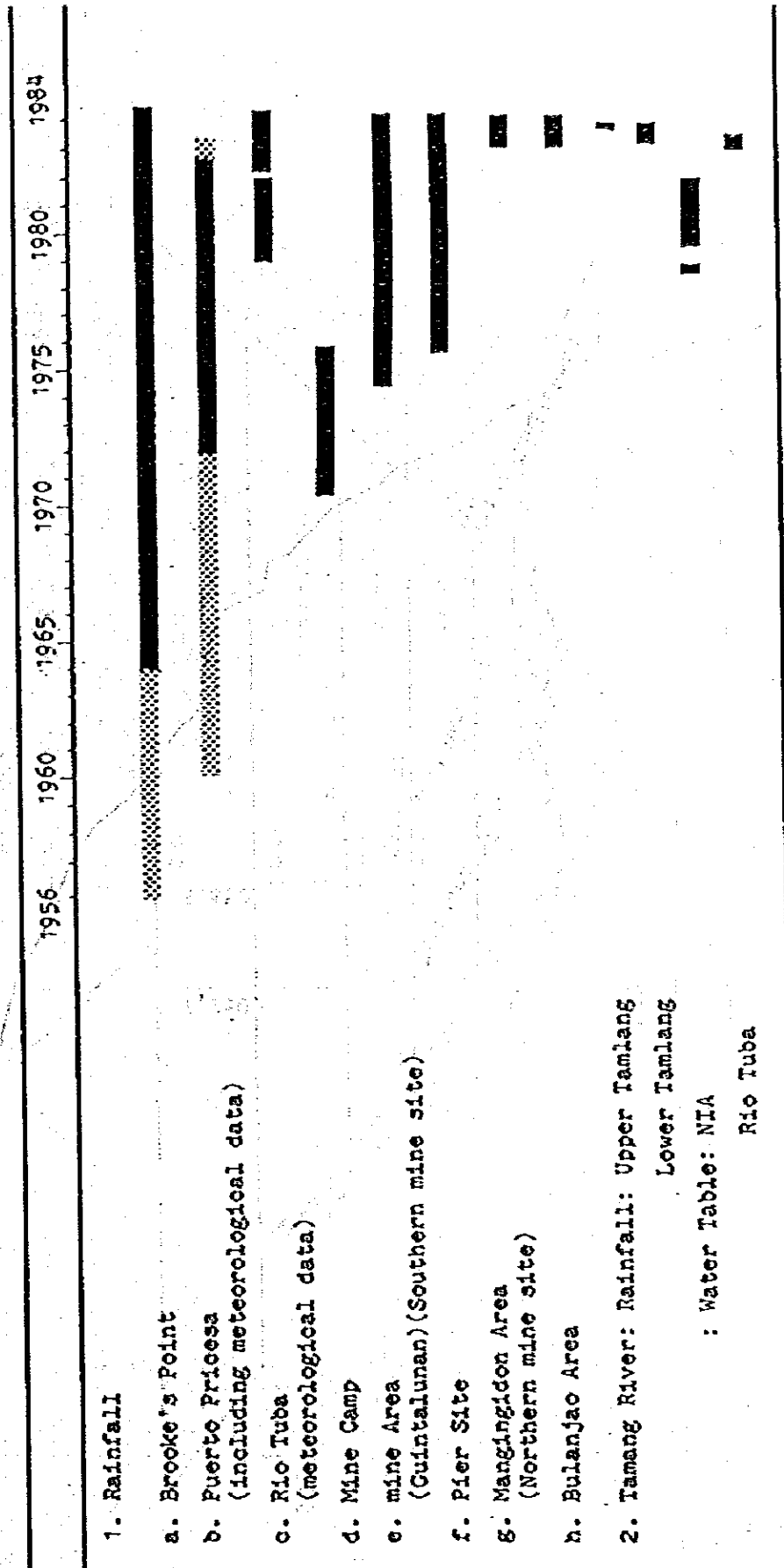


FIG. 2.4 PROFILE OF TAMLANG RIVER

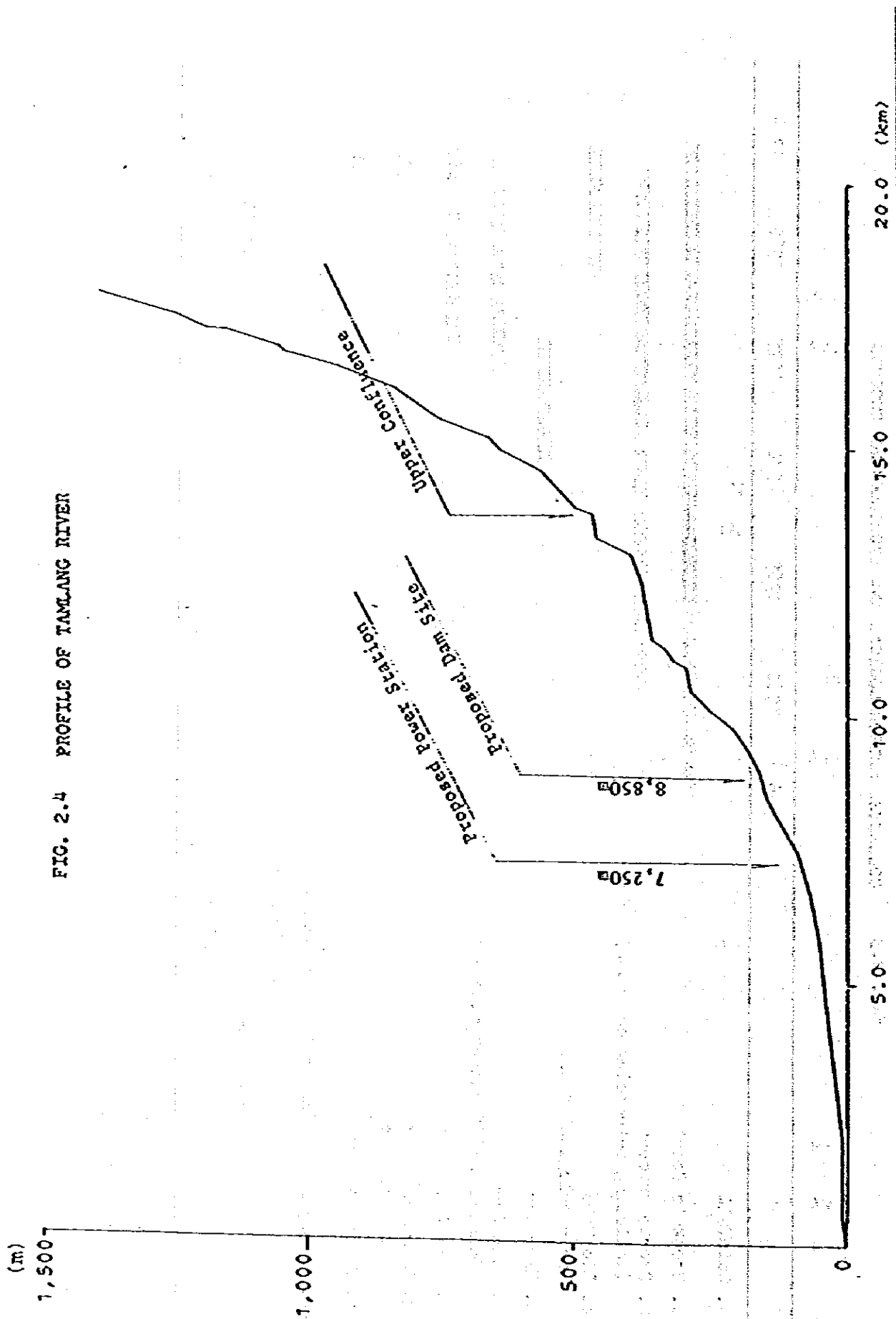


FIG. 2-5 REVERSED ELEVATION AT MIA GAUGING STATION

H = 1/10  
V = 1/50

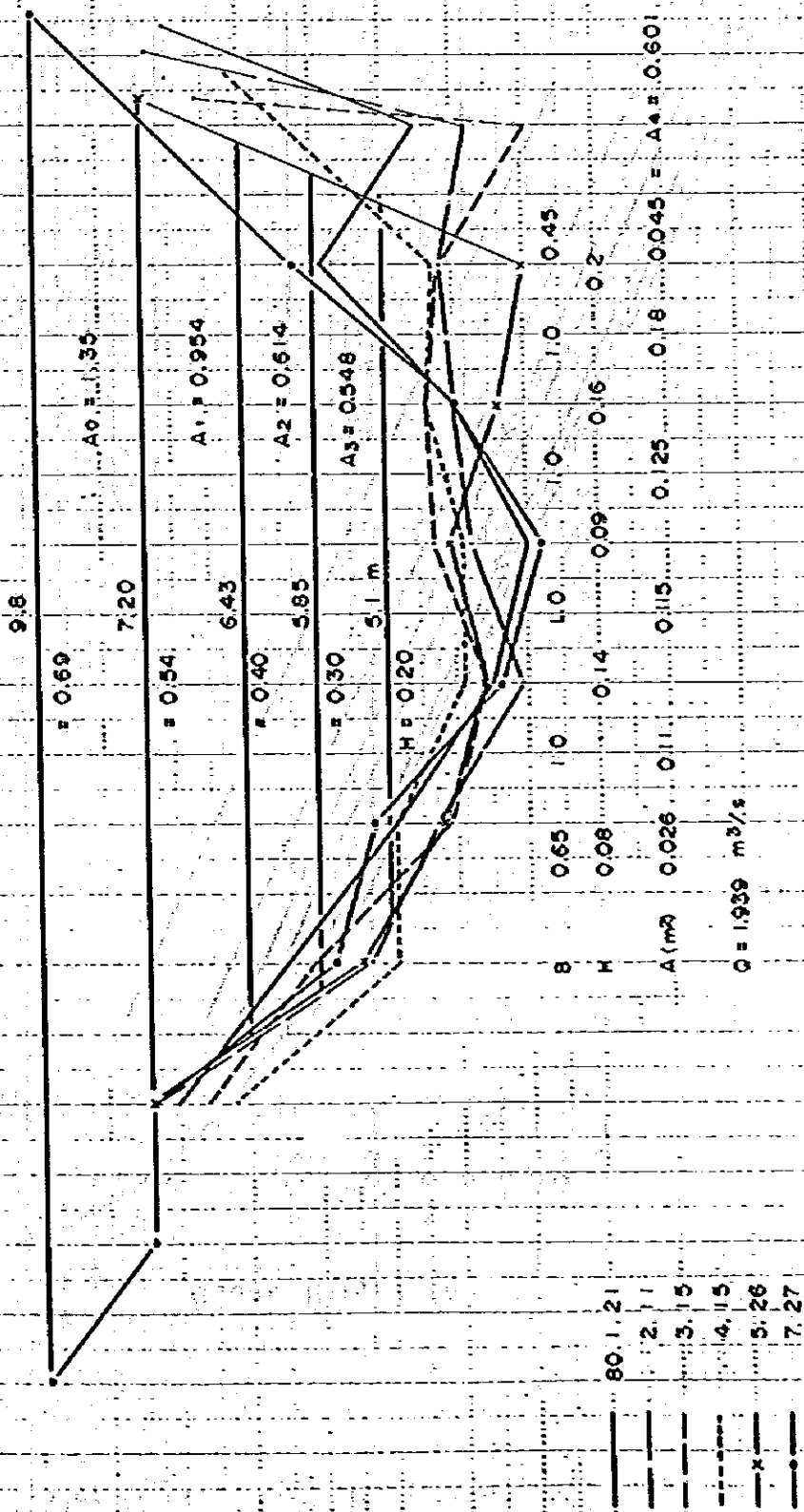


FIG. 2.6 RATING CURVE, 1980 TANJANG RIVER

$Y = aX^b$

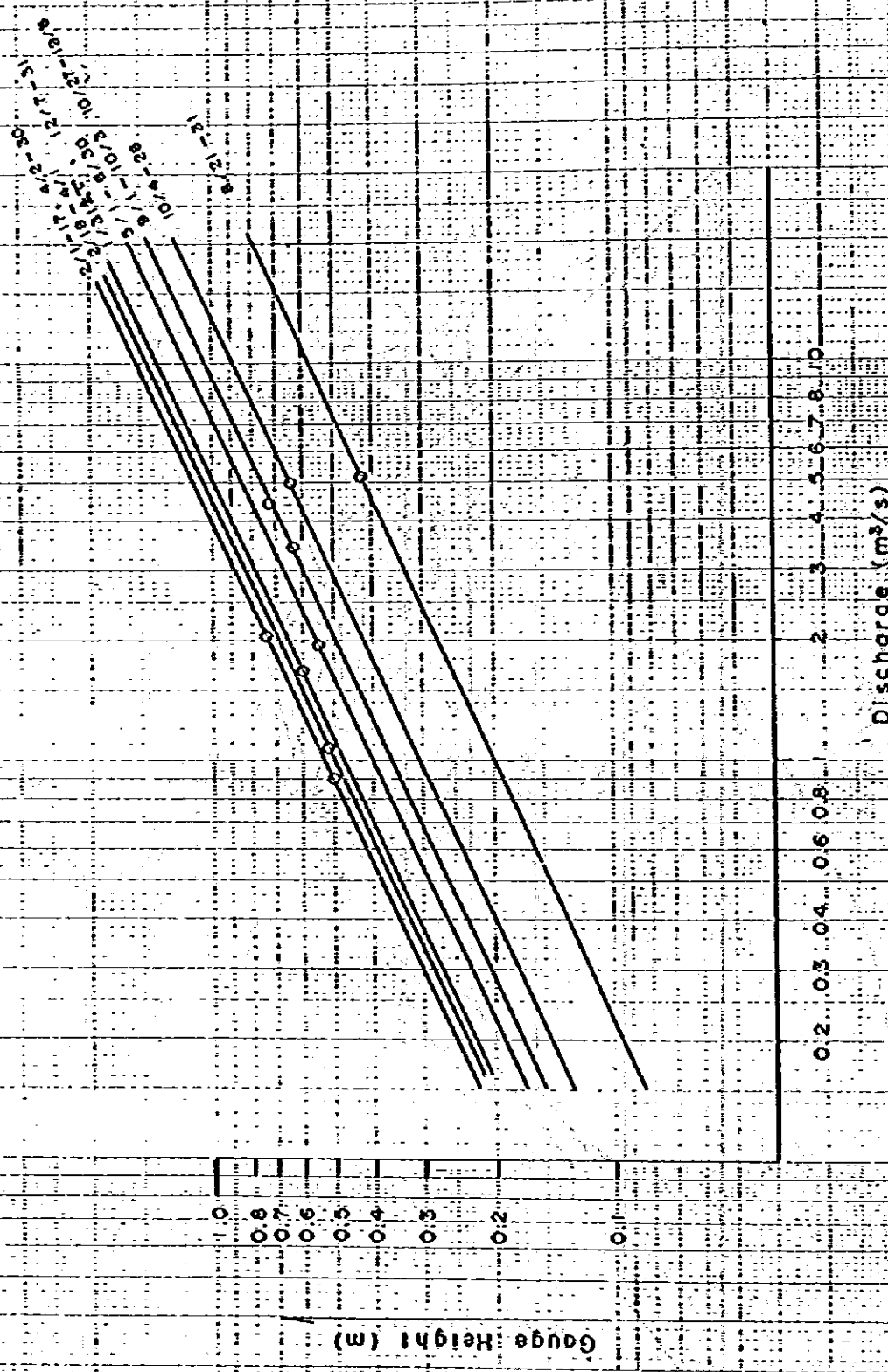




FIG. 2.7 TAPLANG RIVER FLOW-DURATION CURVE

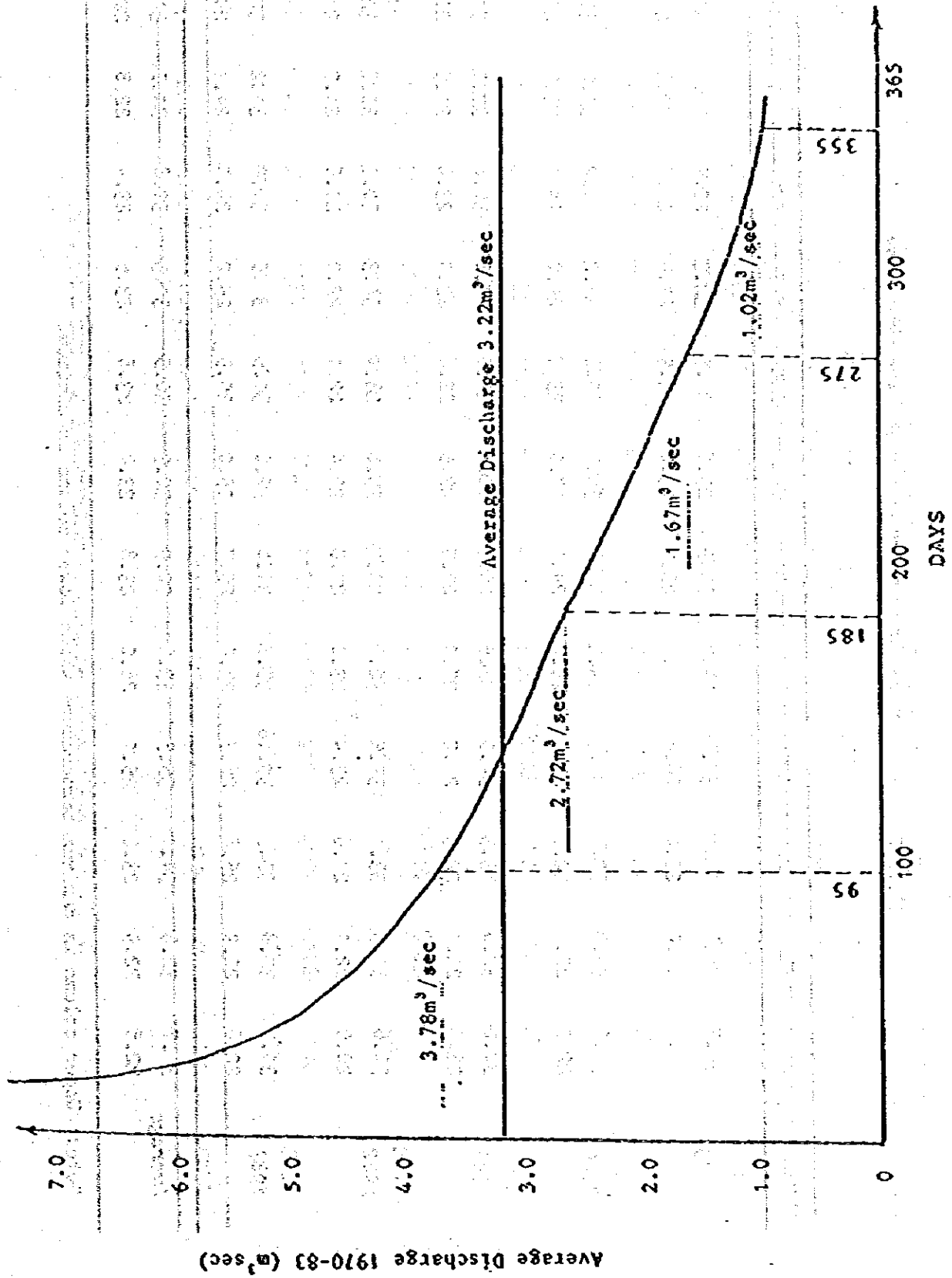


