

国際協力事業団

水資源と水質汚染の防止

報告書

第1号

スワジランド

1991年10月

国際協力事業団



ブラジル連邦共和国

イタジャイ河流域包蔵水力調査

第二部

主報告書

マスタープラン スタディ

JICA LIBRARY



1093902(3)

22959

1991年10月

国際協力事業団

## 報告書の構成

1. 第一部 要約報告書
2. 第二部 主報告書 (マスタープラン スタディ)
3. 第三部 主報告書 (Salto Pilao (1), DalbergiaおよびBenedito Novo  
発電計画に対するプレフィージビリティ スタディ)



## 序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国の要請に基づき、同国のイタジャイ河流域包蔵水力調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年6月から平成3年10月までの間、3回にわたり、日本工営㈱久野一郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ブラジル政府関係者と協議を行うとともに、対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の運びとなりました。

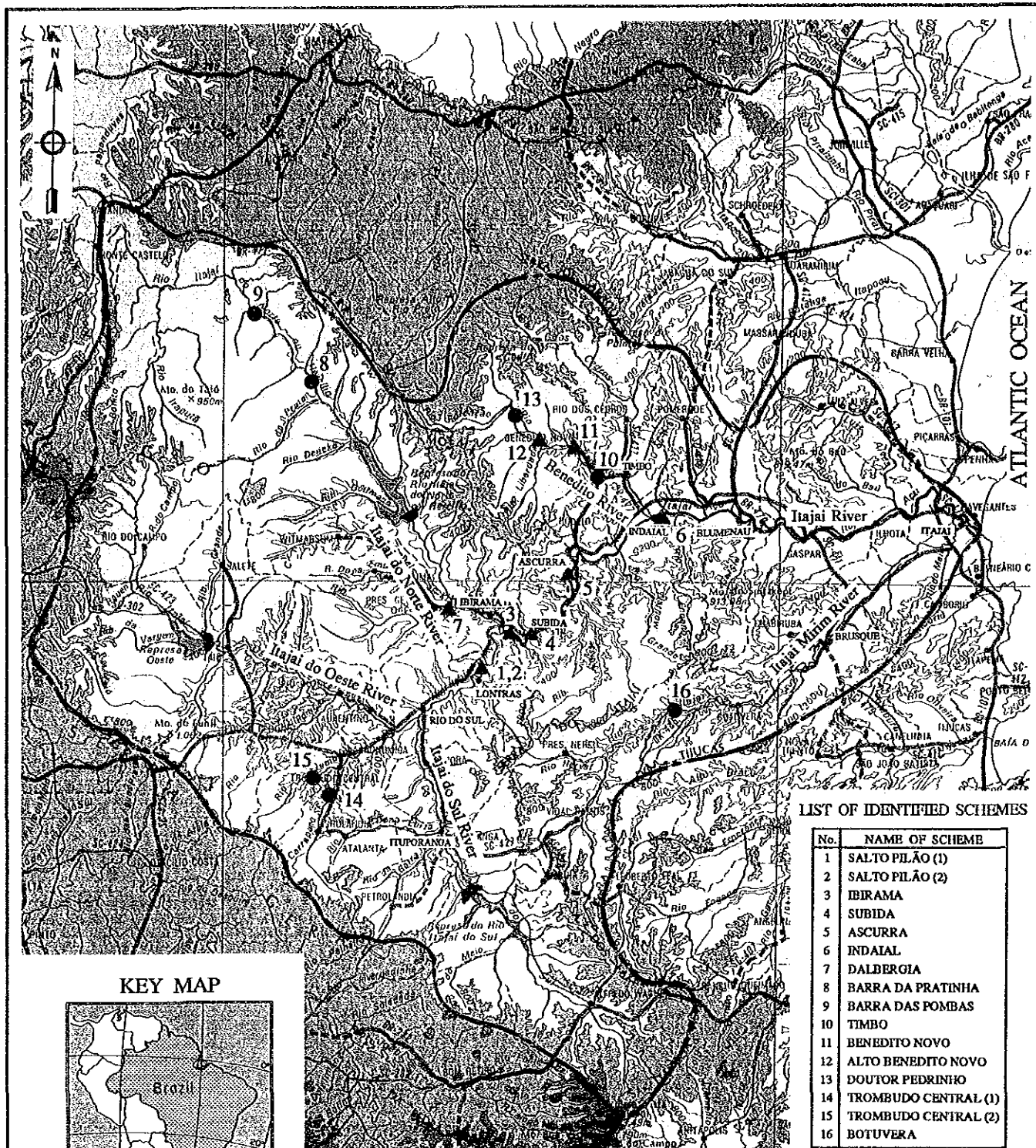
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好と親善の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年10月

国際協力事業団

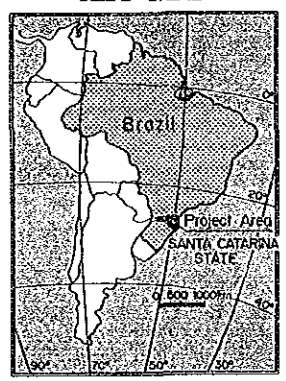
総裁 柳谷 謙介



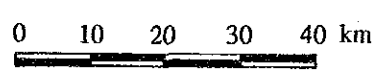
LIST OF IDENTIFIED SCHEMES

No.	NAME OF SCHEME
1	SALTO PILÃO (1)
2	SALTO PILÃO (2)
3	IBIRAMA
4	SUBIDA
5	ASCURRA
6	INDAIAL
7	DALBERGIA
8	BARRA DA PRATINHA
9	BARRA DAS POMBAS
10	TIMBO
11	BENEDITO NOVO
12	ALTO BENEDITO NOVO
13	DOCTOR PEDRINHO
14	TROMBUDO CENTRAL (1)
15	TROMBUDO CENTRAL (2)
16	BOTUVERA






KEY MAP



Scale



LEGEND

-  RIVER
-  EXISTING DAM & RESERVOIR
-  RUN-OF-RIVER SCHEME
-  RESERVOIR SCHEME
-  BASIN BOUNDARY

16 包蔵水力地点の位置図







# イタジャイ河流域包蔵水力調査

## 第二部 主報告書

### マスタープラン スタディ

16 包蔵水力地点の位置図

略号

## 目 次

	頁
I. 序 論 .....	1
1. 1 調査の背景 .....	1
1. 2 調査の目的及び範囲 .....	1
1. 3 調査実施の経緯 .....	2
1. 4 報告書の構成 .....	2
1. 5 謝 辞 .....	3
II. 背 景 .....	4
2. 1 ブラジルの概要 .....	4
2. 2 ブラジルにおける発電及び電力供給 .....	5
2.2.1 発電及び電力供給に関する行政及びその機構 .....	5
2.2.2 発電計画実施に伴う法的手続き .....	6
2. 3 サンタカタリナ州 .....	7
2.3.1 人 口 .....	7
2.3.2 経 済 .....	7
2.3.3 土地利用 .....	7
2.3.4 インフラストラクチャー .....	8
III. イタジャイ河流域 .....	9
3. 1 自然状況 .....	9
3.1.1 地形及び地質 .....	9

	頁
3.1.2 気象、水文 .....	9
3.1.3 土壌及び植生 .....	10
3.2 土地利用 .....	10
3.3 地域経済 .....	11
3.3.1 人口 .....	11
3.3.2 産業構造 .....	11
3.3.3 交通 .....	12
IV. 計画検討手法及び方針 .....	13
4.1 計画検討の基本構想 .....	13
4.2 計画検討手法 .....	13
V. 水文調査 .....	15
5.1 序論 .....	15
5.2 低水流量 .....	15
5.3 洪水解析 .....	16
VI. 電力の需要と供給 .....	18
6.1 電力事業の機構 .....	18
6.2 既存の電力供給組織 .....	18
6.2.1 南部／南東部地区の電力供給組織 .....	18
6.2.2 CELESCの電力供給系統 .....	18
6.3 電力供給市場 .....	19
6.3.1 CELESC系統における電力需要 .....	19
6.3.2 負荷曲線 .....	19
6.3.3 CELESC系統における電力供給市場の経年的動向 .....	20
6.3.4 電気料金 .....	20
6.4 電力需要想定 .....	20
6.5 電力需給バランス .....	21

	頁
VII. 環境調査 .....	22
7.1 序論 .....	22
7.2 環境影響予備評価 .....	22
7.2.1 評価の方法 .....	22
7.2.2 自然環境に対する評価 .....	22
7.2.3 社会環境に対する評価 .....	26
VIII. 包蔵水力地点の確認 .....	29
8.1 序論 .....	29
8.2 水力開発の形式 .....	29
8.3 図上検討方法及び検討基準 .....	29
8.4 図上検討で確認された発電計画地点 .....	29
8.5 包蔵水力地点に対する地質的評価 .....	30
IX. 発電量計算 .....	36
9.1 序論 .....	36
9.2 ELETROBRASによる計画基準 .....	36
9.3 開発規模代替案 .....	37
9.4 発電量算定のための基準 .....	38
9.5 発電量算定 .....	38
X. 概略設計及び概略工事費積算 .....	39
10.1 序論 .....	39
10.2 概略設計 .....	39
10.3 概略工事費積算 .....	40
XI. 包蔵水力のインベントリー .....	41
11.1 比較案を含む包蔵水力のインベントリー .....	41
11.2 各包蔵水力計画の最適案に対するインベントリー .....	41

	頁
XII. 第一次スクリーニング .....	42
12. 1 スクリーニングに対する基準 .....	42
12. 2 第一次スクリーニングを通過した発電計画 .....	42
XIII. 計画実施案の作成 .....	43
13. 1 一般概要図の作成及び第二次スクリーニング用工事費積算 .....	43
13. 2 第二次スクリーニング .....	44
13. 3 選定された発電計画案に対する計画実施案の作成 .....	46

## 付 表

		頁
表 7.1	環境影響評価	49
表 7.2	水没地域の土地利用状況	50
表 7.3	水没面積、想定水没家屋数とその人口との関係	51
表 7.4	水没地域内における既設道路及び橋梁	52
表 8.1	凶上検討で確認された発電計画案	53
表 8.2	地質上の評価基準	54
表 8.3	地質上の評価	55
表 9.1	発生電力量の計算基準 (1/2)	56
表 9.1	発生電力量の計算基準 (2/2)	57
表11.1	確認された発電計画の最適案の目録 (1/2)	58
表11.1	確認された発電計画の最適案の目録 (2/2)	59
表13.1	Salto Pilao (1) 案の建設費	60
表13.2	Salto Pilao (2) 案の建設費	61
表13.3	Daibegia案の建設費	62
表13.4	Benedito Novo 案の建設費	63
表13.5	Alto Benedito Novo案の建設費	64
表13.6	第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 (1/5)	65
表13.6	第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 (2/5)	66
表13.6	第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 (3/5)	67
表13.6	第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 (4/5)	68
表13.6	第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 (5/5)	69

## 付 図

		頁
図 1.1	全体作業工程 .....	71
図 1.2	全体作業の流れ図 .....	72
図 4.1	計画検討の流れ図 .....	73
図 6.1	南部／南東部電力系統における電力需要予測と電力供給計画図 .....	74
図 6.2	南部／南東部電力系統における電力量需要予測と電力量供給 計画図 .....	75
図 8.1	図上検討で確認された発電計画地点の位置図 .....	76
図 9.1	南部及び南東部電力系統における最渇水期間 .....	77
図13.1	Salto Pilao (1) 案の一般概要図 (1/3) .....	78
図13.1	Salto Pilao (1) 案の一般概要図 (2/3) .....	79
図13.1	Salto Pilao (1) 案の一般概要図 (3/3) .....	80
図13.2	Salto Pilao (2) 案の一般概要図 (1/3) .....	81
図13.2	Salto Pilao (2) 案の一般概要図 (2/3) .....	82
図13.2	Salto Pilao (2) 案の一般概要図 (3/3) .....	83
図13.3	Dalbergia 案の一般概要図 (1/3) .....	84
図13.3	Dalbergia 案の一般概要図 (2/3) .....	85
図13.3	Dalbergia 案の一般概要図 (3/3) .....	86
図13.4	Benedito Novo 案の一般概要図 (1/3) .....	87
図13.4	Benedito Novo 案の一般概要図 (2/3) .....	88
図13.4	Benedito Novo 案の一般概要図 (3/3) .....	89
図13.5	Alto Benedito Novo案の一般概要図 (1/3) .....	90
図13.5	Alto Benedito Novo案の一般概要図 (2/3) .....	91
図13.5	Alto Benedito Novo案の一般概要図 (3/3) .....	92
図13.6	3発電計画案に対する計画実施案と年支出計画 .....	93
	調査団員及びカウンターパートのリスト .....	94

## 略 号

### (1) 機関及び機構

JICA	: Japan International Cooperation Agency
ACARESC	: Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina
CASAN	: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CEDEC	: Coordenação Estadual de Defesa Civil
CELESC	: Centrais Elétricas de Santa Catarina
CEPA	: Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina
CIDASC	: Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
DNAEE	: Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica
DNER	: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DER	: Departamento Estradas de Rodagem
DNOS	: Departamento Nacional de Obras de Saneamento
ELETRORAS	: Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETROSUL	: Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.
EMATER	: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPASC	: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina
FATMA	: Fundação de Amparo a Tecnologia e Meio Ambiente
FGV	: Fundação Getúlio Vargas
GAPLAN	: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral
GCPS	: Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
IBDF	: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRD	: International Bank for Reconstruction and Development
ITAG	: Instituto Técnico de Administração e Gerência
MA	: Ministério da Agricultura
MDUMA	: Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
PORTOBRAS	: Empresa Brasileira de Portos
SAMAE	: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SUDEPE	: Superintendência do Desenvolvimento da Pesca
ITAIPU BINACIONAL	: Entity for hydropower development of Rio Parana, which was established based on the treaty between Brazil and Paraguay

### (2) 度量衡略号

長さ	時間
mm : millimeter	s or sec : second
cm : centimeter	min : minute
m : meter	h or hr : hour
km : kilometer	d : day
	y or yr : year

面積	その他
cm <sup>2</sup> : square centimeter	% : percent
m <sup>2</sup> : square meter	°C : degree centigrad
ha : hectare	10 <sup>3</sup> : thousand
km <sup>2</sup> : square kilometer	10 <sup>6</sup> : million
	10 <sup>9</sup> : billion
容積	
cm <sup>3</sup> : cubic centimeter	m <sup>3</sup> /s : cubic meter per second
l : liter	
m <sup>3</sup> : cubic meter	
重量	通貨
g : gram	Cr\$ : Cruzeiro
kg : kilogram	US\$ : US dollar
ton : metric ton	¥ : Japanese Yen
電気	
Hz : Hertz	
kV : Kilovolt	
kVA : Kilovolt Ampere	
MW : Megawatt	
kW : Kilowatt	
GWh : Gigawatt hour	
MWh : Megawatt hour	
kWh : Kilowatt hour	
V : Volt	
W : Watt	

### (3) 換算率

1990年6月末における換算率 US\$ 1 = Cr\$ 61.05 = ¥ 150

### (4) その他

GDP	: Gross Domestic Product
GRDP	: Gross Regional Domestic Product
GVA	: Gross Value Added
VA	: Value Added
PV	: Production Value



## I. 序 論

### 1. 1 調査の背景

サンタカタリナ州は州面積95,483km<sup>2</sup>を有し、ブラジル連邦共和国南部に位置している。州人口は1990年時点で4.6百万人と推定され、これはブラジル全人口の約2.97%に相当する。サンタカタリナ州の産業のうち、製造業の生産高はGRDPの1/3を占め、州内産業の基幹産業となっている。この第二次産業のうち、ブラジル国の生産高に対する州の生産高の比率の平均値を上回る産業は、非金属業、機械工業、製材業、家具業、製紙業、プラスチック品製造業、織物工業、衣類業、食品業及びタバコ産業の10業種となっている。これらの活発な産業活動に伴ない、州内電力消費量も最近11年間で1979年の2,676Gwhから1989年の6,456Gwhと大きな伸びを示しており、年平均9.2%の伸び率となっている。州内消費電力量のうち、工業セクターでの消費量は50%にも及ぶ。15,220km<sup>2</sup>の面積をもつイタジャイ河流域にはブルメナウ、イタジャイ、ブルスケ、インダイアル、ガスパル、イピラマ等の主要工業都市が位置しており、これらの都市での電力消費量は州内での電力消費量の20%にも及び、今後とも増加の傾向にある。イタジャイ河流域でのこのような電力需要に対応すべくCELESCは流域内での電源開発を促進させる意向を表明している。又、CELESCは最近流域での包蔵水力調査に対する認可を得ている。このような事より、この開発計画実施に対し、ブラジル連邦政府は日本政府に対し技術支援を要請して来た。日本政府はこの要請をうけ、JICAによる事前調査団を1989年12月ブラジルに派遣した。調査団はCELESC側とイタジャイ河流域での包蔵水力調査についての協議を行い、その作業範囲について両者が合意に達した。

### 1. 2 調査の目的及び範囲

調査の目的はイタジャイ河流域における開発順位をつけた包蔵水力計画のインベントリーを策定する事にある、このための調査は2段階に分けて実施される。第1段階では流域内における包蔵水力のインベントリーを作成し、次段階でさらに詳細に検討すべき計画案を選定する。第2段階では第1段階で選定された水力計画案に対しプレフィージビリティスタディを実施する。

### 1. 3 調査実施の経緯

本調査は1990年6月中旬より1991年10月中旬の約17ヶ月に亘って実施された。調査実施1.5ヶ月後インセプションレポートが作成され、CELESCへ提出された。調査作業はインセプションレポートに従い実施され、10月始めにそれまでの調査結果を記載したプログレスレポートが作成され、提出された。引き続き計画検討が行なわれ、1990年11月始めより1ヶ月間に第1次段階での調査結果について11月始めにCELESCより日本に派遣された担当者と協議を行い、次期プレフィージビリティスタディでとりあげるべき発電計画案を決定した。これらの協議結果を反映させた第1段階での調査結果を記述したインテリムレポートが12月中旬に作成され提出された。

第1段階での調査に引き続き、第1段階で選出された3発電計画案、Salto Pilao(1)、Dalbergia及びBenedito Novo案についてのプレフィージビリティ調査が、1990年12月より1991年10月までの10ヶ月間に亘って実施された。この調査結果をとりまとめた最終報告書が第1段階についての最終報告書と共に10月中旬に作成、提出された。第1、第2段階での作業工程及び作業の流れ図は図1.1及び1.2にそれぞれ示されている。

### 1. 4 報告書の構成

本調査についての報告書は5部より構成されている。第1部は調査結果の全体をとりまとめた要約報告書である。第2部は第1段階でのマスタープランスタディに対する主報告書で包蔵水力計画検討結果が要約されている。第3部は第2段階での調査結果に対する主報告書でSalto Pilao(1)、Dalbergia及びBenedito Novo発電計画についてのプレフィージビリティスタディの結果が要約されている。第4部は第1段階での調査結果についての付属報告書で水文、地質調査、地域経済、電力調査、環境調査及び発電計画についての詳細が述べられている。第5部は第2段階での調査結果についての付属報告書で、3発電計画についての地形測量、地質調査、発電計画及び環境影響評価についての詳細が記載されている。

## 1.5 謝 辞

今回の現地調査実施にあたり、調査団に対して示された関係各位よりの絶大なる協力を深く感謝の意を表すると共に、この調査の協力機関であるCELESCよりの数知れない支援に対しても深く感謝する次第である。

また、さらに調査当該地区の県庁および市町村の関係官庁よりの協力に対しても深く謝辞を述べる次第である。

## II. 背景

### 2. 1 ブラジルの概要

ブラジルは日本の国土面積の約22.5倍に相当する 8,511,865km<sup>2</sup>の国土面積をもつ。その大きさは最大長で南西に 4,160km、南北に 4,190kmの広がりをもつ。国土は北東部でギアナ、ベネズエラと、東部でコロンビア、ペルーと、南東部でパラグアイと又、南部でアルゼンチン、ウルグアイと国境を接している。国土の北部及び東部は大西洋に面している。

地勢は全体的に平坦なアマゾン流域と東部、南部のブラジル高原地域に分けられる。ブラジル高原は東部に近づく程高くなっている。東部海岸地域の平野は極めて少ないが、この狭い海岸地帯に多くの都市が分布している。

ブラジルは25州より成り、大きく分けて北部、北東部、南東部、南部及び中西部の5地域に区分される。北部地域は6州より成り、アマゾン地域によって占められている。この地域は熱帯地域に属し、国土面積の約42%を占める。北東部は9州より成り、比較的乾燥した地域である。9州全体の面積は国土面積の18%を占める。南東部は4州より成り、国土面積の11%を占める。この地域にはリオデジャネイロ、サンパウロ等の大都市が存在する。南部はサンタカタリナ州を含む3州より成り、国土面積の7%を占め、南東部と並んでブラジルの中で最も発展している地域となっている。中西部は3州より成り、国土面積の22%を占め、亜熱帯地域に属している。

ブラジルにおける河川流域のうち、アマゾン河及びサンフランシスコ河は北部地区で最大の河川であり、それぞれ国土面積の56%、8%を占めている。パラナ河は南部地区で最大の河川で国土面積の10%を占め、ブラジル国内にかなりの電力を提供している。ブラジル国内の包蔵水力は全世界の4位にランクされている。

ブラジル各地の年平均気温は北部地域のベレンで25.9℃、南東部リオデジャネイロで23.2℃、南部ポートアレグレで19.5℃となっている。月平均最高気温はリオデジャネイロ、ポートアレグレで1月に発生し、それぞれ26℃、24.8℃であり、又、ベレンでは11月に発生し26.5℃となっている。一方、月平均最低気温はリオデジャネイロ、ポートアレグレで7月に発生し、それぞれ20.8℃、14.2℃となっており、ベレンでは3月の25.4℃である。年降雨量はベレンでの 2,770mm、リオデジャネイロの 1,074mm、ポートアレグレの 1,313mmとなっている。

ブラジルの人口は1983年時に 136百万人と報告されており、1970-1980年間の年

平均増加率は 2.7%となっている。全国土での人口密度は1985年時で16人/㎢で地域的には北部と中西部は低い人口密度を有しているが、北東部から南東部で高い人口密度となっている。特に南東部のサンパウロ州及びリオデジャネイロ州ではそれぞれ 119人/㎢、 289人/㎢と高い比率を示している。1980年時での主要都市人口はサンパウロの12.6百万人、リオデジャネイロの 9 百万人、ベロホリゾンテの2.5 百万人、レシフェの 2.4百万人、ポータアレグレの 2.2百万人、サルバドールの 1.8百万人、ポルトレザの 1.6百万人及びクリチバの 1.4百万人となっている。1985年の全国土における労働人口53.2百万人のうち、各分野別の労働人口は農業の 15.2百万人 (28.6%)、製造業の 7.8百万人 (14.7%)、建設業の 3.9百万人 (7.3%)、サービス業の 5.8百万人 (10.9%) 及び運輸、通信部門の 1.9百万人 (3.6%) となっている。

1988年におけるブラジルの国民総生産高は1980年時の価格で145.78億Cr\$、ドル換算で2.77億ドルであった。一人当りの国民総生産高は 1,919ドルであった。各業種別での比率をみると農業の 7.7%、工業の37.5%及びサービス業の54.8%となっている。

ブラジルの経済は1970年代は平均 8.6%の成長率で急激な伸びを示したが、1980年代には世界経済の景気後退の影響をうけ、1981、1983及び1988のマイナス成長がひびいて、年平均成長率は2%に低下した。1970-1988年時における国民総生産の各業種での割合の推移をみると農業の分野で減少、工業及びサービス業で増大の傾向を示している。ブラジルの経済は現在停滞の状況にあるが、一人当りの国民総生産高よりみるとかなり回復の兆しが現われており1981年の 1,806ドルより1988年の 1,919 ドルに増加している。又それは貿易収支にもみられ、 1981年の 1,202百万 US\$ から1988年の19,096百万US\$ に回復して来ている。

## 2. 2 ブラジルにおける発電及び電力供給

### 2.2.1 発電及び電力供給に関する行政及びその機構

ブラジルにおける電力の供給は基幹産業省によって統制されており、2つの機構、即ちDNAEE 及びELETROBRASによって運営されている。

DNAEE は1965年に設立され計画実施、水利権使用及び発電、供給に係る一連の事項に対する許認可を担当している。一方、ELETROBRASは1962年に設立され、全国電力組織の拡張及び運営に係る計画、財務及び調整業務を担当している。

ELETROBRASはその組織下に4地方機構、即ち北部地区のELETRONORTE、北東部

地区のCHESF、中央西部、南東部地区のFURNAS及び南部地区のELETROSULを統括している。これらの機構はそれぞれの担当地区内で連邦政府の政策の実施、運営を行っており、それぞれ発電施設を有しその運営を行っている。又、各機構間を結ぶ送電網も有している。

一方、各州政府は、リオデジャネイロ州内の電力会社及びELETROBRASの補助機構であるESPIRITOを除き、それぞれに電力公社を有している。これらの電力公社はそれぞれに発電所、送電網、変電所を所有している。又、これら公社にはDNAEEの承認の下にそれぞれの州内での電力開発権が与えられている。

イタイプ電力会社は、ブラジル連邦共和国とパラグアイ共和国が国際河川であるパラグアイ河の包蔵水力開発をめざして、1973年4月26日に設定された共同開発条約に基づいて設立された二国間の特殊電力会社である。発電設備は18基の水車発電機をもち設備出力12,600MW、年間発生電力量75,000GWhを予定している。1973年時点における建設費は100百万US\$で、ブラジル側のELETROBRASとパラグアイ側の電力行政機関であるANDEがこれを二分してそれぞれ分担する事としている。1989年末において10,500MW(15×700MW)の発電機が営業運転を開始している。この電力会社は600kVDC及び750kVACの送電設備を有し、FURNAS系統のリオデジャネイロの変電所と結ばれており、又、ELETROSUL系統とも結合されている。

以上の公共電力源の他に、小規模な電力施設が個々に建設されており、上記の送電網と連結されている。

## 2.2.2 発電計画実施に伴う法的手続き

発電計画実施の手続きは4段階、即ちインベントリー、フィージビリティ、詳細設計及び建設工事に分けて実施されている。各段階における法的手続きは1984年8月に設定された政令により以下の様に規定されている。

流域内或いは河川におけるインベントリー調査は事前にDNAEEを通じ基幹産業省よりその承認をとりつける必要がある。インベントリー調査の結果選定された水力発電計画に対するフィージビリティ調査は同様に事前の承認が必要である。水力発電計画実施に対してはフィージビリティ調査の報告書がDNAEEにより承認されたという条件のもとに、基幹産業省よりDNAEEを通じて承認される。以上の条件のもとに詳細設計に対する報告書がDNAEEにより承認され、又、計画がELETROBRASにより電力供給計画の一環として承認されて、始めて工事実施が開始される。

## 2.3 サンタカタリナ州

### 2.3.1 人口

1990年におけるサンタカタリナ州の人口は約4.6百万人と推定され、これは全国人口の約2.97%に相当する。1960年、1970年及び1980の10年毎における人口統計によると、人口増加率は1960年代の3.2%、1970年代の2.26%及び1980年代の3.29%となっている。州内22地区217市町のうち100,000人以上の人口をもつ都市は8都市あり、沿岸平野部特に中部及び北部に位置している。

### 2.3.2 経済

サンタカタリナ州の地域総生産は1970年代において、1970年におけるUS\$879から1980年のUS\$2,152に増加した。この期間の年間成長率はブラジルの国内総生産の成長率8.6%を上回り11.8%に達した。その後、1983年より1988年にかけてはマイナス成長であったが、1980-1988年間の地域総生産はUS\$2,152からUS\$2,542に増大し、年間成長率は4.1%と同時期の国内総生産の成長率2%を大きく上回った。

1983-1989年におけるサンタカタリナ州の経済統計によると、全産業に占める第1次及び第2次産業の割合は大きな伸びを示しているが、第3次産業は減少している。一方、州内の1987-1989年の地域総生産の年成長率は全産業中第1次産業が最も高い伸びを示しており、又、第1次産業の各分野全ての年成長率は全産業の平均成長率を上回っている。第2次産業の年成長率は2.15%で、これは全産業の年平均成長率よりも低い。第2次産業の各分野の中で製造業が地域総生産高の1/3を占め、地域経済の基幹をなしている。第3次産業の年平均成長率は1987年、1988年の商業分野でのマイナス成長により0.81%と極めて小さい伸びとなっている。第3次産業中、交通、通信及び不動産を除きその成長率は産業全体の成長率を下回っている。しかし、第3次産業全体は地域総生産の約43%を担っている。

### 2.3.3 土地利用

サンタカタリナ州における土地利用関係資料は第1次産業に関する土地利用を除き見当らなかった。第1次産業における土地利用は州全体の71.5%に相当する68,259km<sup>2</sup>で、その内訳は牧畜に26%、農地に23%、林業に20%、未利用地3%となっている。残りの27,224km<sup>2</sup>は市街地、農業不適地及び未確認地と考えられる。

