

No. 3

国際協力事業団

サンタカタリナ州電力公社

ブラジル連邦共和国

ピラウン滝水力発電開発計画

調査報告書

要約

平成6年3月

日本工営株式会社

鉦調資
J R
94-075

国際協力事業団
ブラジル連邦共和国
ピラウン滝水力発電開発計画
調査報告書
平成6年3月
国
03
.43
IPN

国際協力事業団

サンタカタリナ州電力公社

ブラジル連邦共和国
ピラウン滝水力発電開発計画

調査報告書

要約

JICA LIBRARY

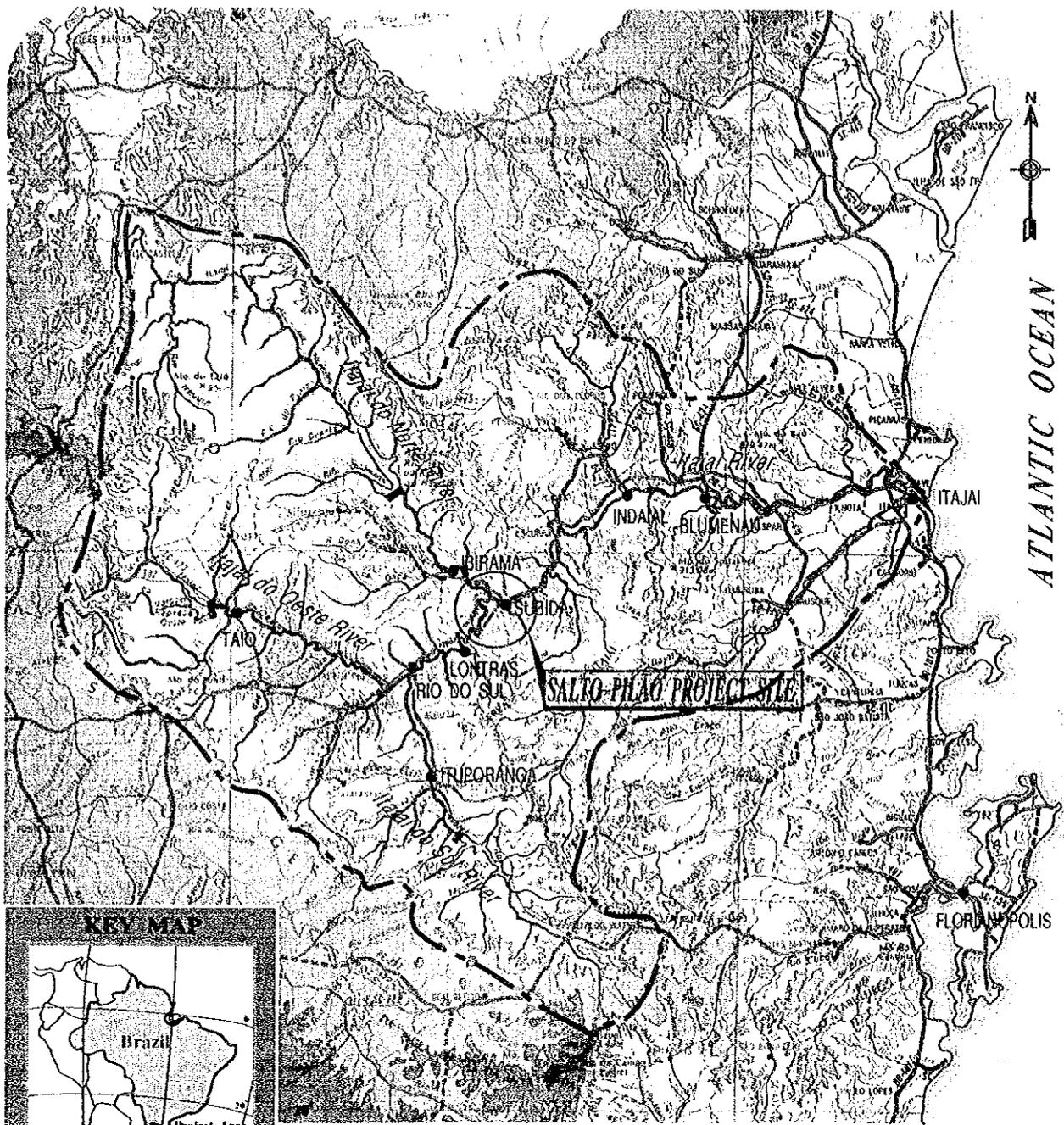


1121185111

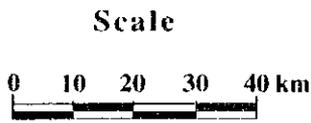
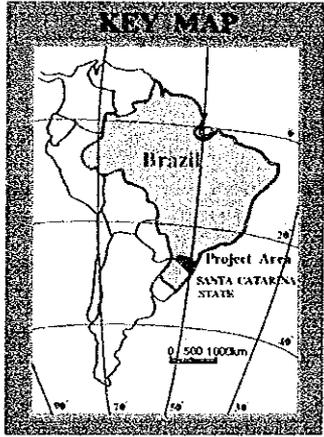
平成6年3月

