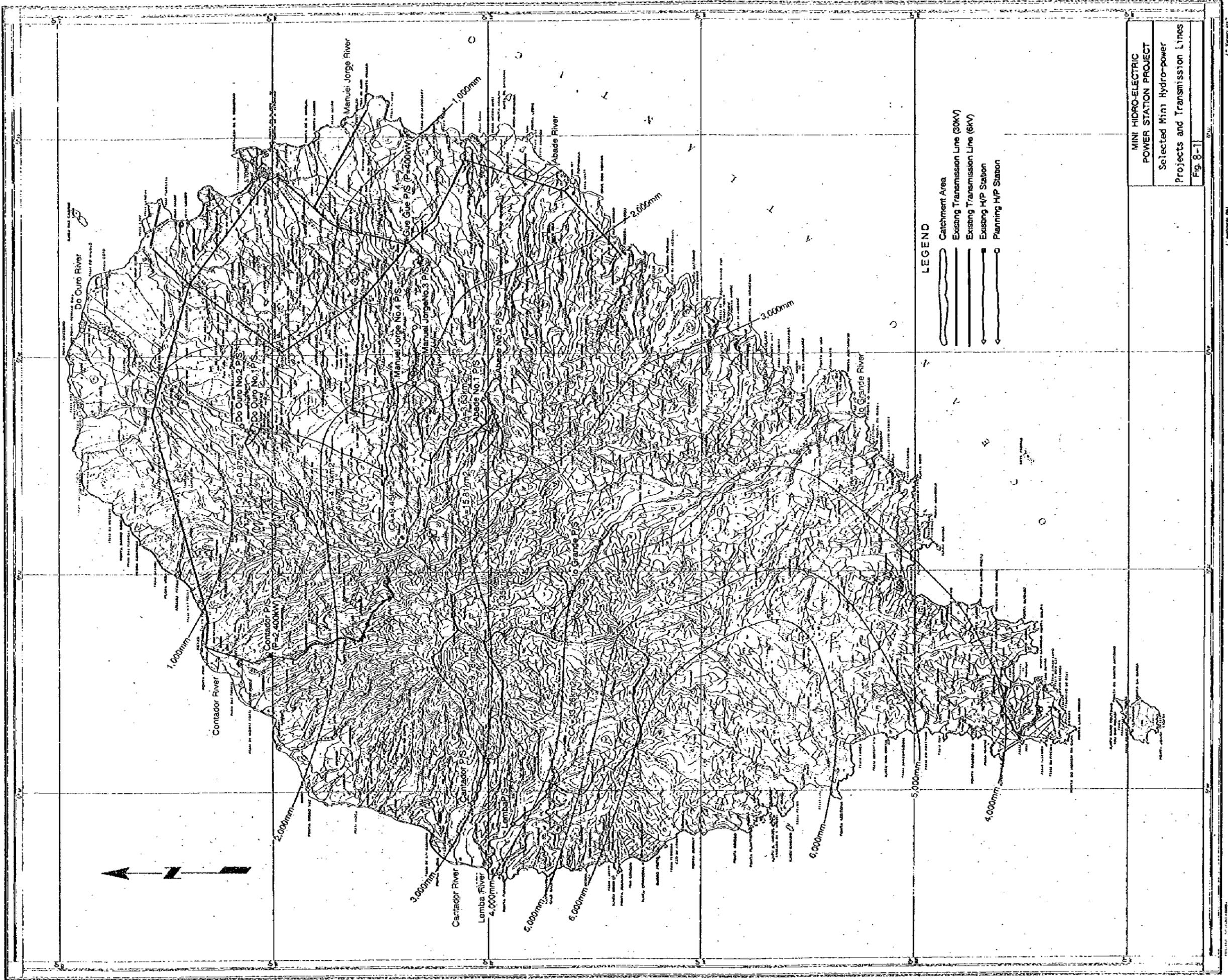


CARTA DA ILHA DE S. TOMÉ



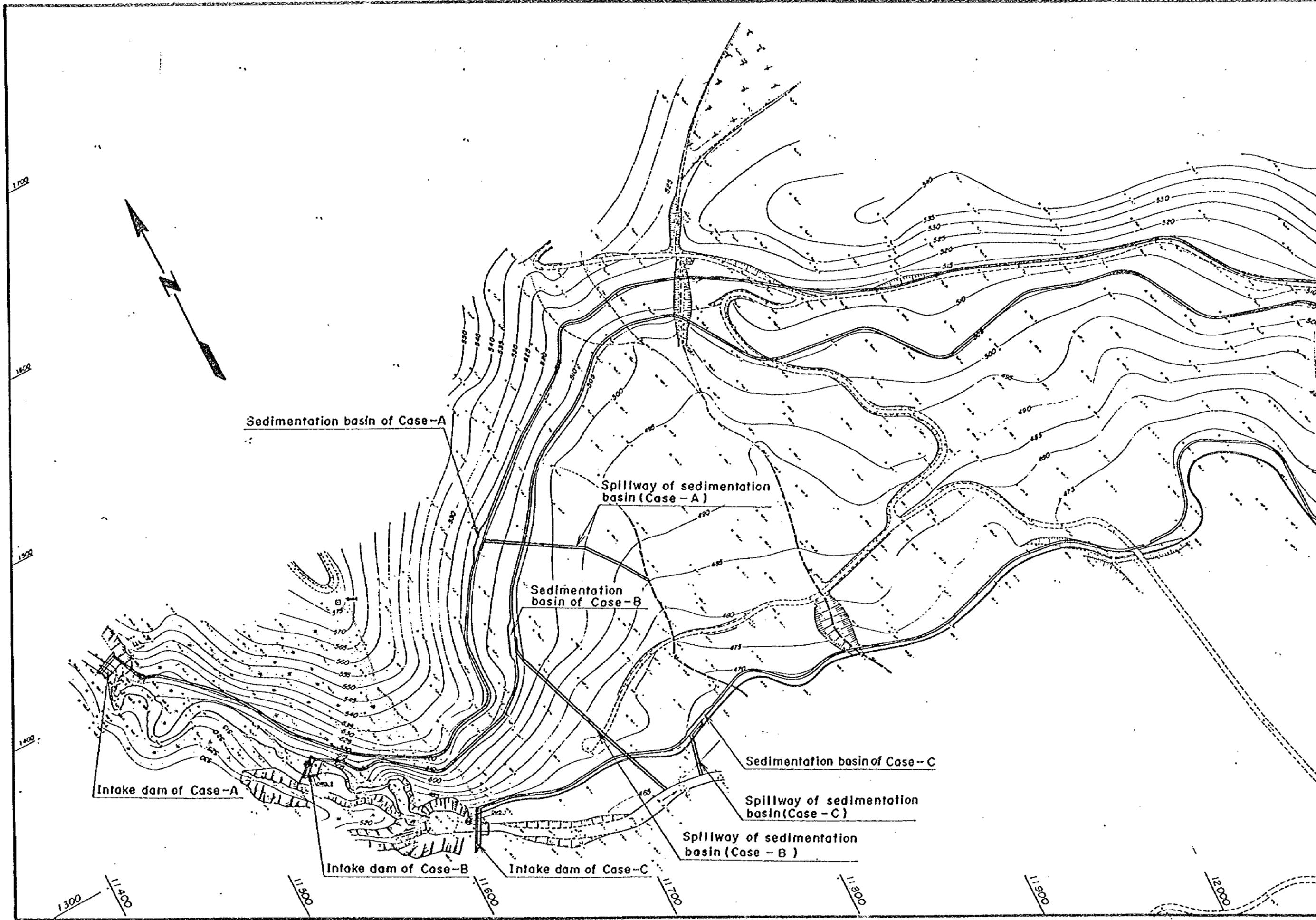
Projeto executivo do S. T. H. - Planície hidroeléctrica (Fig. 8-1)

ESCALA 1:75.000

MINI-HIDRO-ELECTRIC
POWER STATION PROJECT
Selected Mini Hydro-power
Projects and Transmission Lines
Fig. 8-1

CONVENÇÕES

Simbol	Descrição	Simbol	Descrição	Simbol	Descrição
(Symbol)	Áreas de captação	(Symbol)	Linhas de transmissão existentes (30KV)	(Symbol)	Linhas de transmissão existentes (6KV)
(Symbol)	Estações hidroeléctricas existentes	(Symbol)	Estações hidroeléctricas a planejar	(Symbol)	Contorno de 1000 metros
(Symbol)	Contorno de 2000 metros	(Symbol)	Contorno de 3000 metros	(Symbol)	Contorno de 4000 metros
(Symbol)	Contorno de 5000 metros	(Symbol)	Contorno de 6000 metros	(Symbol)	Contorno de 7000 metros
(Symbol)	Contorno de 8000 metros	(Symbol)	Contorno de 9000 metros	(Symbol)	Contorno de 10000 metros
(Symbol)	Contorno de 11000 metros	(Symbol)	Contorno de 12000 metros	(Symbol)	Contorno de 13000 metros
(Symbol)	Contorno de 14000 metros	(Symbol)	Contorno de 15000 metros	(Symbol)	Contorno de 16000 metros
(Symbol)	Contorno de 17000 metros	(Symbol)	Contorno de 18000 metros	(Symbol)	Contorno de 19000 metros
(Symbol)	Contorno de 20000 metros	(Symbol)	Contorno de 21000 metros	(Symbol)	Contorno de 22000 metros
(Symbol)	Contorno de 23000 metros	(Symbol)	Contorno de 24000 metros	(Symbol)	Contorno de 25000 metros
(Symbol)	Contorno de 26000 metros	(Symbol)	Contorno de 27000 metros	(Symbol)	Contorno de 28000 metros
(Symbol)	Contorno de 29000 metros	(Symbol)	Contorno de 30000 metros	(Symbol)	Contorno de 31000 metros
(Symbol)	Contorno de 32000 metros	(Symbol)	Contorno de 33000 metros	(Symbol)	Contorno de 34000 metros
(Symbol)	Contorno de 35000 metros	(Symbol)	Contorno de 36000 metros	(Symbol)	Contorno de 37000 metros
(Symbol)	Contorno de 38000 metros	(Symbol)	Contorno de 39000 metros	(Symbol)	Contorno de 40000 metros
(Symbol)	Contorno de 41000 metros	(Symbol)	Contorno de 42000 metros	(Symbol)	Contorno de 43000 metros
(Symbol)	Contorno de 44000 metros	(Symbol)	Contorno de 45000 metros	(Symbol)	Contorno de 46000 metros
(Symbol)	Contorno de 47000 metros	(Symbol)	Contorno de 48000 metros	(Symbol)	Contorno de 49000 metros
(Symbol)	Contorno de 50000 metros	(Symbol)	Contorno de 51000 metros	(Symbol)	Contorno de 52000 metros
(Symbol)	Contorno de 53000 metros	(Symbol)	Contorno de 54000 metros	(Symbol)	Contorno de 55000 metros
(Symbol)	Contorno de 56000 metros	(Symbol)	Contorno de 57000 metros	(Symbol)	Contorno de 58000 metros
(Symbol)	Contorno de 59000 metros	(Symbol)	Contorno de 60000 metros	(Symbol)	Contorno de 61000 metros
(Symbol)	Contorno de 62000 metros	(Symbol)	Contorno de 63000 metros	(Symbol)	Contorno de 64000 metros
(Symbol)	Contorno de 65000 metros	(Symbol)	Contorno de 66000 metros	(Symbol)	Contorno de 67000 metros
(Symbol)	Contorno de 68000 metros	(Symbol)	Contorno de 69000 metros	(Symbol)	Contorno de 70000 metros
(Symbol)	Contorno de 71000 metros	(Symbol)	Contorno de 72000 metros	(Symbol)	Contorno de 73000 metros
(Symbol)	Contorno de 74000 metros	(Symbol)	Contorno de 75000 metros	(Symbol)	Contorno de 76000 metros
(Symbol)	Contorno de 77000 metros	(Symbol)	Contorno de 78000 metros	(Symbol)	Contorno de 79000 metros
(Symbol)	Contorno de 80000 metros	(Symbol)	Contorno de 81000 metros	(Symbol)	Contorno de 82000 metros
(Symbol)	Contorno de 83000 metros	(Symbol)	Contorno de 84000 metros	(Symbol)	Contorno de 85000 metros
(Symbol)	Contorno de 86000 metros	(Symbol)	Contorno de 87000 metros	(Symbol)	Contorno de 88000 metros
(Symbol)	Contorno de 89000 metros	(Symbol)	Contorno de 90000 metros	(Symbol)	Contorno de 91000 metros
(Symbol)	Contorno de 92000 metros	(Symbol)	Contorno de 93000 metros	(Symbol)	Contorno de 94000 metros
(Symbol)	Contorno de 95000 metros	(Symbol)	Contorno de 96000 metros	(Symbol)	Contorno de 97000 metros
(Symbol)	Contorno de 98000 metros	(Symbol)	Contorno de 99000 metros	(Symbol)	Contorno de 100000 metros



Sedimentation basin of Case-A

Spillway of sedimentation basin (Case - A)

Sedimentation basin of Case-B

Sedimentation basin of Case-C

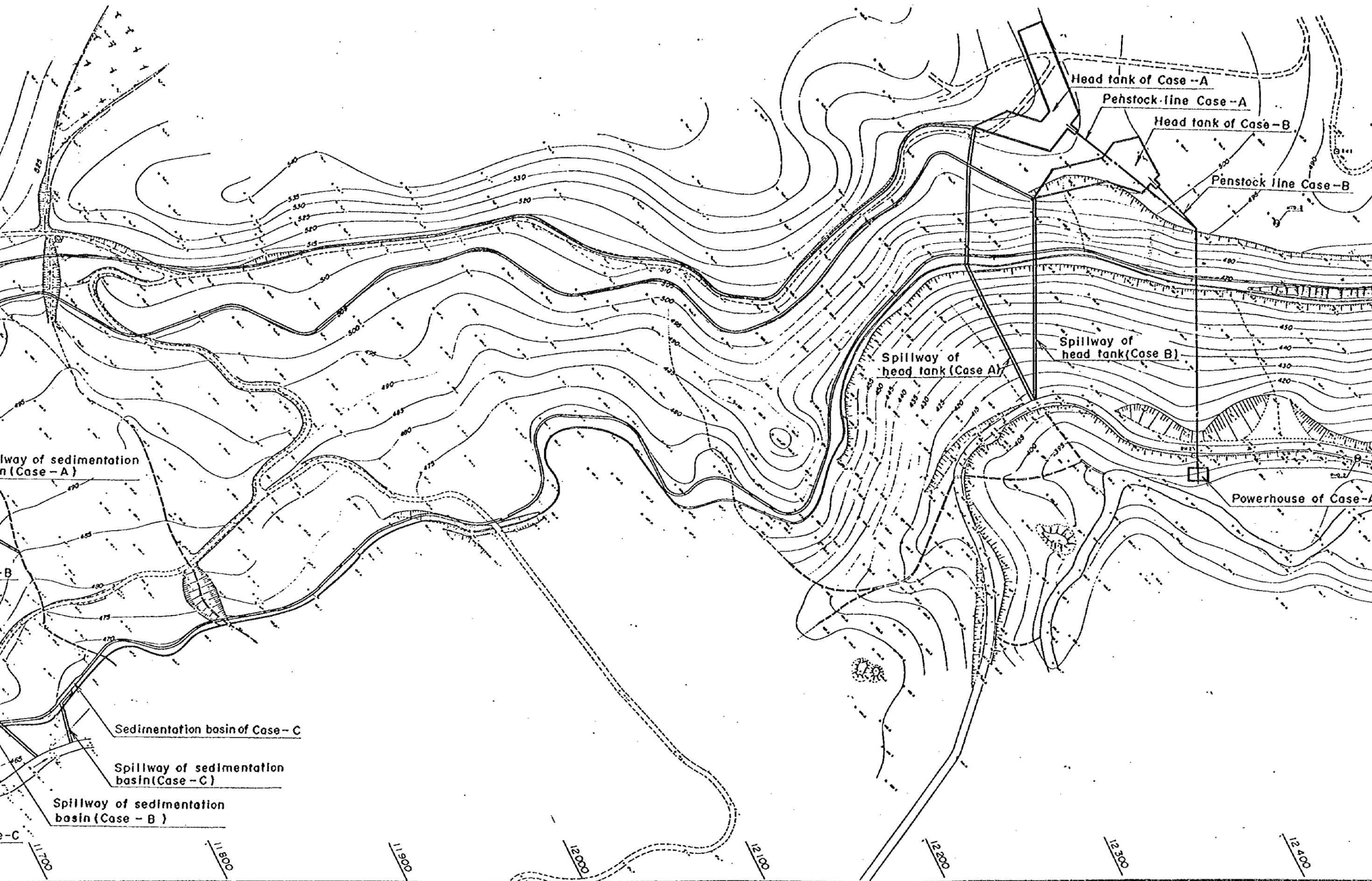
Spillway of sedimentation basin (Case - C)

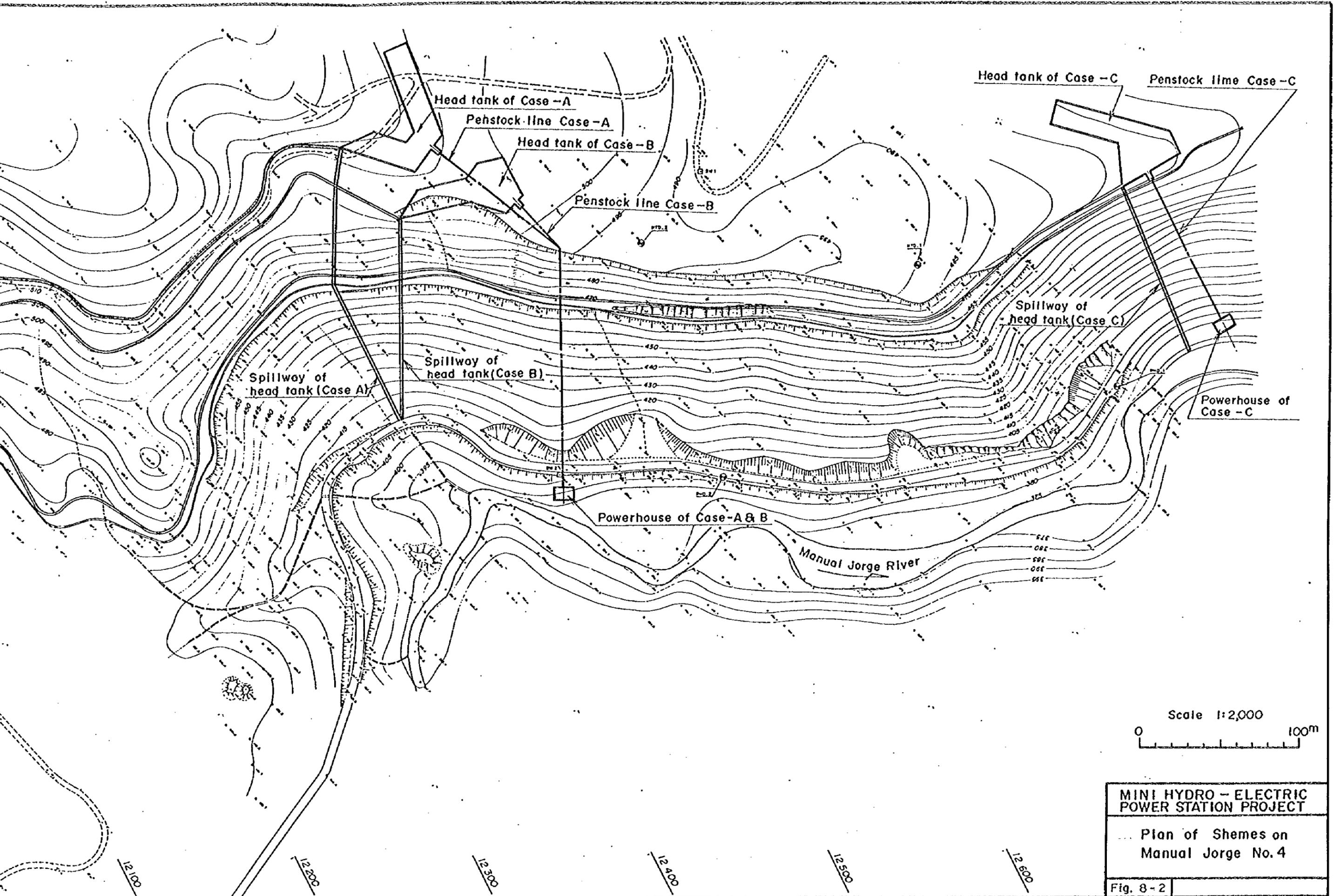
Spillway of sedimentation basin (Case - B)