#### 2.3.4 インフラストラクチャー

##### (1) 交通

サンタカタリナ州は1988年時において国道、州道及び地方道を含め総延長60,878kmの交通網を有している。州内道路延長は全国のその4.1%を占めており、これは面積比の1.12%、人口比の2.97%よりも高い比率となっている。但し、舗装比率は7.9%で、全国平均の8.9%より低い値を示している。

州内にはImbituba、San Francisco do Sul及びItajaíの3海港を有する。このうち、San Francisco 港は州の北部工業地帯の表門として最も経済活動が活発で、州内海運貨物の63.4%を取り扱っている。

フロリアノポリスのHercílio Luz 空港は州内唯一の国際空港で旅客、郵便物輸送での時間節約に重要な役割を果たしている。1985-1987年間の旅客増加率は約22%と急激な伸びを示している。

##### (2) 通信

代表的通信手段である電話活動の1986-1988年間の実態をみると、サンタカタリナ州における電話設置の普及率は8.2%で、全国平均5.1%に比べ高い普及率となっている。

##### (3) 電力供給及び消費

CELESCはサンタカタリナ州の電力公社で州内の電力供給のための施設を有している。CELESCは州内に12の水力発電施設をもち、電力供給を行っているが、その供給量は州内需要量の5%に過ぎない。残りの需要量はELETROSUL、ITAIPU Binational 及びその他の電力源よりの買電でまかなっている。1980-1989年度における州内電力消費量のうち、約75%は工業及び一般住宅用で占められている。又、同期間における電力消費量の伸び率は8.3%であった。特にその伸び率が一般公共用、非都市部及び一般住宅用で高い数値を示した。



### Ⅲ. イタジャイ河流域

#### 3. 1 自然状況

##### 3.1.1 地形及び地質

流域面積15,220km<sup>2</sup>をもつイタジャイ河流域はサンタカタリナ州の北部に位置し、南北に150km、東西に155kmの拡がりをもつ。流域の北部及び西部はIguacu河流域に接し、南部はUrugai河に接している。又、東部はイタジャイ市において大西洋に接している。

イタジャイ河は流域の南西部の標高約1,800mの山岳部よりその源を発し、北部方向に流下し、リオドスル市附近にてItajai do Oeste川と合流する。合流後北東部に約10km区間の急流部を流下し、イピラマ市附近でItajai do Norte川と合流する。イタジャイ河はさらに北東方向に流下し、アスクラ市沿岸部を通過した後、インダイアル市部でBenedito川と合流する。この合流後イタジャイ河はその方向を東方に転じ、ブルメナウ市のV字形の蛇行部を流下した後超緩流部を約70km流下し、Itajai Mirim川と合流した後、大西洋に注いでいる。イタジャイ川の河川延長は約250kmである。

プロジェクト地域の主要な地層は地質時代上、プレカンビリアン紀のサンタカタリナ複合岩体層、ガスパル層、カンボ層及びスピダ貫入岩層から構成され、部分的に石炭紀のリオドスル層及びイトラエ層が認められる。

地層の構成岩石は、サンタカタリナ複合板体においては片麻岩、花崗岩及び一部輝緑岩より成り、イタジャイ河下流部（イピラマよりブルメナウ及びベネディトノボ）に広く分布している。ガスパル層においては粘板岩、ホルンフェルスより成り、ブルメナウよりイピラマにかけて分布している。カンボ層においては流紋岩より成り、イピラマ周辺にドーム状に露岩している。又、スピダ貫入岩層は花崗岩と片麻岩より成り、イピラマ及びダルベルジア付近に分布している。又、リオドスル及びイトラエ層の構成岩石は頁岩でリオドスル周辺に分布している。

##### 3.1.2 気象、水文

イタジャイ河流域における年平均気温は下流部のイタジャイ市において19.7℃、ブルメナウ市で20.1℃及び山岳部のイトウポランガ市で18.4℃である。又、最低気温は6月のイトウポランガにおける13.2℃、又、最高気温は1月のタイオーにおける25.5℃となっている。

流域の年雨量は流域の中心地域で 1,300～1,500mmであり、又、北部及び南部地域で 1,500～1,800mmである。流域の年平均雨量は 1,500～1,600mmである。

流域の年平均蒸発量は 800mmでこれは 2.2mm/日の蒸発率に相当する。また、年平均相対湿度はイタジャイで85.7%、インダイアルで77%であり、これらは流域での最高及び最低値となっている。

イタジャイ河及びその支川における月平均流量は本川、イトウポランガで30.3 m<sup>3</sup>/sec、イピラマで54.3 m<sup>3</sup>/sec、リオドスルで 103 m<sup>3</sup>/sec、インダイアルで 220 m<sup>3</sup>/sec、又、支川、Itajai Mirimのブルスケで25.1 m<sup>3</sup>/secである。又、長期流量記録上より7月より翌年1月までを雨期、3月より6月までを乾期と定義される。河川の流出係数はイタジャイ河本川で0.38～0.4 と推定される。

### 3.1.3 土壌及び植生

イタジャイ河流域の土壌はHGPD型（低腐植貧栄養性地下水成土壌）、PVa型（赤黄色鉄礫土性灰色漂白土壌）、PVLa型（赤黄色ラテライト質鉄礫土性灰色漂白土壌）、Re型（岩上浅層土壌）、Ca型（鉄礫土性変成淡黄色土壌）、Cd型（貧栄養性変成淡黄色土壌）、CHa型（腐植質鉄礫土性変成淡黄色土壌）及びCBHa型（腐植質鉄礫土性変成白色土壌）の8種に大別される。HGPD型はイタジャイ河沿いの低地に分布している。PVa型はイタジャイ市南部の低地に広がっている。Ca及びCd型は山地部の大部分を占め、流域内で最も多くみられる。その他の土壌型は流域内のごくわずかの面積に分布しているのみである。

一方、流域の植生状況をみると、イタジャイ河沿いの低地部及び丘陵地は主として農地及び牧草地として利用されている。又、河川沿いに都市が発達しており、土地利用もかなり進んでいて、植生的な自然度はかなり低い地域となっている。一方、流域内の中流及び上流部での丘陵地及び高標高地は、自然林と人為的に影響を受けている第二次林及び植林等に覆われている。標高 600m程度までの区間の森林の殆どは二次林及び植林となっており、流域の森林面積の大部分を占める。又、山岳部での標高が高くなるにつれ、自然林がみられるが、それらの地域はごくわずかである。これらの自然林は亜熱帯林に属する常緑広葉樹林より成る。

## 3.2 土地利用

1980年に I B G Eによって実施された国勢調査によると、流域の約60%は農耕地、牧草地及び森林等の農業用地として利用されている。森林地帯はイタジャイ河と

Itajai Mirim河及びBenedito川とItajai do Norte 川に囲まれた山間部に広がっている。又、農耕地及び牧草地はイタジャイ川沿いの低地部に存在する。残り40%は未利用地、農業用不適切地及び居住用地等と考えられる。

### 3.3 地域経済

#### 3.3.1 人口

人口調査は10年毎に実施されているが、1980年時の流域内の人口は 669,000人と算定されている。これは州人口の18.5%に相当する。1970年代の人口増加率は2.08%でこれは州人口のそれの2.26%、又、全国土人口のそれの2.48%より少ない。又、20,000人以上の人口をもつ都市部としてブルメナウ、イタジャイ、ブルスケ、リオドスル、インダイアル、ガスパル及びイピラマ等があげられる。

流域内の人口密度は1980年代で44人/㎢で州内のそれに比べ高い値を示している。流域内で人口密度 100人/㎢をもつ都市としてイタジャイ、ナベガンテス、テインボー、ブルスケ、リオドスル及びブルメナウ等があげられる。

流域内の将来人口予測によれば、1990年に 822,000人、2000年に 963,000人、2020年に 2,020,000人と推定されている。

#### 3.3.2 産業構造

1980年代における第1次産業の各業種別の生産高の割合は農業の60%、牧畜の22%、漁業の8%、森林業の6%及び地域産業の4%となっている。流域内における主な農産物は米、トウモロコシ、キャッサバ、豆類、タマネギ、サトウキビ、及びタバコ等となっている。

イタジャイ河流域にはその河口部にイタジャイ及びナベガンテスの2つの漁港を有する。これらの漁港での漁獲高は州内のそれの70%にも及ぶ。

流域における木材生産は自然林及び植林からの生産より成るが、自然林の生産高が植林よりの生産高より多い。流域内の木材生産高は州内生産高の約11%となっている。

流域内の地域産業の主要産物は食肉、チーズ、ラード、タバコ、クリーム及びキャッサバ等である。これらの生産高は州内のそれの約17%を占める。

第2次産業は州内経済に対し大きな役割を果たしている。第2次産業の各分野の中で製造業の生産高は州の生産の約87%を占めている。1980年における産業国勢調査によると、主要な産業業種である製造工業及び工業の産物の65%は(1) 織物、

(ii)衣類、靴類、(iii)食料品及び(iv)木材品等で占められている。これらの製品の生産高の州内生産高に対する割合はそれぞれ79%、60%、12%、及び16%となっている。

州内の第3次産業の特色は数多くの中小企業によって構成されている事にある。イタジャイ河流域内の第3次産業の業種の中で商業及びサービス業の年平均売上げは1980年時において州内売上げ高に対しそれぞれ29.2%、20.9%を占めた。流域内の主要な都市部の中で、商業活動が最も活発な都市としてブルメナウがあげられ、又サービス部門では第2位となっている。第3次産業の売上げ高よりみると、第2位、第3位を占める都市としてイタジャイ及びリオドスルがあげられる。

### 3.3.3 交通

イタジャイ河流域は北部パラナ州のクリチバ市と南部リオグランデドスル州のポータレグレ市を結ぶ国道BR-101及びBR-116に囲まれて位置している。国道BR-101は大西洋の海岸線沿いに位置し、イタジャイ河流域をその河口部で横断している。国道BR-116は流域の西方域に沿って位置している。

一方、イタジャイ河に沿って国道BR-470が位置し、それぞれBR-101、BR-116と流域の最下流部及び最上流部付近で結ばれている。BR-470はイタジャイ河沿いの主要都市を結ぶ幹線道路として重要な役割を果たしている。

1985年時における既設道路網の総延長は14,604kmで、その内訳は国道 205km、州道 927km及び市町道13,472kmとなっている。そのうち舗装道は 610kmに過ぎず、これは総延長の 4.2%となっている。

#### IV. 計画検討手法及び方針

##### 4. 1 計画検討の基本構想

包蔵水力計画検討に対する基本構想は以下の通りである。

###### (i) 発電規模

包蔵水力計画の対象地域が15,220km<sup>2</sup>と通常の包蔵水力調査の対象地域に比べ、比較的小さく、又河川流量もそれ程大きくない事より計画対象の発電規模には制約条件を設けないものとした。

###### (ii) 他の水利用に対する構想

イタジャイ河流域では新たな水資源開発計画は現在考えられていない。一方、流域におけるかんがい面積は約35,000haと見積られており、そのかんがい用水は支川の河川水が利用されている。一方、工業及び都市用水用にイタジャイ河及びその支川より取水されている量は、Itajai Mirim川での 550Q /secを除き10～150 Q /sec程度である。この様な状況より発電計画が実現したとしても、現況の水利用には影響はないものと考えられる。従って、包蔵水力計画検討は他の水利用を考える事なく進める事とした。

###### (iii) ダムによる治水効果に対する構想

この包蔵水力計画検討において2つの発電方式、即ち、流れ込み式及び貯水池式が考えられるものと思われる。このうち流れ込み式開発では取水堰での治水容量がないため治水効果は期待できない。一方、貯水池式開発では貯水池内の治水容量により下流への洪水の調節効果が考えられる。従って、貯水池式計画案が最終スクリーニング後残された場合にはダムによる治水効果を検討するものとする。

##### 4. 2 計画検討手法

包蔵水力調査計画検討手法の流れ図は図4. 1に示されている。その手法の詳細は以下の通りである。

###### (i) 包蔵水力地点の確認

包蔵水力地点の確認は20mコンターをもつ5万分の1地形図と10mコンターをもつ1万分の1地形図に基づいて実施するものとする。

(II) 工事費単価検討

これまでに実施された発電計画検討に関する報告書類よりの情報により、発電計画の主要施設に対する単価を吟味し、適切な単価を算定するものとする。

(iii) 発生電力量の算定及び概略工事費積算

水文調査結果及び地形資料に基づいて確認された包蔵水力地点での計画出力、年間発生電力量及び開発比較案の計画諸元等を求めるため発電力の算定を行う。

包蔵水力地点での概略工事費の構成は、発電施設、送電線、付替道路等の直接費用、土地補償、技術経費、維持費及び予備費等の間接費用より成る。工事費積算のための工事量は簡便式により算定するものとする。

(iv) 発電地点のインベントリー作成

発電計画比較案を含む発電計画案の諸元は発電力計算及び工事費算定結果に基づいて得られるが、これらの情報は発電地点のインベントリーに記録されるものとする。

(V) 第一次スクリーニング

第一次スクリーニングでは図上で確認された包蔵水力地点の中より有望な計画地点が選定される。各包蔵水力計画に対する経済性は検討の結果求められた保証電力量のMWh 当りのコストとELETROBRASが規定している系統内での限界費用を比較して評価するものとする。

(VI) 有望水力地点のカタログ及びマスタープログラムの作成

第一次スクリーニングにより選出された発電計画に対し、発電施設に対する一般概要図を作成する。この概要図に基づいて工事量を算出し、第二次概略工事費を積算する。第二次スクリーニングは第一次スクリーニングと同様の手法で行う。この検討において、各計画案に対し技術的観点、工事に対する制約、社会及び環境上の観点より吟味を行うものとする。しかる後2～3計画案を選出する。選出された発電計画案に対し、計画実施案を作成する。この実施案は、保証電力量のMWh 当りのコストとELETROBRASが規定している限界費用と開発時期との関連を考慮して策定するものとする。

## V. 水文調査

### 5. 1 序 論

包蔵水力地点での発電力計算に必要な水文情報を得るため流域内での水文調査を実施した。包蔵水力調査では流れ込み式及び貯水池式開発方式が考えられているが、流れ込み式開発に対しては各開発地点での日流量ベースでの流量頻度曲線を作成した。又、貯水池式開発に対しては、月平均流量ベースでの貯水量-使用可能流量曲線を作成した。さらに、設計洪水流量及びそのハイドログラフを作成した。

### 5. 2 低水流量

包蔵水力地点のうち、流れ込み式開発地点に対しては日平均流量、貯水池式開発地点に対しては月平均流量を算定した。この算定では、まず包蔵水力地点の水系の既設水文観測所の中より、流量算定用基準観測所を選定し、この地点の流量を包蔵水力地点の流域面積及び上流部の雨量等をパラメーターとして包蔵水力地点の流量に換算する方法が採用された。包蔵水力地点の流量算定のための基準観測所として次に示す観測所が採用された。これは、これら観測所が40年以上もの観測記録をもつ事及びこれらが包蔵水力地点近くに位置しているか、又は同一流域に位置している事等による。

河 川 名	基準観測所名	資料利用 可能期間	位 置
a) Itajai river	Rio do Sul and Rio do Sul Novo Apluna Indaial	1941-1987 (49 years) 1934-1987 (54 years) 1934-1988 (54 years)	Just downstream of confluence of Itajai do Oeste and Itajai do Sul rivers Downstream of confluence of Itajai do Norte river Downstream of confluence of Benedito river
b) Itajai do Oeste river	Taio	1934-1987 (54 years)	Downstream of Oeste dam
c) Itajai do Norte river	Ibirama	1934-1987 (54 years)	Upstream of confluence of Itajai river
d) Benedito river	Timbo	1934-1987 (54 years)	Confluence of Benedito river and Rio dos Cedros river
e) Itajai Mirim river	Brusque	1934-1988 (55 years)	40km upstream from confluence of Itajai river

流れ込み式開発計画に必要な流量頻度曲線はELETROBRASによる計画基準に基づいて1949年4月より1956年11月までの南部/南東部電力系統で水文的にクリティカルな期間に対する日平均流量より作成された。一方、貯水池式開発に対する貯水容量-使用可能流量曲線は同様に上記のクリティカルな期間における月平均流量を基に、マスカーブを作成、これに基づいて作成した。以上の要旨で作成した各包蔵水力地点の曲線図は附属報告書、ANNEX 1、水文調査に示されている。

### 5. 3 洪水解析

ダム、余水吐及び仮排水施設等に対する設計洪水量算定のための洪水解析を行った。余水吐に対する設計洪水量は既設のダムによる治水効果なしの条件下で200年確率洪水流量の1.2倍とした。又、仮排水施設に対する設計洪水量はコンクリートダムの場合2年確率洪水、フィルタイプダムの場合20年確率洪水とした。又、ダムの安全上貯水池式開発に対し10,000年確率洪水を採用した。

各包蔵水力地点での確率洪水ピーク流量は以下の手法で算定した。

- (i) 選定された流量算定用基準観測所における確率洪水ピーク流量の算定
- (ii) 算定された確率洪水ピーク流量の比流量と流域面積の相関の検討
- (iii) 包蔵水力地点の流域面積と上記相関に基づいて包蔵水力地点の確率洪水ピーク流量の算定

以上の手法によって算定された各包蔵水力地点での確率洪水ピーク流量は以下の通りである。

発電計画名	(単位: m <sup>3</sup> /sec)		
	確率 (年)		
	2	20	200
1. Salto Pilao(1)	1,300	3,200	5,700
2. Salto Pilao(2)	1,300	3,200	5,700
3. Ibirama	1,700	4,300	7,600
4. Subida	1,700	4,300	7,700
5. Ascurra	1,800	4,500	7,900
6. Indaial	2,000	5,000	8,800
7. Dalbergia	890	2,300	4,100
8. Barra da Pratinha	550	1,400	2,500
9. Barra das Pombas	440	1,200	2,000
10. Timbo	380	1,000	1,800
11. Benedito Novo	330	900	1,500
12. Alto Benedito Novo	290	800	1,300
13. Doutor Pedrinho	150	380	680
14. Trombudo Central (1)	220	550	1,000
15. Trombudo Central (2)	130	320	560
16. Botuvera	340	810	1,600



貯水池式開発に対する10,000年確率洪水のハイドログラフはイタジャイ川流域治水計画で設定されたシュミレーションモデルを適用して作成した。このモデルはスル及びオエステダム建設後の1878、1980、1983、1984年の主要洪水記録とこれに対応する雨量に基づいて設定された。これらの洪水はほぼ4日連続雨量によって発生している。このシュミレーションモデルではまず包蔵水力地点における10,000年確率雨量を求めるため、まず基準観測所での年最大4日連続雨量を算出し、過去の降雨記録による点雨量と流域平均雨量との相関に基づいて包蔵水力地点の流域平均4日連続確率雨量に換算して求めた。その他、シミュレーションモデル適用に必要なパラメーター（流域モデルに対する係数、平均河床勾配、ベースフロー等）は地形及び水文資料より求めた。以上算定されたパラメーターをシュミレーションモデルに適用し、貯水池式開発地点での10,000年確率洪水ハイドログラフを作成した。作成されたハイドログラフは附属報告書、ANNEX 1、図I.5.11に示されている。

## VI. 電力の需要と供給

### 6. 1 電力事業の機構

ブラジル国内における電力供給は、基幹産業省によって統合されており、2つの機構、即ちDNAEE 及びELETROBRASによって運営されている。

DNAEE は電力行政を担当し、発電開発計画実施としての許認可業務を行い、電力事業を統制するための電力料金を決定する業務等を担当している。一方、ELETROBRASはブラジル国内の電力組織の拡張及び運営に係る計画、財務及び調整業務を担当している。このELETROBRASはその傘下に4つの地方機構、即ち北部地区のELETRONORTE、北東部地区のCHESF、中央西部/南東部地区のFURNAS及び南部地区のELETROSUL を統括している。ELETROBRASは各州の電力公社とも共同業務を行っており、又パラグアイ国との特殊電力会社、ITAIPU Binational の発行株の50%を保持している。

一方、各州はそれぞれ州保有の電力供給組織をもっており、DNAEE の承認のもとに州内での電源開発権が与えられている。CELESCは1956年に設立されたサンタカタリナ州の電力公社で州内の電力供給業務を担っている。

### 6. 2 既存の電力供給組織

#### 6.2.1 南部/南東部地区の電力供給組織

先に述べた4地方電力機構はそれぞれの機構の下に送電網を有している。さらにこれらの機構は、北部/北東部系統及び南部/南東部系統の2つに分かれた送電連絡網をもっている。

1989年における南部/南東部電力網の既存電力供給容量は11,345MWで、これは全ブラジル内の供給容量の約21%に相当する。南部/南東部電力系統の全既存電力供給容量のうち約83%は水力発電となっている。

#### 6.2.2 CELESCの電力供給系統

CELESCの送配電系統は南部/南東部の送電網と州内のELETROSUL の変電所を通して統合されている。1989年におけるCELESC所有の既設電力供給施設は設備出力合計74.3MWをもつ12の流れ込み式水力発電所、総延長 2.795kmの送電網及び総容量 2.934MVA の変電設備等より成る。

1989年における州内の電力需要及びその供給源は以下の通りである。

年間電力需要量	;	7,060,613GWh (100%)
電力供給源	;	
(i) CELESCによる供給	;	385,758GWh (5.5%)
(ii) CELESC以外による供給		
-ELETROSUL	;	4,651,852GWh (65.9%)
-ITAIPU Binational	;	2,002,628GWh (28.3%)
-Others	;	20,375GWh (0.3%)

以上の様に電力需要の約94.5%はCELESC以外の電力供給源よりの買電でまかなわれており、CELESC自身による供給は5.5%に過ぎない。CELESCとELETROSUL間の電力売買はCELESC又はELETROSULの14変電所を通じて行われている。

### 6.3 電力供給市場

#### 6.3.1 CELESC系統における電力需要

1989年度における州内の電力需要は7,061GWhで、そのうち6,560GWhが各種需要先又は配電会社へ供給された。各電力需要先への売買の割合は住宅用21%、工業用54%、商業用及び非都市部9%、及び公共用その他に対し7%となっている。上記のうち工業用に対する比率を工業化された国でのそれと比べた場合、サンタカタリナ州は現在工業化の途上にあると言える。

#### 6.3.2 負荷曲線

1980-1990年間の日負荷曲線、1980-1990年間の月ピーク負荷変動及び1970-1990年間の年間負荷率変動図は以下の事を示している。

(i) 昼間のピークに対する夜間のその比率は平日で0.83~0.95と算定される。

又、日負荷は夜間より昼間へと徐々に移行しつつあるが、目下のところ夜間ピーク型となっている。

(ii) 日負荷率は平日で75~86%を示し、土、日曜日はそれぞれ72%、66%となっている。

(iii) 月ピーク需要量は4, 5, 6月においてピークとなり、又、年負荷率は1970年から1990年間で53%から62%と変化している。1983年以後は60%から

66%と年平均約1%の割合で改善されつつある。

### 6.3.3 CELESC系統における電力供給市場の経年的動向

1979-1989年間に於けるサンタカタリナ州の電力消費に関する資料によると、CELESC系統における電力消費量は1979年の2.676GWhより1989年の6.456GWhへと年平均9.2%の伸び率で増大しており、この増加率はGDPの0.6%、GRDPの3.3%の伸び率を大きく超える値となっている。又、各業種別の年平均伸び率は非都市部の13.8%、住宅用の11.4%、公共用及びその他の8.7%、工業用の8.5%及び商業用の6.4%となっている。

### 6.3.4 電気料金

電力料金体系はDNAEEによって確立されており、一般需用と電力会社間の電力売買用より成る。一般需用のうち大口の需用に対しては36US\$/MWhから85US\$/MWh、小口需用は89US\$/MWhから186US\$/MWhの範囲となっている。電力会社間の電力料金は料金T1、料金T2及び料金T3の総額より成る。料金T1はGCPsによって設定された長期契約電力量(E1)に対する料金である。料金T2はCELESCの運営計画に基づいて算定された短期計画電力量(E2)とE1との差に対する料金である。又、料金T3は実際の電力消費量(E3)とE2の差に対する料金である。それぞれの料金額はT1に対し約28US\$/MWh、T2に対し9.6US\$/MWh、T3に対し0.96US\$/MWhとなっている。

## 6.4 電力需要想定

南部/南東部電力系統に対する電力需要想定はELETROBRASによって国家電力プラン(1987/2010)の中で作成され、1990年1月に担当省庁によって承認されている。この需要想定によれば、年伸び率を5%に想定し1995年に202.463GWh、2000年に258.636GWhと算定している。

サンタカタリナ州における電力需要想定はCELESCによって行われ、1990~2000年に対し州内経済活動状況及び過去の電力供給状況等を勘案し、年増加率を5%に想定して1995年に9.390GWh、2000年に対し11.994GWhと算定している。

## 6. 5 電力需給バランス

需要想定に基づいてCELESCを含む南部／南東部系統の1990-2000年に対する電力開発拡張プログラムがG C P Sによって作成された。この電力開発拡張プログラムに組み入れられた発電計画はインベントリー調査によって選出された大型の発電計画プロジェクトより成り州内及び南部／南東部系統内での既設発電所、工事中の発電所及び工事実施が確定している発電所等で構成されている。この電力開発拡張プログラムによれば、2000年までの総電力供給量のうち水力発電の占める割合は約88%に見積られている。

CELESC系統を含む南部／南東部系統における電力需要と電力開発拡張プログラムとの関係を見ると、発電出力及び発生電力量とも適当な予備力をもって需給をバランスする計画となっており、その結果は図6. 1及び6. 2に示されている。

一方、CELESC所有の発電設備は1993年において総電力需要量の約11%まで増大する計画となっている。もし、その後CELESCによる開発がなされない場合、総電力需要量に対するCELESCの電力供給量の比率は電力需要が増加するにつれて減少する事となる。

## Ⅶ. 環境調査

### 7.1 序論

図上検討において16包蔵水力地点が確認されている。これら確認された包蔵水力地点に対する環境上の問題を確認、評価し、さらに今後検討すべき事項を明確にするため環境影響予備評価（I E E）を行った。この評価では水力開発プロジェクトの実施に伴う自然環境及び社会環境に与える影響をチェックリスト方式により検討した。

この16包蔵水力地点の中より次期プレフィージビリティ調査の対象計画案として2～3案が選出されるが、これらに対し更に詳しい環境調査を行うため次期に環境インパクト調査（E I S）を行うものとする。

### 7.2 環境影響予備評価

#### 7.2.1 評価の方法

16包蔵水力地点に対する環境影響予備評価は以下に定義する影響度に基づいて実施した。

- A ; 重大なインパクトがある
- B ; 中程度のインパクトがある
- C ; 小程度のインパクトがある
- D ; インパクトは不明であり今後調査が必要である。
- X ; 環境インパクト調査の対象とするインパクトは考えられない。

各調査対象項目に対し、インパクトの程度を吟味するための指標が設定された。以上の定義及びインパクトの程度に対する指標に基づいて評価された自然環境及び社会環境の各調査対象項目に対する検討結果は表7.1に相対的な比較の形で示されている。

#### 7.2.2 自然環境に対する評価

##### (i) 地象に対するインパクト

背水領域堆砂と下流河道への影響及び土壌侵蝕への影響等を検討した。

イタジャイ河流域の生産土砂量は  $100\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$  又は  $0.1\text{mm}/\text{年}$  と推定されている。この包蔵水力計画では開発形式として流れ込み式と貯水池式が考えら

れているが、このうち貯水池式開発では生産土砂量の一部が貯水池に堆積し、このため下流河道部では流下土砂量の減少により河床の低下が発生する事が予想される。

貯水池内での土砂堆積の程度はダム地点での年間流入量に対する貯水池の総貯水容量の比で定義される堆砂効率によって推定される。貯水池式開発計画に対する堆砂効率は次の様に推定される。

発電計画名	堆砂効率 (%)
Barra da Pratinha	95
Barra das Pombas	98
Timbo	80
Doutor Pedrinho	96
Trombudo Central (1)	98
Trombudo Central (2)	98
Botuvera	95

貯水池内の堆砂の程度は堆砂効率が増加するに従って増大する。従って下流河道への影響は次の基準によって定義するものとする。

- A ; 堆砂効率が90%以上の場合
- B ; 堆砂効率が50%~90%の場合
- C ; 堆砂効率が50%以下の場合

以上の基準に基づき各貯水池式計画案の評価を行った。その結果、Timbo 計画を除き A と評価された。また、Timbo 計画は B と評価された。

一方、ダム建設に伴い水没地内の住民を移転させるための新しい居住地域を発電水力地点の流域内に設置する事が想定される。この場合、新しい農地の開発のための森林伐採が考えられ、これに伴う土壌侵食が予想される。土壌侵食の度合は住民の所有する農地の大きさに比例すると考えられるので、その影響度に対し次の基準を設定した。

