

第II部

第3章 水 文

第3章 水 文

3.1 地勢および気候	II-3-1
3.2 降 雨	II-3-1
3.3 蒸 発	II-3-3
3.4 気 温	II-3-3
3.5 ChiraおよびPiura川の一般状況	II-3-4
3.6 かんがい用水の需要および供給	II-3-5
3.6.1 Piura川流域への分水可能流量	II-3-10
3.6.2 Chira川への供給可能流量	II-3-10
3.7 最大洪水量	II-3-11
3.8 堆 砂	II-3-11

第3章 水 文

3.1 地勢および気候

Chira および Piura 川は Peru 北部海岸地帯に位置し、Andes 山脈の西側斜面を源流として太平洋に流下する。両河川流域の地勢、気候は似通っており、両河川の上流部は標高 1,500 ~ 3,000 m の山脈が連なり地形が急峻である。中流部より下流は丘陵から砂漠へと変化し河川勾配も約 1 : 500 と緩やかになる。

気候は、赤道に近いことと、Nino 海流（暖流）の影響を受けて、暑く、乾燥している。

3.2 降 雨

南米大陸を北から南へ縦貫する Andes 山脈は、Peru において太平洋岸より最も遠ざかる。このため太平洋上で発生した湿った空気は北西の風に運ばれ太平洋岸の平野部を通過し、Andes 山脈の西側斜面で冷やされて降雨をもたらす。このため、Peru の太平洋岸においては殆んど降雨がみられず砂漠化している。両計画地点が所在する Piura 県の太平洋岸の砂漠地帯は南北に連なるこの砂漠の北端となっており、降雨量は年間 100 mm 以下である。

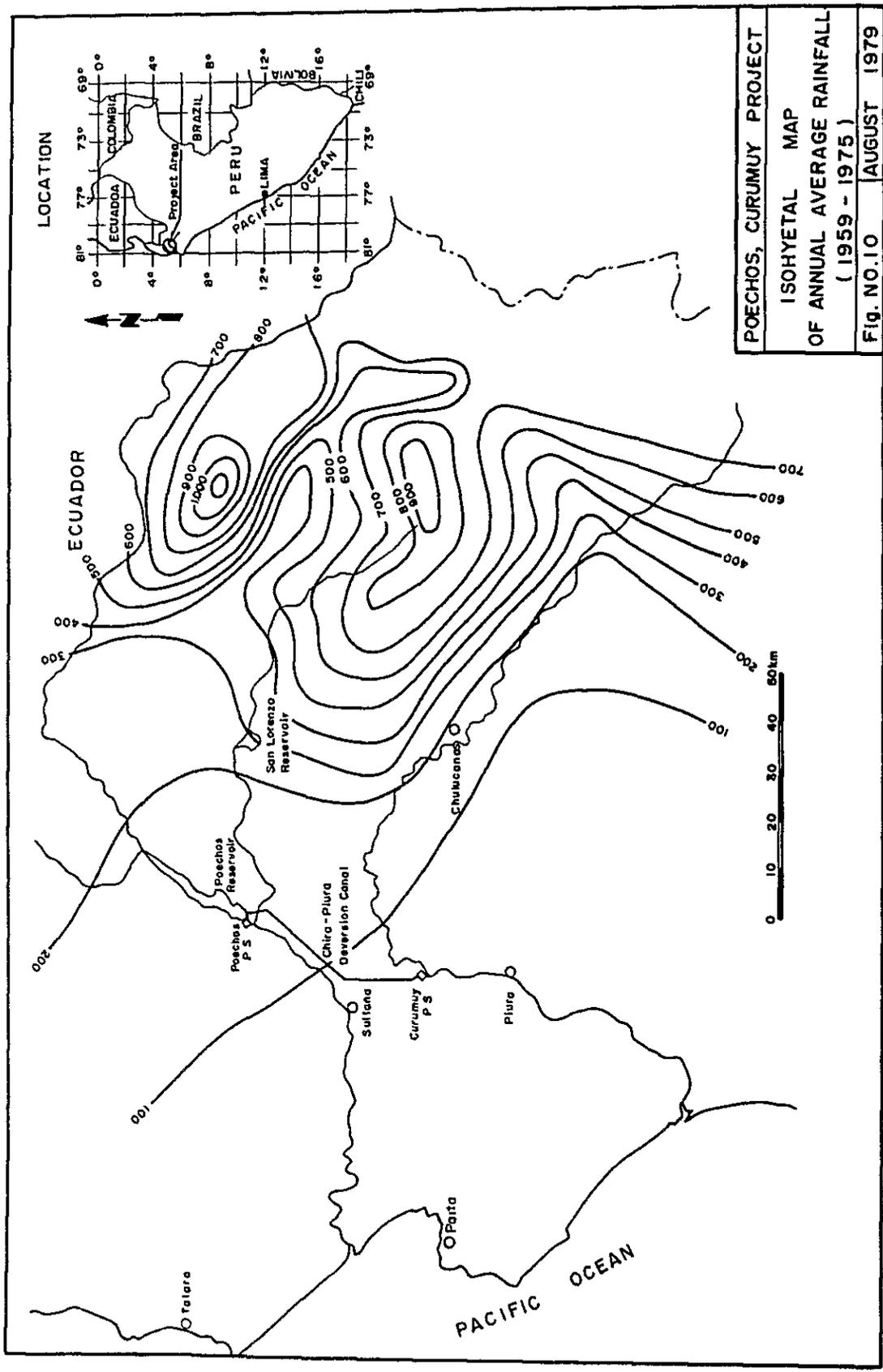
一方、Andes 山脈の西側斜面の山麓地帯は降雨量が年間約 1,000 mm に達する。

1959 年から 1975 年までの年平均雨量等高線図を Fig-10 に示す。

また、各水力発電計画地点の年平均雨量を Table II-3-1 に示す。

Table II-3-1 Annual Average Rainfalls at Hydroelectric Power Project Sites

Power Station	Annual Average Rainfall (mm)
Culqui	340
Yuscay	200
Poechos	130
Curumuy	60



POECHOS, CURUMUY PROJECT
ISOHYETAL MAP
OF ANNUAL AVERAGE RAINFALL (1959 - 1975)
Fig. NO.10
AUGUST 1979

Curumuy 水力発電計画地点に隣接する San Joaquin 雨量観測所における過去5年間の最大日雨量の実測値は46.9 mmである。

3.3 蒸 発

既設Pochos および San Lorenzo 貯水池の蒸発量についての DEPECHPによる推定値を Table II-3-2 に示す。

Table II-3-2 Evaporation from San Lorenzo and Pochos Reservoirs

													Unit: mm
Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Evapo- ration	121	94	76	75	106	113	121	142	153	162	154	161	1478

また、Curumuy水力発電計画地点に近い Miraflores 観測所における月間最大蒸発量の観測値は220 mmである。

両水力発電計画において蒸発の影響を検討しなければならないのは、Pochos貯水池および Curumuy 調整池である。

Pochos 貯水池については、農業省、Chira-Piura事務所 (Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Chira-Piura。以下DEPECHP という)により検討、解析され、その影響を考慮した利用可能貯水量に基づきかんがい放流計画が立案され、実施されている。

また、Curumuy 調整池については、調整池水面の表面積が約30,000 m²と小さく、前出の Miraflores 観測所での実測値220 mm/month を適用しても蒸発量は220 m³/day であり、調整容量全体からみれば蒸発による減水量は0.2 %にすぎないので、この計画立案においては蒸発量を考慮する必要はないと判断した。

3.4 気 温

両水力発電計画地点の周辺に設置されている観測期間の長い気象観測所のなかから、当該地域の標高別の気温がわかるように選んだ代表的な観測所における気温を Table II-3-3 に示す。

Table II-3-3 Annual Average Temperature

Observation Station	Period	Elevation (m)	Annual Average Temperature (°C)
Curvan	1963 - 1975	80	25.1
Chilaco	1960 - 1976	90	24.1
Morropon	1963 - 1977	130	24.6
El Alto	1934 - 1976	295	21.1
La Tina	1963 - 1977	427	24.3
Sausal de Calucan	1963 - 1976	900	22.2
Ayaboca	1964 - 1976	2709	12.8

なお、Curumuy 計画地点の近くにある Miraflores 観測所の記録による最高気温は 37 °C であり最低気温は 10 °C である。

3.5 Chira および Piura 川の一般状況

Chira 川は、この計画で最も重要な河川でその流域は全体で 17,800 km^2 である。そのうち 7,950 km^2 は Ecuador 領にあり Chira 川の上流部に位置する。残部の 9,850 km^2 は Peru 領にある。Chira 川は Catamayo 川と Matara 川の合流点から始まり、国境ぞいにわずかの間流下し、その後 3,020 km^2 の流域を持つ Quiros 川、1,176 km^2 の流域を持つ Chipillico 川等を合せて Peru 国内を流下する。

Piura 川は Chira 川の南に位置し、Chigna 川と Huarmoco 川の合流点から始まる。主な支流は Bigote, Carral del Medio, La Gallega, Charanal および Yapatara 川がある。また San Lorenzo のかんがい用水の余水が流入する San Francisco 溪流もこの一つに含まれる。これらの流域の合計は約 7,100 km^2 である。

Chira 川流域に設けられた主な水利工作物は下記の通りである。

- Chipillico 川の San Lorenzo 貯水池
- Quiros 川から San Lorenzo 貯水池への分水路
- Yuscay 水路を含む San Lorenzo かんがい計画の水路
- Chira Valley および Bajo Piura のかんがい用水を調整する目的の Poechos 貯水池
- Chira-Piura 分水路および Poechos 貯水池の水を利用する大小のかんがい水路

なおその他Chira-Piura Valleyの耕地への導水並びに改良のために今後追加完成される工事は次のとおり。

- Piura 川に設けられる Catacaos 取水ダム並びに Chira 川の Sullana 取水ダム。
- Catacaos - Sechura 水路および Piura Valley の配水設備の改良。
- Miguel Checa 水路および Chira Valley の配水設備の改良。
- San Lorenzo 貯水池 2 期計画 (現在の $200 \times 10^6 m^3$ の容量を $300 \times 10^6 m^3$ にする)

現在 Peru 政府において検討中の Piura 県における水力発電プロジェクトは下記のものがある。

- Culqui プロジェクト
Quiroz 川から San Lorenzo 貯水池への既設導水設備を利用するものである
(25,000 kW)
- Yuscay プロジェクト
Yuscay 水路の落差工を利用するものである。(2,500 kW)
- Poechos プロジェクト
Poechos ダムの直下に設置を予定しているもの。(7,600 kW)
- Curumuy プロジェクト
Chira - Piura 分水路の末端の落差工を利用するもの。(9,000 kW)

今回の調査対象である Poechos および Curumuy 水力発電計画の使用可能水量は全て Piura Valley および Chira Valley のかんがい用水の需要より決定され、DEPEC HP がこのかんがい用水の需要並びに Poechos 貯水池の運用計画を行っている。

3.6 かんがい用水の需要および供給

Piura 県の農地の現況は Chira Valley で 28,000 ha , Piura Valley で 30,000 ha , San Lorenzo で 30,000 ha である。これらが Chira 川および Piura 川のかんがい用水需要の主たるものであり、近い将来 Chira Valley ではさらに 7,000 ha の農地が増加する予定である。Table II-3-4 に Chira , および Piura Valley のかんがい用水需要量を示す。この需要に対し、Poechos 貯水池より供給の対象となる需要地区は次のとおりである。

- Chira Valley
- Poechos ダムより下流の地区
- Bajo Piura Valley

Chira-Piura 分水路により導水された水によるかんがい改良地区。

Table II-3-4 The Demand for Irrigation Water at the Chira and Piura Valley

Month	Chira Valley		Piura Valley	
	(10 ⁶ m ³)	(m ³ /s)	(10 ⁶ m ³)	(m ³ /s)
Jan.	70	26.1	77	28.75
Feb.	70	28.9	65	26.87
Mar.	81	30.2	68	25.39
Apr.	73	28.2	108	41.67
May	69	25.8	138	51.52
Jun.	51	19.7	97	37.42
Jul.	37			
Aug.	34	12.7	46	17.17
Sep.	58	22.4	41	15.82
Oct.	69	25.8	72	26.88
Nov.	73	28.2	96	37.04
Dec.	55	20.5	77	28.75

— El Tablazo 地区

Chira-Piura 分水路により導水された水による開発を予定している地区。

上記かんがい用水需要に対し Poechos 貯水池からの計画供給量は Table II-3-5,

II-3-6 に示すとおりである。なお Poechos 貯水池の各年の水位を Table II-3-7 に示す。

Table II-3-5 Monthly Average Discharge from Poechos Reservoir for China Valley and Poechos P. S.

Unit: m³/sec.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1957				25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1958	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1959	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1960	24.27	25.94	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1961	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1962	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1963	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1964	24.27	25.94	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1965	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1966	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1967	16.43	18.19	19.04	17.36	16.05	12.35	8.59	7.84	13.89	16.05	17.75	13.07
1968	16.43	18.19	19.04	17.36	16.05	12.35	8.59	7.84	13.89	16.05	15.82	3.73
1969	20.91	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04
1970	24.27	26.87	28.00	25.85	23.89	18.13	12.69	11.57	20.83	23.89	26.23	19.04

Table II-3-6 Monthly Average Discharge from Poechos Reservoir for Piura Valley and Curumuy P. S.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1957				25.46	51.90	33.57	27.26	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1958	24.27	21.08	8.59	34.72	38.46	29.71	22.78	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1959	22.41	16.12	10.08	53.63	45.56	31.64	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1960	22.41	21.91	51.90	28.55	45.56	33.57	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1961	22.41	19.42	17.55	34.34	45.56	31.64	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1962	22.41	21.50	19.79	35.49	45.56	31.64	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1963	22.41	21.50	19.79	35.49	45.56	31.64	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1964	13.82	11.58	10.08	20.83	28.40	20.45	16.43	10.46	10.03	12.32	18.52	14.56
1965	22.41	19.43	10.08	14.28	28.40	30.09	24.27	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15
1966	24.27	21.50	17.92	35.88	45.56	31.64	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	18.67
1967	13.82	11.58	10.08	20.83	28.38	20.45	16.43	10.46	7.33	12.32	18.52	14.56
1968	13.82	11.58	10.08	20.83	28.38	20.45	16.43	10.46	7.33	12.32	0.00	0.00
1969	0.00	11.58	9.71	19.68	28.38	20.45	16.43	10.46	10.42	12.32	18.52	14.56
1970	24.27	21.50	13.07	28.94	45.56	38.58	25.39	15.68	10.03	20.54	29.71	23.15

Unit: m³/sec.

Table II-3-7 Monthly Average Water Level of Poechos Reservoir

Unit: m

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1958	97.35	99.35	102.00	103.00	103.00	103.00	102.85	101.20	100.90	101.55	100.05	98.20
1959	96.30	95.15	99.00	103.00	103.00	102.55	102.55	102.85	102.40	101.45	100.05	98.20
1960	96.55	98.25	101.75	103.00	102.95	102.70	102.40	101.95	101.50	100.40	98.25	95.90
1961	94.00	93.25	95.20	98.20	100.15	100.85	100.65	100.30	99.70	98.60	96.50	94.25
1962	94.35	97.75	101.60	103.00	103.00	102.95	102.80	102.80	102.80	102.55	100.95	98.90
1963	97.90	97.90	99.75	101.70	101.70	100.95	100.05	99.05	98.00	96.55	94.25	92.50
1964	92.10	92.20	92.75	94.15	95.30	95.80	95.95	95.80	96.35	96.50	95.30	93.25
1965	90.55	88.45	95.50	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	102.85	102.05	100.80	99.45
1966	99.00	99.70	101.50	102.95	102.60	101.55	100.60	99.90	99.10	97.80	95.15	92.05
1967	94.60	90.05	92.15	93.35	92.40	91.50	91.95	93.25	93.60	92.80	90.85	88.90
1968	87.55	86.80	88.65	90.10	88.10	85.30	85.50	86.90	86.55	85.45	84.35	84.00
1969	84.00	84.85	89.20	96.30	99.75	94.35	93.90	92.40	92.25	97.70	96.20	95.45
1970	96.50	99.80	102.55	103.00	103.00	103.00	102.85	102.80	102.55	101.70	100.40	99.75

3.6.1 Piura 川流域への分水可能流量

農業省の DEPECHP の検討によれば Poechos 貯水池より Piura 川流域への分水可能流量は Table II-3-8 に示すとおりである。また、この分水可能流量が Curumuy 水力発電所において発電に利用できる流量である。

Table II-3-8 Available Discharge for Diversion to the Piura River

Persistence (%)	Discharge (m ³ /s)
5	45.0
10	34.0
20	29.0
50	21.0
75	14.0
95	10.0
98	7.0

3.6.2 Chira 川への供給可能流量

農業省の DEPECHP の検討による Chira Valley への供給可能流量、すなわち Poechos 発電計画に利用できる流量は Table II-3-9 に示すとおりである。

Table II-3-9 Available Discharge for Supply to the Chira River

Persistence (%)	Discharge (m ³ /s)
5	28.0
10	27.6
20	26.0
50	22.8
75	17.1
95	11.9
99	8.0

3.7 最大洪水量

Poechos 発電所は、Poechos ダムの右岸側底部に設けられた堤底放流管の出口附近に設けられるので、この計画における洪水量は Chira 川の洪水量と同じである。

Chira 川の過去の最大洪水量は $4,800 \text{ m}^3/\text{s}$ である。また計画洪水量は $5,500 \text{ m}^3/\text{s}$ であり最大洪水時の Poechos 発電所放水口水位は標高 63.80 m である。また、計画洪水量を越えた場合ダム左岸に非常用ヒューズ型式のアースダム（高さ 6.2 m 長さ 400 m ）があり、 $10,000 \text{ m}^3/\text{s}$ まで放流可能となっている。それに加うるに堤底放流管も $300 \text{ m}^3/\text{s}$ まで放流可能である。

Curumuy 水力発電計画は Poechos 貯水池から Chira-Piura 分水路により導水するもので、分水路の最大通水容量が $70 \text{ m}^3/\text{s}$ であるので発電用設備も $70 \text{ m}^3/\text{s}$ が流下しても十分これを処理できる余水吐を設けた。また Curumuy 発電所の放水口は Piura 川に設けられる。従って発電所計画には Piura 川の洪水による影響を考慮しなければならない。放水口附近の Piura 川の過去の最大洪水量より推定される、1,000 年確率洪水量は $4,600 \text{ m}^3/\text{s}$ でこの時の水位上昇は標高 31.60 m に達するものと推定される。

3.8 堆 砂

本計画に利用される水は全て一度 Poechos 貯水池に貯水されるため、Poechos ダム上流より流下した土砂はそのほとんどが貯水池内に沈殿し、両発電所の水車に支障を来さない水が供給される。

Chira-Piura かんがい計画のフィジビリティ調査においてはこの流入土砂量の量は年間 $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 程度と推定され、貯水池はこれに対応して約 $170 \times 10^6 \text{ m}^3$ の容量を堆砂用に持っている。しかし、最近実施した Chira 川の流下土砂量の実測調査によればフィジビリティ調査時の推定堆砂量に比し実測値が相当大きい可能性が生じ現在 DEPEC HP において検討中である。

Poechos 発電所は堤底放流管を利用するものであるが、将来堆砂をこの放流管により排除する事も考えられる。しかしこの排砂作業は継続性のもではないので発電には大きな支障を及ぼさないものと考えられる。

一方、Curumuy 発電所までは Poechos 貯水池から 54 km の Chira-Piura 分水路で導水され、そのルートは砂漠地帯を通過する。このため風の強い時は水路内に土砂が流入すると考えられるが、風により運ばれる土砂の粒子は細かく、その量が少ないこと、また Curumuy 発電所の落差は 40 m と小さいことより水車には影響は少ないものと考えられる。また Curumuy 発電所用の調整池には風により流入する砂並びに流下水に含まれる微小粒子の沈殿が考えられるがこれは必要に応じ発電に大きな支障を来すことなく除去出来る構造とする。

第II部

第4章 地 質

第 4 章 地 質

4.1 概 要	II-4-1
4.1.1 既往の調査	II-4-1
4.1.2 今回の調査	II-4-1
4.2 結 論 (土木地質的考察)	II-4-2
4.2.1 Poechos 発電計画	II-4-2
4.2.2 Curumuy 発電計画	II-4-2
4.2.3 コンクリート骨材	II-4-3
4.3 計画地域の地形, 地質概要	II-4-3
4.3.1 地 勢	II-4-3
4.3.2 地 質	II-4-3
4.3.3 地 震	II-4-5
4.4 各計画地点の地質	II-4-11
4.4.1 Poechos 水力発電計画地点	II-4-11
(i) 地 形	II-4-11
(ii) 地 質	II-4-11
(iii) コンクリート骨材	II-4-11
4.4.2 Curumuy 水力発電計画地点	II-4-15
(i) 地 形	II-4-15
(ii) 地 質	II-4-15
(iii) コンクリート骨材	II-4-17

第4章 地 質

4.1 概 要

4.1.1 既往の調査

Poechos および Curumuy 発電計画についてはこれまでに次のような調査がなされている。

Peru 農業省が計画した Chira-Piura かんがい計画の実施に当って ENERGOPROJEKT (ユーゴスラビアのコンサルタント会社) が 1974 年に計画地域での地質調査の結果をまとめている。特に Poechos ダムおよび付属設備地点では、詳細な地質図が作成されている。

一方、Curumuy 計画地点については、地質平面図が作成されている。

また、LNIE は、上記の既往の調査結果を踏まえて、両発電計画の中間報告を 1978 年に発表している。その中で Poechos 地点については硬質な地層が堆積しているのもので特に地質的問題はないとしており、一方 Curumuy 地点については主要構物の基礎が新しい時代の堆積層上にあることと、発電所地点が Chira-Piura 分水路に近接しているため、発電所の掘削工事中に発生するであろう湧水およびその処理方法を検討するため、透水試験等を実施している。

4.1.2 今回の調査

Poechos 発電計画の主要構造物である水圧管路、発電所および放水路地点の地質状態は、既設 Poechos ダム建設時に明らかにされた状態より判断し、この計画の実施にとって特別な問題は存在しないことが予想された。一方 Curumuy 発電所は、未固結の砂層の上に建設が予定されており、特に発電所の地耐力および透水性についての判断が必要と思われた。

従って本調査においては、現地コントラクターと契約を行い、当地点のボーリング、標準貫入試験工事を実施し、基礎地盤の地質解明に必要な地質データの収集を行った。

以上のことから今回の調査は下記に述べるとおり、Curumuy 発電所地点に重点を置いたものとなった。

- (1) Poechos Curumuy 発電計画区域の既存地質資料の収集およびその検討。
- (2) Poechos Curumuy 発電計画の主要構造物付近の地表地質調査。
- (3) Curumuy 発電計画地域における 4 孔、計 140m のボーリングを実施し、地層の構成を知ると共に標準貫入試験を行い、地盤の地耐力について検討した。なおボーリング

コアおよび標準貫入試験によって得られた攪乱試料の粒度試験結果より透水係数の推察と砂の流動化に対する若干の検討を加えた。

- (4) コンクリート用骨材について検討するため代表的試料を採取し、検討した。

4.2 結 論（土木地質的考察）

4.2.1 Poechos 発電計画

- (1) 発電所候補地点として、既設放流路の左岸と右岸が比較検討された。いずれも発電所、基礎地盤の地質は新第三紀の頁岩であって、周辺の地質踏査および既存資料より判断しても、断層破碎、粘土化、または風化等による劣化はなく、地耐力について問題はない。
- (2) 堤底放流管からの分岐設備および水圧管路の一部分は、ダム建設時に土砂を埋め戻した場所に位置するので、掘削時の法面勾配は出来るだけ緩やかにする必要があるが、基礎には頁岩が分布するので地耐力の点では問題はない。
- (3) 放水路地点は頁岩中を通るので地耐力および掘削工について問題はない。

4.2.2 Curumuy 発電計画

- (1) 計画地域は、第四紀洪積世の未固結の砂層よりなる地域に位置している。
- (2) 調整池、および水圧管路の基礎地盤は、何れも砂層であるが、今回のボーリングの結果より判断して地耐力の点では問題ない。但し、構造物の設計、および施工に当たっては、沈下量を把握し、構造物に与える影響を十分に考慮すべきである。
- (3) 発電所基礎も取水口、調整地および水圧管路と同様に砂層であるが、ボーリング結果では、かなりコンパクトなシルト、粘土層を挟んでおり、N値も70以上が期待できることから、支持力、流砂現象発生の可能性については、問題はないと思われる。しかしながら、今回のボーリング本数が2本のみであること、および計画の基礎面より深い部分においてN値が小さい箇所があること等から、今後ボーリングの追加試験を行ない出来るだけ多くのデータを収集し、基礎地盤についての検討、確認を行なう必要がある。また、工事施工中遮水、排水についての適切な計画を立案するため透水、粒度試験を行なう必要がある。
- (4) 調整地の築堤材料は池の掘削土（砂）を使用することになるが、この砂層の締固め試験を実施する必要がある。

4.2.3 コンクリート骨材

コンクリート骨材については、細・粗骨材とも、両発電所地点の比較的近くに堆積する砂礫から得ることが可能である。

4.3 計画地域の地形、地質概要

4.3.1 地 勢

Peru 共和国の地勢は、Fig-11 に示すように特徴ある幾つかの地勢区に分けられる。すなわち国土を北西から南東へ縦断し国土の西半分を占める Andes 山系を分水嶺として、その西側の太平洋岸に沿う狭い海岸山脈 (Cordillera de la Costa) および平野地帯 (Llanura y depresiones costaneras) 東側の Amazon 上流地域に展開する Sub-andes 山脈 (Cordillera, Subandina) と Amazon 平地 (Llanura Amazonica) がある。Andes 山系は標高 7,000 m 級の山をはじめ、5,000 m 以上の高峰が連なる大きな山脈であるがそのほぼ中央を山系の軸と平行に走り、Titicaca 盆地に達する Inter-ander Trough により東部山脈 (Cordillera Oriental) と西部山脈 (Cordillera Occidental) に二分される。さらに東部山脈と Amazon 平野との間には Sub-Andes 山地 (Cordillera Subandina) が存在している。

本発電計画地域は、Peru 共和国の首都である Lima 市から、北々西に約 900 km 離れた太平洋沿いの海岸地帯のやや東寄りに位置する。

この地域は、砂模で Chira 川と Piura 川によって分割される。

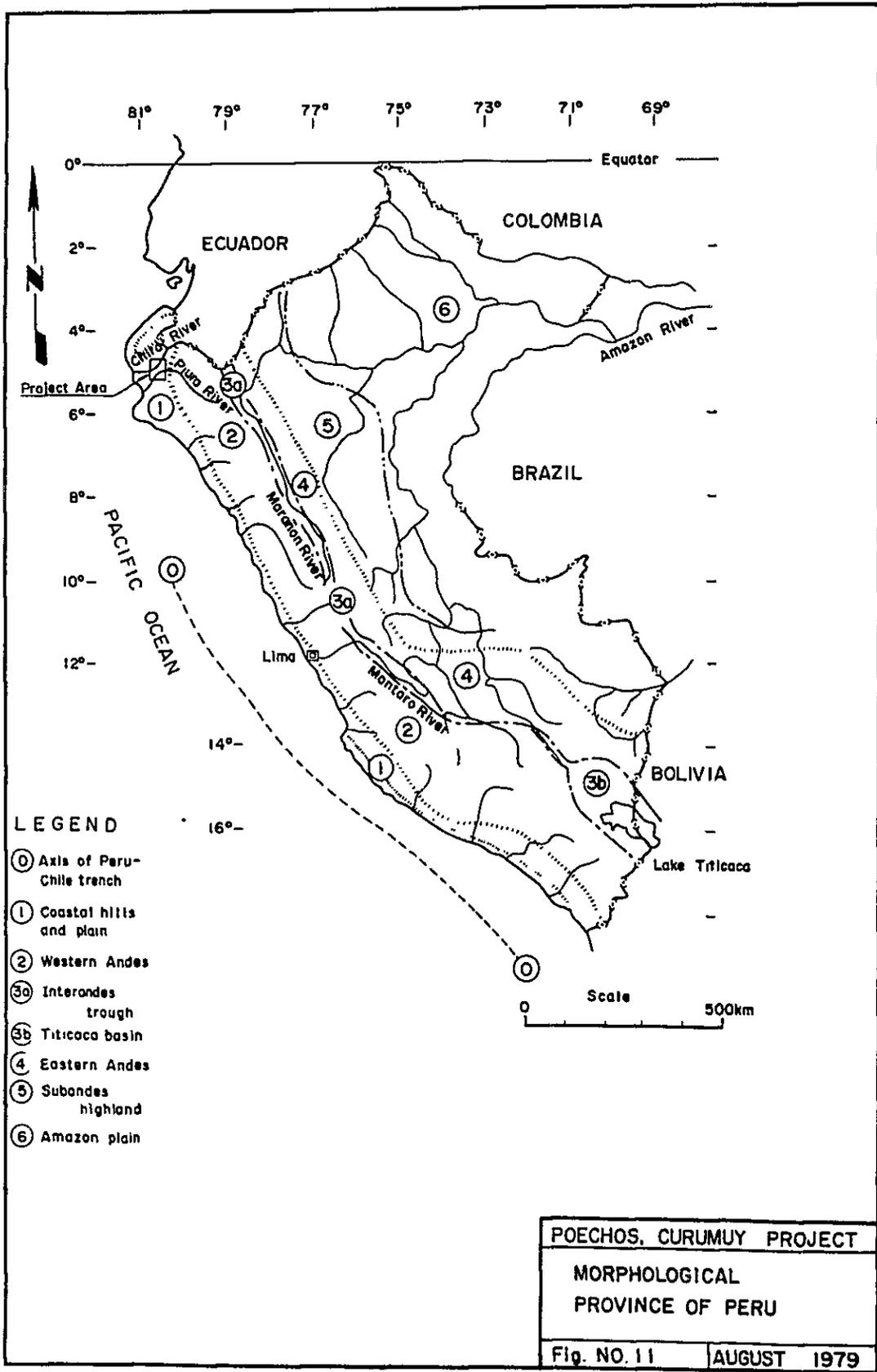
計画地点は、海拔数十 m で平坦地にあり、附近には農地および灌木林がひらけている。

4.3.2 地 質

国土を構成する岩石は堆積岩、変成岩および火成岩からなっており、その地質年代には先カンブリア時代より新第三紀のものまであって、これらを覆う第四紀の堆積物の起源は海成、湖沼性、風成および氷河成等多様である。

本発電計画が位置する、Peru 北西部地域の地質は、新生代の地層よりなる。(Fig-12 参照) 計画地の北側 (Poehos 地点) は第三紀の始新世に至る数多くの累層に区分されているが、一般的には頁岩、砂岩、Lutite および礫岩より構成されている。累層の境界は、ある場合は整合的であり一つの時代より次の時代へ漸移している層もあれば、侵食作用により著しい不整合を示している場合もある。

一方計画地の南側 (Curumuy 地点) は、第四紀の海成および大陸性の未固結の地層が厚く堆積している。



4.3.3 地 震

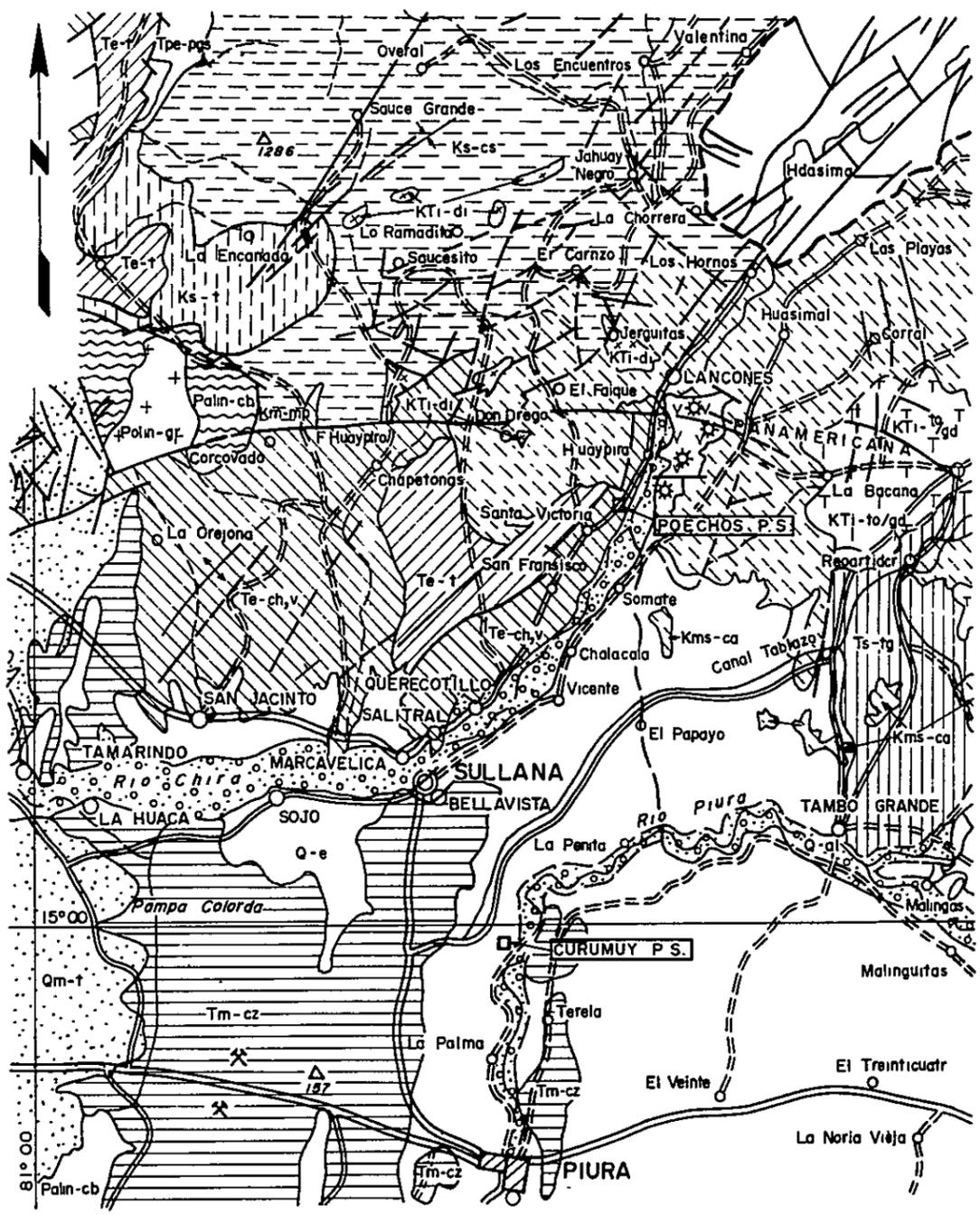
Peru は、太平洋をとりまく環太平洋地震帯の一部を占め、世界でも有数の地震国である。Fig-13 は INIE がまとめた資料を参考に、1962 年から 1971 年までの 10 年間の地震観測記録の中から、計画地域を中心とする半径 100 km 以内の震央をプロットしたものである。

総数 65 個に達し、そのうち 50 個がマグニチュード 4 以上である。

Poecho 計画地点の近くには大きな震央はみられないが、計画地域の北方 50 km の Ecuador との国境付近には震央が集中している。

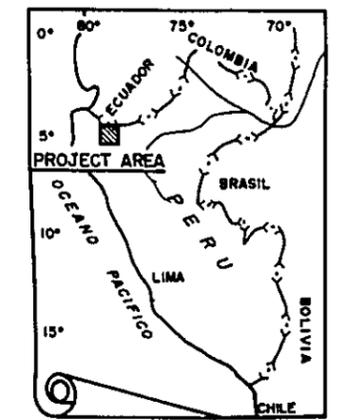
しかし、マグニチュード 6 を越す地震は記録されていない。

Curumuy 計画地点の西側には、マグニチュード 4～6 の震源が集中している。本計画地点の地質は、未固結の堆積層で形成されているので、設計は地震を十分考慮して行う必要がある。(A-2 参照)



LEGEND

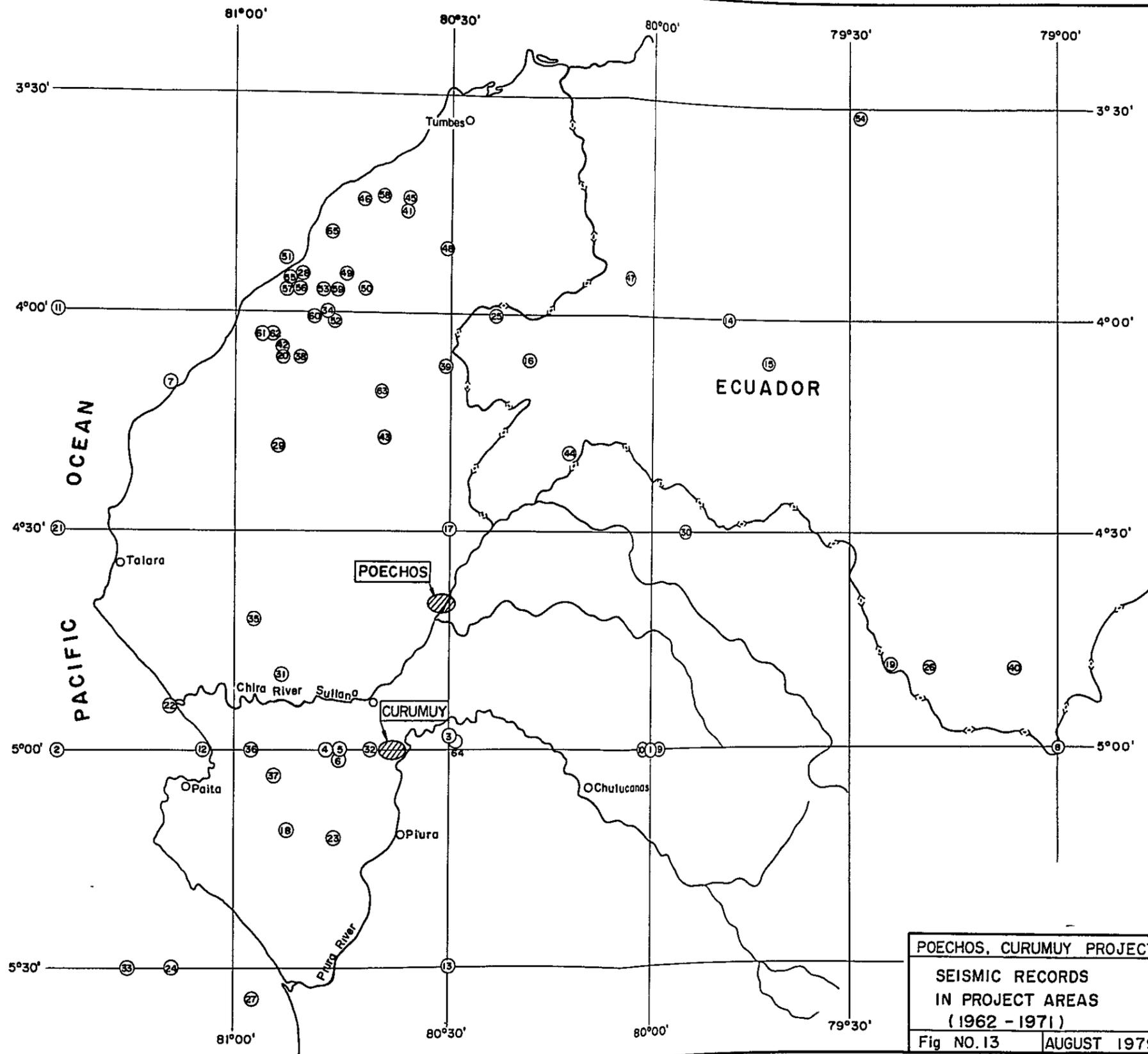
Quaternary	Recent	□	Q-e	Aeolian deposit
		◦ ◦ ◦	Q-al	Alluvial deposit
		∇ ∇ ∇	Q-vr	Volcanic rock (Konide)
Pleistocene		□	Qm-t	Diluvial deposit
		▨	Ts-tg	Tambo Grande formation
Pliocene		▨	Tm-cz	Caradalitos, Zapella formation
		▨	Te-chv	Chira, Verdum formation
Tertiary	Eocene	▨	Te-t	Talara group
	Paleocene	▨	KTI-to/gd	Granodiorite
Cretaceous	Upper	▨	KTI-di	Diorite
		▨	KS-t	Tablones formation
		▨	Ks-c.s	Copa Sombrero group
Middle		▨	Kms-ca	Copa group
Lower Paleozoic		+	Palim-gr	Granite
		~	Palim-cb	Basal complex
		—		Known contact
		- - -		Inferred contact
		— / —		Gravitational fault
		- - - / - - -		Inferred fault
		— /		Strike and dip of bed
		☆		Volcanic cone



Note : Cited from " Geological Map,, of Northwestern Peru and Southwestern Ecuador 1978 prepared by Sector Energia y Minería, Instituto de Geologica y Minería