日本工営株式会社



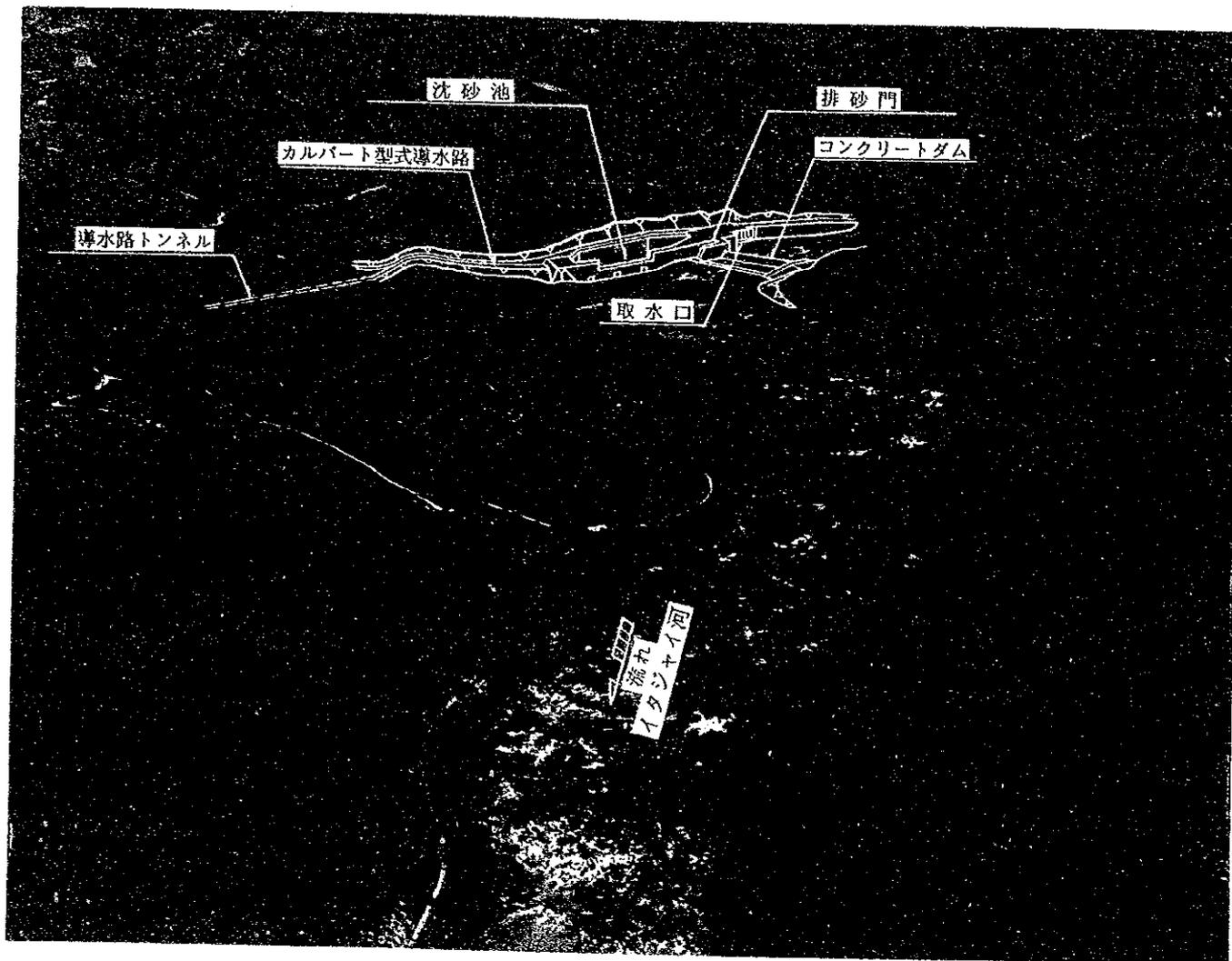


ATLANTIC OCEAN

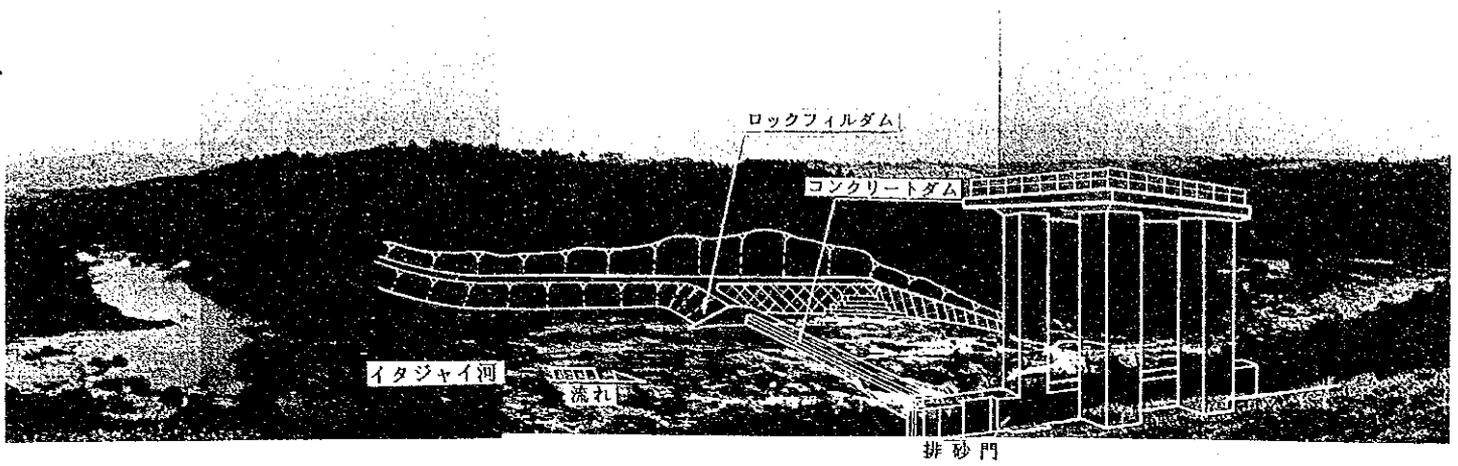


- 凡例
- 河川
 - イタジャイ河 流域界

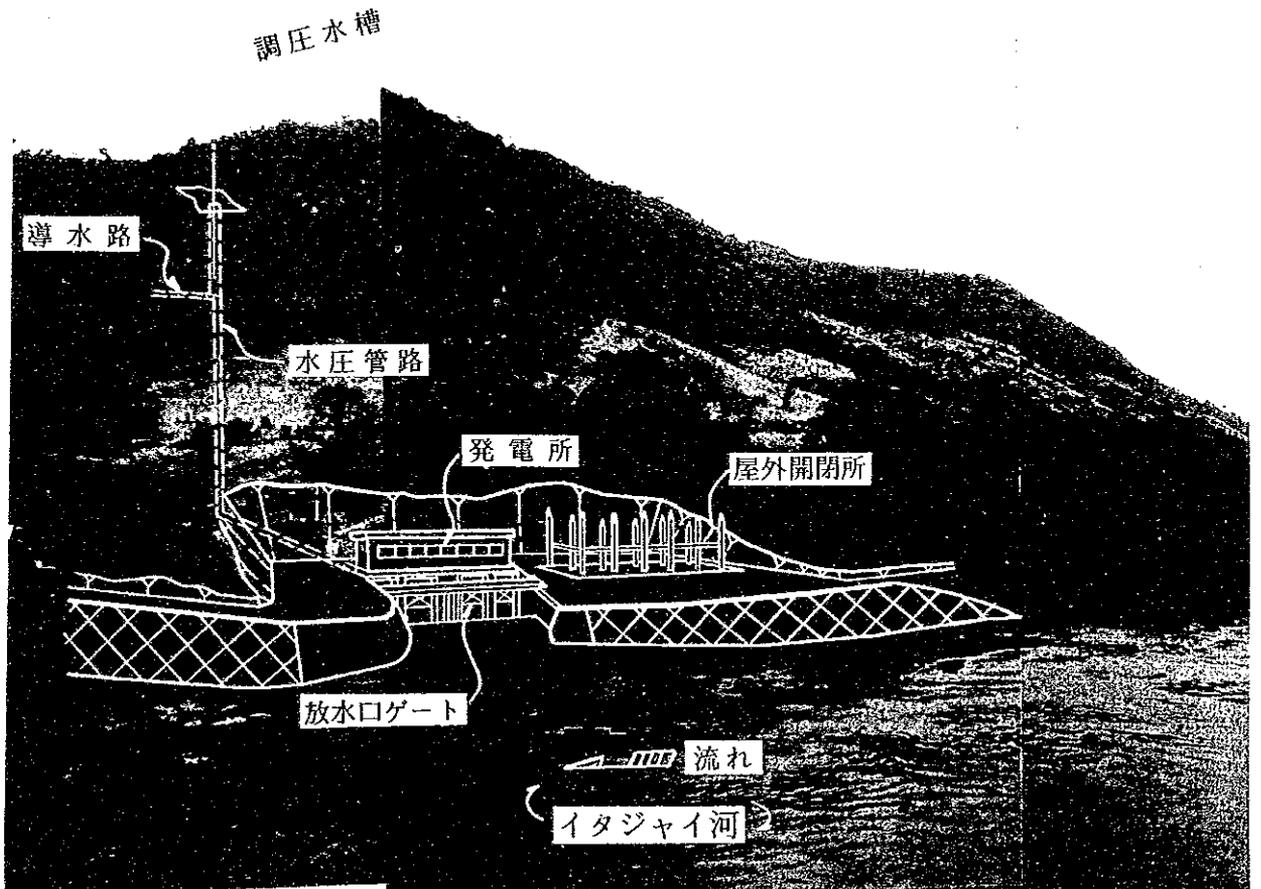