- A ; 農地の大きさが5 ha以上
- B ; 農地の大きさが1 ha~5 haの場合
- C ; 農地の大きさが1 ha以下

ダム建設に伴う水没地の農地の大きさは5万分の1地形図より推定した。先の基準による評価結果は表7. 1に示されている。

(11) 河川環境へのインパクト

今回の包蔵水力計画では都市部の水没を避ける事を主眼としており、このため貯水池直上流部に都市部が位置している例が多い。この様な状況より都市部からの生活污水が直接貯水池へ流れ込む事が予想され、これに伴う富栄養化の発生が考えられる。

富栄養化の可能性は2つのパラメーター即ち貯水池に流入する水に含まれる窒素及び磷の含有量の大きさ及び貯水池の総貯水容量に対する年間流入量の比率(P)による。貯水池に流入する水に含まれる窒素及び磷の含有量の大きさはダム上流部の都市人口の大きさに比例すると考えられる。貯水池式計画地点の上流部の都市人口は次の様に推定される。

発電計画名	都市名	人口(人)
Barra da Pratinha	-	-
Barra das Pombas	-	-
Timbo	Benedito Novo	3.800
Doutor Pedrinho	-	-
Trombudo Central(1)	Braco do Trombudo	1.000
Trombudo Central(2)	Agrolandia	1.300
Botuvera	-	-

上記Pによる富栄養化の可能性の度合は次の様に定義される。

A ;  $P < 1$  ; 富栄養化の可能性が考えられる。

B ;  $1 < P < 10$  ; いく分からの富栄養化の可能性が考えられる。

C ;  $P > 10$  ; 富栄養化の可能性は考えられない。

パラメーターP及び富栄養化の可能性の度合は次の様に推定される。



発電計画名	P	度 合
Barra da Pratinha	3.6	B
Barra das Pombas	0.6	A
Timbo	16	C
Doutor Pedrinho	1.8	B
Trombudo Central(1)	1.1	B
Trombudo Central(2)	0.4	A
Botuvera	3	B

ダム上流部の都市人口と上記の度合を比較した結果、富栄養化の可能性の度合はTrombudo Central (1)及び(2)計画に対しA、Timbo 及びBarra das Pombas計画に対しB、Doutor Pedrinho、Barra da Pratinha 及びBotuvera計画に対しCと評価された。

### (iii) 植生への影響

発電計画の実施に伴う水没により森林面積が減少し、木材生産の減少による地域経済への影響が考えられる。計画実施に伴う植生への影響を評価するため、予定水没地内の森林面積を5万分の1地形図より推定した。植生に対するインパクトは水没地内の森林面積の大きさに比例すると考えられるので、植生に対する影響は以下の基準により評価した。

A ; 森林面積が5 km<sup>2</sup>以上

B ; 森林面積が1～5 km<sup>2</sup>の範囲にある場合

C ; 森林面積が1 km<sup>2</sup>以下

推定された森林面積及び以上の基準による評価結果は表7. 1に示されている。

### (iv) 野生動物への影響

サンタカタリナ州における鳥類の記録によれば州内にはベニイロフラミンゴ、カモハクチョウ、クロエリハクチョウ、カオプロナキ、シャクケイ、ブドウイロボウシ等の貴重な鳥類の存在が確認されている。これらの鳥類は広大な水面積をもつ河川沿岸部に生息している。確認された計画地点にはこの様な広い水面積をもつ地域がない事より、今回検討されている包蔵水力地点には貴重な鳥

類は存在しないものと推定される。

イタジャイ河流域における野生動物に関する資料は皆無であるが、州内北部に位置するクバトン水力発電計画についての報告書によると同流域内には幾種かの貴重な野生動物の存在が確認されており、主として森林と草原からなる山岳地帯に生息すると言われている。流域内での包蔵水力地点のうちBarra da Pratinha、Barra das Pobombas、Doutor Pedrinho及びBotuvera計画は山岳部に位置している。従って、これらの計画に対してはDと評価した。

### 7.2.3 社会環境に対する評価

#### (i) 人口分布変化への影響

発電計画の実施に伴い水没による住民の移転問題が発生し、過疎化減少により地域計画又は地域経済等への影響が考えられる。これらの影響は移転住民が多い程大きいと考えられる。さらに移転住民に対する土地確保の困難の度合も移転住民が多い程増してくる。従って、人口分布の変化に対する影響は移転する人口の大きさによって評価した。この評価のための基準は次の通りである。

A ; 人口数が1,000人以上

B ; 人口数が500～1,000人の範囲の場合

C ; 人口数が500人以下

予定水没地内の人口は5万分の1地形図に基づいて推定した家屋数に地域経済関連の資料より推定した1家屋当りの家族数を乗じて求めた。上記基準による評価結果は表7.3に示されている。

#### (ii) 産業に対する影響

発電計画実施に伴う農業、水産業及び第二次産業への影響について検討した。

流域内での農耕地は主として河川沿岸部の低地に広がっているため、発電計画の実施により農耕地の水没が予想される。山岳部においては農業及び森業により生計を立てている住民が多いと推定される。

現在、水没地に対する農耕地の比率を示す資料がないので予定水没地の農耕地は現地踏査及び地形図に基づいて推定した。農耕地の大きさに対する評価基準は次の様に定義した。

A ; 農耕地の面積が5ha以上

B ; 農耕地の面積が 1 ~ 5 km<sup>2</sup>の範囲にある場合

C ; 農耕地の面積が 1 km<sup>2</sup>以下

上記基準に基づく評価結果は表 7. 1 に示されている。この評価結果では Trombudo Central (1) 及び (2) 計画が水没地内での農耕地が多い事より A と評価された。

貯水池式開発計画では河川が貯水池に代わる事による河川環境の変化により魚類も湖水魚へと変化するものと予想される。流域内での魚類に関する資料はないが、河川に生息する魚類も新しい環境に順応するものと考えられる。一方包蔵水力地点では水産業で生計を営む住民は居ない事が確認されている。従って水産業に対する影響はないと判断した。

1987年のサンタカタリナ州の鉱物資源の統計資料によると、流域内で生産される鉱物資源は州内生産高に対し70%の石板、30%の花崗岩がそれぞれ Trombudo Central 地区及び Benedito Novo 地区で産出されている。水力計画の実施に伴いこれら鉱物資源の開発の可能性がダム建設による水没により失われる事が考えられる。これら鉱物資源の位置を示す資料はなく、又現在開発事業は実施されていないが、これら第二次産業への影響として Trombudo Central (1) 及び (2) 計画に対し A と評価した。又、Benedito Novo 計画の水没地が 0.18 km<sup>2</sup>と極めて小さい事よりその影響を C と評価した。

### (iii) 水資源利用への影響

現地踏査の結果、包蔵水力地点の予定水没地内には農業及び都市用水用の取水施設がない事が確認されている。又、イタジャイ河及びその支川における河川水の利用は極めて少なく、たとえ発電計画により河川流況が変化したとしても水利用への影響はないと思われる。従って、水資源利用への影響はないと評価した。

### (iv) 陸上交通への影響

イタジャイ河流域では国道ないし州道が河川沿いに設置されているため、発電計画の実施に伴いこれらの水没問題が発生する。これらの道路は主要都市間を結ぶ幹線網として地域経済に重要な役割を果たしている。発電計画の実施に伴

う貯水池による水没或いは諸施設のための用地取得、工事中道路等は従来の地域交通、人間の往来等陸上交通へ影響を与える。この影響の度合は交通量及び移転道路長に左右されるものと思われる。地域交通の現況に関する資料はないので影響の度合は水没する道路延長及び橋梁数によって評価した。

各包蔵水力地点における予定水没地内の既存道路延長及び橋梁数は5万分の1地形図を基に算定した。陸上交通への影響度合に対する基準は次の様に定義した。

A ; 水没する道路延長が10km以上

B ; 水没する道路延長が10km以下で、さらに水没する橋梁がある場合

C ; 水没する道路及び橋梁がある場合

以上の基準に基づく評価結果は表7. 4に示されている。

#### (iv) 景観への影響

今回の計画検討における流れ込み式開発のダム高は20m以下であり、水没面積も極めて小さい事より発電計画が実施されたとしても景観に与える影響はないものと思われる。

一方、貯水池式開発計画の殆どが森林に覆われた山岳部に位置している。しかし、これら開発地点における人口は極めて少なく、景観の変化に伴う地域住民の生活への影響は殆どないものと思われる。しかし、これら貯水池式開発計画のうち、Trombudo Central (1)及び(2)計画は比較的大きな規模の貯水池式として計画されており、ダム建設及び既存道路の付替等による景観の変化が考えられる。この様な景観の変化が地域住民の生活にある程度の影響を与えるものと考えられるので、これらの計画に対し景観への影響度合としてCと評価した。

#### (v) 遺跡及び文化財への影響

現地踏査及び流域の住民からの情報より包蔵水力地点内には遺跡及び文化財等は存在しないと推定した。

## Ⅷ. 包蔵水力地点の確認

### 8. 1 序 論

イタジャイ河流域内における包蔵水力地点の確認は20mコンター5万分の1地形図、10mコンター1万分の1地形図及び河川縦断図等に基づいて実施した。

### 8. 2 水力開発の形式

今回の計画検討における水力開発の形式は流れ込み式と貯水池式に大別される。各開発方式に対しいくつかの比較案が考えられるが、そのうちで流れ込み式に対しては調整池方式流れ込み開発、貯水池式に対しては単一ダム方式が採用された。

### 8. 3 図上検討方法及び検討基準

包蔵水力地点の確認のための図上検討は以下の方法及び基準に基づいて実施した。

- (i) 貯水池式開発に対してはダム上流部の河川勾配が比較的ゆるやかでダム地点が狭い峡谷をなしている事、流れ込み式開発に対してはダム下流部の河川が急勾配（原則として1/60以上）である事を条件として設定する。
- (ii) 包蔵水力計画の対象地域が一流域に限られている事から、流域面積も比較的小さく、河川流量もそれ程大きくない事から、計画対象の発電規模には制約条件を設けないものとした。
- (iii) 包蔵水力地点における発電力及び発生電力量は図上検討で得られた情報に基づき概略値として算定する。

### 8. 4 図上検討で確認された発電計画地点

イタジャイ河流域全体に対する包蔵水力地点の図上検討の結果、表8. 1に示す通り16包蔵水力地点が確認された。内訳は9流れ込み式計画と7貯水池式計画となっている。計画地点の位置図は図8. 1に示されている。

## 8. 5 包蔵水力地点に対する地質的評価

16包蔵水力地点の発電計画に必要な地質特性を明確にするための地質調査をボーリング等の探査なしの地表踏査及び既存の地質図に基づいて実施した。地質調査は取水ダム、導水路、発電所及び工事用材料地点等に主眼をおいて実施した。

包蔵水力地点に対する地質的評価は表8. 2に示す様な各地点の地質的特性の度合を評価するための基準を設定して実施した。評価はA～Dの4つの度合によって表されている。包蔵水力地点の地質的評価結果は表8. 3に示されている。計画地点毎の地質的概要を以下に記述する。

### 1) Salto Pilao (1) 計画：

ダムサイトは堅硬な花崗岩を基盤とする両岸緩傾斜の広い谷である。掘削深さは左岸5m、右岸2m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイ川右岸の一般に堅硬な花崗岩中に設けられる。沢の位置に湧水を伴う小規模な破碎帯が有り得る。上流2kmはカブリがやや薄い。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイ川右岸で崖錐に覆われた花崗岩の緩斜面上に設けられる。崖錐及び風化層の掘削深さは10mと推定される。

原石山はダムサイト右岸約1kmにある花崗岩の丘を予定する。埋蔵量は300,000m<sup>3</sup>、表土深さは5mである。砂はブルメナウ市付近の河岸にあるが運搬距離が70kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

### 2) Salto Pilao (2) 計画：

ダムサイトはSalto Pilao (1) に同じである。

導水路トンネルはイタジャイ川左岸の一般に堅硬な花崗岩（一部砂岩）の中に設けられる。小規模な破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイ川左岸の砂岩上に設けられる。風化層の深さは5m程度だが山が迫っているため、掘削量が大きくなる。地下発電所案も考えられるが、風化した砂岩の下5mに存在する堅硬な砂岩には亀裂が多く、その処理に多大の経費を要するため、不経済となると考えられる。原石山はダムサイト左岸5km上流にある花崗岩の丘を予定する。砂はブルメナウ市付近の河岸にあるが運搬距離が70kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

### 3) Ibirama 計画 :

ダムサイトは堅硬な砂岩を基盤とする左岸緩傾斜、右岸急傾斜のU字状の谷である。掘削深さは左岸5m、右岸2m、河床2mである。特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイ川左岸の一般に堅硬な流紋岩（上流側）及び砂岩（下流側）の中に設けられる。小規模な破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイ川左岸河岸段丘の発達した砂岩の平地に設けられる。掘削深さは10mと推定される。

原石山はダムサイト上流約2kmにある花崗岩の丘を予定する。埋蔵量は300,000m<sup>3</sup>、表土深さは5mである。砂はブルメナウ市付近河岸にあるが運搬距離が60kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

### 4) Subida計画 :

ダムサイトは堅硬な流紋岩を基盤とする両岸急傾斜のU字状の谷である。掘削深さは両岸5m、河床2mである。特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイ川左岸の一般に堅硬な流紋岩（上流側）及び砂岩（下流側）の中に設けられる。主に砂岩中に小規模な破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路地点はイビラマの場合と全く同一である。掘削深さは10mと推定される。

原石山はダムサイト右岸に近接する流紋岩の丘を予定する。埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>で、表土はごく薄い。砂はブルメナウ市付近の河岸にあるが運搬距離が60kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

### 5) Ascurra 計画 :

ダムサイトは堅硬な流紋岩を基盤とする両岸緩傾斜の比較的狭い谷である。掘削深さは両岸5m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイ川左岸の堅硬な流紋岩（上流側）及びやや堅硬な砂岩（下流側）の中に設けられる。おもに砂岩中に破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイ川右岸河岸段丘の発達した砂岩の平地に設けられる。掘削深さは15mと推定される。岩盤に破碎帯があると判断される。

原石山はダムサイト右岸約1kmにある流紋岩の丘を予定する。埋蔵量は300,000m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。砂はブルメナウ市付近の河岸にあるが運搬距離が50kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

6) Indaial 計画：

ダムサイトは堅硬な花崗岩を基盤とする両岸緩傾斜の比較的狭い谷である。河岸段丘が発達している。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイ川右岸の崖錐に覆われた花崗岩の緩斜面中に設けられる。崖錐及び風化層の掘削深さは10~15mとみられる。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイ川右岸で崖錐に覆われた花崗岩の緩斜面に設けられる。崖錐及び風化層の掘削深さは15mと推定される。小規模な破碎帯の可能性はある。

原石山はダムサイト右岸約10kmにある花崗岩の丘を予定する。埋蔵量は 300,000 m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。砂はブルメナウ市付近の河岸から採取できる。人工骨材生産を要する。

7) Dalbergia 計画：

ダムサイトは堅硬な片麻岩を基盤とするU字状の谷である。掘削深さは両岸5m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイドノルテ右岸の片麻岩中に設けられる。深く切れ込んだ沢が多く、それらの位置に湧水を伴う破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はイタジャイドノルテ右岸河岸段丘の発達した花崗岩の平地に設けられる。掘削深さは10mと推定される。小規模な破碎帯の可能性はある。

原石山はダムサイト右岸に近接した片麻岩の丘を予定する。埋蔵量は 300,000 m<sup>3</sup>で、表土深さは5mである。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

8) Barra da Pratinha 計画：

ダムサイトは堅硬な砂岩を基盤とする両岸急傾斜のU字状の谷である。不透水コア部掘削深さは両岸5m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはイタジャイドノルテ右岸の片麻岩中に設けられる。深く切れ込んだ沢が多く、それらの位置に湧水を伴う破碎帯が有り得る。

原石山はダムサイト右岸にある砂岩の丘を予定する。埋蔵量は 500,000 m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイト左岸1kmにある崖錐及び風化した砂岩を予定、埋蔵量は 300,000 m<sup>3</sup>で、層厚は10mである。



9) Barra das Pombas計画 :

ダムサイトは砂岩と泥岩の互層を基盤とする両岸急傾斜のU字状の谷である。不透水コア部の掘削深さは両岸5m、河床5mで、特別な基礎処理を要する破碎帯の存在の可能性が強い。湛水による地すべりの恐れはない。

原石山はダムサイト両岸の比較的高所の砂岩の斜面に予定する。表土及び風化層の深さは10m、原石として利用できる深さは20m程度で、フィルター材の生産を要する。コア材料は原石山上部の風化した砂岩を利用する。埋蔵量は300,000m<sup>3</sup>で、層厚は8mである。ダム基礎掘削材料の一部もコア材料として利用できる。

10) Timbo 計画 :

ダムサイトは堅硬な片麻岩を基盤とする両岸緩傾斜の広い谷である。掘削深さは両岸10m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水により地すべりの恐れはない。

原石山はダムサイト左岸約2kmにある片麻岩の丘を予定する。埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイト左岸に近接した崖錐及び風化した片麻岩を予定、埋蔵量は300,000m<sup>3</sup>で、層厚は10mである。

11) Benedito Novo 計画 :

ダムサイトは堅硬な花崗岩を基盤とする比較的狭いU字状の谷である。掘削深さは両岸5m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはベネディト川右岸の一般に堅硬な花崗岩及び閃緑岩の中に設けられる。上流の限られた区間に小規模な破碎帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はベネディト川右岸の小規模な河岸段丘の発達した花崗岩の平地に設けられる。掘削深さは10mと推定される。破碎帯の可能性は殆どない。

原石山はダムサイト右岸約1km上流にある閃緑岩の丘を予定する。埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

12) Alto Benedito Novo計画 :

ダムサイトは堅硬な花崗岩を基盤とする比較的狭いU字状の谷である。掘削深さは両岸は5m、河床2mで、特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

導水路トンネルはベネディト川左岸の一般に堅硬な花崗岩の中に設けられる。最

上流の限られた区間に破砕帯が有り得る。

発電所、屋外変電所及び放水路はベネディト川左岸の花崗岩の緩斜面に設けられる。花崗岩が強度に風化しているため地すべりの可能性があり、その対策工として大量の掘削を要する。掘削深さは20mと推定される。

原石山は11) Banedito Novo のものと同一とする。すなわちBendito Novoダムサイト右岸約1km上流にある閃緑岩の丘である。埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>で、表土深さは10mである。運搬距離は4kmとなる。導水路トンネル掘削ズリは骨材に利用できる。人工骨材生産を要する。

#### 13) Doutor Pedrinho 計画 :

ダムサイトは砂岩と泥岩の互層を基盤とする兩岸急傾斜の比較的広いU字状の谷である。河床堆積物及び崖錐が認められる。不透水コア部掘削深さは10mないし15m、特別な基礎処理を要する破砕帯の存在の可能性がある。湛水による地すべりの可能性がある。

原石山はダムサイト下流約20kmにある砂岩の丘を予定する。埋蔵量は1,500,000m<sup>3</sup>で、表土深さは5mである。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイトやや上流左岸斜面の崖錐及び風化した砂岩を予定、埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>、層厚は10mである。ダム基礎掘削材料の一部もコア材として利用できる。

#### 14) Trombudo Central (1)計画 :

ダムサイトは砂岩と頁岩の互層を基盤とする兩岸緩傾斜の比較的広い谷である。厚い河床堆積物が認められる。不透水コア部の掘削の深さは10m以上、特別な基礎処理を要する破砕帯の存在の可能性がある。貯水池予定地内に崖錐が多いので湛水による地すべりの可能性がある。

原石山はダムサイト東方約30kmにある玄武岩の丘を予定する。埋蔵量は3,000,000m<sup>3</sup>、表土深さは5mである。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイト右岸に近接した丘をなす風化した砂岩と頁岩の互層を予定、埋蔵量は500,000m<sup>3</sup>、層厚さは10mである。

#### 15) Trombudo Central (2)計画 :

ダムサイトは砂岩と頁岩の互層を基盤とする比較的広いU字状の谷である。厚い河床堆積物が認められる。不透水コア部の掘削深さは10m以上、特別な基礎処理を要する破砕帯の存在の可能性がある。貯水池予定地内に崖錐が多いので湛水による地すべりの可能性がある。

原石山はTrombudo Central (1)のものと同一とする。すなわちダムサイト東方約35kmにある玄武岩の丘を予定する。埋蔵量は3,000,000m<sup>3</sup>で、表土深さは5mであ

る。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイト右岸に近接した斜面の風化した砂岩と頁岩の互層を予定、埋蔵量は 300,000m<sup>3</sup>、層厚は10mである。

16) Botuvera計画：

ダムサイトは千枚岩を基盤とする比較的深い谷である。不透水コア部掘削深さは両岸5m、河床2mで、特別な基礎処理を要する破碎帯の存在の可能性がある。左岸の地山が薄く漏水の可能性がある。洪水による地すべりの恐れは殆どない。

原石山はダムサイト下流約10kmで既に原石山として利用されている千枚岩とスレートの急峻な丘を予定する。埋蔵量は 5,000,000m<sup>3</sup>、表土深さは5mである。フィルター材の生産を要する。コア材料はダムサイト左岸に近接した斜面の風化した千枚岩を予定、埋蔵量は 500,000m<sup>3</sup>、層厚さは5mである。ダム基礎掘削材料の一部もコア材料として利用できる。

## IX. 発電力量計算

### 9. 1 序 論

16包蔵水力計画に対する発電力及び発生電力量はELETROBRASの基準に基づいて算定した。この計算を通じて各地点での最適案を選出するための比較案についての検討がなされた。

### 9. 2 ELETROBRASによる計画基準

今回の包蔵水力調査における発電計画は南部（ELETROSUL）／南東部（FURNAS）電力システムに組み入れる必要があるため、発電計画はELETROBRASの計画基準に基づいて実施した。この電力網は主として水力発電によって構成されているため、その発電量は地域の水文状況によって左右されている。このためELETROBRASは以下に述べる様な基準を設定している。

- (i) 常時電力量 (Firm energy)は南部地区のELETROSUL 及び南東地区のFURNASのシステムを統合した電力システムにおける水文的に最もクリティカルな期間において発生する平均電力量とする。
- (ii) 統合された電力システムにおける水文的にクリティカルな期間は両地区の水文状況より図9. 1に示すように1949年 4月より1956年11月までの期間とする。
- (iii) 保証電力量は、1,000年の統合解析に基づくクリティカルな期間に発生した平均電力に、このシステムにおける電力不足量の一定量を加えたものと定義し、常時電力量の90%として算定される。
- (iv) 二次電力量は常時電力量を超えて発生しうる電力量で長期平均電力量と常時電力量の差として算出する。
- (v) 統合された電力システムにおける水力発電計画の経済的妥当性は水力発電計画の保証電力量のMWh 当りのコストとELETROBRASが規定しているシステム内での限界費用を比較する事により評価するものとする。保証電力量のMWh 当りのコストは次の公式によ

り求めるものとする。

$$CUEG = \frac{CIA - 8.760CRES.ES - 1.000CMP.PG}{8.760EG}$$

CUEG ; 保証電力量のMWh 当りのコスト (US\$/MWh)

CIA ; 建設費の年経費 (US\$)

CRES ; 二次電力量に対するMWh 当りのコスト (火力、ガス、原子力の燃料費の荷重平均値、10US\$/MWh を採用)

ES ; 二次電力 (MW)

CMF ; ピーク出力に対するMW当りの費用 (US\$/MW)

PG ; ピーク出力 (MW)

EG ; 保証出力 (MW)

一方、電力系統における水力開発計画の経済的妥当性検討のための限界費用は各5年毎に以下の様に規定されている。

期 間	限界費用 (US\$/MWh)
1991~1995	34
1996~2000	36
2001~2005	43
2006~2010	53
2011 以後	64

### 9. 3 開発規模代替案

流れ込み式開発に対する代替案は次に示す如く開発比率を変化させて検討した。

$$DP(i) = \frac{\text{常時使用水量 (m}^3\text{/sec)}}{\text{最大使用水量 (m}^3\text{/sec)}}$$

$$= 1.0、0.9、0.8、0.7、0.6、0.5$$

貯水池式開発に対する代替案は貯水池容量及び貯水満水位を変化させて検討した。各貯水容量に対して次に示す5ケースの貯水満水位を想定し検討を行った。

代替満水位	最低操作水位
1. 地形的最高満水位	満水位より有効貯水容量を差し引いた貯水容量に相当する水位
2. 1と5のケースの3/4に相当する水位	上記と同様の水位
3. 1と5のケースの2/4に相当する水位	上記と同様の水位
4. 1と5のケースの1/4に相当する水位	上記と同様の水位
5. 堆砂位上の最低操作水位に有効貯水容量を加えた貯水容量に相当する水位	堆砂位上の最低操作水位

この検討において最大使用水量と常時使用水量の比率を 0.5に仮定した。

#### 9. 4 発電量算定のための基準

各包蔵水力計画案の発電量の算定において、使用水量、発電水位及び発電水頭等のパラメーターは表9. 1に示す基準を適用して算定した。常時出力及び常時発生電力量、設備出力及び保証電力量等の算定のための公式は同様に表9. 1に示されている。

#### 9. 5 発電量算定

各包蔵水力計画案に対する発電出力及び発生電力量は前章で規定した基準を適用して算定した。算定結果は附属報告書のANNEX VI、ATTACHMENTに示されている。

## X. 概略設計及び概略工事費積算

### 10. 1 序 論

16包蔵水力計画より経済性において歴然と劣る計画をふるい落とすための第一次スクリーニングを行うため、主要構造物の規模を経験公式により設定した。概略工事費は概略設計より得られた工事数量に現在CELESCで施工中又は計画中の類似プロジェクトの単価を乗じて求めた。

### 10. 2 概略設計

主要構造物の概略設計の基準は次の様に要約される。

#### (i) ダム

流れ込み式開発に対してはダムに隣接した地点に余水吐を設置するスペースが全開発地点を通してない事から、余水吐をもつコンクリート重力式堰を設置する事とする。貯水池式開発に対しては峡谷幅が全開発を通じて広い事からロックフィルダムを想定する。

#### (ii) 導水路

導水路に対しては圧力型導水路トンネルを採用するものとする。導水路トンネル内径は最大使用水量をパラメーターとして算定するものとする。内径の範囲は 2.5 ~ 8 mとする。Indalal 計画では導水路となるルートのかぶりが薄い事より開水路を設置する。

#### (iii) 調圧水槽

単動式調圧水槽を適用するものとする。水槽の内径は導水路トンネル内径の4倍とする。

#### (iv) 送電線

送電線は計画地点近くの既設変電所まで設置するものとし、そのルートは新設の付替道路又は既存の道路に沿って設置するものとする。

### 10. 3 概略工事費積算

主要構造物の工事数量は概略設計で使用したパラメーターを簡便的公式に適用して算定した。各構造物の主要工事に対する単価は最近の単価資料を1990年の物価水準に換算して求めた。これらの工事数量及び工事単価を基に各16包蔵水力計画に対する概略工事費を積算した。比較案を含む各計画案に対する工事費は付属報告書のANNEX VIに示されている。



## X I. 包蔵水力のインベントリー

### 11. 1 比較案を含む包蔵水力のインベントリー

比較案を含む16包蔵水力計画に対する発電量及び概略工事費積算結果に基づいて包蔵水力のインベントリーを作成した。このインベントリーで9. 3項で述べた開発規模代替案が示されている。これら比較案を含む16包蔵水力計画のインベントリーは付属報告書のATTACHMENTに示されている。

### 11. 2 各包蔵水力計画の最適案に対するインベントリー

各包蔵水力計画に対する最適案を決定するため、保証出力に対するMWh 当りのコストを9. 2項で述べたELETROBRASによって規定された基準に基づいて算定した。各包蔵水力計画の比較案中最も保証出力に対するMWh 当りのコストの小さい開発規模案を最適案として選定した。選定された開発計画案は表11. 1に示されている。以上の結果よりイタジャイ河流域内の設備出力の観点よりみた包蔵水力量は約 238 MWと見積られた。

## XII. 第一次スクリーニング

### 12. 1 スクリーニングに対する基準

第一次スクリーニングは確認された包蔵水力地点のうちで経済性において歴然と劣る地点をふるい落とし、今後の検討の対象地点を限定する事を目的としたもので、包蔵水力計画で算定した保証出力に対するMWh 当りのコストと9. 2項で述べた系統内の限界費用との比較により上記スクリーニングを行った。

南部/南東部電力系統での拡張計画における限界費用は1991~1995年時でUS\$34/MWh、2011年以後でUS\$64/MWh と見積られている。この事から、保証出力に対するMWh 当りのコストが極めて高く限界費用の上限値(概略US\$70/MWh) からかけ離れている発電計画は第一次スクリーニングで除外された。

### 12. 2 第一次スクリーニングを通過した発電計画

上記基準に基づき第一次スクリーニングを通過した発電計画は5計画で、全て流れ込み式開発となっている。これらの発電計画名及びその諸元は次の通りである。

発電計画名	設備容量 (MW)	年間発電電力量 (GWh)	保証電力量 (GWh)	工事費 (Mil. US\$)	保証電力量に対するコスト (US\$/MWh)
Salto Pilao (1)	117.8	721.3	649.1	114.6	16.7
Salto Pilao (2)	67.1	470	423	80.7	18.5
Dalbergia	15.9	97.5	87.7	58.5	65.7
Benedito Novo	12.5	65.7	59.1	26.1	42.5
Alto Benedito Novo	12.9	56.7	51	36.0	69.2