POECHOS, CURUMUY PROJECT
 GENERAL GEOLOGICAL MAP OF PROJECT AREA
 Fig. NO. 12 | AUGUST 1979

D. M. Y.	Lat.	Long.	Prof. (km)	Mag. (C.G.S.)	Lat. Long.		No.
					Poehos 4°40'	80°30'	
					Curumuy 5°00' 80°40'		
					D ₁ (km)	D ₂ (km)	
09 09.23	5 0	80.0	N	4.8	67	74	1
29 12.33	5 0	31.5	"	5.18	118	92	2
15 09.37	5 0	80.5	"	4.98	37	18	3
06 02.45	5 0	80.8	"	4.92	50	18	4
20 02.48	5 0	80.7	"	4.23	50	13	5
16.10.50	5.0	80.7	54	3.94	50	13	6
20 09.51	4.2	81.2	N	4.21	95	111	7
19 03.54	5 0	79.0	"	4.78	170	183	8
14.06.55	5 0	80.0	"	3.95	70	78	9
17.08.56	5 0	80 0	"	5.0	65	71	10
07 02.59	4 0	81.5	"	7.25	133	145	11
04 05.81	5 1	81 0	49	5.51	78	50	12
23.11.81	5 5	80.5	60	5.94	93	58	13
06.11.82	4 0	79.8	84	5.13	108	138	14
28.07.82	4 1	79.7	110	5.50	110	147	15
12.10.82	4 1	80.3	195	5.31	67	108	16
20 09.82	4 5	80 5	17	5.92	19	60	17
26 07.82	4.7	80.9	33	5.82	74	36	18
17.08.82	4.7	79.4	98	5.3	121	140	19
04 08.83	4 1	80.9	34	4.7	80	104	20
05 02.83	4 5	81.5	22	5.6	110	108	21
21 08.83	4.9	81.2	45	4.1	81	60	22
20 12.83	5.2	80.8	55	5.2	68	28	23
28 05.83	5.5	81.2	33	4.7	120	81	24
04 02.84	4.0	80 4	164	4.0	75	116	25
29 11.84	4.8	79 3	81	4.6	133	151	26
19 09.84	5 6	81.0	33	4.5	118	76	27
20 05.85	3 9	80.8	38	4.5	93	124	28
13 08.85	4.32	80.9	34	5.1	60	84	29
03 12.85	4 5	79.9	89	4.5	86	102	30
01.08.85	4 89	80 9	66	4 0	50	30	31
18 06.85	5.0	80.7	102	4.2	43	5	32
14 01.85	5 5	81.3	32	5.3	130	89	33
28.03.86	4 0	80.81	20	5.5	81	113	34
- 10 66	4 75	80.97	45	4.4	53	44	35
28.03.67	4 98	80.84	64	4.4	64	33	36
28.03.67	5 08	80.81	81	4.4	63	28	37
18.10.68	4.09	80.86	73	4.3	75	103	38
07 11.68	4.12	80.52	65	4.8	60	100	39
07.06.68	4.80	79 10	-	4 1	153	173	40
01 09.69	3 78	80.60	57	4 7	100	138	41
04 07.69	4 09	80.92	N	4.5	80	106	42
30.03.69	4.28	80 66	69	4.5	30	81	43
19.08.69	4 35	80 22	82	4.2	37	90	44
03.07.69	5.35	80.93	74	4 4	103	141	45
11.12.70	3 74	80 8	34	4.7	105	141	46
25 04.70	3 90	80.07	84	4.7	96	138	47
10.12.70	3.86	80 54	N	4 7	90	130	48
10 12.70	3.94	80.80	34	5.0	89	122	49
11.12.70	3 95	80 72	37	5.7	84	118	50
29 12 70	3 89	80.90	47	5.8	98	128	51
10 12 70	3 98	80.72	33	5.4	79	111	52
15 12 70	4.02	80.8	32	5.2	87	119	53
07.05.70	3 53	79 47	81	4.8	170	210	54
18.08.71	3 90	80.9	30	5.1	94	124	55
28.10.71	3 90	80.7	41	5.2	91	121	56
06 11.71	3 87	80.81	61	4.9	92	121	57
09 07 71	3 80	80 87	65	4 7	105	142	58
01 02 71	3 45	80.8	66	4.9	85	118	59
17 07 71	4 01	80 83	35	4.8	81	113	60
25 01.71	4 05	80.94	51	4.9	85	111	61
31 05 71	4.09	80 87	N	4 8	84	111	62
11.06.71	4 17	80 68	43	5 4	58	92	63
25.06.72	5 01	79 92	68	4.9	39	19	64
13 05.72	3 82	80.71	40	4.9	101	134	65



POECHOS, CURUMUY PROJECT
 SEISMIC RECORDS
 IN PROJECT AREAS
 (1962 - 1971)
 Fig NO.13 AUGUST 1979

4.4 各計画地点の地質*

4.4.1 Poechos 水力発電計画地点

(i) 地 形

Poechos 発電所計画地域は、既設Poechosダムの下流端に位置するため、もとの地形は失われているが、全体としては、標高50 m～100 mの緩やかな丘陵である。発電所地点はもともとChira川に面した、小さな谷の入口である。発電所はPoechosダム放流路の減勢池（標高52 m幅24 m）の左岸に計画されている。ここは減勢池のコンクリート壁の裏側に幅約10 m（標高62 m）の平坦面とこれに続く約30°の掘削斜面が標高75 m前後まであり、その上は緩く広大な丘陵が広がっている。

発電所敷までの掘削深さは、最大25 mである。

(ii) 地 質

計画地域の地質はFig-14に示すとおり、第三紀始新世に対比されている。Chira Verduin層に属している岩石が基盤となり、これを覆って一部に第四紀の段丘堆積物と現河床堆積物がみられる。

第三紀の地層はシルト分の多い泥岩、頁岩および砂岩よりなり10 m～30 mの層厚で互層をなし厚く成層している。地層の走向は、N20°E 傾斜は5°NWを示す。段丘堆積物は、径10 cm以上の花崗岩類の円礫を主とし、シルトおよび細粒砂で充填されている。河床砂礫は大部分が花崗岩類の礫よりなり、少量の安山岩礫を含む。

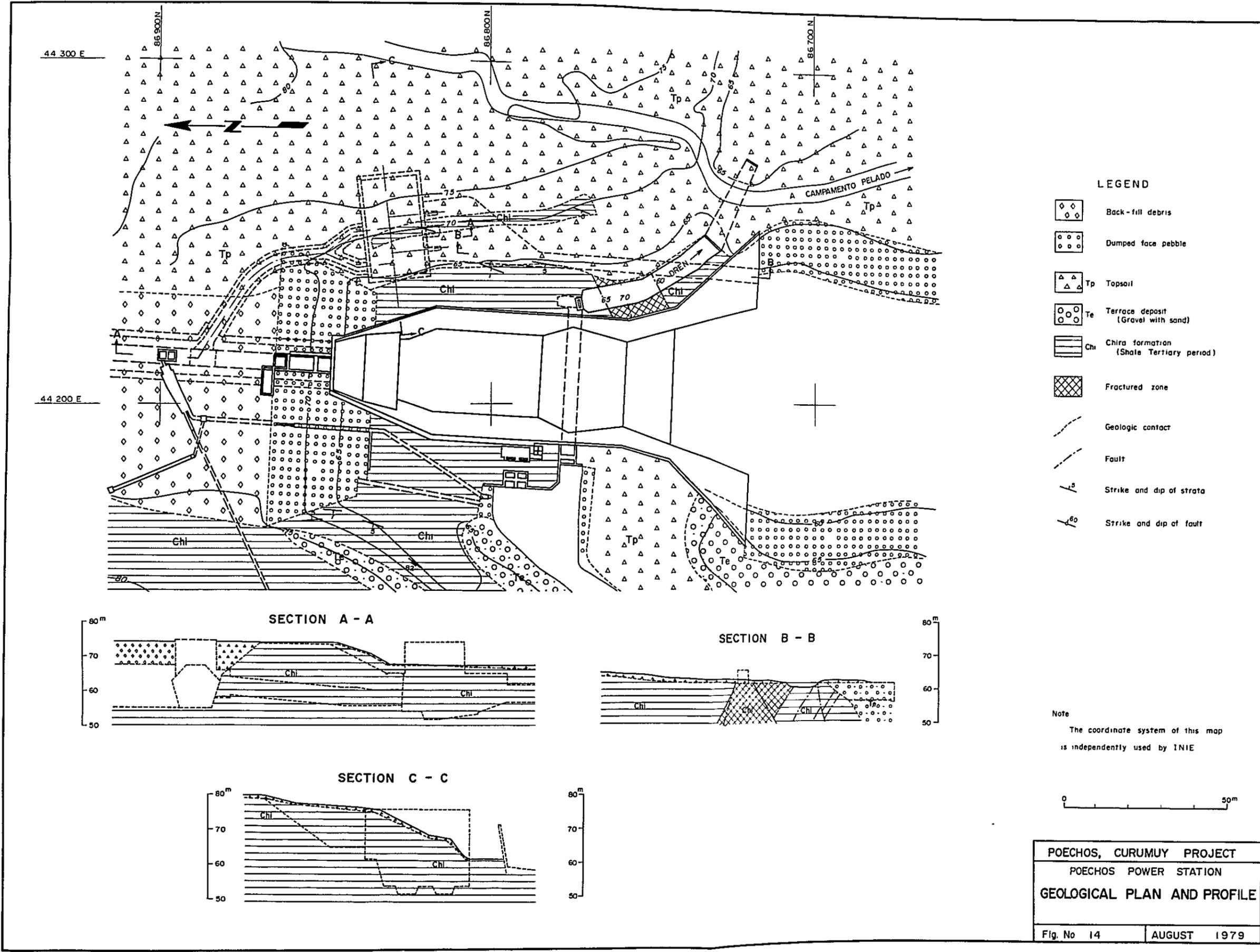
発電所地点周辺に露出している岩石は頁岩で、地層の走向および傾斜は、上述したものと同様である。岩石の表層部は風化し赤褐色を示し、層理に沿って剝離し小片になる傾向がある。しかしPoechosダム建設に伴って実施された調査の資料（ボーリングコア、ボーリング柱状図および地質断面図）によれば、風化はあまり深部には及んでおらず、新鮮なものは灰緑色を呈し硬質で緻密な岩石である。段丘堆積物は標高80 m以上にみられ層厚は最大10 m前後である。

発電所地点には薄い表土に覆われて頁岩が分布しており発電所基礎では、新鮮、堅硬であり、支持力は勿論、掘削法面についても問題はない。堤底放流管より分岐設備、および水圧管路も頁岩を基礎とするので支持力の点では問題はないが、土砂で埋め戻された所であるので、工事中の掘削法面の安全については注意が必要である。

放水路も頁岩中に位置しており、地質的な問題はない。

(iii) コンクリート骨材

Poechos 発電所建設に必要なコンクリート骨材の量は約7,300 m³と見積られてい



る。骨材採取候補地点として、次の三地区が挙げられるが、そのなかで、Poechos ダム下流域の Chira 川河床堆積物が運搬距離が短く最も有利である。

- (1) Poechos ダム下流の Chira 川には市広く砂礫が堆積している。拳大～卵大の礫径の揃った花崗岩、斑岩および安山岩を主とし、砂の含有量は少ない。Poechos ダム建設に際しても、この砂礫が骨材として用いられており、質的に問題はないものと思われ、Poechos 発電所建設のためにも、この砂礫をふるい分けて細、粗骨材とすることが経済的であろう。
- (2) Sullana 市の西方約 1.1 km 地点で段丘砂礫を採取して骨材として販売している。Poechos 発電所地点への距離が約 4.0 km と遠いのが欠点である。
- (3) Sullana 市の北方約 4 km の Chira 川右岸で細骨材（中粒砂）を生産販売している。

4.4.2 Curumuy 水力発電計画地点

(I) 地形

計画地域は II-2.1 で述べた Peru の地形区分のうち「海岸山脈および平野地帯」にあつておおよそ海岸と西部山脈との中間に位置しており標高 6.5 m 前後で緩やかに波打つ台地が広がっている。Piura 川はこの台地を深さ約 3.0 m 侵食して約 2～数 km の振幅で東西に蛇行しながら南へ流下している。

本計画の調整池地点は Piura 川の右岸台地上に位置し、発電所地点は、Piura 川によって形成された標高 3.0 m 前後の氾濫原上に位置する。

(II) 地質

計画地域には第四紀洪積世の砂層を主とし、シルト～粘土層を挟む未固結層が厚く成層して、基盤を形成しており、地表は風成砂層により広く覆われている。そのほか Piura 川に沿って河床堆積物が分布する。本地点では Table II-4-1 に示すとおり、調整池地点と水圧管路地点で各 1 孔および発電所地点で 2 孔のボーリングを実施すると共に各孔で標準貫入試験を実施した。

Hole	Location	Elevation (m)	Depth (m)	Standard Penetration Test (N-value)
1	Regulation pond	64.26	36.18	8
2	Powerhouse	29.37	40.00	17
3	Powerhouse	30.54	40.00	20
4	Penstock	55.37	23.82	8
Total			140.00	53

ボーリング位置は Fig-15 に、地質断面図は Fig-16 にまたボーリング柱状図は Fig-17 に示す。

ボーリングの結果によれば B-1 の地表から 2.2 m ~ 3.07 m および B-4 の 1.29 m ~ 1.68 m すなわち、それぞれ標高 42.06 m ~ 33.56 m および 42.47 m ~ 38.57 m に挟まれるシルトないし粘土層は、同一層準の地層であり、同じように B-1 および B-4 の孔底近くに見られるシルト~粘土層も一連のものと思われる。B-2 および B-3 のそれぞれ地表から 3.22 m (標高-2.83 m) および 2.97 m (標高 0.84 m) 以下に見られるシルト~粘土層と前述の B-1 および B-4 の孔底近くで見られる層との間には厚さ 2.5 m ~ 3.0 m の砂層を挟んでいる。発電所地点の表層にみられるシルト質の氾濫原堆積物の厚さは 3 m 前後である。

貫入試験の結果によれば、B-1 (調整池地点) および B-4 (水圧管路地点) では、地表から 8 ~ 9 m の範囲は N 値が 20 ~ 50、11 ~ 12 m 以深では 50 以上を示している。一方、B-2 および B-3 (発電所地点) の N 値は変化が大きく、B-2 の 2.85 m および 3.05 m の 25 前後と B-3 の 1.40 m の 0 はその上下の地層と比べ異常に小さい。

調整池および水圧管路は荷重が小さいので、支持力の点では問題ないと思われる。発電所基礎についても、十分な支持力を持つものと判断されるが、深部で N 値の低い所があるので、さらに貫入試験を追加して調査する必要がある。

調整池、水圧管路、および発電所の掘削法面は地層が粒度分布の悪い中粒砂よりなることからかなり緩くせざるを得ないであろう。また、同様な材料を盛り立てることになる調整池の築堤部の設計に当っては、今後、材料試験を行なって適切な締固め方法や、勾配を見出すことが必要である。

砂層の透水性は既存資料によると 10^{-3} cm/s のオーダーを示している。調整池はアスファルト舗装されるが、基礎のドレーンシステムは有効に働くよう設計、施工されねばならない。発電所の施工に当っては、Chira-Piura 分水路の近くで、地下

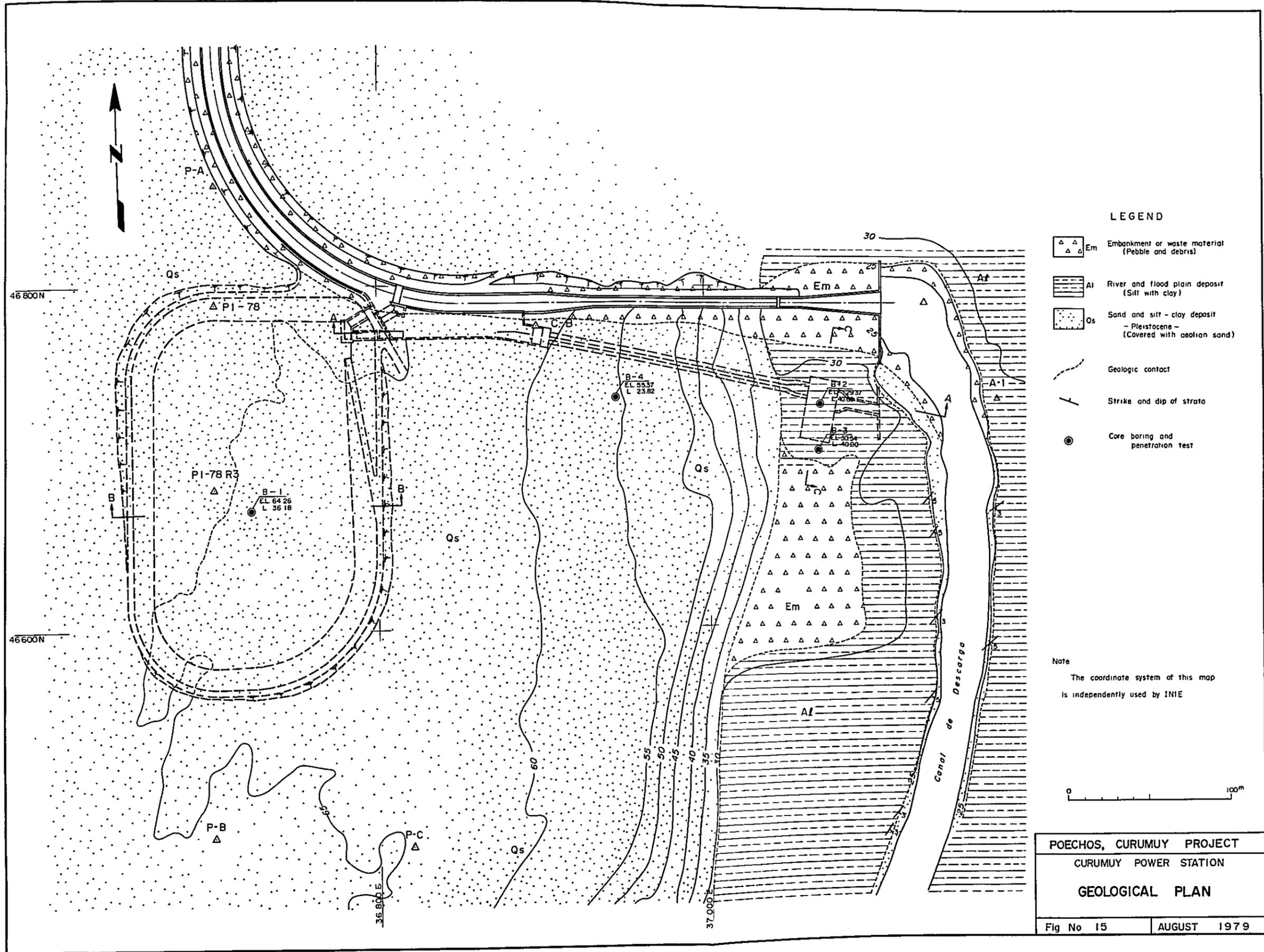
水位より10数m深い掘削が必要とされるので工事中の遮水と排水についての検討が望まれる。

地震時の流砂現象は、粒径の揃った砂が地下水で飽和されかつ良く締まっていない場合に発生するものであり、Curumuy 発電所地点では、N値から判断して、その可能性は少ないと思われるがなお、貫入試験を追加して検討する必要がある。

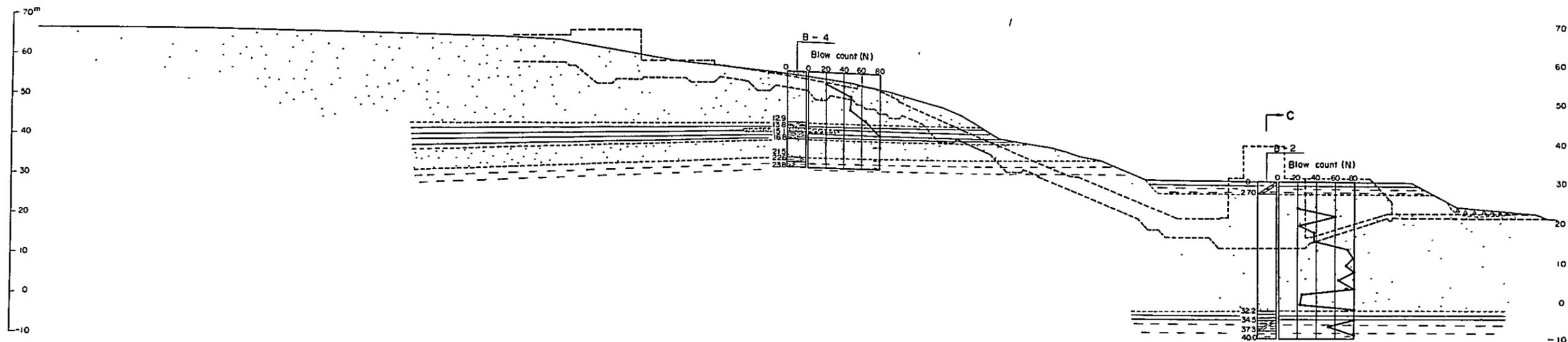
(iii) コンクリート骨材

Curumuy 発電所の建設に必要なコンクリート骨材の量は約11,000m³と見積られている。骨材採取候補地点としては、Poechos 発電所の項で述べたSullana 西方11.0 kmの段丘堆積物が適当と考えられるがその他次の2地点が挙げられる。

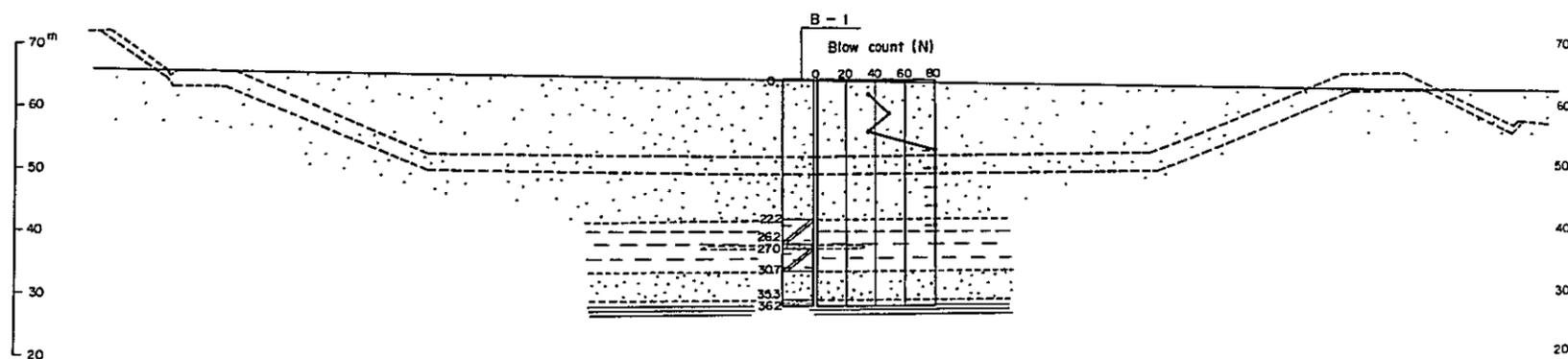
- (1) Curumuy 発電所地点の西北西約4 kmの丘陵地にPoechos ダム建設に関連する諸工事のために（かんがい水路の基礎工材、工事用道路の路床材など）採取された採石場がある。挙大より小さな円礫が細砂およびシルトと混在している。礫は花崗岩や安山岩のほか風化した砂岩も多いので、質的に問題がある。
- (2) 調整池周辺丘陵地に広く厚く分布する砂は、分級の悪い、中粒砂よりなるが、細骨材の一部として使用することは可能である。



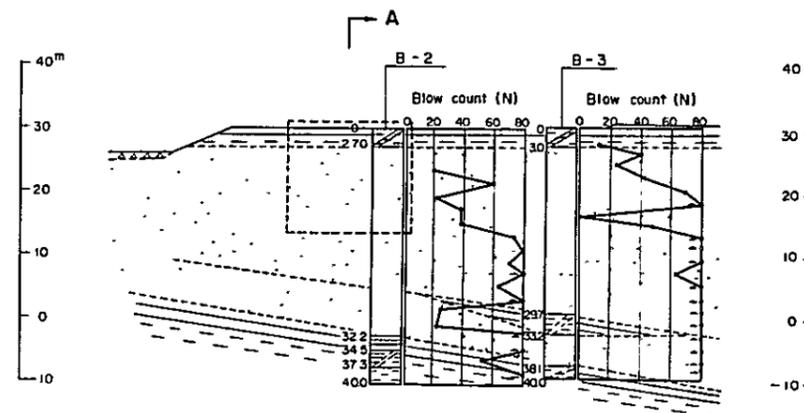
SECTION A - A



SECTION B - B



SECTION C - C



LEGEND

PROFILE		LOG OF BORING	
	Embankment or waste material (Pebble and debris)		Sand
	River and flood plain deposit (Silt and clay)		Silt
	Sand		Clay
	Mainly silt		Sandy
	Mainly clay		Silty
			Clayey

Pleistocene



POECHOS, CURUMUY PROJECT

CURUMUY POWER STATION

GEOLOGICAL PROFILE

Fig. No 16

AUGUST 1979

Fig.-17 GEOLOGIC LOG OF DRILL HOLE (1-8)

CURUMUY PROJECT HOLE No B-1 (SHEET 1 OF 2)

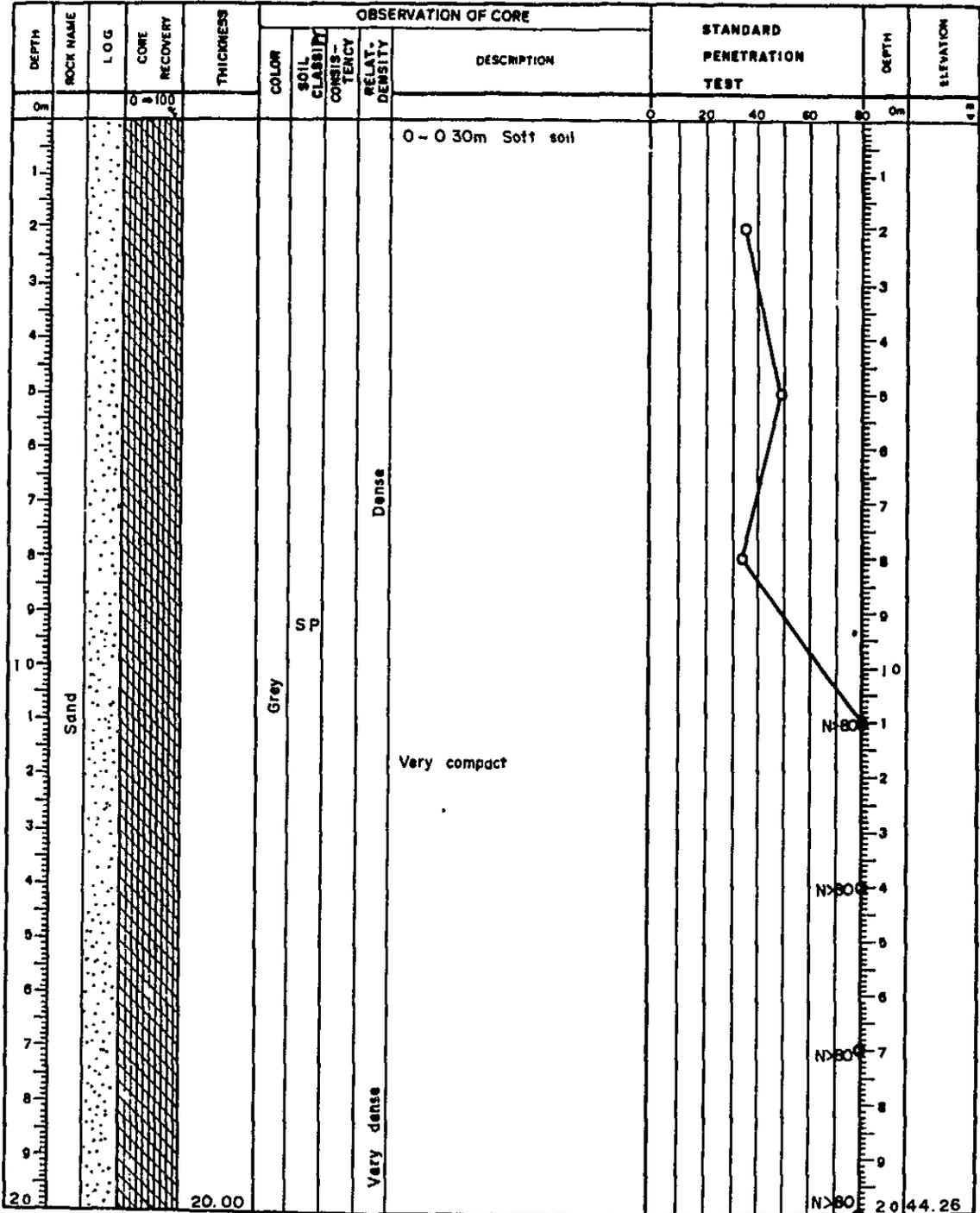
LOCATION Regulating Pond DEPTH OF HOLE 36.18 m COMMENCED 7-Mar-'79

ELEVATION 64.26 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 15-Mar-'79

COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____

ANGLE FROM HORIZONTAL 90° TOTAL LENGTH OF CORE 36.18 m LOGGED BY _____

BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 100%



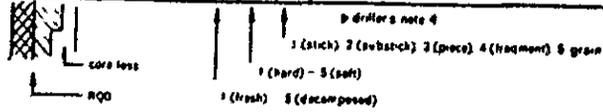
driller's note 4
 1 (silt) 2 (sub-silt) 3 (silt) 4 (hard) 5 (grain)
 1 (hard) - 5 (soft)
 1 (fresh) - 5 (decomposed)
 core loss
 rpo

Fig.-17 GEOLOGIC LOG OF DRILL HOLE (2-8)

CURUMUY PROJECT HOLE No 8-1 (SHEET 2 OF 2)

LOCATION Regulating Pond DEPTH OF HOLE 36.18 m COMMENCED 7-Mar-'79
 ELEVATION 64.26 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 15-Mar-'79
 COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____
 ANGLE FROM HORIZONTAL 90° TOTAL LENGTH OF CORE 36.18 m LOGGED BY K ASANO
 BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 100%

DEPTH	ROCK NAME	LOG	CORE RECOVERY	THICKNESS	OBSERVATION OF CORE				STANDARD PENETRATION TEST				DEPTH	ELEVATION
					COLOR	SOIL CLASSIF. CODES - TENNY	RELAT. DENSITY	DESCRIPTION						
0			0-100											64.26
1	Sand				SP		Lower cohesive soil							42.06
2	Sc			22 20	ML		With fine sand							41.26
3	Sc			0 80	SP		Medium graded sand							40.90
4	Sc			0 36	CL		No viscosity							40.30
5	Clayey silt				ML		Little viscosity							
6	Sc			2 24	SM		Poorly graded							39.06
7	Sc			1 20	ML	Gray	With fine sand							37.26
8	Clayey silt				ML	Gray	With fine sand							
9	Sc			3 50	SM		No viscosity							33.76
10	Sc			0 20	SP		Medium graded sand							33.56
11	Sand			0 88	SP		Fine graded sand							32.68
12	Sc			0 52	ML		Medium graded sand							32.16
13	Sc			0 40	ML		Medium graded sand							31.76
14	Sand			0 70	SP		Coarse sand							31.06
15	Sc			2 10	ML		Very hard							28.96
16	Sc			0 88	ML		Very hard							28.08
17							Bottom of hole							



ROCK NAME
 Sc ; Silty clay
 S ; Sand
 Si ; Silt

Fig.-17 GEOLGIC LOG OF DRILL HOLE (4-8)

CURUMUY PROJECT HOLE No B-2 (SHEET 2 OF 2)

LOCATION Powerhouse DEPTH OF HOLE 40 m COMMENCED 8-Mar-'79

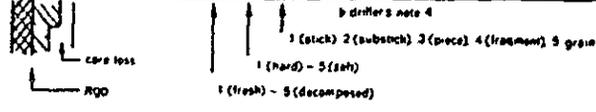
ELEVATION 29.37 m DEPTH OF OVERBURDEN m COMPLETED 16-Mar-'79

COORDINATE LENGTH OF ROCK DRILLING m DRILLED BY

ANGLE FROM HORIZONTAL 90° TOTAL LENGTH OF CORE 40 m LOGGED BY K. ASANO

BEARING OF ANGLE HOLE CORE RECOVERY 100%

DEPTH	ROCK NAME	LOG	CORE RECOVERY	THICKNESS	OBSERVATION OF CORE				DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST			DEPTH	ELEVATION
					COLOR	SOIL CLASSIFY	CONSISTENCY	RELAT. DENSITY		0	20	40		
0			0-100											
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														

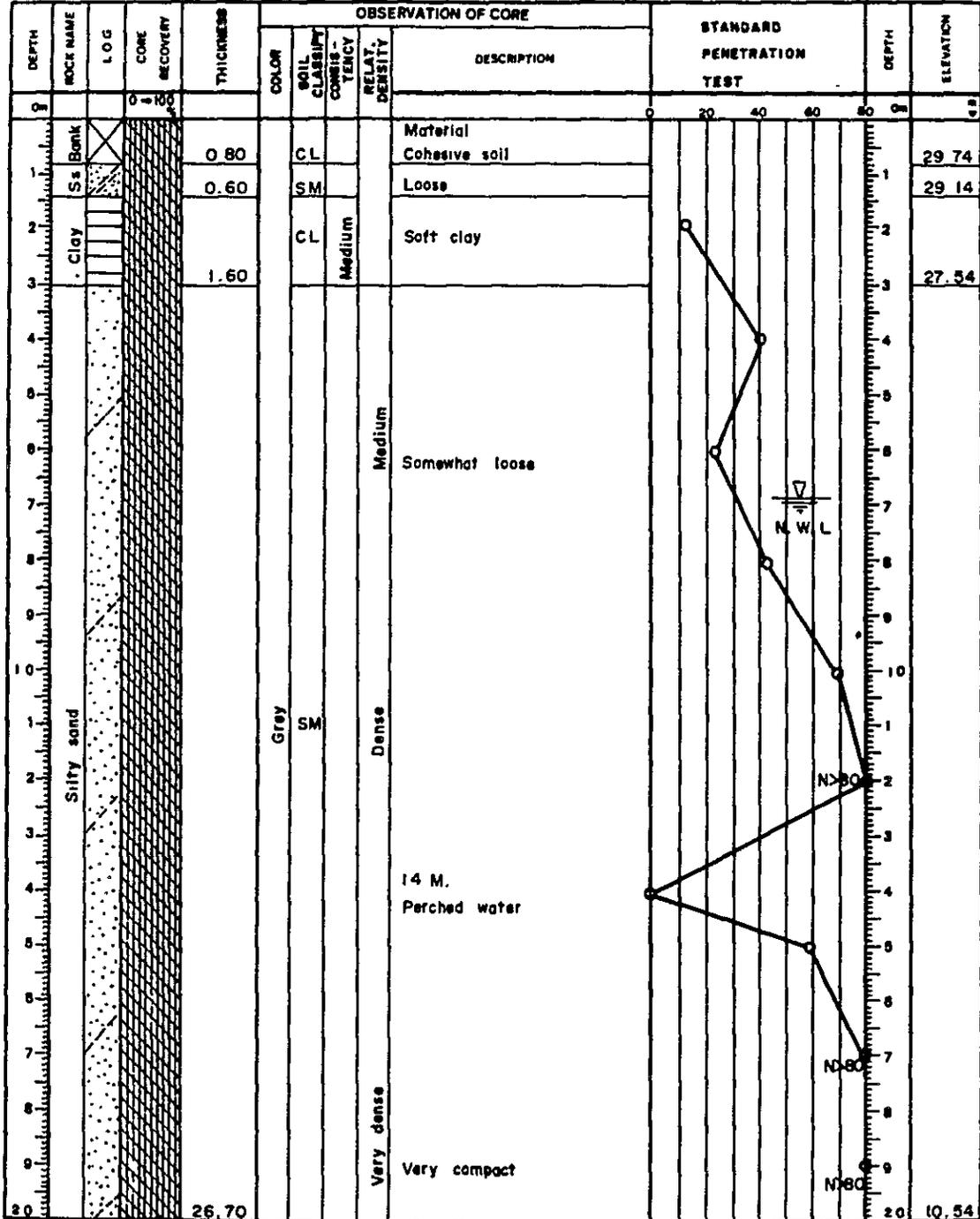


ROCK NAME
 S ; Sand
 C ; Clay

Fig.-17 GEOLOGIC LOG OF DRILL HOLE (5-8)

CURUMUY PROJECT HOLE No. B-3 (SHEET 1 OF 2)

LOCATION Powerhouse DEPTH OF HOLE 40 m COMMENCED 16-Mar-'79
 ELEVATION 30.54 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 21-Mar-'79
 COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____
 ANGLE FROM HORIZONTAL 90° TOTAL LENGTH OF CORE 16 m LOGGED BY K. ASANO
 BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 40 %



Driller's note 4
 1 (stick) 2 (bar) 3 (piece) 4 (fragment) 5 grain
 1 (hard) - 5 (soft)
 1 (trash) - 5 (decomposed)

ROCK NAME
 Ss ; Silty sand

Fig.-17 GEOLOGIC LOG OF DRILL HOLE (6 - 8)

CURUMUY PROJECT HOLE No B-3 (SHEET 2 OF 2)

LOCATION Powerhouse DEPTH OF HOLE 40 m COMMENCED 16-Mar-'79
 ELEVATION 30 54 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 21-Mar-'79
 COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____
 ANGLE FROM HORIZONTAL 90 ° TOTAL LENGTH OF CORE 40 m LOGGED BY K ASANO
 BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 100 %

DEPTH	ROCK NAME	LOG	CORE RECOVERY	THICKNESS	OBSERVATION OF CORE				STANDARD PENETRATION TEST	DEPTH	ELEVATION
					COLOR	SOIL CLASSIFY	CONSISTENCY	RELAT. DENSITY			
0			0-100						0		
1-9	Silty sand				SM		Dense	Poorly - graded			
10	Silty clay			26.70	Grey						
11	Sand			0.90	CL			Inorganic soil		0.84	
12	Silty clay			0.70	SP			Medium sand		-0.06	
13	Silty clay				ML	Very hard		Hard		-0.76	
14	Sand			1.90			Very dense	Very compact		-2.66	
15	Silt										
16	Silt			4.90	SP		Very dense				
17	Silt									-7.56	
18	Silt			0.60	CL			Very hard		-8.16	
19	Silt				SP & CL			Alternation clay and sand			
20	Silt			1.30	CL					-9.96	

driller's note
 1 (stick) 2 (substick) 3 (piece) 4 (fragment) 5 grain
 1 (hard) - 3 (soft)
 1 (fresh) - 3 (decomposed)
 core loss
 100

ROCK NAME
 Si ; Sandy silt
 Ca ; Clay & sand

Fig.-17 GEOLGIC LOG OF DRILL HOLE (7 - 8)

CURUMUY PROJECT HOLE No B-4 (SHEET 1 OF 2)

LOCATION Panstack DEPTH OF HOLE 23.82 m COMMENCED 17-Mar-'79

ELEVATION 55.37 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 21-Mar-'79

COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____

ANGLE FROM HORIZONTAL 90 TOTAL LENGTH OF CORE 23.82 m LOGGED BY K ASANO

BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 100 %

DEPTH	ROCK NAME	LOG	CORE RECOVERY	THICKNESS	OBSERVATION OF CORE			STANDARD PENETRATION TEST	DEPTH	ELEVATION
					COLOR	SOIL CLASSIFY CONSIS - TENCY	RELAT. DENSITY			
0			0-100					0	55.37	
1-12	Sand			12.90	Grey	SM	Medium	30	42.47	
12-13	Sc			0.90		ML	With fine sand	40	41.57	
13-14	Sand			1.30		SP	Dense Poorly graded	50	40.27	
14-15	Silty clay			1.70		CL	Inorganic soil	60	38.57	
15-20	Sand			4.70		SP	Very dense Medium sand	80	35.37	

1 (stick) 2 (amber) 3 (piece) 4 (fragment) 5 (grain)
 1 (hard) - 5 (soft)
 1 (fresh) - 5 (decomposed)

ROCK NAME
Sc ; Silty clay

Fig-17 GEOLOGIC LOG OF DRILL HOLE (8-8)

CURUMUY PROJECT

HOLE No B-4 (SHEET 2 OF 2)

LOCATION Penstock DEPTH OF HOLE 23.82 m COMMENCED 17-Mar-1979
 ELEVATION 55.37 m DEPTH OF OVERBURDEN _____ m COMPLETED 21-Mar-1979
 COORDINATE _____ LENGTH OF ROCK DRILLING _____ m DRILLED BY _____
 ANGLE FROM HORIZONTAL 90 ° TOTAL LENGTH OF CORE 23.82 m LOGGED BY K. ASANO
 BEARING OF ANGLE HOLE _____ CORE RECOVERY 100 %

DEPTH	ROCK NAME	LOG	CORE RECOVERY	THICKNESS	OBSERVATION OF CORE				STANDARD PENETRATION TEST				DEPTH	ELEVATION	
					COLOR	SOIL CLASSIFICATION	CONSISTENCY	RELAT. DENSITY	DESCRIPTION	0	20	40			60
0			0-100%												
1	Sand			4.700	Gray	SP	Very dense	Medium sand							33.87
2	Sc			1.10		SM		Silty							32.77
3	Sand			0.90		SP	Very dense	Poorly graded							31.87
4	Sc			0.32		ML									31.55
23.82															
								Bottom of hole							

1 (stich) 2 (substich) 3 (proce) 4 (fragment) 5 grain
 1 (hard) - 8 (soft)
 1 (fresh) 8 (decompressed)

ROCK NAME
Sc ; Silty clay

第II部

第5章 発電計画

第5章 発電計画

5.1 基礎的考察	II-5-1
5.1.1 発電方式	II-5-1
5.1.2 土木構造物レイアウト	II-5-2
(i) Poechos 発電所地点	II-5-2
(ii) Curumuy 発電所地点	II-5-5
5.1.3 開発規模	II-5-5
(i) 基本的な考え方	II-5-5
(ii) Poechos 発電所の規模	II-5-5
(iii) Curumuy 発電所の規模	II-5-9
5.1.4 Curumuy 発電所調整池容量	II-5-11
(i) 電力需要の代表的日負荷曲線よりみた調整容量	II-5-11
(ii) Curumuy 発電所への発電用補給水量	II-5-11
(iii) Chira-Piura 分水路自体での調整容量	II-5-11
5.1.5 Poechos ダム堤底放流管の利用	II-5-16
5.2 使用水量	II-5-16
5.2.1 常時使用水量	II-5-17
5.2.2 最大使用水量および年平均使用水量	II-5-17
5.3 出力および発生電力量	II-5-18
5.3.1 設備出力	II-5-18
5.3.2 保証尖頭出力および保証出力	II-5-18
5.3.3 可能発生電力量	II-5-18
5.4 主機台数並びに水車形式	II-5-19

第5章 発電計画

5.1 基礎的考察

Poechos, Curumuy 水力発電計画は既設 Chira-Piura かんがい計画の諸設備を利用し、かんがい計画に基づく放流水と分水途中で生じた落差を有効にエネルギーとして Piura 地区の電源に利用しようとするものである。