ピラウン滝水力発電開発計画
位置図



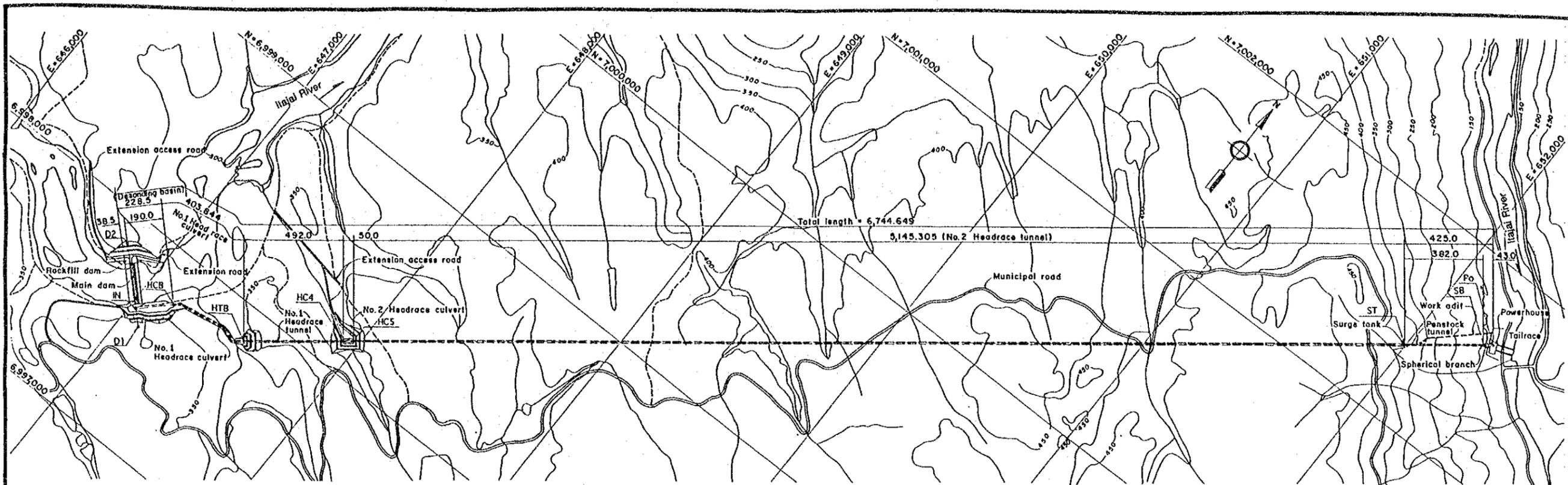
1. ダムサイト全景



2. ダム (ダムサイト右岸より)



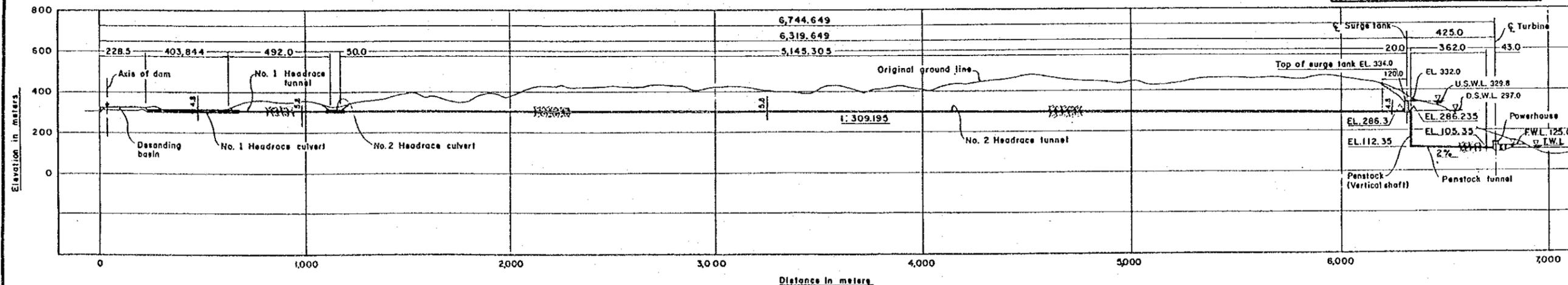
3. 発電所



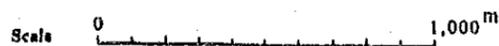
General Plan

COORDINATES (Unit : m)

Points	N	E
D1	6,997,560.000	647,100.000
D2	6,997,850.000	646,800.000
IN	6,997,622.552	647,035.291
HCB	6,997,759.160	647,167.345
HTB	6,997,830.000	647,540.000
HC4	6,998,135.656	647,925.536
HCS	6,998,166.719	647,964.717
ST	7,001,363.255	651,996.630
SB	7,001,600.573	652,295.969
Po	7,001,627.287	652,329.665