### XⅢ. 計画実施案の作成

#### 13. 1 一般概要図の作成及び第二次スクリーニング用工事費積算

第二次スクリーニングに必要な工事費を求めるため選定された5発電計画案に対し、一般概要図を20mコンター5万分の1地形図上に作図した。

発電施設の主要構造物は設計基準に基づいて設計した。構造物のタイプ、機能及び設計基準等は付属報告書 ANNEX IVに記載されている。これらについては以下の様に要約される。

##### (1) ダム

第一次スクリーニングを通過した発電計画は全て調整池式流れ込み式であるので、15~20m高のダムが計画されている。ダム地点の地質条件は良好ないし優れているが、全開発地点に対し地形的にダム地点に隣接して余水吐を設置するスペースがとれないため余水吐をもつコンクリート重力式ダムとする。ダムは台形とし、上流面垂直、下流面 1.1の勾配とする。

##### (2) 余水吐

余水吐はゲートつき余水吐とし2つの機能、即ちダムの安全のための洪水流量を流下させる事と発電のため調整地の水位を維持させる機能をもたせるものとする。余水吐の幅員は溢流量の溢流水深と洪水流量をパラメーターとして算定する。この場合の設計洪水流量として200年確率洪水流量を適用するものとする。

##### (3) 水路トンネル

導水路に対して圧力型導水路トンネルを全発電計画に対し採用するものとする。形状は円形とし、その内径は最大使用水量のパラメーターにより算出するものとする。

##### (4) 調圧水槽

単動式調圧水槽を採用するものとする。水槽の内径は導水路トンネルの内径の4倍とし、その高さは貯水池の変動水深、サージング水深及び導水路トンネルの内径等をパラメーターとして算出するものとする。調圧水槽はその構造物の安定

性を勘案し、地上に突出させず地表面下に設置する様設計する。

#### (5) 水圧鉄管

水圧鉄管路として地中式内張鉄管水圧トンネルと地上式水圧鉄管の2種類が考えられるが、このうち地中式水圧トンネル型を選出するものとする。内張鉄管水圧トンネルの内径は最大使用水量、静落差をパラメーターとして算出する。又、内張鉄管の管厚は貯水池の満水位と放水位間の総落差、水圧トンネルの内径及び内張鉄管の最少厚（0.6 cm）によって耐えられ得る水頭等をパラメーターとして算出する。

#### (6) 発電所

地上式発電所として設計する。屋外変電所は発電所に隣接して設置するものとする。発電機器は設備容量及び有効落差の大きさ等よりフランス型発電機を採用するものとする。

#### (7) 送電線及び変電所

送電線及び変電所に関しては第一次スクリーニングに適用した仕様を第二次スクリーニングにも採用するものとする。

以上の各主要施設に対する設計条件に基づいて5万分の1地形図に一般概要図を作図した。作図された一般概要図は図13. 1より13. 5までに示されている。

これらの一般概要図に基づいて各発電計画に対する土木関係の工事数量を算出した。鉄鋼関連の工事数量は第一次スクリーニングで適用した経験式により算出した。第一次スクリーニングで設定した工事単価を土木、鉄鋼その他工事の工事費積算に適用した。以上の工事数量及び工事単価に基づいて積算した5発電計画に対する建設費は表13. 1より13. 5に示されている。

### 13. 2 第二次スクリーニング

第二次スクリーニングは第一次スクリーニングと同様に、保証電力量のMWh 当りのコストとELETROBRASが設定した発電計画の限界費用との比較により実施する事とした。

5発電計画に対する発電力及び発生電力量は発電施設に対する設計値に基づいて

算出した損失水頭を基に再計算を行った。又、算出された発生電力量及び建設費に基づいて保証電力量に対するMWh 当りのコストを再計算した。

5発電計画に対する包蔵水力についてのインベントリーは表13. 6に示されている。このインベントリーより抽出された5発電計画の主な概要は次の通りである。

発電計画名	設備出力 (MW)	年間発電電力量 (GWh)	保証電力量 (GWh)	建設費 (Mill US\$)	保証電力量に対するコスト (US\$/MWh)
Salto Pilao (1)	118.7	757.7	682	122.6	17.2
Salto Pilao (2)	67.8	490	441	87.2	19.9
Dalbergia	15.9	109.5	98.6	65.2	65.6
Benedito Novo	12.8	69.8	62.9	26.4	40.6
Alto Benedito Novo	13.2	59.4	53.4	38.2	70.1

これらの5発電計画に対し工事実施に対する妥当性を判定するための技術的な検討を以下の項目について行った。

- 技術的観点；特に地質
- 工事に対する制約；付帯道路及び工事実施前の準備作業
- 社会的及び環境上注目すべき問題点、及びその他工事実施に対する制約

5発電計画についての地質的特性のうち、Benedito Novo 計画に対し、導水路トンネルルート上流部にかなり風化した破壊帯の存在の可能性が指摘されている。又、Alto Benedito Novo案に対し発電所地点の風化帯での地這りの可能性が考えられる。但し、このような地質上の問題点は技術的処理により対処する事は可能である。これらの2つの問題点以外に特に注目すべき地質的な問題点は指摘されていない。

一方、5開発地点に接近して既設の道路が設けられているので計画地点へのアクセス上の問題はないと考えられる。

選定された5発電計画は全て流れ込み式であり、水没面積も比較的小さいため、特に社会的な問題は指摘されていない。又、環境調査の結果、計画実施に際し特に注目すべき環境上の問題もないと考えられている。

以上の状況から判断すると、これら5発電計画の実施に伴う技術上の問題点は発

生しないと考えられる。

5 発電計画のうち、Salto Pilao (2) 案はSalto Pilao(1)案の代替案であり、両計画は同一のダム地点として計画されているので同時に成立し得ない。これらの計画のうち、Salto Pilao (1) 案は経済性及び設備出力の大きさの観点よりSalto Pilao (2) 案より優れている。

Alto Benedito Novo案の保証電力量に対するMWh 当りのコストは2011年以後の開発限界費用を越えている。又、Dalbergia 案のそれも、同様に2011年以降の開発限界費用を越えているが年間発生電力量はAlto Benedito Novo案のその約 1.8倍となっている。Benedito Novo 案の保証電力量に対するMWh 当りのコストは、2001～2005年の開発限界費用よりも小さい。

以上の事から次期に実施されるプレフィージビリティの対象プロジェクトとしてSalto Pilao (1)、Dalbergia 及びBenedito Novo 案の3案を選出する事とした。

### 13. 3 選定された発電計画案に対する計画実施案の作成

ELETRONBRASでは発電計画は南部/南東部電力系統に組み入れて検討する事を規定している。又、この電力系統では系統での拡張計画に対する限界費用と開発すべき時期についての関連が規定されている。従って、3発電計画に対する計画実施案は上記の関連を考慮して作成する事とした。このため、計画実施案設定のための基準を次の様に設定した。

(1) Salto Pilao (1) 案の保証電力量のMWh 当りのコストは17.2US\$/MWh と極めて小さい値を示している。これはこの計画案が出来る丈早い時期に開発する価値がある事を意味している。しかし、フィージビリティスタディより工事完了までの一連の作業に約8年が必要とされる。このため、フィージビリティスタディが1992年に開始されたとしても、発電所での営業開始は2000年にずれ込む事となる事が予想される。

(2) Benedito Novo 案の保証電力量のMWh 当りのコストは40.6US\$/MWh で、これは2001-2005年の拡張計画に対する限界費用、43US\$/MWh に近い値となっている。

従って、この計画の発電営業開始時期を2001年に想定し、計画に対するフィージビリティスタディを1993年より開始するものとする。

- (3) Dalbergia 案の保証電力量のMWh 当りのコストは65.6US\$/MWh である。これはこの計画案が2011年以後の拡張計画に合わせて実施された場合、経済的に妥当となる事を意味している。従って、この計画の発電営業開始時期を2011年に想定し、計画に対するフィージビリティスタディを2002年より開始するものとする。

以上の基準に合わせて作成された3発電計画の計画実施案が図13. 6に示されている。

図13. 6に示された計画実施案に基づいてフィージビリティスタディ及び詳細設計作業をも含んだ工事实施に必要な年支出計画を策定した。この策定ではその年支出の割合を工期3年に対し30、40、30%に、又工期3.5年に対し20、30、40、10%に想定した。策定された年支出計画が次表に示されている。

年	年支出額 (Mil US\$)	年	年支出額 (Mil US\$)
1992	1.5	2002	1.5
1993	1.5	2003	—
1994	2.7	2004	2.7
1995	2.7	2005	—
1996	—	2006	—
1997	24.5	2007	13
1998	44.7	2008	19.6
1999	59.6	2009	26.1
2000	20.2	2010	6.5
2001	—		
小計	157.4		69.4
合計			226.8

上記の年支出表によれば総支出額の約66%が1997～2000年に集中しており、1999年が最大の支出年となる事が予想される。





付 表



表 7.1 環境影響評価

調査事項	確認された計画に対する評価															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Natural Environment																
Sedimentation and its downstream effect	x	x	x	x	x	x	x	A	A	B	x	x	A	A	A	A
Impact on soil erosion	C	C	C	C	B	C	C	C	B	C	C	C	C	A	A	C
Impact on river environment	x	x	x	x	x	x	x	C	B	B	x	x	C	A	A	C
Impact on vegetation	C	C	C	C	B	C	C	A	A	C	C	C	B	B	B	B
Impact on wildlife	x	x	x	x	x	x	x	D	D	x	x	x	D	x	x	D
Effect on population	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C
Effect on agriculture	C	C	C	C	B	C	C	C	B	C	C	C	C	A	A	C
Effect on inland fishery	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Effect on secondary industry	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	C	x	x	A	A	x
Effect on use of water resources	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Effect on traffic	C	C	B	B	B	B	C	A	A	B	C	x	B	A	A	B
Effect on landscape	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	C	C	x
Effect on historical and archaeological assets	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Note: A : Degree of impact is significant.  
 B : Degree of impact is moderate.  
 C : Degree of impact is relatively small.  
 D : Impact is unknown but study is needed.  
 x : There are no influence

表 7.2 水没地域の土地利用状況

No.	Name of Scheme	Forest (1) (sq.km)	Agricultural Area (2) (sq.km)		Others (sq.km)	Total (sq.km)	Evaluation for	
			Farm land	Pasture			(1)	(2)
1.	Salto Pilao (1)	10	15	65	10	1.2	C	C
		0.12	0.18	0.78	0.12			
2.	Salto Pilao (2)	10	15	65	10	1.2	C	C
		0.12	0.18	0.78	0.12			
3.	Ibirama	20	15	50	15	0.5	C	C
		0.10	0.08	0.25	0.08			
4.	Subida	40	20	25	15	0.2	C	C
		0.08	0.04	0.05	0.03			
5.	Ascurra	20	25	45	10	7.0	B	B
		1.40	1.75	3.15	0.70			
6.	Indaial	15	20	45	20	0.2	C	C
		0.03	0.04	0.09	0.04			
7.	Dalbergia	80	10	5	5	0.4	C	C
		0.32	0.04	0.02	0.02			
8.	Barra da Pratinha	80	0	15	5	6.3	A	C
		5.04	0	0.95	0.31			
9.	Barra das Pombas	90	0	10	0	21.3	A	B
		19.17	0	2.13	0			
10.	Timbo	30	10	50	10	1.0	C	C
		0.30	0.10	0.50	0.10			
11.	Benedito Novo	70	0	20	10	0.1	C	C
		0.07	0	0.02	0.01			
12.	Alto Benedito Novo	40	10	40	10	0.1	C	C
		0.04	0.01	0.04	0.01			
13.	Doutor Pedrinho	60	5	30	5	1.9	B	C
		1.13	0.10	0.57	0.10			
14.	Trombudo Central (1)	30	10	45	15	12.8	B	A
		3.84	1.28	5.76	1.92			
15.	Trombudo Central (2)	20	15	45	20	9.6	B	A
		1.92	1.44	4.32	1.92			
16.	Botuvera	80	5	10	5	3.1	B	C
		2.47	0.16	0.31	0.16			

Note:

- (1) Water surface area is excluded from submerged area.
- (2) Upper figures show percentages ; lower figures show area in sq. km.

表 7.3 水没面積、想定水没家屋数とその人口との関係

Identified Schemes	Scheme Name	River Name	Type of Power Schemes	Drainage Area (sq.km)	Submerged Area (sq.km) /1	Assumed Number of House	Assumed Number of Population	Evaluation for Population
1.	Salto Pilao (1)	Itajai	ROR	5,597	4.65 (1.2)	74	340	C
2.	Salto Pilao (2)	Itajai	ROR	5,597	4.65 (1.2)	74	340	C
3.	Ibirama	Itajai	ROR	9,041	0.75 (0.5)	10	46	C
4.	Subida	Itajai	ROR	9,147	0.6 (0.2)	28	128	C
5.	Ascurra	Itajai	ROR	9,586	8 (7.0)	123	565	B
6.	Indaial	Itajai	ROR	11,493	0.9 (0.2)	15	69	C
7.	Dalbergia	Itajai do Norte	ROR	3,212	1.1 (0.4)	6	27	C
8.	Barra da Pratinha	Itajai do Norte	RES	1,405	6.3	37	170	C
9.	Barra das Pombas	Itajai do Norte	RES	979	21.3	21	96	C
10.	Timbo	Benedito	RES	765	1	50	230	C
11.	Benedito Novo	Benedito	ROR	586	0.18 (0.1)	4	18	C
12.	Alto Benedito Novo	Benedito	ROR	473	0.17 (0.1)	6	27	C
13.	Doutor Pedrinho	Benedito	RES	161	1.9	13	59	C
14.	Trombudo Central (1)	Trombudo	RES	293	12.8	183	841	B
15.	Trombudo Central (2)	Trombudo	RES	117	9.6	188	865	B
16.	Botuvera	Itajai Mirim	RES	625	3.1	38	174	C

/1: Figures in bracket show acreage excluding water surface area.

表 7.4 水没地域内における既設道路及び橋梁

Identified Schemes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Assumed distance of state road (km)	2.0	2.0	4.0			4.5	2.5	28.0	18.0	8.5	1.0		8.0	11.0	13.2	7.8
Assumed distance of national road (km)			1.0	2.0	2.5	1.5										
Assumed nos of bridges (State road, nos)	2	2	4		1	4	1		10		1	1				
Assumed nos of bridges (Federal road, nos)			1	1												
	C	C	B	B	B	B	C	A	A	B	C	X	B	A	A	B

表 8.1 図上検討で確認された発電計画案

No.	計画名	河川名	方式	流域面積 (k m <sup>2</sup> )	年雨量 (mm)
1	Salto Pilao (1)	Itajai	ROR <sup>△</sup>	5,597	1,530
2	Salto Pilao (2)	Itajai	ROR	5,597	1,530
3	Ibirama	Itajai	ROR	9,041,	1,510
4	Subida	Itajai	ROR	9,147	1,510
5	Ascurra	Itajai	ROR	9,586	1,510
6	Indaial	Itajai	ROR	11,493	1,500
7	Dalbergia	Itajai do Norte	ROR	3,212	1,520
8	Barra da Pratinha	Itajai do Norte	RES <sup>△</sup>	1,405	1,620
9	Barra das Pombas	Itajai do Norte	RES	979	1,670
10	Timbo	Benedito	RES	765	1,510
11	Benedito Novo	Benedito	ROR	586	1,510
12	Alto Benedito Novo	Benedito	ROR	473	1,520
13	Doutor Pedrinho	Benedito	RES	161	1,550
14	Trombudo Central (1)	Trombudo	RES	293	1,550
15	Trombudo Central (2)	Trombudo	RES	117	1,550
16	Bouvera	Itajai Mirim	RES	625	1,560

注:

△: RORは流れ込み式

△: RESは貯水池式

表 8.2 地質上の評価基準

Grade of Assessment	Dam site	Waterway/ Penstock Tunnel	Powerhouse	Reservoir	Construction Materials	
					Location	Quality
(A) Excellent	A site with thin weathered zone and no fractured zone, where it is possible to construct a concrete dam.	Hard rock without any problem, which presents problem for tunnel excavation and support is not required.	A site with thin overburden and hard rock, which is suitable for constructing powerhouse.	A reservoir where no geological problem exists.	Distance is less than 5km.	Hard and massive rock.
(B) Good	A site with hard rock and some fractured zone, where it is possible to construct a concrete dam.	Hard, fairly hard rock, which presents no problem for tunnel excavation but partial support and lining are required.	A site with some overburden and relatively hard rock, where it is possible to construct a powerhouse.	A reservoir where a little geological problem exists. Small water leak and small scale slope failure may take place.	Distance is between 5km and 10km.	Hard rock, slightly weathered, and rarely cracked.
(C) Acceptable	A site with slightly hard and fractured zone, where it is possible to construct a rock fill dam.	Hard and fairly hard rock with some problems such as fractured zone. Supporting and lining are required.	A site with relatively thick overburden. But no large defect exist.	A reservoir where some water leak or slope slide appears but it will be within allowable limits.	Very far distance (10km and 20km)	Hard rock and fairly hard rock, but relatively many cracks are found.
(D) Poor	A site with poor geological conditions, which is not recommendable for constructing dam.	Soft rock and many weak zones appear. Support and lining are required.	A site with large scale geological defects such as landslides, which is not recommendable for constructing a powerhouse.	A reservoir which is not recommendable due to geological defects such as much water leakage or large scale landslide.	Distance is more than 20 km.	Soft and cracky rock which is not recommendable for rock material.



表 8.3 地質上の評価

No.	Name of Scheme	Name of River	*1 Type	*2 Lithology	*3 Assessment				
					Dam Site	Waterway	Powerhouse	Reservoir	Material
1	Salto Pilao (1)	Itajai	1	Gr, Ss	A/B	B/C	B	A/B	B
2	Salto Pilao (2)	Itajai	1	Gr, Ss	A/B	B/C	C	A/B	B
3	Ibirama	Itajai	1	Ry, Ss	A/B	B/C	A	A/B	B
4	Subida	Itajai	1	Ry, Ss	A	A/B	A	A	B
5	Ascurra	Itajai	1	Ry, Ss	A/B	B/C	C	A/B	B
6	Indaial	Itajai	1	Gr	B	C/D	C/D	B	C
7	Dalbergia	Itajai do Norte	1	Gs, Gr	A	B	B	A	B
8	Barra da Pratinha	Itajai do Norte	2	Ss	A	-	B	A	B/C
9	Barra das Pombas	Itajai do Norte	2	Ss, Md	B	-	B	B	C/D
10	Timbo	Benedito	2	Gs	A/B	-	B	A/B	B/C
11	Benedito Novo	Benedito	1	Gr, Di	A/B	B/C	B	A/B	B
12	Alto Benedito Novo	Benedito	1	Gr, Di	A/B	B/C	C/D	A/B	B
13	Doutor Pedrinho	Benedito	2	Ss, Md	C	-	C	B/C	C/D
14	Trombudo Central (1)	Trombudo	2	Ss, Sh	C	-	C	C	C/D
15	Trombudo Central (2)	Trombudo	2	Ss, Sh	C	-	C	C	C/D
16	Botuvera	Itajai Mirim	2	Ph	C	-	C	C	C

\*1 Type 1: Run-of river

Type 2: Reservoir

\*2 Lithology;

Gr: Granite  
Gs: Gneiss  
Sh: Shale

Ss: Sandstone  
Md: Mudstone  
Ph: Phyllite

Ry: Rhyolite  
Di: Diorite

\*3 A: Excellent

B: Good

C: Acceptable

D: Poor

表 9.1 発生電力量の計算基準 (1/2)

	Run-of-River Scheme	Reservoir Scheme
<p>1. Firm discharge</p> <p>2. Max plant discharge</p>	<p>Average available flow which is defined in item 2</p> <p><math>Q_p = F (WUF)</math>  <math>WUF = A_p / A_o</math>                      WUF: Water utilization factor = 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0                      Q<sub>p</sub>: Max plant discharge                      A<sub>p</sub>: Average available flow, which corresponds to the area below Q<sub>p</sub> on a flow duration curve                      A<sub>o</sub>: Average riverflow, which corresponds to total area of the flow duration curve</p>	<p>Regulated outflow (Q<sub>o</sub>) obtained from a storage draft curve</p> <p><math>Q_p = Q_o / P_f</math>                      Q<sub>p</sub>: Max plant discharge                      Q<sub>o</sub>: Firm discharge                      P<sub>f</sub>: Plant capacity factor (herein assumed at 0.5)</p>
<p>Operating level and Head</p> <p>1. Operating level</p>	<p><math>NOL = RL + h + H_o</math>  <math>= RL + h + (Q_p/2)^{1/2}</math>                      NOL: Normal operating level                      RL: River bed level                      Q<sub>p</sub>: Max plant discharge</p> <p>V: Flow velocity at trashrack = 0.5 m/s                      B: Channel width at trashrack = 4 x H<sub>o</sub> (m)                      H<sub>o</sub>: Water depth at trashrack = <math>Q_p / B \times V = (Q_p/2)^{1/2}</math>                      h: Sill height of intake = 1 m</p>	<p>Lowest minimum operating level: MOL<sub>min</sub> = SEDL + 2xWDLA                      MOL<sub>min</sub>: Lowest minimum operating level                      SEDL: Reservoir sedimentation level                      WDLA: Diameter of waterway at flow velocity of 3 ~ 4 m/s</p>
<p>2. Operating head</p>	<p>HGROS = NOL - TWL                      HGROS: Operating head, gross                      NOL: Normal operating level (EL.m)                      TWL: Tail water level (EL. m)</p>	<p>Average operating level and head  <math>AOL = FSL - 1/3 (FSL - MOL)</math>  <math>AHD = AOL - TWL</math>                      AOL: Average operating level (m)                      AHD: Average operating head, gross (m)                      FSL: Full supply level (EL. m)                      MOL: Minimum operating level (EL. m)                      TWL: Tail water level (EL. m)</p>

表 9.1 発生電力量の計算基準 (2/2)

Hydropower Calculation		
1. Power output	$P_o = 9.8 \times Q_o \times (\text{HGROS} - \text{HLOS}) \times \text{EFF}$ $P_{\text{inst}} = 9.8 \times Q_p \times (\text{HGROS} - \text{HLOS}) \times \text{EFF}$ $\text{HLOS} = a \times L_1 + b \times L_2 + c \times L_3 + \Delta h$ Po: Firm capacity (kW) Pinst: Installed capacity (kW) Qo: Average discharge (m <sup>3</sup> /s) Qp: Max plant discharge (m <sup>3</sup> /s) HGROS: Average gross head between average operating level and TWL (m) HLOS: Average loss head (m) L1: Length of headrace (m) L2: Length of penstock pipe (m) L3: Length of tailrace (m) a: Pressure tunnel; 1/700 Non-pressure tunnel; 1/1,000 b: Penstock pipe; 1/200 c: Pressure tailrace; 1/700 Non-pressure tail race; 1/1,000 Δh: Other loss EFF: Overall efficiency of generating equipment = 0.84	$P_o = 9.8 \times Q_o \times (\text{AHD} - \text{HLOS}) \times \text{EFF}$ $P_{\text{inst}} = 9.8 \times Q_p \times (\text{AHD} - \text{HLOS}) \times \text{EFF}$
2. Annual energy	(1) Firm energy $E_{\text{firm}} = 9.8 \times Q_o \times (\text{HGROS} - \text{HLOS}) \times \text{EFF} \times 8760$ Efirm: Firm energy (kWh/year) (2) Guaranteed energy $E_g = 0.9 E_{\text{firm}}$ Eg: Guaranteed energy (kWh/year) (3) Secondary energy $E_i = 9.8 \times I \times (\text{HGROS} - \text{HLOS}) \times \text{EFF} \times 8760$ $E_s = E_i - E_f$ Ei = Average energy (kWh/year) Es = Secondary energy (kWh/year) I: Long-term average river discharge excluding the parts of daily discharges exceeding the maximum plant discharge (m <sup>3</sup> /s)	(1) Firm energy Same as left column. (2) Guaranteed energy $E_g = 0.9 E_{\text{firm}}$ Eg: Guaranteed energy (3) Secondary energy $E_s = 9.8 (I - Q_o) / 2 \times (\text{HGROS} - \text{HLOS}) \times \text{EFF} \times 8760$ Es: Secondary energy (kWh/year) I: Long-term average discharge (m <sup>3</sup> /s)

表 1.1.1 確認された発電計画の最適案の目録 (1/2)

Items	Salto Pilao (1) Pilao (2)															
	Salto Pilao (1)	Salto Pilao (2)	Ibirama	Subida	Ascurra	Indaiatã	Dalbergia	Barra da Pratinha	Barra das Fombas	Timbo	Benedito Novo	Alto Benedito Novo	Doutor Pedrinho	Trombudo Central(1)	Trombudo Central(2)	Bonuvera
(1) Scheme identification information	Itajai	Itajai	Itajai	Itajai	Itajai	Itajai	Itajai do Norte	Itajai do Norte	Itajai do Norte	Benedito	Benedito	Benedito	Benedito	Trombudo	Trombudo	Itajai Mirim
(2) Hydrological and topographic information	5,597	9,041	9,147	9,586	11,493	3,212	1,405	979	765	586	473	161	293	117	625	
- Name of river	(km <sup>2</sup> )															
- Catchment area	1,530	1,510	1,510	1,510	1,500	1,520	1,620	1,670	1,510	1,510	1,520	1,550	1,550	1,550	1,560	
- Average basin mean rainfall (mm)	91.1	130.1	131.6	137.9	177.1	38.3	18.0	12.9	15.5	11.9	9.7	3.3	5.7	2.2	10.0	
- Average runoff for the critical period (m <sup>3</sup> /s)	ROR	ROR	ROR	ROR	ROR	ROR	RES	RES	RES	ROR	ROR	RES	RES	RES	RES	
(3) Scheme information	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	1.0	0.4	0.6	0.5	0.8	0.9	1.0	0.7	
a) Type of development	330	137	105	80	54	215	394.0	482.6	113.1	277	430	572.7	382.4	383.8	159	
b) Development ratio or draft rate	14.5	5	3	35	3.3	1.85	161.6	666.0	23.1	0.3	0.9	44.9	158.6	146.4	91.2	
c) Reservoir / pondage	Concrete	Concrete	Concrete	Concrete	Concrete	Concrete	Rock fill	Rock fill	Rock fill	Concrete	Concrete	Rock fill	Rock fill	Rock fill	Rock fill	
d) Dam	18	23	19	17	16	21	80	88.6	54.1	23	19	53.7	38.4	44.8	70	
- Dam height (m)	6.65	4.9	9.7	5.3	3.3	2.4	8.65	0.2	0.1	1.9	1.5	0.2	0.2	0.18	0.2	
e) Waterway	5.2	4.6	5.3	5.3	6.1	3.6	3.3	3.5	2.7	2.8	2.9	2.5	2.5	2.5	2.8	
- Tunnel length / Channel length (km)	71.9	52.6	78.6	79.5	113	110.7	27.6	25.8	12.1	13.9	14.7	5.1	10.3	4.4	14	
- Diameter of tunnel (m)	50.3	42.1	62.8	63.5	79.1	88.5	19.3	10.8	6.0	8.4	7.3	2.6	5.1	2.2	7	
- Maximum plan discharge (m <sup>3</sup> /s)	199	155	38	14	6	11.5	70	53.4	66.3	38.2	109	33.6	24.5	29.3	51.6	
- Firm discharge (m <sup>3</sup> /s)	113	160	82	82	68	39	128	405	67	160	316	530	353	350	99	
- Effective head (m)																
- Tailwater level (EL.m)																

Notes: 1: ROR means Run-of-river type  
2: RES means Reservoir type

表 1 1 1 1 確認された発電計画の最適案の目録 (2/2)

Items	Salto Pilaos (1) Pilaos (2)																				
	7	1	1	1	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2	2	50	28	5	14	18	5	5	5	5	5	
g) Transmission line																					
h) Power																					
	- Length (km)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Installed capacity (MW)	7	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.2	0.2	2	50	28	5	14	18	5	5	5
	- Firm energy (GWh)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Guaranteed energy (GWh)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Secondary energy (GWh)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Total construction cost (mil. US\$)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Unit cost of guaranteed energy (US\$/MWh)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Submerged area (km <sup>2</sup> )	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Submerged houses (nos.)	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
	- Submerged farm land (km <sup>2</sup> )	117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9
(4) Other information		117.8	721.3	649.1	69.5	114.6	80.7	121.4	74.7	75.2	57.1	58.5	161.4	179.3	62.3	26.1	36.0	67.8	44.7	53.9	73.9