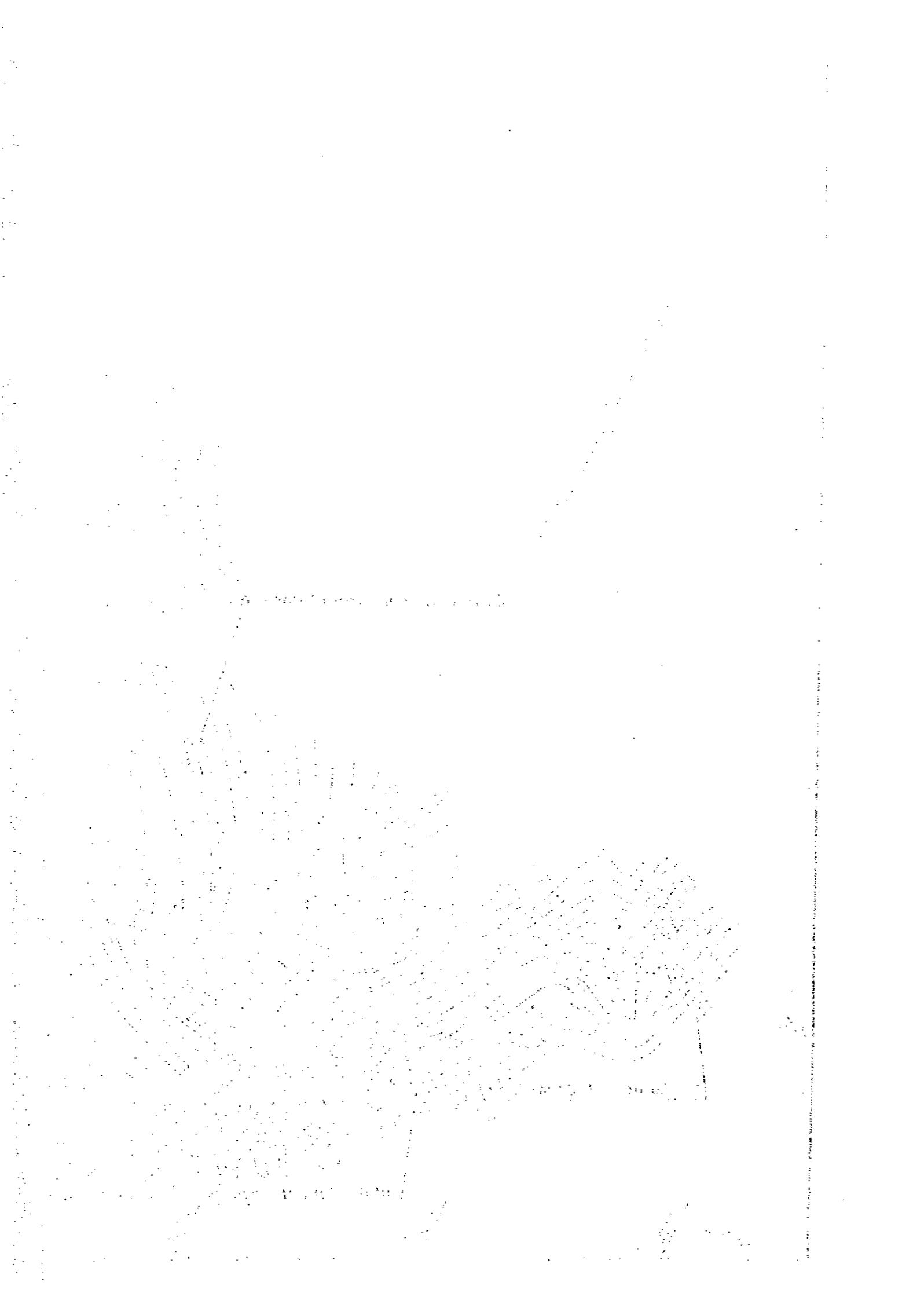
Intake dam of Case-A

Intake dam of Case-B

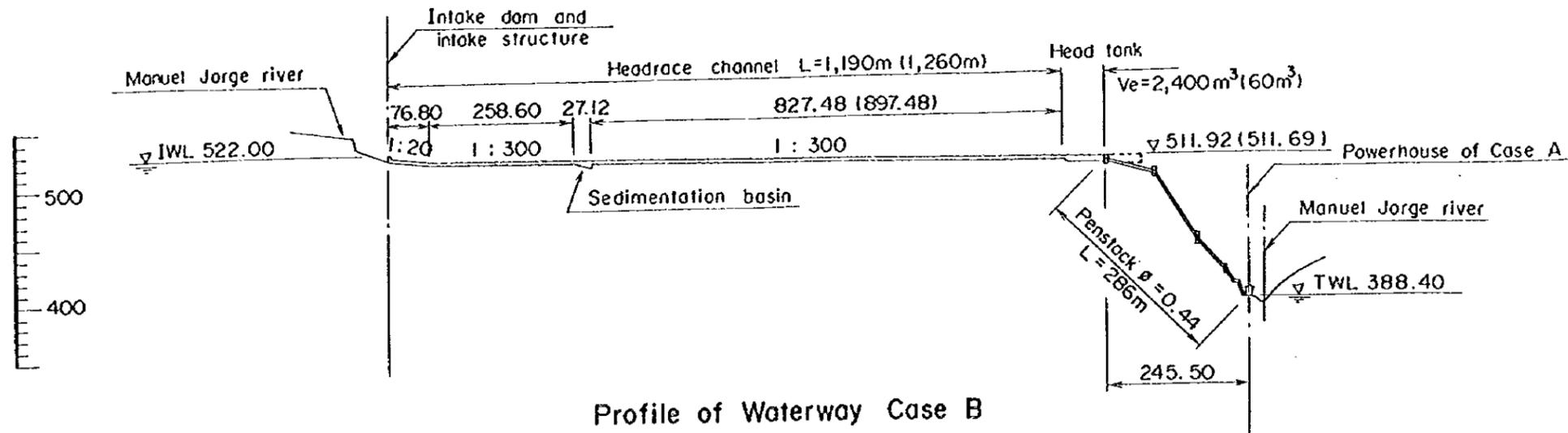
Intake dam of Case-C



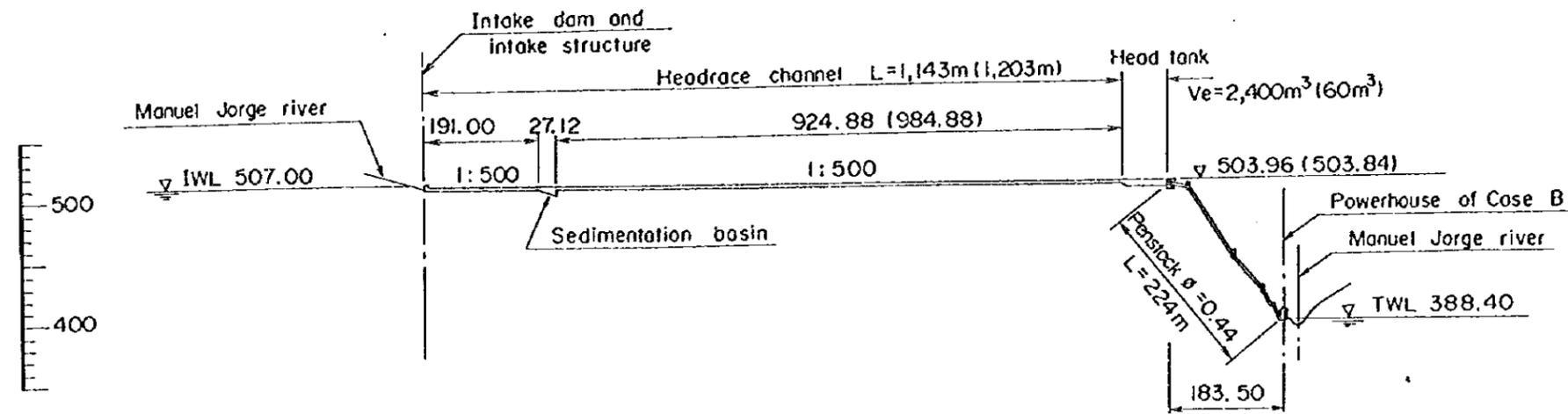




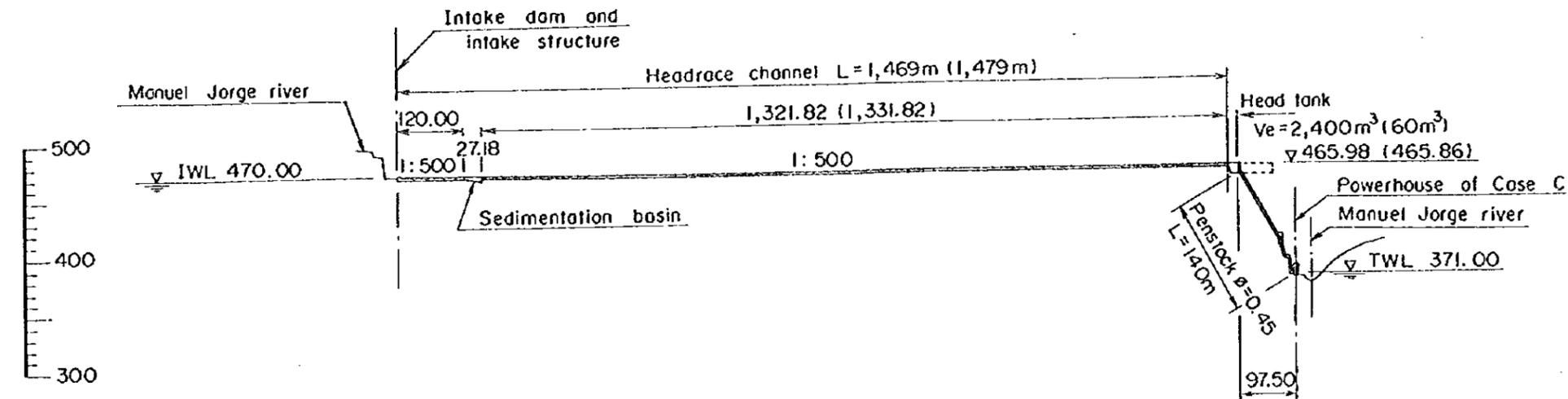
Profile of Waterway Case A



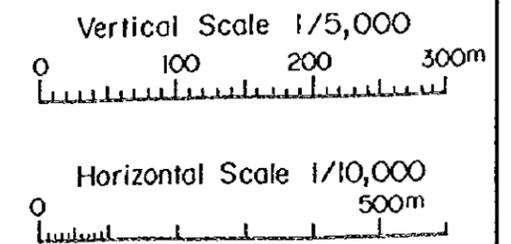
Profile of Waterway Case B



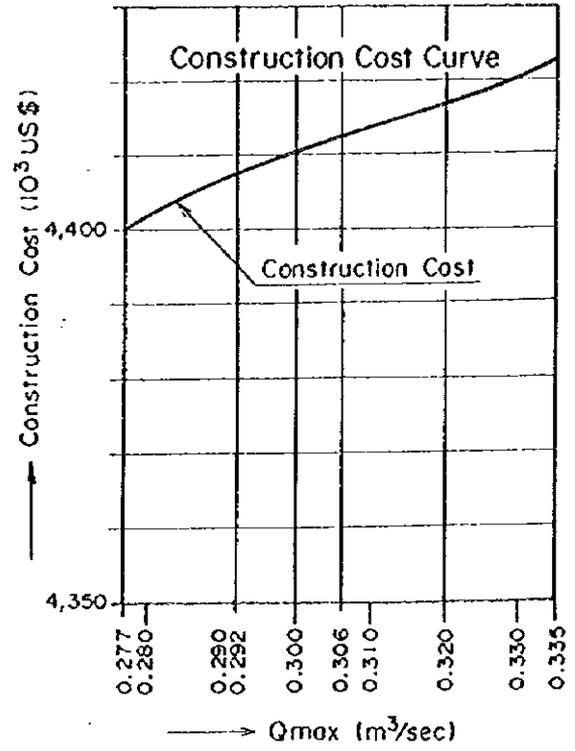
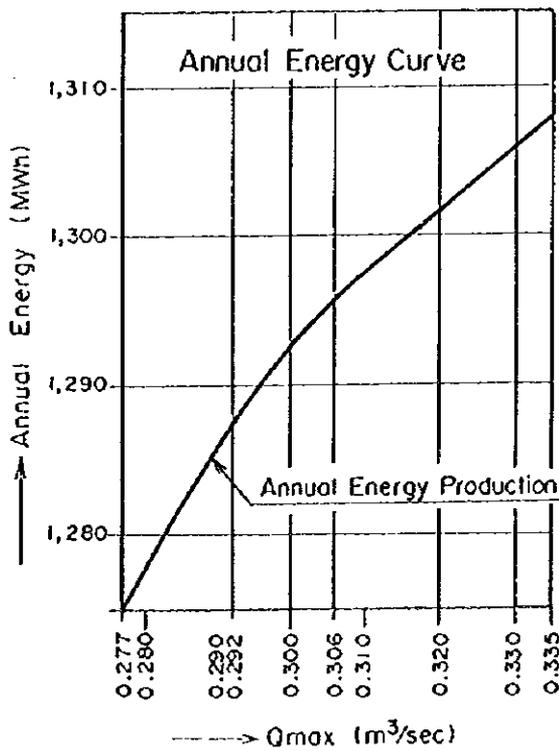
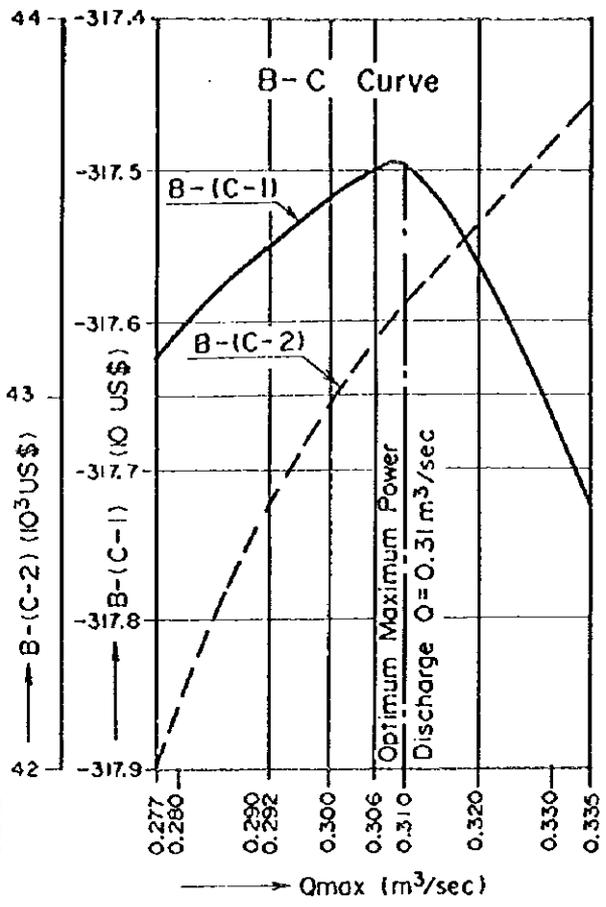
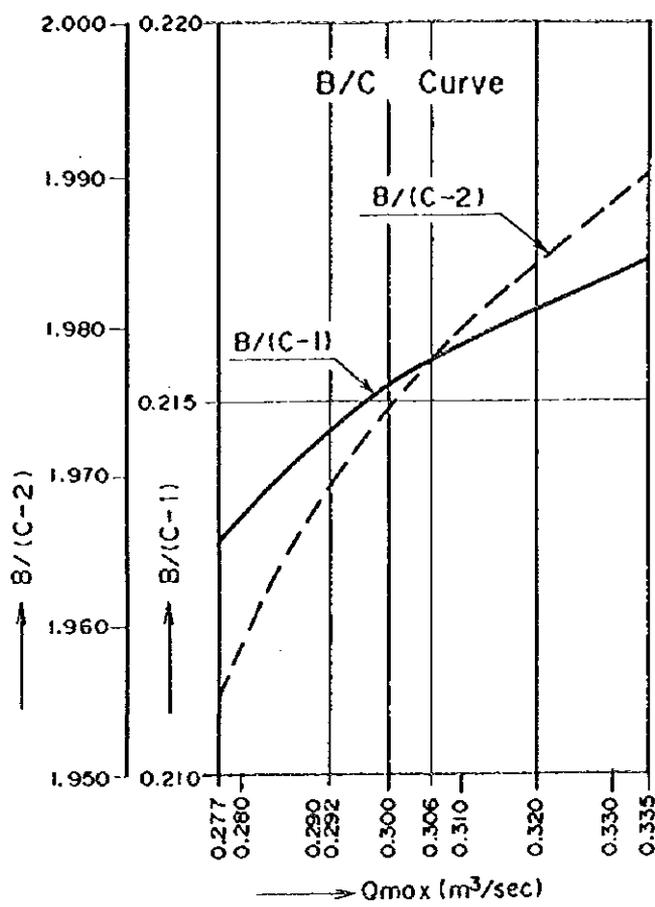
Profile of Waterway Case C



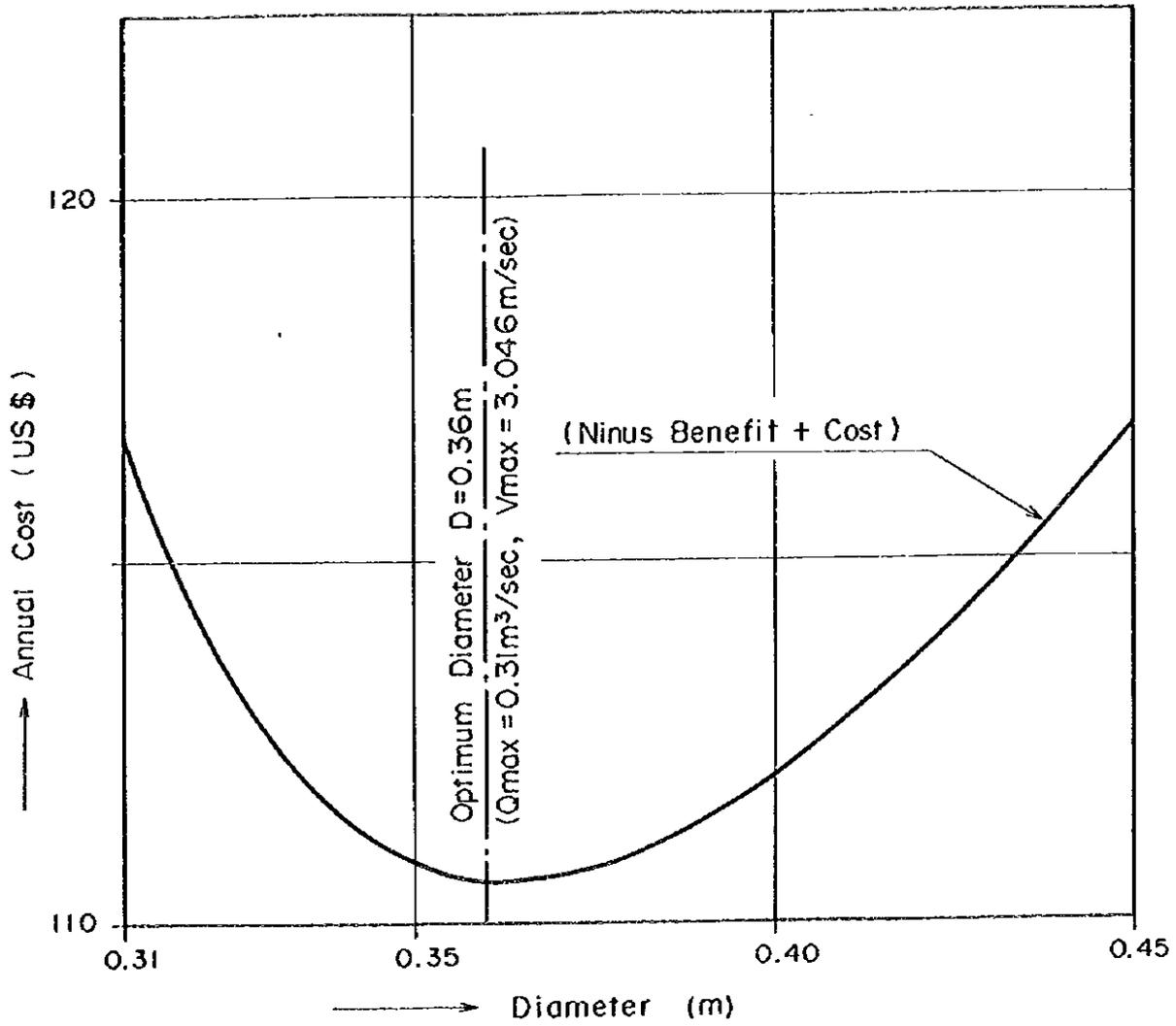
Note: Figure in parenthesis are shown in case of without storage capacity.



MINI HYDRO-ELECTRIC POWER STATION PROJECT
 Profile of Alternative Scheme Manuel Jorge No.4 Project
 Fig. 8-3



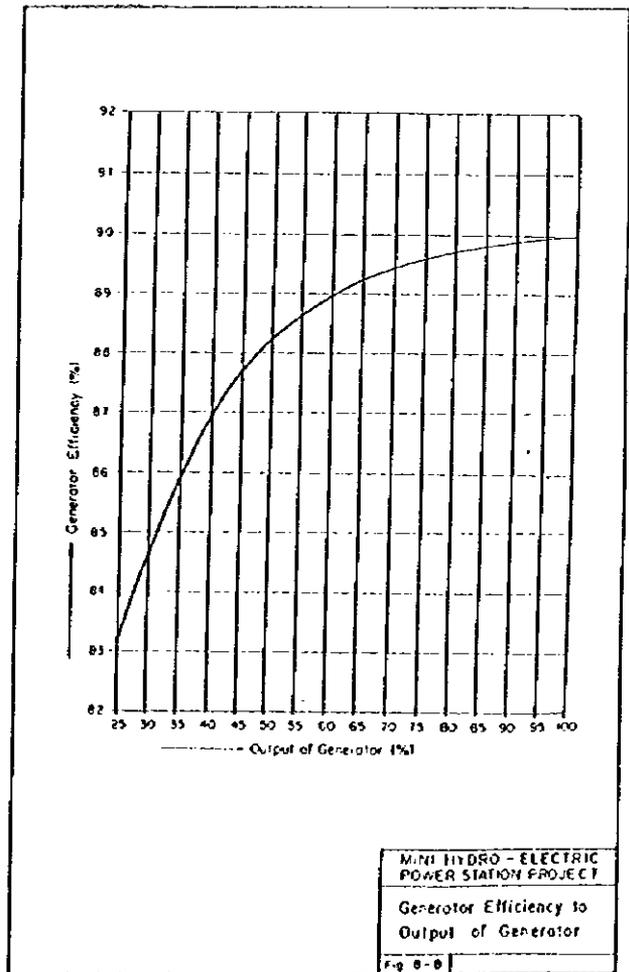
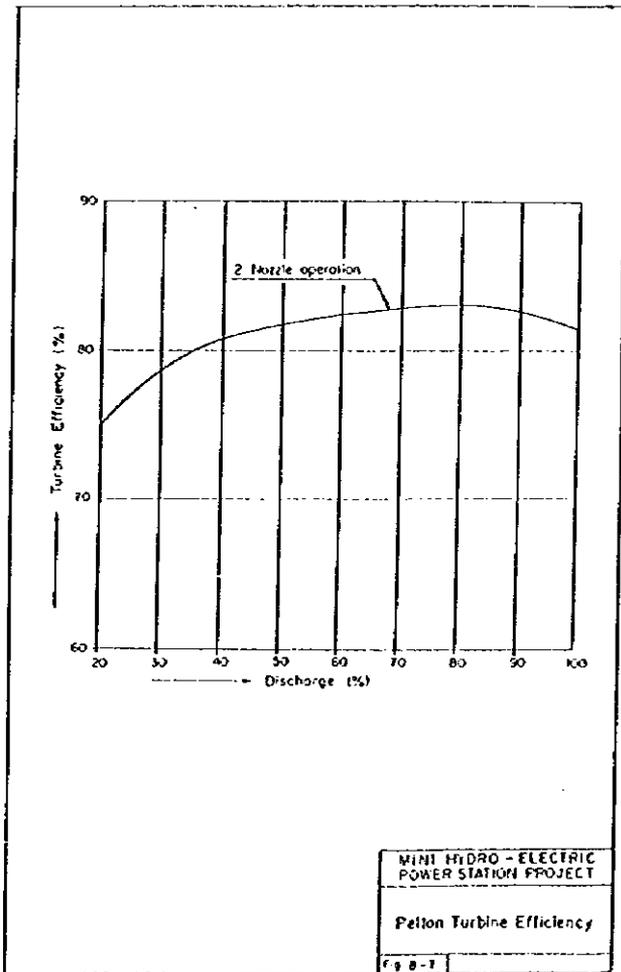
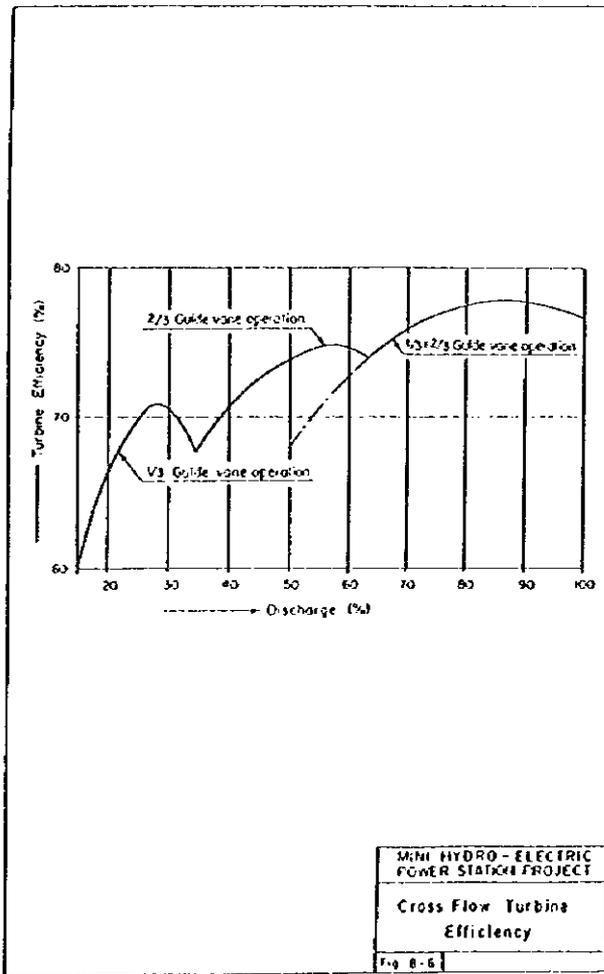
MINI HYDRO - ELECTRIC
POWER STATION PROJECT
Relation Curve of
Maximum Power Discharge
to Economical Index
Fig. 8-4