本計画の詳細に入るに先立って、下記事項につき基礎的な考察を行い、発電計画を決定した。

- (1) 発電方式
- (2) 土木構造物のレイアウト
- (3) Poechos ダム堤底放流管の利用
- (4) 開発規模
- (5) Curumuy 発電所調整池容量

5.1.1 発電方式

Poechos, Curumuy 水力発電計画の電力供給区域の全てがディーゼル発電機により電力を供給されており、過去の実績では設備の30%程度が保守、修理のために停止し、供給の信頼性は低い。

Poechos 並びに Curumuy 発電所は水力であり、ディーゼル発電機に比べ、信頼性が高い。

しかしながら、Poechos 発電所の場合、かんがい放流はその需要により、流量は $28.0 \text{ m}^3/\text{s}$ から $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$ と変化し、落差は Poechos 貯水池の水位変動により 4.4 m から 1.9 m までも変化する。このようなかんがい用の需要に合わせて発電を行うのでは出力は、ある時期には設備出力の30%以下となり供給区域ではその差を補足する火力を必要とするようになる。

従って、貯水池最低水位でかんがい用の需要が最低でも発電所は出力一定のピーク運転を行えるような水車を採用し、その時使用した水は、農業省、DEPECHP が現在計画中の Sullana, 取水ダムでかんがい用水として使えるように逆調整を行うものとし、この計画を進める。

Curumuy 発電所は Poechos 貯水池の水位変動による影響は受けない。また、Curumuy 発電所に利用する灌漑計画放流量の季節的な変動は Poechos 発電所の場合よりも大きい。さらに、Poechos 貯水池からの導水路が 5.4 km あるため、電力負荷の変動に対する流量調整ができないので、Curumuy 発電所には上部水槽に接続して時間調整の出

来る調整池を設け、かんがい用の水需要の少い時はピーク用に調整が出来るように考慮した。発電後の水は、Poechoosと同じように、Piura川に計画中のCatacaosダムで逆調整を行うものとする。

以上より、PoechoosおよびCurumuy発電所共、かんがい用水の多い時はFull出力ベース運転、少い時はピーク運転を行える発電所として計画する。

5.1.2 土木構造物レイアウト

(i) Poechoos 発電所地点

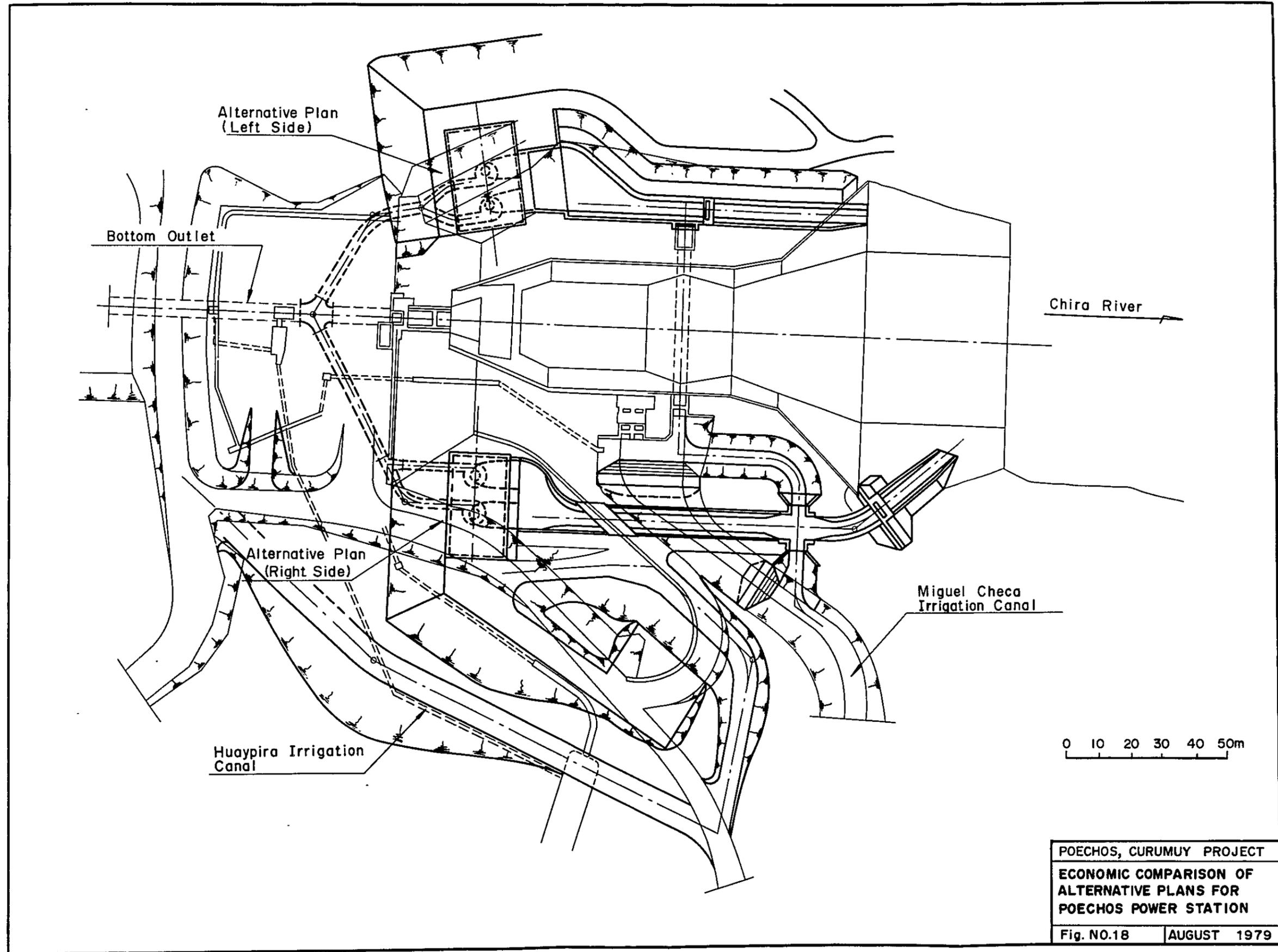
Poechoos 発電所はかんがいを目的とするPoechoos貯水池の運用計画に沿って、かんがい期にはベース負荷を、その他の時期にはピーク負荷発電を行うものである。

そのため、ピーク負荷運転時のChira川下流のかんがい取水の影響を考慮して、逆調整池が計画された。逆調整池の計画地点は、Poechoosダムの減勢池下流の右岸側に位置し、他に代案を設定するような場所もないため発電所位置も減勢池の右岸側とし調査を進めて来た。しかしながら、その後農業省Chira-Piura事務所においてSullana地点にかんがい取水ダム建設計画が立案され、1982年完成されることとなった。このかんがい用取水ダムが建設されれば、Poechoos発電所におけるピーク発電放流水の流量調整が可能となり、Poechoos発電所直下流に逆調整池を造る必要がなくなった。

従って、これまで逆調整池の計画地点の関係で発電所位置も右岸側に限定して計画していたのに対し、左岸案についての検討が必要となった。

そこで右岸案および左岸案の内よりFig - 18に示すような最も経済的な案を選出し、両案の比較検討を行なった。

検討の結果、以下の理由から左岸案を採用することとした。



- (1) 右岸案では既設かんがい水路の付替が必要である。またこれの工事中にはかんがい、用水補給を中断せざるを得ないため下流かんがい地域への悪影響が生じる。
- (2) 右岸案では既設道路の付替が必要である。
- (3) 右岸案では地形的に仮設備の設置に適した広場がなく、また、工事地域へのアプローチが困難である。
- (4) 右岸では Chira 川が高水位になると既設のかんがい用構造物 (Miguel Checa かんがい水路およびゲート室) が冠水するため洪水時には発電不能となる。
- (5) 工事費比較においても右岸案が高価である。

(ii) Curumuy 発電所地点

Chira-Piura 分水路の現況と地形より判断し、導水路および発電所の位置は分水路の右側に決定した。また、非かんがい期には分水路の流量は少なく、そのままでは発電が不可能であるため調整池を必要とする。その容量はピーク発電時間より決定された。分水路からの取水地点は取水設備を容易にするため分水路の矩形断面区間内とし、調整池および水槽の余水吐設備を考慮して決定した。

なお、発電放流量の調整は当初、現水路の左岸側に調整池を設け、流量調整して放流する予定であったが、農業省において、Piura 川 (Catacaos 市付近) に Bajo Piura 地域のかんがい用の水資源確保のためダムを築造する計画の検討が行われている。したがって Curumuy 発電所ではこの逆調整池は必要ないと判断し、今回の設計より除いた。

5.1.3 開発規模

(i) 基本的な考え方

Poechos 並びに Curumuy 発電所の利用する落差はいずれも既設の Chira-Piura かんがい計画の構造物を利用するため、限定される。

使用水量は月別に計画されたかんがい計画に基づく放流量をどの程度発電に利用した時、最も有利であるかと云うことで決定される。

従って、Poechos・Curumuy 発電所の使用水量を変えた 6 個の比較案を作り、その各々について発生電力量、建設費、年間費用(C)、年間便益(B)を出し、 B/C 、 $B-C$ 両面から規模を決めることにした。

(ii) Poechos 発電所の規模

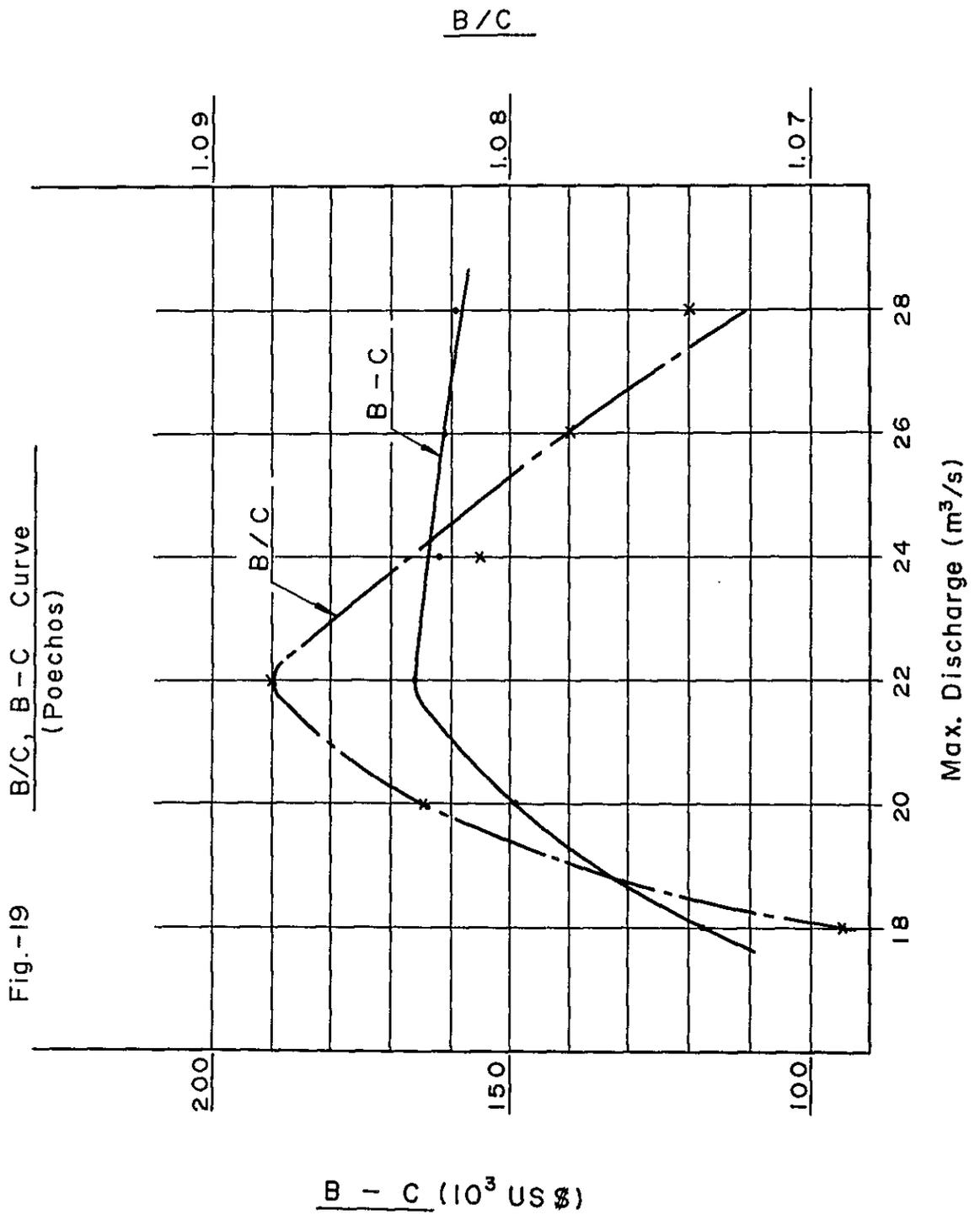
使用水量を貯水池満水時 (WL, 103m) に於いて $18\text{m}^3/\text{s}$ 、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 、 $22\text{m}^3/\text{s}$ 。

24 m³/s、26 m³/s、28 m³/s の各代案につき発生電力量、建設費を出しB/C、B - Cを算出した。その結果B/Cが最も高く、B - Cが反曲点である220 m³/s (約3,750 kW×2=7,500 kW) 附近が最も有利であるとの結論を得、(Table II - 5 - 1およびFig - 19参照) 検討の結果発生電力3,800 kW×2=7,600 kW、使用水量22.3 m³/sと決めた。

なお、水車は貯水池水位が低水位(WL, 84.0m)においても充分最大出力が出る様、WL84.0mではWL103mのほぼ倍の水量を使用する水車とした。そのため発生電力量の計算は17年間につき貯水池水位の変動、並びに使用水量変動による水車、発電機の効率並びに損失水頭を考慮の上行なった。

Table II-5-1 Economic Comparisons for the Scale of Poechos Power Station

	Q m ³ /s	28	26	24	22	20	18
1	Installed Capacity (kW)	9,670	8,980	8,990	7,600	6,910	6,220
2	Available Power 0.942 (kW)	9,110	8,460	7,810	7,160	6,510	5,860
3	Energy Production (GWh)	52.80	52.77	52.27	51.14	49.58	47.42
4	Available Energy Production 0.942 (GWh)	49.74	49.71	49.24	48.17	46.70	44.67
5	2 x 10 ⁹ (10 ³ U.S. \$)	993	922	851	780	710	639
6	4 x 0.0264 (10 ⁶ U.S. \$)	1.313	1.312	1.300	1.272	1.233	1.179
7	5 + 6 (10 ⁶ U.S. \$)	2.306	2.234	2.151	2.052	1.943	1.818
8	Construction Cost (10 ⁶ U.S. \$)	17.448	16.845	16.161	15.326	14.580	13.818
9	8 x 0.12306 (10 ⁶ U.S. \$)	2.147	2.073	1.989	1.886	1.794	1.700
10	B/C 7 / 9	1.074	1.078	1.081	1.088	1.083	1.069
11	B - C 7 - 9 (10 ³ U.S. \$)	159	161	162	166	149	118



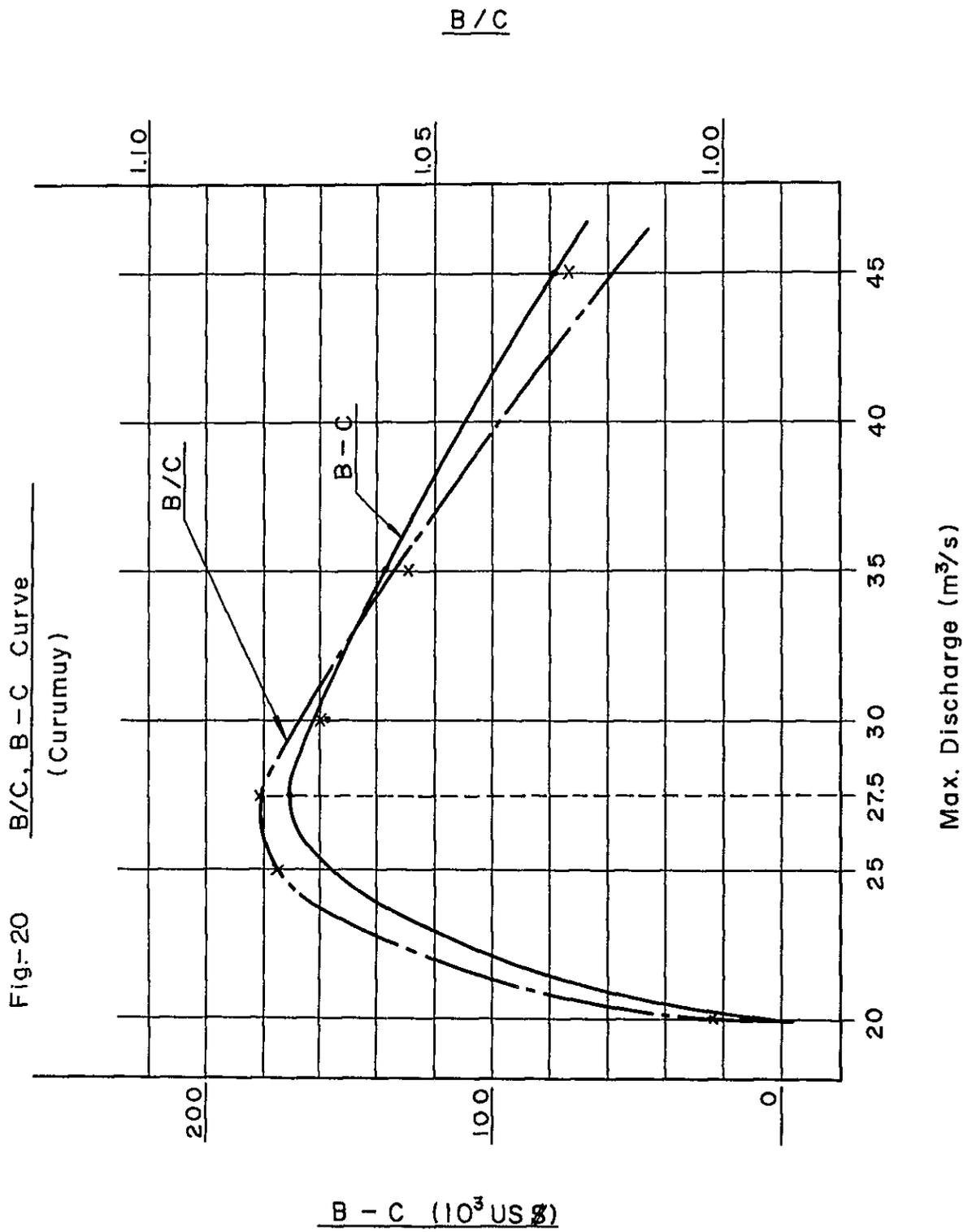
(iii) Curumuy 発電所の規模

Poechos 発電所のように、落差に大きな変動はないので総落差は一定として使用水量の変動による水車、発電機の効率並びに損失水頭を考慮の上発生電力量を計算し、比較案として $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $25 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $27.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $35 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $45 \text{ m}^3/\text{s}$ の名代案を作り年間費用(C)、年間便益(B)を算定した。

結果は Table II - 5 - 2 および Fig - 20 に示すように $27.5 \text{ m}^3/\text{s}$ が B/C、B - C 共に最有利となり、 $27.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($4,500 \text{ kW} \times 2 = 9,000 \text{ kW}$) を採用することとした。

Table II-5-2 Economic Comparisons for the Scale of Curumuy Power Station

Q m^3/s	45	35	30	27.5	25	20
1 Installed Capacity (kW)	14,730	11,450	9,820	9,000	8,180	6,550
2 Available Power 0.942 (kW)	13,880	10,790	9,250	8,480	7,710	6,170
3 Energy Production (GWh)	59.54	57.77	56.15	54.83	52.99	47.50
4 Available Energy Production 0.942 (GWh)	56.09	54.42	52.89	51.65	49.92	44.75
5 2×10^9 (10^6 U.S.\$)	1.513	1.176	1.008	0.924	0.840	0.673
6 4×0.0264 (10^6 U.S.\$)	1.481	1,437	1.396	1.364	1.318	1.181
7 $5 + 6$ (10^6 U.S.\$)	2.994	2.613	2.404	2,288	2.158	1.854
8 Construction Cost (10^6 U.S.\$)	23.833	20.238	18.362	17.306	16.355	15.124
9 8×0.12233 (10^6 U.S.\$)	2.915	2.476	2.246	2.117	2.001	1.850
10 B/C 7 / 9	1.027	1.055	1.070	1.081	1.078	1.002
11 B - C 7 - 9 (10^3 U.S.\$)	79	137	158	171	157	4



5.1.4 Curumuy 発電所調整池容量

Curumuy 発電計画の使用流量は Poechos 貯水池から Chira-Piura 分水路を經由して Piura Valley 放流される流量によって支配される。Chira~Piura かんがい計画による Curumuy 発電所地点における 95% 保証流量は、最大月平均が $45.56 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最小月平均が $10 \text{ m}^3/\text{s}$ である。また、Curumuy 発電所の最大使用水量は第 5 章 5.1.3 の“規模の決定”で示すように月平均で $27.5 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

Poechos 貯水池から Curumuy 地点までは 54 km の開渠で導水されているため電力負荷の変動に対する流量調整は不可能である。従って調整池を持たない場合にはかんがい使用水量の変動により大きく出力が変動し、発電所としての価値が大きく減少するので調整池の設置は不可欠である。

本計画における調整池の容量は下記事項を検討の結果 $102,000 \text{ m}^3$ とした。

(i) 電力需要の代表的日負荷曲線よりみた調整容量

Curumuy 発電所は、渇水時には日負荷曲線のピークの先端を取るものとし、95% 保証水量 ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) においては次の様な調整容量が必要である。(Fig-21 参照)

- 1982 年時 …… $133,000 \text{ m}^3$ ($28.5 - 10$) $\text{m}^3/\text{s} \times 2 \text{ hr} \times 3,600 \text{ sec}$
- 1986 年時 …… $70,000 \text{ m}^3$ ($28.5 - 10$) $\text{m}^3/\text{s} \times 1.05 \text{ hr} \times 3,600 \text{ sec}$
- 1992 年時 …… $50,000 \text{ m}^3$ ($28.5 - 10$) $\text{m}^3/\text{s} \times 0.75 \text{ hr} \times 3,600 \text{ sec}$

しかし、これらはある 推定される代表的日負荷の場合で日により相当変化すると思われる。当発電所の場合はピークの最先端を取るため 24 時間ピーク (10% ピーク) 程度の容量が必要と考えられる。

従って、24 時間ピークに必要な調整容量は $(28.5 - 10) \text{ m}^3/\text{s} \times 24 \text{ hr} \times 3,600 \text{ sec} = 159,800 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

(ii) Curumuy 発電所への発電用補給水量

Chira-Piura 分水路により Piura Valley にかんがい用水を補給するのは Piura 川の水量が需要に対し不足する時で、雨期には Piura 川には十分な水量があり、補給の必要はない。しかし、発電用には補給の必要がある。前項(i)と同様に 24 時間ピークとした場合の必要な最少水量は、 $28.5 \text{ m}^3/\text{s} \times 24 \text{ hr} \times 3,600 \text{ sec} = 246,000 \text{ m}^3$ であり、日平均 $28.5 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

(iii) Chira-Piura 分水路自体での調整容量

Chira-Piura 分水路は水路勾配 0.00025, 水路底巾 5 m, 上巾 16 m, 最大水深 3.63 m あり, 満水時には 70 m³/s の通水量を持っている。これより, 95% 保証流量 (10 m³/s) の時の水深は 1.33 m にしかならず, 流量の少ない時は調整池としても利用できる。

従って, 流量が 10 m³/s の場合には, 分水路はこの通水量を確保するとともに, 59,400 m³ の調整容量を持つことができる。(水路の安全性を考慮して水深 3.0 m まで貯水した場合)

また, 通水せずに全てを調整池とした場合, その調整容量は 144,000 m³ となる。(Fig-22 参照)

以上より, 分水路を調整池としても利用すれば, 24 時間ピークに必要な Curumuy 調整池の調整容量は次の通りとなる。

10 m ³ /s 通水時	……	100,400 m ³ (159,800 - 59,400)
雨 期	……………	102,000 m ³ (246,000 - 144,000)

したがって, Curumuy 調整池の容量は 102,000 m³ とする。(Fig-23 参照)

Fig.-21 Typical Load Curve
Interconnected Piura System

1982 4-hr/2 = 2 hr
 1986 2.1hr/2 = 1.05 hr
 1992 1.5hr/2 = 0.75 hr

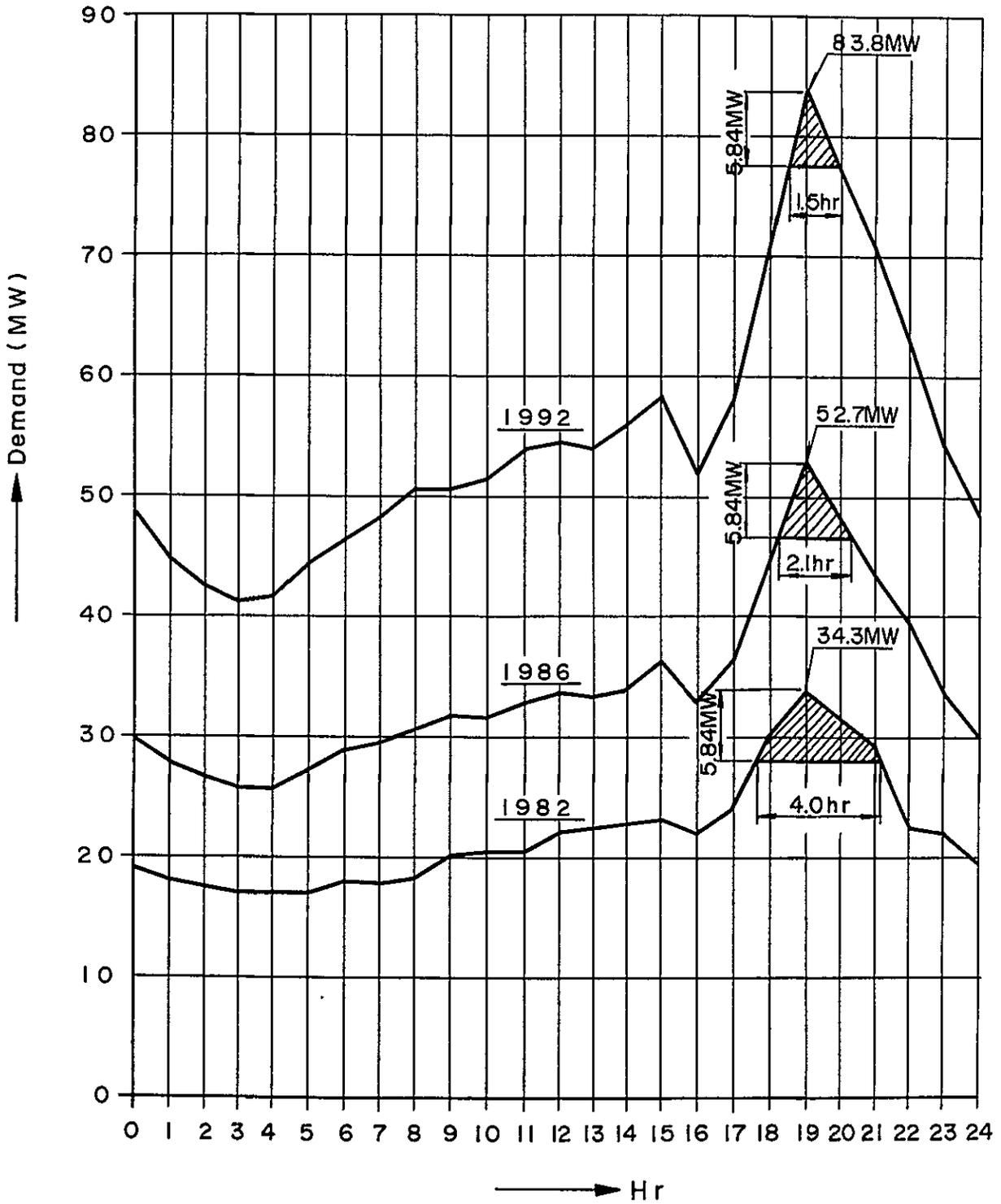


Fig.-22 Regulating Capability of Chira - Piura Canal

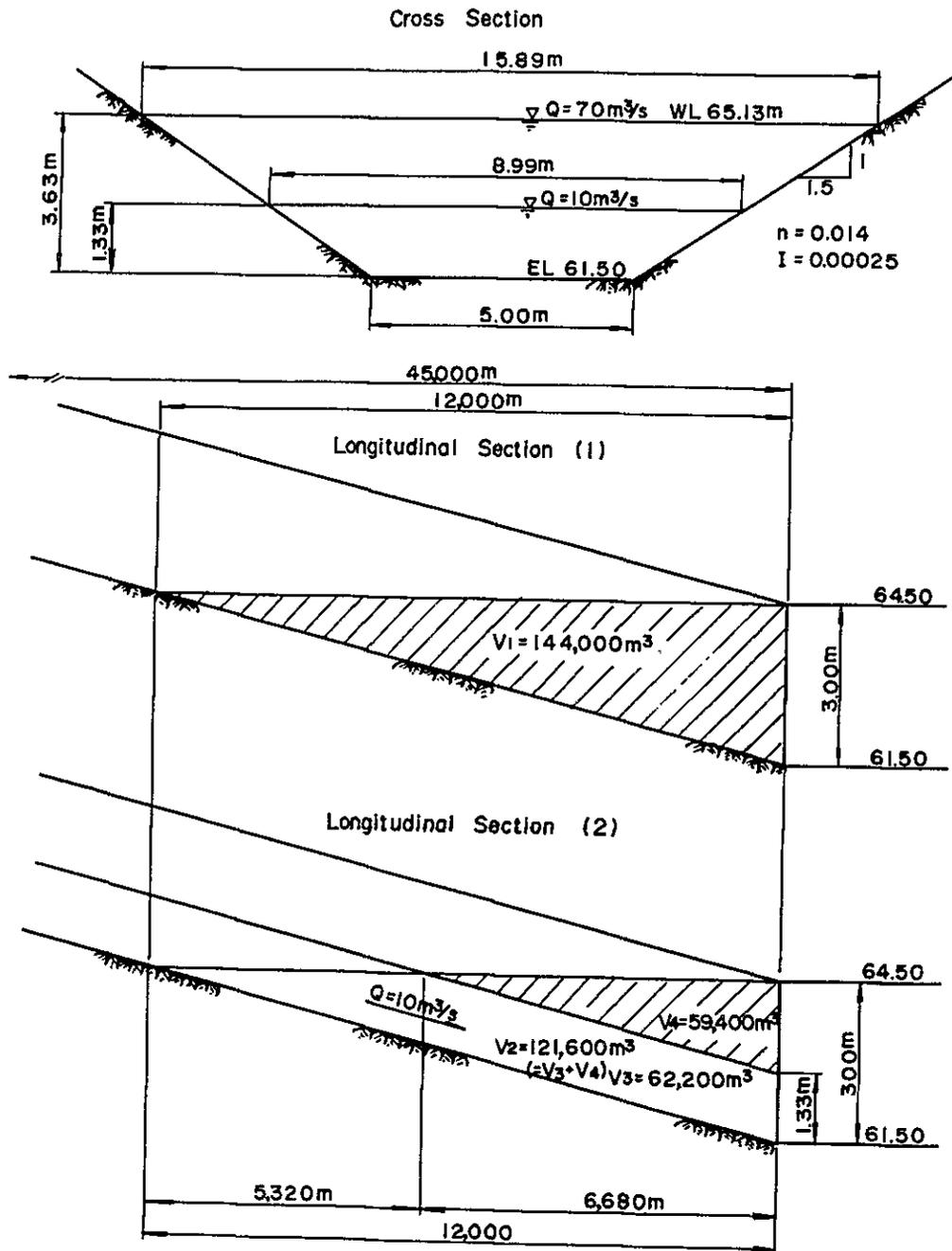
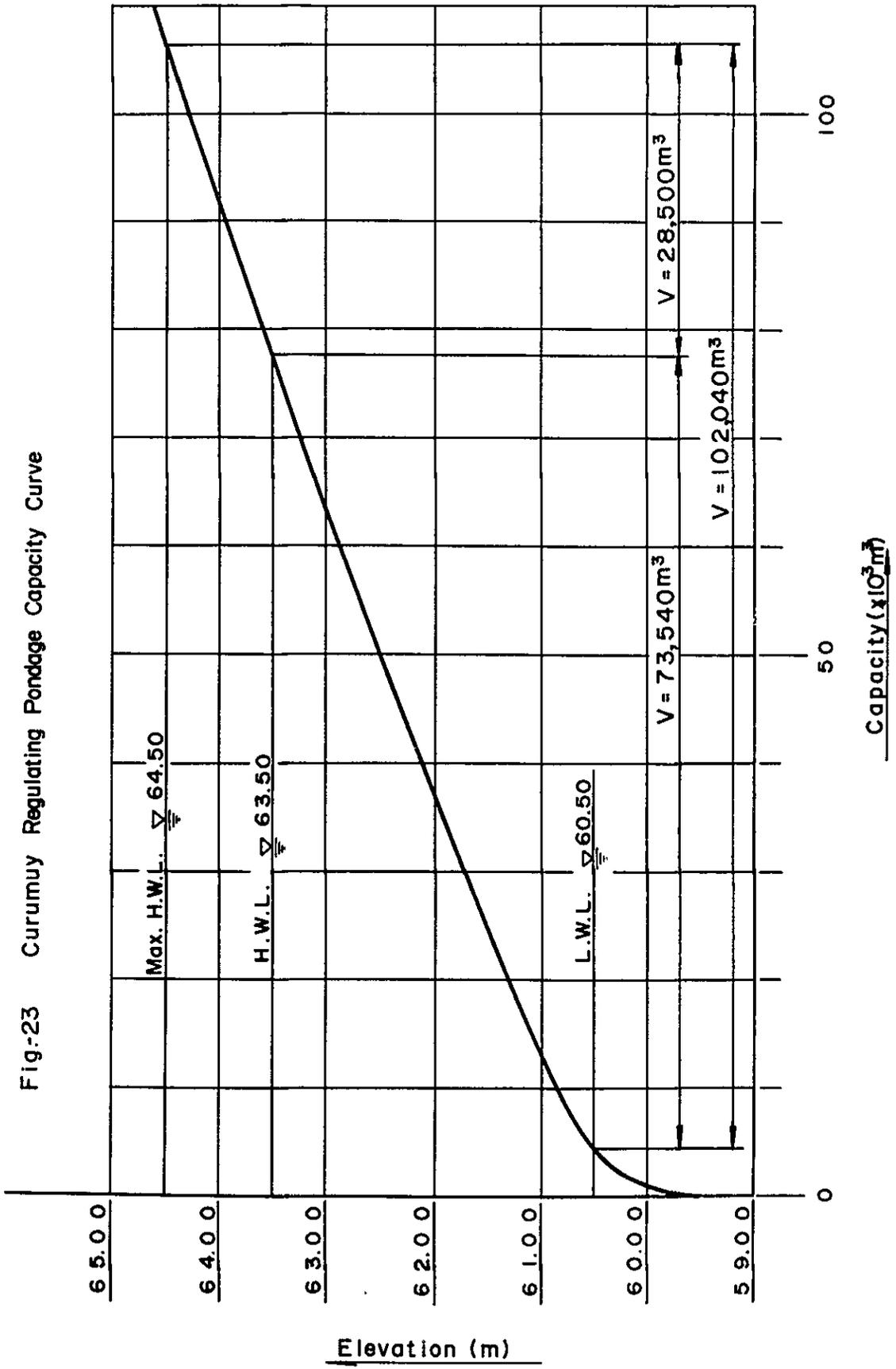


Fig-23 Curumuy Regulating Pondage Capacity Curve



5.1.5 Poechosダム堤底放流管の利用

Poechos発電所の主導水路となる堤底放流管は、ダム右岸側に位置し、Poechosダム建設中は仮排水路に使用され、ダム竣工の現在はChira川下流へのかんがい放流設備に転用されている。この設備の諸元は以下のとおりである。

- 構造 : 内径8mのコンクリートがいきよと、厚さ30cmの鉄筋コンクリートで補強された内径4.5mの鉄管路より構成されている。
- 延長 : 全長415m
コンクリートがいきよ区間 160 m
内張鉄管路区間 255 m
- ゲート : ゲートは呑口よりコンクリートがいきよ接続部にスライドゲートを1門、鉄管路先端にバルブゲートを1門、同じく末端部にラジアルゲートを1門、合計3門を備えている。
通常の流量のコントロールはラジアルゲートで行っている。
- 放流 : Chira川への補給は最大300m³/s可能である。通常は120~28.0m³/s、それとMiguel Checa水路へ14.0m³/sを供給している。

放流管をPoechos発電所の導水路として共用する場合、放流管は発電所の運転上の影響を受ける。特に水車、発電機停止時に生ずる水衝圧は放流管に大きな内圧を与える可能性がある。

今回、水衝圧の計算を行うと共に農業省Chira-Piura事務所を通して入手した図面および諸計算書に基づき、水衝圧を考慮した検討を行った。

水衝圧の計算は満水位、95%水位および洪水時の場合について、それぞれの流量および必要条件を与え、ガイドベーンの開鎖時間を5秒~20秒と変化させて行った。計算には電子計算機を用いた。

放流管の応力解析は、最も危険状態を想定し、地震、負荷遮断および温度変化による応力が同時に作用するものとして行った。

計算の結果、放流管断面に生ずる応力は全て許容応力度以内であり、放流管の発電所との共用については構造上問題はない。

なお、検討の詳細はAppendix - 3に示すとおりである。

5.2 使用水量

5.2.1 常時使用水量

本計画に於ては、95%保証水量を常時使用水量とし、かんがい計画に基づく95%常時使用水量を算出すると、

Poechos	計画	12 m ³ /s
Curumuy	計画	10 m ³ /s

である。

5.2.2 最大使用水量および年平均使用水量

5.1.3の規模の決定において述べられている如く、本計画の最大使用水量は下記のとおりである。

Poechos	計画	貯水池満水時	22.3 m ³ /s
		貯水池基準水位時	25.5 m ³ /s
		貯水池最低水位時	44.2 m ³ /s
Curumuy	計画	最高水位時	27.6 m ³ /s
		基準水位時	28.3 m ³ /s
		最低水位時	31.5 m ³ /s

上記の最大使用水量を基準にして計算した本計画の年間平均使用水量は次のとおりである。

Poechos	計画	20.1 m ³ /s
Curumuy	計画	21.4 m ³ /s

5.3 出力および発生電力量

5.3.1 設備出力

Poechos 発電所の設備出力は、7,600kWとする。

その使用水量並びに有効落差は Table II - 5 - 3 のとおりである。

Table II-5-3 Available Discharges and Effective Heads of Poechos Power Station

	Reservoir Water Level (m)	Tailrace Water Level (m)	Effective Head (m)	Available Discharge (m ³ /sec)	Output (kW)
Max. Water Level	103	61.10	41.30	22.30	7,600
Standard W. L.	98	61.10	36.10	25.50	7,600
Min. W. L. (95%)	86.3	61.10	22.80	44.20	7,600
Min. W. L. (100%)	84	61.10	20.90	40.00	6,200

Curumuy 発電所の設備出力は基準有効落差 38.7 m のとき、使用水量 28.3 m³/s で 9,000kW とする。

また、水槽水位並びに放水路水位はそれぞれ 63.5 m および 24.0 m である。

5.3.2 保証尖頭出力および保証出力

Poechos および Curumuy 発電所の保証尖頭出力は、それぞれ設備出力であり、7,600kW および 9,000kW である。また、年間に亘って 95% の保証出来る出力は、Poechos 2,100kW、Curumuy 3,200kW である。

5.3.3 可能発生電力量

Poechos および Curumuy の可能発生電力量は 1958 年から 1970 年までの可能使用水量並びにそれぞれの月の有効落差を考慮のうえ、月平均で計算した結果それぞれ 51.31GWh および 55.20GWh である。

5.4 主機台数並びに水車形式

これまでの検討結果から Poechos, Curumuy 計画の最適な設備出力は、それぞれ、7,600kWと9,000kWである。また妥当な主機台数はおのおの1台または2台である。

台数を少なくすることは、経済性の観点からは有利である。しかし、1台とした時の単機出力は7,600~9,000kWで1986年頃に予想される最大需要電力50~60MWに対し10%以上の出力となるので事故時に供給力不足を生じることが予想されることから過大すぎると云える。したがって、供給信頼性を重視して2台案、すなわち、Poechosの単機出力3,800kW、Curumuyの単機出力4,500kWとする。

水車型式については、Poechos発電所の落差は44mから19mに、又使用水量は44 m^3/s から22 m^3/s と約50%も変化するので、水車はフランシス型ではこの負荷並びに落差の変動に対応出来ない。

従って、カプラン水車とする。また、Curumuy発電所は落差が最大20%程度の変化でフランシス型でも対応できるが、使用水量をかんがい用水の需要に合せるため、水車が低負荷運転(負荷率60%以下)を行う機会が多く効率低下を考慮しフランシス型をさけ、カプラン水車を採用することとした。

第II部

第6章 予備設計

第6章 予備設計

6.1 土木構造物の予備設計	II-6-1
6.1.1 Poechos 発電所	II-6-1
(i) 水圧鉄管路	II-6-1
(ii) 発電所	II-6-1
(iii) 放水路	II-6-2
6.1.2 Curumuy 発電所	II-6-23
(i) 取水施設	II-6-23
(ii) 水槽	II-6-23
(iii) 調整池	II-6-23
(iv) 水圧鉄管路	II-6-24
(v) 発電所	II-6-25
6.2 電気設備の予備設計	II-6-25
6.2.1 水車および発電機	II-6-25
(i) Poechos 発電所	II-6-25
(ii) Curumuy 発電所	II-6-51
6.2.2 Curumuy 発電所水車形式および台数の選定	II-6-63
6.3 送電線および変電所	II-6-65
6.3.1 送電線	II-6-65
(i) Poechos 発電所	II-6-65
(ii) Curumuy 発電所	II-6-65
6.3.2 変電所	II-6-73
6.4 通信設備	II-6-77
6.4.1 設備概要	II-6-77
6.5 系統解析	II-6-80
6.5.1 Piura 地区電力系統解析	II-6-80
(i) 検討条件	II-6-80
(ii) 検討結果	II-6-80