表 1 3 . 1 Salto Pilao ( 1 ) 案の建設費

Work Item	Unit	Unit Price (US\$)	Quantity	Amount (US\$×1000)
<b>I. Direct Cost</b>				
<b>1. Dam</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	15,800	111
(2) Concrete(Mass)	cu.m	80	30,850	2,468
(3) Concrete(Structure)	cu.m	140	2,060	288
(4) Reinforcing bar	ton	1,100	83	91
(5) Bridge for Maintenance	L.S	-	-	26
(6) Spillway Gate	ton	4,800	935	4,488
(7) River Diversion Works	L.S	-	-	2,230
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	149
Sub-total				9,852
<b>2. Intake</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	4,840	34
(2) Concrete	cu.m	140	1,740	244
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	70	77
(4) Intake Gate	ton	4,800	78	374
(5) Trashrack	ton	2,600	43	112
(6) Miscellaneous Work	L.S	-	-	18
Sub-total				858
<b>3. Headrace tunnel</b>				
(1) Tunnel Excavation	cu.m	80	250,800	20,064
(2) Lining Concrete	cu.m	140	80,030	11,204
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	2,300	2,530
(4) Work adit	L.S	-	-	1,350
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	1,690
Sub-total				36,838
<b>4. Surge Tank</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	20,570	2,057
(2) Lining concrete	cu.m	160	3,770	603
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	190	209
(4) Surge Tank Gate	ton	4,800	85	408
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	143
Sub-total				3,421
<b>5. Penstock</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	13,560	1,356
(2) Backfill concrete	cu.m	164	7,190	1,179
(3) Steel Liner	ton	2,100	1,710	3,591
(4) Work adit	L.S	-	-	200
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	127
Sub-total				6,453
<b>6. Power Station</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	73,140	512
(2) Concrete	cu.m	140	27,860	3,900
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	1,450	1,595
(4) Superstructure (Main)	cu.m	180	19,100	3,438
(5) Superstructure (Appurtenant)	L.S	-	-	172
(6) Generating Equipment	L.S	-	-	24,820
(7) T/L&S/S	L.S	-	-	4,741
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	300
Sub-total				39,479
<b>7. Access Road</b>				
(1) New Construction Road	Km	200,000	2	400
(2) Improvement of Existing Road	Km	90,000	2.5	225
(3) Bridge	m	5,000	20	100
(4) Miscellaneous Work	L.S	-	-	36
Sub-total				761
Total of Item I				97,662
<b>II. Compensation Cost</b>				
<b>1. Relocation Road</b>				
(1) Road	km	270,000	2	540
(2) Bridge	m	5,000	20	100
Sub-total				640
<b>2. Land and house</b>				
(1) Land	sq.km	115,000	1.3	150
(2) House	nos.	7,350	74	544
Sub-total				693
Total of Item II				1,333
<b>III. Administration Cost</b>				4,883
<b>IV. Engineering Service Cost</b>				4,060
<b>V. Physical Contingency</b>				14,649
<b>VI. Grand Total</b>				122,587

表 1 3 . 2 Salto Pilao ( 2 ) 案の建設費

Work Item	Unit	Unit Price (US\$)	Quantity	Amount (US\$×1000)
<b>I. Direct Cost</b>				
<b>1. Dam</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	15,800	111
(2) Concrete(Mass)	cu.m	80	31,300	2,504
(3) Concrete(Structure)	cu.m	140	1,700	238
(4) Reinforcing bar	ton	1,100	68	75
(5) Bridge for Maintenance	L.S	-	-	29
(6) Spillway Gate	ton	4,800	855	4,104
(7) River Diversion Works	L.S	-	-	2,580
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	148
Sub-total				9,788
<b>2. Intake</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	3,890	27
(2) Concrete	cu.m	140	1,400	196
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	56	62
(4) Intake Gate	ton	4,800	56	269
(5) Trashrack	ton	2,600	32	83
(6) Miscellaneous Work	L.S	-	-	14
Sub-total				651
<b>3. Headrace tunnel</b>				
(1) Tunnel Excavation	cu.m	81	145,700	11,802
(2) Lining Concrete	cu.m	141	46,260	6,523
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	1,050	1,155
(4) Work adit	L.S	-	-	600
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	974
Sub-total				21,053
<b>4. Surge Tank</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	13,960	1,396
(2) Lining concrete	cu.m	160	2,840	454
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	140	154
(4) Surge Tank Gate	ton	4,800	60	288
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	100
Sub-total				2,393
<b>5. Penstock</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	14,110	1,411
(2) Backfill concrete	cu.m	164	7,520	1,233
(3) Steel Liner	ton	2,100	1,550	3,255
(4) Work adit	L.S	-	-	300
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	132
Sub-total				6,331
<b>6. Power Station</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	45,380	318
(2) Concrete	cu.m	140	17,290	2,421
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	900	990
(4) Superstructure (Main)	cu.m	180	16,100	2,898
(5) Superstructure (Appurtenant)	L.S	-	-	145
(6) Generating Equipment	L.S	-	-	17,120
(7) T/L&S/S	L.S	-	-	3,481
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	186
Subtotal				27,559
<b>7. Access Road</b>				
(1) New Construction Road	Km	200,000	2.5	500
(2) Improvement of Existing Road	Km	90,000	2.5	225
(3) Bridge	m	5,000	20	100
(4) Miscellaneous Work	L.S	-	-	41
Sub-total				866
Total of Item I				68,642
<b>II. Compensation Cost</b>				
<b>1. Relocation Road</b>				
(1) Road	km	270,000	2	540
(2) Bridge	m	5,000	20	100
Sub-total				640
<b>2. Compensation</b>				
(1) Land	sq.km	115,000	1.3	150
(2) House	nos.	7,350	74	544
Sub-total				693
Total of Item II				1,333
III. Administration Cost				3,432
IV. Engineering Service Cost				3,480
V. Physical Contingency				10,296
VI. Grand Total				87,183

表 1 3 . 3 Dalbergia 案の建設費

Work Item	Unit	Unit Price (US\$)	Quantity	Amount (US\$x1000)
<b>I. Direct Cost</b>				
<b>1. Dam</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	22,400	157
(2) Concrete(Mass)	cu.m	80	32,250	2,580
(3) Concrete(Structure)	cu.m	140	1,700	238
(4) Reinforcing bar	ton	1,100	68	75
(5) Bridge for Maintenance	L.S	-	-	27
(6) Spillway Gate	ton	4,800	645	3,096
(7) River Diversion Works	L.S	-	-	2,840
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	154
Sub-total				9,166
<b>2. Intake</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	2,490	17
(2) Concrete	cu.m	140	900	126
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	36	40
(4) Intake Gate	ton	4,800	30	144
(5) Trashrack	ton	2,600	16	42
(6) Miscellaneous Work	L.S	-	-	9
Sub-total				378
<b>3. Headrace tunnel</b>				
(1) Tunnel Excavation	cu.m	84	158,900	13,348
(2) Lining Concrete	cu.m	148	49,970	7,396
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	820	902
(4) Work adit	L.S	-	-	1,900
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	1,082
Sub-total				24,627
<b>4. Surge Tank</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	8,560	856
(2) Lining concrete	cu.m	160	2,140	342
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	110	121
(4) Surge Tank Gate	ton	4,800	40	192
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	66
Sub-total				1,577
<b>5. Penstock</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	108	6,890	744
(2) Backfill concrete	cu.m	164	3,720	610
(3) Steel Liner	ton	2,100	420	882
(4) Work adit	L.S	-	-	600
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	68
Sub-total				2,904
<b>6. Power Station</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	13,920	97
(2) Concrete	cu.m	140	5,310	743
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	280	308
(4) Superstructure (Main)	cu.m	180	10,370	1,867
(5) Superstructure (Appurtenant)	L.S	-	-	131
(6) Generating Equipment	L.S	-	-	6,500
(7) T/L&S/S	L.S	-	-	942
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	57
Sub-total				10,646
<b>7. Access Road</b>				
(1) New Construction Road	Km	200,000	3.3	660
(2) Improvement of Existing Road	Km	90,000	7.5	675
(3) Bridge	m	5,000	0	0
(4) Miscellaneous Work	L.S	-	-	67
Sub-total				1,402
Total of Item I				50,700
<b>II. Compensation Cost</b>				
<b>1. Relocation Road</b>				
(1) Road	km	200,000	2.5	500
(2) Bridge	m	5,000	5	25
Sub-total				525
<b>2. Compensation</b>				
(1) Land	sq.km	115,000	0.5	58
(2) House	nos.	7,350	6	44
Sub-total				102
Total of Item II				627
III. Administration Cost				2,535
IV. Engineering Service Cost				3,760
V. Physical Contingency				7,605
VI. Grand Total				65,227



表 1 3 . 4 Benedito Novo 案の建設費

Work Item	Unit	Unit Price (US\$)	Quantity	Amount (US\$×1000)
<b>I. Direct Cost</b>				
<b>1. Dam</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	22,000	154
(2) Concrete(Mass)	cu.m	80	26,100	2,088
(3) Concrete(Structure)	cu.m	140	1,170	164
(4) Reinforcing bar	ton	1,100	47	52
(5) Bridge for Maintenance	L.S	-	-	12
(6) Spillway Gate	ton	4,800	250	1,200
(7) River Diversion Works	L.S	-	-	640
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	123
Sub-total				4,433
<b>2. Intake</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	1,560	11
(2) Concrete	cu.m	140	560	78
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	22	24
(4) Intake Gate	ton	4,800	14	67
(5) Trashrack	ton	2,600	8	21
(6) Miscellaneous Work	L.S	-	-	6
Sub-total				207
<b>3. Headrace tunnel</b>				
(1) Tunnel Excavation	cu.m	92	22,200	2,042
(2) Lining Concrete	cu.m	158	7,600	1,201
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	107	118
(4) Work adit	L.S	-	-	0
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	168
Sub-total				3,529
<b>4. Surge Tank</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	2,950	295
(2) Lining concrete	cu.m	160	870	139
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	44	48
(4) Surge Tank Gate	ton	4,800	-	0
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	24
Sub-total				507
<b>5. Penstock</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	120	3,230	388
(2) Backfill concrete	cu.m	164	1,780	292
(3) Steel Liner	ton	2,100	230	483
(4) Work adit	L.S	-	-	200
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	34
Sub-total				1,396
<b>6. Power Station</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	9,600	67
(2) Concrete	cu.m	140	3,660	512
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	190	209
(4) Superstructure (Main)	cu.m	180	8,780	1,580
(5) Superstructure (Appurtenant)	L.S	-	-	126
(6) Generating Equipment	L.S	-	-	4,800
(7) T/L&S/S	L.S	-	-	1,140
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	39
Sub-total				8,475
<b>7. Access Road</b>				
(1) New Construction Road	Km	200,000	1.4	280
(2) Improvement of Existing Road	Km	90,000	0	0
(3) Bridge	m	5,000	0	0
(4) Miscellaneous Work	L.S	-	-	14
Sub-total				294
Total of Item I				18,841
<b>II. Compensation Cost</b>				
<b>1. Relocation Road</b>				
(1) Road	km	200,000	1	200
(2) Bridge	m	5,000	10	50
Sub-total				250
<b>2. Compensation</b>				
(1) Land	sq.km	115,000	0.2	23
(2) House	nos.	7,350	4	29
Sub-total				52
Total of Item II				302
III. Administration Cost				942
IV. Engineering Service Cost				3,480
V. Physical Contingency				2,826
VI. Grand Total				26,392

表 1 3 . 5 Alto Benedito Novo 案の建設費

Work Item	Unit	Unit Price (US\$)	Quantity	Amount (US\$×1000)
<b>I. Direct Cost</b>				
<b>1. Dam</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	28,000	196
(2) Concrete(Mass)	cu.m	80	12,000	960
(3) Concrete(Structure)	cu.m	140	1,100	154
(4) Reinforcing bar	ton	1,100	44	48
(5) Bridge for Maintenance	L.S	-	-	10
(6) Spillway Gate	ton	4,800	210	1,008
(7) River Diversion Works	L.S	-	-	930
(8) Miscellaneous Work	L.S	-	-	68
Sub-total				3,375
<b>2. Intake</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	1,630	11
(2) Concrete	cu.m	140	590	83
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	24	26
(4) Intake Gate	ton	4,800	15	72
(5) Trashrack	ton	2,600	9	23
(6) Miscellaneous Work	L.S	-	-	6
Sub-total				222
<b>3. Headrace tunnel</b>				
(1) Tunnel Excavation	cu.m	91	20,250	1,843
(2) Lining Concrete	cu.m	157	6,310	991
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	90	99
(4) Work adit	L.S	-	-	0
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	147
Sub-total				3,079
<b>4. Surge Tank</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	100	3,130	313
(2) Lining concrete	cu.m	160	900	144
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	45	50
(4) Surge Tank Gate	ton	4,800	-	0
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	25
Sub-total				532
<b>5. Penstock</b>				
(1) Shaft Excavation	cu.m	120	4,410	529
(2) Backfill concrete	cu.m	164	2,430	399
(3) Steel Liner	ton	2,100	330	693
(4) Work adit	L.S	-	-	400
(5) Miscellaneous Work	L.S	-	-	46
Sub-total				2,067
<b>6. Power Station</b>				
(1) Excavation	cu.m	7	9,980	70
(2) Concrete	cu.m	140	3,800	532
(3) Reinforcing bar	ton	1,100	200	220
(4) Land Slide Protection Work	L.S	-	-	10,000
(5) Superstructure (Main)	cu.m	180	8,780	1,580
(6) Superstructure (Appurtenant)	L.S	-	-	126
(7) Generating Equipment	L.S	-	-	5,000
(8) T/L&S/S	L.S	-	-	1,353
(9) Miscellaneous Work	L.S	-	-	41
Sub-total				18,923
<b>7. Access Road</b>				
(1) New Construction Road	Km	200,000	2.1	420
(2) Improvement of Existing Road	Km	90,000	0	0
(3) Bridge	m	5,000	10	50
(4) Miscellaneous Work	L.S	-	-	24
Sub-total				494
Total of Item I				28,691
<b>II. Compensation Cost</b>				
<b>1. Relocation Road</b>				
(1) Road	km	200,000	0	0
(2) Bridge	m	5,000	50	250
Sub-total				250
<b>2. Compensation</b>				
(1) Land	sq.km	115,000	0.2	23
(2) House	nos.	7,350	6	44
Sub-total				67
Total of Item II				317
III. Administration Cost				1,435
IV. Engineering Service Cost				3,480
V. Physical Contingency				4,304
VI. Grand Total				38,226

表 1 3 . 6 第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 ( 1 / 5 )

(i) Scheme identification information	:	- No. of scheme	:	1
		- Name of scheme	:	Salto Pilão (1)
		- Name of river	:	Itajai
(ii) Hydrological and topographic information	:	- Catchment area	(sq.km)	5,597
		- Average basin mean rainfall	(mm)	1,530
		- Average runoff for the critical period from April 1949 to November 1956	(cu.m/sec)	91.1
		- Key stream gauge	:	Rio do Sul
(iii) Scheme information				
a) Type of development				Run-of-river
b) Development ratio				0.7
c) Reservoir/pondage	:	- Full supply level/normal operating level	(EL.m)	330
		- Minimum operating level	(EL.m)	—
		- Average operating Level	(EL.m)	—
		- Gross storage volume	(mil. cu.m)	14.5
		- Active storage volume	(mil. cu.m)	—
		- Dead storage volume	(mil. cu.m)	—
		- Sediment volume	(mil. cu.m)	—
d) Dam	:	- Type of dam		Concrete dam
		- Crest elevation	(EL.m)	332
		- Crest length	(m)	270
		- Dam height	(m)	18
		- Embankment volume	(mil. cu.m)	—
		- Concrete volume	(cu.m)	32,910
e) Waterway	:	- Number	(nos.)	1
		- Tunnel length	(km)	6.65
		- Channel length	(km)	—
		- Diameter of tunnel	(m)	5.2
f) Discharge and head	:	- Maximum plant discharge (Qp)	(cu.m/sec)	71.9
		- Firm discharge (Qf)	(cu.m/sec)	50.3
		- Effective head for Qp	(m)	200.5
		- Effective head for Qf	(m)	208.9
		- Tailwater level	(EL.m)	113
g) Transmission line	:	- Length	(km)	7
		- kV		138
		- Destinated sub-station		Transmission line (Rio do Sul II - Blumenau)
h) Access road	:	- New access road	(km)	2.0
		- Improvement of existing road	(km)	2.5
i) Power	:	- Installed capacity	(MW)	118.7
		- Firm energy	(GWh)	757.7
		- Guaranteed energy	(GWh)	682.0
		- Secondary energy	(GWh)	66.0
j) Preliminary cost	:	- Total construction cost	(mil. US\$)	122.6
		- Cost per kW	US\$/kW)	1,032.7
		- Cost per MWh	(US\$/MWh)	161.8
		- Unit cost of guaranteed energy	(US\$/MWh)	17.2
(iv) Other information	:	- Submerged area	(sq.km)	4.65
		- Submerged houses	(nos.)	74
		- Submerged farm land	(sq.km)	0.18
		- Relocation road length	(km)	2
		- Bridge to be replaced	(m)	20

表 1 3 . 6 第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 ( 2 / 5 )

(i) Scheme identification information	: - No. of scheme	:	2
	- Name of scheme	:	Salto Pilão (2)
	- Name of river	:	Itajai
(ii) Hydrological and topographic information	: - Catchment area	(sq.km)	5,597
	- Average basin mean rainfall	(mm)	1,530
	- Average runoff for the critical period from April 1949 to November 1956	(cu.m/sec)	91.1
	- Key stream gauge	:	Rio do Sul
(iii) Scheme information			
a) Type of development		:	Run-of-river
b) Development ratio		:	0.8
c) Reservoir/pondage	: - Full supply level/normal operating level	(EL.m)	330
	- Minimum operating level	(EL.m)	—
	- Average operating Level	(EL.m)	—
	- Gross storage volume	(mil. cu.m)	14.5
	- Active storage volume	(mil. cu.m)	—
	- Dead storage volume	(mil. cu.m)	—
	- Sediment volume	(mil. cu.m)	—
d) Dam	: - Type of dam	:	Concrete dam
	- Crest elevation	(EL.m)	332
	- Crest length	(m)	270
	- Dam height	(m)	18
	- Embankment volume	(mil. cu.m)	—
	- Concrete volume	(cu.m)	33,000
e) Waterway	: - Number	(nos.)	1
	- Tunnel length	(km)	4.9
	- Channel length	(km)	—
	- Diameter of tunnel	(m)	4.6
f) Discharge and head	: - Maximum plant discharge (Qp)	(cu.m/sec)	52.6
	- Firm discharge (Qf)	(cu.m/sec)	42.1
	- Effective head for Qp	(m)	156.6
	- Effective head for Qf	(m)	161.4
	- Tailwater level	(EL.m)	160
g) Transmission line	: - Length	(km)	1
	- kV	:	138
	- Destinated sub-station	:	Transmission line (Rio do Sul II - Blume)
h) Access road	: - New access road	(km)	2.5
	- Improvement of existing road	(km)	2.5
i) Power	: - Installed capacity	(MW)	67.8
	- Firm energy	(GWh)	490.0
	- Guaranteed energy	(GWh)	441.0
	- Secondary energy	(GWh)	27.9
j) Preliminary cost	: - Total construction cost	(mil. US\$)	87.2
	- Cost per kW	US\$/kW)	1,285.9
	- Cost per MWh	(US\$/MWh)	177.9
	- Unit cost of guaranteed energy	(US\$/MWh)	19.9
(iv) Other information	: - Submerged area	(sq.km)	4.65
	- Submerged houses	(nos.)	74
	- Submerged farm land	(sq.km)	0.18
	- Relocation road length	(km)	2
	- Bridge to be replaced	(m)	20

表 1 3 . 6 第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 ( 3 / 5 )

(i) Scheme identification information	:	- No. of scheme	:	7
		- Name of scheme	:	Dalbergia
		- Name of river	:	Itajai do Norte
(ii) Hydrological and topographic information	:	- Catchment area	(sq.km)	: 3,212
		- Average basin mean rainfall	(mm)	: 1,520
		- Average runoff for the critical period from April 1949 to November 1956	(cu.m/sec)	: 38.7
		- Key stream gauge		: Ibirama
(iii) Scheme information				
a) Type of development				: Run-of-river
b) Development ratio				: 0.7
c) Reservoir/pondage	:	- Full supply level/normal operating level	(EL.m)	: 215
		- Minimum operating level	(EL.m)	: —
		- Average operating Level	(EL.m)	: —
		- Gross storage volume	(mil. cu.m)	: 1.85
		- Active storage volume	(mil. cu.m)	: —
		- Dead storage volume	(mil. cu.m)	: —
		- Sediment volume	(mil. cu.m)	: —
d) Dam	:	- Type of dam		: Concrete dam
		- Crest elevation	(EL.m)	: 217
		- Crest length	(m)	: 210
		- Dam height	(m)	: 21
		- Embankment volume	(mil. cu.m)	: —
		- Concrete volume	(cu.m)	: 33,950
e) Waterway	:	- Number	(nos.)	: 1
		- Tunnel length	(km)	: 8.60
		- Channel length	(km)	: —
		- Diameter of tunnel	(m)	: 3.6
f) Discharge and head	:	- Maximum plant discharge (Qp)	(cu.m/sec)	: 27.6
		- Firm discharge (Qf)	(cu.m/sec)	: 19.3
		- Effective head for Qp	(m)	: 70
		- Effective head for Qf	(m)	: 78.7
		- Tailwater level	(EL.m)	: 128
g) Transmission line	:	- Length	(km)	: 2
		- kV		: 23
		- Destinated sub-station		: Ibirama
h) Access road	:	- New access road	(km)	: 3.3
		- Improvement of existing road	(km)	: 7.5
i) Power	:	- Installed capacity	(MW)	: 15.9
		- Firm energy	(GWh)	: 109.5
		- Guaranteed energy	(GWh)	: 98.6
		- Secondary energy	(GWh)	: 11.7
j) Preliminary cost	:	- Total construction cost	(mil. US\$)	: 65.2
		- Cost per kW	US\$/kW)	: 4102.3
		- Cost per MWh	(US\$/MWh)	: 595.5
		- Unit cost of guaranteed energy	(US\$/MWh)	: 65.6
(iv) Other information	:	- Submerged area	(sq.km)	: 1.1
		- Submerged houses	(nos.)	: 6
		- Submerged farm land	(sq.km)	: 0.04
		- Relocation road length	(km)	: 2.5
		- Bridge to be replaced	(m)	: 5

表 1 3 . 6 第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 ( 4 / 5 )

(i) Scheme identification information	: - No. of scheme	:	11
	- Name of scheme	:	Benedito Novo
	- Name of river	:	Benedito
(ii) Hydrological and topographic information	: - Catchment area	(sq.km)	586
	- Average basin mean rainfall	(mm)	1,510
	- Average runoff for the critical period from April 1949 to November 1956	(cu.m/sec)	11.3
	- Key stream gauge	:	Timbo
(iii) Scheme information			
a) Type of development		:	Run-of-river
b) Development ratio		:	0.6
c) Reservoir/pondage	: - Full supply level/normal operating level	(EL.m)	277
	- Minimum operating level	(EL.m)	—
	- Average operating Level	(EL.m)	—
	- Gross storage volume	(mil. cu.m)	0.3
	- Active storage volume	(mil. cu.m)	—
	- Dead storage volume	(mil. cu.m)	—
	- Sediment volume	(mil. cu.m)	—
d) Dam	: - Type of dam	:	Concrete dam
	- Crest elevation	(EL.m)	279
	- Crest length	(m)	170
	- Dam height	(m)	23
	- Embankment volume	(mil. cu.m)	—
	- Concrete volume	(cu.m)	27,270
e) Waterway	: - Number	(nos.)	1
	- Tunnel length	(km)	1.9
	- Channel length	(km)	—
	- Diameter of tunnel	(m)	2.8
f) Discharge and head	: - Maximum plant discharge (Qp)	(cu.m/sec)	13.9
	- Firm discharge (Qf)	(cu.m/sec)	8.4
	- Effective head for Qp	(m)	112.2
	- Effective head for Qf	(m)	115.3
	- Tailwater level	(EL.m)	160
g) Transmission line	: - Length	(km)	14
	- kV	:	23
	- Destinated sub-station	:	Timbo
h) Access road	: - New access road	(km)	1.4
	- Improvement of existing road	(km)	—
i) Power	: - Installed capacity	(MW)	12.8
	- Firm energy	(GWh)	69.8
	- Guaranteed energy	(GWh)	62.9
	- Secondary energy	(GWh)	11.1
j) Preliminary cost	: - Total construction cost	(mil. US\$)	26.4
	- Cost per kW	(US\$/kW)	2,061.9
	- Cost per MWh	(US\$/MWh)	377.9
	- Unit cost of guaranteed energy	(US\$/MWh)	40.6
(iv) Other information	: - Submerged area	(sq.km)	0.18
	- Submerged houses	(nos.)	4
	- Submerged farm land	(sq.km)	—
	- Relocation road length	(km)	1
	- Bridge to be replaced	(m)	10

表 1 3 . 6 第一次スクリーニングで選出された発電計画の目録 ( 5 / 5 )

(i) Scheme identification information	: - No. of scheme	:	12
	- Name of scheme	:	Alto Benedito Novo
	- Name of river	:	Benedito
(ii) Hydrological and topographic information	: - Catchment area	(sq.km)	: 473
	- Average basin mean rainfall	(mm)	: 1,520
	- Average runoff for the critical period from April 1949 to November 1956	(cu.m/sec)	: 9.7
	- Key stream gauge		: Timbo
(iii) Scheme information			
a) Type of development			: Run-of-river
b) Development ratio			: 0.5
c) Reservoir/pondage	: - Full supply level/ normal operating level	(EL.m)	: 430
	- Minimum operating level	(EL.m)	: —
	- Average operating Level	(EL.m)	: —
	- Gross storage volume	(mil. cu.m)	: 0.9
	- Active storage volume	(mil. cu.m)	: —
	- Dead storage volume	(mil. cu.m)	: —
	- Sediment volume	(mil. cu.m)	: —
d) Dam	: - Type of dam		: Concrete dam
	- Crest elevation	(EL.m)	: 432
	- Crest length	(m)	: 90
	- Dam height	(m)	: 19
	- Embankment volume	(mil. cu.m)	: —
	- Concrete volume	(cu.m)	: 13,100
e) Waterway	: - Number	(nos.)	: 1
	- Tunnel length	(km)	: 1.65
	- Channel length	(km)	: —
	- Diameter of tunnel	(m)	: 2.9
f) Discharge and head	: - Maximum plant discharge (Qp)	(cu.m/sec)	: 14.7
	- Firm discharge (Qf)	(cu.m/sec)	: 7.3
	- Effective head for Qp	(m)	: 109.2
	- Effective head for Qf	(m)	: 112.8
	- Tailwater level	(EL.m)	: 316
g) Transmission line	: - Length	(km)	: 18
	- kV		: 23
	- Destinated sub-station		: Timbo
h) Access road	: - New access road	(km)	: 2.1
	- Improvement of existing road	(km)	: —
i) Power	: - Installed capacity	(MW)	: 13.2
	- Firm energy	(GWh)	: 59.4
	- Guaranteed energy	(GWh)	: 53.4
	- Secondary energy	(GWh)	: 11.1
j) Preliminary cost	: - Total construction cost	(mil. US\$)	: 38.2
	- Cost per kW	(US\$/kW)	: 2,895.9
	- Cost per MWh	(US\$/MWh)	: 643.8
	- Unit cost of guaranteed energy	(US\$/MWh)	: 70.1
(iv) Other information	: - Submerged area	(sq.km)	: 0.17
	- Submerged houses	(nos.)	: 6
	- Submerged farm land	(sq.km)	: 0.01
	- Relocation road length	(km)	: —
	- Bridge to be replaced	(m)	: 50





付 図



Work Item	1990												1991												1992			Work Items
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
<b>1st Stage</b>																												
1. Field works																												2.1.1
(1) Collection of data and their review																												2.1.1 (1)
(2) Preparation of design standard and plan of operation																												2.1.1 (3)
(3) Preparation of Inception Report																												
(4) Hydrological investigation and study																												2.1.1 (4)
(5) Socio-economic survey																												2.1.1 (5)
(6) Present power market survey																												2.1.1 (6)
(7) Review of planned power development scheme																												2.1.1 (7)
(8) Map study on power development site																												2.1.1 (8)
(9) Preliminary environmental impact survey																												2.1.1 (9)
(10) Survey regarding cost estimate																												2.1.1 (10)
2. Home works																												
2.1 Preparation of inventory for power potential sites																												2.1.2
(1) Calculation of power output and energy																												2.1.2 (1)
(2) Estimate of construction cost																												2.1.2 (2)
(3) 1st screening																												2.1.2 (3)
(4) Preparation of inventory for power potential sites																												2.1.2 (4)
(5) Preparation of Progress Report																												
2.2 Selection of promising projects																												2.1.3
(1) Formulation of basic power development plan																												2.1.3 (1)
(2) Estimate of construction cost																												2.1.3 (2)
(3) 2nd screening																												2.1.3 (3)
(4) Preparation of inventory for promising project sites																												2.1.3 (4)
2.3 Preparation of power development plan																												2.1.4
(1) Study on power demand forecast and system network																												2.1.4 (1)
(2) Preparation of menu for hydroelectric power development plan																												2.1.4 (2)
(3) Preparation of menu for alternative thermal power scheme																												2.1.4 (3)
(4) Formulation of power development plan																												2.1.4 (4)
(5) Preparation of master program																												2.1.4 (5)
(6) Preparation of Interim Report																												
<b>2nd Stage</b>																												
1. Detailed field works																												2.2.1
(1) Topographic survey																												2.2.1 (1)
(2) Geological and construction material surveys																												2.2.1 (2)
(3) Environmental impact survey																												2.2.1 (3)
(4) Compensation survey																												2.2.1 (4)
(5) Survey for construction plan																												2.2.1 (5)
2. Pre-feasibility design																												2.2.2
(1) Design of major facilities																												2.2.2 (1)
(2) Construction plan and cost estimate																												2.2.2 (2)
(3) Calculation of power energy																												2.2.2 (3)
(4) Economic analysis																												2.2.2 (5)
(5) Environmental impact study																												2.2.2 (6)
(6) Overall evaluation																												2.2.2 (7)
(7) Preparation of investigation plan																												2.2.2 (8)
(8) Preparation of Draft Final Report																												
(9) Preparation of Final Report																												