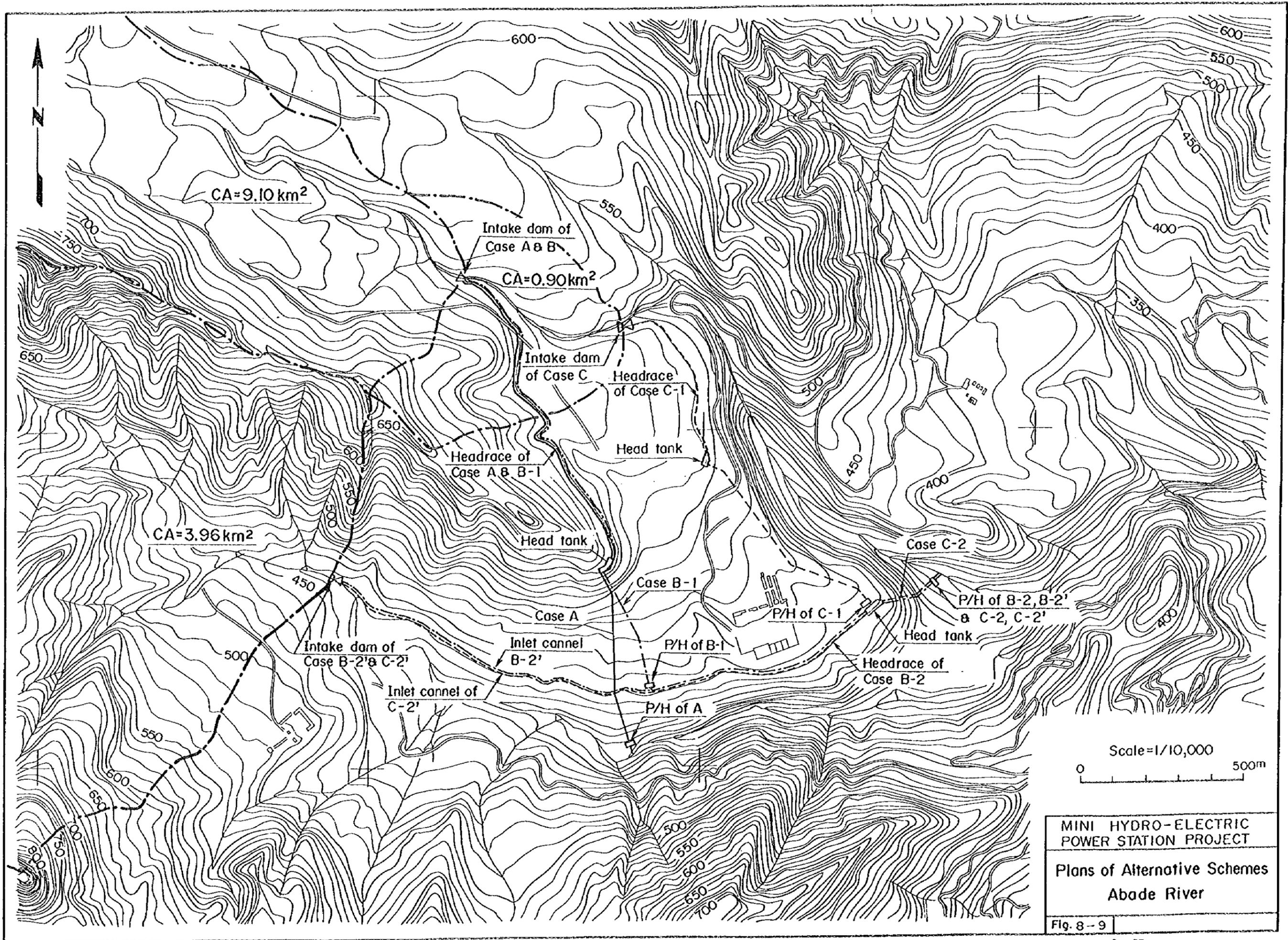


MINI HYDRO - ELECTRIC
 POWER STATION PROJECT

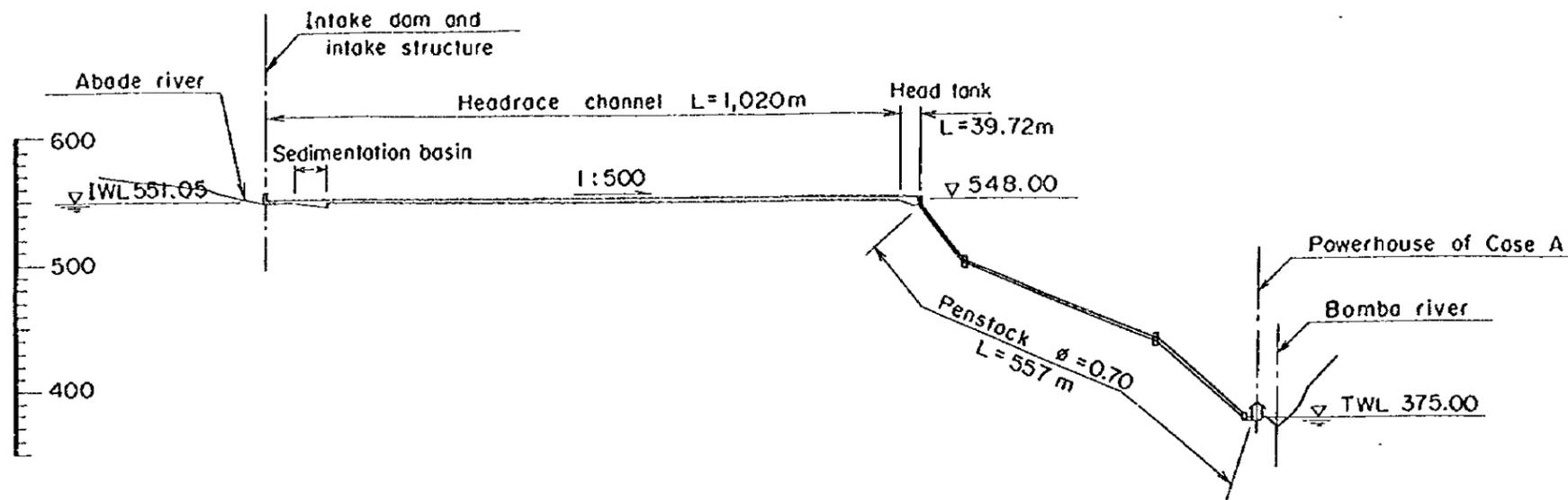
Study of Optimum Diameter
 of Penstock Pipe

Fig. 8 - 5

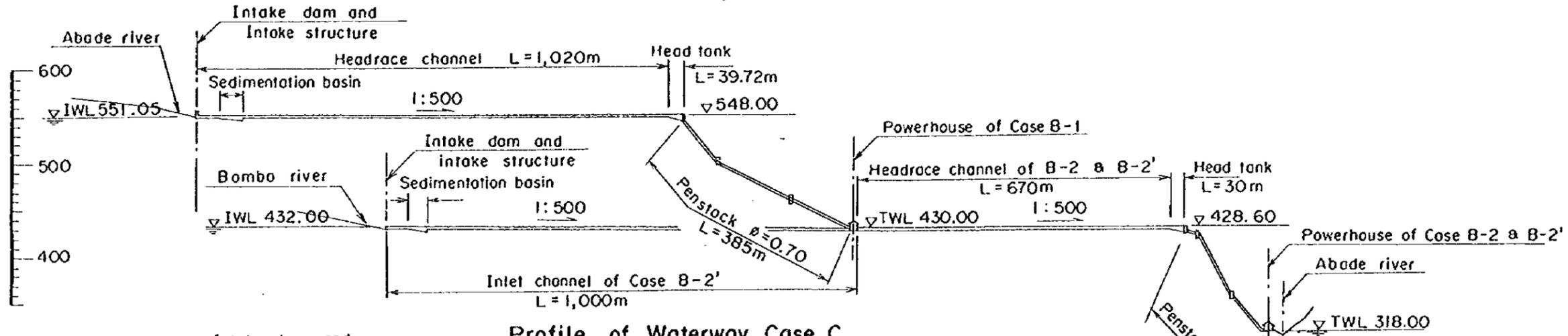




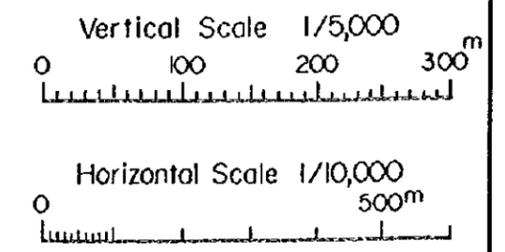
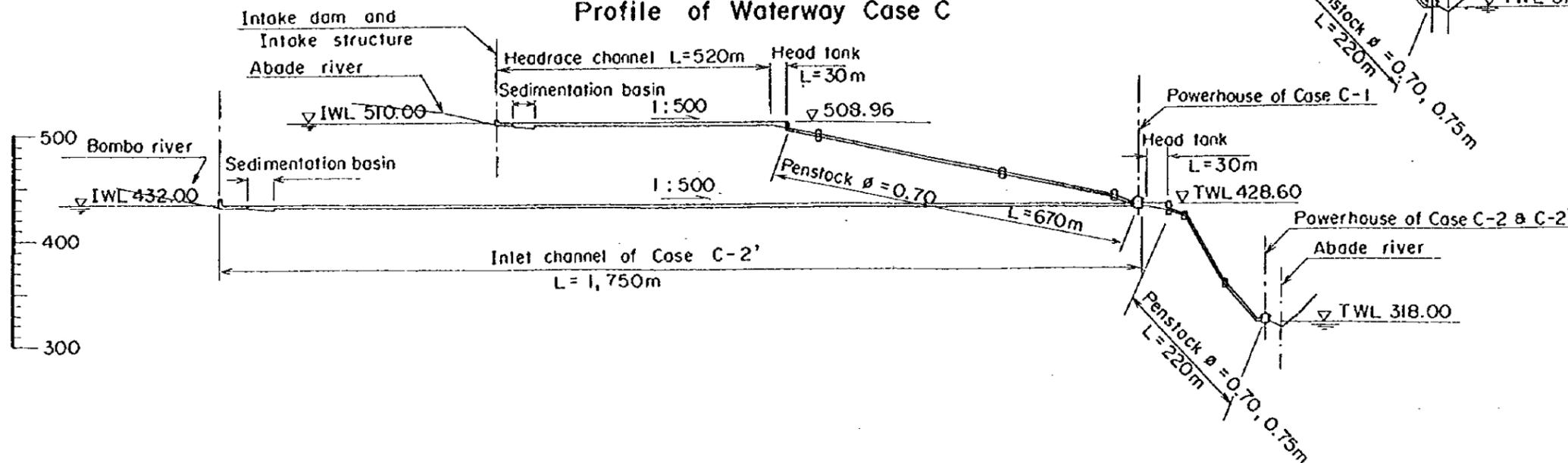
Profile of Waterway Case A



Profile of Waterway Case B



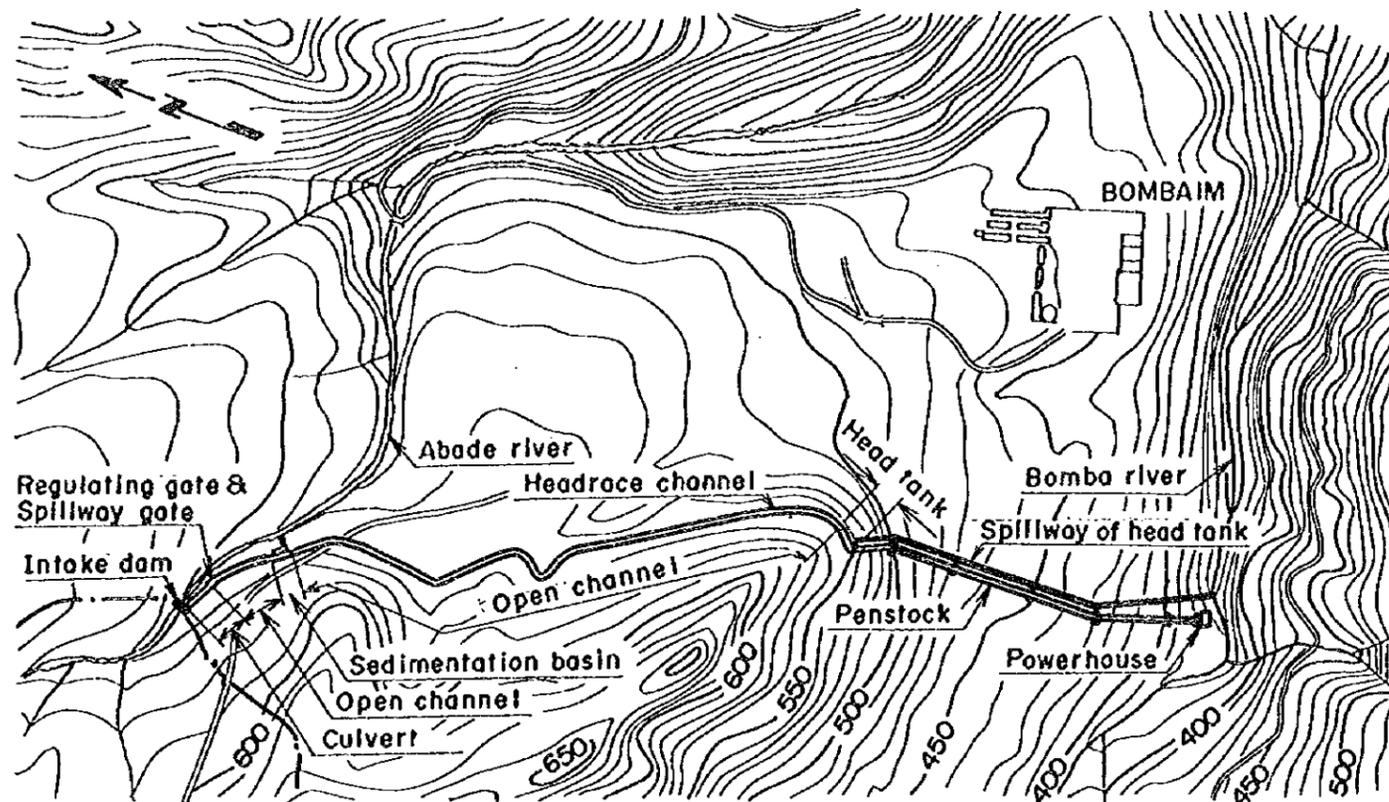
Profile of Waterway Case C



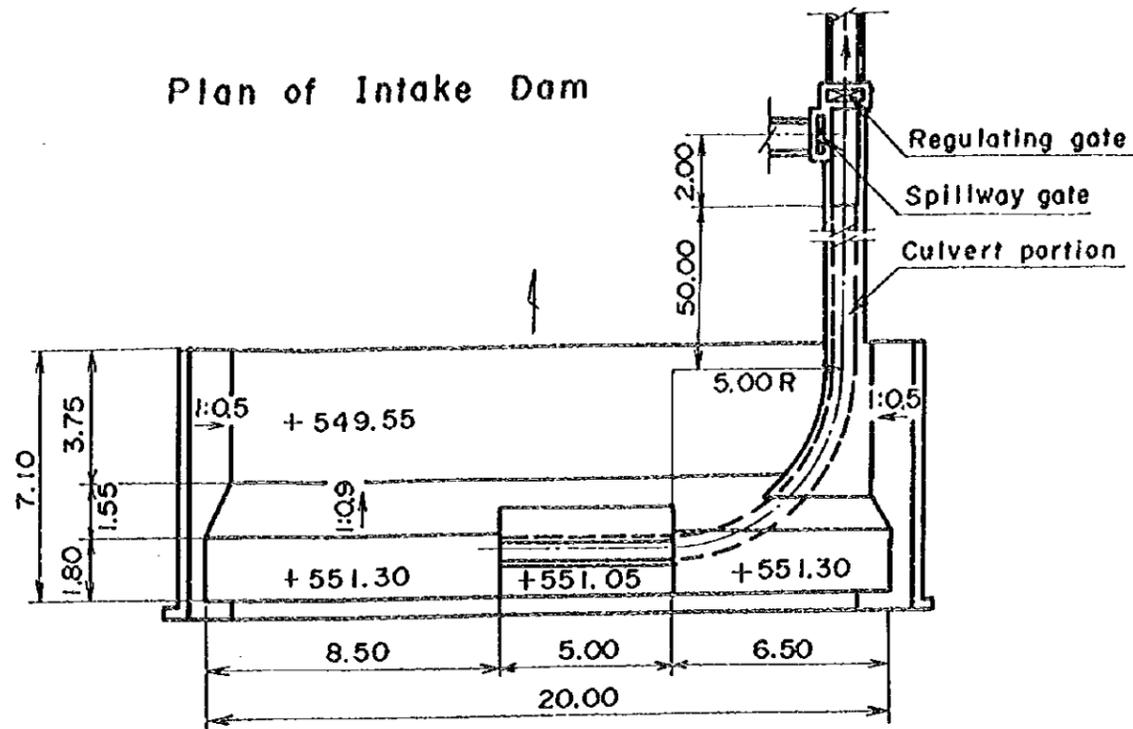
MINI HYDRO-ELECTRIC
 POWER STATION PROJECT
 Profiles of Alternative Schemes
 Abade River

Fig. 8-10

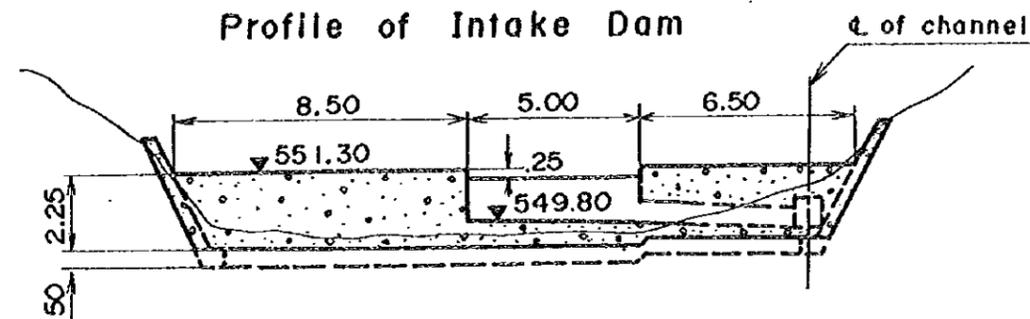
Plan of Water Way (Scale=1:10,000)