Profile



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL
SALTO PIÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

全体平面図及び、縦断面図

ピラウン滝水力発電計画
主 要 諸 元

(1) 位 置

河川名	イタジャイ河
緯度経度	南緯27° 07'、西経49° 30'
所在地地区名	ロントラス、イピラマおよびアビューナ
州名	サンタカタリナ州

(2) 貯水池

水位	常時満水位	標高 319.0 m
	1,000年洪水位	標高 325.0 m
面積	集水面積	5,597 km ²
	貯水池面積 (満水位)	0.16 km ²
	貯水容量 (満水位)	280,000 m ³
	日調節容量	なし

(3) ダム地点河川流量

多年平均 (1941/90)	108.2 m ³ /s
限界渇水期間平均 (1949.4/1956.11)	86.3 m ³ /s
最小日流量	4.1 m ³ /s
最大日流量	2,499 m ³ /s
最小月平均流量	9.0 m ³ /s
ダム設計洪水量 (1,000年洪水)	5,300 m ³ /s
工事設計洪水量 (2年洪水)	1,100 m ³ /s

(4) 発電所地点河川流況

集水面積	9,041 km ²	
多年平均流量	174.2 m ³ /s	
発電所設計洪水量 (1万年洪水)	12,000 m ³ /s	
水位	最大出力時 (Qp = 90 m ³ /s)	標高 111.5 m
	平均出力時 (Qp = 49 m ³ /s)	標高 111.2 m
	設計洪水時	標高 125.0 m

(5) 発 電

最大使用水量	90.0 m ³ /s
多年平均使用水量 (1941/90)	56.3 m ³ /s
渇水期間平均使用水量 (1949.4/1956.11)	49.0 m ³ /s
総静落差	207.5 m
最大損失水頭	28.2 m

渇水期間平均損失水頭 (1949.4/1956.11)	8.7 m
定格有効落差	179.3 m
渇水期間平均有効落差	199.1 m
設備容量	142 MW
年間発電電力量	常時 70.46 MWy = 617.2 GWh
	二次 11.08 MWy = 97.1 GWh

(6) ダム及び洪水吐

型式	重力式コンクリートダム (一部盛土式)、 洪水吐はゲートを有しないコンクリート 堰
全長	301.0 m
最低基礎標高	307.0 m
堤頂標高	コンクリート部 325.0 m
	盛土部 326.0 m
最大堤高	18 m
洪水吐	越流頂標高 319.0 m
	越流巾 200 m
	設計越流量 5,300 m ³ /s
	下流端処理 減勢工を有しない水叩き
排砂門	巾 5.0 m
	敷標高 312.0 m
	ゲート 型式 二段ローラーゲート
	寸法 5.0 m巾×7.3 m高×1門
	角落し 寸法 5.0 m巾×1.8 m高×4枚
工事中の転流方式	半川締切り法

(7) 取水口

型式	横流入式
入口寸法 (巾×高)	27.3 m×10.0 m
取水敷標高	315.0 m
頂部標高	325.0 m
除塵スクリーン (巾×高×面数)	5.7 m×10.0 m×4
除塵機	機械式 2台

(8) 沈砂池

型式	台形断面水槽 (余水路付き)
連数	3連
寸法 (深×巾×長)	7.5 m×52.9 m×95.0 m
入口制水門 (巾×高×門数)	3.7 m×4.4 m×3
入口角落し (巾×高×枚数)	3.7 m×1.5 m×3
出口制水門 (巾×高×門数)	3.8 m×4.8 m×1
排砂門 (巾×高×門数)	2.0 m×1.0 m×9

(9) 導水路

延長 (カルバート+トンネル)		454 m+5,638 m=6,091 m
カルバート	型式	内張管付きコンクリート暗渠
	内径	4.8 m (部分的に5.8 m)
トンネル	型式	吹付けコンクリート巻立て馬蹄形断面 (一部コンクリート円形断面)
	内径	5.8 m