 : Field Work     
 : Home Work     
 : Report

图 1.1 全体作業工程

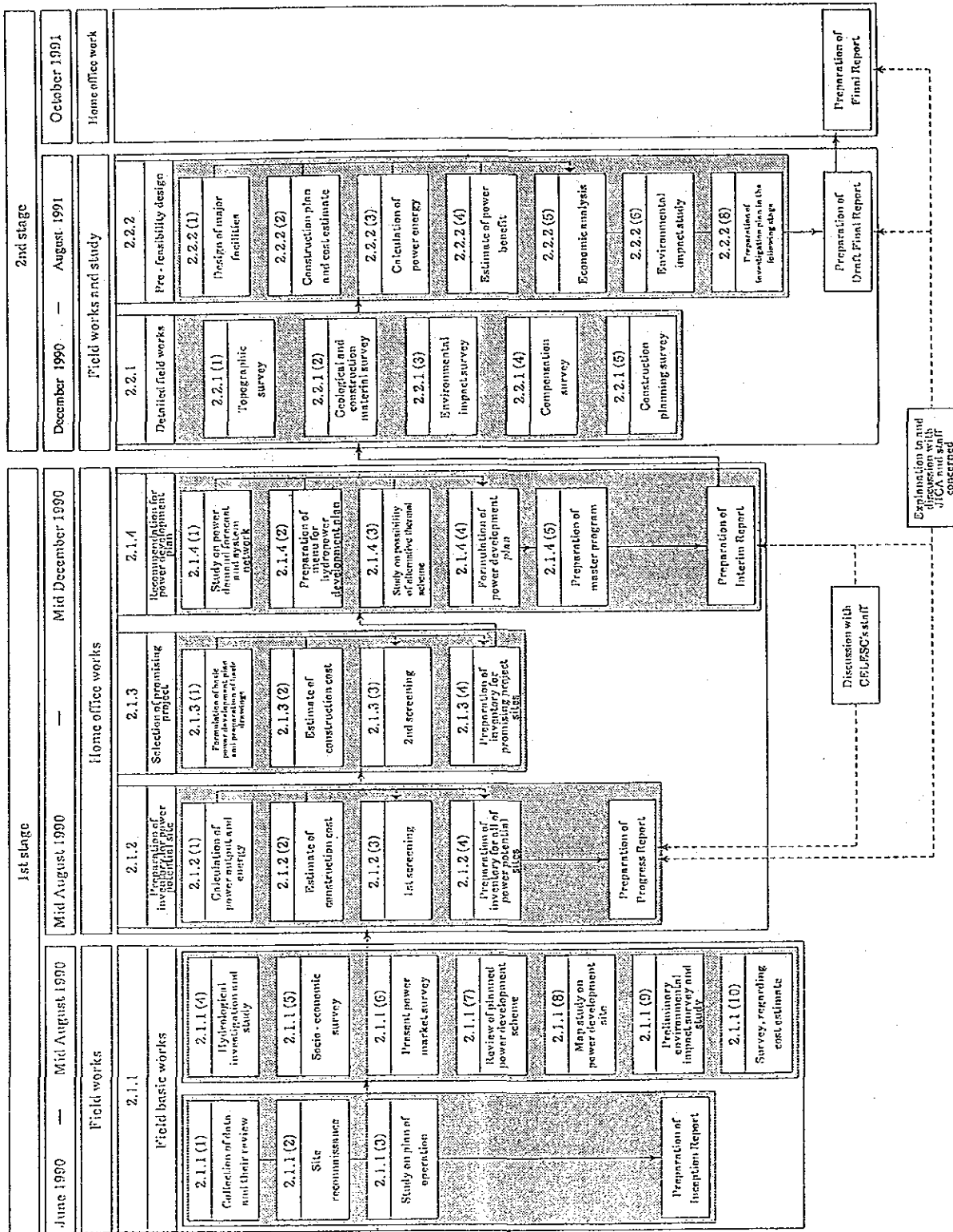


図 1.2 全体作業の流れ図

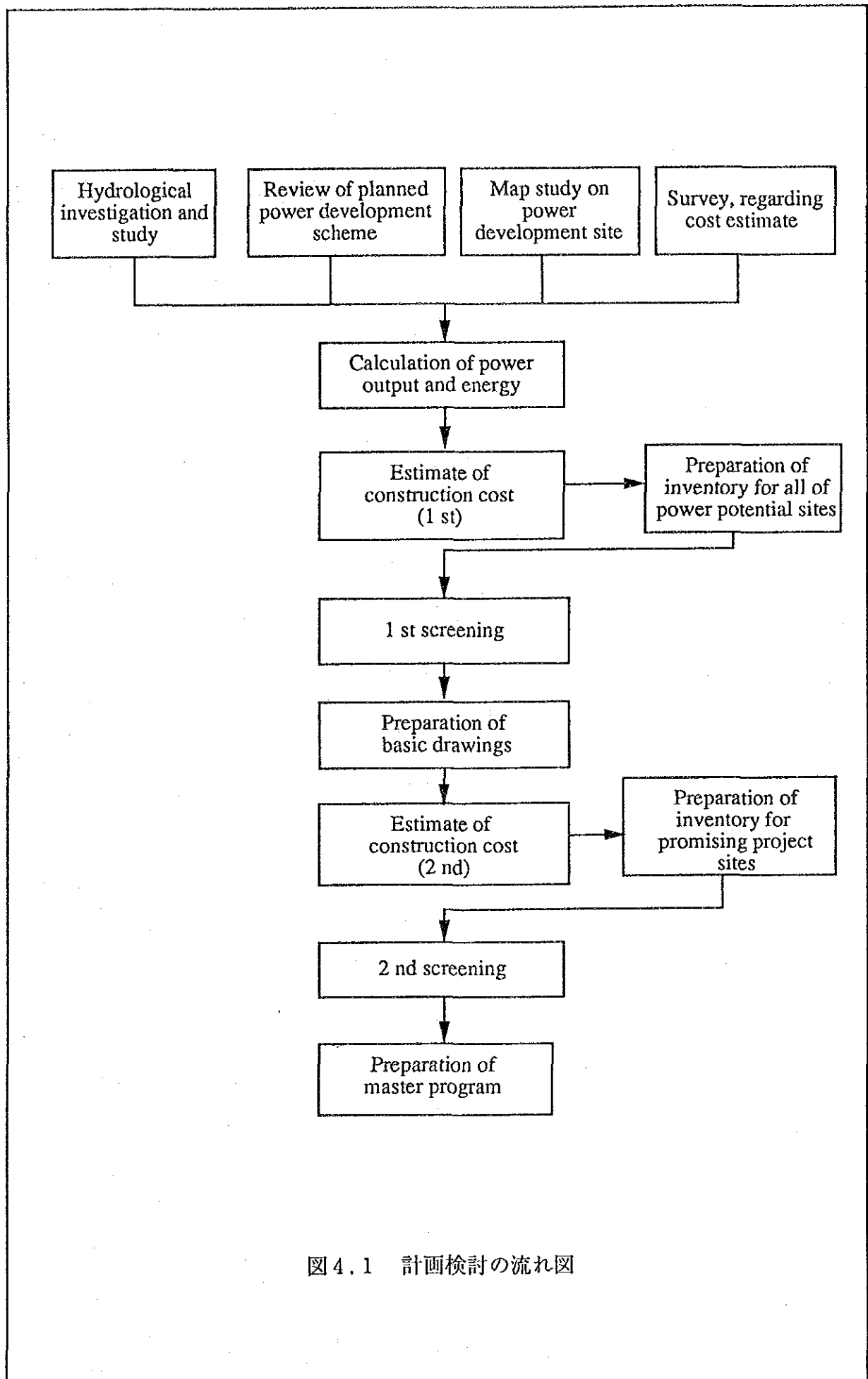


図 4.1 計画検討の流れ図

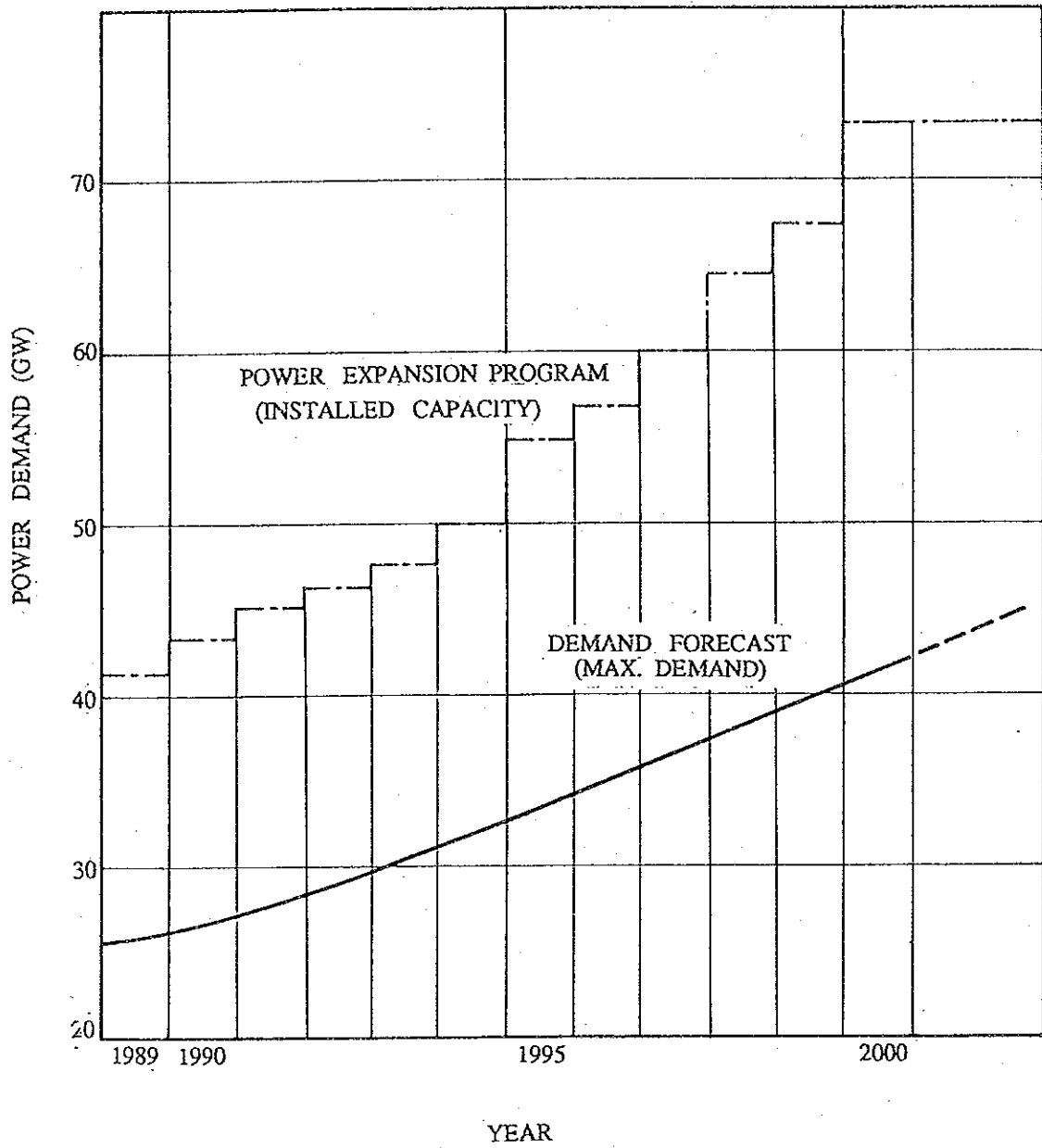


図 6.1 南部/南東部電力系統における電力需要予測と電力供給計画図

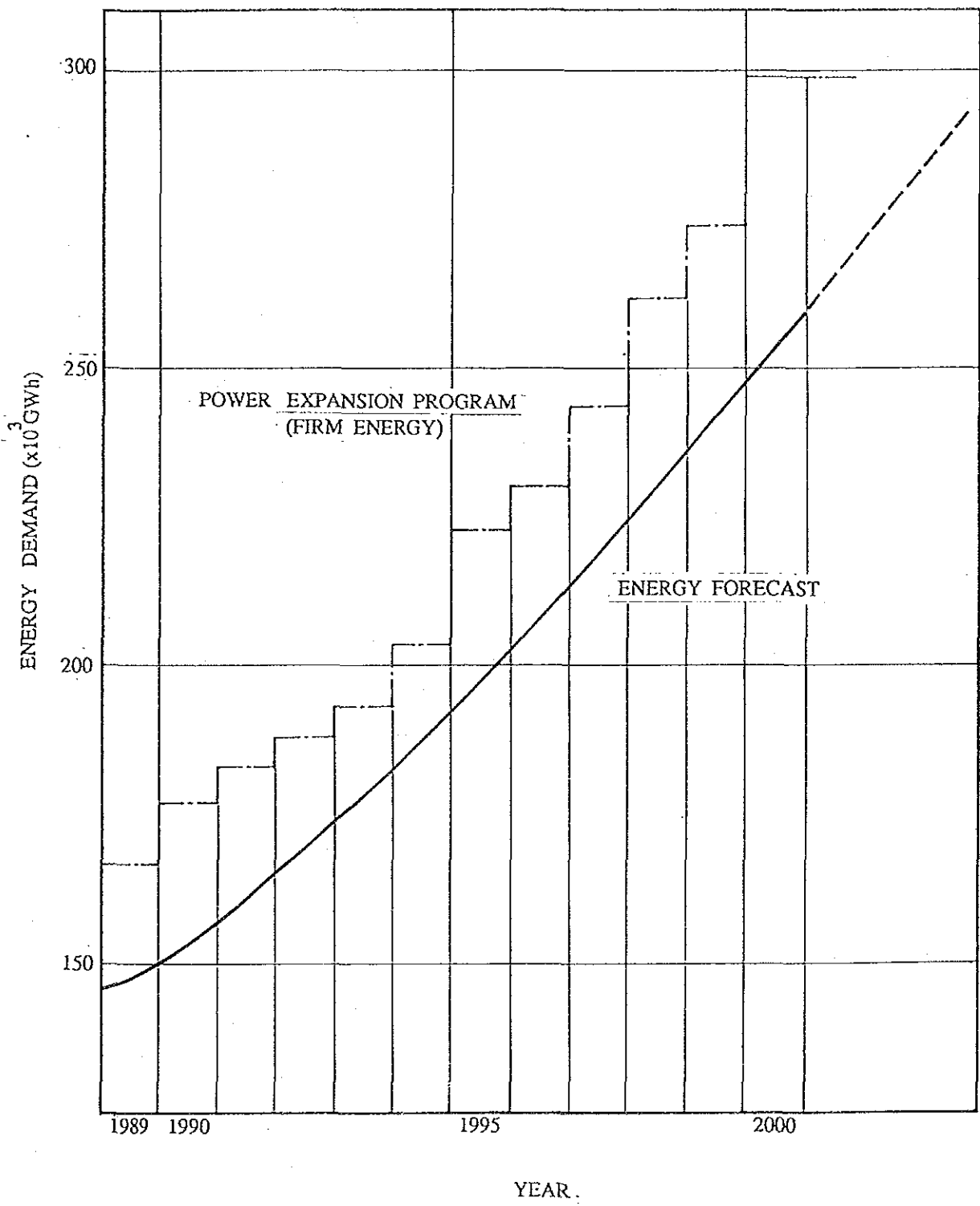
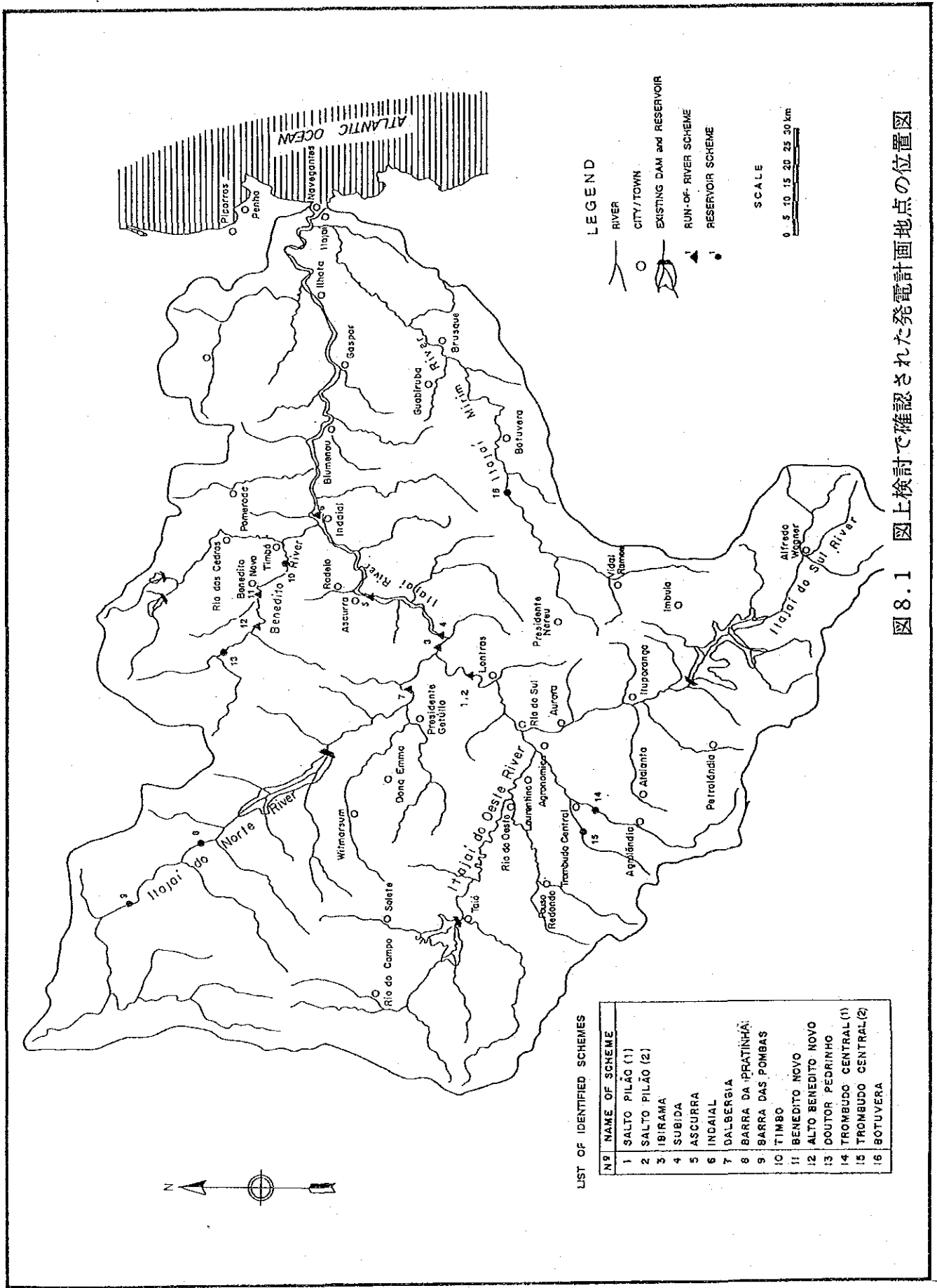


図6.2 南部/南東部電力系統における電力量需要予測と電力量供給計画図



LIST OF IDENTIFIED SCHEMES

Nº	NAME OF SCHEME
1	SALTO PILÃO (1)
2	SALTO PILÃO (2)
3	IBIRAMA
4	SUBIDA
5	ASCURRA
6	INDAIAL
7	DALBERGIA
8	BARRA DA PRATINHA
9	BARRA DAS POMBAS
10	TIMBO
11	BENEDITO NOVO
12	ALTO BENEDITO NOVO
13	DOCTOR PEDRINHO
14	TROMBUDO CENTRAL (1)
15	TROMBUDO CENTRAL(2)
16	BOTUVERA

**LEGEND**

RIVER

CITY/TOWN

EXISTING DAM and RESERVOIR

RUN-OF- RIVER SCHEME

RESERVOIR SCHEME

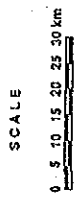


図 8.1 図上検討で確認された発電計画地点の位置図



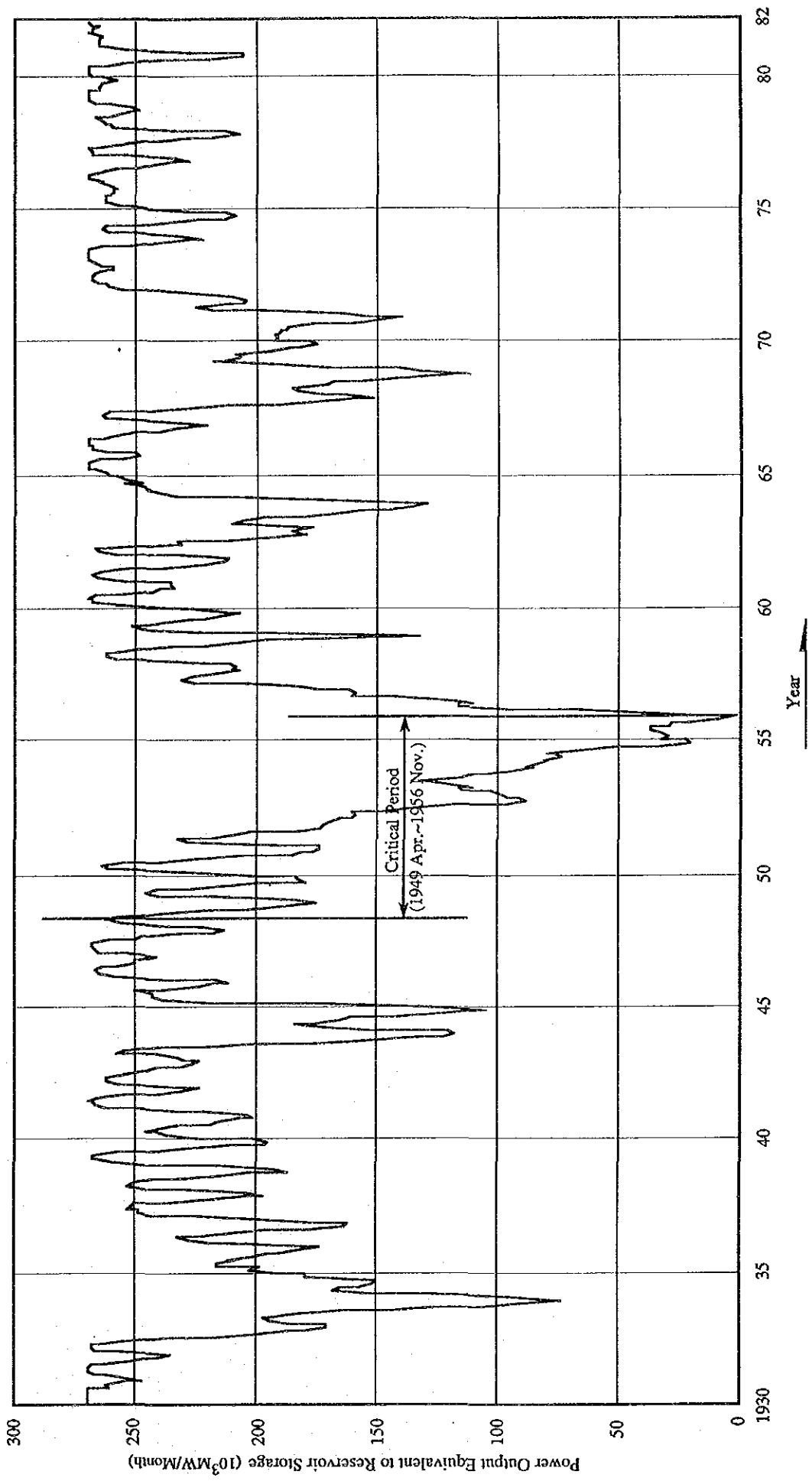


図 9.1 南部及び南東部電力系統における最濁水期間

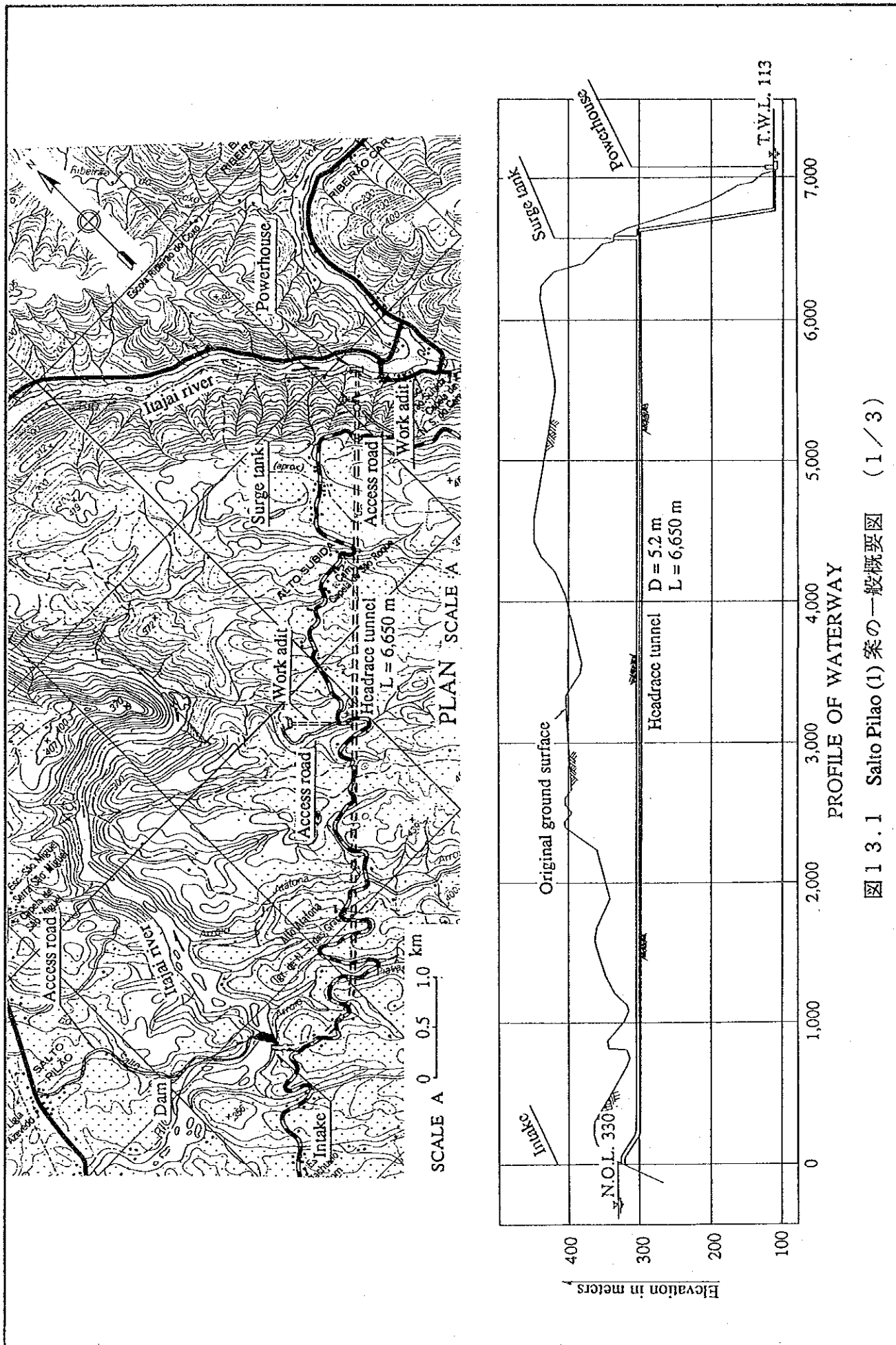


図 1 3 . 1 Salto Pilao (1) 案の一般概要図 ( 1 / 3 )