Plan of Intake Dam

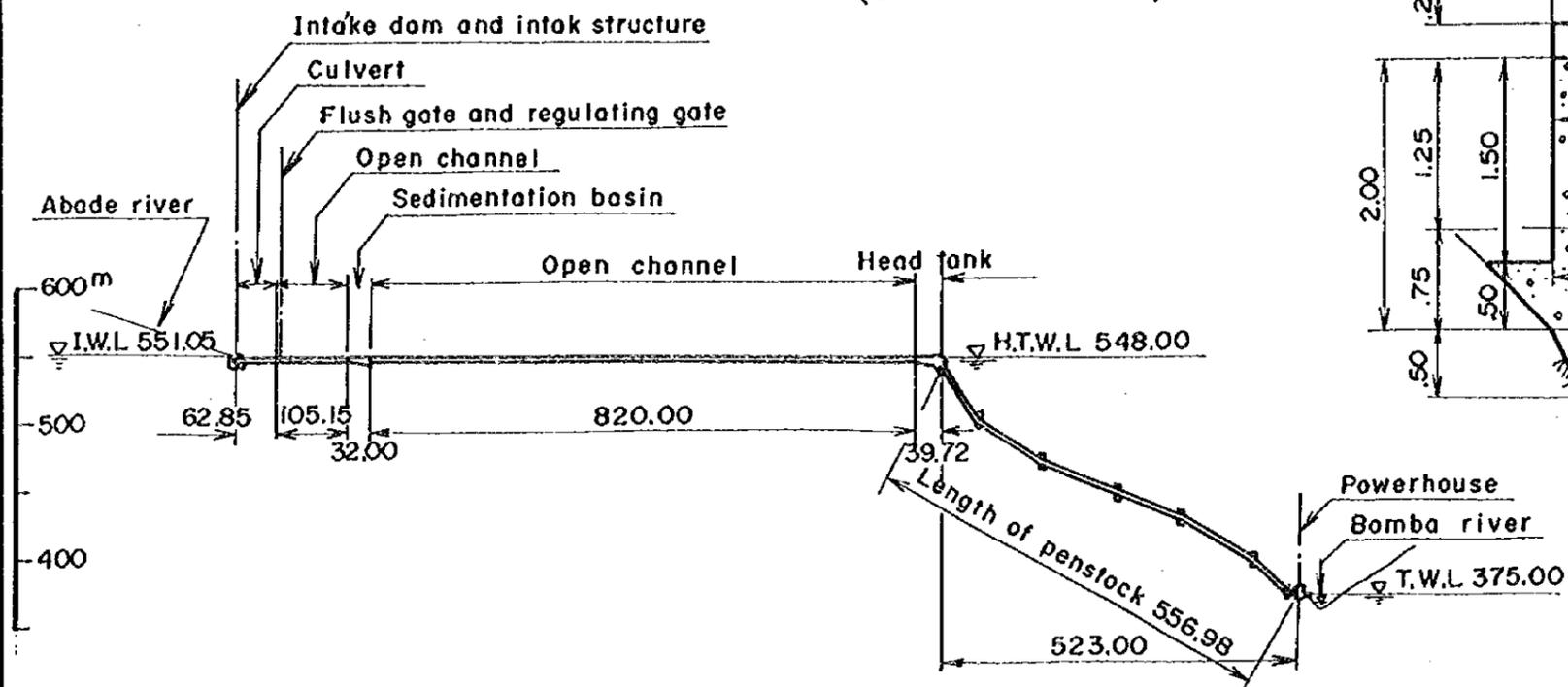


Profile of Intake Dam

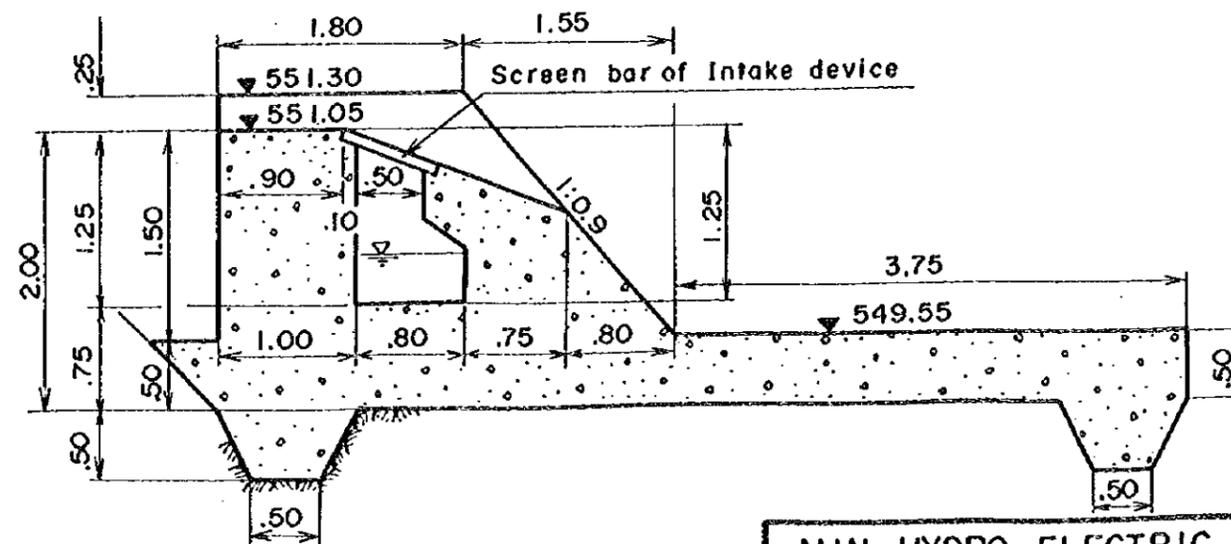


Profile of Water Way

(Scale V=1:5,000
H=1:10,000)



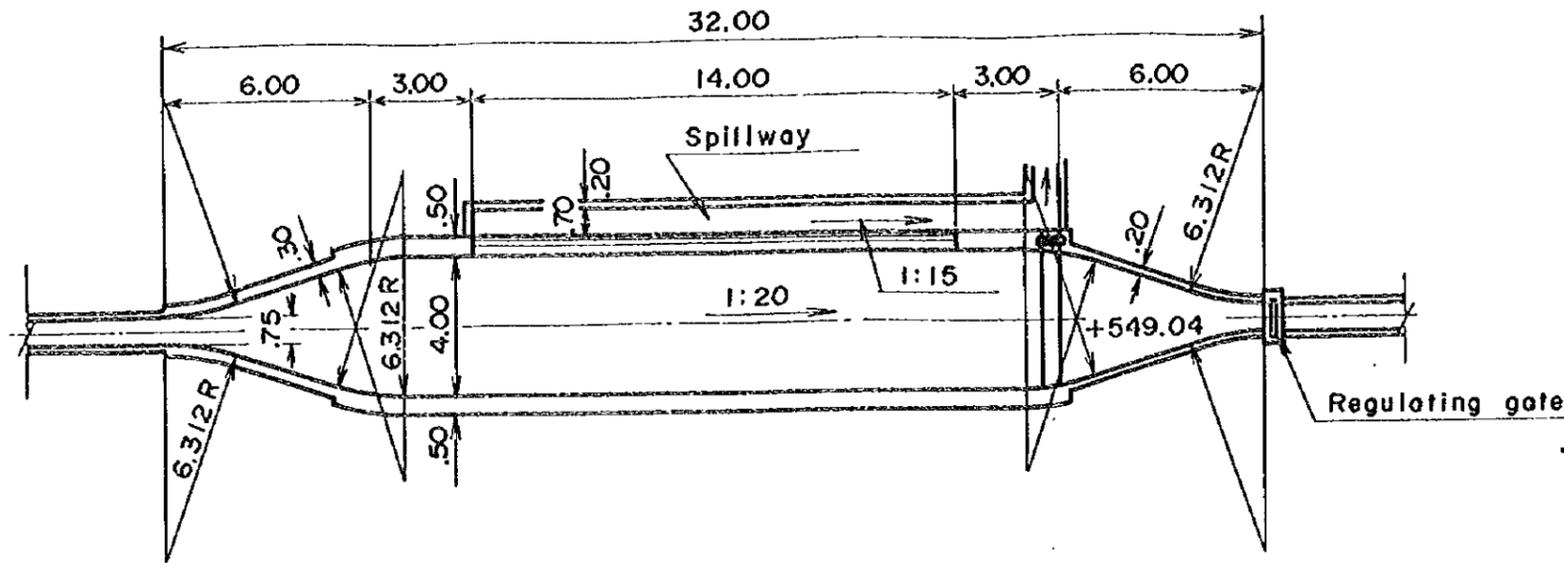
Typical Cross Section of Intake Dam



MIN HYDRO-ELECTRIC
POWER STATION PROJECT
Plan & Profile of Water Way
and Intake Dam Details
Case A, Abade River Scheme

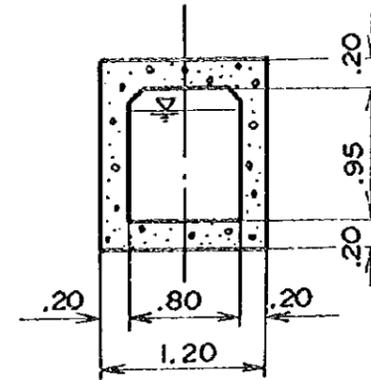
Fig. 8-11

Plan of Sedimentation Basin

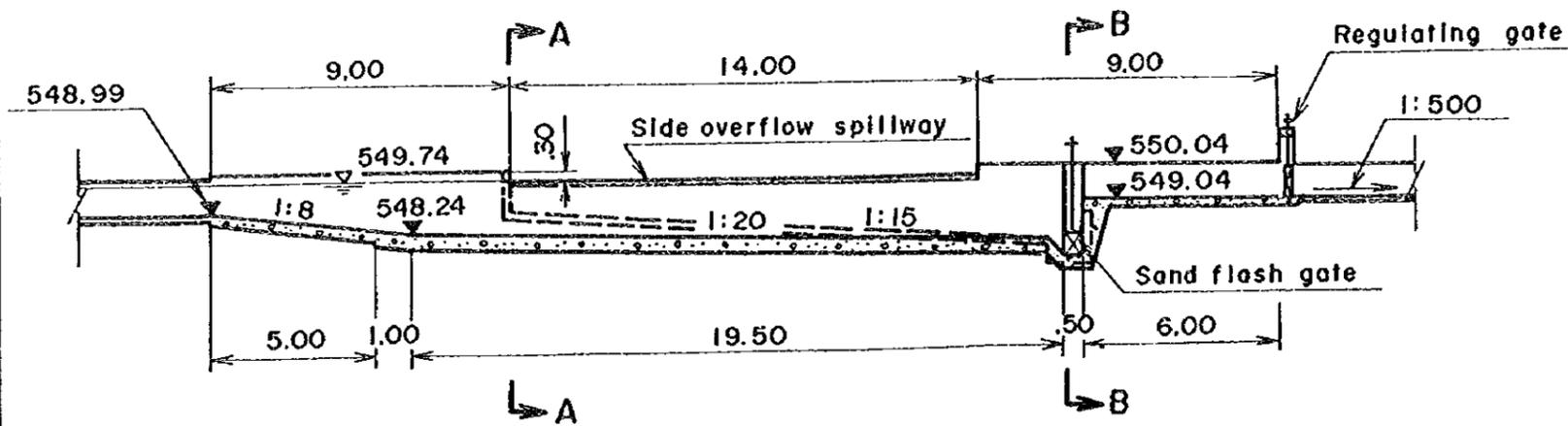


Typical Cross Section of Headrace Culvert Portion

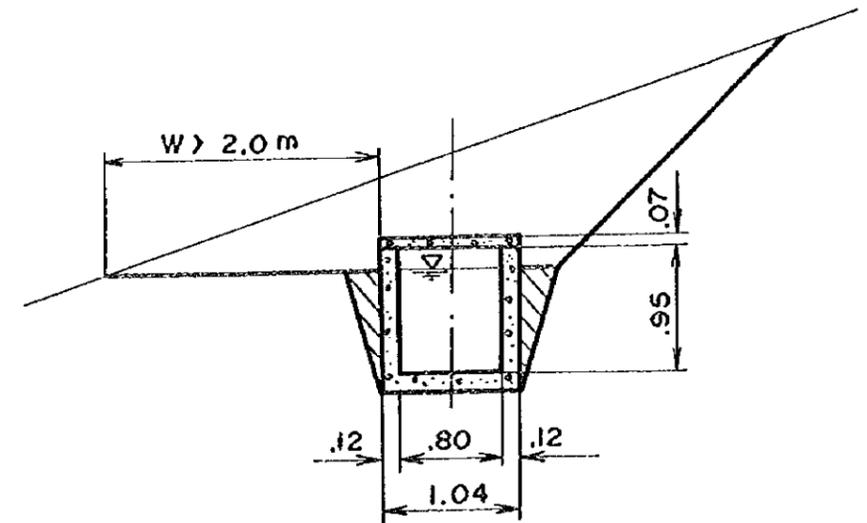
Culvert Portion



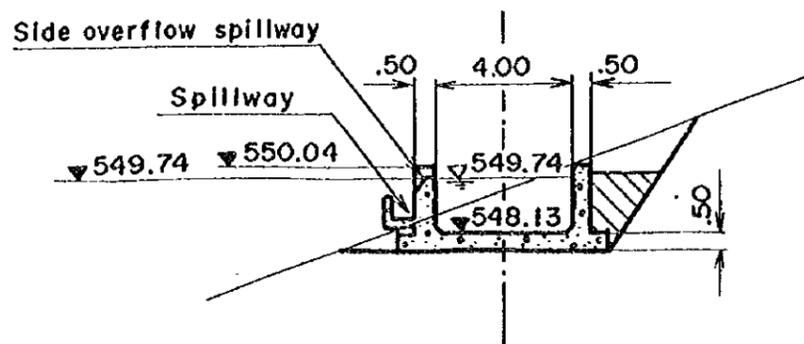
Profile of Sedimentation Basin



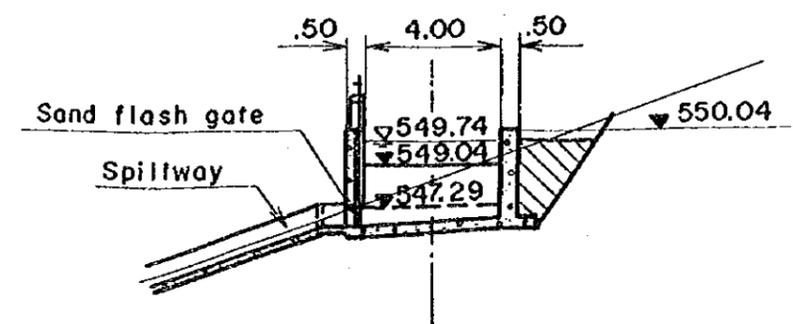
Open Channel Portion



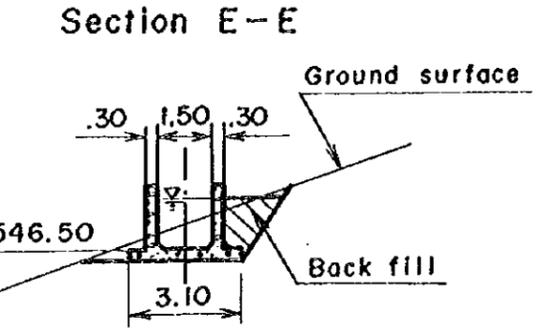
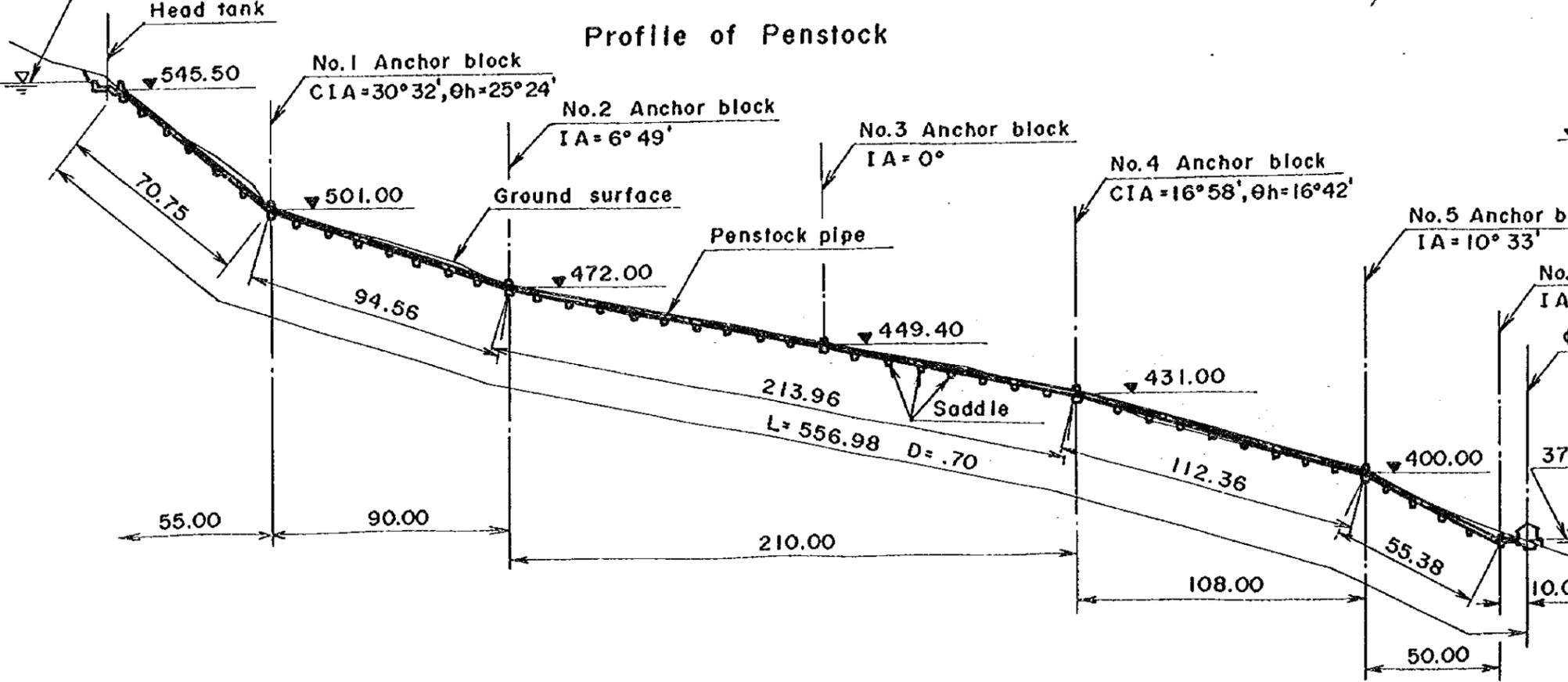
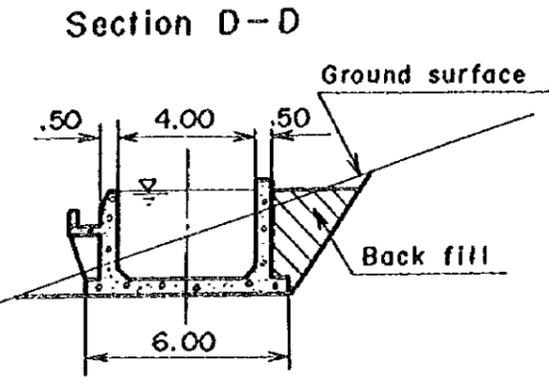
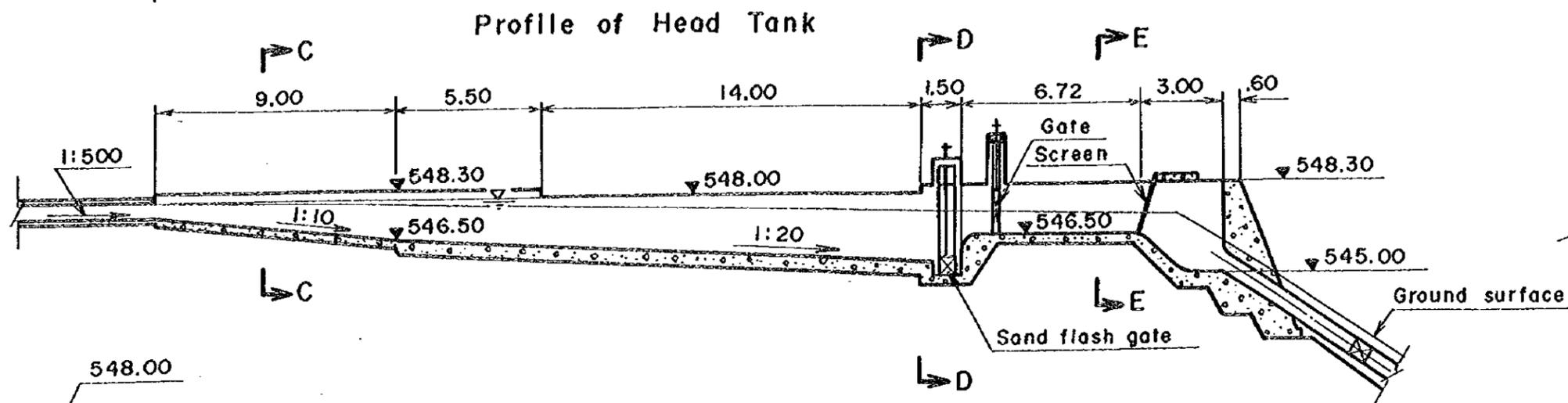
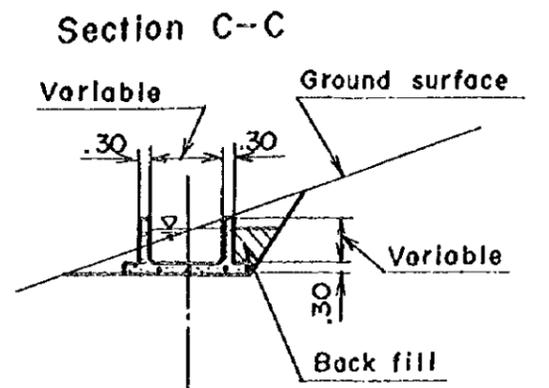
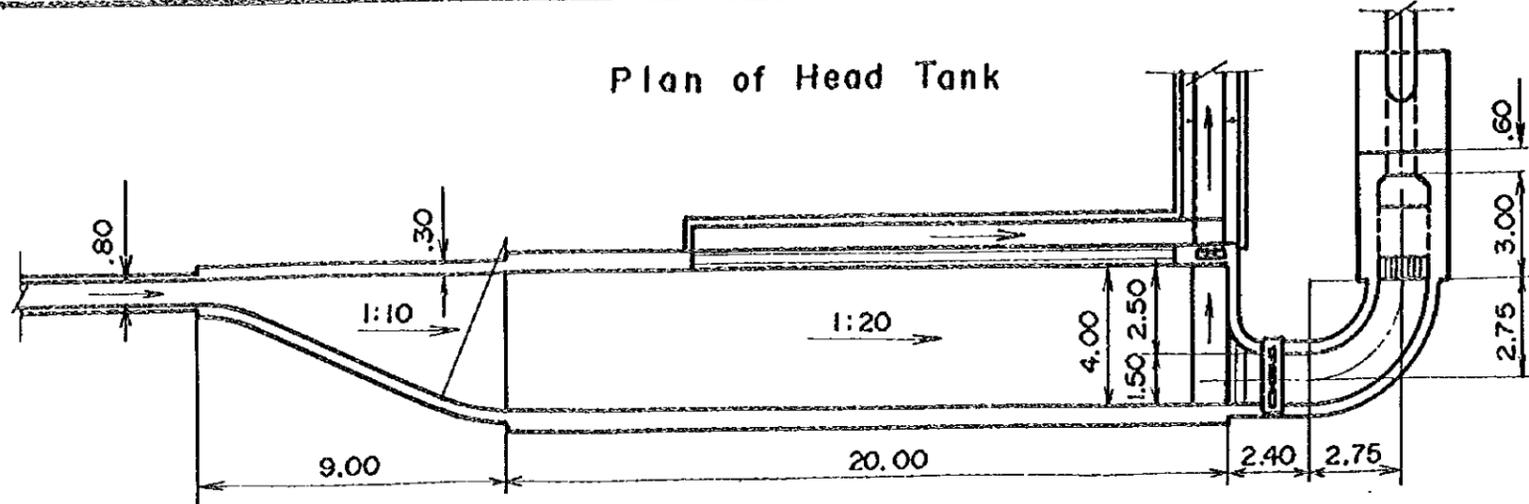
Section A - A



Section B - B



MIN HYDRO-ELECTRIC
POWER STATION PROJECT
Details of Sedimentation Basin
and Headrace Channel
Case A, Abade River Scheme
Fig. 8-12



MIN HYDRO-ELECTRIC POWER STATION PROJECT
 Details of Head Tank and Profile of Penstock
 Case A, Abade River Scheme
 Fig. 8-13