第6章 予備設計

6.1 土木構造物の予備設計

6.1.1 Poechos 発電所

本発電所の新設設備は、水圧鉄管路、発電所および放水路であり、その他屋外開閉所等を含むものである。

取水は既設のPoechosダム堤底放流管に連結することによって行われる。

(i) 水圧鉄管路

水圧鉄管は堤底放流管より1条で分岐し、発電所付近で2条となる。内径は3.20 mから2.50 m、延長は70 mである。鉄管路の通る地点は、先のかんがい設備の工事によって生じた盛土部分であり、土被りも10 m程度であることから、明り掘削して据付を行い、その後鉄管防錆を兼ね、コンクリートでカバーされ、再び土砂で埋戻しされる。

水圧鉄管の既設放流管への接続位置は既設の諸施設に損害を与えないこと、水圧鉄管の延長を最少にすると共に据付に必要な広さを有する場所であることを考慮して決定した。鉄管の内径は、数個の内径を仮定しそれぞれの損失水頭による損失電力量料金と鉄管建設費を出し、その計が最少となるような内径を採用した。

(ii) 発電所

発電所は堤底放流管路減勢池の左側に位置し、地上式である。

位置の決定は、発電所の掘削時の発破による減勢池の擁壁等に損害を与えないように最少限の距離を空けると共に鉄管の延長が短くなるよう選定した。発電所に据付られる水車、発電機は2台で、合計出力は7,600 kWである。水車中心の標高はMiguel Checa水路により放水水位がEL61.10 mと決定されたので、それよりドラフト吸出高を考慮してEL58.30 mに定めた。また機械の組立室の標高はChira川の計画洪水量 $5,500 \text{ m}^3/\text{s}$ の流下時の水位EL63.80 mよりEL65.30 mに定めた。

ドラフトチューブはエルボータイプとし、出口にはドラフトゲートを設けた。ゲートは、チューブの高さに対し、幅が広く、ゲート製作上および運転上好ましくないのでセンターピアーを設け2つ割にした。なお、ゲートは1台分のみ設けることとし、ゲート捲上装置をガントリークレーン上に設け、他のユニットがゲートを必要とする時、スムーズに流用できるようにした。

発電所への進入道路は、放水路の左側に平行して設け、道路盤の標高は洪水時水位 EL63.80 m に基づき定めた。また、水車、発電機等の重量物の搬入を安全に行うため、最急勾配を 1 対 9 とし、幅員も 6.00 m にし曲線部は拡幅した。

(iii) 放水路

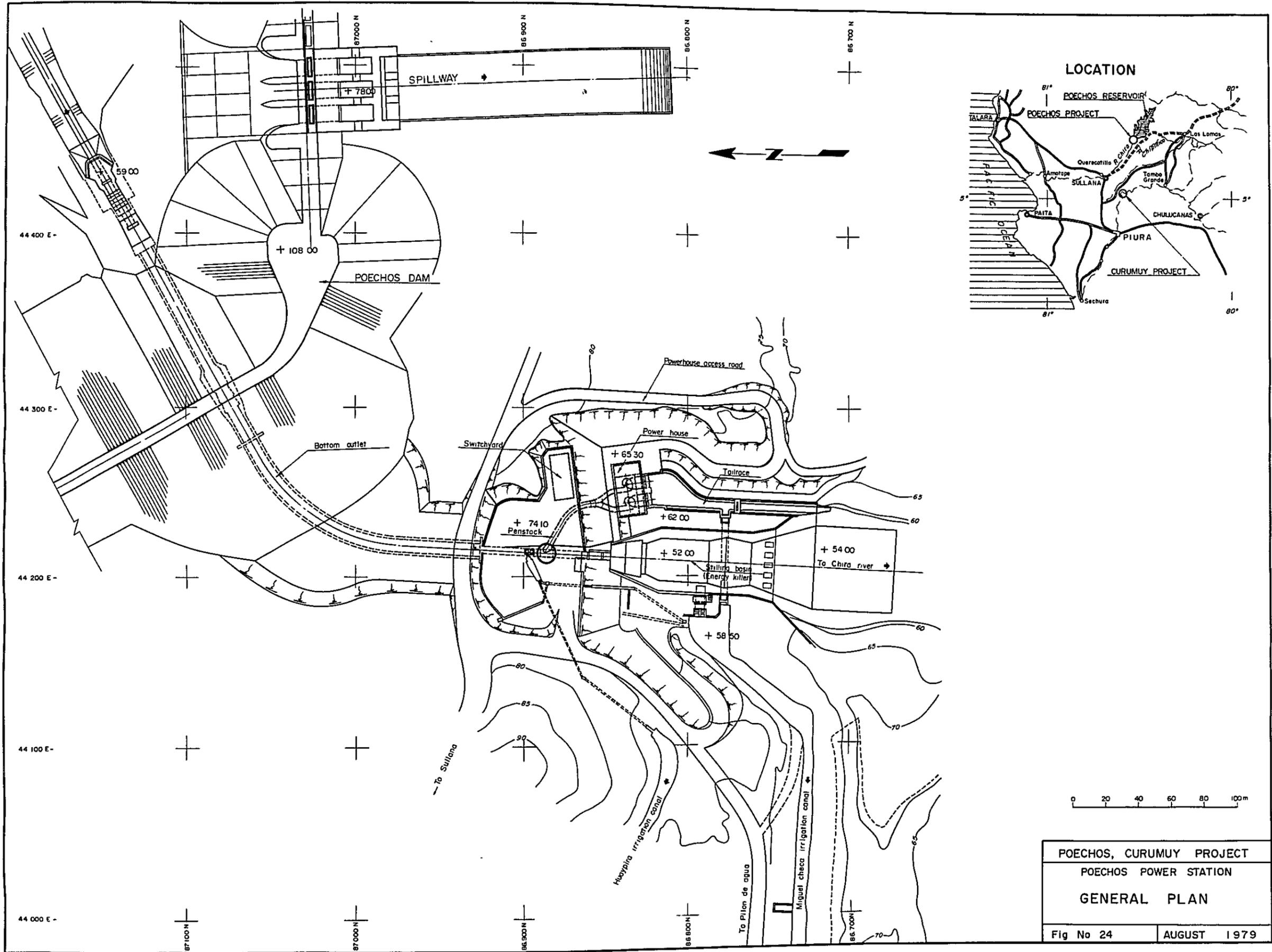
放水路の水位は、本水路に接続する Miguel Checa 水路の水位より決められた。

放水路の断面は最大流量 $4.42 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させるに最も経済的水理断面とし、掘削量等の建設費を考慮して、台形とした。

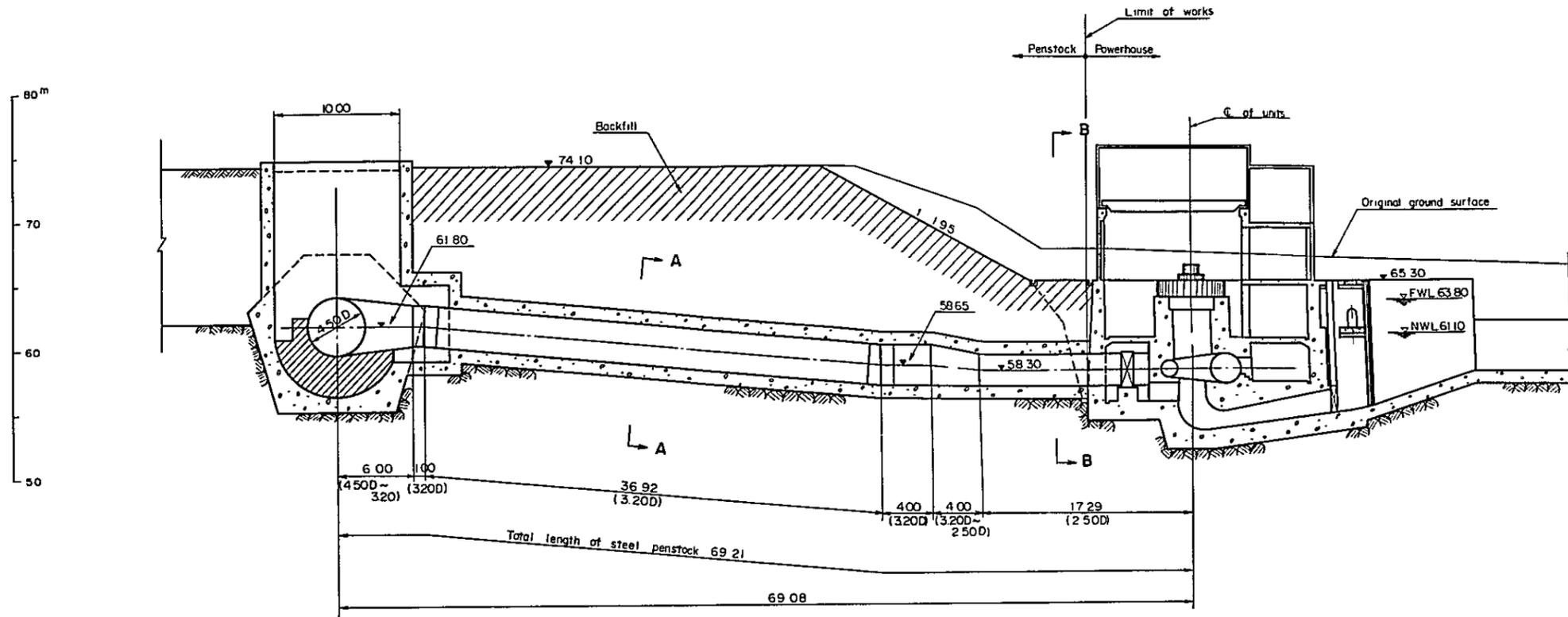
また、Miguel Checa 水路への補給水を確保するため、放水路中間にゲートを設け使用水量による放水位の変化を防ぐこととした。

本水路より Miguel Checa 水路への接続は、Poehos ダム工事中、Chira 川より Miguel Checa 水路へ導水するために造られた設備を一部改造し利用する。

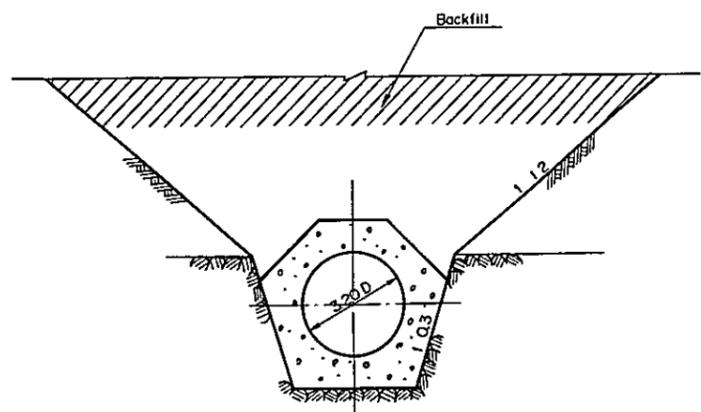
さらに洪水時には水位が上り、放水路が冠水するためこれによって左岸側法面上の土砂が崩落する場合もあるので放水路開渠の先端を埋戻し面より高くして崩落土砂が放水路内へ流入せぬよう考慮した。(Fig - 24 ~ Fig - 33 参照)



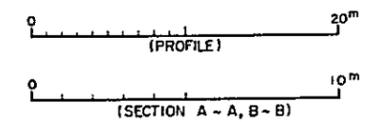
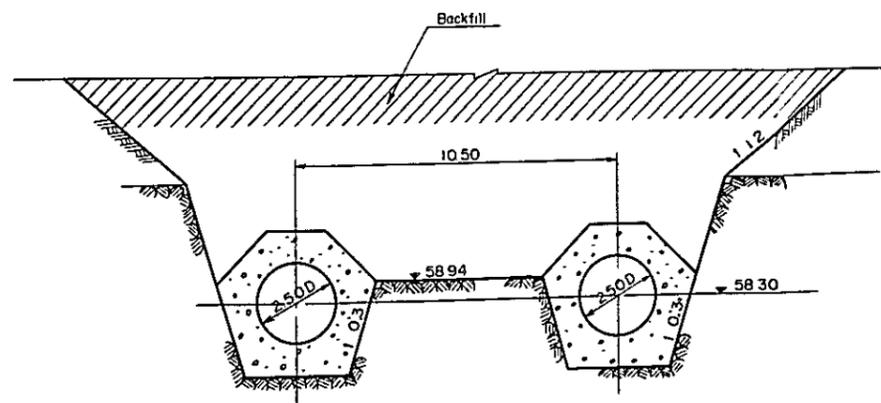
PROFILE OF PENSTOCK



SECTION A - A



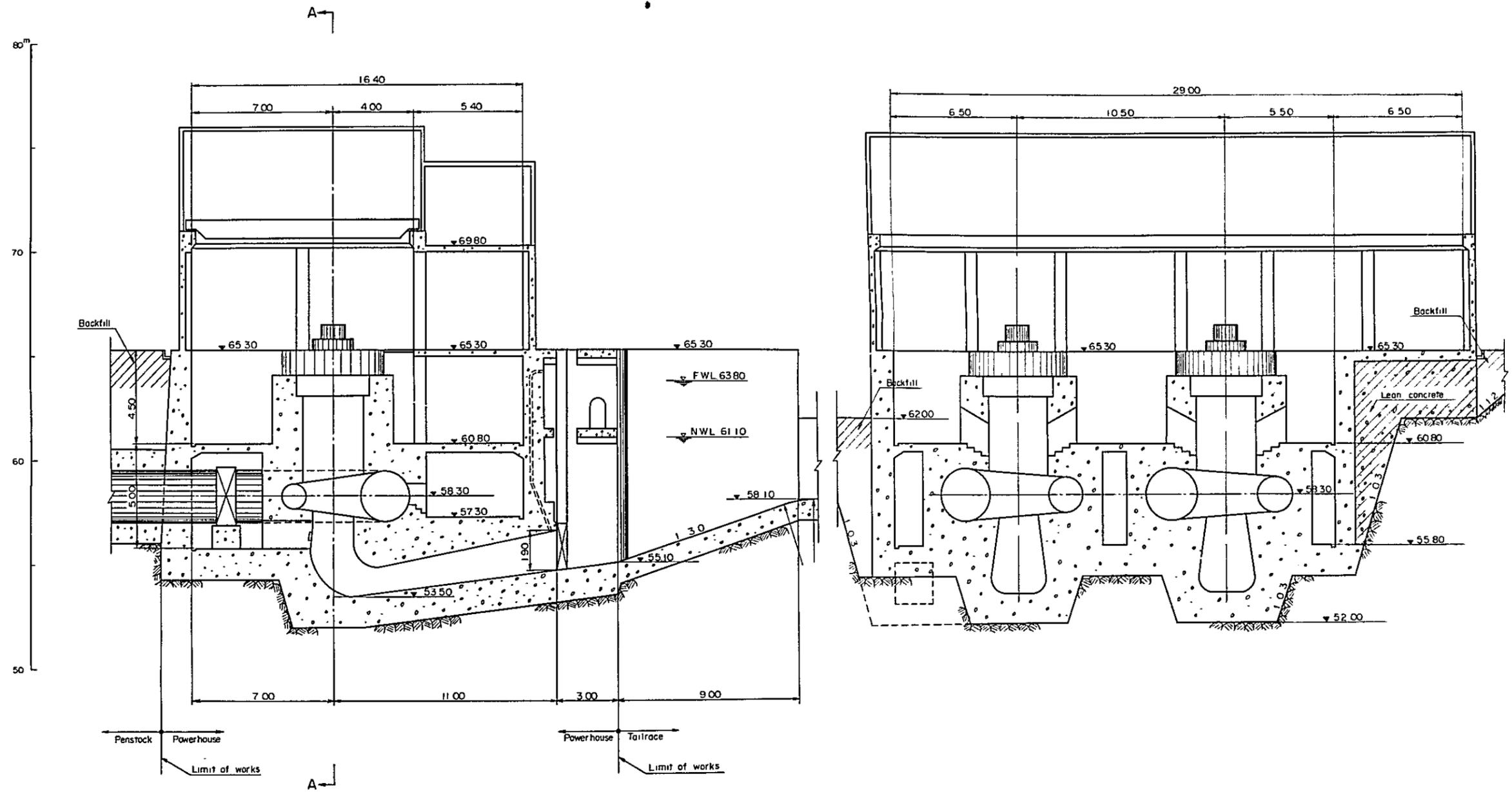
SECTION B - B



POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS POWER STATION	
PENSTOCK	
PROFILE AND SECTION	
Fig No 26	AUGUST 1979

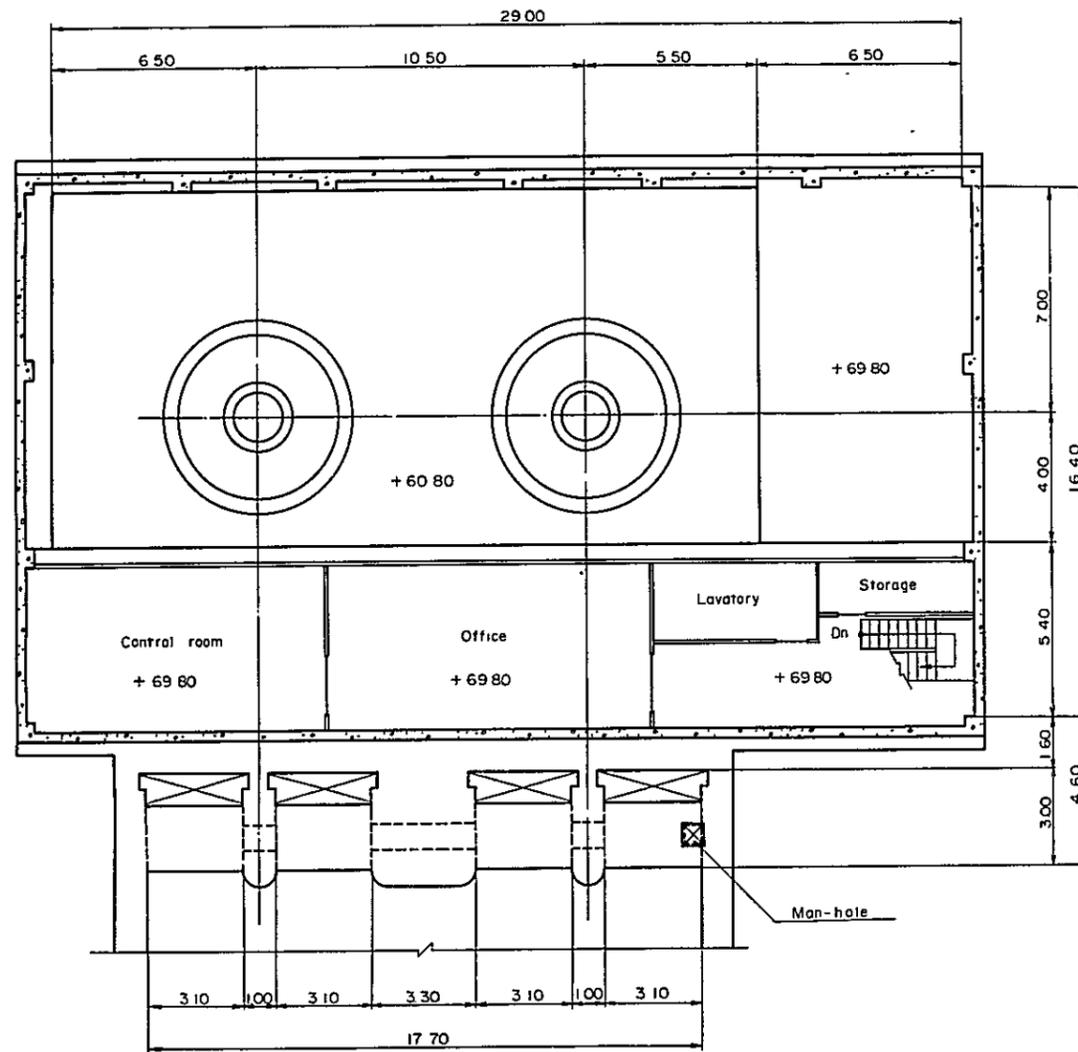
TRANSVERSE SECTION

SECTION A - A

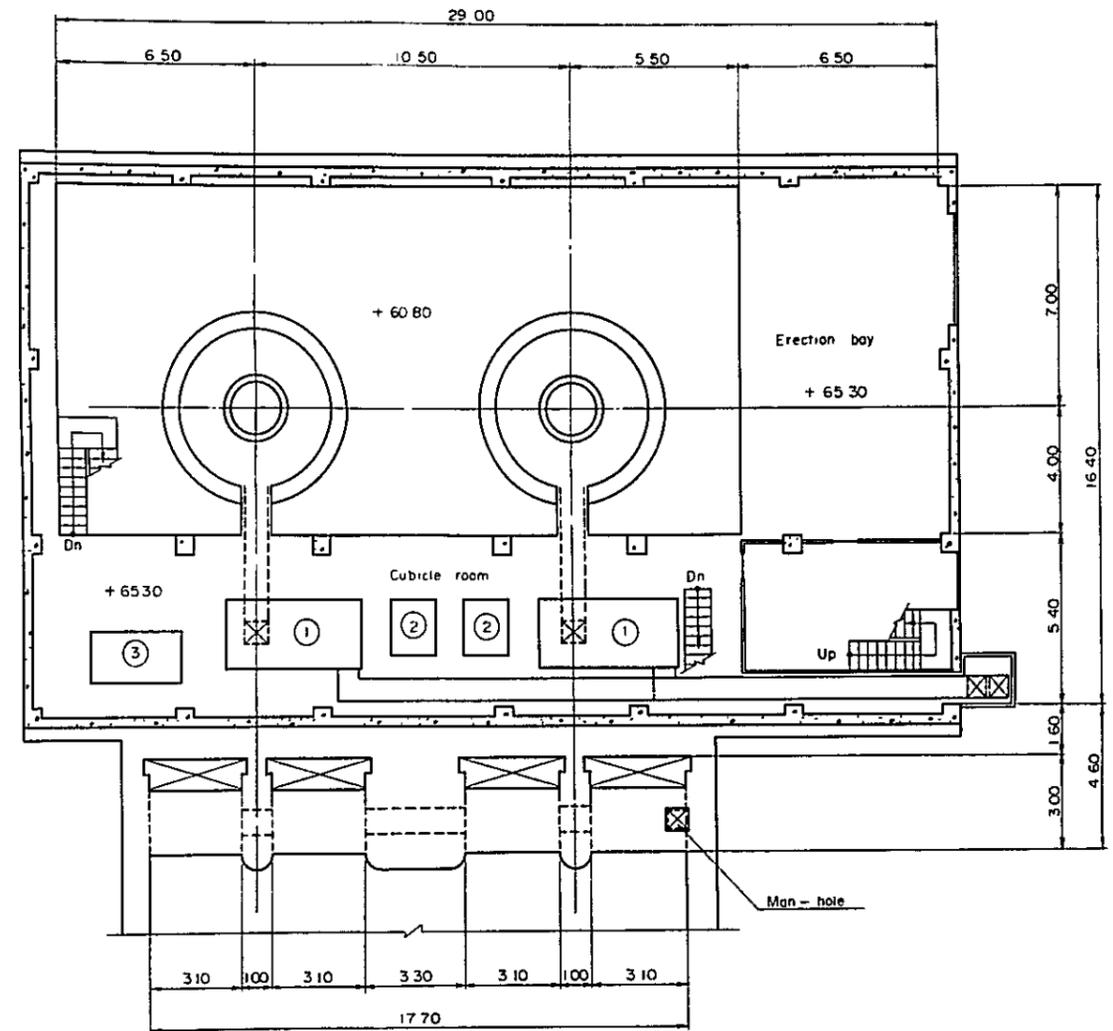


POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS POWER STATION	
POWER HOUSE SECTIONS	
Fig No 27	AUGUST 1979

E.L. 69 80



EL 65 30



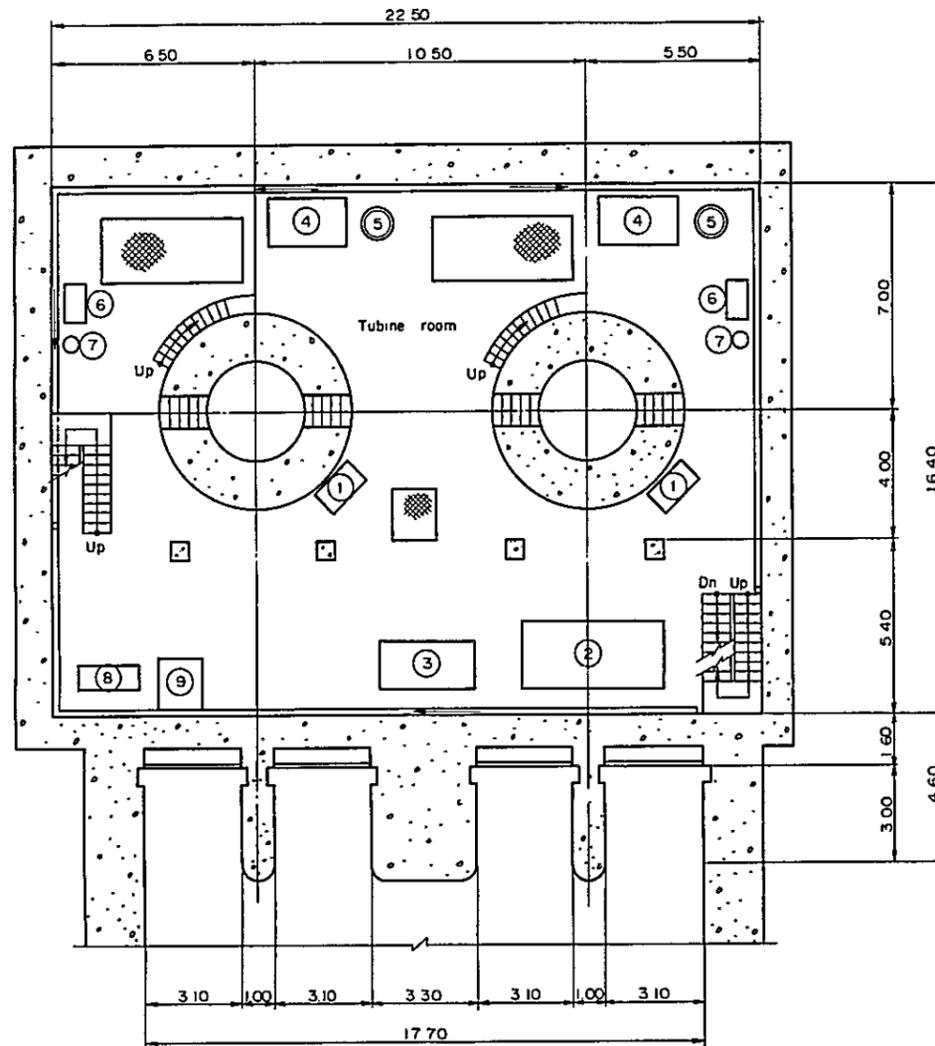
LEGEND

- ① 6.6 KV metal enclosed cubicle
- ② Excitation cubicle
- ③ D.C. Supply equipment

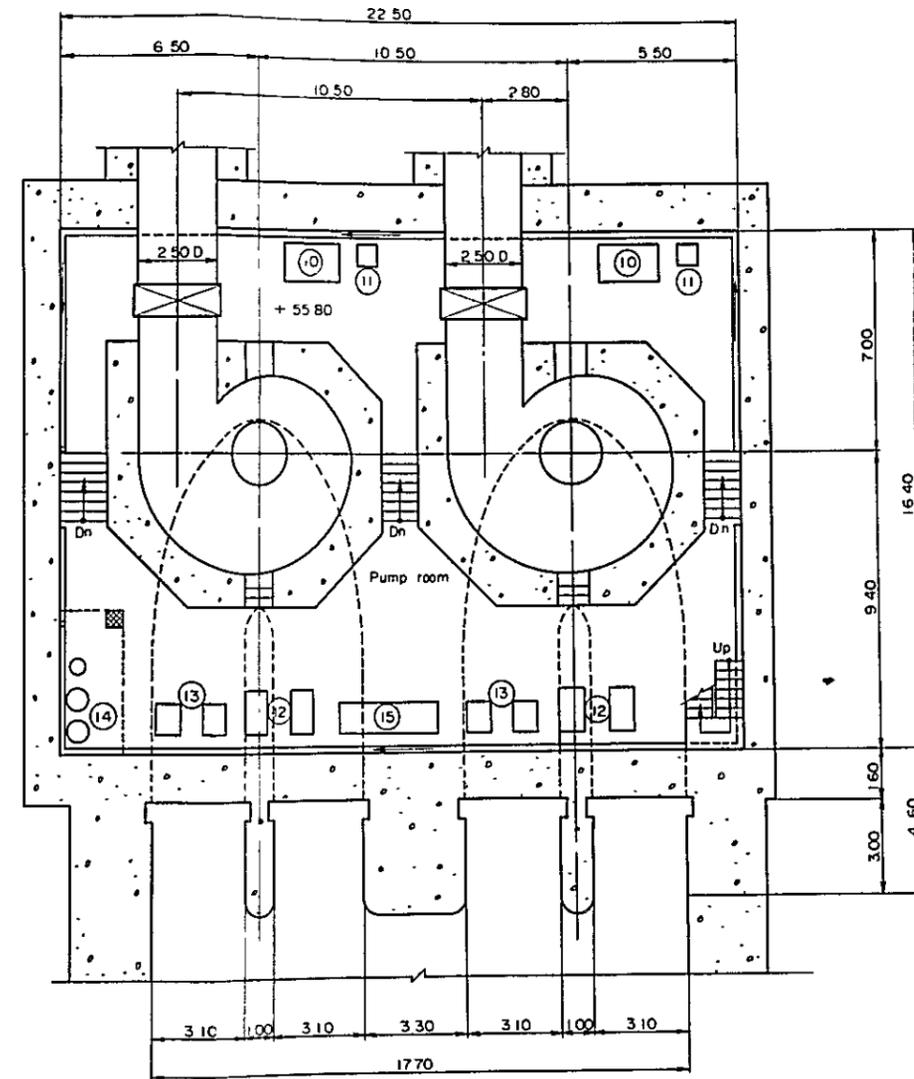


POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS POWER STATION	
POWER HOUSE	
PLAN (EL.65.30 ~69.80) (2-1)	
Fig No 28	AUGUST 1979

E. L. 60.80



E L 5730



LEGEND

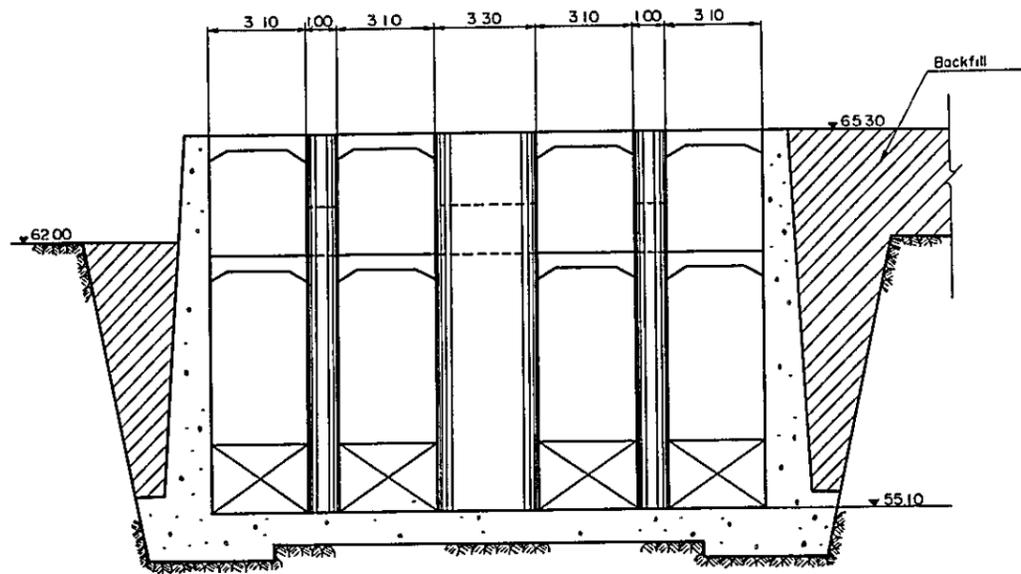
- ① N G R Cubicle
- ② Low voltage metal enclosed cubicle
- ③ Carbon dioxide extinguisher cubicle
- ④ Turbine control and governor board
- ⑤ Oil pressure tank
- ⑥ Air compressor
- ⑦ Air tank
- ⑧ Diesel engine generator
- ⑨ Control board for diesel engine generator
- ⑩ Oil pump and oil sump tank

- ⑪ Leaked oil tank and oil return pump
- ⑫ Water supply pumps
- ⑬ Washing strainers
- ⑭ Water drainage pumps
- ⑮ Control board for auxiliary equipment

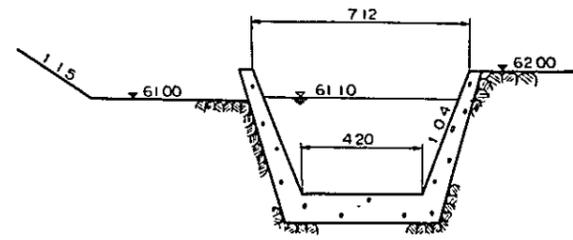


POECHOS, CURUMUY PROJECT
 POECHOS POWER STATION
POWER HOUSE
PLAN (EL. 57.30-60.80) (2-2)
 Fig No 29 AUGUST 1979

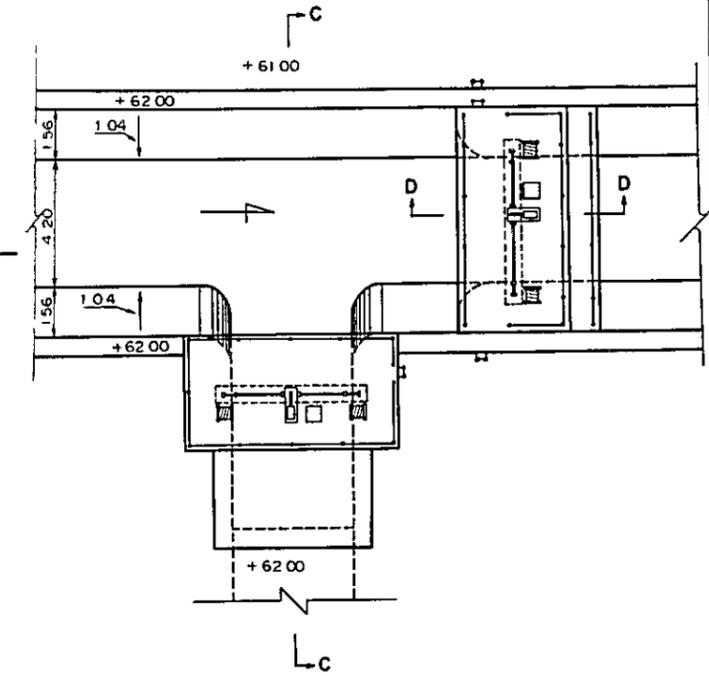
SECTION A - A



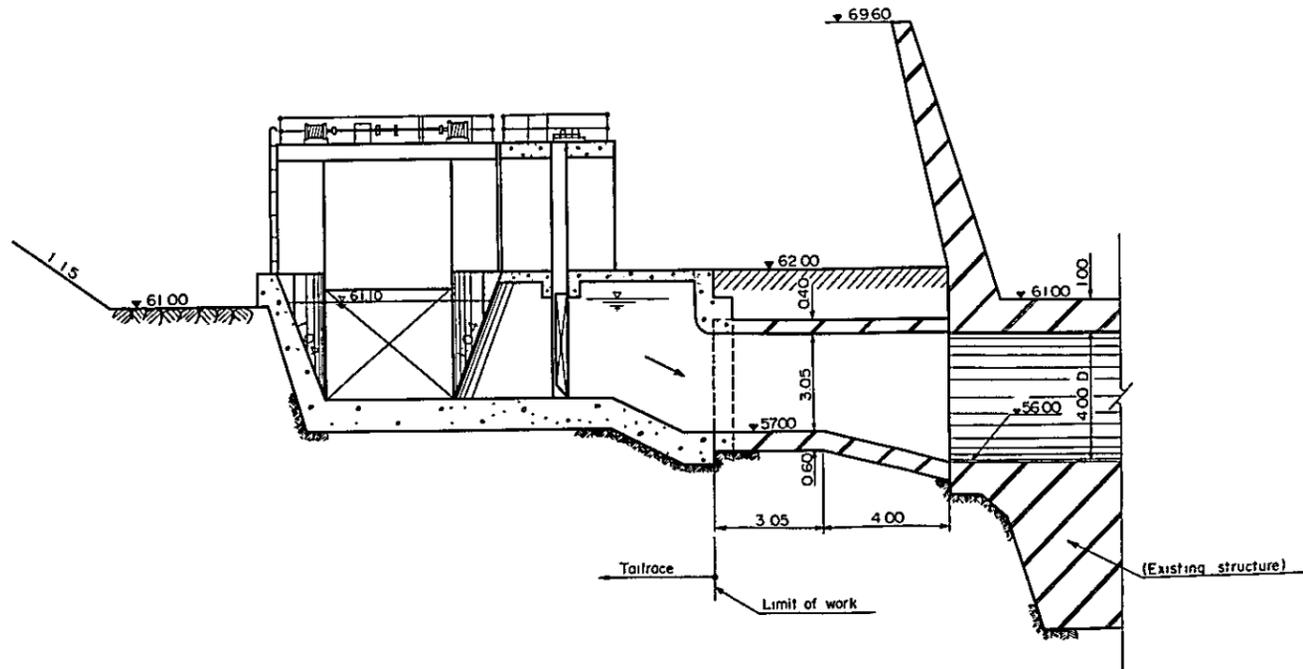
SECTION B - B



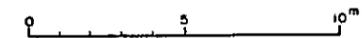
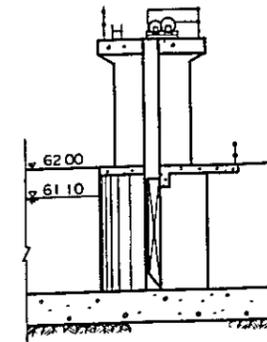
DETAIL X



SECTION C - C



SECTION D - D



POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS POWER STATION	
TAILRACE SECTIONS	
Fig No 31	AUGUST 1979

CONSTRUCTION SCHEDULE FOR POECHOS HYDROPOWER PROJECT

Work Item	Classification	Unit	Quantity	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Preparation of Study & Contract	F/S D/S Finance bidding, Nego. and Contract								
Preparation Works		L S	1						
Civil Works									
Penstock	Open Excavation Concrete	m ³ ,	11,200 1,590						
Powerhouse	Open Excavation Concrete Architectural Str.	m ³ , L.S	27,000 3,770 1						
Tailrace	Open Excavation Concrete	m ³ ,	22,800 1,830						
Switchyard	Open Excavation Concrete	m ³ ,	900 400						
Hydraulic Equipment	Penstock Pipe Gate	Ton ,	114 27						
Electrical Equipment	Turbine Generator Auxiliary Equip.	Unit , L.S	2 2 1						
Transmission Line Substation Telecommunication System	Sullana S.S	km L.S ,	1 1						

POECHOS CURUMY PROJECT	
POECHOS POWER STATION	
CONSTRUCTION SCHEDULE	
Fig No. - 33	AUGUST 1979

6.1.2 Curumuy 発電所

(i) 取水施設

取水部は Chira-Piura 分水路終点部近くの右側に位置し、現在の水路の射流部手前の矩形断面区間内に設置される。

この矩形断面の水路は幅 10.00 m、コンクリート造りで、最大 70 m³/s の通水容量をもつものである。

取水部は三つの部分により構成される。一つは水路の流量を Chira-Piura 分水路末端の射流部への流入を阻止する角落し施設で、水路内に設けられる。二つ目は水路の流量を発電所へ取り入れる設備で、水位コントロールシステムにより、発電所の使用水量と水路からの流量とをゲートにより調節する。三つ目の設備は調整池への取り入れ口で、自動ゲートを備え、先に述べた施設と関連して操作される。これら構造物の設計にあたっては、工事実施によって現水路の機能に支障を来さないよう配慮した。

(ii) 水 槽

水槽は取水部と水圧鉄管との間に設け、発電所の負荷の変動に応じられるよう約 4,400 m³の容量を持たせた。さらに越流部を設け余剰水を Chira-Piura 分水路へ放流出来るようにした。越流部の設計に際しては既設水路の側壁を効果的に利用すべく断面を決定した。

(iii) 調整池

調整池は Chira-Piura 分水路の右側に取水口と接して造られる。

調整池はピーク運転に必要な流量を供給するために水路から導水し、貯留する。貯水容量は第 5 章 5.1.4 項 "Curumuy 発電所調整池容量" より 102,000 m³と定めた。

本地点の基礎地盤は砂層であるが、地質ボーリングおよび標準貫入試験の結果、地耐力は十分であると判断される。調整池は現地表面より平均 7 m 位掘り下げられるが、川側においては一部高さ約 3.00 m の盛土となる。

調整池内の舗装は、基盤層、排水層および遮水層で構成される。

基盤層は、現地で容易に入手できるクレイ、グラベルの混合材料を使用する。これは地盤の支持力の増強と、調整池内から地山への漏水を防ぐため、ローラーで十分転圧を行う。排水層は、遮水層を通して漏水したものを速やかに排水管へ導き、調整池内を急激に空にした時の背水圧力を緩和し、遮水層の破壊を防ぐものである。

材料は精選された粒度のよい骨材を用いる。遮水層は調整池よりの漏水を防ぐもので、アスファルト混合材を 2 層に分けて転圧舗装する。

排水管は有孔アスベスト管とし、基盤層の下にトレンチを掘り、その内に据付られ、管周囲をフィルター材で填充する。排水管は調整池底面にくまなく均等に配置し、水路の取り入れ口付近に集水し、ここよりコンクリートパイプにて排水する。