TABLE 2.1 MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURE, RIO TUBA MINE

(°C)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	34.7	35.4	36.1	37.4	33.7	30.9	29.6	31.5	32.3	29.9	31.9	30.7
	23.4	24.0	25.0	26.6	25.1	23.7	23.0	23.9	23.4	23.4	22.8	22.3
1980	31.2	32.0	32.7	35.3	34.2	30.4	30.7	30.6	31.2	31.2	31.2	30.9
	22.7	22.4	22.7	25.1	25.0	24.1	24.0	23.8	24.0	24.1	23.7	23.8
1981	30.0	32.6	33.3	34.5	33.5	29.9	29.4	29.8	30.8	30.8	30.0	31.1
	23.5	23.1	22.9	24.2	25.0	23.5	22.5	22.6	23.0	23.4	21.9	20.8
1982	30.6	31.3	33.1	33.5	32.0	29.2	29.6	28.9	30.3	30.0	31.8	32.5
	20.9	22.1	21.6	23.4	23.0	21.8	22.4	22.1	22.0	21.6	21.7	21.9
1983	31.7	32.8	35.3	35.8	35.8	34.0	32.0	31.5	31.9	31.9	31.2	32.1
	22.6	22.9	25.8	26.3	27.0	25.7	25.0	25.5	25.2	24.5	24.1	24.3
Average	31.7	32.8	34.1	35.3	33.8	30.9	30.3	30.5	31.3	30.8	31.2	31.5
	22.6	22.9	23.6	25.1	25.0	23.8	23.4	23.6	23.5	23.4	22.8	22.6

Note: Upper column is maximum temperature while lower column is minimum.