第 9 章

地形及び地質調査

第9章 地形及び地質調査

9.1 既存地形図及び地質資料

本ミニ水力発電計画調査に関連する既存地形図は以下のものを収集した。

- | | | | | | |
|-----|--------------|---|------------------|-----|-----------------|
| (1) | S=1/75,000 図 | : | Sao Tome 全島 | 1 枚 | (オリジナル、1961 年製) |
| (2) | S=1/25,000 図 | : | Sao Tome 全島 | 5 枚 | (オリジナル、1958 年製) |
| (3) | S=1/10,000 図 | : | Manuel Jorge 川流域 | 3 枚 | (青焼、1966 年製) |
| | | | Abade 川流域 | 3 枚 | (同上) |

なお、縮尺 1/10,000 図については Manuel Jorge 川と Abade 川流域を重点的に収集した。既存地質資料は 9.3.2 に列挙してある。

9.2 地形測量

9.1 に示す通り既存地形図の縮尺は 1/10,000 図であり第 8 章で検討した結果に基づいて Manuel Jorge No.4 地点のフィージビリティスタディを行うためには縮尺が過小であるためと、作製年が古く、その後の時間経過に伴って建物等の工作物や道路に変化が生じている処から発電計画の検討及びフィージビリティ設計が行える 1/1,000 縮尺の地形図作成を目的とする測量を実施し、併せて取水ダム地点および発電所地点に於ける発電工作物の洪水からの被害を受けないための検討のための河川横断測量を行った。

標高の基準となる水準点 (BM) が現地踏査の結果、計画地域近傍には存在していないため、既存 1/10,000 地形図と現地地形がもっとも確からしい地点の標高を Datum Point, EL. 396.50m+0.40m=EL. 396.90m として、これを基準に Manuel Jorge No.4 の計画地域に 4 箇所の水準点を地形測量および将来のプロジェクト実施に備えて設けた。

また、平面位置を示す平面座標を持つ三角点も水準点と同様に現地近傍に損壊しないため、基本的には独立座標となるものの 1/10,000 地形図上の地点と現地がもっとも確からしい地点の座標値を基準点に定めた地形図を作成した。

測量範囲は、取水地点付近には 2 m から 18 m 前後の滝が 5 ~ 6 段あるため、この位置の標高 500 m から 470 m 前後の場所から地形、地質が安定し且つ経済的な場所を選ばなければならない事を考慮した。導水路およびヘッドタンクは貯水池的役割を持たせることが出来るよう、その容量が不足にならないよう配慮した。また、発電所および放水口地点の範囲はヘッドタンクおよび水圧管路

の地形と関連するが、発電所スペースおよび放水位と洪水位の関係を考慮して河床標高は410 mから370 mと上下流に長い範囲を選定した。

測量範囲と項目および数量はFig.9-1 およびTable 9-1 に示す。

Table 9-1 Quantities Planned in Surveying Investigation Works

項 目	単 位	数 量	備 考
水 準 点 設 置	点	4	
地形測量 (縮尺 1/1,000)	m ²	285,000	
河川横断測量(50 m測線)	測線	6	取水ダム地点 (3 地点)
河川横断測量(100 m測線)	測線	8	発電所地点 (2 地点)

9.3 ボーリング調査

9.3.1 地質調査の選定

第一次現地調査に於ける現地地形・地質調査結果を基にして、物理探査およびボーリングの各地質調査内容について検討した。その結果、物理探査(屈折法弾性波探査)8測線600 mとボーリング計70 mのうち、弾性波探査については下記の諸条件により中止し、ボーリングや地表地質調査によって計画地点の地質確認をすることとした。即ち、

(1) 地質条件

計画はManuel Jorge川中流部右岸のSanta Luzia集落西方約1 kmに位置する滝の下流部あるいはその上流部に取水設備を設け、左岸沿いに導水路、ヘッドタンク、水圧管路および発電所を設けることとしている。

現地調査結果によれば、計画取水ダム地点には滝の上・下流とも兩岸の斜面部には玄武岩や集塊岩の挟み層が見られ、河床部では現河床堆積物がわずかに分布している。

従って、弾性波探査の解析結果である速度層区分によって、計画ダムサイトとの地下の地質分布や地質構造を推定する必要は無いものと考えられた。また同様に導水路や水圧管路・発電所地点についても、林道沿いに露頭が見られ、これらの地点についても、弾性波探査による調査の必要性も認められない。

(2) 調査地点の土地利用

調査地点のManuel Jorge川中流部左岸一帯には、カカオが広く栽培されていて弾性波探査測線を設定する場合、種々困難を伴う可能性がある。

(3) 弾性波探査の振源

弾性波探査の振源は、一般に火薬類を用いることが多いが、現地で火薬使用の条件を調査したところ、Sao Tome・Principe 国内には無く、輸入する必要がある。そして、使用にあたっては、火薬申請、許認可など相当時間がかかることが予想された。

これに変わる方法として、ハンマリングや重錘落下などによる方法があるが、これによると振動エネルギーが小さく、目的とする堆積物の層厚さなどの調査成果が得られない可能性がある。

(4) 調査会社

Sao Tome・Principe 国には、弾性波探査（ボーリングも含む）を施工できる会社無く、最も近く、定期的に航空便のあるガボン国、或いはその他の国に頼らざるを得ない。その場合でも、弾性波探査の機械や専門技術者はヨーロッパから取り寄せ、ないし派遣する必要がある。

9.3.2 地質調査

ミニ水力発電計画調査に関連して、地質資料として入手した文献や地質図類は以下の通りである。

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1) Sao Tome 島地質図 | 縮尺 1/75,000 |
| 2) Sao Tome 島土地利用図 | 縮尺 1/50,000 |
| | 1974年 Sao Tome・Principe 国 国土地理院 |
| 3) Sao Tome 島土壤図 | 縮尺 1/50,000 |
| | 1960年 ポルトガル国外務省海外調査委員会 |
| 4) Sao Tome・Principe 民主共和国 | 水力資源開発 提案書 |
| | 土木地質編 1981年5月 |
| | ソヴィエト“GUIDROPROEKT” 計画・調査研究所 |
| 5) 同 上 | 図面集 |

今回の調査においては、ミニ水力発電計画地点として Manuel Jorge 川の中流部において、ボーリング調査を実施した。その調査数量は、6孔合計90mであり、取水ダム、ヘッドタンクおよび発電所の各計画地点について、それぞれ2孔ずつ深度10~20mのボーリング調査を行った。なお、ボーリング調査位置の決定にあつては、大縮尺の地形図が無かったため、既存の1/10,000地形図を用いた。したがって、ボーリング調査位置が構造物の計画位置とずれているところがある。

ボーリング調査位置およびその調査結果の詳細については、Fig. 10-6～10 に示してある。また、これらの調査結果について、新規に作成された縮尺 1/1,000 地形図を基に地質断面図を作成し、Fig. 10-7～10-9 に示した。

9.4 調査の実施

測量およびボーリング現地調査工事については、別途作成した技術仕様書を含む入札書類に基づき、競争入札で在 Gabon, GERI Loison 社を選定し、1996 年 7 月末から 10 月中旬の間実施された。

第 10 章

地 質



第10章 地質

10.1 広域地質

10.1.1 地形概要

Sao Tome 島の概略的な地形を把握するために、縮尺 1/75,000 地形図を基にして Sao Tome 島の切峰図面を作製し Fig. 10-3 に示した。この図に示すように、ほぼ中央西寄りに島の最高峰である Pico de Saotome 山 (EL. 2,024 m) があり、このほか Pico Pequeno 山 (EL. 1,995 m)、Moro Pinheiro 山 (EL. 1,612 m)、Calvaio 山 (EL. 1,595 m)、Pico de Ana Chaves 山 (EL. 1,630 m) など、標高 1,500 m 以上の山々が連なっており、これらの山体を源として Fig. 10-4 Sao Tome 島の水系図に示すように、放射状に海岸方向に向かって各河川が流れている。

また、島の中央部の 1,500 m 以上の山体に対して、島の南部では直径 1~2 km 大の、小規模な尖塔状の独立峰が点在している。これらの独立峰は、島に広く分布する玄武岩とは異なる響岩からなる部分であり、この響岩は周辺岩盤より浸食に対する抵抗力が大きいことによって形成された地形と考えられている。この他 Sao Tome 島を形づくる島の斜面は、おおむね北部から東部、南部にかけては緩傾斜であり、かつ海岸線周辺に平地が発達するものの、島の西部では斜面は急峻であり急崖が連続し、海岸沿いの低地も狭隘である。

島内の主要な河川としては Manuel Jorge 川、Abade 川、Io Grande 川、Quija 川、Xufe Xufe 川、Lemba 川、Cantador 川、Contador 川および Do Ouro 川などがある。これら河川の流路延長は、ほぼ 12~15km でありもっとも延長の長い Io Grande 川では 24km である。各河川沿いでは、一般に硬質な火山岩類を浸食して、急峻な谷地形を呈しており、源流から河口までの平均河川勾配は東側の河川で 1/15~1/20、西側の河川で 1/5~1/10 となり所々に滝がみられる。河川における兩岸の段丘地形の発達は殆ど認められない。従って、現河床の堆積物についても、河口部や河川の合流点を除いて、分布は殆ど認められない。

10.1.2 地質概要

Sao Tome・Principe 国は、ギニア湾に位置しており、アフリカ大陸および Sao Tome 島周辺の地質図を Fig. 10-1、10-2、Sao Tome 島の地質図を Fig. 10-5 に示した。

Sao Tome 島は、その北方に北東から南西に延びる、Benue 地溝帯の南東縁の裂け目に沿って生成した、カメルーン火山列に属する火山島である。このカメルーン火山列では、アフリカ大陸の Chado 湖からカメルーンを通り、Principe 島、Sao Tome 島および Annobon 島へ至る約 1,000km 以上に及ぶ新生代の火山岩が分布している。これらの地域に分布する火山岩は、アルカリ・かんらん石玄

玄武岩—粗面岩系列のものからなる。

Sao Tome 島の基盤岩は、主に上記の新生代第四紀に属する玄武岩などの火山岩と、同質の火山碎屑岩より構成される。これらの各岩石は、溶岩流および火山噴出物として両者が互層状に分布しており、層相の変化ならびに層厚や地層分布の広がり複雑に変化している。

溶岩としては玄武岩の他に、分布は僅かであるが安山岩や粗面岩などの分布も認められる。また、島の南部には 10.1.1 に記したように尖塔状、あるいは独立峰のような地形がみられ、この部分は玄武岩中に貫入した響岩よりなり、響岩が基盤岩の溶岩中にできた火道を噴出してきて、周辺の岩石より風化に強いことにより響岩が浸食から残り、急峻な地形が形成されたと考えられている。玄武岩や安山岩などの火山岩類は、表層の風化部を除き一般に新鮮、堅硬で塊状を呈している。ただし、一部には柱状や板状の節理が発達するところがあり、そこでは緩みや割れ目沿いの風化が認められる。一方、溶岩と互層状をなす火山碎屑岩は、含まれる礫の粒径により、凝灰角礫岩や凝灰岩、集塊岩などに細分することができ、含有する角礫は緻密で硬いものが多いものの、これらを充填する基質の部分は凝灰質でやや軟質なものである。

上記の基盤岩類を覆って、河川沿いに段丘堆積物や現河床堆積物、斜面の下部に崖錐堆積物が分布しているが、いずれの堆積物も、分布が狭く層厚は薄い。段丘堆積物や現河床堆積物は、様々な礫径の円礫や亜角礫を含む砂礫層であり、崖錐堆積物は礫混じりシルトや粘土からなる軟質な堆積物である。

10.2 Manuel Jorge No.4 計画地点

10.2.1 概要

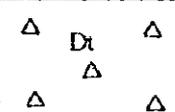
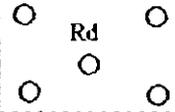
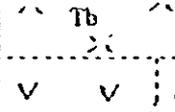
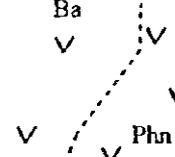
ミニ水力発電所建設候補地として選定された、Manuel Jorge 川の構造物計画地点周辺における地質層序、ならびに分布する各地質の概要は、Table. 10-1 に示したとおりである。

計画地点周辺の地質は、10.1 広域地質にも記したように、基盤岩として第四紀の玄武岩および響岩からなる火山岩が広く分布し、これらに層厚の薄い凝灰角礫岩が挟在されている。そして基盤岩類を覆って、河床沿いの両岸に段丘堆積物、現河道沿いに河床堆積物、および斜面の上部から下部の一部にかけて崖錐堆積物が認められる。基盤岩類については、Sao Tome 島の主体をなすもので、新鮮で堅硬な岩石であり、地層の厚さは数百メートル以上と推定される。なお、玄武岩と響岩の風化した露頭では両者の判別が困難なことから、新鮮なボーリングコアや露頭においては岩種分けをしたが、地質平面図や断面図においては区分をしていない。

一方、表層部に分布する堆積物類は、上記の堅硬な岩石片を多く含む礫混じ

り土からなり、局所的な分布で層厚も数メートルから10メートル前後と薄いものが多い。

Table .10-1 GEOLOGIC SEQUENCE IN THE PROJECT SITE

GEOLOGIC AGE	NAME OF STRATUM	GEOLOGIC COLUMN	GEOLOGIC PROPERTY	DISTRIBUTED AREA
QUATERNARY	DETRITUS, TALUS DEPOSIT	 Dt	Rock fragments with silt & sand	Upstream portion of the canal. Lower portion of slopes.
	RIVER DEPOSIT	 Rd	Gravel, hard rock φ 50-100cm	Along the bottom of the Manuel Jorge river.
	TERRACE DEPOSIT	 Tr	Gravel with coarse sand. φ 30-80cm	Along the besides of the Manuel Jorge river.
	TUFF BRECCIA	 Tb	hard breccia contained	Intercalated of the Volcanics.
	BASALT & PHONOLITE	 Ba Phn	Very hard, Massive. Fresh. Sound	Basalt is exposed from intake damsites to the canal/ Phonolite is exposed around the headtank & Power house.

10.2.2 取水ダム

(1) 地質

取水ダム候補地点は、Manuel Jorge 川において河床部の標高が約 520 m から 470 m となる間で、地形や地質条件を考慮して 3 箇所が選定された。

3 箇所の取水ダム地点、ならびに概略 Manuel Jorge 川の河床に沿う地質断面図を Fig. 10-7 に示した。各ダム地点の地質状況を以下に示す。

(a) ダムサイト A

取水ダムの河床部の幅は約 15 m、両岸の斜面勾配は右岸が約 30° 左岸が 50° ~ 60° である。計画ダム軸の下流 7 m には、落差 7 m 程度の滝がある。

ダムサイトの左岸側には、熱水変質して赤褐色化した玄武岩が露出している。また、河床平坦部には現河床堆積物が分布しており、その層厚は下流部の取水ダム地点のボーリング調査結果から類推して、2 ~ 3 m 程度と考えられる。河床部右岸の下部には崖錐堆積物がみられる。

(b) ダムサイト B

取水ダム河床部の幅は約 11 m、両岸の斜面勾配は 40° ~ 50° と急斜面となっていて、右岸側の一部分では浸食によって、岩盤がオーバーハングしている所がある。また、計画ダム軸の下流約 40 m には、落差 8 m 程の滝がある。

Manuel Jorge 川は計画ダム軸の右岸寄りを流下していて、この河床部分から右岸の斜面には、新鮮堅硬な玄武岩が連続して露出している。そのうち、前期のオーバーハング部分には、層厚 1 ~ 2 m のやや軟質な凝灰角礫岩が、山側方向に約 50° 傾斜して分布し、この部分が浸食されている。一方、ダムサイトの左岸側は、熱水変質により赤褐色化した玄武岩が露出している。河床部には、礫径 30 ~ 100 cm 大の硬い玄武岩礫を多く含む河床堆積物が分布しており、その層厚はボーリング DMD-2 孔の調査結果から 1.4 m となっている。なお、これ以降は全体に赤褐色化した玄武岩が分布し、1.4 ~ 6.0 m 間は風化も加わり割れ目が多いが、6.0 m 以深は塊状を呈している。

(c) ダムサイト C

取水ダム河床部の幅は 10 m、両岸の斜面勾配は右岸が約 30° 左岸が 50° ~ 60° と急斜面となっている。ダムサイトは、その上流側の扶窄部から段丘が発達し両岸が浸食された緩斜面となる、地形変換部に位置している。左岸側の斜面下部には、Milagrosa 村への用水路の取り入れと水路が設けられている。

前記の用水路の上部から 20 m の間の左岸側では、塊状かつ堅硬な玄武岩が露出している。右岸側では、河床堆積物の上部を崖錐堆積物が覆っていて、低標高部では露岩は認められない。

本ダムサイトにおけるボーリングDMD-1孔の調査結果から、盛土と河床堆積物をあわせた層厚が20 m以上あり、河床部の堆積物が厚いことが判明した。この堆積物が厚い原因は、本調査域最大の落差18 mの滝が30 m上流に位置しており、ボーリングを実施したダムサイト計画地点が、元の滝の落下位置に対応することによって、河床部の着岩深度が深くなっていると考えられる。

(2) 土地地質的評価

3箇所取水ダム候補地のうち、上流側のダムサイトAおよびBについては、土地地質的な観点からみて地形・地質上良好と判断できる。すなわち、ダムサイトは狭隘な谷地形を呈している。また、河床堆積物も1~2 mと薄く、その堆積物下部ならびに両岸には、塊状を呈する玄武岩や一部凝灰角礫岩からなる基盤岩類が分布する。したがって、当ダムサイトは計画されている取水ダムの基礎として、十分な地耐力と遮水性が確保できると考えられる。

一方、下流のCダムサイトは砂礫と砂からなる河床堆積物が厚く分布することから、ダムサイトの基礎としては、強度や遮水性の点で適切な処理が必要となり、この点で好ましくない。

10.2.3 導水路およびヘッドタンク

(1) 地質

導水路経過地および水槽は、Manuel Jorge川左岸側で本川に配置される取水ダムとの関係から、ダムサイトAとBでは標高520 mから500 m、同Cでは同じく470 m付近になる。これらの計画地点は、斜面勾配が 10° ~ 20° のManuel Jorge川に向かう南向き緩傾斜地であり、全面にわたってカカオのプランテーションとして利用されている。

導水路経過地のうち、上流Aから下流のC取水ダムサイトまでに至る斜面には、玄武岩が急崖をなして分布している。そして、Cダムサイトから下流約700 mの間は僅かに玄武岩の小露頭が点在するものの、カカオ畑となっていることにより岩片混じりの崖錐堆積物によって広く覆われている。前記700 mよりさらに下流の範囲では、標高490 mから下部の斜面に玄武岩や響岩の露頭がやや広く認められるようになる。これらの露頭における玄武岩や響岩は、非常に硬く塊状を呈している。そして斜面の上部の水槽計画地平坦部では、主にシルトや砂を含む岩片からなる崖錐堆積物が約10 m程度分布すると想定される。

導水路および水槽構造物の計画範囲においては、現状において斜面の崩壊や地すべりなどの兆候は認められない。

(2) 土地地質的評価

導水路経過地および水槽地点の地質や斜面の安定性、ならびに計画されている構造物の規模から考慮して、当該地点における導水路および水槽建設に関する問題はないものと判断できる。

10.2.4 水圧管路および発電所

(1) 地質

水圧管路および発電所は、Milagrosa 村に通じる林道上に設けたベンチマーク BM1 の上流側および下流側の 2 地点について、ボーリング調査を行った。この調査を行った 2 地点の地質断面図を Fig. 10-8, 9 に、地質状況を以下に示す。

(a) 上流案

水圧管路の計画地点斜面は、勾配が 30° ~ 40° のやや急な斜面を形成しており、その上部には Milagrosa 村に向かう用水路がある。また、Manuel Jorge 川の河床から上部約 15 m には道路があり、その道路の上下部とも、カカオ畑として広く利用されている。

用水路の山側斜面を中心にして、斜面の上部には非常に硬く塊状を呈する響岩の露頭がみられる。しかし、斜面下部の道路上で行ったボーリング調査では、深度 14.45 m で着岩しており、そこでは崖錐堆積物が厚い傾向がある。このボーリングおよび計画地点周辺の露頭における崖錐堆積物は、岩片混じりのシルトや粘土からなり、締まった傾向が認められる。

(b) 下流案

下流案地点は、上記の上流案地点と同様な地形・地質特性を示している。すなわち水圧管路の計画地点斜面は、勾配が約 40° のやや急な斜面を形成しており、その上部には Milagrosa 村に向かう用水路がある。また、Manuel Jorge 川の河床から上部約 15 m には道路があり、道路の上下部との、カカオ畑として広く利用されている点も同様である。

用水路の山側斜面には響岩が、下部の道路山側斜面には玄武岩の露頭が認められる。この響岩と玄武岩の地質境界は、道路上で行ったボーリング孔 PHD-1 を中心に分布している崖錐堆積物に覆われていて不明である。ただし、両岩とも非常に硬く塊状を呈して良好な岩盤である。上記のボーリング調査から、崖錐堆積物の分布深度は 9.1 m、その下部には風化した凝灰角礫岩と、堅硬な玄武岩が分布していることが判明した。

(2) 土地地質的評価

水圧管路および発電所計画地点は地質や斜面の安定性、ならびに計画され

ている構造物の規模から考慮して、当該地点における水圧管路および発電所建設に関する問題はないものと判断できる。

すなわち水圧管路ならびに発電所の基礎として、基盤岩類は十分な強度をもっており、崖錐堆積物についても礫混じりの粗粒な堆積物からなることにより耐荷性としては、充分であると判断できる。また、計画地点周辺斜面では崩壊や地すべりは認められず、斜面の安定の点からも良好な地点であると考えられる。