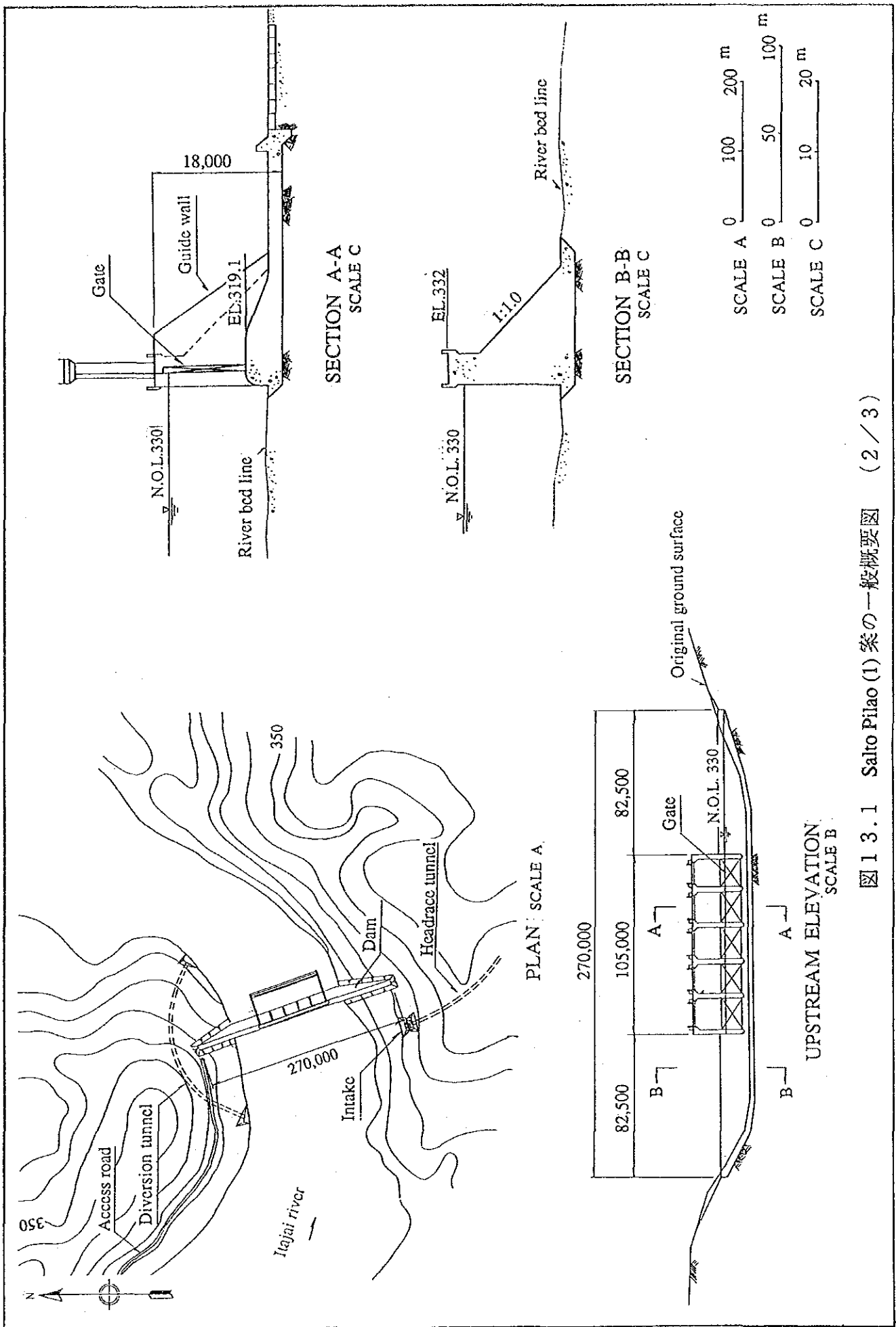


図 1 3 . 1 Salto Pilao (1) 案の一般概要図 ( 2 / 3 )

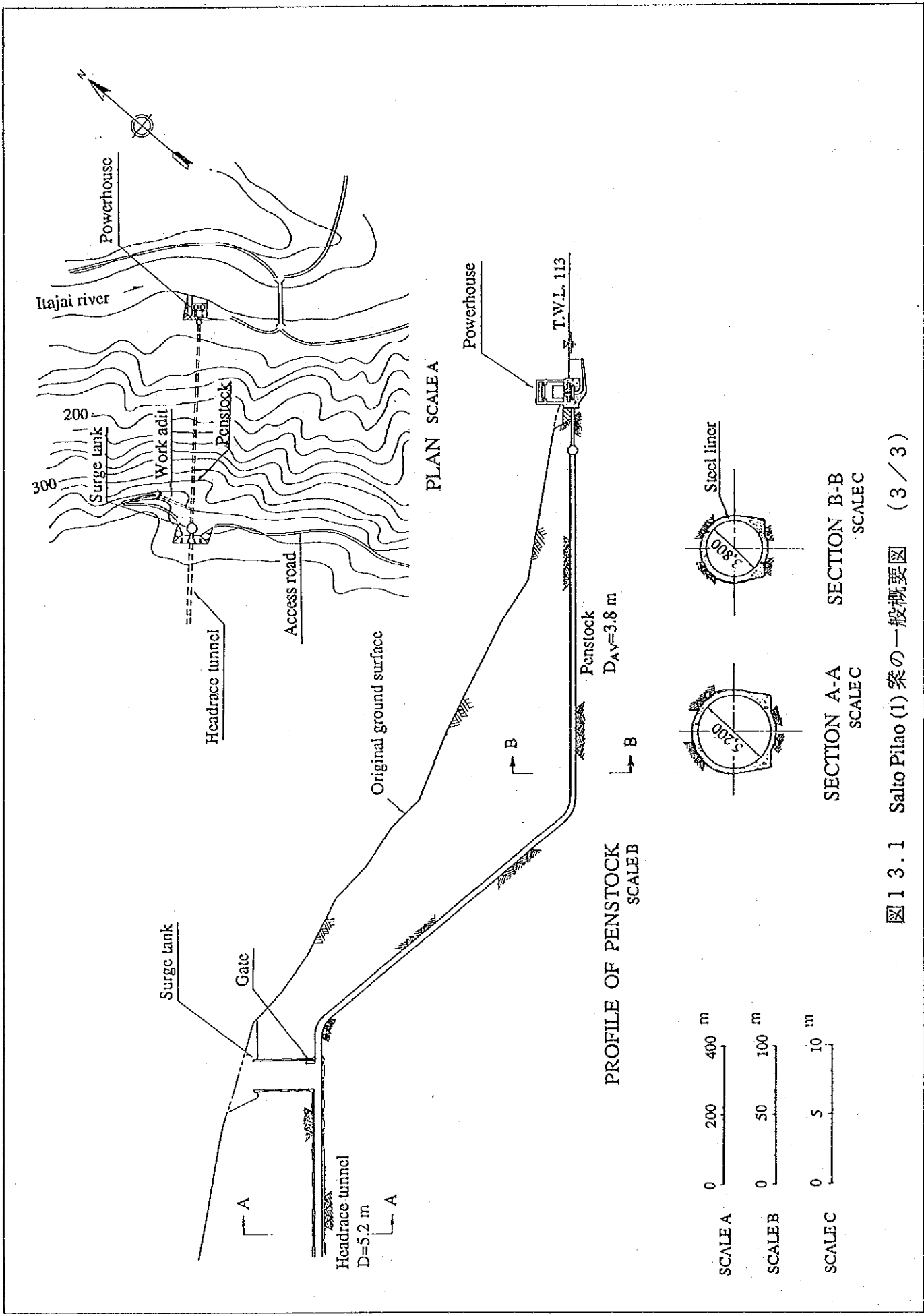


図 1 3 . 1 Salto Pilao (1) 案の一般概要図 ( 3 / 3 )

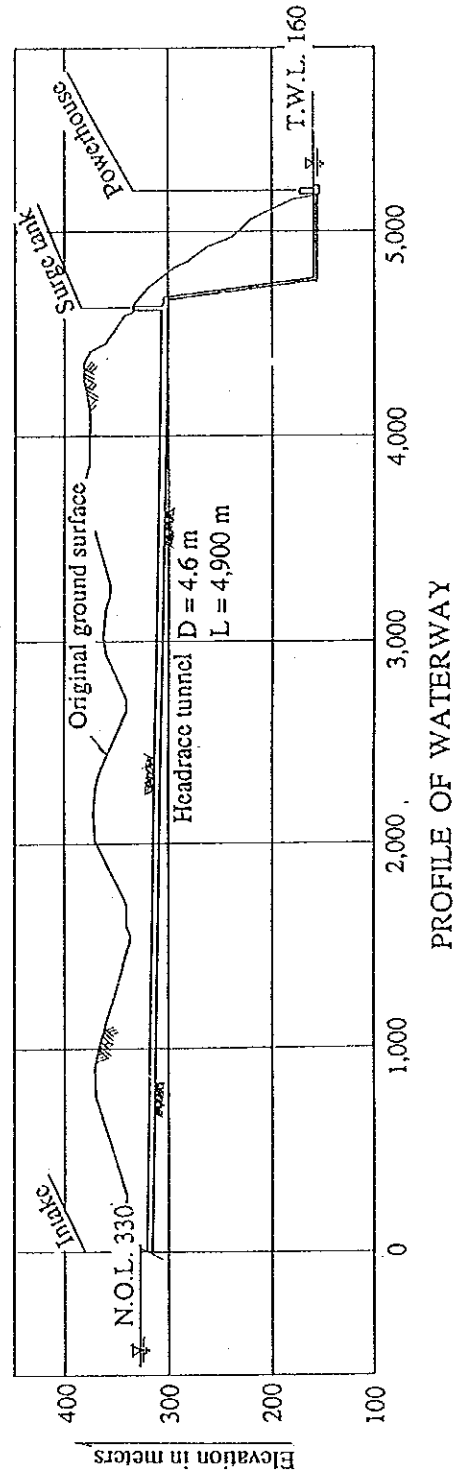
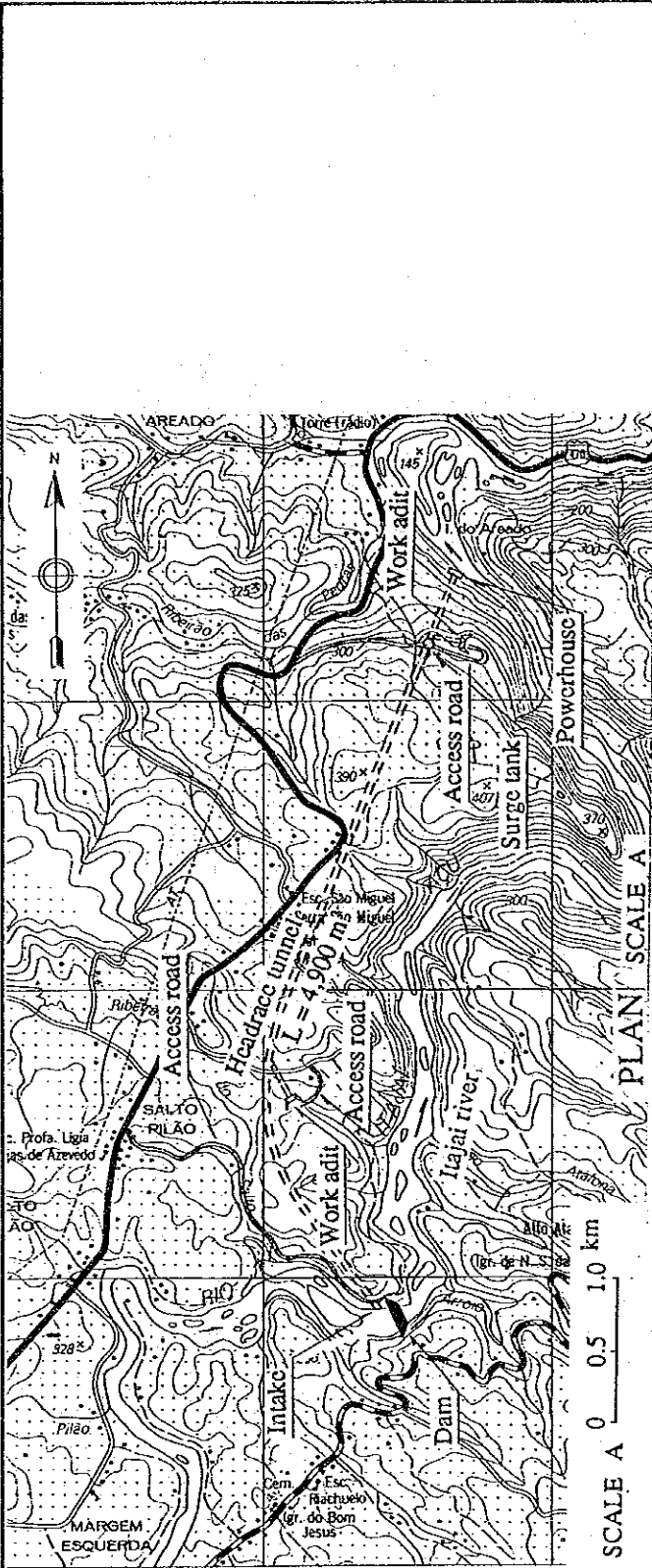


図 1 3 . 2 Salto Pilao (2) 案の一般概要図 ( 1 / 3 )

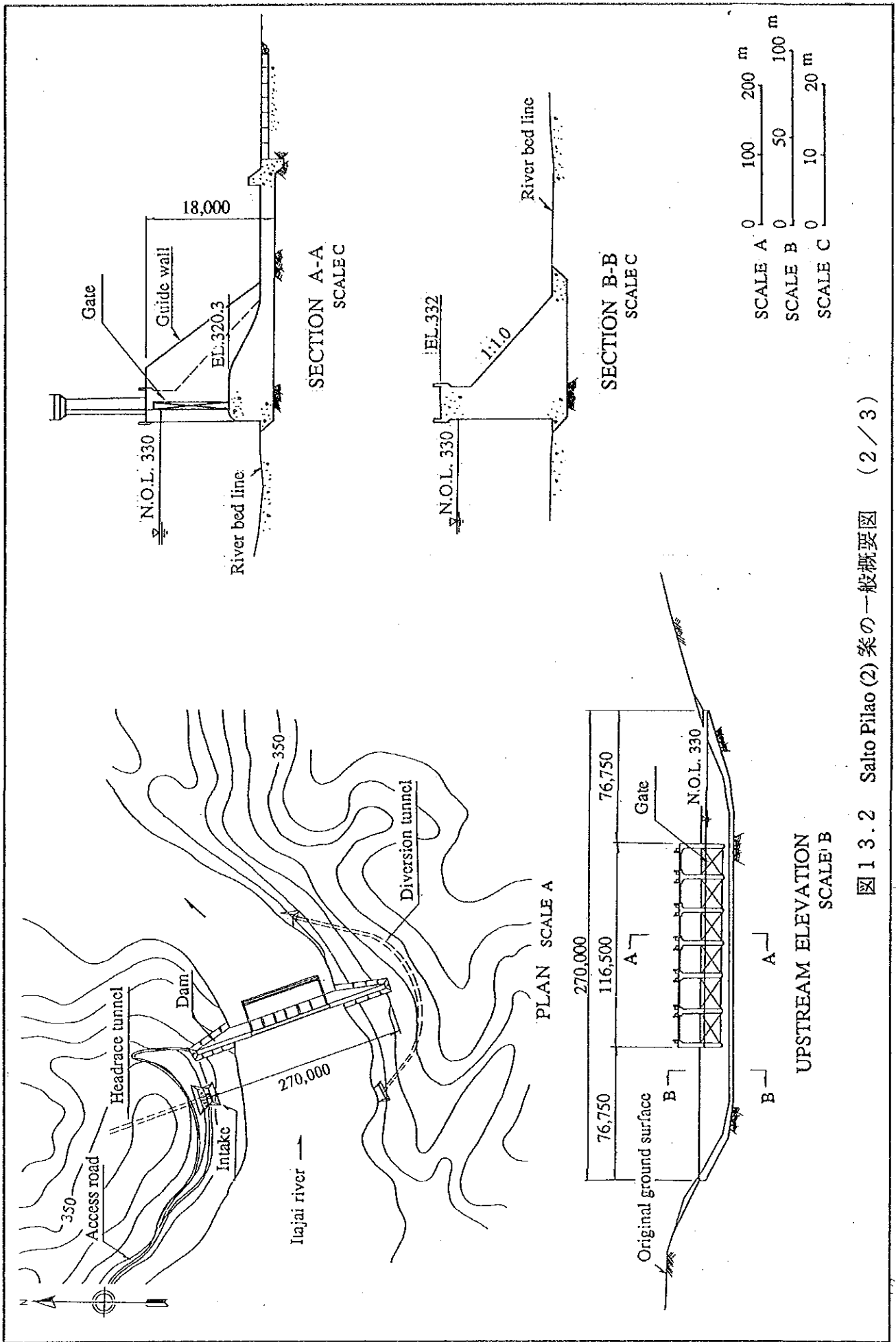


図 1 3 . 2 Salto Pilao (2) 案の一般概要図 ( 2 / 3 )

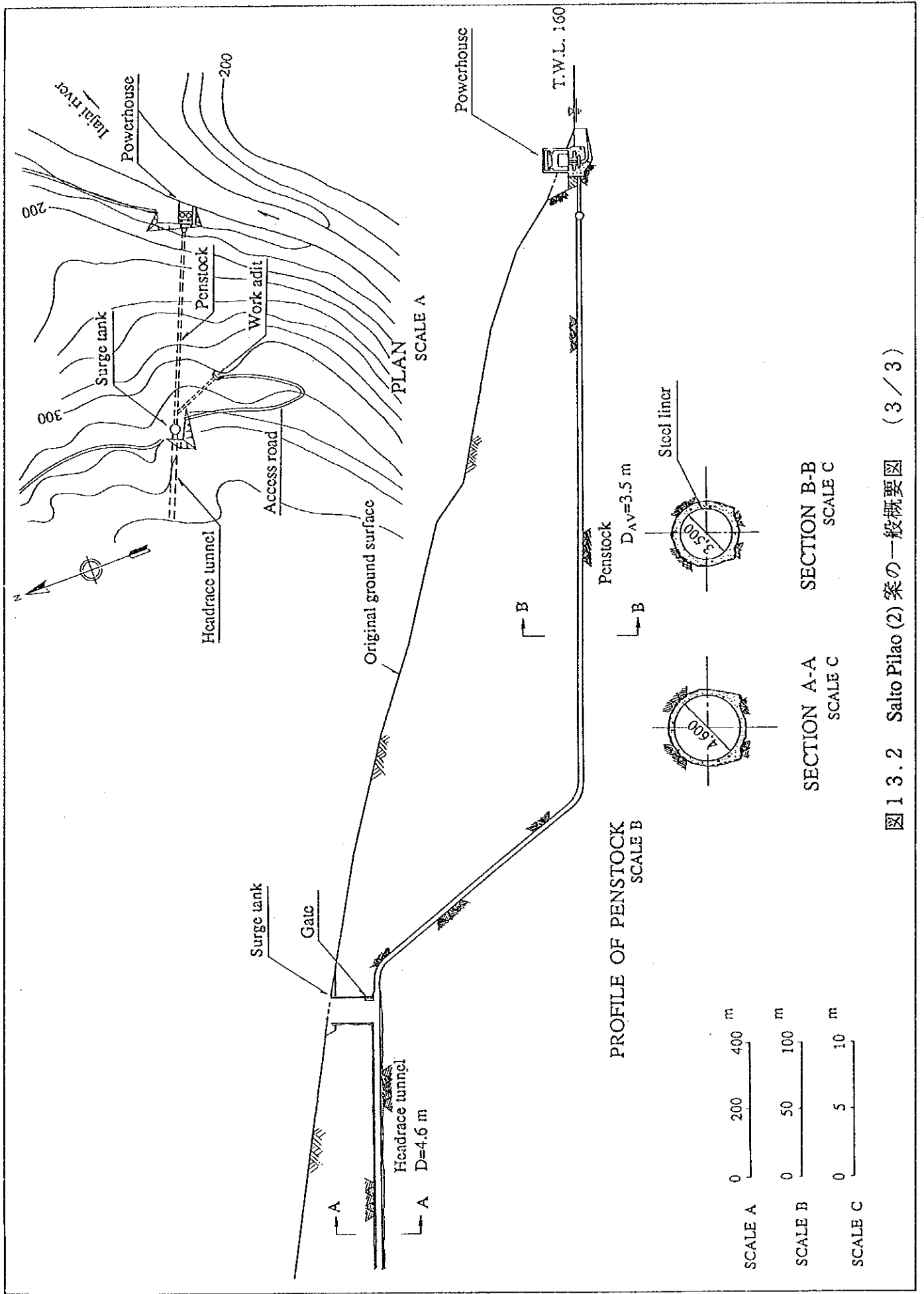
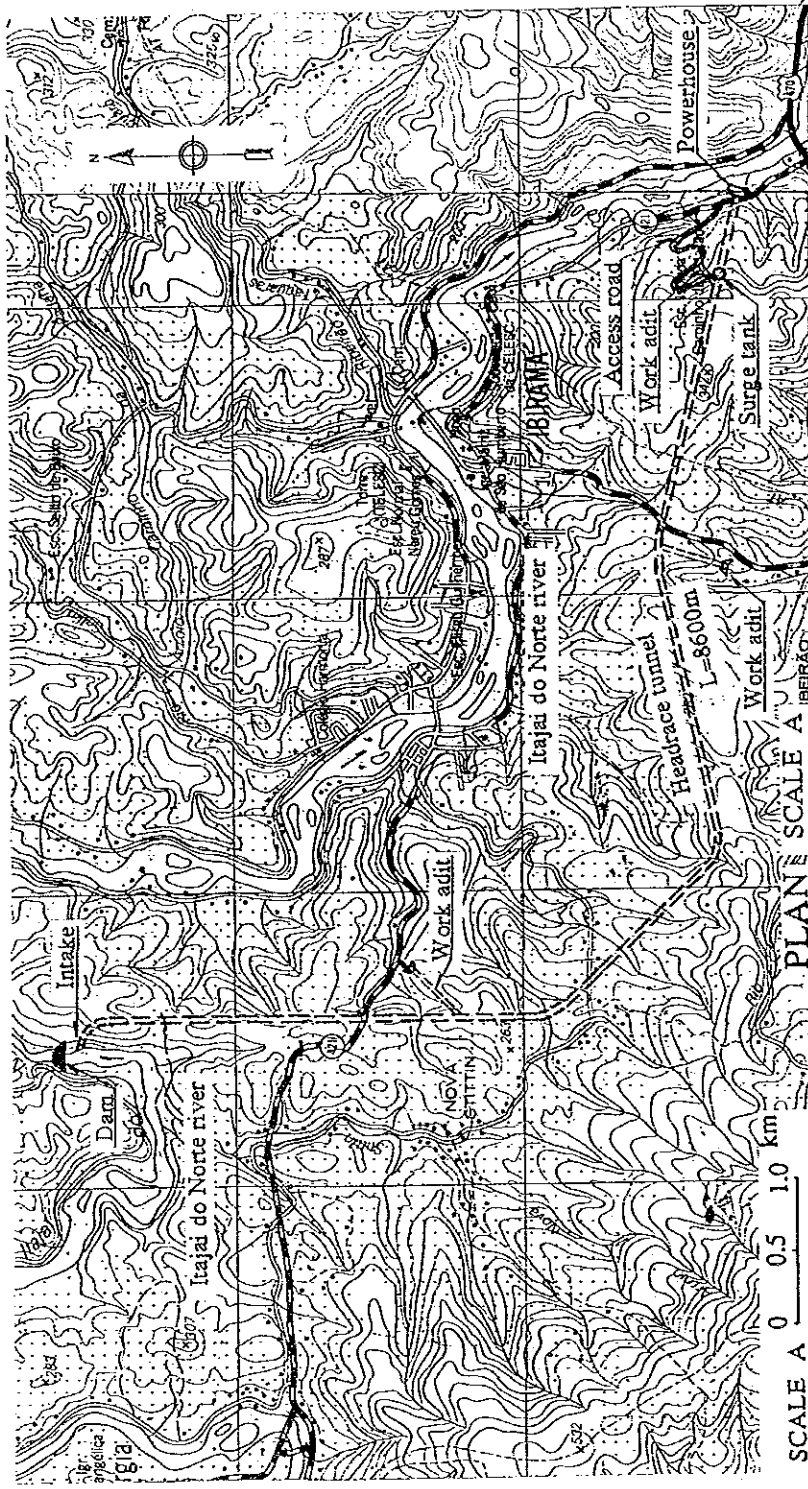
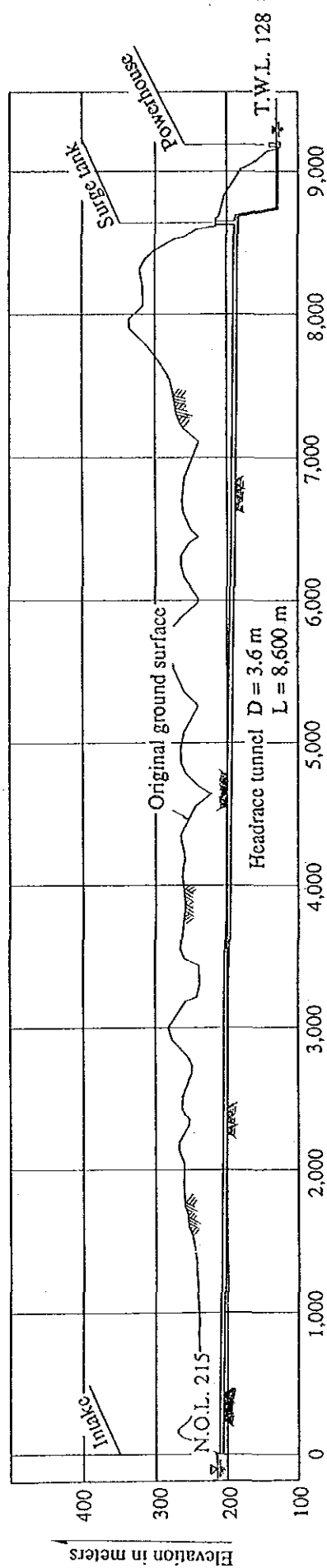


図 1 3 . 2 Salto Pilao (2) 案の一般概要図 ( 3 / 3 )



SCALE A

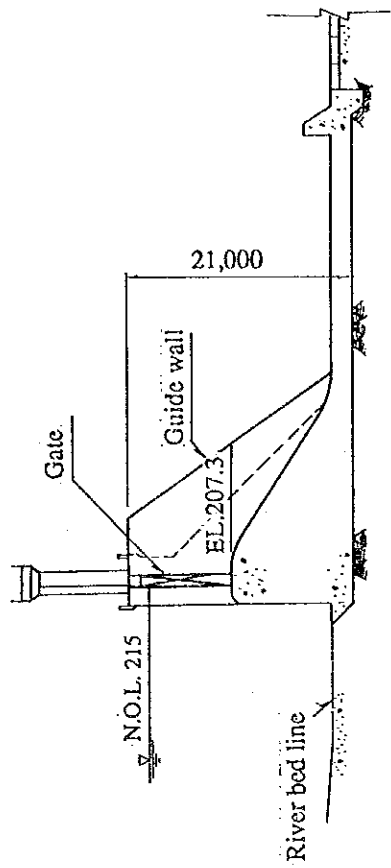
0 0.5 1.0 km



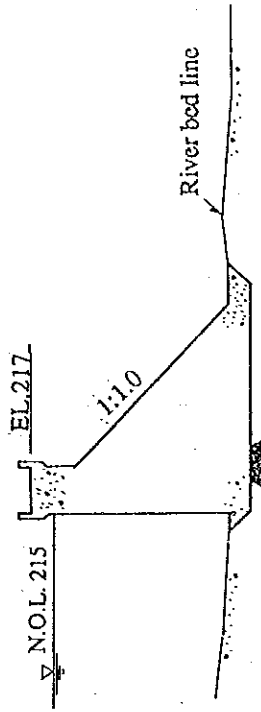
PROFILE OF WATERWAY

図 1 3 . 3 Dalbergia 案の一般概要図 ( 1 / 3 )