盛土部分の材料は、調整池掘削土砂を流用して差し支えはないと判断するが、なお事前に盛立試験を実施する必要がある。

また、転圧の効果と法面保護のため、下流面にはクレイ、グラベル材料を堤体盛立にて合わせて盛立てて行くのが良いと考える。

そのほか、調整池内の清掃、排砂のため、排水設備を設ける。この排砂効果を有効にするため池底の勾配は排水口に向かって下り勾配を付けた。

(V) 水圧鉄管路

水圧鉄管は延長160 m、2条で内径は2.4 mで水車に接続する手前で1.75 mに絞られる。内径を決めるに際しては経済的断面となるよう検討を加えた。鉄管路は露出型で固定台および支台によって支持される。鉄管路のルートは掘削により既設水路に損害を与えない位置を選んだ。また鉄管路の縦断勾配は地形および固定台等の地盤支持力を考慮して、上流側は1：7.5、下流側は1：2.6にした。

また側方の切り取り勾配はINIEで実施した試験によれば内部摩擦角が31度であることから、出来る限り緩やかにし(1：1.5)、法表面の保護措置は行わないことにした。しかし縦断面においては、固定台および小支台の安定のため、全面に亘ってクレイ、グラベル材料を転圧して表面の保護を行なうこととした。

発電所と水圧管路取付部においては、発電所の圧密沈下が予想されるため、鉄管はコンクリートで埋設せず、変化に対し可撓性を持たせるよう考慮した。

(V) 発電所

発電所はChira-Piura 分水路の右側に造られる。発電所に据付けられる水車、発電機は2台で、合計出力は9,000 kW, 最大使用水量は3.15 m³/s である。水車中心標高は放水位をEL 2400 mとして、ドラフト吸出高を考慮してEL 1880 mとした。

放水位はINIE の検討資料によった。これは今回の現地調査により入手したPiura 川測水所の測水記録を検討したが、資料不十分で確実な放水位の決定が出来なかったためである。また組立室の標高は洪水位(EL 30.00 m)を考慮してEL 31.00 mとした。

ドラフトチューブはエルボータイプとし、出口にはドラフトゲートを設けた。ゲートは、チューブの高さに対し、幅が広く、ゲート製作上および運転上好ましくないのでセンターピアーを設け2つ割にした。なお、ゲートは1台分のみ設けることとし、ゲート捲上装置をガントリークレーン上に設け、他のユニットがゲートを必要とする時、スムーズに流用出来るようにした。

発電所の基礎地盤は砂質土であり、地下水位も高い。したがって地震による地盤の液状化が懸念されたが、現地における標準貫入試験の結果、N値は基礎面において37であり、概ね問題はないと判断した。

しかし、掘削時には基礎地盤を出来る限りドライな状態となるよう工法を選び、地盤を乱さないようにすべきである。設計は、これらの状況より構造物の形状を単純化し、荷重が一様に広く分布するよう配慮した。(Fig-34 ~ Fig-45 参照)

6.2 電気設備の予備設計

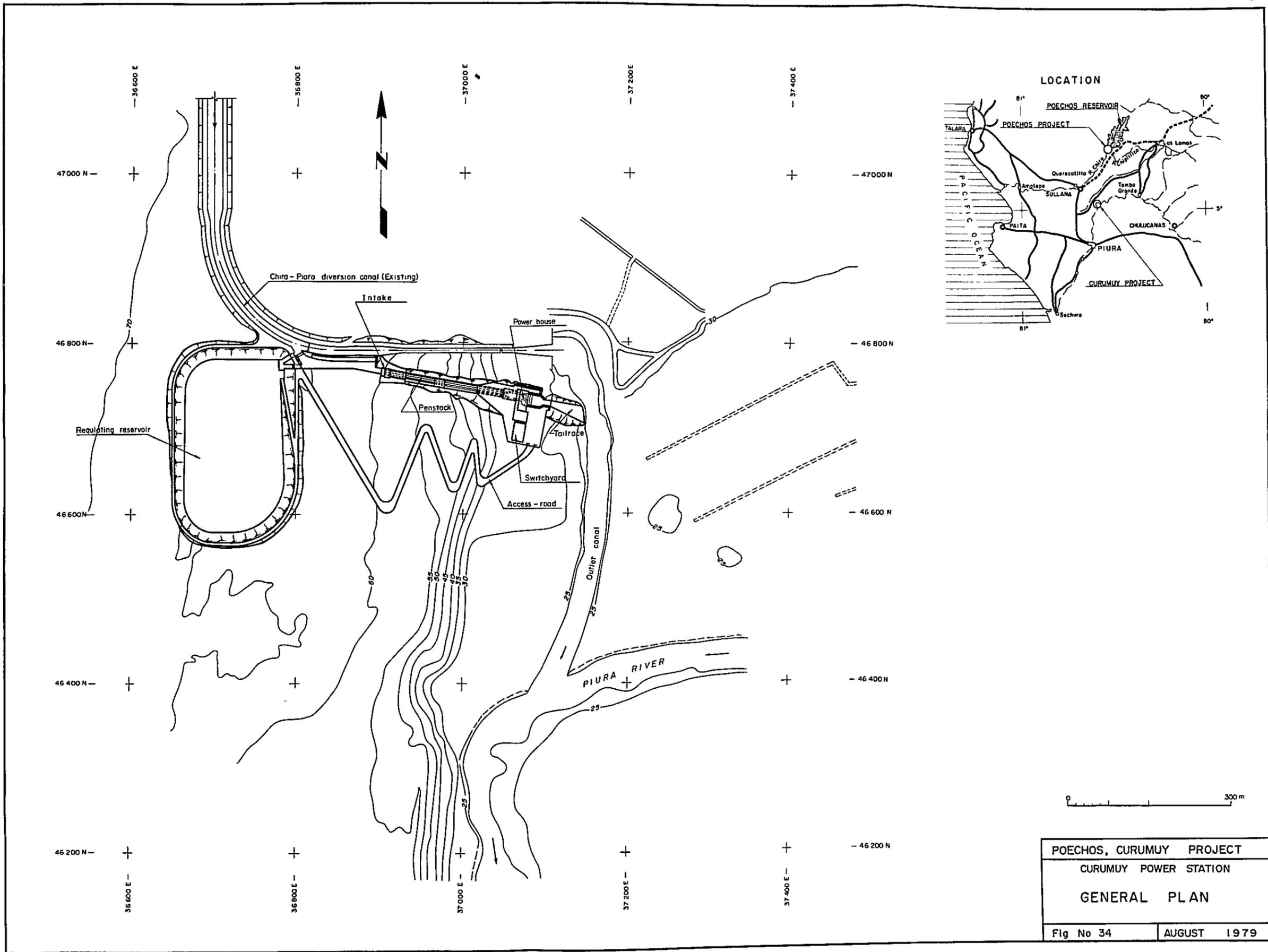
6.2.1 水車および発電機

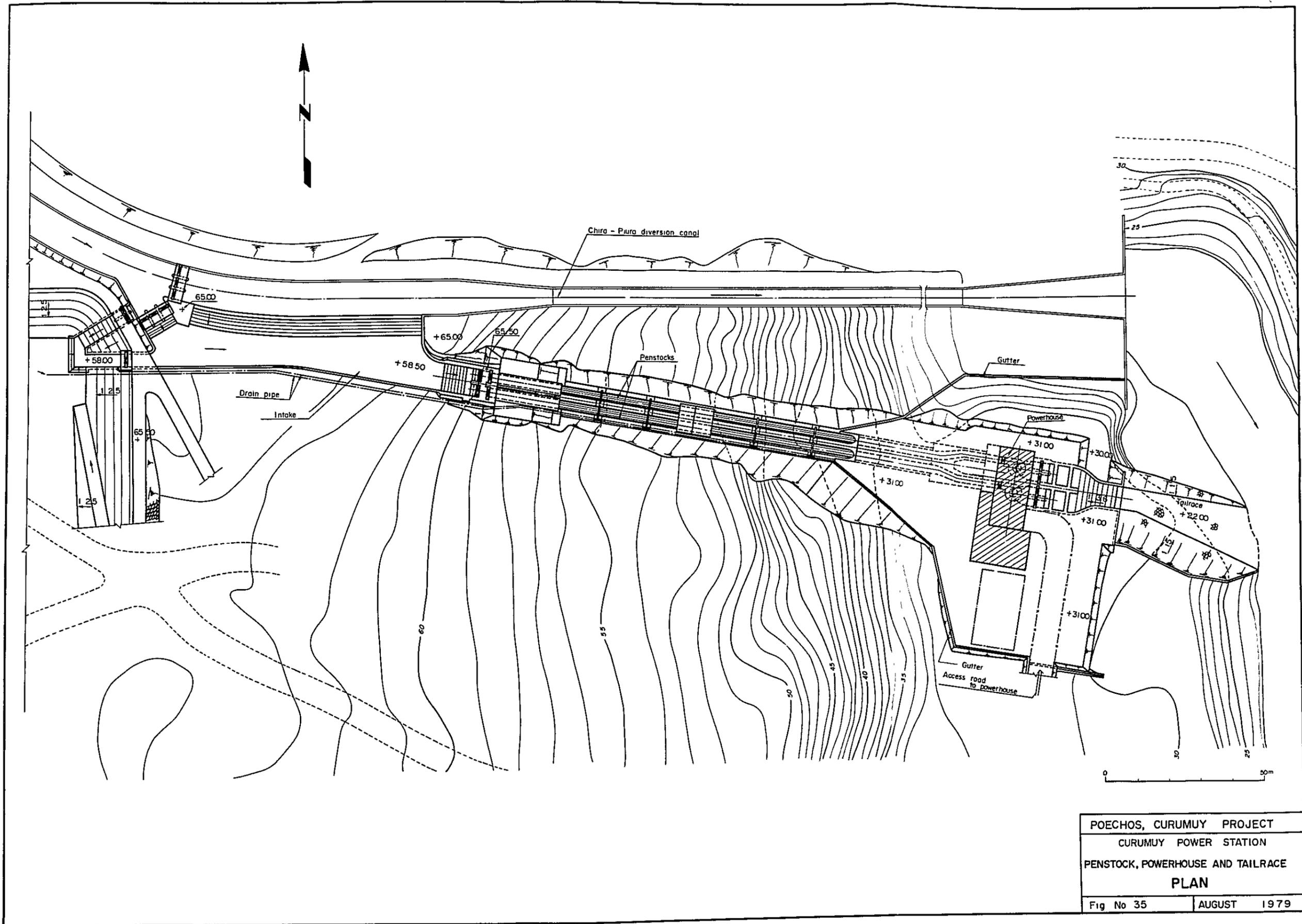
(i) Poechos 発電所

Poechos 発電所は基準有効落差36.1 mに対し、貯水池の利用水深が19.0 mもある変落差発電所であり、主機1台当り使用水量も1.1 m³/s から2.2 m³/s と変わる。この条件に対する水車形式としては、立軸カプラン水車の採用が最適である。主機台数は2台である。

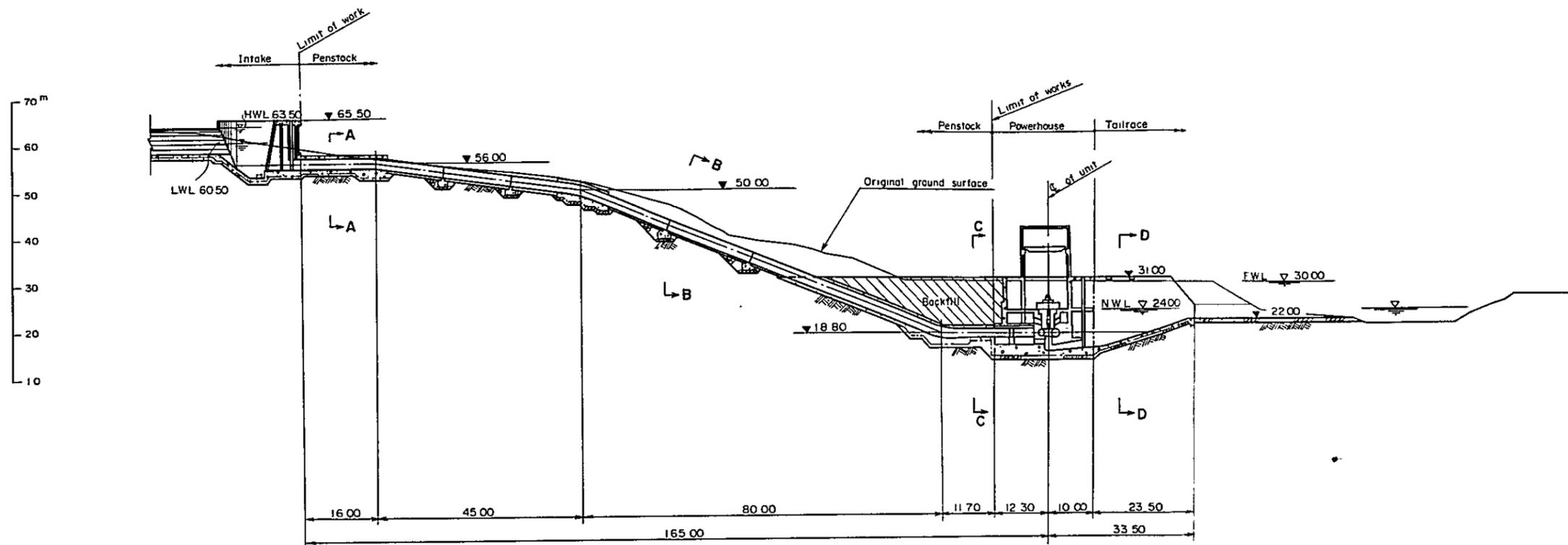
水車の出力は4,000 kW/台であり、回転速度は400 r.p.m. である。主弁として蝶形弁を採用する。

発電機の出力は、4,250 kVA/台であり、発電機電圧は6.6 kV, 定格力率は0.9 (遅れ) である。

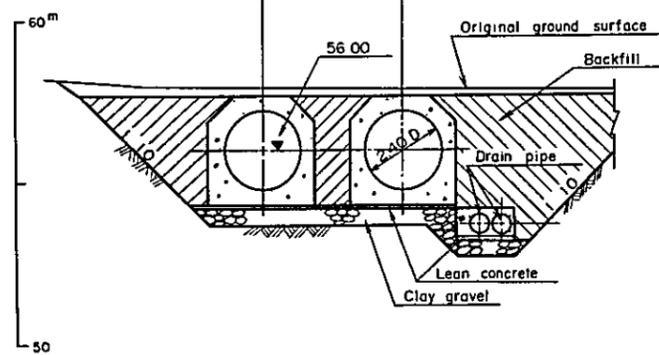




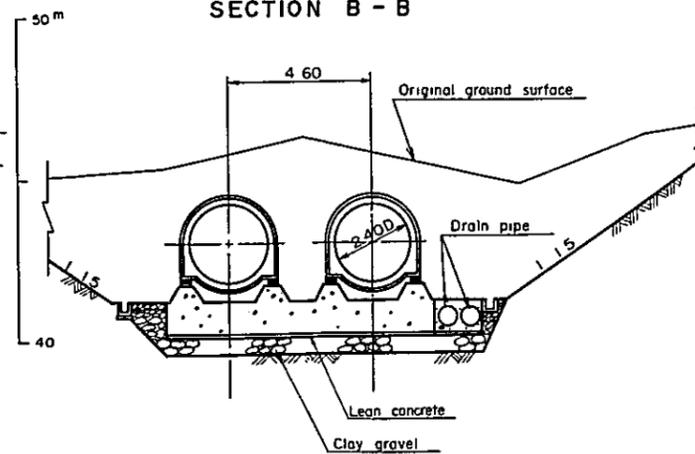
PROFILE



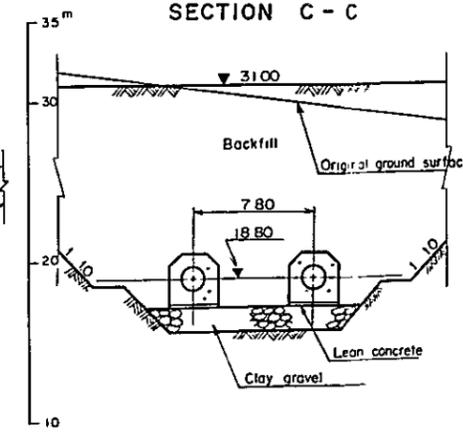
SECTION A - A



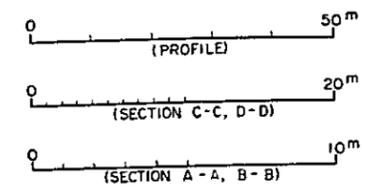
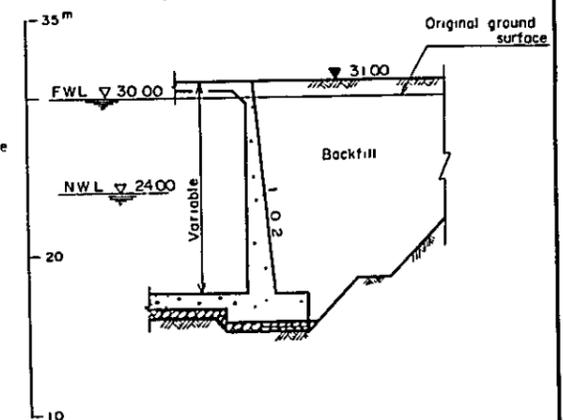
SECTION B - B



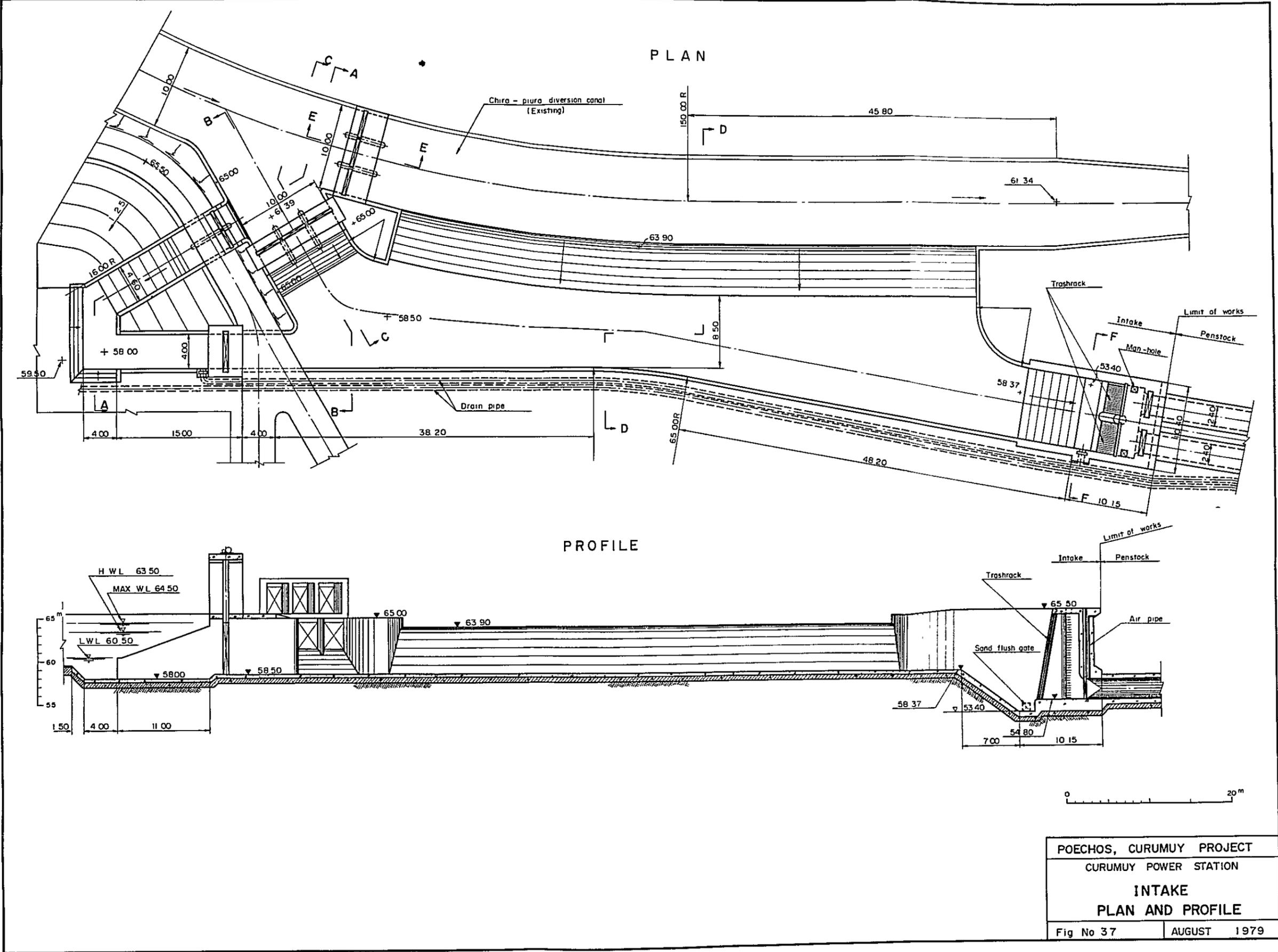
SECTION C - C



SECTION D - D

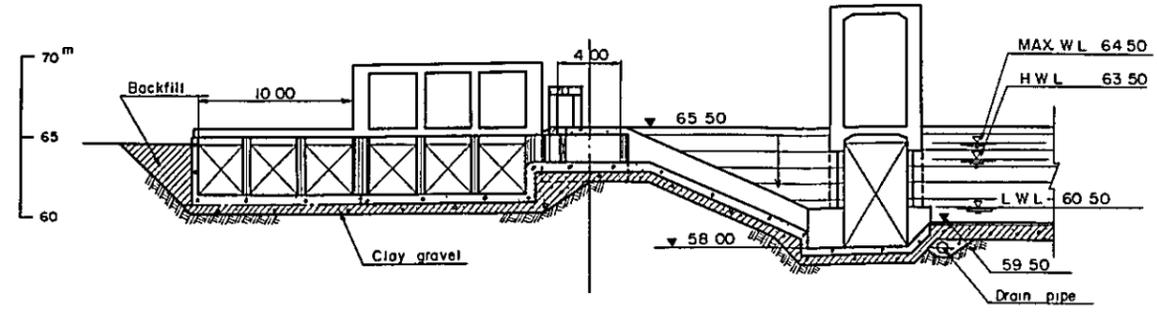


POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
PENSTOCK, POWERHOUSE AND TAILRACE	
PROFILE AND SECTIONS	
Fig No 36	AUGUST 1979

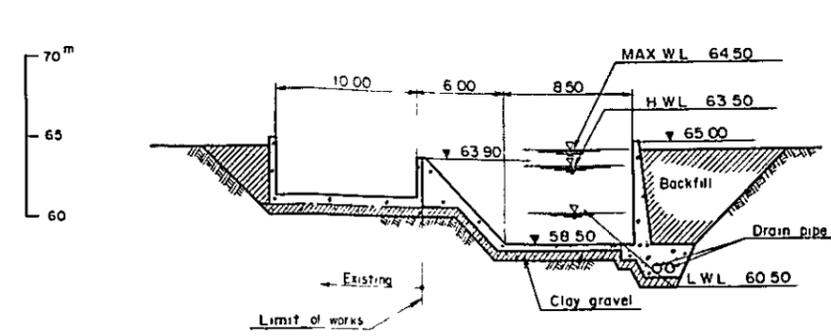


POECHOS, CURUMUY PROJECT
 CURUMUY POWER STATION
INTAKE
PLAN AND PROFILE
 Fig No 37 AUGUST 1979

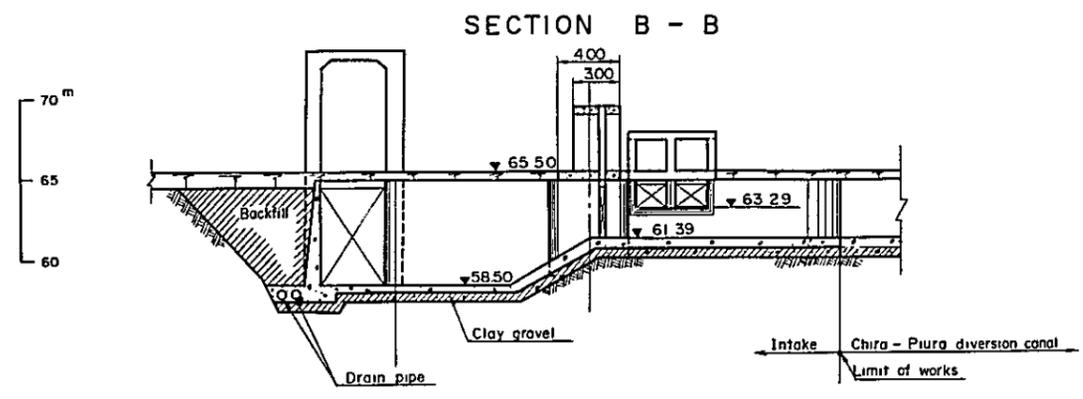
SECTION A - A



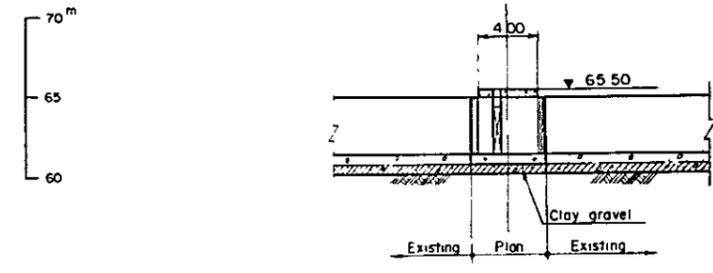
SECTION D - D



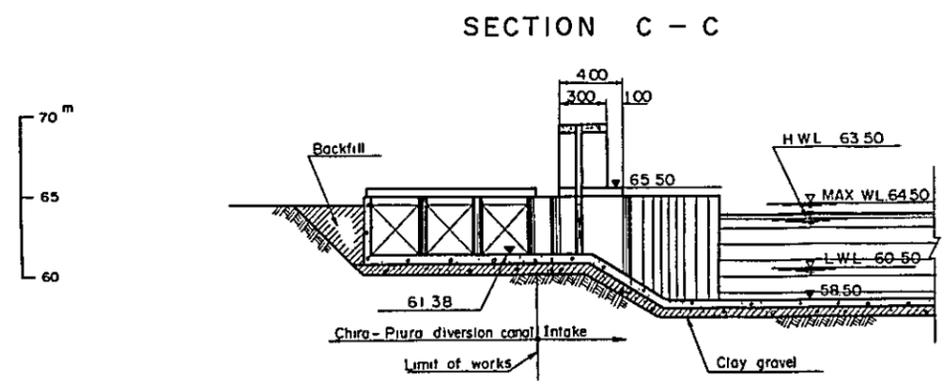
SECTION B - B



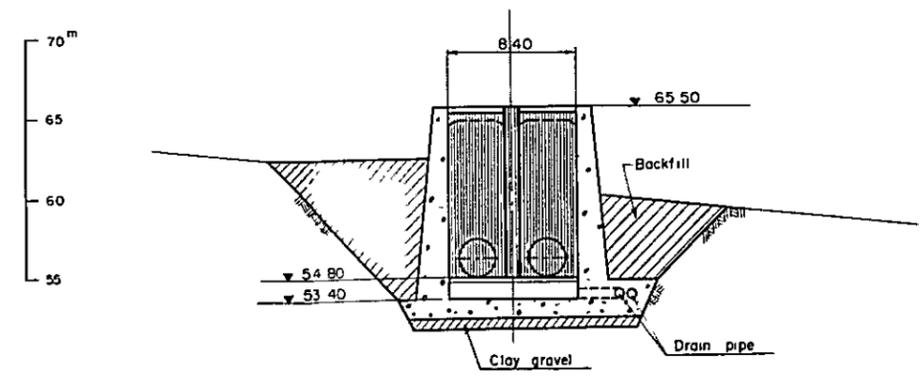
SECTION E - E



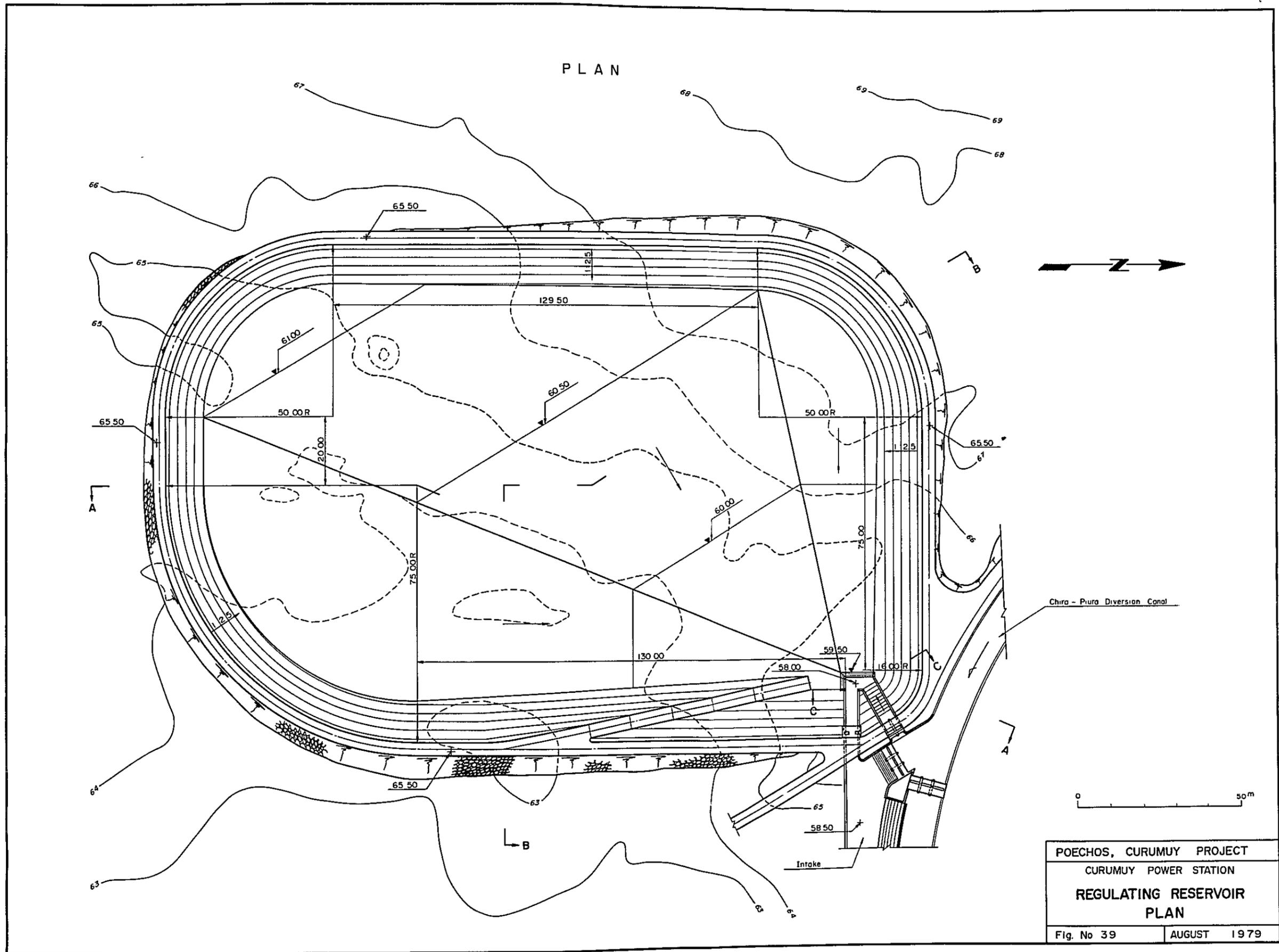
SECTION C - C



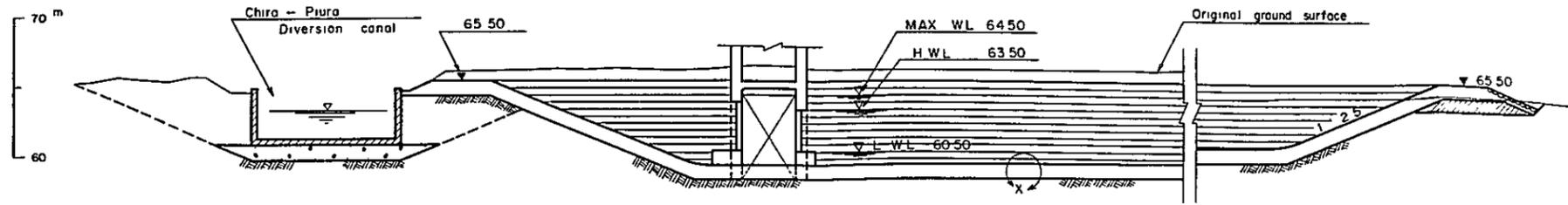
SECTION F - F



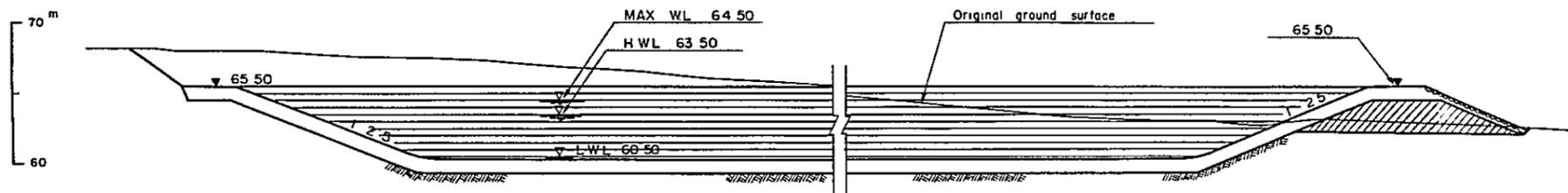
POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
INTAKE SECTIONS	
Fig No 38	AUGUST 1979



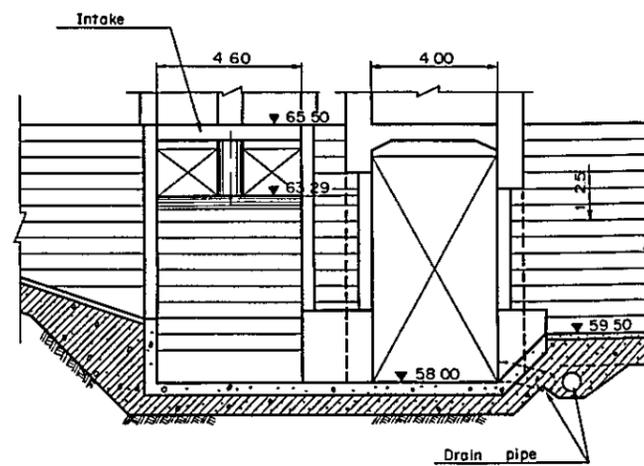
SECTION A - A



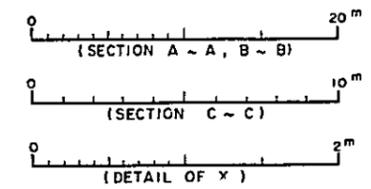
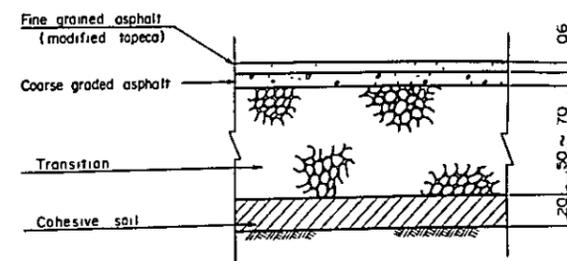
SECTION B - B



SECTION C - C



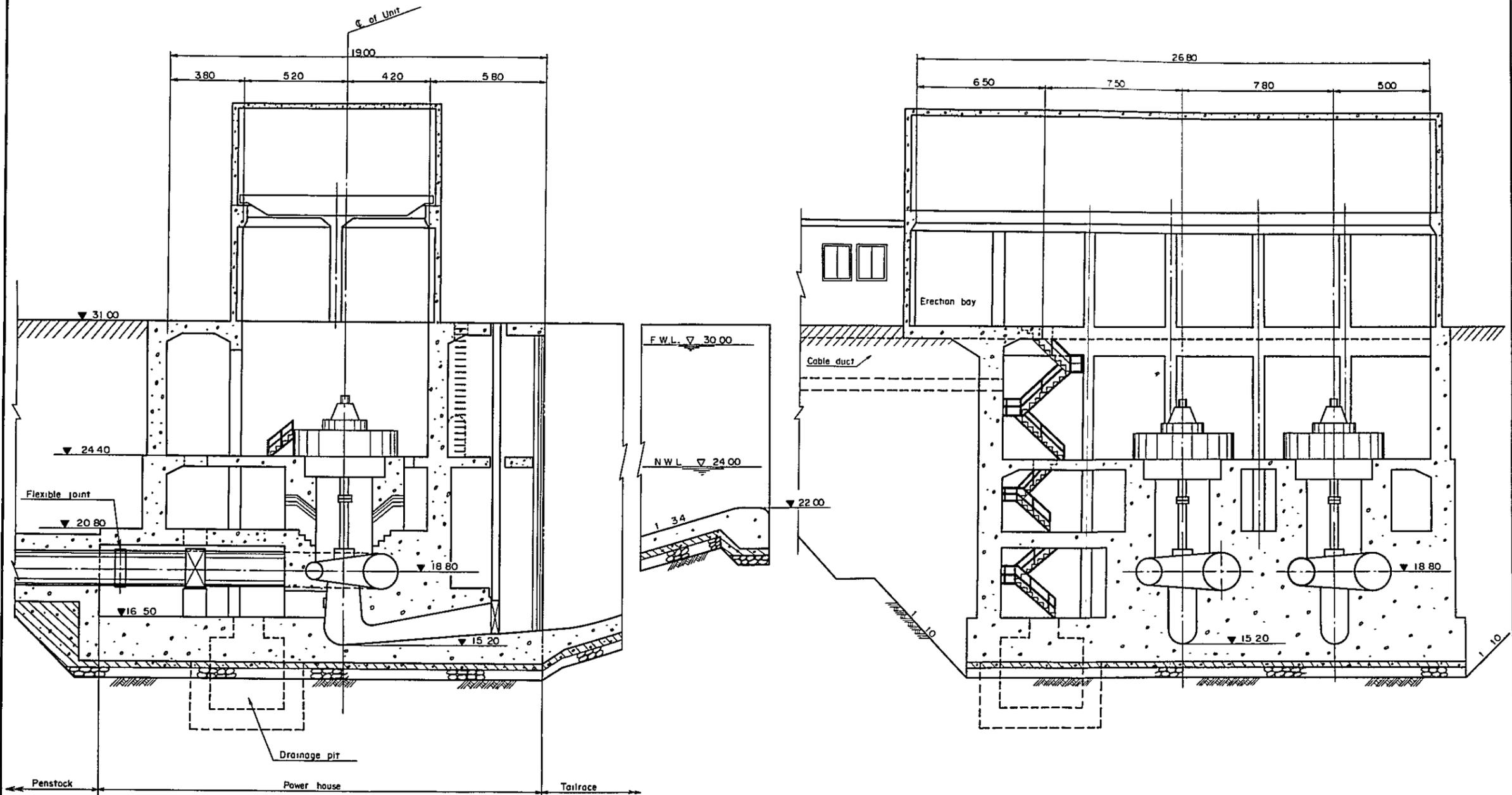
DETAIL OF "X"



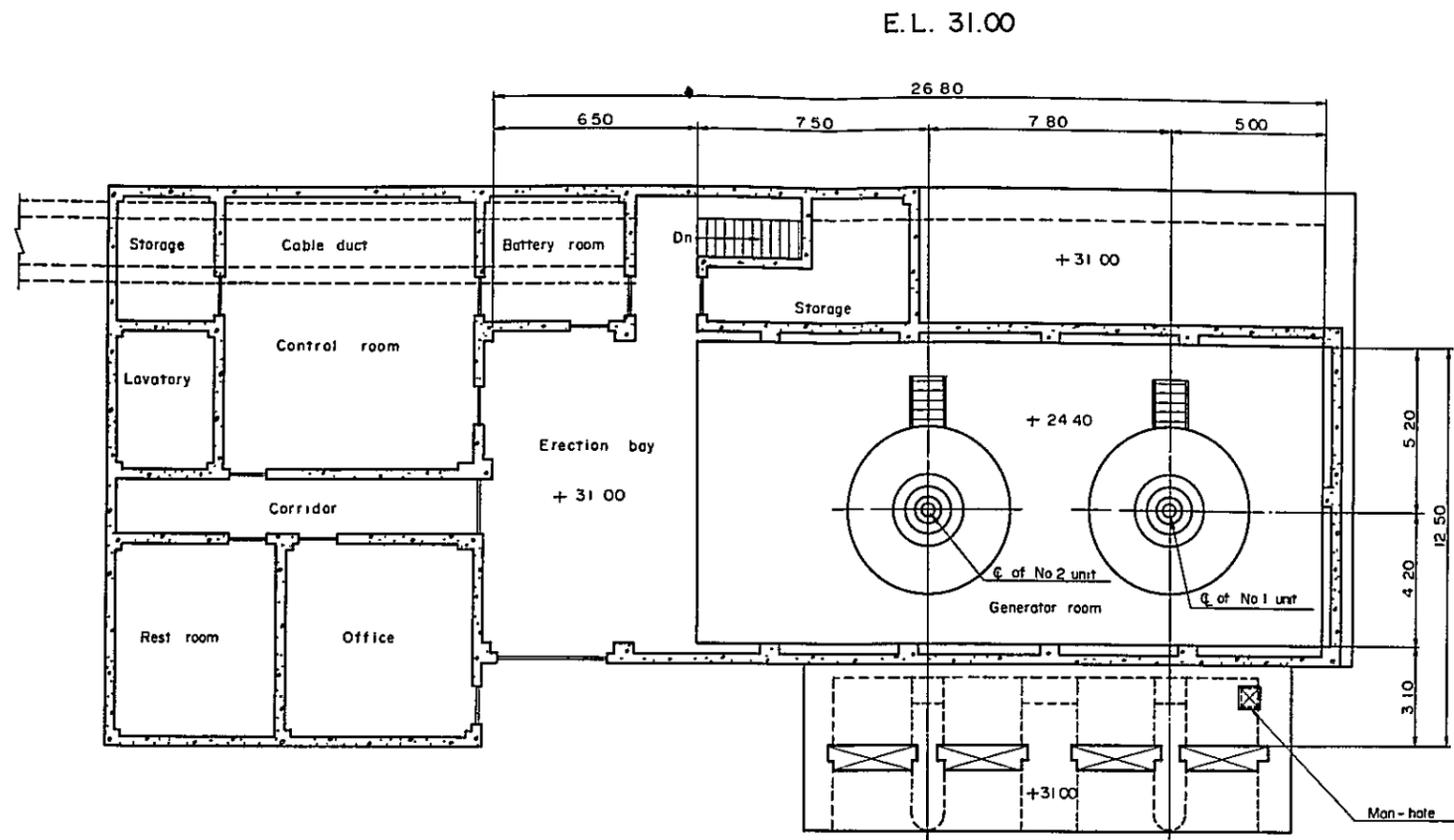
POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
REGULATING RESERVOIR	
SECTIONS	
Fig No 40	AUGUST 1979