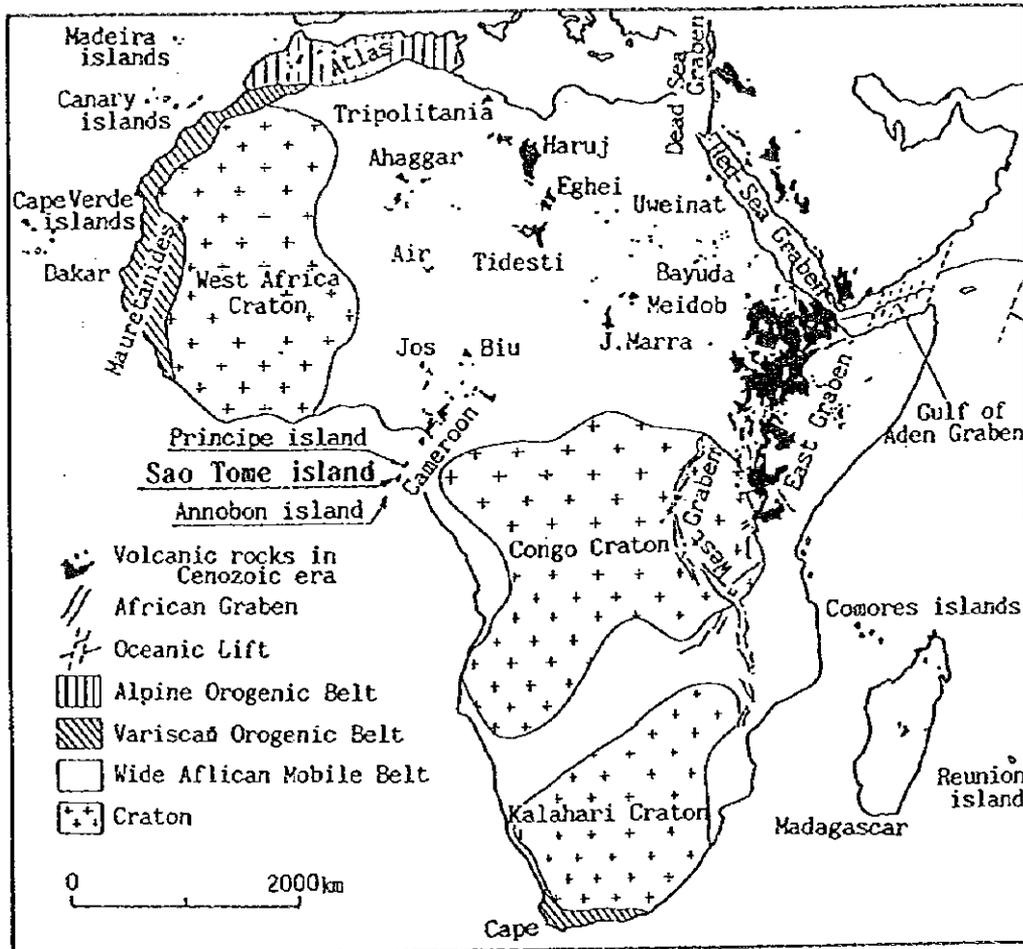


Fig. 10-1 Distribution of Volcanic Rocks and Graben in Africa
 [This map is compiled from Geological World Atlas; Unesco (1975)]

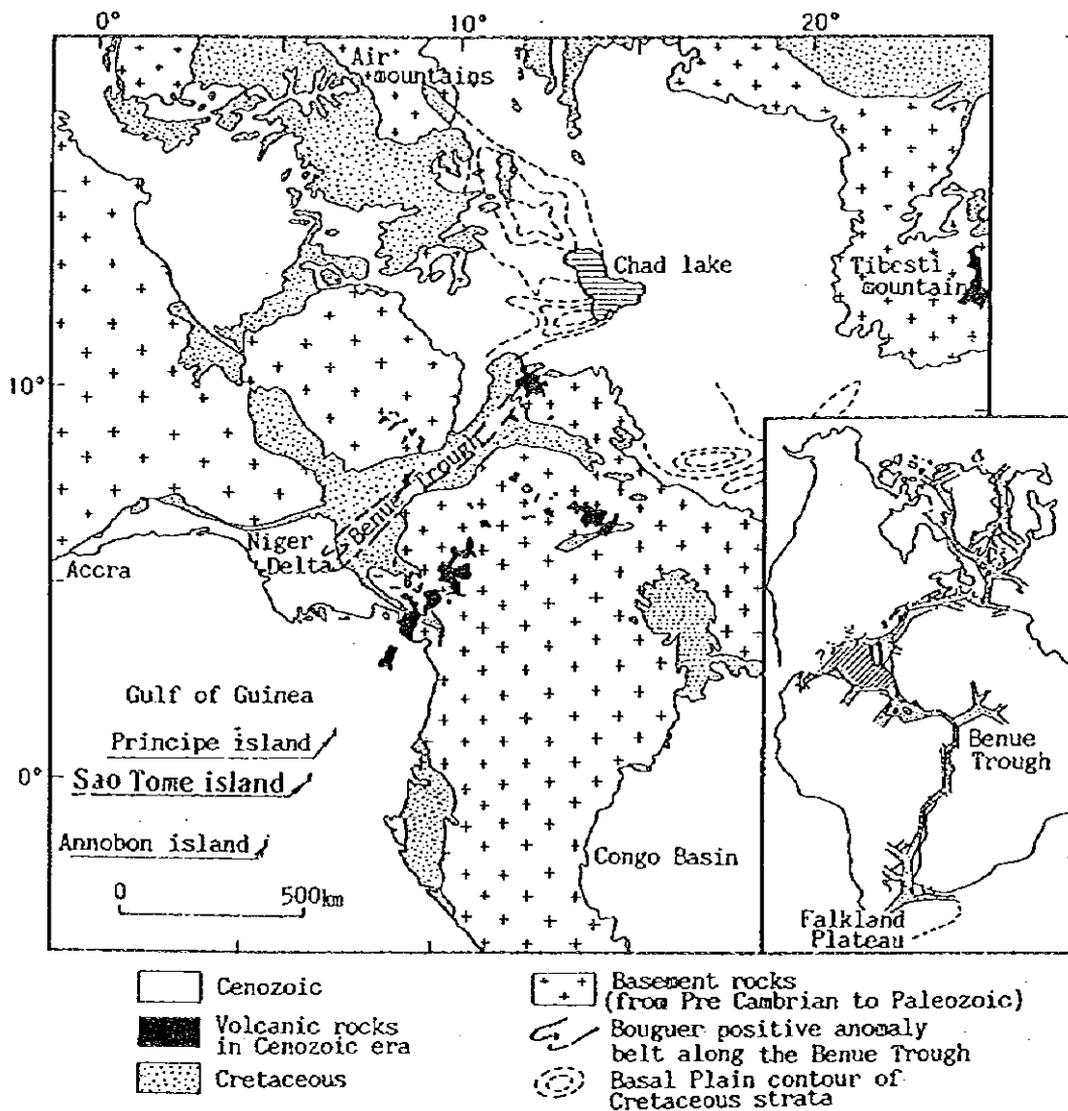


Fig. 10-2 Geological Map of Sao Tome Island and Its Vicinity
 [This map is compiled from Geological World Atlas;Unesco(1975),
 Ajakaiye & Burke(1973),International Tectonic map of
 Africa;Unesco(1968),and Development of graben associated
 with the initial ruptures of the Atlantic Ocean;Burke(1976)]

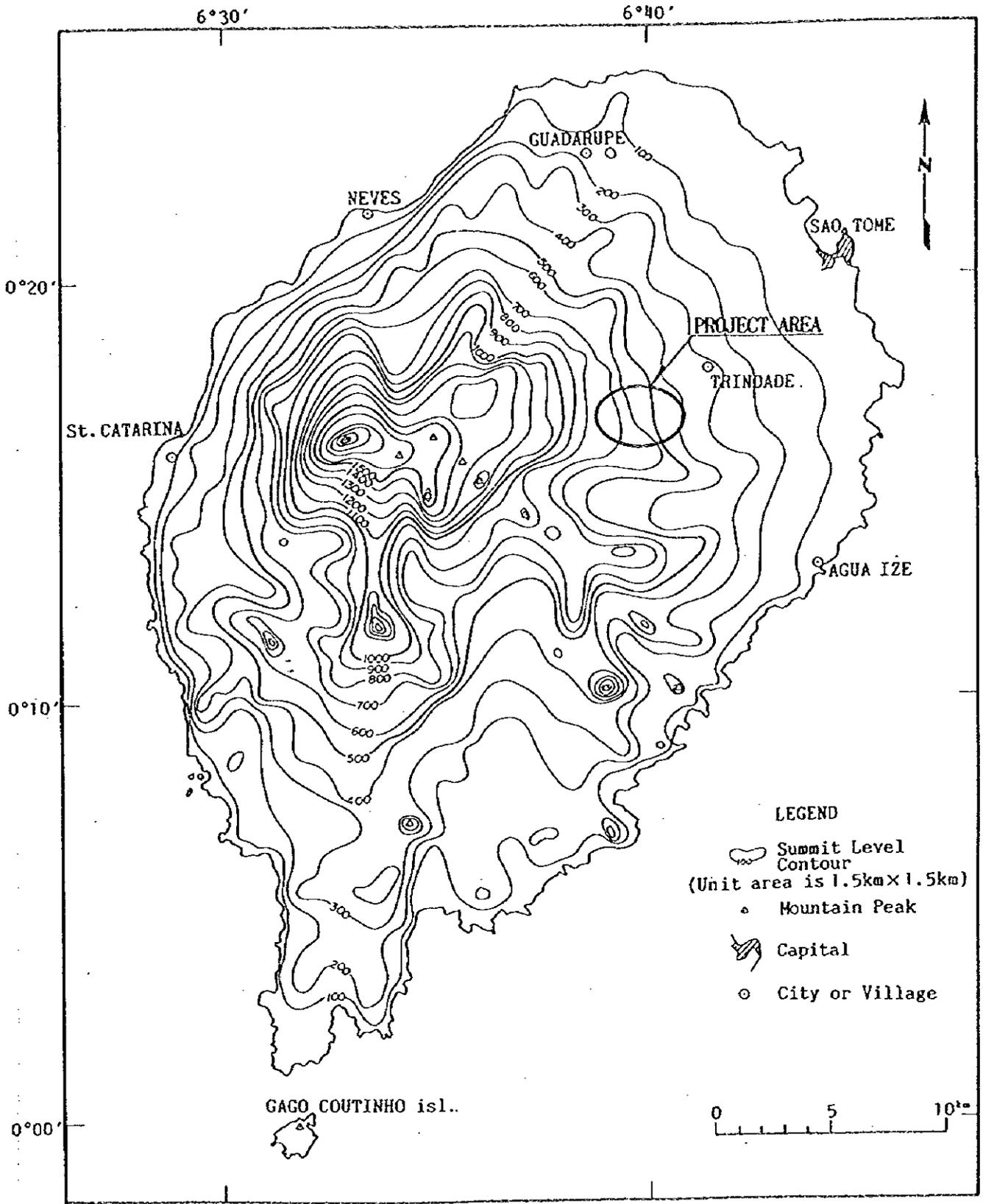


Fig. 10-3 Summit Level Contour Map of Sao Tome Island

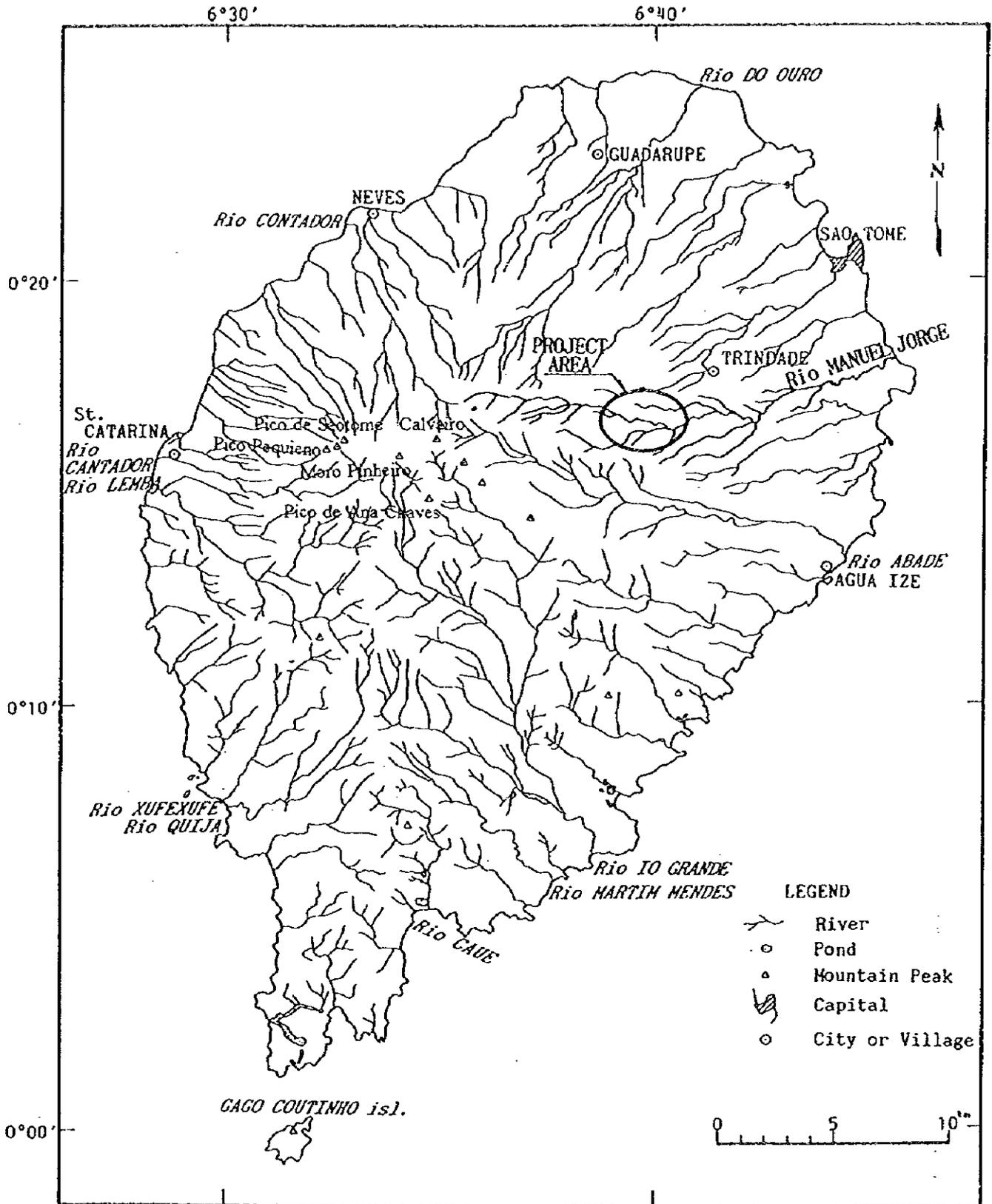


Fig. 10-4 Drainage System of Sao Tome Island

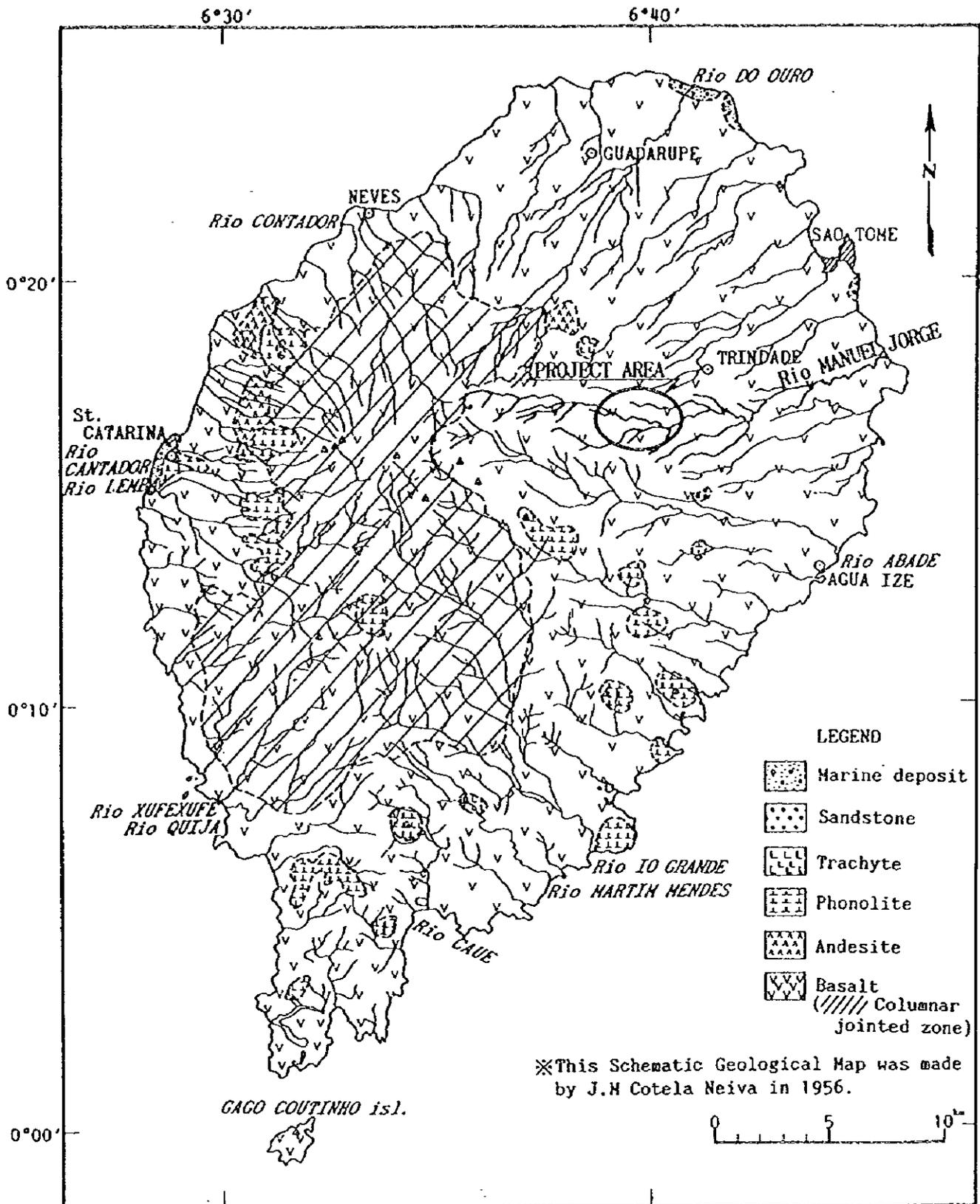
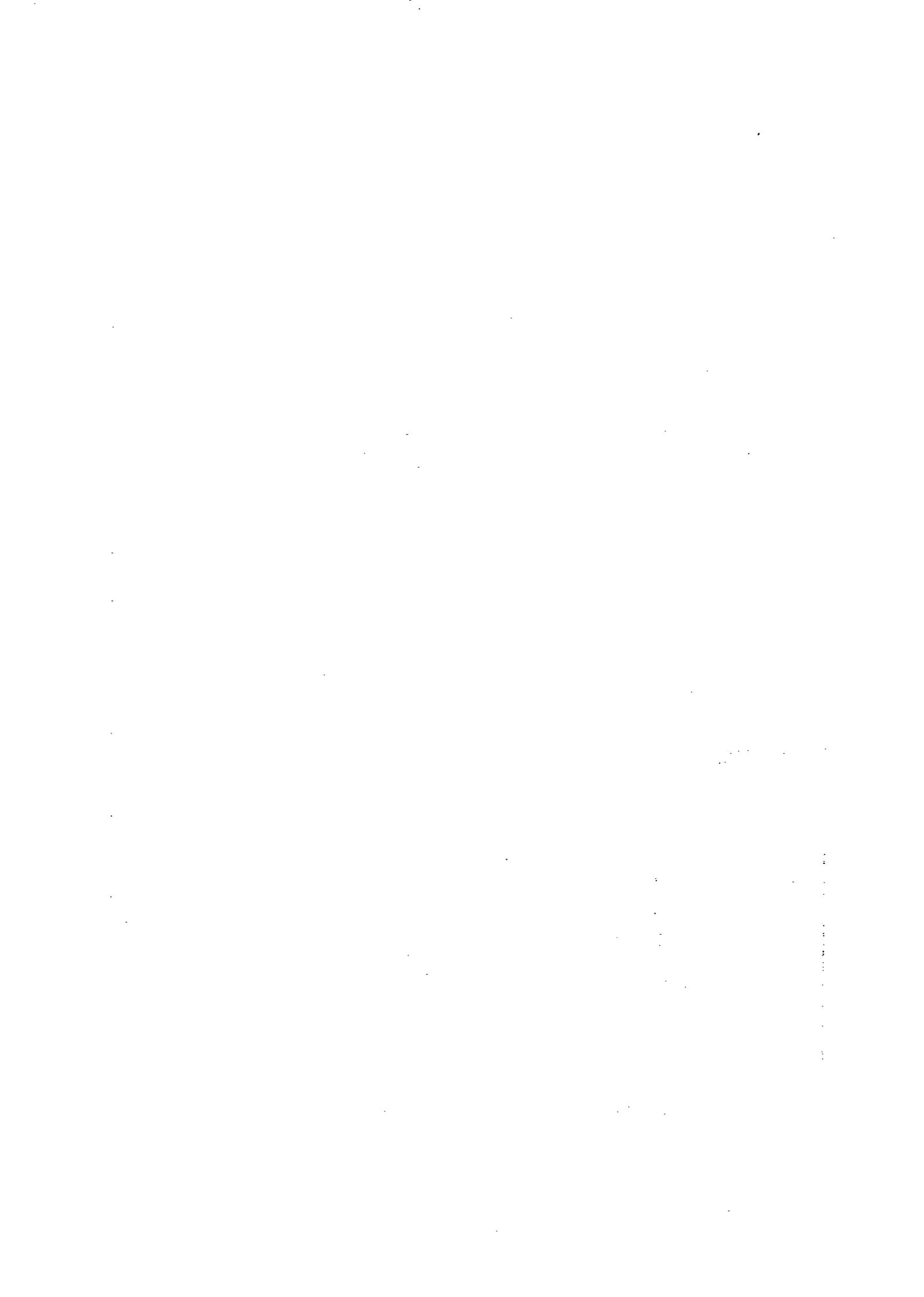
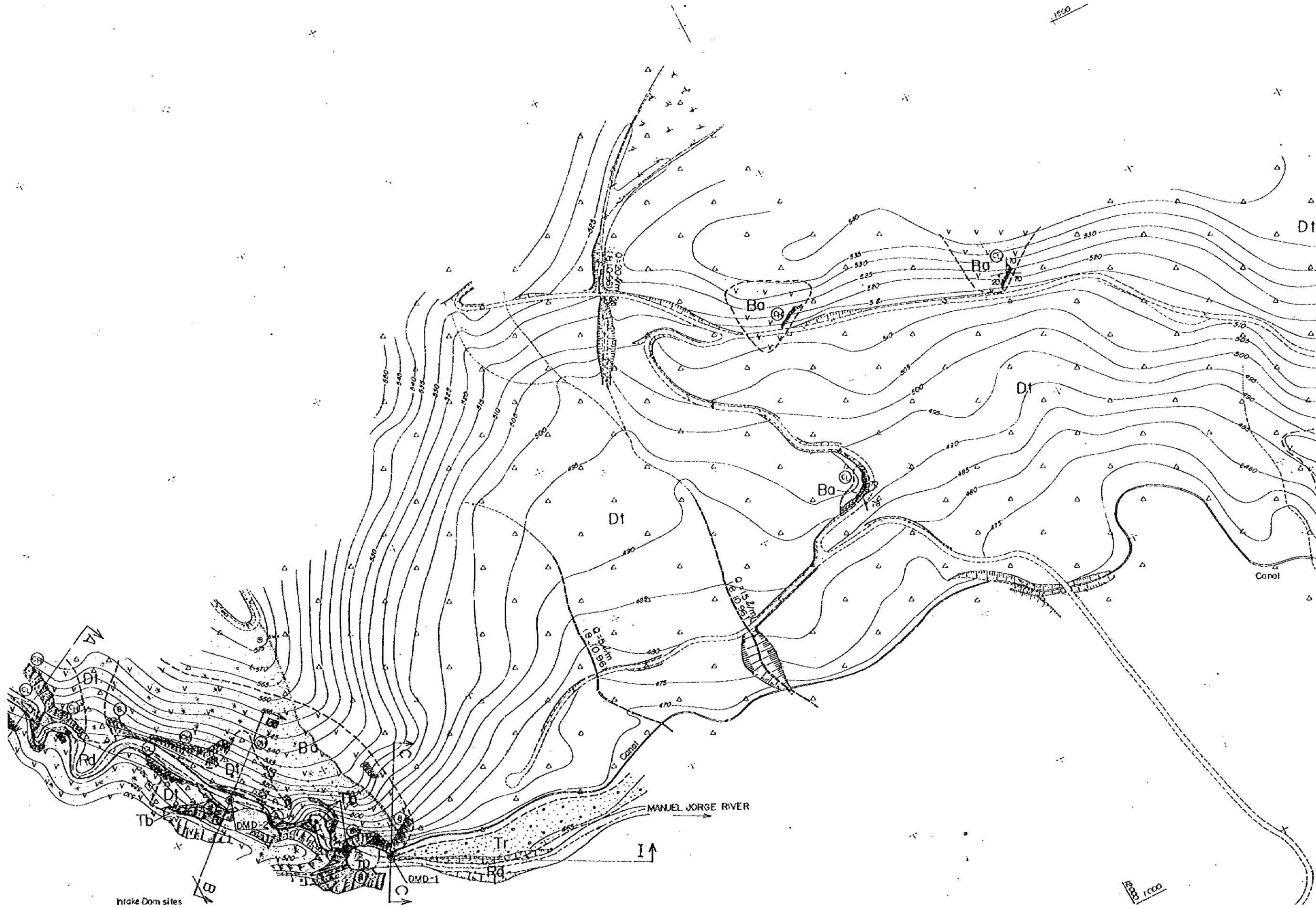