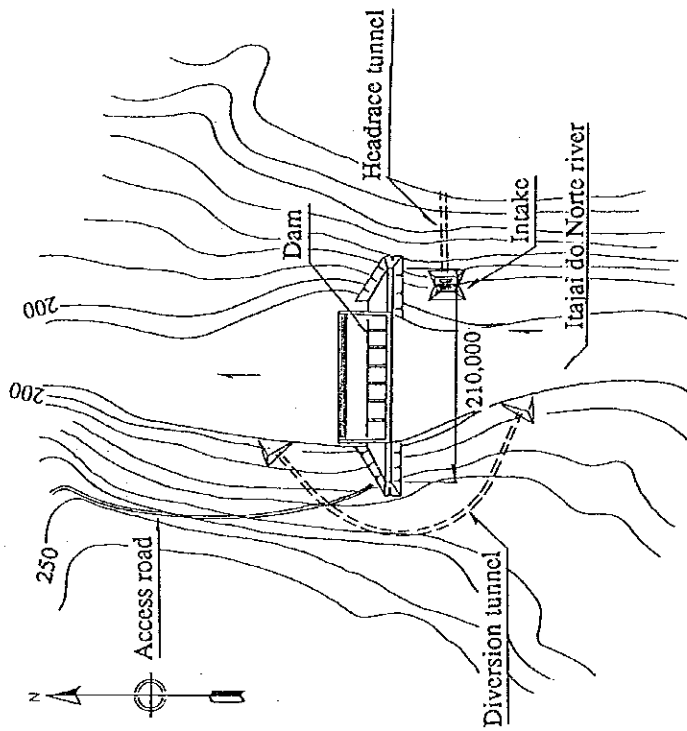


SECTION A-A  
SCALE C

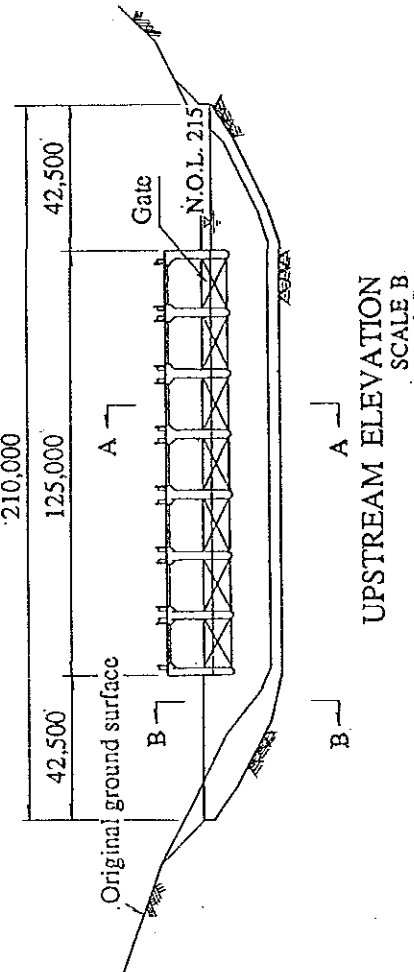


SECTION B-B  
SCALE C

SCALE A 0 100 200 m  
 SCALE B 0 50 100 m  
 SCALE C 0 10 20 m



PLAN SCALE A



UPSTREAM ELEVATION  
SCALE B

図 1 3 . 3 Dalbergia 案の一般概要図 ( 2 / 3 )

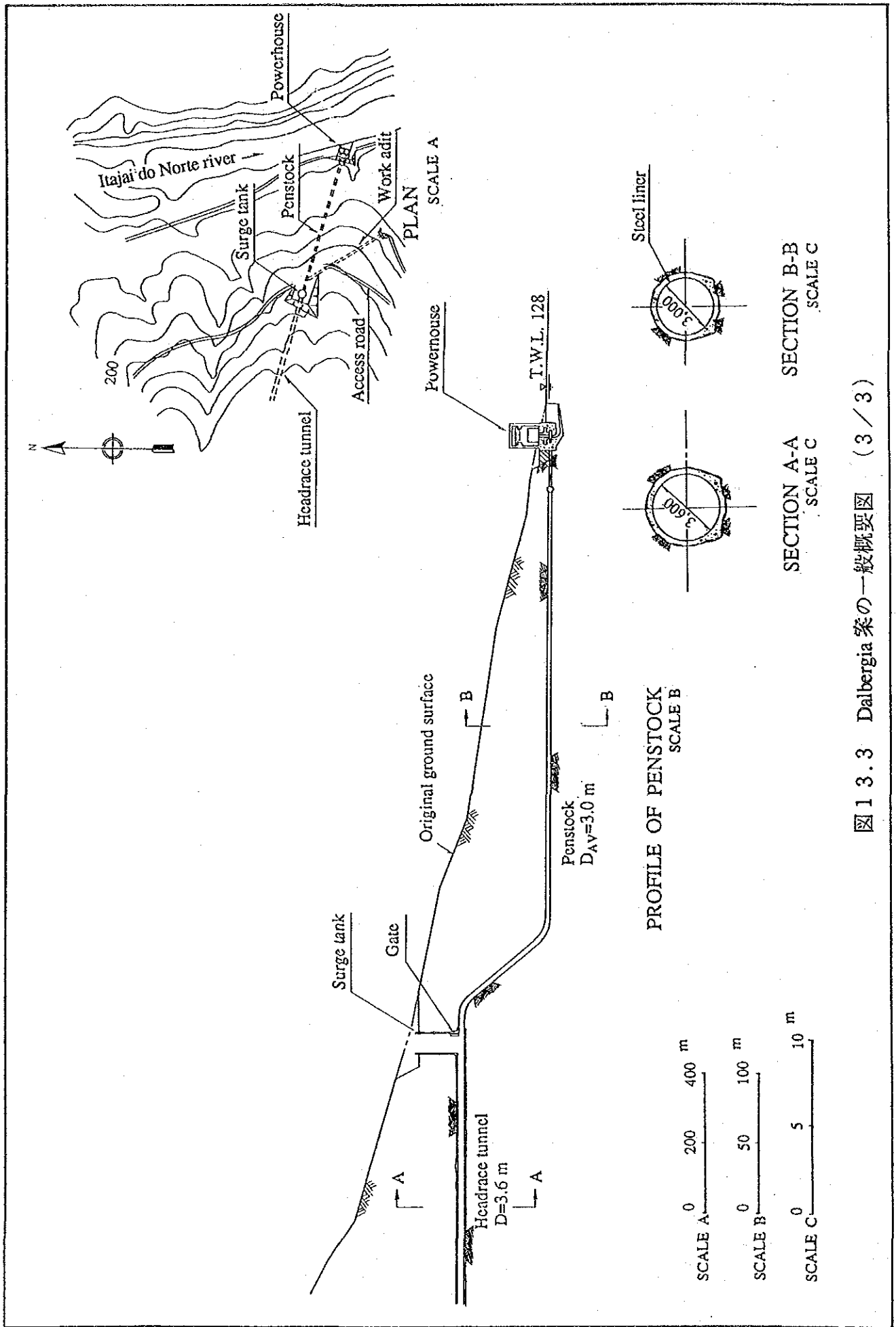


図 1 3. 3 Dalbergia 案の一般概要図 ( 3 / 3 )



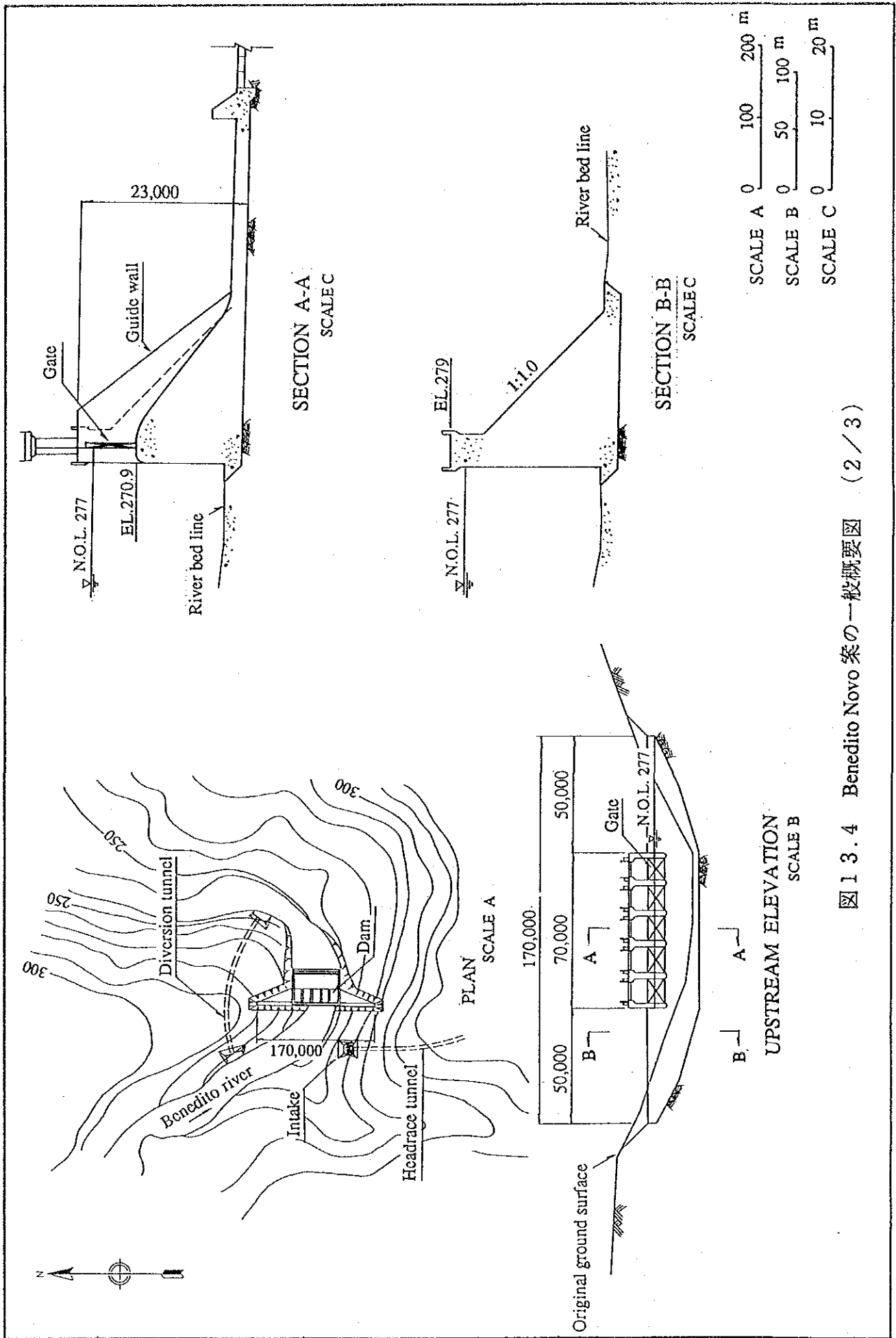


図 1 3 . 4 Benedito Novo 案の一般概要図 ( 2 / 3 )

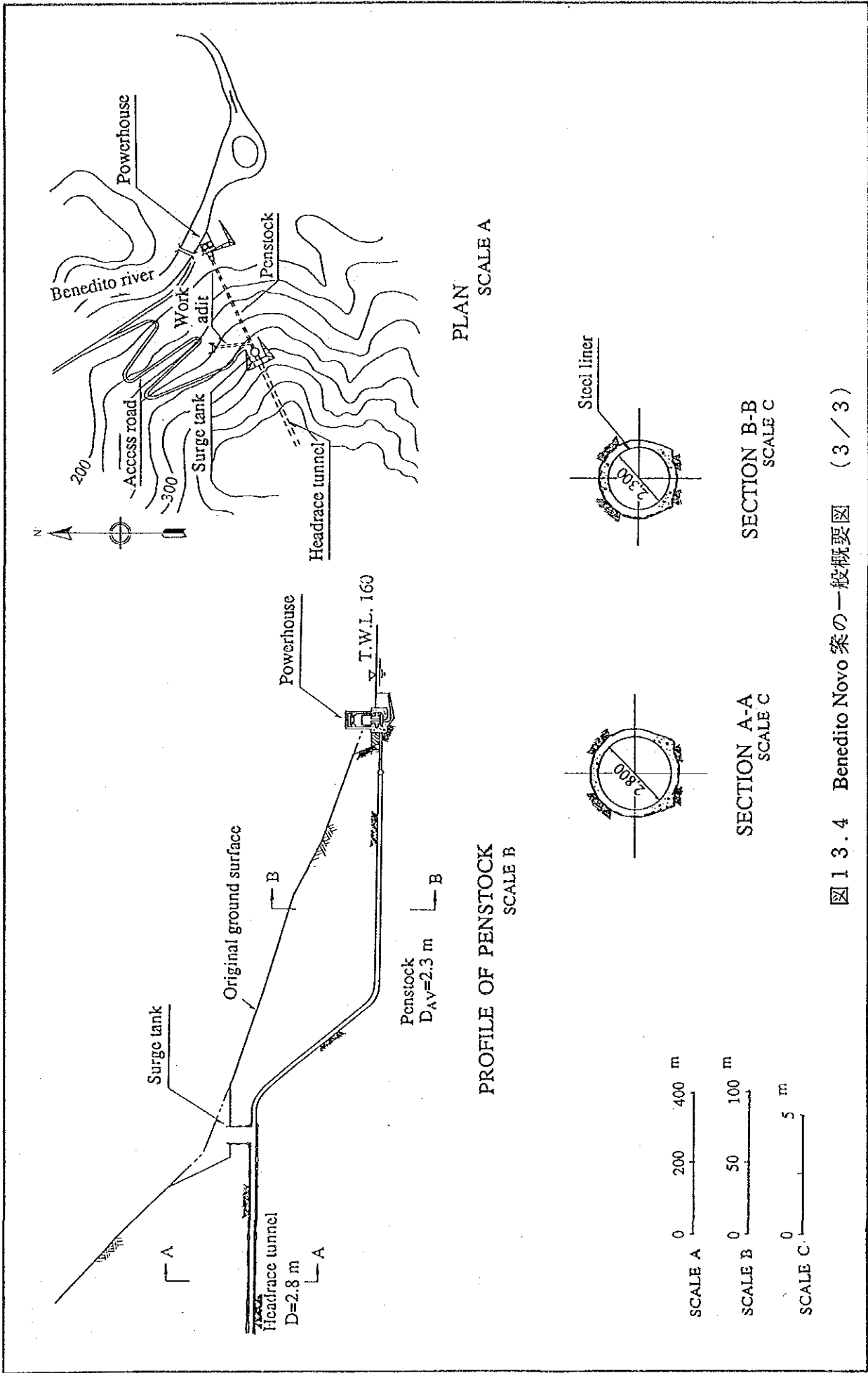


図 1 3 . 4 Benedito Novo 案の一般概要図 ( 3 / 3 )

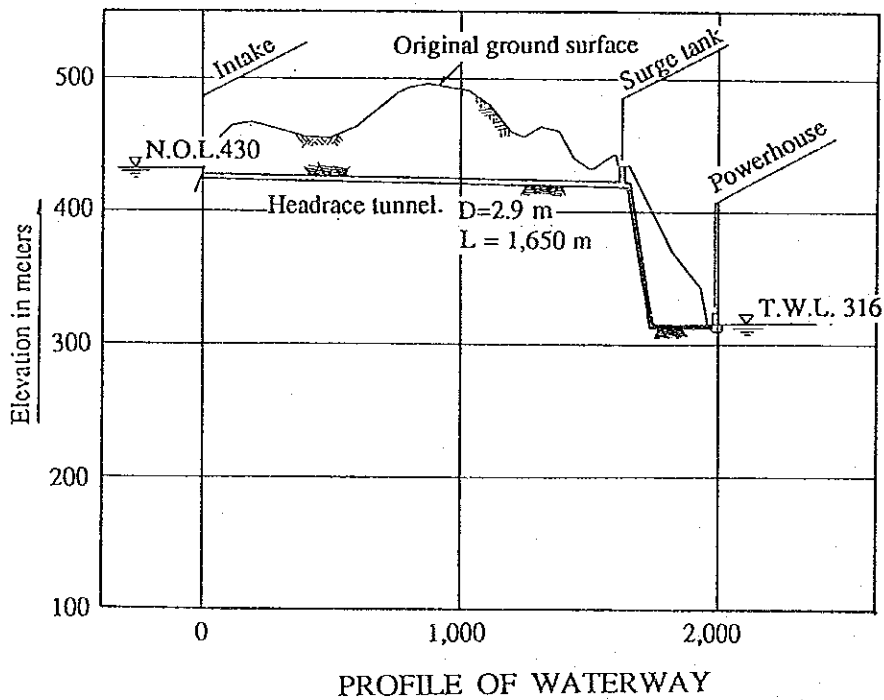
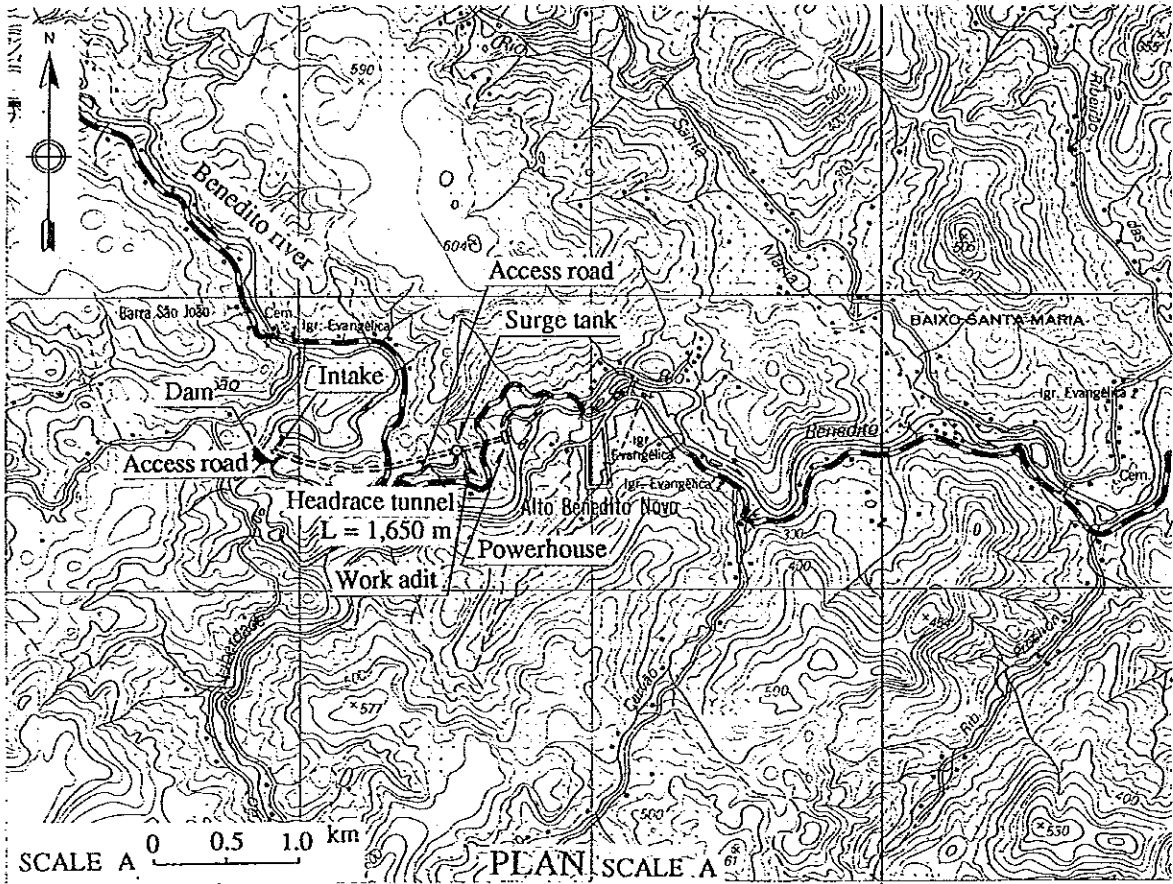
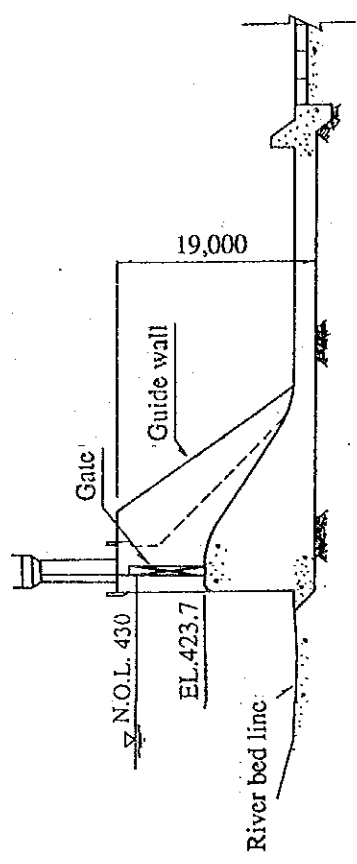
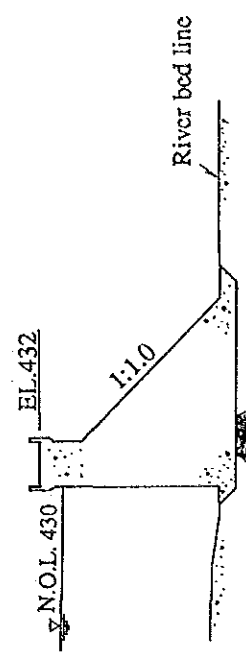


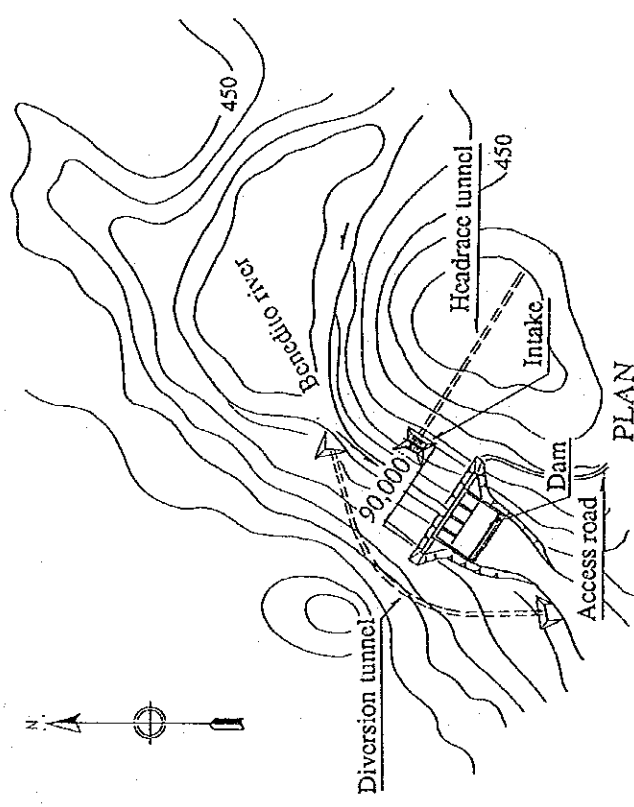
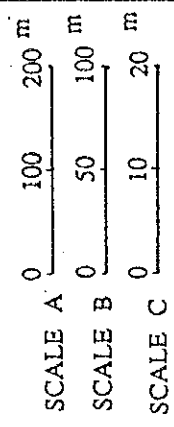
図 1 3 . 5 Alto Benedito Novo 案の一般概要図 ( 1 / 3 )



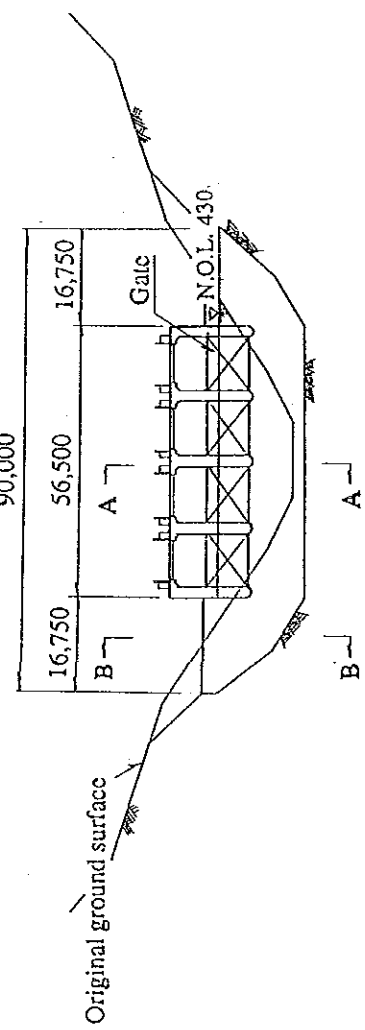
SECTION A-A  
SCALE C



SECTION B-B  
SCALE C



PLAN  
SCALE A  
90,000



UPSTREAM ELEVATION  
SCALE B

図 1 3. 5 Altro Benedetto Novo 案の一般概要図 ( 2 / 3 )

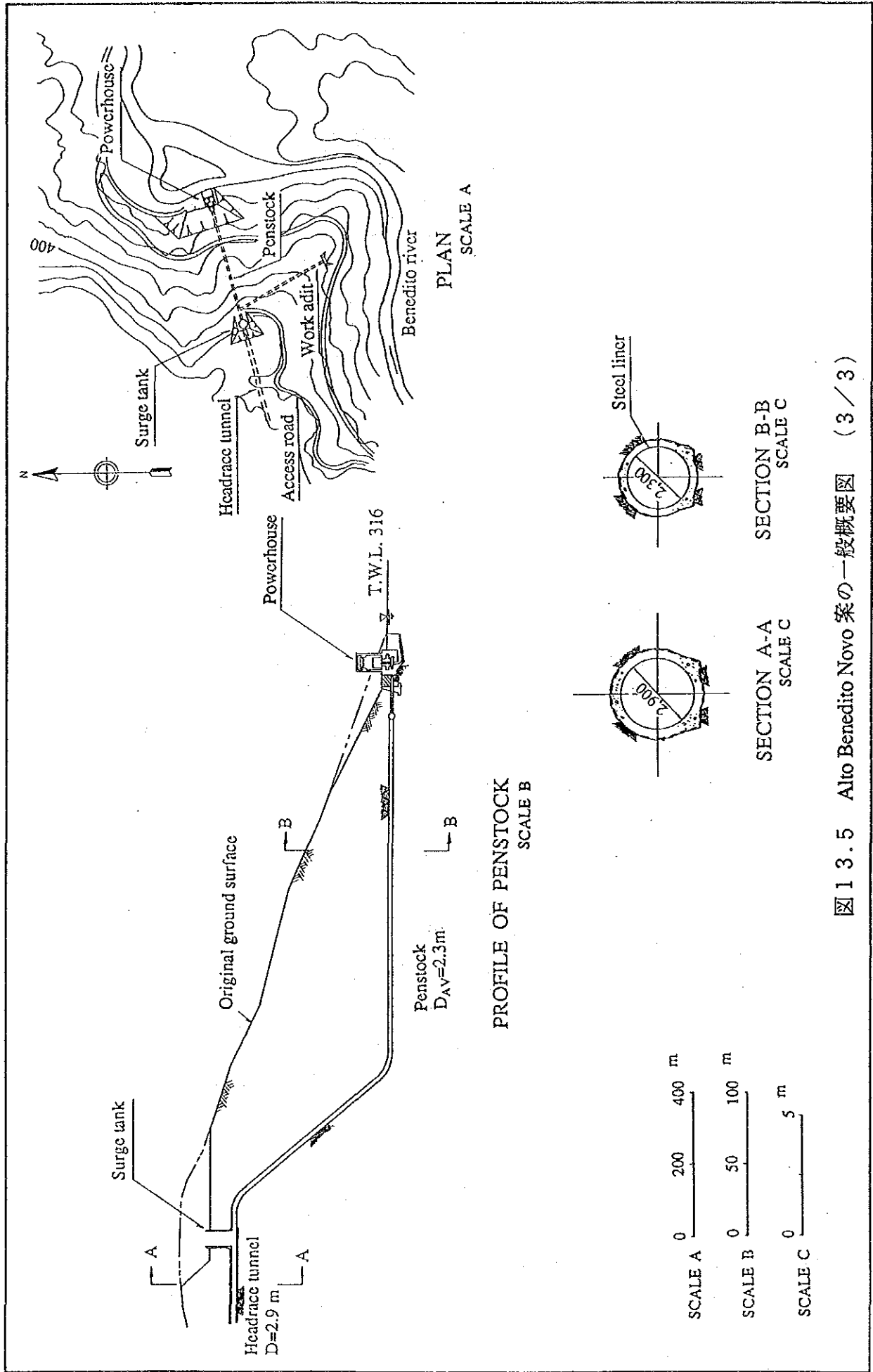


図 1 3. 5 Alto Benedito Novo 案の一般概要図 ( 3 / 3 )





調査団員及びカウンターパートのリスト

JICA Study Team

I. KUNO  
S. OHNUMA  
O. NAKAHIRA  
M. SAKAMOTO  
S. IKEDA  
M. KANDA  
R. KUBOTA  
S. MINATO  
T. HIRUTA  
J. IWAMOTO (Interpreter)

CELESC

JOSÉ AFFONSO DA SILVA JARDIM  
ÁLVARO CAMARGO  
HARILTON SAVI  
PEDRO PAULO ALVES CUNHA  
BENHOUR DE CASTRO ROMARIZ FILHO  
IVO D'AQUINO  
NORBERTO SCHAEFFER  
OLGA MARIA CARNEIRO DOS SANTOS  
NICOLAU JORGGE SARDÁ  
MÁRIO CONSUELO SILVA SANTOS  
ROBERTO MASSAO TATEMOTO  
JOÃO ALCIONE COVOLAN  
AGUINALDO CHILOMER  
MÁRCIO FERNANDO ZIESEMER  
ALTAIR WAGNER