TRANSVERSE SECTION

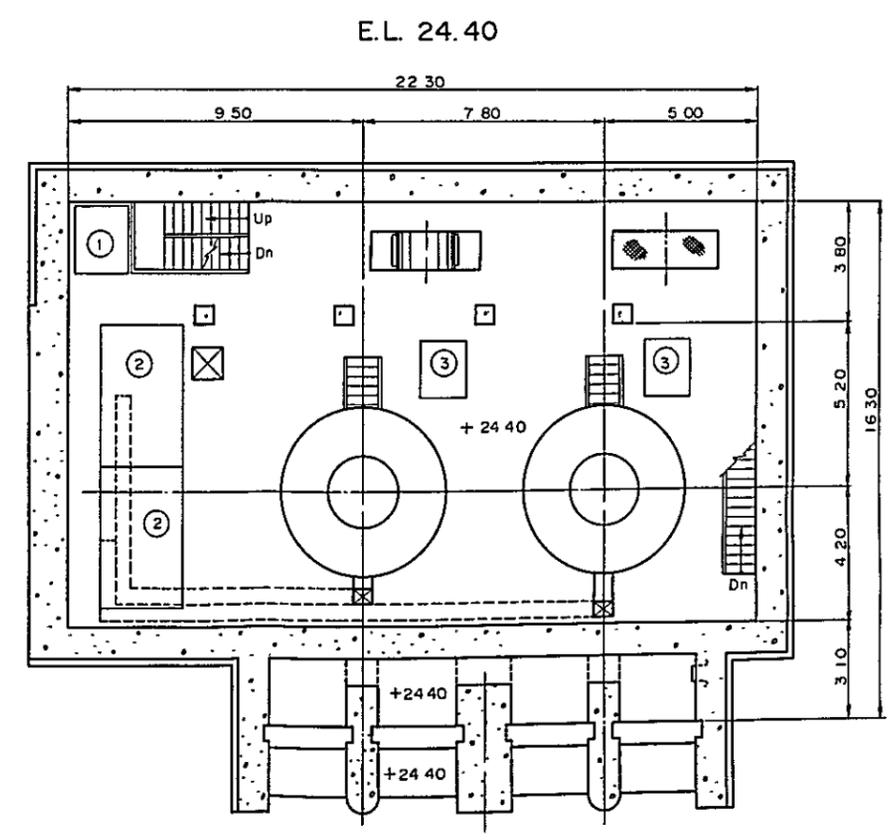
LONGITUDINAL SECTION



POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
POWER HOUSE SECTIONS	
Fig No 42	AUGUST 1979



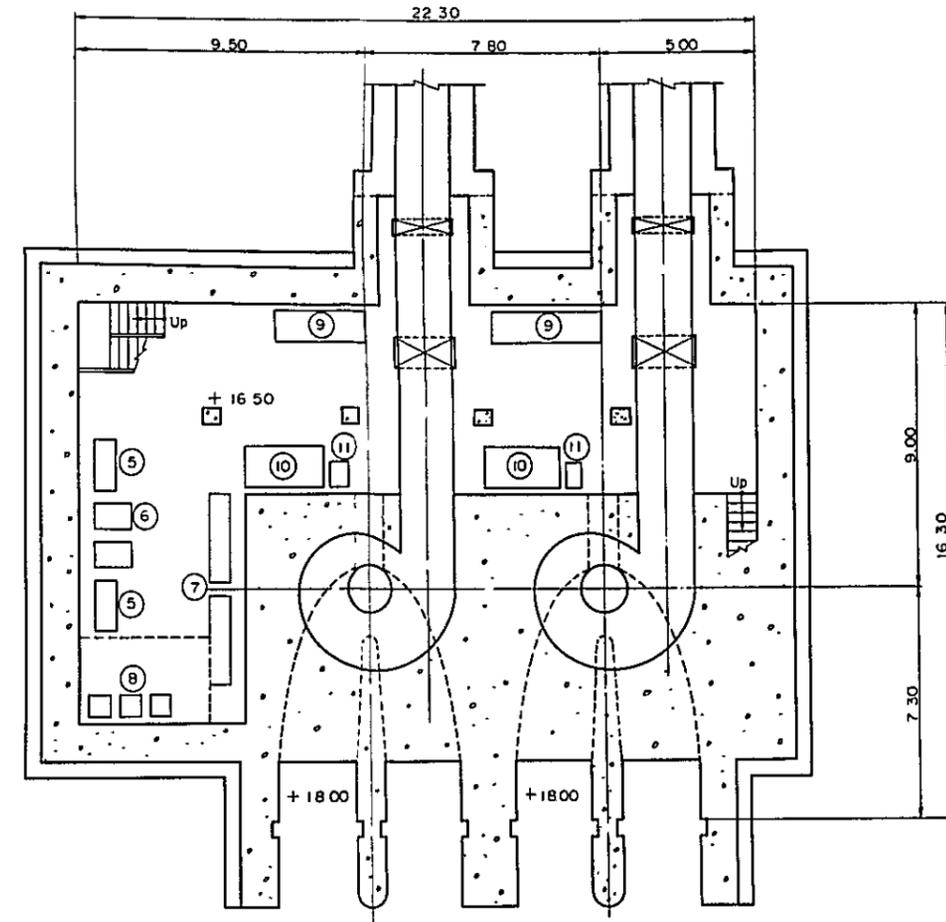
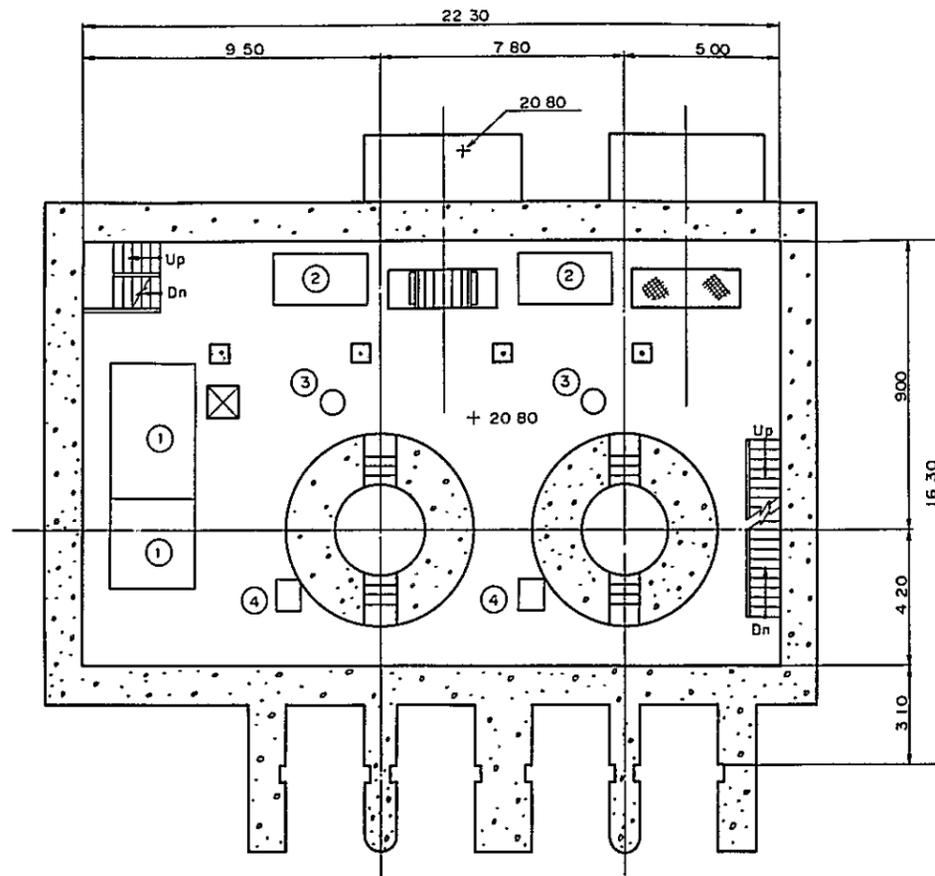
- LEGEND
- ① Carbon dioxide extinguisher cubicle
 - ② 66 KV metal enclosed cubicle
 - ③ Exciter cubicle
 - ④ Low voltage cubicle
 - ⑤ Governor and turbine control board
 - ⑥ Oil pressure tank for governor and inlet valve
 - ⑦ Neutral grounding resistor cubicle
 - ⑧ Main air tank and brake air tank
 - ⑨ Air compressor
 - ⑩ Control center
 - ⑪ Water drainage pump
 - ⑫ Automatic washing strainer from penstock
 - ⑬ Oil pump and oil sump tank
 - ⑭ Leaked oil tank and oil return pump



POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
POWER HOUSE	
PLAN (EL.24.40 ~ 31.00) (2-1)	
Fig No 43	AUGUST 1979

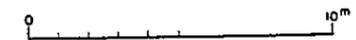
E L 20.80

E L 18.80



LEGEND

- ① Low voltage cubicle
- ② Governor and turbine control board
- ③ Oil pressure tank for governor and inlet valve
- ④ Neutral grounding resistor cubicle
- ⑤ Main air tank and brake air tank
- ⑥ Air compressor
- ⑦ Control center
- ⑧ Water drainage pump
- ⑨ Automatic washing strainer from penstock
- ⑩ Oil pump and oil sump tank
- ⑪ Leaked oil tank and oil return pump



POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
POWER HOUSE	
PLAN (EL.18.80~20.80) (2-2)	
Fig No 44	AUGUST 1979

CONSTRUCTION SCHEDULE FOR CURUMUY HYDROPOWER PROJECT

Work Item	Classification	Unit	Quantity	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Preparation of Study & Contract	F/S D/S Finance Bidding, Nego and Contract								
Preparation Works		LS	1						
Civil Works									
Intake	Open Excavation Concrete	m ³ "	17,000 3,440						
Regulating Pondage	Open Excavation Concrete Asphalt Pavement	m ³ " m ²	163,000 680 34,600						
Penstock	Open Excavation Concrete	m ³ "	29,130 120						
Powerhouse	Open Excavation Concrete Architectual Struct	m ³ " LS	18,070 4,260 1						
Tailrace	Open Excavation Concrete	m ³ "	17,000 1,990						
Hydraulic Equipment	Penstock Pipe Gate & Trashrack	Ton "	235 83						
Electrical Equipment	Turbine Generator Auxiliary Equip.	Unit " LS	2 2 1						
Transmission Line Telecommu, System	66kv, 1cct	km LS	 1						

POECHOS CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION	
CONSTRUCTION SCHEDULE	
Fig NO - 45	AUGUST 1979

水車および発電機の付属設備に対してはユニットシステムを採用する。

主要変圧器は三相油入風冷式変圧器 8,500 kVA/台とし、発電所建屋に隣接する屋外開閉所に設置する。

水車、発電機および屋外開閉所の各機器の運転には一人制御方式を採用し、配電盤室からすべての運転が可能となるような設計とする。Fig-46に単線結線図を、Fig-47に屋外開閉所のレイアウトを示す。

(ii) Curumuy 発電所

Curumuy 発電所の基準有効落差は 38.7 m であり、調整池の利用水深は 4.0 m、最大使用水量 3.15 m³/s である。検討の結果立軸カプラン水車を採用する。主機台数で 2 台が適当である。

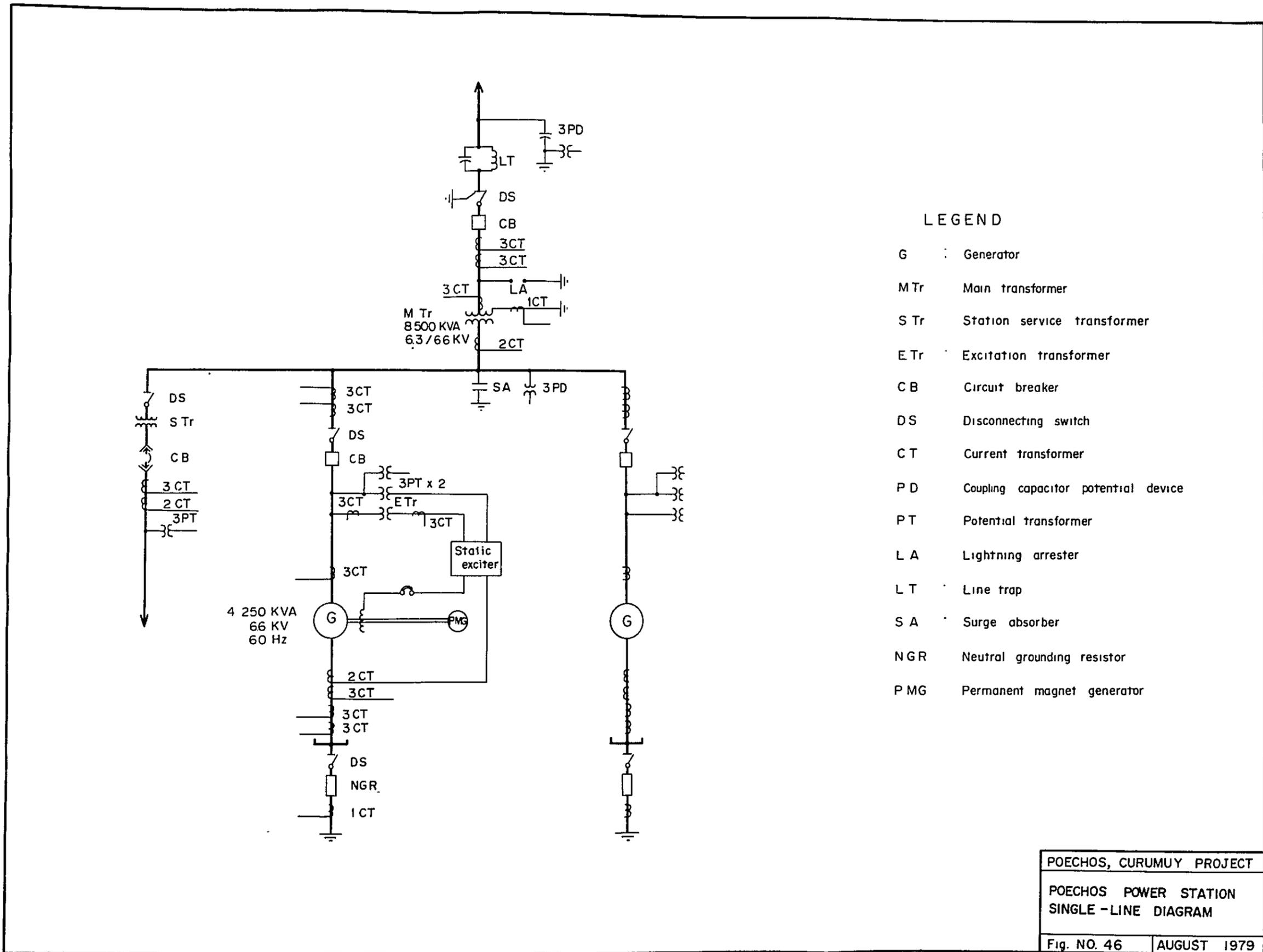
水車の出力は 4,750 kW/台であり、回転速度は 514 r. p. m. である。主弁として蝶形弁を採用する。

発電機の出力は 5,050 kVA/台であり、発電機電圧は 6.6 kV、定格力率は 0.9 (遅れ) である。

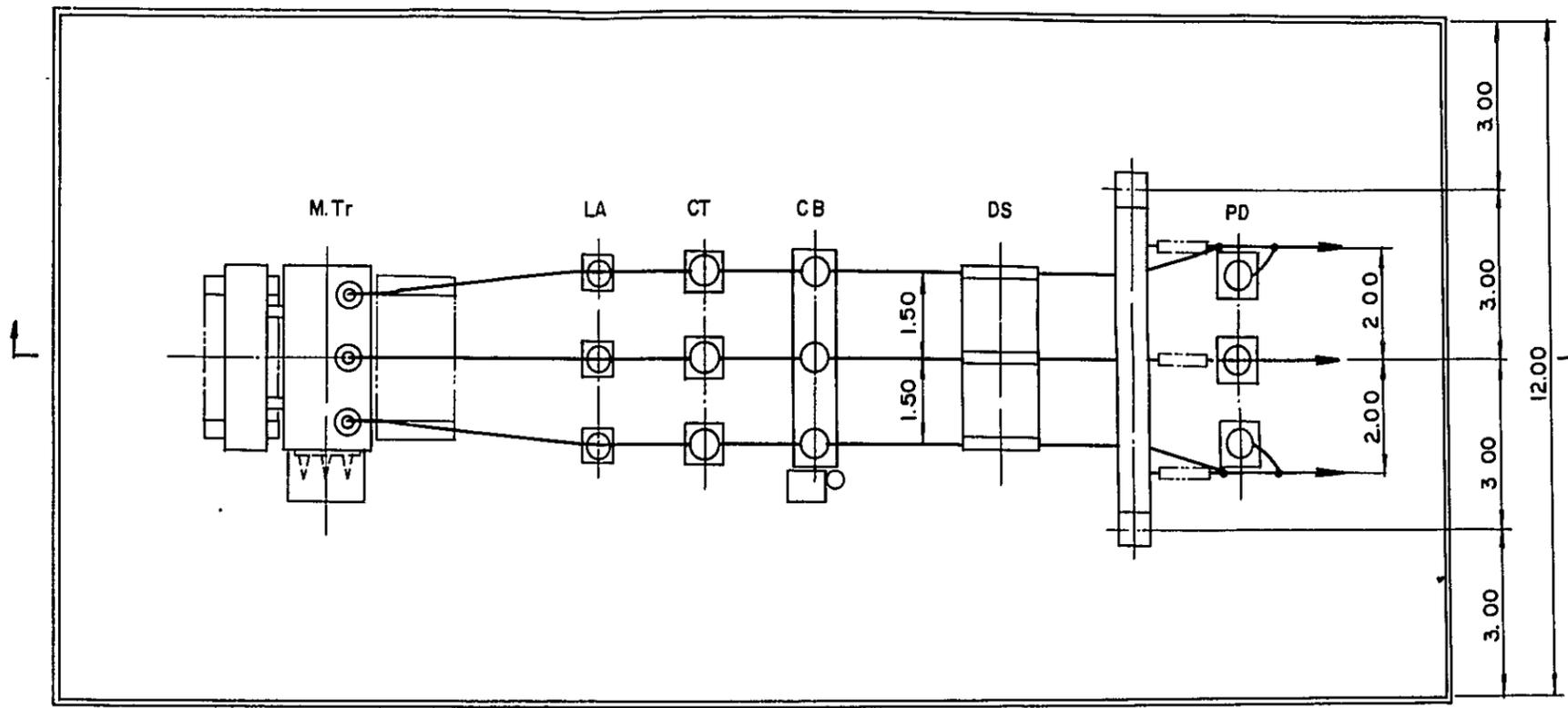
水車および発電機の付属設備に対してはユニットシステムを採用する。

主要変圧器は三相油入風冷式変圧器、10,100 kVA/台とし、発電所建屋に隣接する屋外開閉所に設置する。

水車、発電機および屋外開閉所の各機器の運転には、1人制御方式を採用し、配電盤室からすべての運転が可能となるような設計とする。Fig-48に単線結線図を、Fig-49に屋外開閉所のレイアウトを示す。



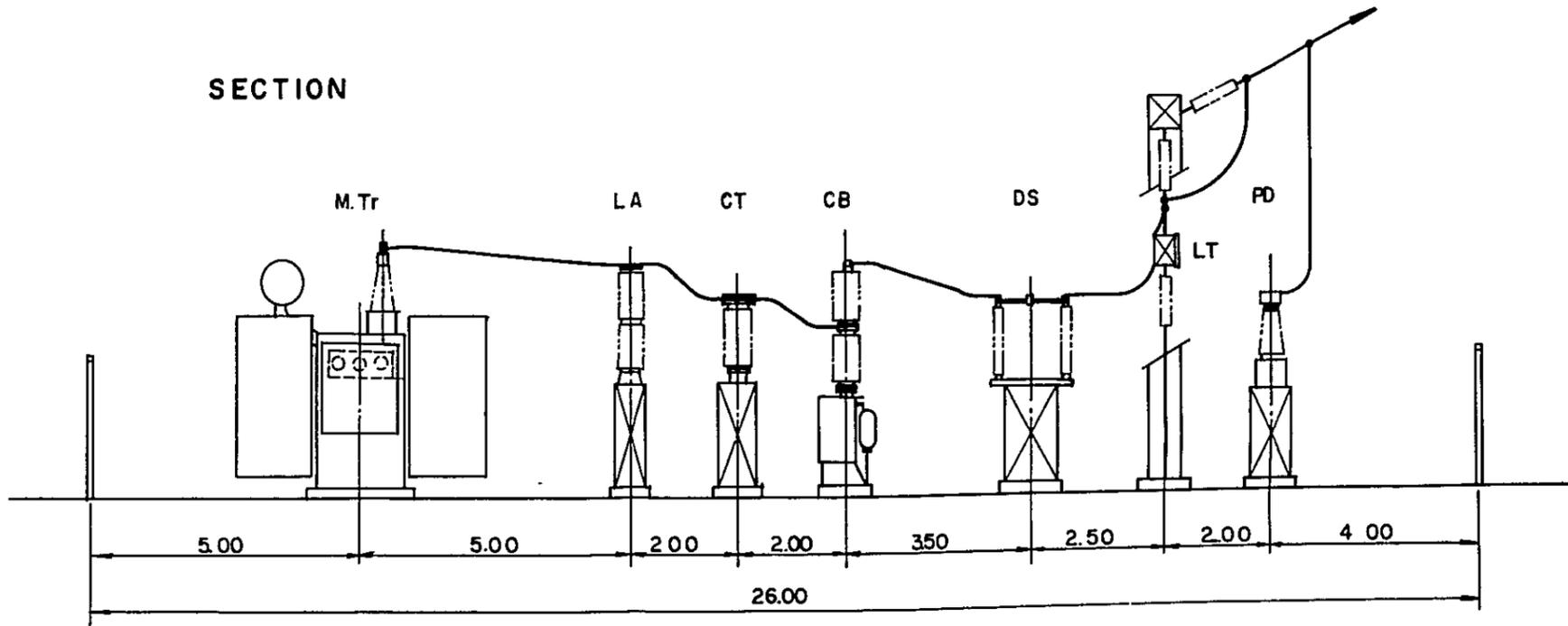
POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS POWER STATION SINGLE-LINE DIAGRAM	
Fig. NO. 46	AUGUST 1979



LEGEND

- MTr Main transformer
- LA Lightning arrester
- CT Current transformer
- CB Circuit breaker
- DS Disconnecting switch
- LT Line trap
- PD Coupling capacitor
potential device

SECTION

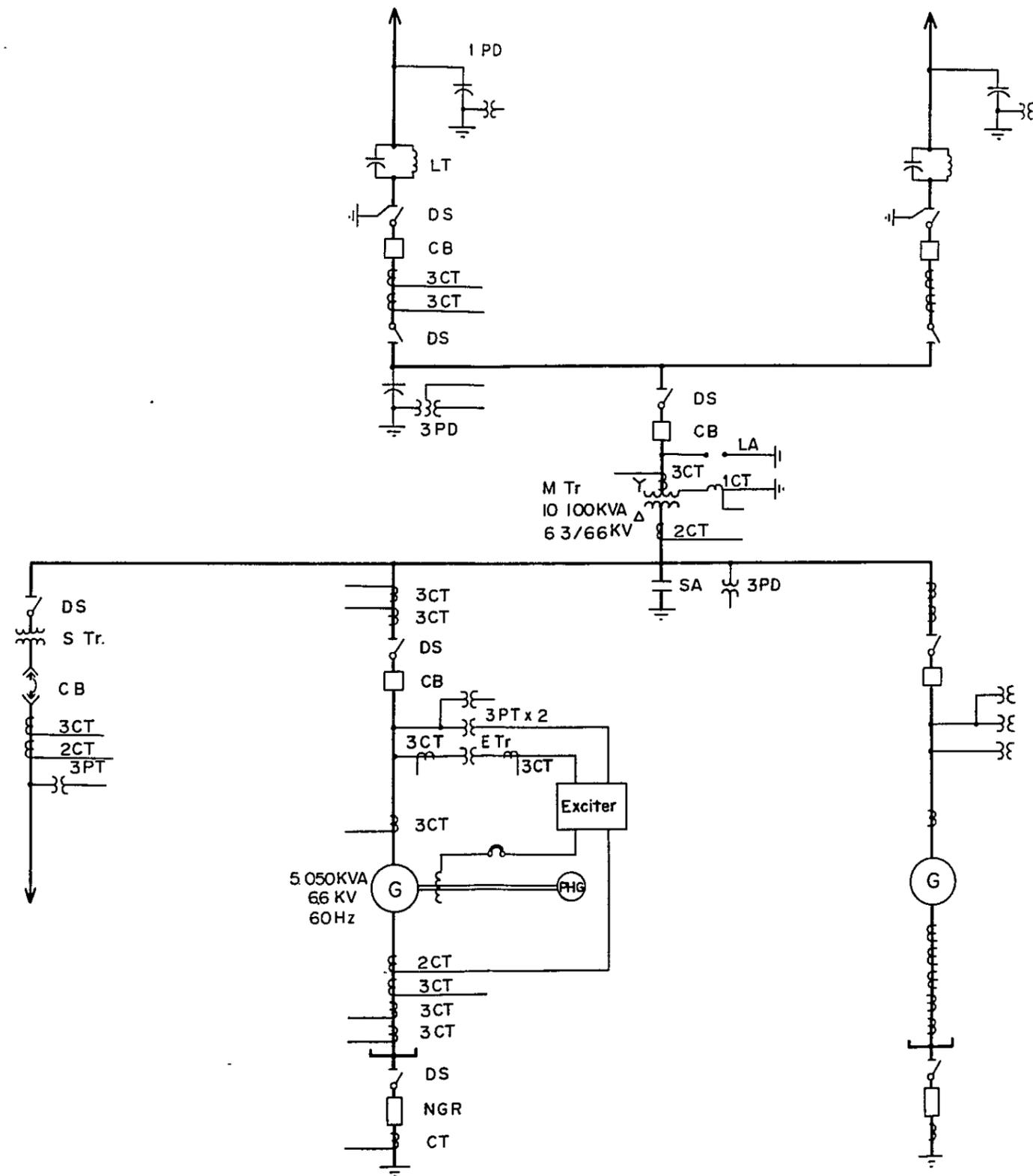


Note

Switchyard area
 $12.00^m \times 26.00^m = 312^m^2$

Electrical striking distances
 phase to phase : 1.50^m
 phase to earth : 0.85^m

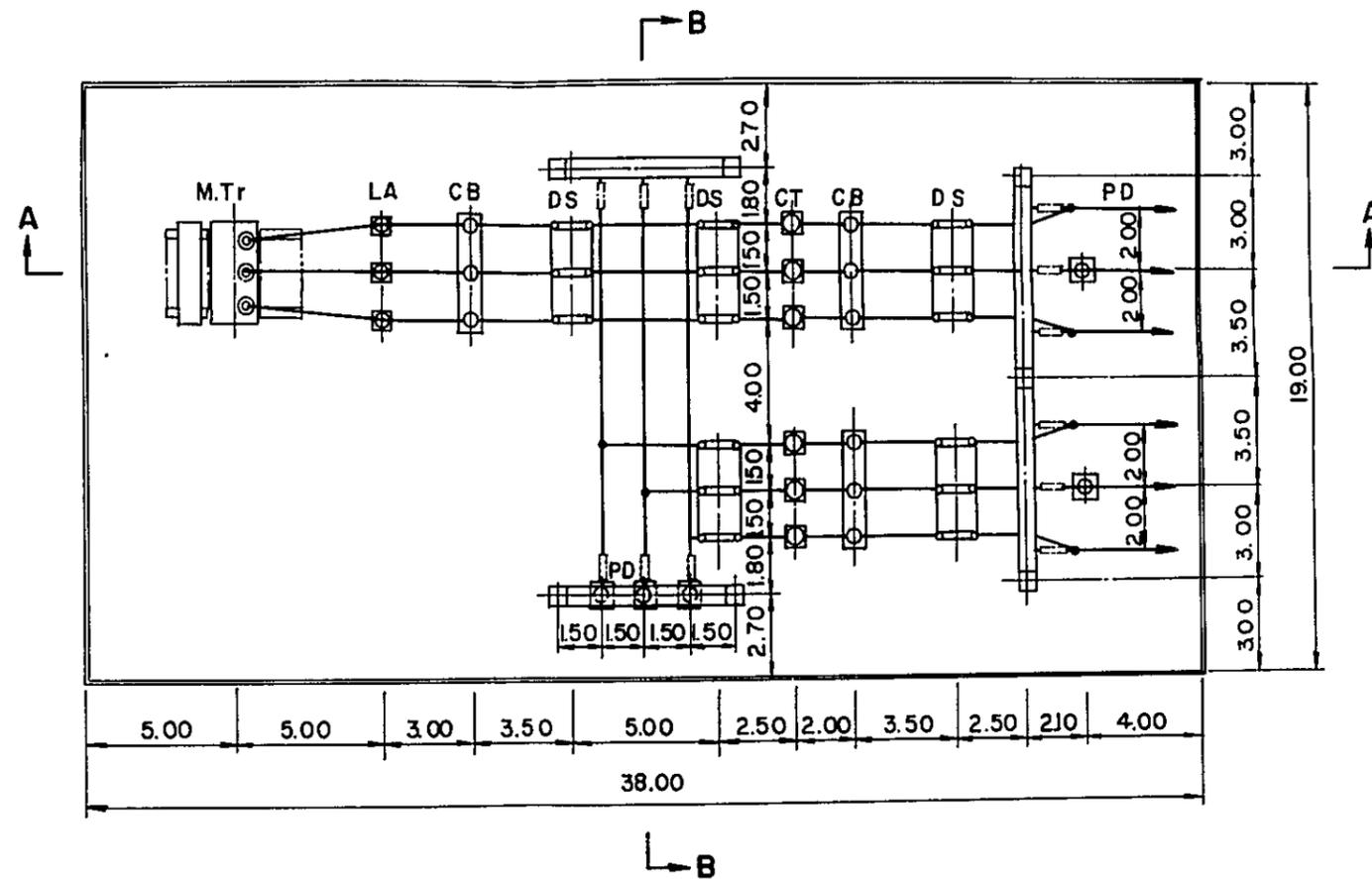
POECHOS, CURUMUY PROJECT	
POECHOS P/S ARRANGEMENT OF SWITCHYARD EQUIPMENT	
Fig.NO. 47	AUGUST 1979



LEGEND

- G Generator
- M Tr Main transformer
- S Tr Station service transformer
- E Tr Excitation transformer
- CB Circuit breaker
- DS Disconnecting switch
- CT Current transformer
- PD Coupling capacitor potential device
- PT Potential transformer
- LA Lightning arrester
- LT Line trap
- SA Surge absorber
- NGR Neutral grounding resistor
- PMG Permanent magnet generator

POECHOS, CURUMUY PROJECT	
CURUMUY POWER STATION SINGLE-LINE DIAGRAM	
Fig. NO.48	AUGUST 1979



LEGEND

- M.Tr : Main transformer
- LA : Lightning arrester
- CB : Circuit breaker
- DS : Disconnecting switch
- CT : Current transformer
- PD : Coupling capacitor potential device
- LT : Line trap

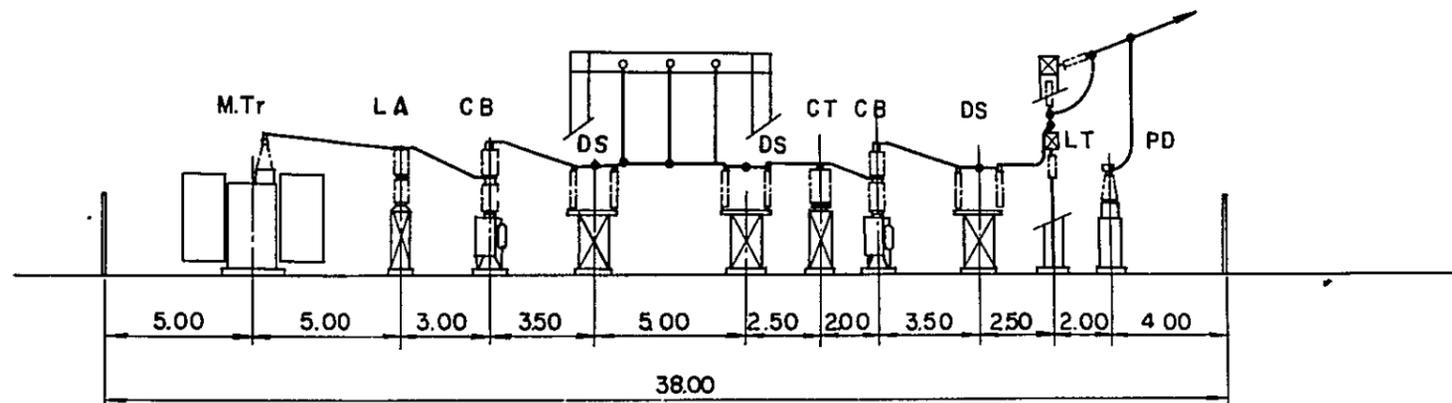
Note

Switchyard area
 $19.00^m \times 38.00^m = 722^m^2$

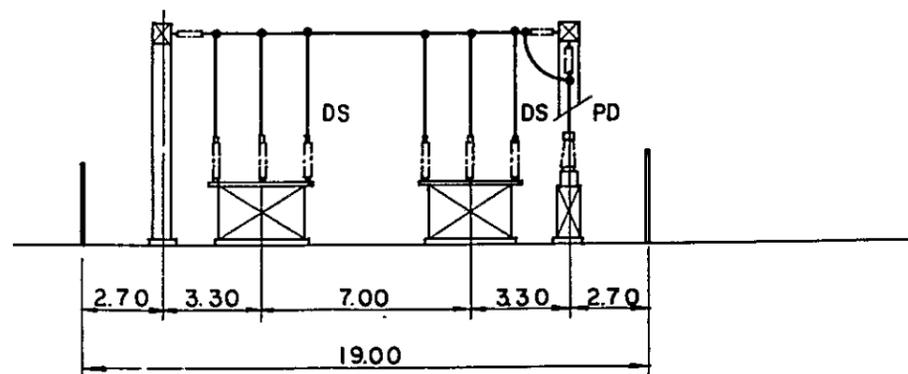
Electrical striking distances
 phase to phase : 1.50^m
 phase to earth : 0.85^m

POECHOS, CURUMUY PROJECT
CURUMAY P/S
ARRANGEMENT OF SWITCHYARD EQUIPMENT (1-2)
Fig.NO.49(1-2) AUGUST 1979

SECTION A - A



SECTION B - B



POECHOS, CURUMUY PROJECT
CURUMAY P/S
ARRANGEMENT OF SWITCHYARD
EQUIPMENT (2-2)
Fig. NO. 49(2-2) AUGUST 1979

6.2.2 Curumuy 発電所・水車形式および台数の選定

Curumuy 発電所は基準有効落差 38.7 m，調整池の利用水深 4.0 m である。水車形式としてはフランシス水車かカブラン水車の採用が考えられる。

また，Curumuy 発電所の開発規模 9.0 MW は，1983 年運開時の Piura 地区電力系統内発電設備（Poehos 発電所 7.6 MW を含む）48.2 MW に対し約 19% に相当し，Curumuy 発電所事故停止時系統に与える影響が非常に大きい。よって Curumuy 発電所の水車、発電機の台数は 2 台以上にすることが望ましい。

Curumuy 発電所の使用水量はかんがい計画に基づくもので，渇水期の調整池への流入量は約 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ である。また渇水期における Curumuy 発電所は Full 出力 24 時間のピーク運転を予定しており非ピーク運転時に使用出来る水量は約 $8 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

Curumuy 発電所定格運転時 (9.0MW) における最大使用水量は 31.5 m³/s であるから水車 1 台当りの使用水量の割合は、

(1) 水車発電機 2 台案の場合

水車 1 台当りの使用水量は 15.8 m³/s であり、8 m³/s は 51% 流量となる。

(1 台停止、1 台運転とする。)

(2) 水車発電機 3 台案の場合

水車 1 台当りの使用水量は 10.5 m³/s であり、8 m³/s は 76% 流量となる。

(2 台停止、1 台運転とする。)

一般的に使用水量がフランシス水車の場合 60%、カプラン水車の場合 20% 以下になると、効率低下による発生電力の減少、キャピテーション発生によるランナーの摩耗や水車の振動等が大きくなり、保守、運転上好ましくない状態となる。

これより、Curumuy 発電所の水車形式および台数は、次の 2 案が考えられる。

1 案 : フランシス水車 3 台案

2 案 : カプラン水車 2 台案

この 2 案について、機械装置の経済比較を行うと Table II-6-1 のとおりであり、フランシス水車 3 台案の方がカプラン水車 2 台案より 8% コスト高となる。

以上より、Curumuy 発電所の水車形式としてはカプラン水車を採用し、主機台数は 2 台とする。

Table II-6-1 Economic Comparison for Selection of Turbine Type for Curumuy Power Station

Items	Type of Turbine	Unit: 10 ³ US\$	
		Francis 3 Units	Kaplan 2 Units
1. Equipment Cost			
(1) Turbines		2,205	2,150
(2) Generators		1,755	1,440
(3) Main Transformer		152	152
(4) Power Plant Equipment		713	646
(5) Crane		75	105
(6) Outdoor Switchyard Equipment		345	345
Total		5,245	4,838
2. Installation Cost		649	607
Grand Total		5,894	5,445

6.3 送電線および変電所

6.3.1 送電線

(i) Poechos 発電所

Poechos 発電所の発生電力を既設 Sullana 変電所を通じて、需要地域に送電するため、Poechos 発電所と既設 Sullana 変電所間に送電線を設ける。(Fig-50, 51 参照)

送電容量は Poechos 発電所の最大出力 7.6 MW より、6.6 kV 1 回線とする。電線サイズは送電線の耐用年数内における電力損失を考慮し、67 mm² 相当が適当である。

送電線の計画ルートは、Poechos 発電所から Chira 川右岸の道路沿いに南下し、San Francisco 地区より Chira 川および Chira-Piura 分水路と交叉して、Chira-Piura 分水路沿いに南下し、Huangala 地区で再び Chira-Piura 分水路と交叉する。さらに Chira 川左岸の道路沿いに西方 Sullana 市に向けて進み、既設 Sullana 変電所に至る。

ルートの最高標高は約 100 m であり、経過地は殆んど平坦地である。また、工事および保守を考慮して重角度や道路交叉を出来るかぎり避けるルートとする。

(Fig-52 参照)

送電線の鉄塔およびコンクリート柱の標準外形図を Fig-53 に示す。また、送電線の保護方式としては電力線搬送保護方式を採用することとする。

(ii) Curumuy 発電所

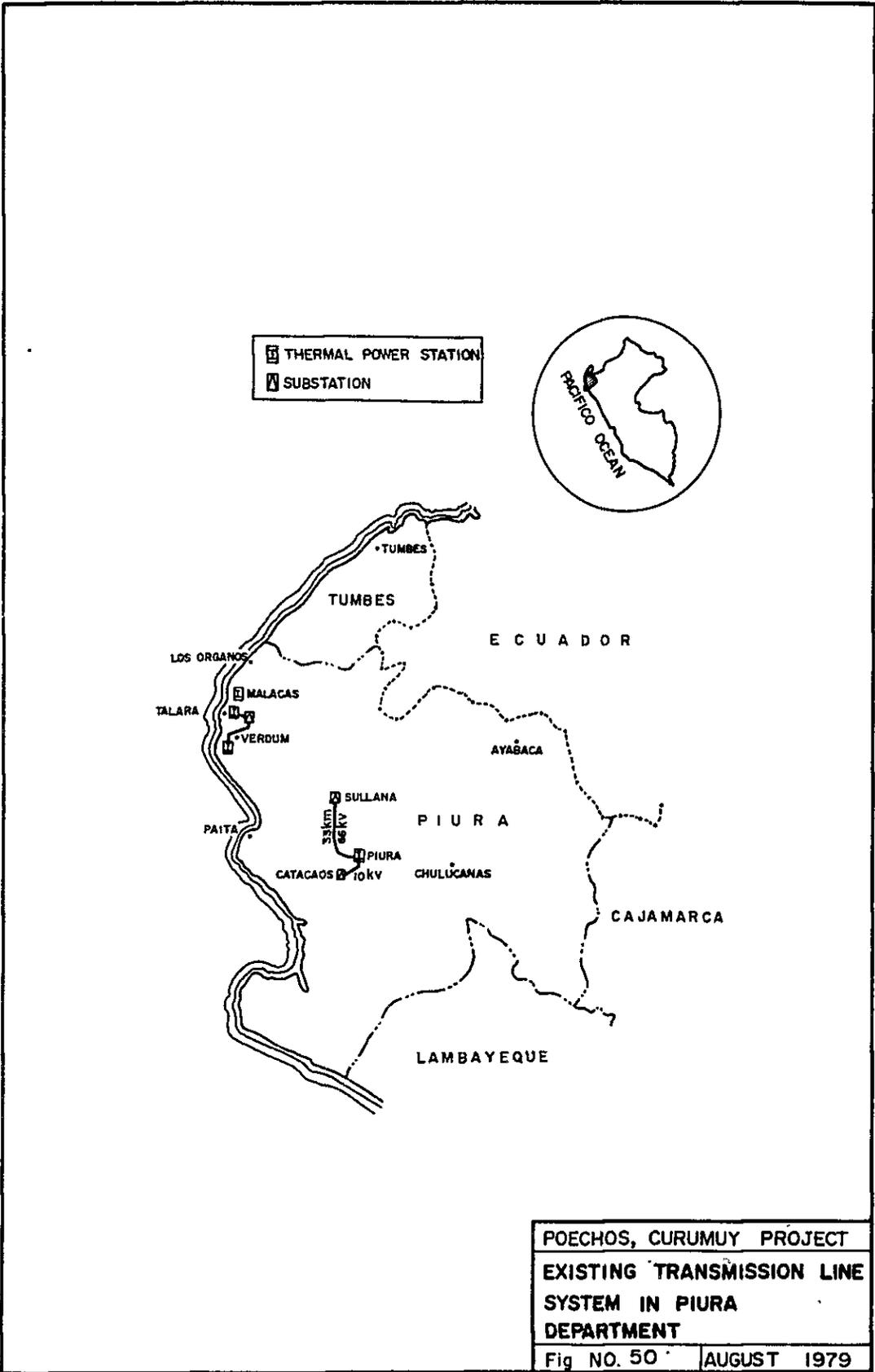
Curumuy 発電所の発生電力を需要地域に送電するため、Curumuy 発電所と既設 Piura, Sullana 変電所間の 6.6 kV 送電線間に送電線を設けることとする。既設 6.6 kV 送電線は主要幹線で 1 回線であるので、Curumuy 発電所からの送電線との接続は π 接続とする。