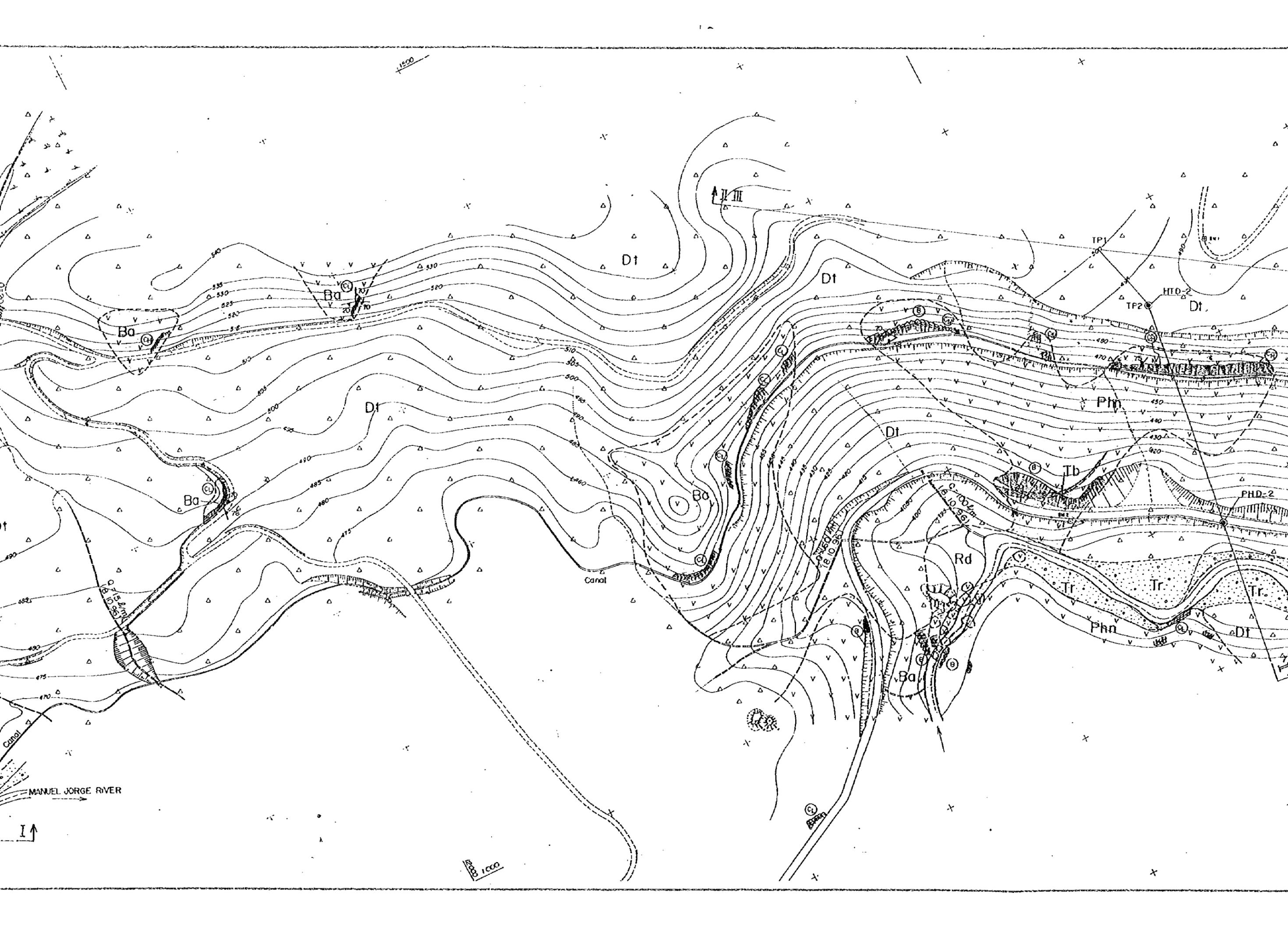
Fig. 10-5 Geological Map of Sao Tome Island





Inake Dam sites

0 200 1000



1500

I II III

Dt

Dt

HTD-2

Dt

Ba

Ba

Phn

Dt

Dt

Tb

Ba

PHD-2

Ba

Canal

Rd

Tr

Phn

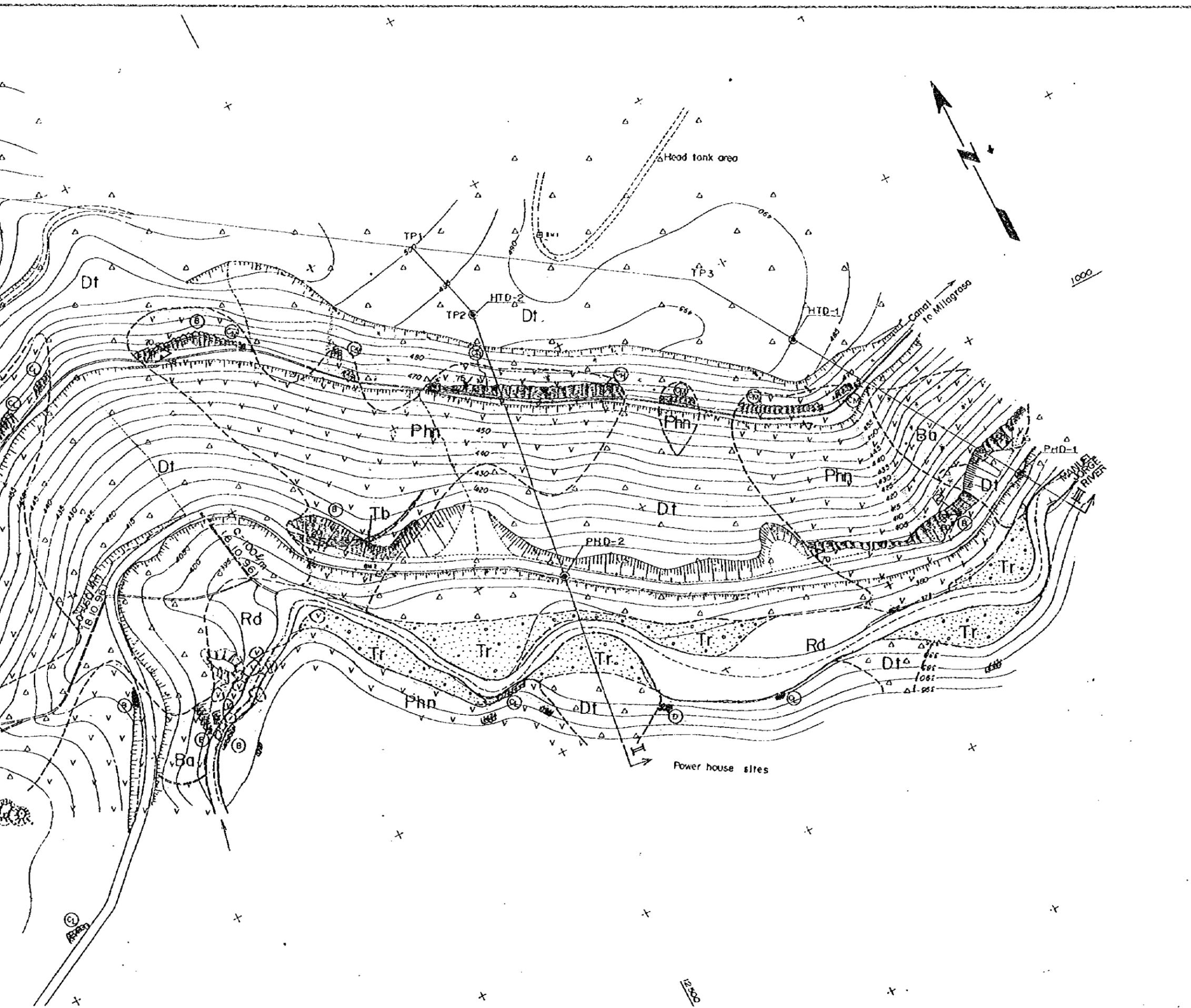
Dt

Ba

MANUEL JORGE RIVER

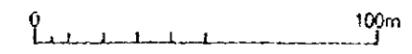
I ↑

1000



LEGEND

- Detritus Talus deposit
- River deposit
- Terrace deposit
- Tuffbreccia
- Basalt, Freatolite
- Geologic boundary
- Drillhole
- Dip and Strike of Strata
- Dip and Strike of Joint
- Locality of collecting Fack Samples
- Quantity of surface water () Measuring date
- Geologic Profile Line

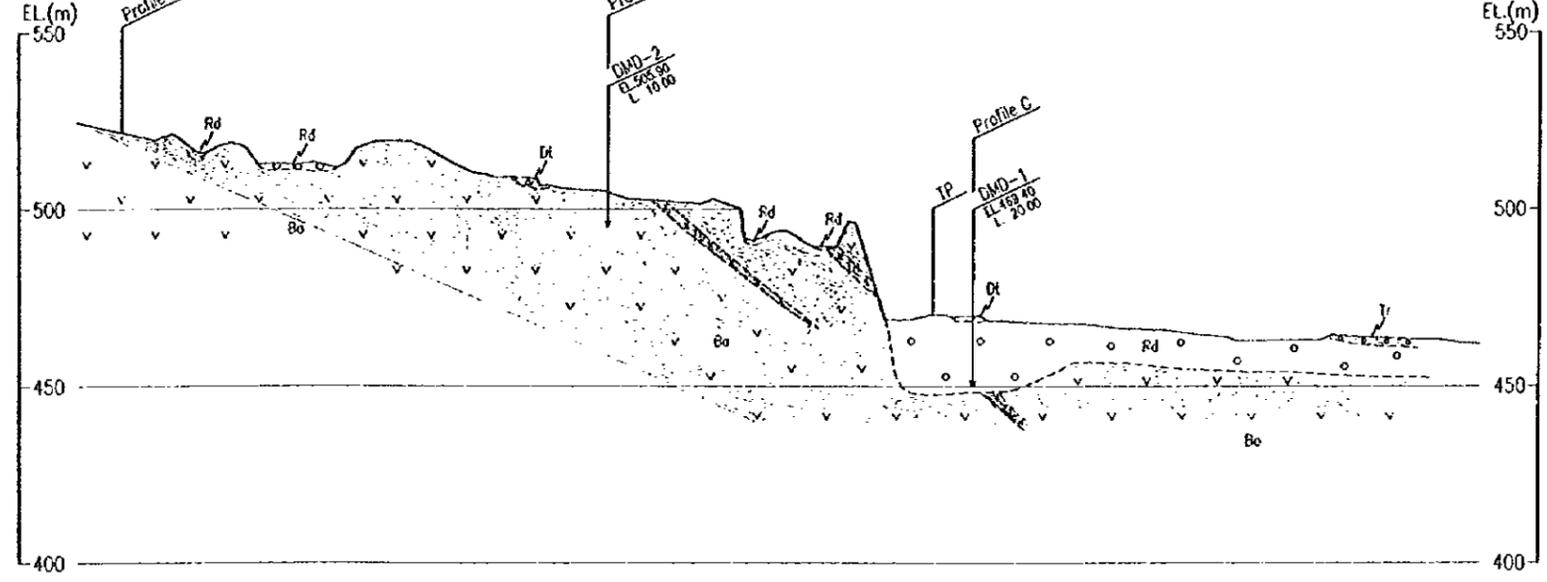


MINI HYDRO ELECTRIC
POWER STATION PROJECT

GEOLOGIC PLAN
PROJECT SITE

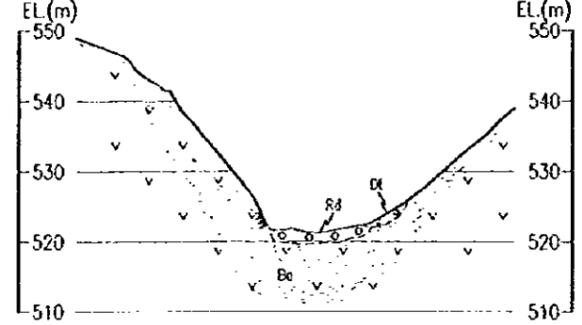
Fig. 10-6

PROFILE I

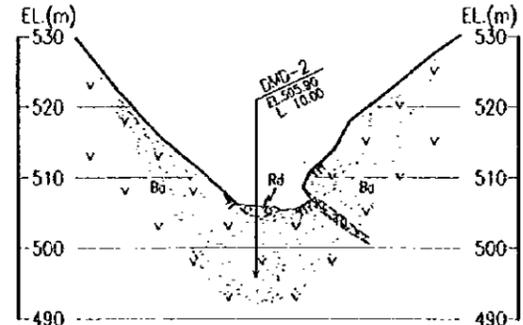


- LEGEND**
- Detritus, Talus deposit
 - River deposit
 - Terrace deposit
 - Tuffbreccia
 - Basalt, Phonolite
 - Geologic boundary
 - Turning point of Profile

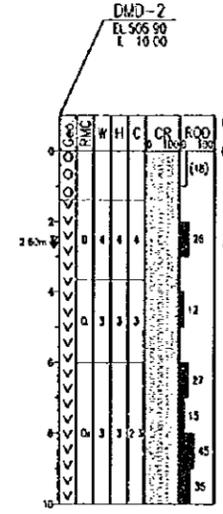
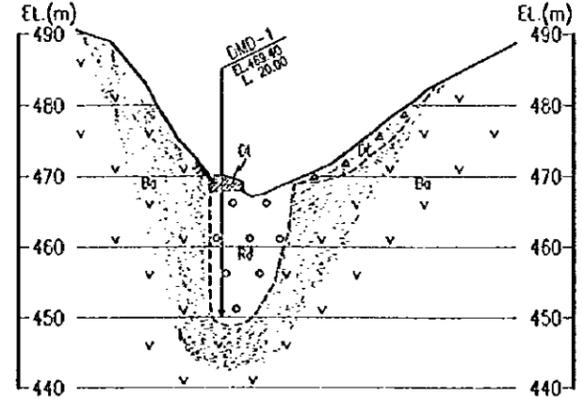
PROFILE A



PROFILE B

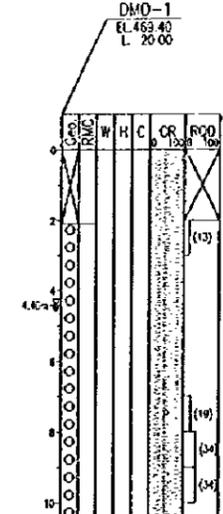


PROFILE C



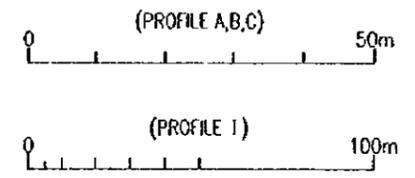
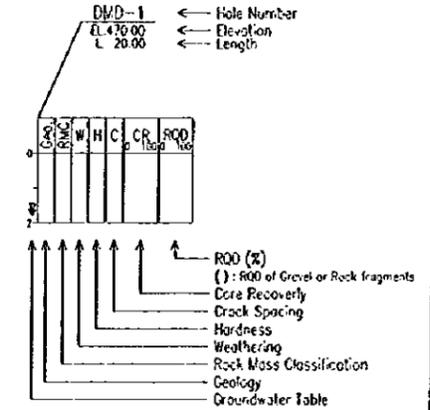
Geological Description (DMD-2)

- 0 ~ 1.40m Recent river deposit. Brown and Gray Gravel. Very hard. Gravel in size of $\phi 1 \sim 3$ cm are dominant. 0 ~ 0.60m Rock fragments with silt. Plants roots contained.
- 1.40 ~ 10.00m Thermal altered basalt. Basalt change reddish in color and slightly weak by thermal alteration.
- 1.40 ~ 3.65m Reddish gray Jointed basalt with silt and sand. Rock fragments are 1 ~ 3cm in piece.
- 3.65 ~ 6.00m Reddish brown Jointed basalt. Very hard. The surface of rock fragments are stained by oxidation.
- 6.00 ~ 10.00m Reddish brown Massive basalt. Very hard Porous. Slightly weathered. Rocks are accompanied by calcite veins.



Geological Description (DMD-1)

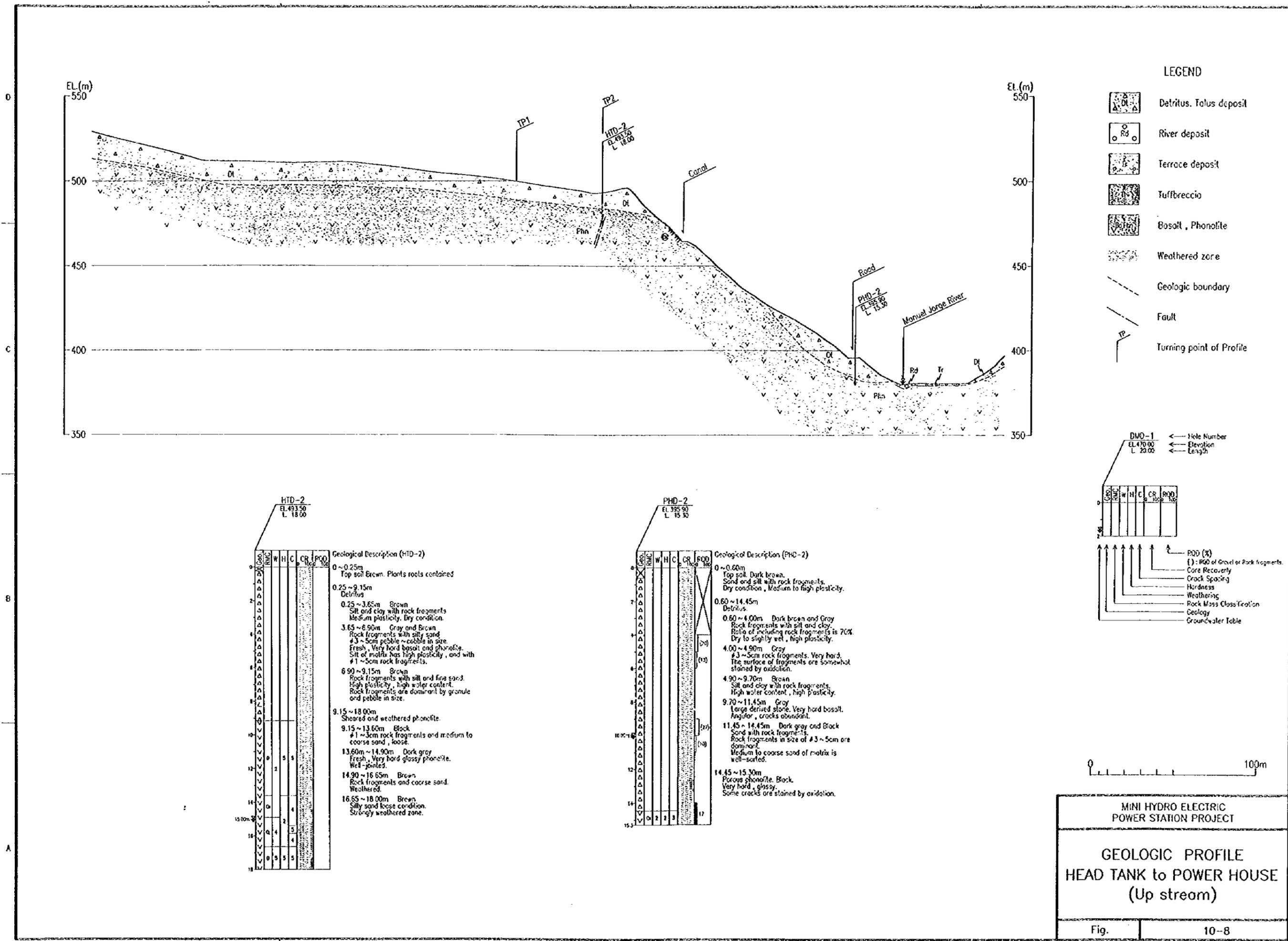
- 0 ~ 2.10m Top soil and Bankment. Brown. Rock fragments $\phi 1 \sim 3$ cm contained silt and coarse sand. Dry condition. Low plasticity. Bankment was formed by the canal from cascade to Milogrosa village.
- 2.10 ~ 20.00m Recent river deposit
- 2.10 ~ 15.10m Gravel. Gray Brown. Rounded or subrounded gravel with medium to coarse sand. Gravel are originated from hard rock; such as basalt and phonolite. Ratio of including gravel is 80% approximately. Cobble and Boulder size gravel are abundant. Low plasticity.
- 15.50 ~ 20.00m Gravel. Back Medium to coarse sand with gravel. Gravel are composed mainly of pebble in size, partially cobble. Loose condition.