(10) 調圧水槽

型式		制水口型
直径	水槽	17.0 m
	制水口	2.3 m
高さ		42.9 m

(11) 水圧管路

型式		コンクリート巻立て立坑と鋼管埋設水平 トンネル
長さ×直径	コンクリート巻立て部	264.4 m×4.8 m×1条
	鋼管埋設部	292.0 m×4.3 m×1条 +31.5 m×2.5 m×2条

(12) 発電所

建屋	型式	地上式
	寸法	31.5 m巾×57.5 m長×43 m高
敷地標高		125.0 m
水車中心標高		107.2 m
主機台数		2台
入口弁	内径	2.5 m
水車	型式	縦軸フランシス型
	定格出力	72.6 MW
	定格落差	179.3 m
	定格回転数	327.3 rpm
発電機	型式	準傘型同期発電機
	定格出力	78.9 MVA
	力率	0.9
	定格電圧	13.8 kV
	周波数	60 Hz
放水口制水門	型式	スライド型
	寸法	3.4 m巾×3.1 m高×2門
所内クレーン	径間	17.0 m
	吊り容量	200トン
主変圧器	型式	屋外・三相・油入形

昇圧比 13.8 / 138 kV
容量×台数 80 MVA×2台

(13) 費用

総事業費 2.155億ドル (1992年12月基準)
kW当り建設費 1,518ドル/kW
常時電力原価 34.7ドル/MWh

ピラウン滝水力発電開発計画
調査報告書
要約

目次

	頁
1. 調査の背景と調査内容	1
2. 水 文	1
3. 地 質	2
4. 電力需給現況	3
5. 最適規模策定	4
6. 発電施設の最適化及び施設設計	6
7. 工事計画及び工事費積算	7
8. 環境影響評価	7
9. 経済評価	11
10. 工事实施計画	12
11. 結 論	12

付 表

表-1.	事業費内訳	T-1
表-2.	借款返済分析表	T-6

付 図

図-1.	プロジェクト地域内地質図	F-1
図-2.	南部/南東部電力系統のピーク電力需給予測	F-2
図-3.	南部/南東部電力系統の電力量需給予測	F-3
図-4.	ダム及び取水設備全体平面図	F-4
図-5.	導水路、平面図及び標準断面図	F-5
図-6.	調圧水槽及びベンストック、平面図、縦断面図及び標準断面図	F-6
図-7.	発電所、平面図及び断面図	F-7
図-8.	流域内沿岸自然林保護区位置図	F-8
図-9.	貯水池湛水影響範囲	F-9
図-10.	プロジェクト工事工程表	F-10

略語表

(1) 機関名

JICA	日本国際協力事業団
ACARESC	サンタカタリナ州農村信用組合
CASAN	サンタカタリナ州上水道衛生管理事業団
CEDEC	市民保護協会
CELESC	サンタカタリナ州電力公社
CEPA	サンタカタリナ州農業経済計画院
CIDASC	サンタカタリナ州農業開発統合事業団
DNAEE	国家水利電力局
DNER	国家高速道路局
DER	地方高速道路局
DNOS	国家衛生管理局
ELETRORBRAS	ブラジル電力公社
ELETROSUL	南部電力公社
EMATER	農村拡張技術支援機関
EMBRAPA	ブラジル農業畜産調査機関
EMPASC	サンタカタリナ州農業畜産調査機関
FATMA	環境保護技術財団
FGV	ジェットリョ・バルガス大学財団
GAPLAN	企画開発委員会
GCPS	電気システム計画機関
IBDF	ブラジル森林開発院
IBGE	ブラジル地理統計院
IBRD	世界銀行
ITAG	経営管理技術院
MA	農業省
MDUMA	環境技術都市開発省
PORTOBRAS	ブラジル港公社
SAMAE	自治都市上下水道管理機関
SUDEPE	漁業開発庁
ITAIPU BINATIONAL	ブラジル国とパラグアイ国に確立された、パラナ川の イタイプ水力電源開発の実施機関