TABLE 2.2 MAXIMUM AND MINIMUM RELATIVE-HUMIDITY, RIO TUBA MINE

(%)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	79.0	75.7	73.2	74.4	94.8	96.4	96.5	94.3	95.0	96.8	99.4	98.6
	36.1	34.2	33.8	33.5	53.6	63.8	67.9	58.2	55.6	66.6	61.6	58.7
1980	98.0	97.4	96.7	97.6	98.2	99.6	99.8	99.9	98.1	96.7	97.7	96.5
	58.1	52.3	51.4	49.8	54.8	68.9	69.9	66.9	63.7	61.5	64.0	64.9
1981	94.5	94.0	93.0	94.9	98.1	99.2	99.8	96.8	96.3	94.7	98.9	97.6
	60.9	51.4	50.2	50.0	55.4	66.1	67.4	64.0	59.9	60.8	66.4	61.8
1982	94.0	95.2	94.5	96.1	97.7	99.2	99.3	98.6	98.6	96.4	95.7	95.3
	54.7	55.5	50.4	51.9	58.7	69.9	65.9	63.3	60.5	59.8	54.3	48.7
1983	91.3	90.6	86.3	85.2	87.1	89.4	91.7	98.2	89.6	89.0	89.1	87.4
	52.5	48.5	46.5	43.5	49.6	51.9	58.7	60.3	57.5	55.2	57.1	56.7
Average	91.4	90.6	88.7	89.6	95.1	96.8	97.4	97.6	95.5	94.7	96.2	95.1
	52.5	48.5	46.5	45.7	54.4	64.1	66.0	62.5	59.4	60.8	60.6	58.2

Note: Upper column is maximum relative-humidity while lower column is minimum.

TABLE 2-3 MAXIMUM AND AVERAGE WIND VELOCITY, RIO TUBA 1979-83

unit: km/hr

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MAX	13.0	12.6	12.6	11.5	10.6	15.3	15.8	15.2	13.8	13.0	12.8	12.0
AV	9.2	9.4	9.0	8.5	8.6	8.2	8.3	8.6	8.3	8.0	7.9	8.1
Direction	SE	SE	NE	SE	SE	*	*	SE	SE	SE	SE	SE
	NE	NE	SE	NE					NE	NE	NE	

TABLE 2.4 MONTHLY RAINFALL BROOKES POINT, PALAMAN

Unit: mm

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1956	293.1	134.1	26.2	100.9	151.7	170.2	144.3	154.4	110.0	189.5	165.4	637.5	2,276.7
1957	10.2	50.5	39.7	84.8	63.8	214.1	324.4	273.6	273.6	119.6	90.7	8.1	1,553.1
1958	37.1	66.0	10.2	3.3	140.7	150.4	203.5	191.8	134.4	219.5	287.0	79.0	1,523.4
1959	76.2	1.8	81.0	14.5	162.6	166.9	196.3	270.3	101.6	237.7	252.7	142.7	1,704.3
1960	96.3	63.5	175.0	39.1	85.3	145.5	103.1	202.7	298.8	198.9	303.0	82.8	1,704.0
1961	100.3	0	3.5	36.1	126.9	169.4	122.2	165.1	143.3	162.3	185.4	153.2	1,367.7
1962	67.1	5.8	80.5	75.9	178.1	135.6	383.5	173.5	321.6	50.8	253.7	692.7	2,418.8
1963	127.5	5.8	17.3	7.6	48.8	266.7	157.5	243.8	58.2	160.5	248.9	214.4	1,557.0
1964	8.6	21.1	1.0	78.0	232.7	137.7	98.6	211.3	194.6	112.0	333.2	186.4	1,615.2
1965	109.0	4.6	44.2	30.7	204.2	193.6	261.1	94.0	200.4	167.6	217.4	233.9	1,761.0
1966	45.5	23.6	35.8	55.6	694.9	237.0	261.1	226.3	178.3	201.4	230.7	187.8	2,378.0
1967	309.5	5.0	139.5	52.8	72.0	53.2	184.0	164.9	123.0	231.1	242.2	18.2	1,595.4
1968	99.0	9.3	0	15.2	0	147.3	101.6	222.1	329.9	138.0	287.0	178.2	1,527.6
1969	0	0	0	10.1	96.2	100.5	115.4	104.0	86.1	67.2	291.2	311.7	1,177.4
1970	54.5	30.2	32.4	2.3	90.1	152.2	88.5	172.6	149.8	231.0	74.2	106.3	988.5
1971	91.4	40.6	5.1	5.0	40.5	120.1	87.3	39.9	109.1	269.0	462.3	5.1	1,481.1
1972	29.3	7.0	77.2	27.3	106.6	169.9	141.1	163.9	154.2	137.2	180.3	369.3	1,614.6
1973	0	0	254.4	68.5	127.0	102.5	182.1	158.9	214.5	186.1	157.4	328.1	1,434.4
1974	135.8	100.0	35.0	15.2	137.6	110.5	134.6	33.9	101.6	144.7	157.4	1,055.6	2,072.3
1975	55.9	0	46.5	47.6	48.5	105.2	781.5	153.4	88.9	237.7	51.5	383.5	1,606.2
1976	59.7	36.3	10.1	72.6	119.8	113.4	135.8	125.9	111.8	184.3	253.0	56.4	1,212.0
1977	70.9	7.6	0	0	82.4	62.5	340.0	124.3	235.2	68.9	163.8	41.2	1,006.5
1978	25.4	0	0	73.5	138.2	45.0	71.6	114.9	79.8	111.1	305.8	141.2	1,135.2
1979	0	2.5	0	11.7	82.6	154.0	185.7	54.1	62.8	378.4	62.2	192.9	1,577.0
1980	64.7	0	13.2	27.9	110.5	212.2	186.5	167.7	103.0	210.7	287.7	193.7	1,700.3
1981	152.0	0	0	0	89.5	186.7	178.9	85.0	155.1	133.5	525.9	38.1	1,239.0
1982	2.5	35.6	2.3	47.0	121.3	219.1	160.1	210.5	59.9	168.5	174.1	411.5	2,083.7
1983	90.9	10.2	0	7.6	0	311.0	293.9	134.6	243.7	248.7	331.6		
Average	59.5	19.3	34.0	29.0	92.5	147.4	169.1	124.2	133.5	193.5	242.5	247.8	1,492.3
(*70-83)	79.0	23.8	40.3	36.1	126.8	155.4	179.4	158.4	154.7	177.3	242.3		235.6 1,609.1

TABLE 2.5 DAILY RIVER DISCHARGE CONVERTED FROM NIA GAUGING RECORDS (1980)

(unit: m<sup>3</sup>/sec)