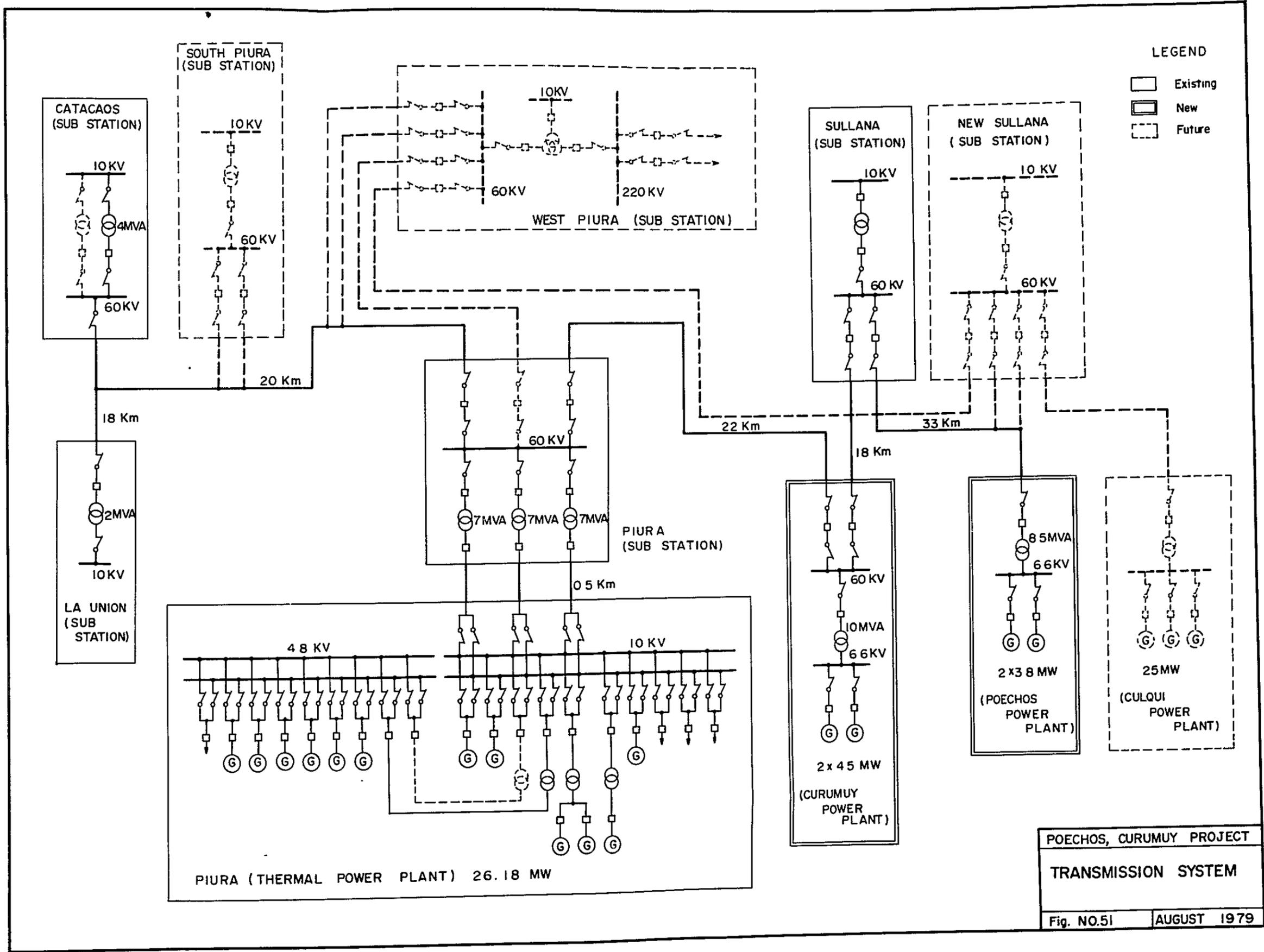
電線サイズは Curumuy 発電所の最大出力 9.0 MW および送電線の耐用年数内における電力損失を考慮し、67 mm² 相当が適当である。

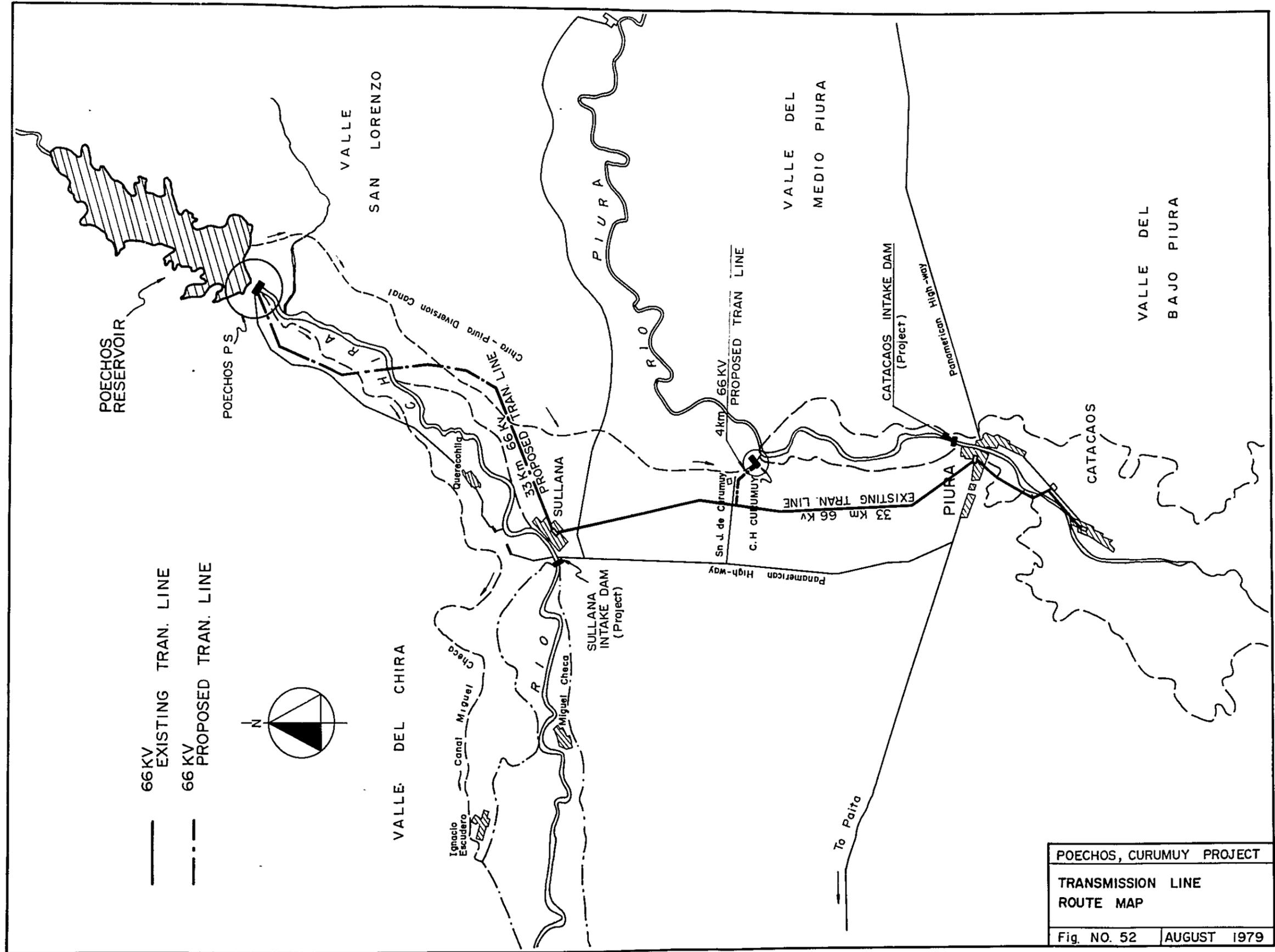
送電線の計画ルートは、Curumuy 発電所から Chira-Piura 水路に沿って北上し、Curumuy 地区より既設 6.6 kV 送電線に向けて進み接続される。

ルートの最高標高は約 100 m であり、経過地は殆んど砂漠である。また、工事および保守を考慮して重角度や道路交叉を出来るかぎり避けるルートとする。ルートマップは Fig-52 に示すとおりである。

送電線の鉄塔およびコンクリート柱の標準外形図を Fig-53 に示す。また、送電線の保護方式としては電力線搬送保護方式を採用することとする。





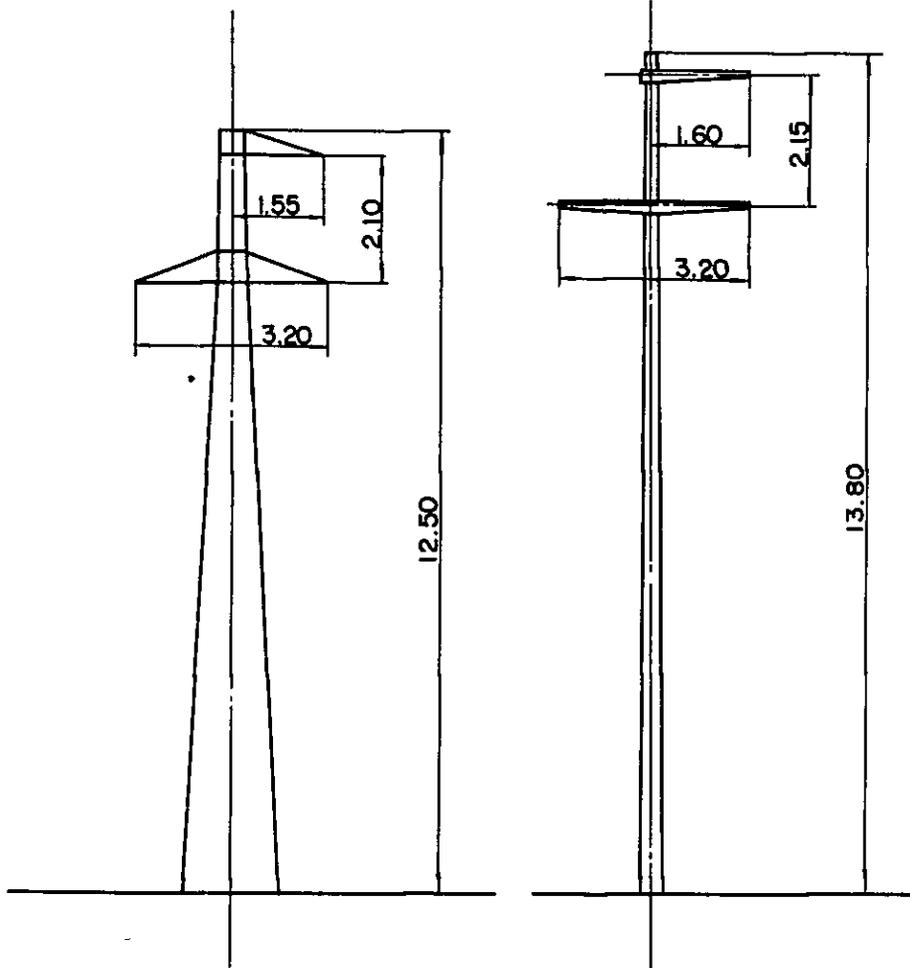


POECHOS, CURUMUY PROJECT	
TRANSMISSION LINE ROUTE MAP	
Fig. NO. 52	AUGUST 1979

Poechos P.S - Sullana S.S

Tower

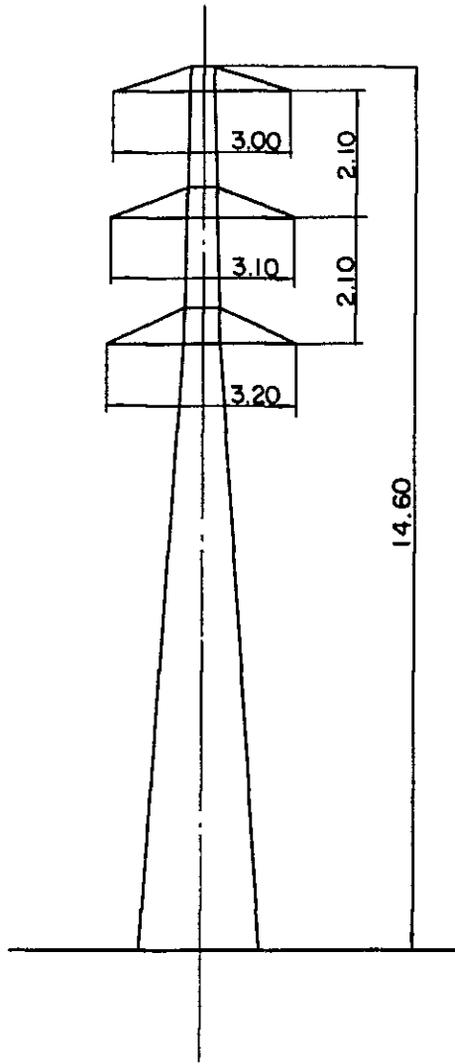
Concrete pole



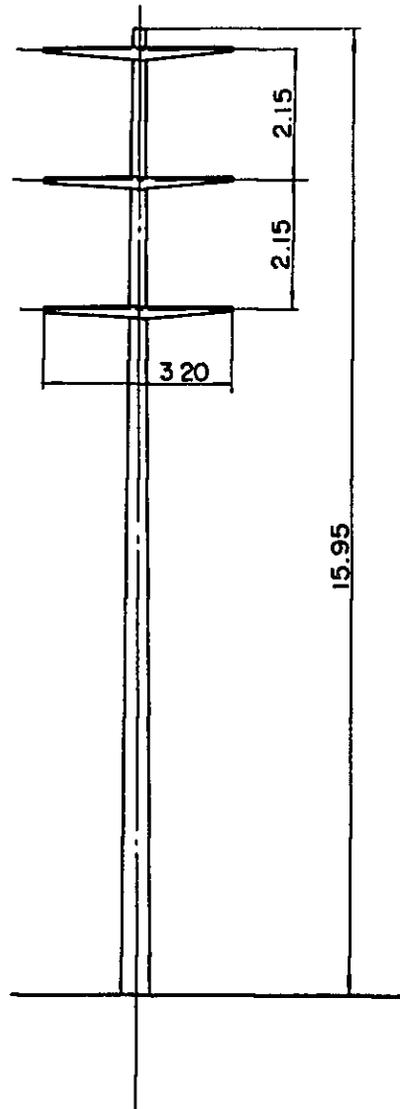
POECHOS, CURUMUY PROJECT	
TRANSMISSION LINE	
TOWER AND CONCRETE POLE	
CONFIGURATION (1-2)	
Fig. NO 53	AUGUST 1979

Curumuy P.S - Existing T.L Piura ~ Sullana

Tower



Concrete pole



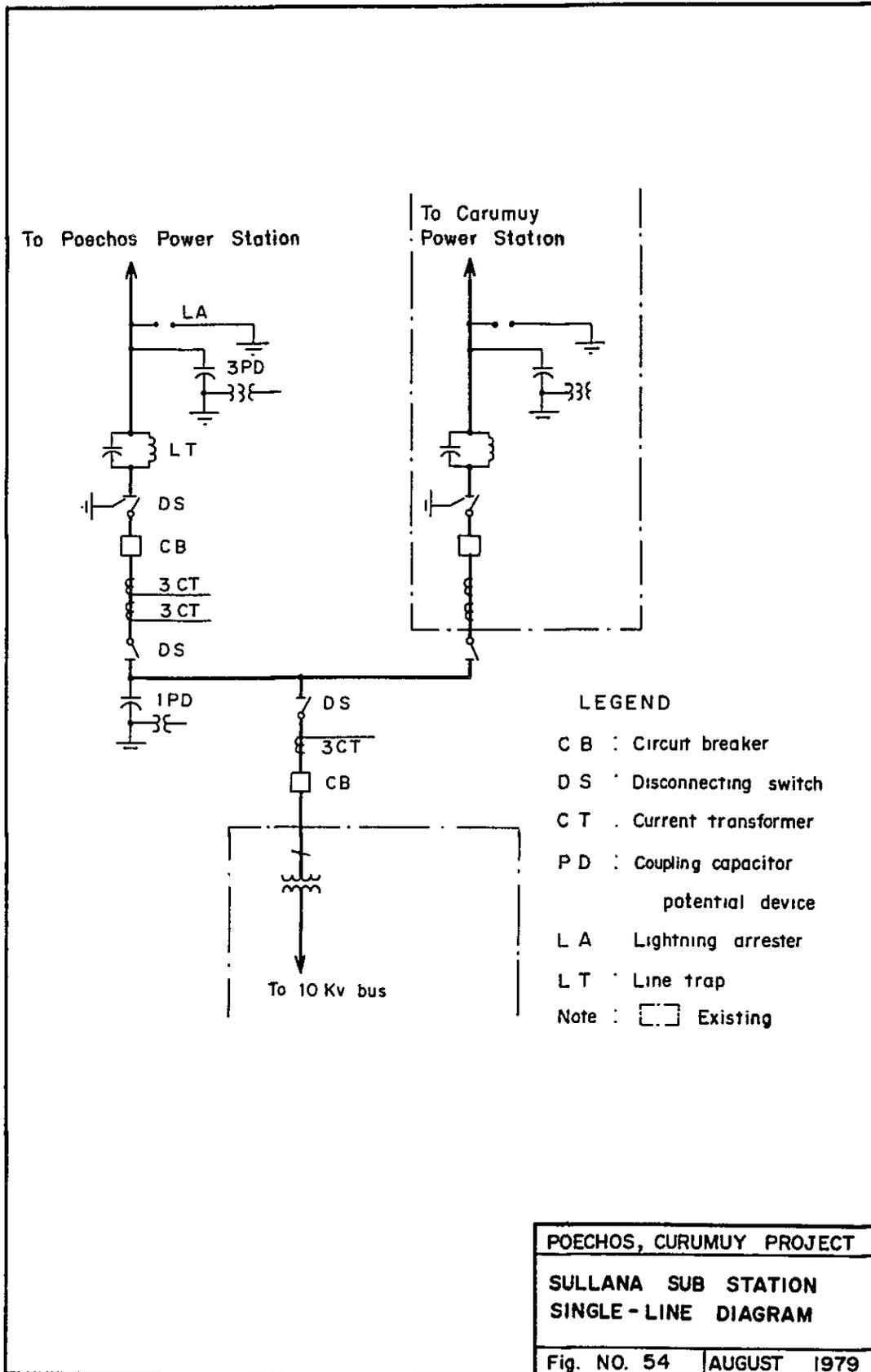
POECHOS, CURUMUY PROJECT

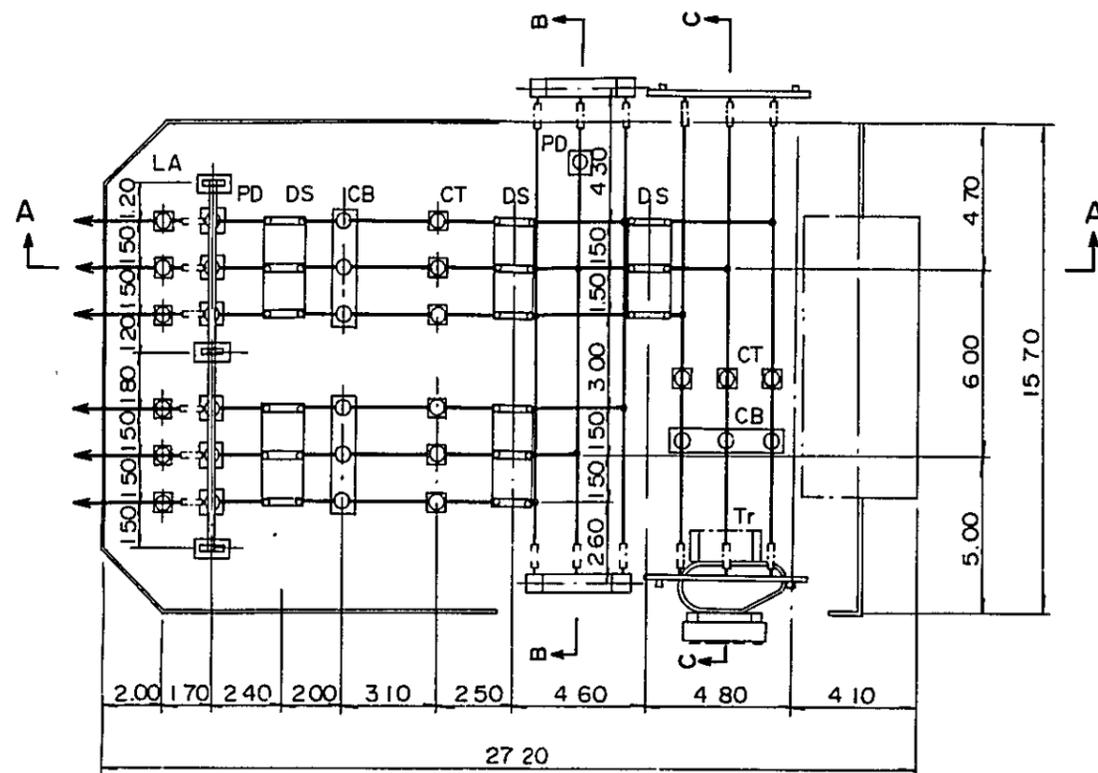
TRANSMISSION LINE
TOWER AND CONCRETE POLE
CONFIGURATION (2-2)

Fig. NO 53 | AUGUST 1979

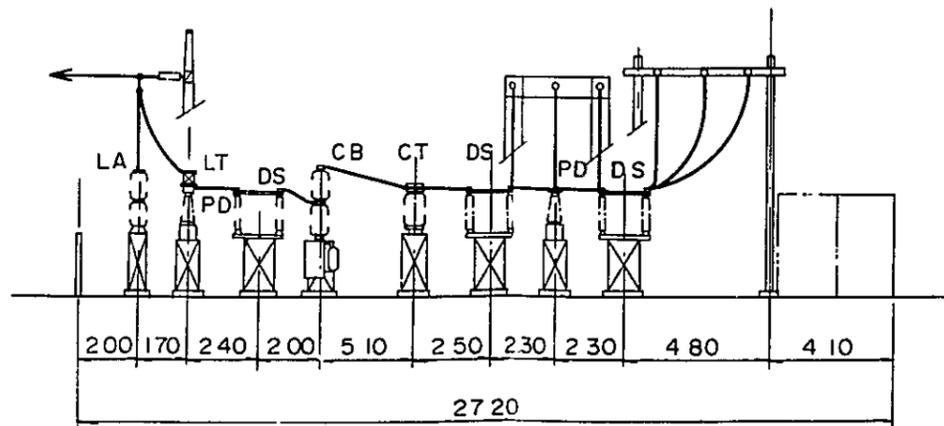
6.3.2 変電所

Poechos 発電所からの送電線は既設 Sullana の変電所で 66kV 母線に接続される。
Sullana 変電所の単線結線図を Fig-54 に、レイアウトを Fig-55 に示す。

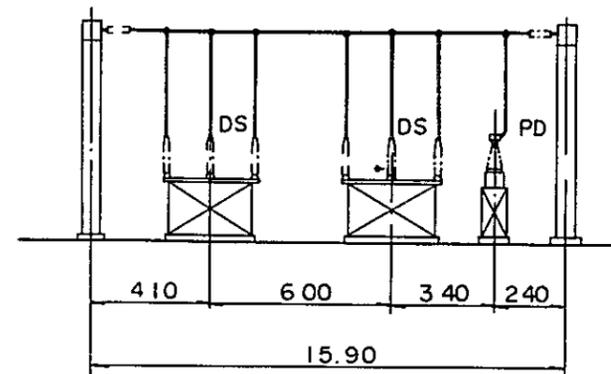




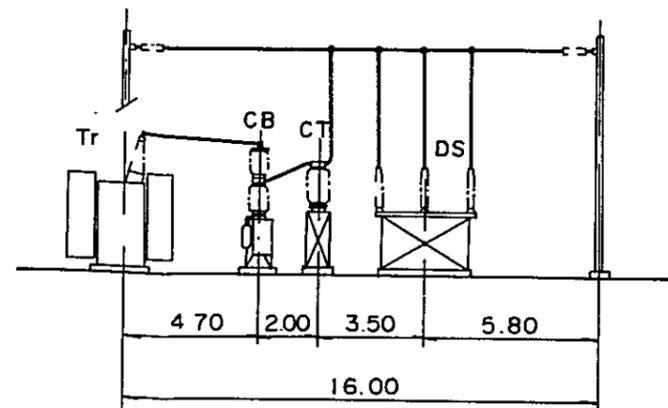
SECTION A - A



SECTION B - B



SECTION C - C



LEGEND

- Tr. Transformer
- CB : Circuit breaker
- DS Disconnecting switch
- CT . Current transformer
- PD . Coupling capacitor
potential device
- LA . Lightning arrester
- LT : Line trap

POECHOS, CURUMUY PROJECT	
SULLANA SUB STATION ARRANGMENT OF SUB STATION EQUIPMENT	
Fig. NO.55	AUGUST 1979

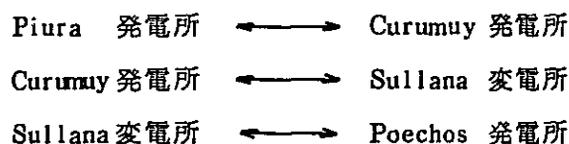
6.4 通信設備

6.4.1 設備概要

本計画に必要な通信設備として、各発電所間、発電所変電所間及び発電所ダム間の保安用通信回線等を以下のとおり計画する。(Fig - 56, 57 参照)

(1) 給電用電話回線、保安用電話回線

下記の各区間に2チャンネルの電力線搬送回線を構成して、トーンリンガー方式による給電用電話回線および各発電所に設置した自動交換機と接続する保安用電話回線として使用する。



(2) 送電線保護用設備

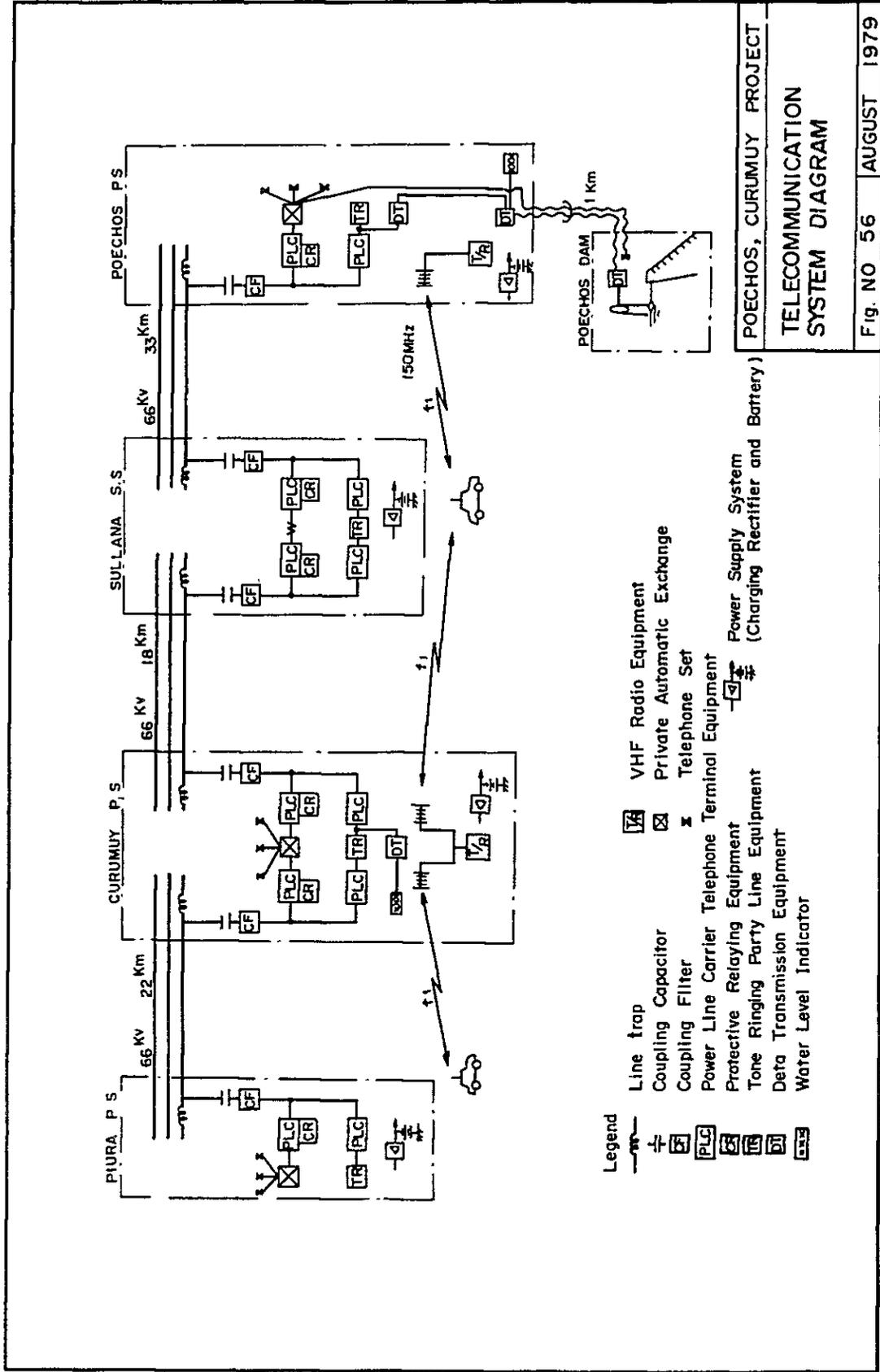
上記各区間の66kV送電線の保護のため、電力線搬送保護継電方式を採用し、各発電所に設ける。

(3) 送電線保守用設備

上記各区間の66kV送電線(全亘長73km)の保守に必要なVHF移動無線回線を構成する。このための基地局をPoechos発電所およびCurumuy発電所に設ける。

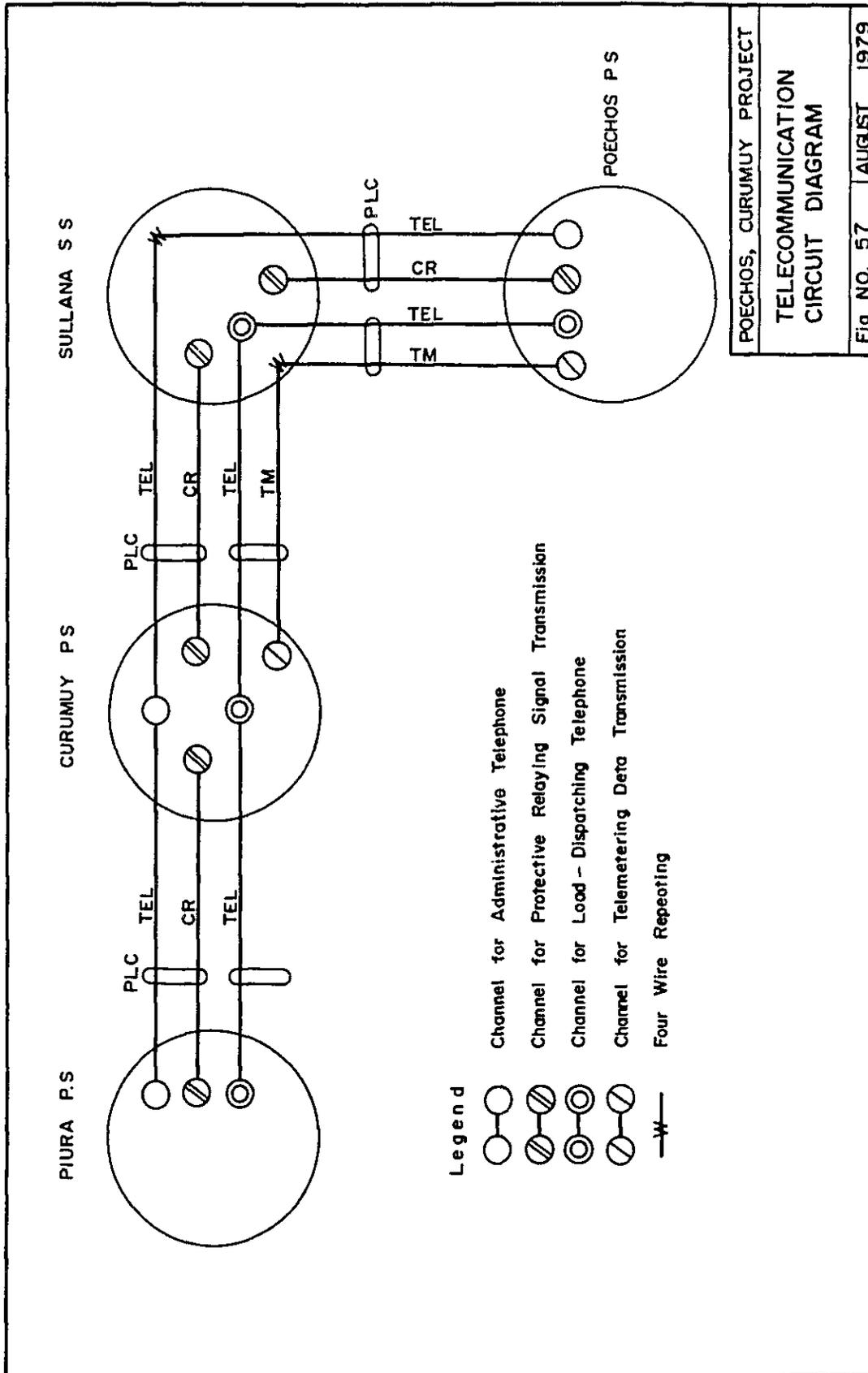
(4) ダム水位監視用設備

Poechos発電所およびCurumuy発電所から、Poechosダムの水位を監視するため、情報伝送装置を設置して、テレメータ回線を構成する。



POECHOS, CURUMUY PROJECT
TELECOMMUNICATION
SYSTEM DIAGRAM

Fig. NO 56 AUGUST 1979



POECHOS, CURUMUY PROJECT
 TELECOMMUNICATION
 CIRCUIT DIAGRAM
 Fig NO. 57 AUGUST 1979

6.5 系統解析

Poechos 発電所および Curumuy 発電所の運開時点における電力汐流電圧および短絡容量についてデジタルシミュレーションにより検討を行った。検討の詳細は 6.5.1 に示すとおりであり、その概要は次のとおりである。

- (1) 電力汐流については現状のまま問題はない。
- (2) 電圧調整対策については、Sullana, Catacaos および La union の変電所が主要電源から離れているため、ピーク負荷時に変電所電圧を 100% 近くに維持するためにはスタコン等の調相設備が必要となる。
- (3) 短絡容量については、故障電流が最大で 3000A 程度であり特に問題はないと考えられる。

6.5.1 Piura 地区電力系統解析

(i) 検討条件

(1) 対象年度

1983 年ピーク

(2) 系統構成およびインピーダンスマップ

系統構成については、Fig - 51 の系統とし、インピーダンスについては INIE よりの入手資料 (Fig - 58, Table II-6-2, II-6-3 参照) を、不明なものは標準値または計算値を使用して計算を行なった。(Fig - 59 参照)

なお、短絡容量の計算には x_d' を使用した。

(3) 需要および電源

需要については、第 1 章の需要想定より 1983 年の最大需要を使用した。負荷の無効分は、負荷力率を 08 とし算出した。

電源は Poechos 発電所 (7.6MW) および Curumuy 発電所 (9.0MW) を Full 出力とし、調整を Piura 発電所 (約 262MW) で行うこととした。なお需要の総量は 38.469MW、電源の総量は 47.496MW であり、23% 程度の余備力がある。

(ii) 検討結果

(1) 汐流および電圧

1983 年の Piura 地区電力系統における汐流は Fig - 60 の通りである。この結果、Sullana, Catacaos および La Union の変電所が主要電源から離れているため、ピーク負荷時に変電所電圧を 100% に維持するためには、スタコン等の調相設備が必要となる。各変電所における所要スタコン容量は Fig - 61 より次の通りである。

Sullana 変電所	6,650 kVA
Catacaos 変電所	2,990 kVA
La Union 変電所	865 kVA

(2) 短絡容量

1983年のPiura地区電力系統構成における短絡容量はFig - 62に示すとおりである。

故障電流は最大で3,000A(10kV側)程度であり、日本の"JEC"の定めるしゃ断器の最低しゃ断電流12,500A(12kV)以下であることから問題はないと思われる。

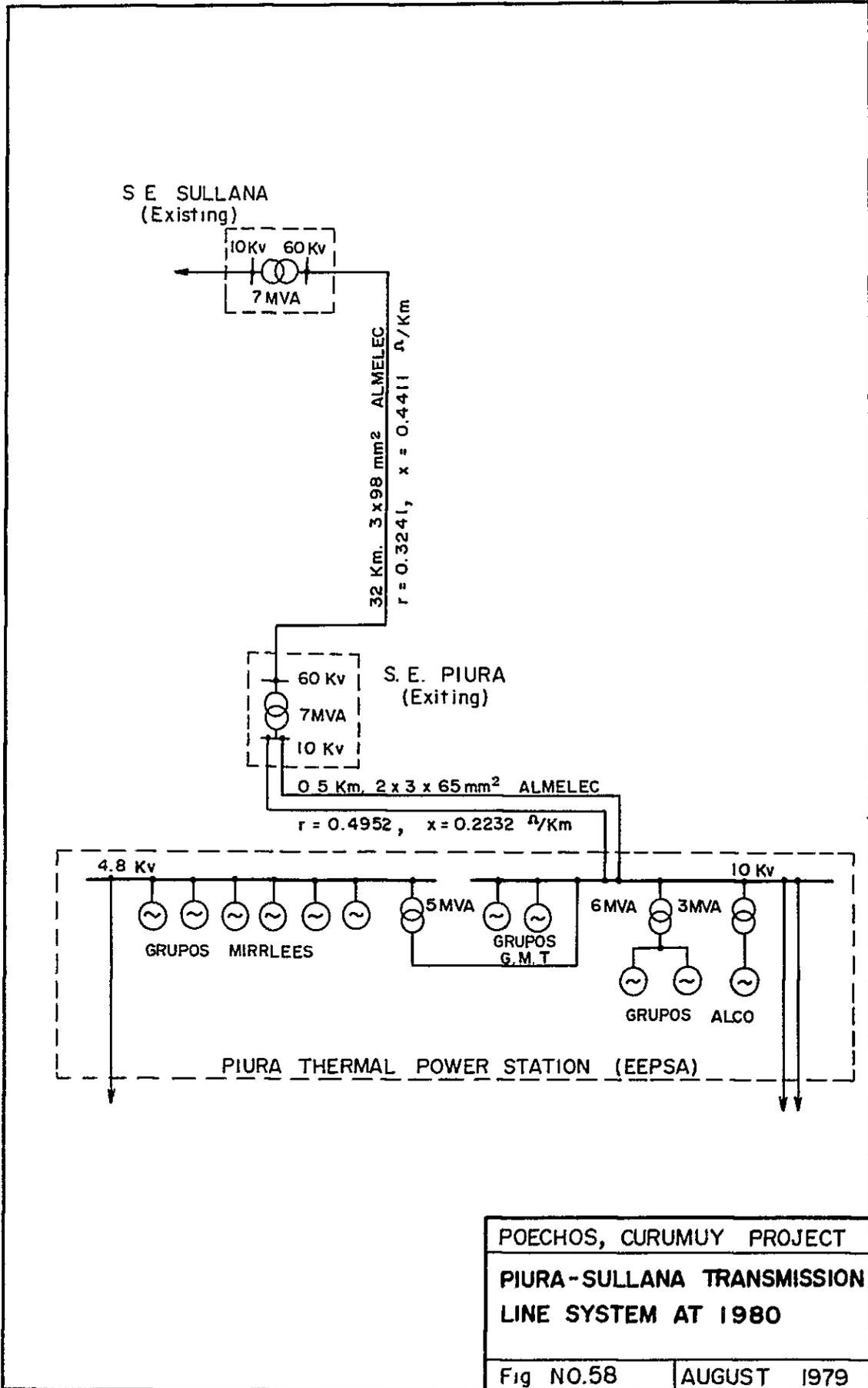


Table II-6-2. Piura Thermal Power Plant (EPPSA)

Group	No.	Rated Voltage (kV)	Rated Power (kVA)	Power Factor	Synchronous Reactance Xd (%)	Transient Reactance Xd' (%)	Sub-transient Reactance Xd'' (%)
Mirrieles	1	5.0	1.700	0.8	141	38	22
"	2	"	"	"	"	"	"
"	3	"	"	"	138	48	28
"	4	"	2.975	"	154	38	23
"	5	"	2.980	"	148	"	24
"	6	"	5.690	"	182	41	23
ALCO	1	2.9	3.125	"	190	32	19
"	2	"	"	"	"	"	"
"	3	"	"	"	"	"	"
G. M. T.	1	10.5	6.250	"	810	37	21
"	2	"	"	"	"	"	"
		5.0	6.250	0.8	182	41	23