**MINI HYDRO ELECTRIC
POWER STATION PROJECT**

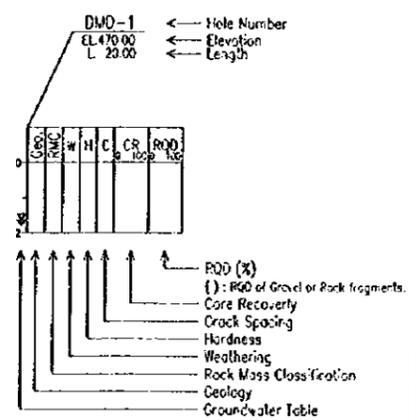
**GEOLOGIC PROFILE
INTAKE DAMSITES**

Fig. 10-7



LEGEND

- Detritus, Talus deposit
- River deposit
- Terrace deposit
- Tuffbreccia
- Basalt, Phonolite
- Weathered zone
- Geologic boundary
- Fault
- Turning point of Profile



HTD-2
EL. 493.50
L. 18.00

Depth (m)	RMC	W	H	C	CR	ROD	RPD
0							
0.25							
0.25-9.15							
0.25-3.65							
3.65-6.90							
6.90-9.15							
9.15-18.00							
9.15-13.60							
13.60-14.90							
14.90-16.65							
16.65-18.00							

Geological Description (HTD-2)

- 0 ~ 0.25m Top soil. Brown. Plants roots contained.
- 0.25 ~ 9.15m Detritus
- 0.25 ~ 3.65m Brown silt and clay with rock fragments. Medium plasticity. Dry condition.
- 3.65 ~ 6.90m Gray and Brown Rock fragments with silty sand. #3 ~ 5cm pebble ~ cobble in size. Fresh, Very hard basalt and phonolite. Silt of matrix has high plasticity, and with #1 ~ 5cm rock fragments.
- 6.90 ~ 9.15m Brown Rock fragments with silt and fine sand. High plasticity, high water content. Rock fragments are dominant by granule and pebble in size.
- 9.15 ~ 18.00m Sheared and weathered phonolite.
- 9.15 ~ 13.60m Black #1 ~ 3cm rock fragments and medium to coarse sand, loose.
- 13.60m ~ 14.90m Dark gray Fresh, Very hard glassy phonolite. Well-jointed.
- 14.90 ~ 16.65m Brown Rock fragments and coarse sand. Weathered.
- 16.65 ~ 18.00m Brown Silty sand loose condition. Strongly weathered zone.

PHD-2
EL. 395.90
L. 15.30

Depth (m)	RMC	W	H	C	CR	ROD	RPD
0							
0 ~ 0.60m							
0.60 ~ 14.45m							
0.60 ~ 4.00m							
4.00 ~ 4.90m							
4.90 ~ 9.70m							
9.70 ~ 11.45m							
11.45 ~ 14.45m							
14.45 ~ 15.30m							

Geological Description (PHD-2)

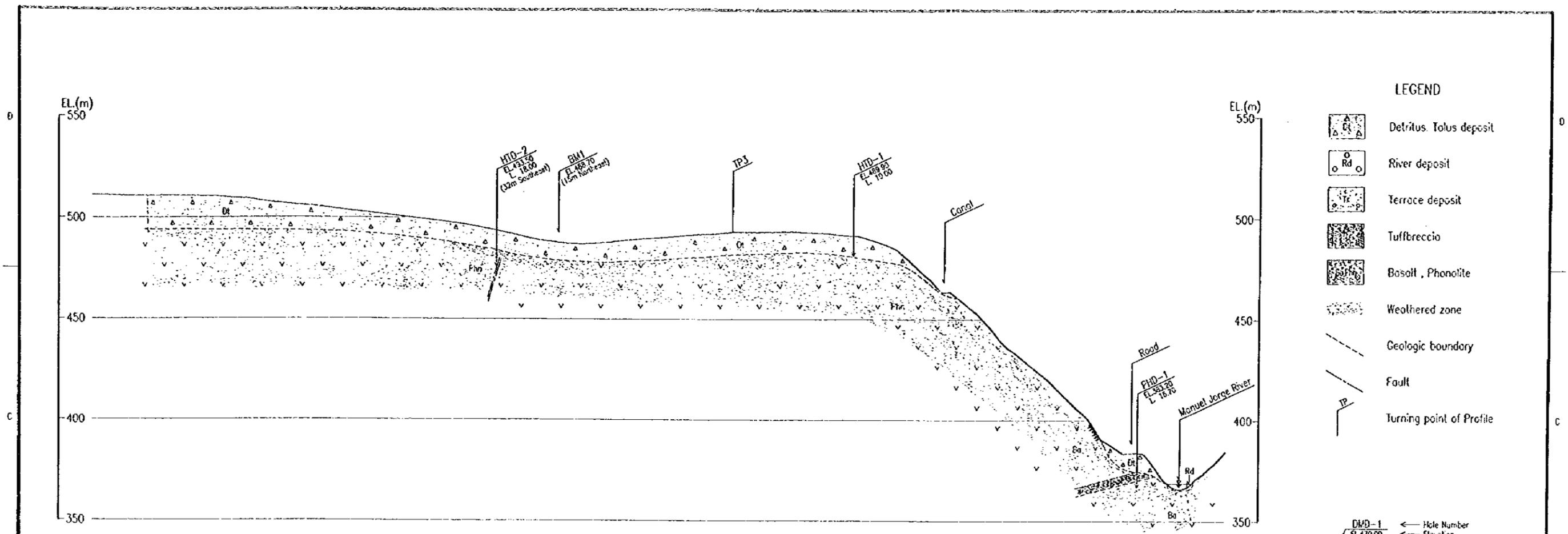
- 0 ~ 0.60m Top soil. Dark brown. Sand and silt with rock fragments. Dry condition, Medium to high plasticity.
- 0.60 ~ 14.45m Detritus
- 0.60 ~ 4.00m Dark brown and Gray Rock fragments with silt and clay. Ratio of including rock fragments is 70%. Dry to slightly wet, high plasticity.
- 4.00 ~ 4.90m Gray #3 ~ 5cm rock fragments. Very hard. The surface of fragments are somewhat stained by oxidation.
- 4.90 ~ 9.70m Brown silt and clay with rock fragments. High water content, high plasticity.
- 9.70 ~ 11.45m Gray Large derived stone. Very hard basalt. Angular, cracks abundant.
- 11.45 ~ 14.45m Dark gray and Black Sand with rock fragments. Rock fragments in size of #3 ~ 5cm are dominant. Medium to coarse sand of matrix is well-sorted.
- 14.45 ~ 15.30m Porous phonolite. Black. Very hard, glassy. Some cracks are stained by oxidation.



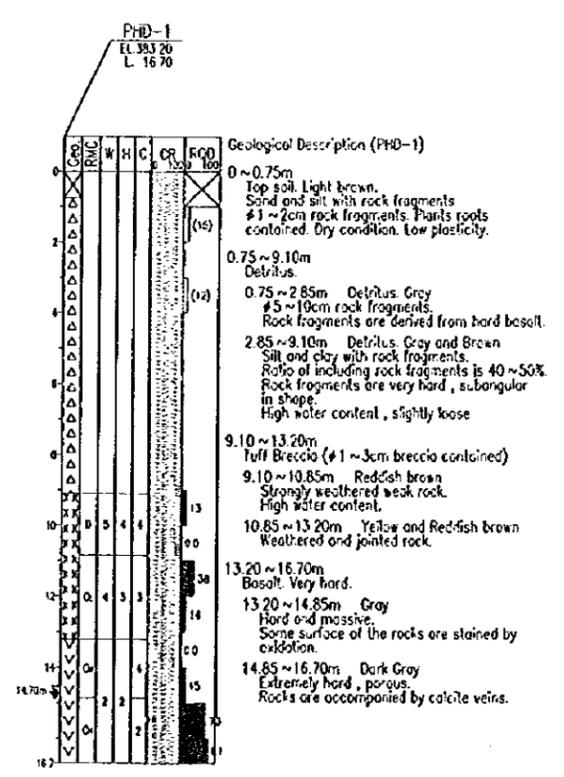
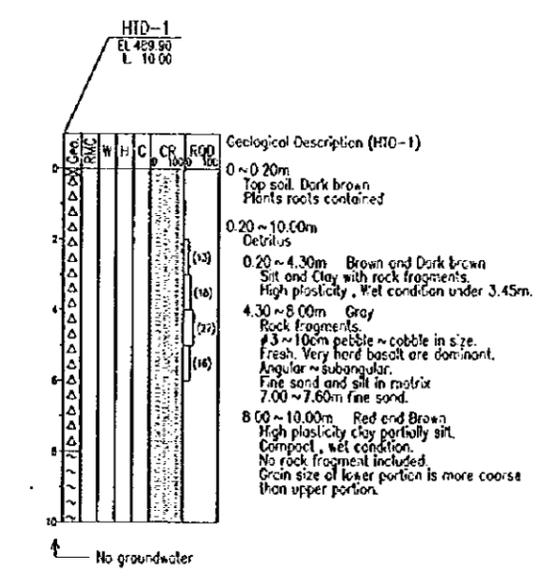
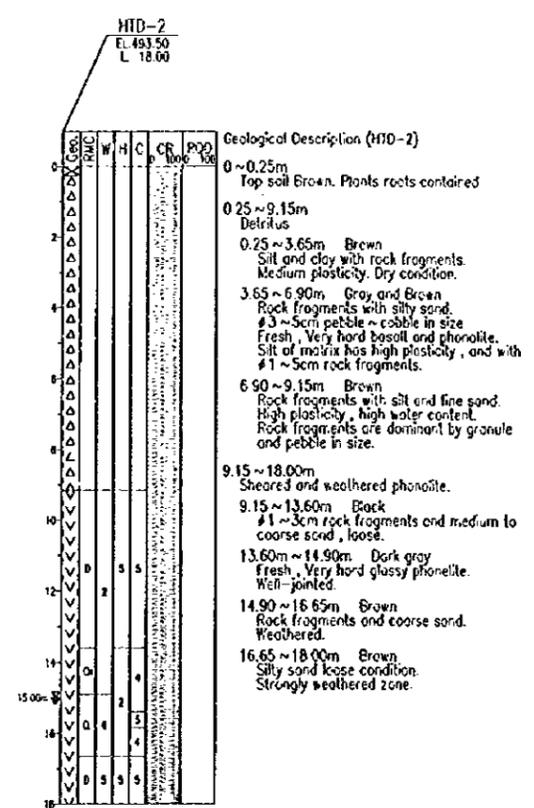
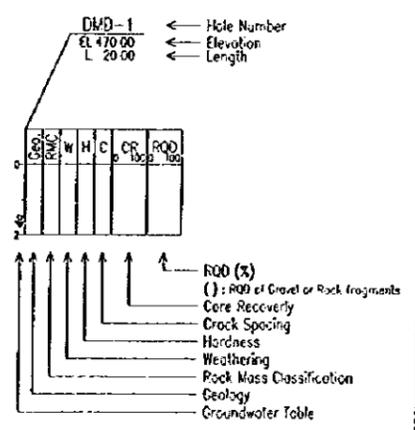
**MINI HYDRO ELECTRIC
POWER STATION PROJECT**

**GEOLOGIC PROFILE
HEAD TANK to POWER HOUSE
(Up stream)**

 Fig. 10-8



- LEGEND**
- Detritus, Tolus deposit
 - River deposit
 - Terrace deposit
 - Tuffbreccio
 - Basalt, Phonolite
 - Weathered zone
 - Geologic boundary
 - Fault
 - Turning point of Profile



0 100m

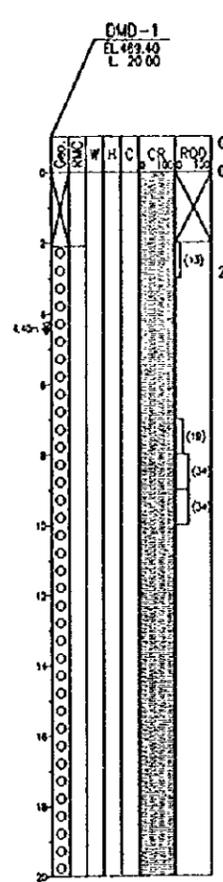
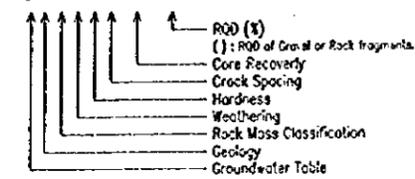
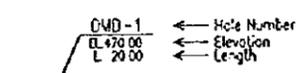
**MINI HYDRO ELECTRIC
POWER STATION PROJECT**

**GEOLOGIC PROFILE
HEAD TANK to POWER HOUSE
(Down stream)**

Fig. 10-9

LEGEND

- Top soil, Bankment
- Rock fragments with sand, silt and clay
- Gravel
- Silt and clay
- Tuffbreccia
- Basalt, Phonolite



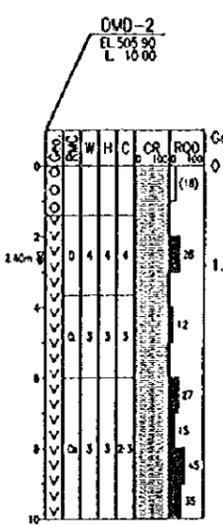
Geological Description (DWD-1)

0 ~ 2.10m Top soil and Bankment. Brown. Rock fragments #1 ~ 3cm contained silt and coarse sand. Dry condition. Low plasticity. Bankment was formed by the canal from cascade to Misgrosa village.

2.10 ~ 20.00m Recent river deposit

2.10 ~ 15.10m Gravel. Gray Brown. Rounded or subrounded gravel with medium to coarse sand. Gravel are originated from hard rock; such as basalt and phonolite. Ratio of including gravel is 80% approximately. Cobble and Boulder size gravel are abundant. Low plasticity. 12.1 ~ 13.5m is dominated by sand matrix.

15.50 ~ 20.00m Gravel. Black. Medium to coarse sand with gravel. Gravel are composed mainly of pebble in size, partially cobble. Loose condition.



Geological Description (DWD-2)

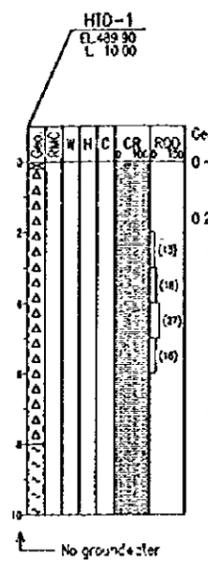
0 ~ 1.40m Recent river deposit. Brown and Gray Gravel. Very hard. Gravel in size of #1 ~ 3cm are dominant. 0 ~ 0.60m Rock fragments with silt. Plants roots contained.

1.40 ~ 10.00m Thermal altered basalt. Basalt change reddish in color and slightly weak by thermal alteration.

1.40 ~ 3.65m Reddish gray Jointed basalt with silt and sand. Rock fragments are 1 ~ 3cm in piece.

3.65 ~ 8.00m Reddish brown Jointed basalt. Very hard. The surface of rock fragments are stained by oxidation.

6.00 ~ 10.00m Reddish brown Massive basalt. Very hard Porous. Slightly weathered. Rocks are accompanied by calcite veins.



Geological Description (HTD-1)

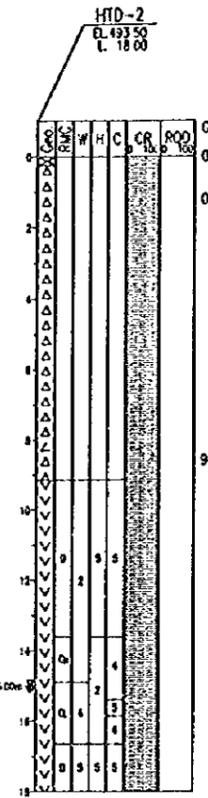
0 ~ 0.20m Top soil. Dark brown. Plants roots contained.

0.20 ~ 10.00m Detritus

0.20 ~ 4.30m Brown and Dark brown Silt and Clay with rock fragments. High plasticity. Wet condition under 3.45m.

4.30 ~ 8.00m Gray Rock fragments #3 ~ 10cm pebble ~ cobble in size. Fresh. Very hard basalt are dominant. Angular ~ subangular. Fine sand and silt in matrix. 7.00 ~ 7.60m fine sand.

8.00 ~ 10.00m Red and Brown High plasticity clay partially silt. Compact, wet condition. No rock fragment included. Grain size of lower portion is more coarse than upper portion.



Geological Description (HTD-2)

0 ~ 0.25m Top soil. Brown. Plants roots contained

0.25 ~ 9.15m Detritus

0.25 ~ 3.65m Brown Silt and clay with rock fragments. Medium plasticity. Dry condition.

3.65 ~ 6.90m Gray and Brown Rock fragments with silt and sand. #3 ~ 5cm pebble ~ cobble in size. Fresh. Very hard basalt and phonolite. Silt of matrix has high plasticity, and with #1 ~ 3cm rock fragments.

6.90 ~ 9.15m Brown Rock fragments with silt and fine sand. High plasticity, high water content. Rock fragments are dominant by granule and pebble in size.

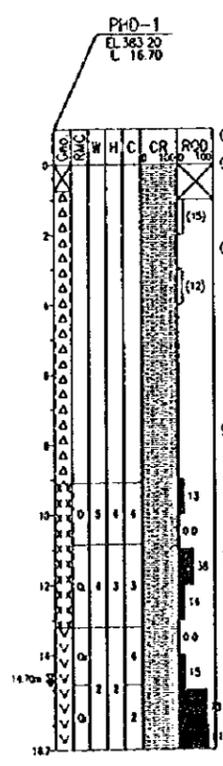
9.15 ~ 18.00m Sheared and weathered phonolite.

9.15 ~ 13.60m Black #1 ~ 3cm rock fragments and medium to coarse sand, loose.

13.60m ~ 14.90m Dark gray Fresh. Very hard glossy phonolite. Well-jointed.

14.90 ~ 16.65m Brown Rock fragments and coarse sand. Weathered.

16.65 ~ 18.00m Brown Silty sand loose condition. Strongly weathered zone.



Geological Description (PHD-1)

0 ~ 0.75m Top soil. Light brown. Sand and silt with rock fragments. #1 ~ 2cm rock fragments. Plants roots contained. Dry condition. Low plasticity.

0.75 ~ 9.10m Detritus. Gray

0.75 ~ 2.85m Detritus. Gray #5 ~ 10cm rock fragments. Rock fragments are derived from hard basalt.

2.85 ~ 9.10m Detritus. Gray and Brown Silt and clay with rock fragments. Ratio of including rock fragments is 40 ~ 50%. Rock fragments are very hard, subangular in shape. High water content, slightly loose.

9.10 ~ 13.20m Tuff Breccia (#1 ~ 3cm breccia contained)

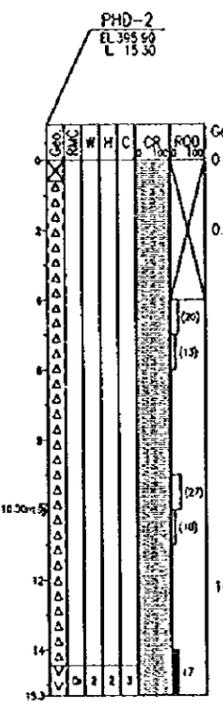
9.10 ~ 10.85m Reddish brown Strongly weathered weak rock. High water content.

10.85 ~ 13.20m Yellow and Reddish brown Weathered and jointed rock.

13.20 ~ 16.70m Basalt. Very hard

13.20 ~ 14.85m Gray Hard and massive. Some surface of the rocks are stained by oxidation.

14.85 ~ 16.70m Dark Gray Extremely hard, porous. Rocks are accompanied by calcite veins.



Geological Description (PHD-2)

0 ~ 0.60m Top soil. Dark brown. Sand and silt with rock fragments. Dry condition, Medium to high plasticity.

0.60 ~ 14.45m Detritus

0.60 ~ 4.00m Dark brown and Gray Rock fragments with silt and clay. Ratio of including rock fragments is 70%. Dry to slightly wet, high plasticity.

4.00 ~ 4.90m Gray #3 ~ 5cm rock fragments. Very hard. The surface of fragments are somewhat stained by oxidation.

4.90 ~ 9.70m Brown Silt and clay with rock fragments. High water content, high plasticity.

9.70 ~ 11.45m Gray Large derived stone. Very hard basalt. Angular, cracks abundant.

11.45 ~ 14.45m Dark gray and Black Sand with rock fragments. Rock fragments in size of #3 ~ 5cm are dominant. Medium to coarse sand of matrix is well-sorted.

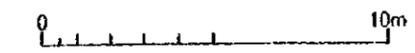
14.45 ~ 15.30m Porous phonolite. Black. Very hard, glossy. Some cracks are stained by oxidation.

Standard of Three Fundamental Factors for Drilled Core

Weathering / Alteration	Hardness	Crack spacing
1 Very fresh No weathering/alteration of mineral component	1 Very hard Broken into knifedged pieces by strong hammer blow	1 Over 30 cm
2 Fresh Some minerals are weathered/alter-d slightly. Usual no brown crack	2 Hard Broken into pieces by strong hammer blow	2 10-30 cm
3 Fairly fresh Some minerals are weathered/alter-d. Cracks are stained and with weathered/alter-d material	3 Brittle Broken into pieces by medium hammer blow	3 3-10 cm
4 Weathered/Alter-d Fresh portions still remain partially	4 Very brittle Easy broken into pieces by medium hammer blow	4 1-3 cm
5 Strongly weathered/alter-d Most minerals are weathered/alter-d	5 Soft Able to dig with hammer.	5 Under 1 cm

Rock Mass Classification

Class	Description
A	The rock mass is very fresh, and the rock forming minerals and grains undergo neither weathering nor alteration. Joints are extremely tight and their surface have no visible sign of weathering. Sound by hammer blow is clear.
B	The rock mass is solid. There is no opening joint and crack. But rock forming minerals and grains undergo a little weathering and alteration in part. Sound by hammer blow is clear.
CH	The rock mass is relatively solid. The rock forming minerals and grains undergo weathering except for quartz. The rock blocks are separated by strong hammer blow along joints. Clay minerals remain on the separation surface. Sound by hammer blow is a little dim.
CM	The rock forming minerals and grains are somewhat softened by weathering, except for quartz. The rock blocks are separated by medium hammer blow along joints. Clay minerals remain on the separation surface. Sound by hammer blow is somewhat dim.
CL	The rock mass is soft. The rock forming minerals and grains are softened by weathering. The rock blocks are separated by soft hammer blow along joints. Clay minerals remain on the separation surface. Sound by hammer blow is dim.
D	The rock mass is remarkably soft. The rock forming minerals and grains are softened by weathering. The rock mass crush by light hammer blow. Clay minerals remain on the separation surface. Sound by hammer blow is remarkably dim.



MINI HYDRO ELECTRIC POWER STATION PROJECT

Log of Drillhole

Fig. 10-10