DATE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	2.39	2.23	1.19	2.24	2.13	1.42	4.61	8.23	2.62	2.62	6.69	5.64
2	2.10	2.39	1.36	1.15	1.74	1.63	5.19	7.15	3.69	2.05	6.11	5.11
3	1.56	1.75	1.39	0.92	1.81	1.59	4.46	8.81	3.82	2.42	5.56	4.40
4	1.98	1.51	1.39	1.20	1.42	1.59	4.61	7.82	4.40	4.10	4.75	4.82
5	2.49	1.95	1.39	1.24	1.20	1.70	3.71	6.27	4.89	4.81	5.48	5.33
6	2.04	2.39	1.42	0.98	1.81	1.66	3.03	5.01	5.18	5.41	6.36	5.64
7	1.59	2.10	1.39	1.04	1.39	1.52	4.16	5.35	5.33	4.10	5.72	2.90
8	1.15	1.56	1.39	0.75	1.36	2.05	3.29	6.52	4.27	3.52	6.69	2.57
9	0.94	1.98	1.39	0.59	1.77	1.97	3.10	8.23	3.75	3.31	6.11	2.50
10	1.20	2.49	1.85	0.75	2.13	2.09	2.84	7.82	3.22	2.44	6.36	2.54
11	1.39	2.04	1.29	0.94	2.34	2.75	2.00	5.68	2.62	2.67	5.56	2.86
12	1.48	1.59	1.29	1.27	1.74	3.04	2.10	5.57	2.14	3.73	4.61	2.81
13	1.64	1.15	1.34	1.13	1.39	3.29	1.90	5.13	2.88	4.25	4.82	2.50
14	1.32	0.94	1.12	0.92	1.14	3.67	2.00	5.35	2.99	5.06	5.11	2.73
15	1.05	1.20	1.05	0.88	1.52	3.95	2.13	7.82	2.57	5.59	4.61	2.86
16	1.24	1.39	1.17	1.02	1.52	3.56	1.95	7.63	2.57	4.65	5.26	2.50
17	1.45	1.48	1.24	0.75	2.13	3.45	2.00	6.27	3.16	3.73	4.96	2.73
18	1.29	1.64	1.37	0.67	2.30	3.84	2.16	5.13	3.33	2.86	5.56	2.94
19	1.07	1.32	1.59	1.04	1.93	2.00	2.00	5.57	3.69	3.38	5.04	2.90
20	1.34	1.05	1.37	1.13	1.39	3.24	2.10	4.60	3.33	3.66	4.47	2.50
21	1.67	1.24	1.95	1.27	1.74	3.40	2.72	5.07	3.10	3.52	5.18	3.42
22	1.70	1.45	1.88	1.13	2.43	3.29	3.29	5.07	2.73	4.10	5.11	2.90
23	3.11	1.29	1.24	1.09	2.79	2.94	3.03	6.46	2.28	4.90	4.47	3.75
24	2.57	1.07	1.64	0.75	2.38	2.89	3.29	7.55	2.14	5.59	5.18	3.70
25	2.50	1.34	1.12	0.69	1.97	2.61	3.16	9.09	2.28	8.18	4.61	3.11
26	2.35	1.05	1.29	0.69	2.61	2.17	3.03	10.38	2.47	9.12	5.11	2.86
27	3.02	1.32	1.64	1.00	3.35	1.77	3.64	12.41	2.28	6.95	5.18	2.50
28	3.65	1.59	1.32	1.02	2.05	1.52	3.16	11.17	2.73	6.36	4.40	2.65
29	2.46	1.34	1.17	1.24	1.52	1.42	3.36	9.26	2.37	5.72	4.82	2.98
30	3.11	1.56	1.56	1.15	2.70	1.32	4.61	7.71	1.44	6.69	5.04	2.86
31	3.33	1.45	1.45	2.70	2.70	4.78	8.56	8.56	6.78	6.78	2.73	2.73
Average <sup>1/</sup>	1.94	1.58	1.40	1.02	1.95	2.45	3.11	7.18	3.14	4.59	5.30	3.30
												3.09

Note: <sup>1/</sup> No Records; Estimated value from similar precipitation.  
<sup>2/</sup> No Records; Interpolated from similar discharge in 1981.  
<sup>3/</sup> Year average: 2.00 m<sup>3</sup>/sec

TABLE 2-6 RESULTS OF DISCHARGE MEASUREMENT, TAMLANG RIVER, 1984

Date	Gauge Height <sup>1/</sup> (m)	Gauging Stn. <sup>2/</sup>	Discharge (m <sup>3</sup> /sec) <sup>3/</sup>	Damsite <sup>4/</sup>	Notes
Feb. 1	0.35	2.235			
13	0.30	1.495	1.754	1.840	measured by CXC equipment
15	0.295				
16	0.289	1.297	1.392	1.359	- 20 -
17	0.281				
18	0.274	1.199			
20	0.27				
21	0.267	0.957	1.429	1.123	- by Rio Tuba Mine
22	0.265				
23	0.263				
24	0.261	1.091	1.197	1.073	- do -
27	0.252	0.959	1.021	0.970	- do -
29	0.247				
Mar. 1	0.244	1.043	1.307	1.002	- by CXC -
3	0.238				
Average		1.140	1.350	1.228	

<sup>1/</sup> Rio Tuba Gauging Station, 350m upstream of the proposed power station