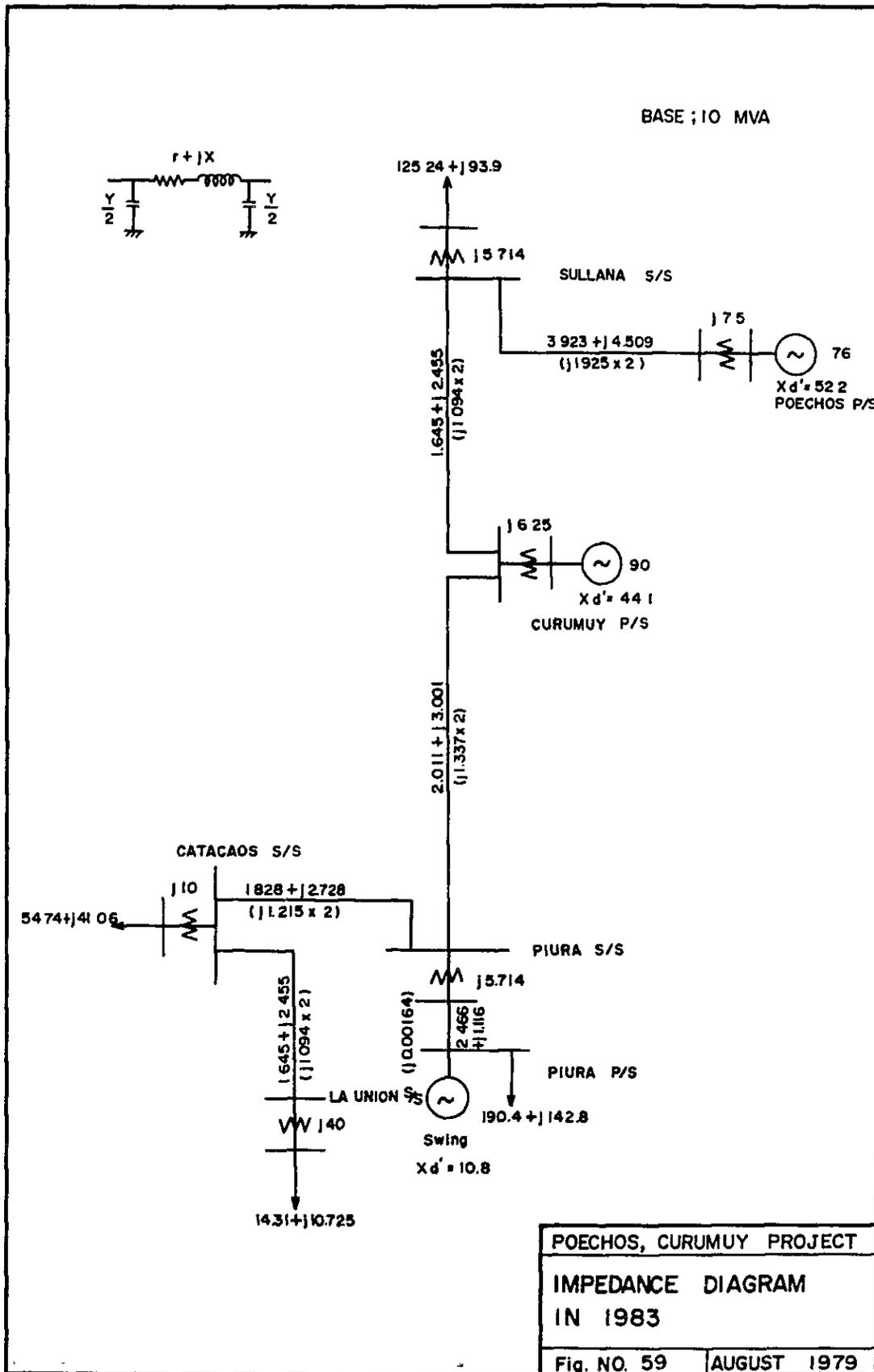
Hydroelectric Power Plant

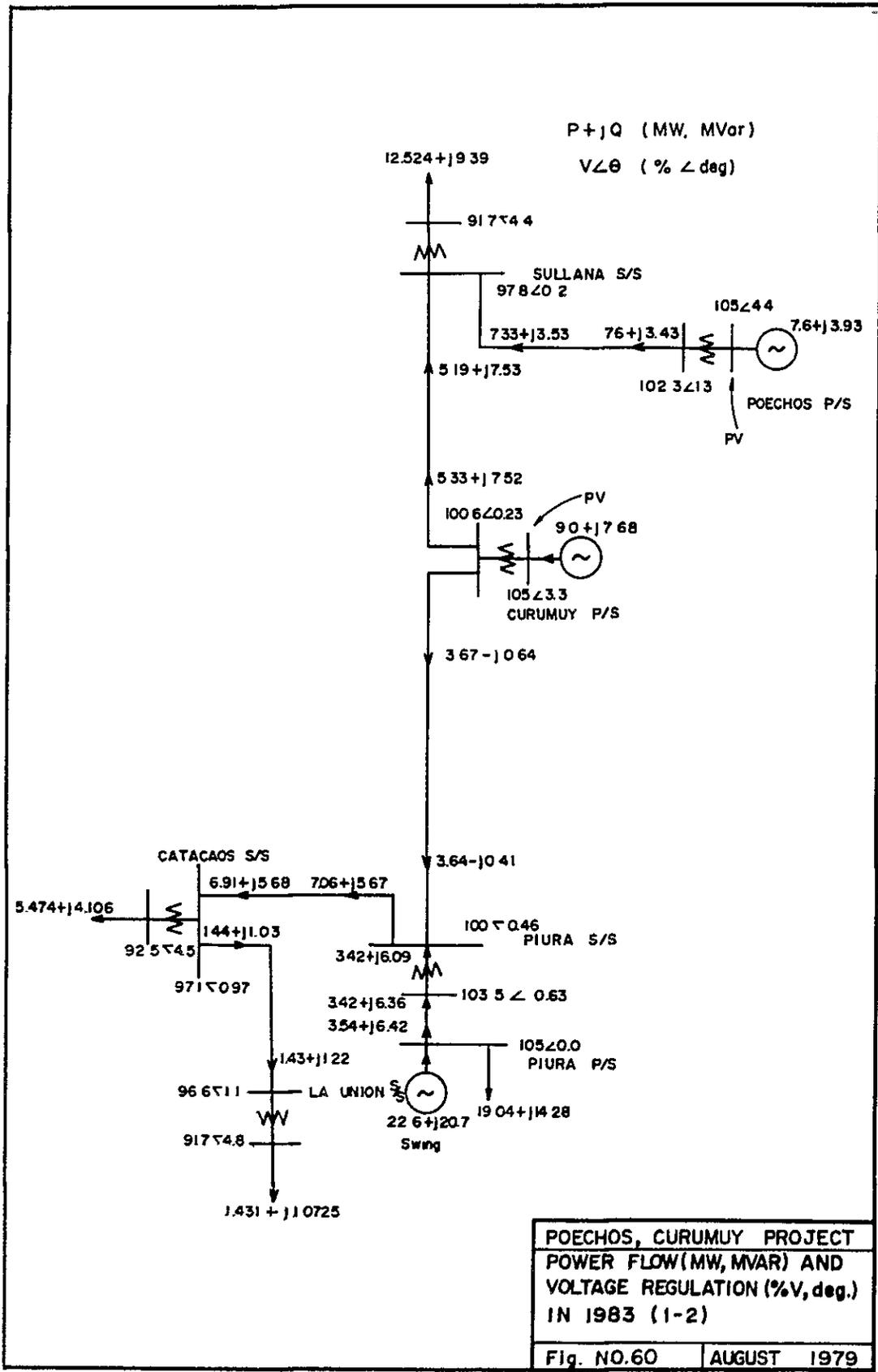
Yuscay	2	5.25	1.600	0.8	130	45	30
Poechos	2	10.5	6.250	"	"	"	"
Curumuy	3	"	"	"	"	"	"
Culqui	3	"	"	"	"	"	"

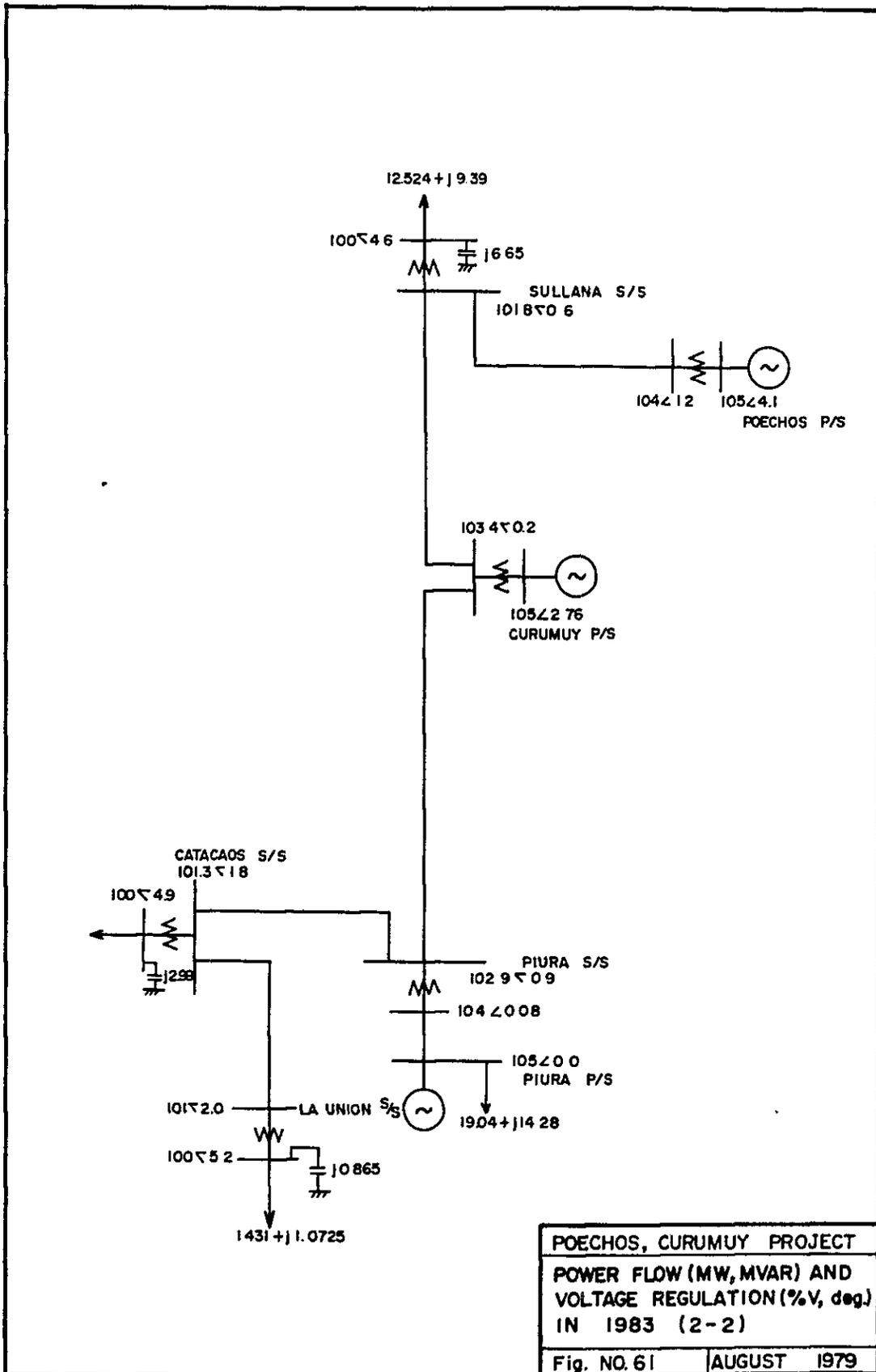
Table II-6-3. Transformers

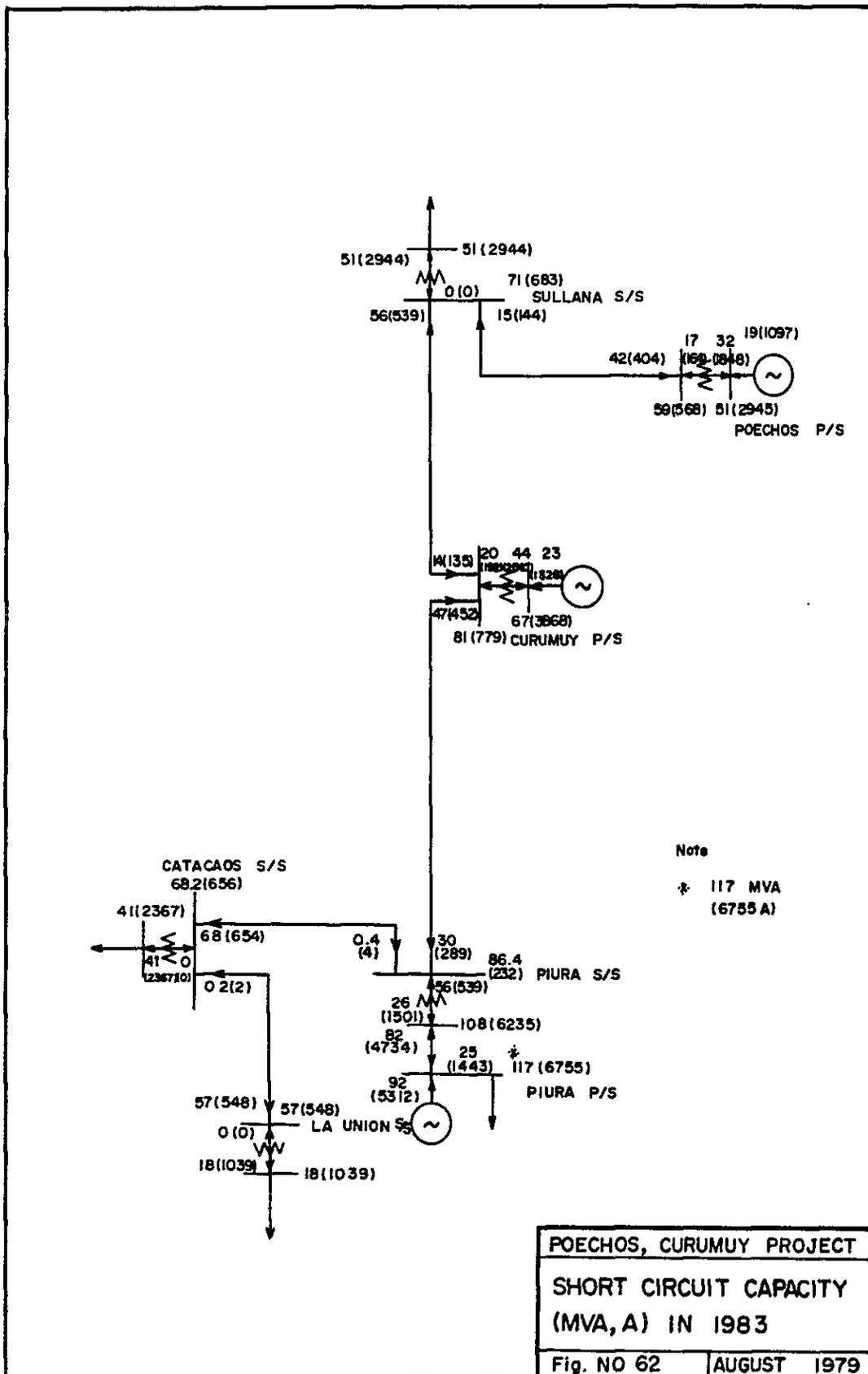
Substation	Power of Each Bank (kVA)	Bank No.	Relation (kV)
Piura Thermal Plant S. S.	7	2	60/10
Piura Oeste S. S.	-	1	220/60/10
Existing Sullana S. S.	7	2	60/10
Sullana Nueva S. S.	"	"	"
Catacaos S. S.	4	"	"
La Union S. S.	2	1	"
Chulucanas S. S.	4	2	"
La Toma S. S.	2	"	"
Cruceta S. S.	"	"	"

Circuit Breaker Relation of the Transformers 60/10 kV = 8%









第II部

第7章 工 事 費

第7章 工 事 費

7.1	工事費積算の基本条件	Ⅱ-7-1
7.2	工事費積算の範囲	Ⅱ-7-1
7.2.1	土木工事費	Ⅱ-7-1
7.2.2	機器類の費用	Ⅱ-7-1
7.2.3	予備費	Ⅱ-7-1
7.2.4	技術費および管理費	Ⅱ-7-1
7.2.5	建設中利子	Ⅱ-7-1
7.3	総工事費	Ⅱ-7-2

第7章 工 事 費

7.1 工事費積算の基本条件

Poechos, Curumuy 水力発電計画の工事費の積算にあたっては、計画地点の自然条件、地域条件、工事規模、現時点で期待し得る技術水準等を考慮した。物価は1979年3月の物価水準に基づくものとする。

7.2 工事費積算の範囲

工事費積算の範囲は、Poechos, Curumuy 水力発電計画の調整池、水路、発電所および発電所から既設の Piura-Sullana 送電線までの送、変電設備とする。この工事費には、準備工事費、技術費、管理費、補償費、建設中利子等を含めるものとする。

7.2.1 土木工事費

- (1) 工事数量は第6章の予備設計に基づき算出する。
- (2) 工事単価は Peru 共和国内における水力発電計画の実績を考慮し、これに Poechos, Curumuy 発電計画地点の地域条件を加味して算定する。

7.2.2 機器類の費用

水力機器、電気機器、変電機器、通信機器のすべて、並びに送電線、金物等の一部は外国において製作され供給されるものとする。これらの費用には、海上輸送費、保険料、荷卸し費、内陸輸送費、さらに現地における据付費用などが含まれる。

7.2.3 予備費

土木工事に対し約15%、発電機器、送、変電、通信機器に対して約5%程度を考慮した。また工事中、発電所運開後の管理事務所、宿舍の建設費、および送電線建設等に伴う土地取得、補償費として各々のプロジェクトに250,000US\$を計上した。

7.2.4 技術費および管理費

請負工事費の約10%を計上した。

7.2.5 建設中利子

所要資金は全て外国よりの借入れとし、建設中利子は年率10%を採用した。

7.3 総工事費

PoechosおよびCurumuy発電計画の実施に要する総工事費は、 32.63×10^6 US\$と算定された。

その内、Poechos発電所は 15.33×10^6 US\$でCurumuy発電所は 17.30×10^6 US\$であり、その工事数量、単価、工事費等の明細はTable II-7-1~II-7-15に示されている。

Table II-7-1 Total Construction Cost

Poechos & Curumuy Project

Unit : US\$

Work Item	Poechos Project			Curumuy Project			Total Cost		
	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
A. Direct Cost									
1. Civil Works	50,400	2,097,910	2,148,310	60,200	4,634,210	4,694,410	110,600	6,732,120	6,842,720
2. Hydraulic Equipment	352,800	151,200	504,000	1,124,200	481,800	1,606,000	1,477,000	633,000	2,110,000
3. Electrical Equipment	6,440,000	760,000	7,200,000	5,288,340	611,660	5,900,000	11,728,340	1,371,660	13,100,000
4. Transmission Line and Other Facilities	714,730	826,270	1,541,000	358,970	213,030	572,000	1,073,700	1,039,300	2,113,000
Total (A)	7,557,930	3,835,380	11,393,310	6,831,710	5,940,700	12,772,410	14,389,640	9,776,080	24,165,720
B. Indirect Cost									
1. Engineering and Administration	766,000	374,000	1,140,000	860,000	420,000	1,280,000	1,626,000	794,000	2,420,000
2. Contingency	383,000	651,600	1,034,600	347,600	1,010,400	1,358,000	730,600	1,662,000	2,392,600
Total (B)	1,149,000	1,025,600	2,174,600	1,207,600	1,430,400	2,638,000	2,356,600	2,456,000	4,812,600
Total (A + B)	8,706,930	4,860,980	13,567,910	8,039,310	7,371,100	15,410,410	16,746,240	12,232,080	28,978,320
C. Indirect Cost									
1. Interest during Construction	1,286,592	471,360	1,757,952	1,147,806	747,718	1,895,524	2,434,398	1,219,078	3,653,476
Total (C)	1,286,592	471,360	1,757,952	1,147,806	747,718	1,895,524	2,434,398	1,219,078	3,653,476
Grand Total (A + B + C)	9,993,522	5,332,340	15,325,862	9,187,116	8,118,818	17,305,934	19,180,638	13,451,158	32,631,796

Table II-7-2 Project Name ; Poechos

ANNUAL INVESTMENT SCHEDULE

Note : FC : Foreign Currency
LC : Local Currency
Unit : US\$

Work Item	1980			1981				1982				1983					
	Cost Total	Cost		(1/2)		(2/2)		(1/2)		(2/2)		(1/2)		(2/2)			
		FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC		
1. Civil Works	2,148,310	50,400	2,097,910					5,000	388,000	0	440,000	40,000	686,000	0	241,000	5,400	342,910
2. Hydraulic Equipment																	
2-1 Gate																	
Powerhouse	90,000	63,000	27,000					6,300	2,700	50,400	7,200	0	7,200	0	7,200	6,300	2,700
Tailrace	72,000	50,400	21,600					5,040	2,160	40,320	5,760	0	5,760	0	5,760	5,040	2,160
2-2 Penstock	342,000	239,400	102,600					23,940	10,260	191,520	30,000	0	52,080	0	0	23,940	10,260
Sub Total	504,000	352,800	151,200					35,280	15,120	282,240	42,960	0	65,040	0	12,960	35,280	15,120
3. Electrical Equipment	7,200,000	6,440,000	760,000					622,100	0	4,976,800	0	0	129,000	65,700	273,300	775,400	357,700
4. Transmission Lines & Other Facilities	1,541,000	714,730	826,270					71,470	0	571,780	0	0	0	0	150,000	71,480	676,270
Total (1 - 4)	11,393,310	7,557,930	3,835,380					733,850	403,120	5,830,820	482,960	40,000	88,040	65,700	677,260	887,560	1,392,000
5. Engineering and Administration	1,140,000	766,000	374,000	160,000	100,000	160,000	100,000	80,000	27,000	86,000	30,000	90,000	37,000	90,000	40,000	100,000	40,000
6. Contingency	1,034,600	383,000	651,600					37,000	290,000	292,000	48,000	2,000	88,000	5,000	68,000	47,000	157,600
Total (1 - 6)	13,567,910	8,706,930	4,860,980	160,000	100,000	160,000	100,000	850,850	720,120	6,208,820	560,960	132,000	1,005,040	160,700	785,260	1,034,560	1,589,600
7. Interest during Construction (10%)	1,757,952	1,286,592	471,360	2,667	1,667	10,667	6,667	30,183	22,000	162,033	55,350	371,200	90,800	378,283	137,383	331,559	157,493
Grand Total (1 - 7)	15,325,862	9,993,522	5,332,340	162,667	101,667	170,667	106,667	881,033	742,120	6,370,853	616,310	503,200	1,095,840	538,983	922,643	1,366,119	1,744,093

Table II-7-3 Project Name ; Curumuy

ANNUAL INVESTMENT SCHEDULE

Note : FC : Foreign Currency
 LC : Local Currency
 Unit : US\$

Work Item	Cost Total	Cost		1980				1981				1982				1983			
		FC	LC	(1/2)		(2/2)		(1/2)		(2/2)		(1/2)		(2/2)		(1/2)		(2/2)	
				FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
1. Civil Works	4,694,410	60,200	4,634,210					6,000	722,000	8,000	900,000	20,160	1,170,840	20,000	1,138,000	6,040	703,370		
2. Hydraulic Equipment																			
2-1 Gate	918,000	642,600	275,400					64,300	27,500	514,000	73,440	0	73,520	0	73,440	64,300	27,500		
2-2 Penstock	658,000	460,600	197,400					46,060	19,740	368,480	52,640	0	52,640	0	52,640	46,060	19,740		
2-3 Trash-rock	30,000	21,000	9,000					2,100	900	16,800	2,400	0	2,400	0	2,400	2,100	900		
Sub Total	1,606,000	1,124,200	481,800					112,460	48,140	899,280	128,480	0	128,560	0	128,480	112,460	48,140		
3. Electrical Equipment	5,900,000	5,288,340	611,660					528,830	61,170	4,230,680	0	0	163,100	0	163,100	528,830	224,290		
4. Transmission Line & Other Facilities	572,000	358,970	213,030					35,900	21,300	287,170	0	0	56,810	0	56,820	35,900	78,100		
Total (1 - 4)	12,772,410	6,831,710	5,940,700					683,190	852,610	5,425,130	1,028,480	20,160	1,519,310	20,000	1,486,400	683,230	1,053,900		
5. Engineering and Administration	1,280,000	860,000	420,000	160,000	100,000	160,000	100,000	90,000	40,000	90,000	45,000	120,000	45,000	120,000	45,000	120,000	45,000		
6. Contingency	1,358,000	347,600	1,010,400					34,000	335,000	271,000	103,000	1,000	152,000	1,000	149,000	40,600	271,400		
Total (1 - 6)	15,410,410	8,039,310	7,371,100	160,000	100,000	160,000	100,000	807,190	1,227,610	5,786,130	1,176,480	141,160	1,716,310	141,000	1,680,400	843,830	1,370,300		
7. Interest during Construction	1,895,524	1,147,806	747,718	2,670	1,670	10,670	6,670	29,450	30,467	152,783	91,000	348,000	158,800	355,050	244,000	249,183	215,111		
Grand Total (1 - 7)	17,305,934	9,187,116	8,118,818	162,670	101,670	170,670	106,670	836,640	1,258,077	5,938,913	1,267,480	489,160	1,875,110	496,050	1,924,400	1,093,013	1,585,411		

Table II-7-4 Total Construction Cost Poechos
Unit : US\$

No.	Works	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
A. Direct Cost				
1.	Civil Works	50,400	2,097,910	2,148,310
2.	Hydraulic Equipment	352,800	151,200	504,000
3.	Electrical Equipment	6,440,000	760,000	7,200,000
4.	Transmission Line and Other Facilities	714,730	826,270	1,541,000
	Total (A)	7,557,930	3,835,380	11,393,310
B. Indirect Cost				
1.	Engineering and Administration	766,000	374,000	1,140,000
2.	Contingency	383,000	651,600	1,034,600
	Total (B)	1,149,000	1,025,600	2,174,600
	Total (A + B)	8,706,930	4,860,980	13,567,910
C. Indirect Cost				
1.	Interest during Construction	1,286,592	471,360	1,757,952
	Total (C)	1,286,592	471,360	1,757,952
Grand Total (A + B + C)		9,993,522	5,332,340	15,325,862

Table II-7-5 Construction Cost

Poechos

Unit : US\$

No.	Works	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
A. Direct Cost				
1. Civil Works				
1-1	Penstock	-	415,000	415,000
1-2	Powerhouse	50,400	1,154,600	1,205,000
1-3	Tailrace	-	469,000	469,000
1-4	Switchyard	-	14,310	14,310
1-5	Access Road	-	45,000	45,000
	Sub-Total (1)	50,400	2,097,910	2,148,310
2. Hydraulic Equipment				
2-1	Gate	113,400	48,600	162,000
2-2	Penstock	239,400	102,600	342,000
	Sub-Total (2)	352,800	151,200	504,000
3. Electrical Equipment				
	Sub-Total (3)	6,440,000	760,000	7,200,000
4. Transmission Line and Other Facilities				
	Sub-Total (4)	714,730	826,270	1,541,000
	Total (1 - 4)	7,557,930	3,835,380	11,393,310

Table II-7-6

1. Civil Works

Poechos

1-1 Penstock

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	8,500	5	-	42,500	42,500
2.	Open Excavation Rock	"	1,800	8	-	14,400	14,400
3.	Shaft Excavation	"	900	40	-	36,000	36,000
4.	Rock-fill	"	8,900	2	-	17,800	17,800
5.	Concrete	"	1,024	160	-	163,840	163,840
6.	Shaft Concrete	"	670	180	-	120,600	120,600
7.	Others	LS	1	-	-	19,860	19,860
Sub-Total					-	415,000	415,000

1-2 Powerhouse

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	21,400	5	-	107,000	107,000
2.	Open Excavation Rock	"	5,600	10	-	56,000	56,000
3.	Rock-fill	"	1,800	2	-	3,600	3,600
4.	Wall Concrete	"	990	180	-	178,200	178,200
5.	Foundation Concrete	"	1,300	160	-	208,000	208,000
6.	Casing Concrete	"	510	160	-	81,600	81,600
7.	Barrel Concrete	"	100	180	-	18,000	18,000
8.	Pillar, Slab Concrete	"	870	180	-	156,600	156,600
9.	Steel Structure	Ton	60	1,200	50,400	21,600	72,000
10.	Architecture	m ³	5,250	50	-	262,500	262,500
11.	Others	LS	1	-	-	61,500	61,500
Sub-Total					50,400	1,154,600	1,205,000

1-3 Tailrace

Pochos

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	16,000	5	-	80,000	80,000
2.	Open Excavation Rock	"	6,800	10	-	68,000	68,000
3.	Rock-fill	"	1,100	2	-	2,200	2,200
4.	Concrete	"	1,830	160	-	292,800	292,800
5.	Others	LS	1	-	-	26,000	26,000
Sub-Total					-	469,000	469,000

1-4 Switchyard

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	312	3	-	936	936
2.	Concrete	"	60	160	-	9,600	9,600
3.	Roadbed Works	"	156	5	-	780	780
4.	Gravel	"	156	10	-	1,560	1,560
5.	Concrete Gutter "U"	m	50	15	-	750	750
6.	Others	LS	1	-	-	684	684
Sub-Total					-	14,310	14,310

1-5 Access Road

Poechos

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	12,100	3	-	36,300	36,300
2.	Road-bed Works	"	350	7	-	2,450	2,450
3.	Gravel	"	70	5	-	350	350
4.	Concrete Gutter "U"	m	210	15	-	3,150	3,150
5.	Drainage Pipe	"	50	10	-	500	500
6.	Concrete	m ³	3	160	-	480	480
7.	Others	LS	1	-	-	1,770	1,770
	Sub-Total				-	45,000	45,000
	Total				50,400	2,097,910	2,148,310

Table II-7-7

2. Hydraulic Equipment

Poechos

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
2-1 Gate							
1.	Powerhouse	Ton	15	6,000	63,000	27,000	90,000
2.	Tailrace	"	12	6,000	50,400	21,600	72,000
Sub-Total					113,400	48,600	162,000
2-2 Penstock							
1.	Penstock	Ton	114	3,000	239,400	102,600	342,000
Sub-Total					239,400	102,600	342,000
Total					352,800	151,200	504,000

Table II-7-8

3. Electrical Equipment

Poechos

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Turbine	Unit	2		3,219,050	-	3,219,050
2.	Generator	"	2		1,209,520	-	1,209,520
3.	Main Transformer	"	1		121,430	-	121,430
4.	Auxiliary Equipment	Set	1		809,520	-	809,520
5.	Crane	Set	1		107,140	-	107,140
6.	Switchyard Equipment (Outdoor)	"	1		138,100	-	138,100
	Sub-Total (1 - 6)				5,604,760	-	5,604,760
7.	Insurance, Sea Transportation	LS	1		616,240	-	616,240
	Sub-Total (7)				616,240	-	616,240
	Sub-Total (1 - 7), CIF				6,221,000	-	6,221,000
8.	Inland Transportation	LS	1		-	249,000	249,000
9.	Installation	"	1		219,000	511,000	730,000
	Sub-Total (8 + 9)				219,000	760,000	979,000
	Total (1 - 9)				6,440,000	760,000	7,200,000

Table II-7-9

4. Transmission Line and Other Facilities

Poechos

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Transmission Line (66 kV, 33 km)	LS	1		125,700	326,200	451,900
2.	Telecommunication Equipment	"	1		303,900	-	303,900
3.	Substation (Sullana S.S.)	"	1		214,300	13,200	227,500
	Sub-Total (1 - 3)				643,900	339,400	983,300
4.	Insurance, Sea Transportation	LS	1		70,830	-	70,830
	Sub-Total (4)				70,830	-	70,830
	Sub-Total (1 - 4), CIF				714,730	339,400	1,054,130
5.	Inland Trans- portation	LS	1		-	42,180	42,180
6.	Installation	"	1		-	444,690	444,690
	Sub-Total (5 - 6)				-	486,870	486,870
	Total (1 - 6)				714,730	826,270	1,541,000

Table II-7-10 Total Construction Cost Curumuy
Unit : US\$

No.	Works	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
A. Direct Cost				
1.	Civil Works	60,200	4,634,210	4,694,410
2.	Hydraulic Equipment	1,124,200	481,800	1,606,000
3.	Electrical Equipment	5,288,340	611,660	5,900,000
4.	Transmission Line and Other Facilities	358,970	213,030	572,000
	Total (A)	6,831,710	5,940,700	12,772,410
B. Indirect Cost				
1.	Engineering and Administration	860,000	420,000	1,280,000
2.	Contingency	347,600	1,010,400	1,358,000
	Total (B)	1,207,600	1,430,400	2,638,000
	Total (A + B)	8,039,310	7,371,100	15,410,410
C. Indirect Cost				
1.	Interest during Construction	1,147,806	747,718	1,895,524
	Total (C)	1,147,806	747,718	1,895,524
Grand Total (A + B + C)		9,187,116	8,118,818	17,305,934

Table II-7-11 Construction Cost

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
A. Direct Cost				
1. Civil Works				
1-1	Intake	-	653,000	653,000
1-2	Regulating Pondage	5,000	1,895,000	1,900,000
1-3	Penstock	5,000	252,130	257,130
1-4	Powerhouse	45,200	1,208,800	1,254,000
1-5	Tailrace	5,000	548,000	553,000
1-6	Switchyard	-	25,280	25,280
1-7	Access Road	-	52,000	52,000
	Sub-Total (1)	60,200	4,634,210	4,694,410
2. Hydraulic Equipment				
2-1	Gate	642,600	275,400	918,000
2-2	Penstock	460,600	197,400	658,000
2-3	Trash-rock	21,000	9,000	30,000
	Sub-Total (2)	1,124,200	481,800	1,606,000
3. Electrical Equipment				
	Sub-Total (3)	5,288,340	611,660	5,900,000
4. Transmission Line and Other Facilities				
	Sub-Total (4)	358,970	213,030	572,000
	Total (1 - 4)	6,831,710	5,940,700	12,772,410

Table II-7-12

1. Civil Works

Curumuy

1-1 Intake

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	17,000	3	-	51,000	51,000
2.	Back-fill	"	4,300	2	-	8,600	8,600
3.	Break Concrete	"	290	30	-	8,700	8,700
4.	Clay Gravel	"	1,100	5	-	5,500	5,500
5.	Lean Concrete	"	220	90	-	19,800	19,800
6.	Concrete	"	3,220	160	-	515,200	515,200
7.	Others	LS	1	-	-	44,200	44,200
Sub-Total					-	653,000	653,000

1-2 Regulating Pondage

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	163,000	3	-	489,000	489,000
2.	Banking	"	4,000	3	-	12,000	12,000
3.	Back-fill	"	1,600	2	-	3,200	3,200
4.	Concrete	"	680	200	-	136,000	136,000
5.	Asbestos Drain Pipe						
	600ϕ	m	910	80	-	72,800	72,800
	500ϕ	"	1,000	60	-	60,000	60,000
	200ϕ	"	350	12	-	4,200	4,200
6.	Steel Drain Pipe 600ϕ	Ton	120	1,200	-	144,000	144,000
7.	Clay Gravel	m ³	6,980	5	-	34,900	34,900
8.	Asphalt Pavement	m ²	34,600	20	-	692,000	692,000
9.	Filter Material	m ³	20,950	7	-	146,650	146,650
10.	Metal Works	Ton	5	2,000	5,000	5,000	10,000
11.	Others	LS	1	-	-	95,250	95,250
Sub-Total					5,000	1,895,000	1,900,000

1-3 Penstock

Curumuy

Unit : USR

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth (Under EL. 23.00)	m ³	4,450	13	-	57,850	57,850
2.	Open Excavation Earth (Upper El. 23.00)	"	24,680	5	-	123,400	123,400
3.	Back-fill	"	15,570	2	-	31,140	31,140
4.	Clay Gravel	"	1,140	5	-	5,700	5,700
5.	Plain Concrete	"	120	90	-	10,800	10,800
6.	Metal Works	Ton	5	2,000	5,000	5,000	10,000
7.	Concrete Drain Pipe	m	100	60	-	6,000	6,000
8.	Others	LS	1	-	-	12,240	12,240
	Sub-Total				5,000	252,130	257,130

1-4 Powerhouse

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth (Under EL. 23.00)	m ³	7,350	13	-	95,550	95,550
2.	Open Excavation Earth (Upper EL. 23.00)	"	10,720	5	-	53,600	53,600
3.	Back-fill	"	10,300	2	-	20,600	20,600
4.	Clay Gravel	"	300	5	-	1,500	1,500
5.	Plain Concrete	"	100	90	-	9,000	9,000
6.	Foundation Concrete	"	1,270	160	-	203,200	203,200
7.	Pillar, Slub Concrete	"	1,950	180	-	351,000	351,000
8.	Casing Concrete	"	240	180	-	43,200	43,200
9.	Barrel Concrete	"	70	180	-	12,600	12,600
10.	Building Concrete (Upper EL. 31.00)	"	630	180	-	113,400	113,400
11.	Metal Works	Ton	20	2,000	20,000	20,000	40,000
12.	Steel Structure	"	30	1,200	25,200	10,800	36,000
13.	Architecture	m ³	4,300	50	-	215,000	215,000
14.	Others	LS	1	-	-	59,350	59,350
Sub-Total					45,200	1,208,800	1,254,000

1-5 Tailrace

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth (under EL. 23.00)	m ³	5,900	13	-	76,700	76,700
2.	Open Excavation Earth (Upper EL. 23.00)	"	11,100	5	-	55,500	55,500
3.	Back-fill	"	7,000	2	-	14,000	14,000
4.	Clay Gravel	"	1,200	5	-	6,000	6,000
5.	Lean Concrete	"	160	90	-	14,400	14,400
6.	Wall, Pillar, Slub Concrete	"	1,570	160	-	251,200	251,200
7.	Foundation Concrete	"	420	120	-	50,400	50,400
8.	Masonry	m ²	1,210	40	-	48,400	48,400
9.	Metal Works	Ton	5	2,000	5,000	5,000	10,000
10.	Others	LS	1	-	-	26,400	26,400
Sub-Total					5,000	548,000	553,000

1-6 Switchyard

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation	m ³	722	3	-	2,166	2,166
2.	Concrete	"	96	160	-	15,360	15,360
3.	Clay Gravel	"	361	5	-	1,805	1,805
4.	Gravel	"	361	10	-	3,610	3,610
5.	Concrete Gutter "U"	m	75	15	-	1,125	1,125
6.	Others	LS	1	-	-	1,214	1,214
Sub-Total					-	25,280	25,280

1-7 Access Road

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Open Excavation Earth	m ³	14,000	3	-	42,000	42,000
2.	Roadbed Works	"	250	7	-	1,750	1,750
3.	Gravel	"	70	5	-	350	350
4.	Concrete Gutter "U"	m	250	15	-	3,750	3,750
5.	Drainage Pipe	"	50	10	-	500	500
6.	Concrete	m ³	5	160	-	800	800
7.	Others	LS	1	-	-	2,850	2,850
	Sub-Total				-	52,000	52,000

Table II-7-13

2. Hydraulic Equipment

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Cost Total
2-1 Gate							
1.	Intake	Ton	40	6,000	168,000	72,000	240,000
2.	Regulating Pondage	"	96	6,000	403,200	172,800	576,000
3.	Powerhouse	"	17	6,000	71,400	30,600	102,000
Sub-Total					642,600	275,400	918,000
2-2 Penstock							
1.	Penstock	Ton	235	2,800	460,600	197,400	658,000
Sub-Total					460,600	197,400	658,000
2-3 Trash-rack							
1.	Trash-rack	Ton	10	3,000	21,000	9,000	30,000
Sub-Total					21,000	9,000	30,000
Total					1,124,200	481,800	1,606,000

Table II-7-14

3. Electrical Equipment

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Turbine	Unit	2		2,047,620	-	2,047,620
2.	Generator	"	2		1,371,430	-	1,371,430
3.	Main Transformer	"	1		144,290	-	144,290
4.	Auxiliary Equip- ment	Set	1		615,240	-	615,240
5.	Crane	"	1		100,000	-	100,000
6.	Switchyard Equip- ment (Outdoor)	"	1		328,570	-	328,570
	Sub-Total (1 - 6)				4,607,150	-	4,607,150
7.	Insurance, Sea Transportation	LS	1		506,790	-	506,790
	Sub-Total (7)				506,790	-	506,790
	Sub-Total (1 - 7), CIF				5,113,940	-	5,113,940
8.	Inland Trans- portation	LS	1		-	204,600	204,600
9.	Installation	"	1		174,400	407,060	581,460
	Sub-Total (8 - 9)				174,400	611,660	786,060
	Total (1 - 9)				5,288,340	611,660	5,900,000

Table II-7-15

4. Transmission Line and Other Facilities

Curumuy

Unit : US\$

No.	Works	Unit	Quantity	Unit Cost	Foreign Currency	Local Currency	Total Cost
1.	Transmission Line (66 kV, 33 km)	LS	1		37,200	57,600	94,800
2.	Telecommunication Equipment	"	1		286,200	-	286,200
	Sub-Total (1 - 2)				323,400	57,600	381,000
3.	Insurance, Sea Transportation	LS	1		35,570	-	35,570
	Sub-Total (3)				35,570	-	35,570
	Sub-Total (1 - 3)				358,970	57,600	416,570
4.	Inland Trans- portation	LS	1		-	16,670	16,670
5.	Installation	"	1		-	138,760	138,760
	Sub-Total (4 - 5)				-	155,430	155,430
	Total (1 - 5)				358,970	213,030	572,000