<sup>2/</sup> Rio Tuba Gauging Station

<sup>3/</sup> 100m downstream of the proposed damsite

<sup>4/</sup> 400m upstream of the proposed damsite

TABLE 2.7 SIMULATED FLOW DURATION

unit: m<sup>2</sup>/sec

Year	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	MEAN
5	9.75	8.98	12.10	10.39	9.38	23.26	13.44	10.22	9.74	10.18	9.96	18.90	7.69	24.17	12.71
15	6.47	4.74	6.77	6.90	7.07	13.94	10.26	6.11	5.23	5.97	6.09	10.25	5.28	11.84	7.64
25	5.94	4.10	5.69	5.97	6.12	8.92	7.84	5.24	3.80	4.38	5.57	7.32	4.84	9.59	6.09
35	5.22	3.88	4.95	5.44	5.33	6.77	6.59	4.90	3.28	3.84	5.10	6.28	4.50	8.14	5.30
45	4.86	3.61	4.46	5.08	5.00	6.02	5.85	4.67	2.95	3.67	4.83	5.56	4.29	7.13	4.86
55	4.69	3.40	4.18	4.68	4.61	5.57	5.28	4.35	2.79	3.54	4.54	5.14	4.12	6.38	4.52
65	4.44	3.17	3.96	4.48	4.38	5.19	4.87	4.20	2.59	3.19	4.33	4.78	4.01	6.03	4.26
75	4.25	3.04	3.80	4.33	4.05	4.76	4.56	4.06	2.52	3.03	4.19	4.40	3.85	5.75	4.04
85	4.09	2.95	3.64	4.15	3.89	4.45	4.33	3.96	2.42	2.85	4.10	4.10	3.73	5.43	3.86
95	4.00	2.85	3.49	4.01	3.61	4.24	4.02	3.83	2.32	2.78	3.96	3.86	3.66	5.28	3.71
105	3.81	2.78	3.34	3.83	3.42	4.03	3.84	3.69	2.22	2.68	3.82	3.73	3.56	4.85	3.54
115	3.67	2.71	3.23	3.72	3.32	3.79	3.67	3.48	2.13	2.64	3.69	3.59	3.44	4.58	3.41
125	3.49	2.67	3.11	3.54	3.21	3.67	3.57	3.35	2.07	2.57	3.62	3.46	3.37	4.23	3.28
135	3.34	2.62	2.99	3.37	3.12	3.49	3.46	3.28	2.00	2.48	3.53	3.34	3.28	4.11	3.17
145	3.19	2.45	2.87	3.14	3.04	3.37	3.33	3.18	1.97	2.39	3.40	3.22	3.17	4.01	3.05
155	3.06	2.33	2.79	3.00	2.94	3.28	3.21	3.08	1.90	2.23	3.26	3.13	3.11	3.83	2.94
165	2.95	2.23	2.66	2.87	2.85	3.22	3.16	2.97	1.85	2.10	3.18	3.05	2.99	3.73	2.84
175	2.82	2.13	2.57	2.77	2.69	3.15	3.08	2.86	1.81	2.01	3.15	2.97	2.86	3.64	2.75
185	2.74	2.02	2.47	2.65	2.64	3.06	3.02	2.75	1.74	1.89	2.97	2.91	2.78	3.40	2.65
195	2.64	1.95	2.42	2.55	2.56	2.97	2.95	2.62	1.70	1.79	2.73	2.83	2.72	3.11	2.54
205	2.49	1.90	2.26	2.37	2.49	2.88	2.87	2.51	1.62	1.73	1.10	2.75	2.66	2.84	2.42
215	2.37	1.86	2.02	2.25	2.43	2.76	2.82	2.44	1.56	1.70	2.23	2.66	2.57	2.39	2.29
225	2.19	1.79	1.86	2.17	2.37	2.61	2.76	2.31	1.49	1.50	2.13	2.57	2.53	2.19	2.18
235	2.01	1.72	1.69	2.07	2.29	2.51	2.68	2.13	1.44	1.35	2.00	2.47	2.46	1.92	2.06
245	1.95	1.63	1.56	1.95	2.23	2.45	2.56	1.90	1.40	1.22	1.85	2.32	2.32	1.72	1.94
255	1.87	1.54	1.46	1.86	2.15	2.32	2.46	1.70	1.35	1.13	1.56	2.21	2.15	1.50	1.81
265	1.81	1.46	1.42	1.66	1.97	2.08	2.37	1.58	1.30	1.03	1.44	1.97	2.01	1.35	1.70
275	1.72	1.37	1.34	1.52	1.90	2.01	2.27	1.45	1.27	0.98	1.33	1.74	1.88	1.27	1.60
285	1.60	1.22	1.28	1.41	1.82	1.70	2.05	1.25	1.25	0.93	1.20	1.56	1.77	1.00	1.50
295	1.48	1.15	1.22	1.30	1.69	1.77	1.96	1.17	1.08	0.81	1.05	1.45	1.60	0.91	1.40
305	1.33	1.05	1.14	1.21	1.55	1.65	1.87	1.08	1.00	0.72	0.94	1.32	1.43	0.88	1.30
315	1.22	0.99	1.07	1.14	1.43	1.58	1.81	1.05	0.96	0.69	0.94	1.25	1.30	0.85	1.21
325	1.07	0.96	1.01	1.05	1.33	1.44	1.73	1.02	0.88	0.67	0.83	1.19	1.23	0.82	1.14
335	0.99	0.93	0.95	0.96	1.18	1.32	1.62	1.00	0.85	0.64	0.79	1.11	1.16	0.79	1.07
345	0.93	0.92	0.88	0.90	1.05	1.30	1.51	0.97	0.84	0.62	0.76	0.98	1.04	0.76	1.00
355	0.90	0.87	0.81	0.87	1.01	1.14	1.35	0.88	0.81	0.57	0.70	0.95	0.96	0.73	0.95
365															

Note: Above values do not include infiltration flow (0.07 m<sup>2</sup>/sec).



### 第 3 章 計画一般

この章では、計画の一般論について述べる。まず、計画の定義と目的、次に計画の種類と内容、そして計画の作成と実行の過程について述べる。計画は、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章を通じて、計画の重要性と実践的な方法を学ぶことができる。

## 第 3 章 計画一般

計画とは、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章では、計画の定義と目的、次に計画の種類と内容、そして計画の作成と実行の過程について述べる。計画は、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章を通じて、計画の重要性と実践的な方法を学ぶことができる。

### 1. 計画の定義と目的

計画とは、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章では、計画の定義と目的、次に計画の種類と内容、そして計画の作成と実行の過程について述べる。計画は、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章を通じて、計画の重要性と実践的な方法を学ぶことができる。

計画の種類と内容について述べる。戦略的計画、業務計画、財務計画など、組織の規模や目的に応じて異なる計画が存在する。各計画の具体的な内容と役割について詳しく説明する。

計画の作成と実行の過程について述べる。計画の立案、承認、実行、評価の各段階を詳しく説明し、成功のためのポイントや避けるべき落とし穴について述べる。

本章を通じて、計画の重要性と実践的な方法を学ぶことができる。計画は、組織の活動を方向づけ、資源を効果的に配分し、目標を達成するための重要なツールである。本章を通じて、計画の重要性と実践的な方法を学ぶことができる。



### 第3章 計画一般

#### 3.1 Tawlang 川水力発電所

Tawlang 川の流路のうち、山岳部から扇状地に移る約 4.0kmの区間は河川勾配は 1/17~1/20で、本区間上流部及び扇状地下流部は共に緩勾配となり、この最急流部の落差を最も有効に利用することを前提として、既述の通り比較検討を行い最適開発計画を策定した。(第1編第5章参照)

この結果、取水地点は最急流部上流端とし、取水位を高くすると共に日調整を行うダムを建設することが経済性が最も高いことが明らかとなった。特にダム予定地点は川中の狭い溪谷を形づくり岩盤の岩級区分がCII級を示す良質の花崗閃緑岩が露頭し非常に良好なダムサイトである。導水路経過地は地形が急峻で、工事用仮設道路兼用のトンネルを掘鑿して導水路とした。発電所位置は河川落差の有効利用、洪水位の影響、保守運営上の利点、経済性等を総合して扇状地直上流端右岸に設けることとした。

計画概要は下記の通りである。

発電所位置	Brookes Point 郡
流域面積	39.0 km <sup>2</sup>
取水位	188.7m
放水位	85.0m
総落差	103.7m
発電方式	ダム (日調整池) 水路式 (週間調整可能)
最大出力	3,800 KW
最大使用水量	4.5 m <sup>3</sup> /sec
有効落差	101.3m
年間可能発生電力量	20.51GWh

## 3.2 送電線

Tamlang 川に建設される水力発電所から、Rio Tuba 鉱山までの送電線ルートは下記の諸点を考慮して図3-1の通り決定した。

- (1)送電線長は出来る限り短くする。
- (2)建設時の資機材運搬及び保守の容易さから出来る限り道路沿いに選定する。
- (3)道路及び河川等の横断箇所を少なくする。

総長は約44kmでこの内、発電所からBulalacao 近くまでの約24kmは平坦地で約半分は田圃やココナツ畑で残りは草地及び雑木林である。次の約12kmは若干の高低はあるが大部分は雑木林で、一部にココナツ畑がある。残り8kmは雑木林及びRio Tuba 鉱山の側を通る平坦地である。

## 3.3 Rio Tuba 鉱山連系変電所

既設のRio Tuba 鉱山の電力系統と、新規に建設される水力発電所及び送電線を連系するため、既設のディーゼル発電所の近傍にコンベンショナルタイプの屋外変電所を設ける。

この変電所では、送電側34.5KVからディーゼル発電所の母線電圧4.16KVに降圧して連系する。そのために必要な4,700KVAの三相変圧器を設置する。34.5KV側および4.16KV側とも真空しゃ断器を使用してメンテナンスフリー化を計った。

なお、4.16KV側は屋内メタルクラッド形とし、屋外変電所用の材樹保護盤とともに既設のディーゼル発電所内の配電盤内に設置する。操作用電源は既設の電源装置を利用する。

## 3.4 PALECO 配電系統との連系

今回の計画では、PALECOに対して水力発電所の運転開始時に514KW、その後徐々に増えて、10年後に1,000 KWの電力を民生用として配分する。従って、何ヶ所かでPALECOの配電系統と連系する必要がある。次の様な3案について検討した。

A案： Balaraza町近辺で変電所を作って連系する。

B案： 水力発電所で連系する。

C案： 水力発電所とRio Tuba鉱山の連系変電所で連系する。

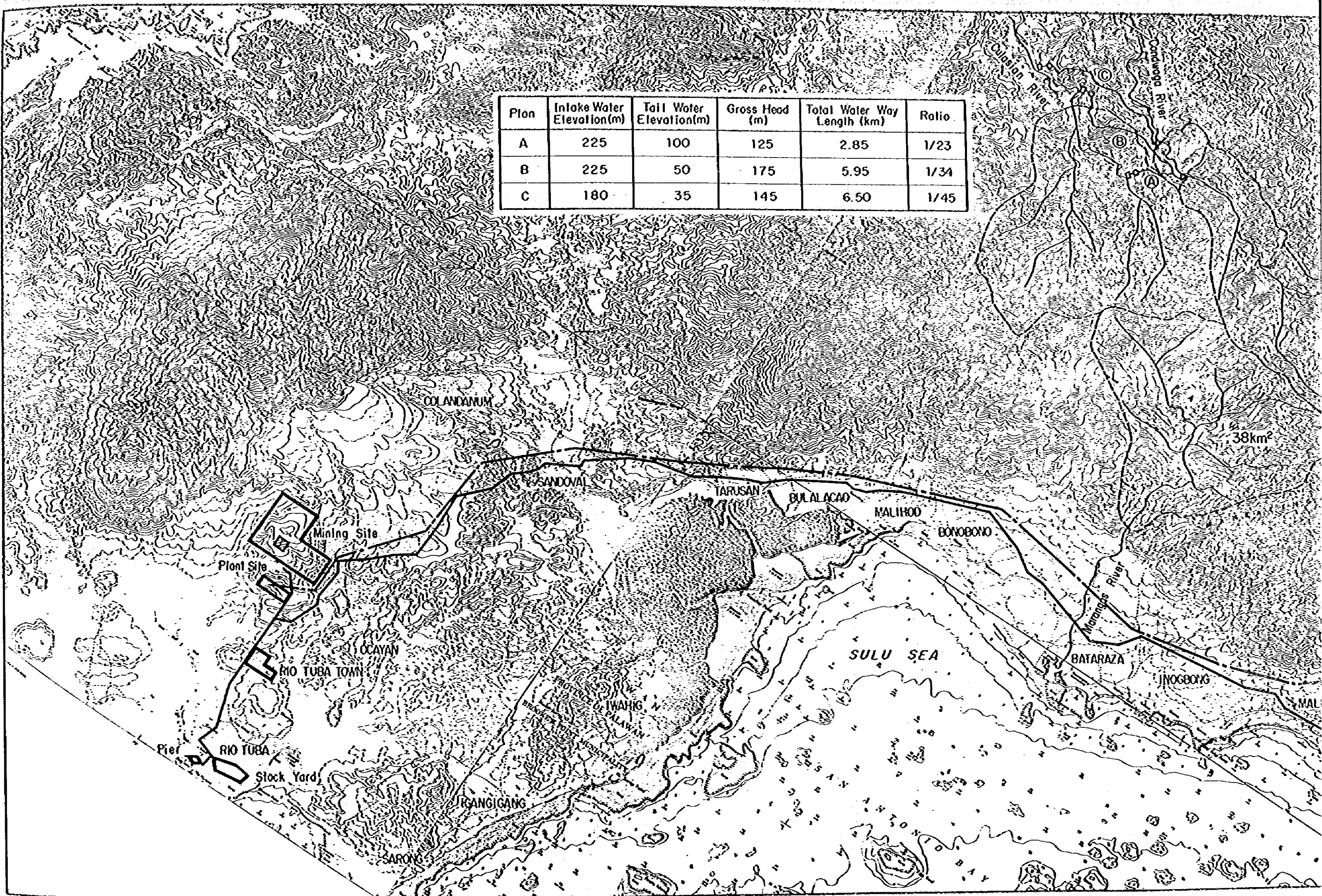
そして、以下の理由によりC案を採用することにした。

- (1) B案が最も建設費用は安いですが、南の村落への配電線費用がかかり、PALECOに対してC案よりも負担をしいることになり、南の村落の電化が予想外に遅れる可能性が生じる。なお、A案は、建設費用が最もかさむ。
- (2) 両方の連系点ともRio Tuba鉱山の所有施設のなかで、運転保守がし易い。
- (3) 水力発電所の停止時に、所内用電源として利用できる。
- (4) 工事開始までに、水力発電所地点近傍まで配電線をPALECOにより引いてもらうことにより、途中の村落の電化はもちろん、工事用電源の一部として利用できる。

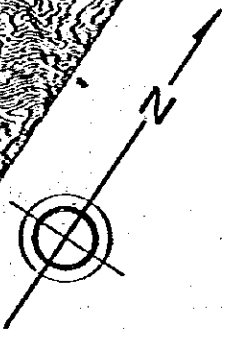
よって、水力発電所に、1,200KVAの、Rio Tuba鉱山の連系変電所に150KVAの三相変圧器を設置する。変圧器の二次側から以降の連系工事は、PALECOによって施工されるものとした。34.5KVの送電線の電柱へのPALECOの13.2KVの配電線の共架は最小限で行なわれるものとする。

水力発電所の運転開始時の電力系統は、図3-2の通りである。

Plan	Inlake Water Elevation(m)	Tail Water Elevation(m)	Gross Head (m)	Total Water Way Length (km)	Ratio
A	225	100	125	2.85	1/23
B	225	50	175	5.95	1/34
C	180	35	145	6.50	1/45

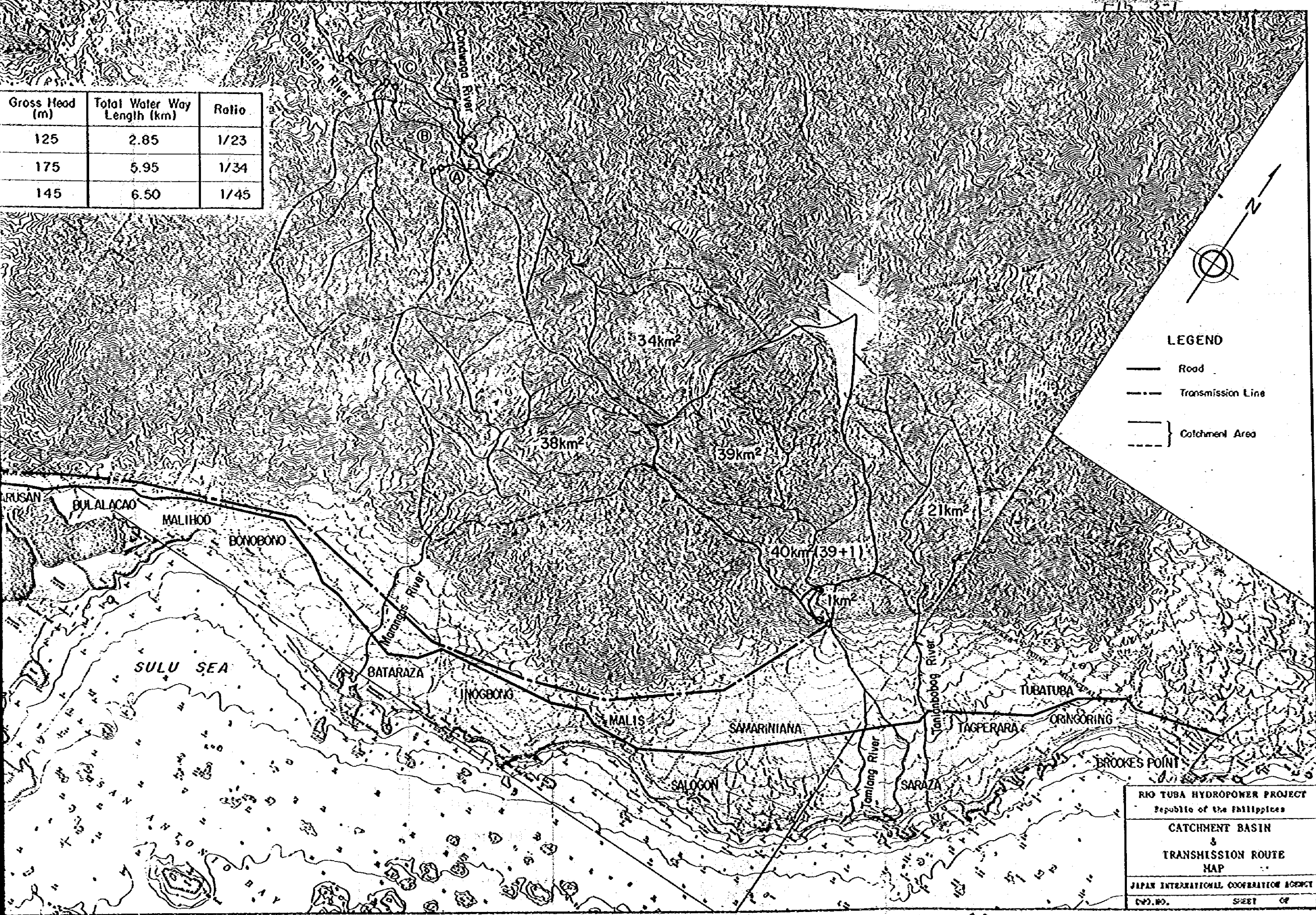


Gross Head (m)	Total Water Way Length (km)	Ratio
125	2.85	1/23
175	5.95	1/34
145	6.50	1/45

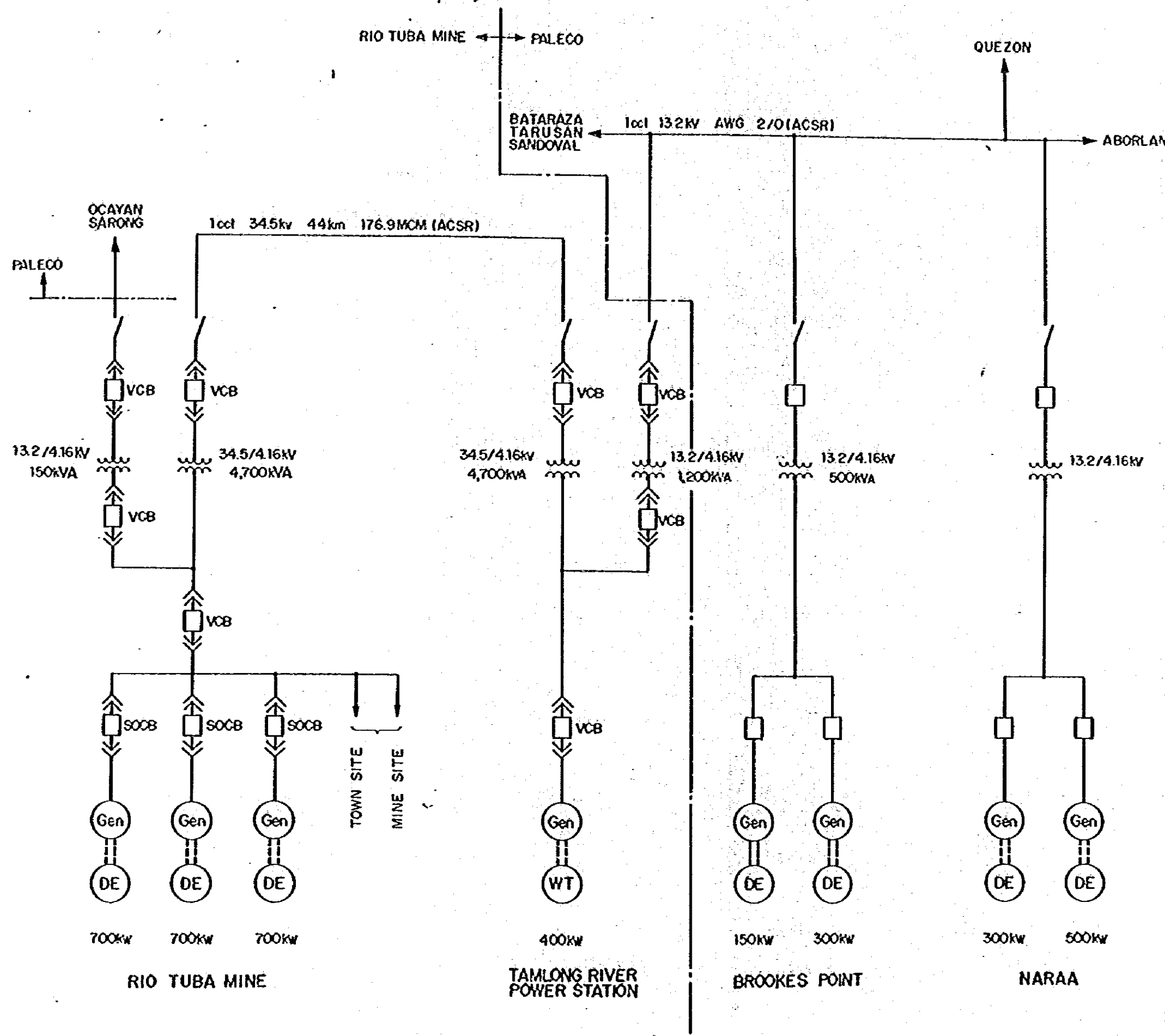


**LEGEND**

- Road
- - - Transmission Line
- } Catchment Area



**RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT**  
 Republic of the Philippines  
**CATCHMENT BASIN & TRANSMISSION ROUTE MAP**  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 SHEET OF



- LEGEND**
- (Gen) Generator
  - (DE) Diesel Engine
  - (WT) Water Turbine
  - /— Disconnected 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	
ENC. NO.	SHEET OF