(2) 単位

Length		Time	
mm	: millimeter	s or sec	: second
cm	: Centimeter	min	: minute
m	: meter	hr	: hour
km	: kilometer	yr	: year
Area		Electricity	
cm ²	: square centimeter	Hz	: Hertz
m ²	: square meter	kV	: Kilovolt
ha	: hectare	MVA	: Megavolt Ampere
km ²	: square kilometer	kVA	: Kilovolt Ampere
Volume		MW	: Megawatt
cm ³	: cubic centimeter	kW	: Kilowatt
l	: liter	MWy	: Megawatt year
M ³	: cubic meter	GHh	: Gigawatt hour
MCM	: million cubic meter	MWh	: Megawatt hour
Weight		kWh	: kilowatt hour
g	: gram	V	: Volt
kg	: kilogram	W	: Watt
ton	: metric ton	Others	
Derived Measure		%	: percent
m ³ /sec	: cubic meter per second	°C	: degree centigrade
Money		10 ³	: thousand
Cr\$: Cruzeiro	10 ⁶	: million
US\$1	: US dollar	10 ⁹	: billion
¥	: Japanese Yen		

(3) 為替レート

Official rate as of December 1992 : US\$ 1 = Cr\$ 11,163.33 = ¥ 120

(4) その他

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

(5) 既存調査報告書

Power Study - 1969	Power Study of South Brazil, Aug. 1969 - UNDP/Canabmbra
Itajai F/C Study - 1977	Master Plan on the Itajai River Basin Flood Control Project, Jan. 1988 - JICA
Lower Itajai F/C Study - 1990	Feasibility Study on the Flood Control Project in the Lower Itajai River Basin, Mar. 1990 - JICA
Hydro Inventory Study - 1991	Master Plan and Pre-feasibility Study on the Itajai River Basin Hydroelectric Power Potential inventory project, Oct. 1991 - JICA

ピラウン滝水力発電開発計画 調査報告書 要約

1. 調査の背景と調査内容

ピラウン滝水力発電開発計画（以下プロジェクトと称す）は、1963年カノアス川の流域変更計画案の一環としてサンタカタリナ州の現地コンサルタントによって開始された。1966年に、このプロジェクトはブラジル南部の電力調査の一環として英領印のコンサルタントにより再検討された。1967年より1968年にかけて行われた現地調査及び計画検討に基づいて、当計画のフィージビリティスタディレポートがカノアス川流域変更計画として1969年に作成された。1990年6月から1991年10月にわたりJICAの技術協力のもとに実施されたイタジャイ川流域の包蔵水力調査において、当プロジェクトは、イタジャイ河流域の豊富な発電潜在能力を開発する最も有望なプロジェクトとして挙げられ、プレフィージビリティ調査が行われた。

ブラジル連邦共和国政府（以下ブラジル政府と称す）は、日本政府に対してピラウン滝水力発電開発のフィージビリティスタディ（以下スタディーと称す）を推進する為の技術支援を要請した。このブラジル政府の要請に対して、日本政府は1990年9月22日に両国がブラジリアにて調印した技術協力協定に基づき、この調査の実行を決定した。日本政府の技術協力計画の推進機関であるJICAと、この調査の協力実施機関であるCELESCは1992年12月15日、フロリアノポリスにて調査の実施範囲について合意した。この実施範囲に基づき、JICAの調査団は、1993年3月から13ヶ月に亘り作業を実施した。調査は、予備調査、現場調査及びフィージビリティスタディに分けて実行した。1993年3月の予備調査では、過去に策定された開発計画の見直し、ELETROBRAS/CELESCスタッフとのブラジルの計画、設計基準についての協議、および必要な資料の収集を行った。1993年5月から7月の現場調査では、地形調査、コアボーリング、室内岩石試験を含む地質調査、流砂量に関する水文調査を行った。1993年6月からのフィージビリティスタディの段階において、最適計画規模策定及び構造物配置等の検討をサイトの物理的条件、水文学的調査の結果及び環境インパクト評価に基づき行い、プロジェクトの技術的及び経済的分析を行った。現地調査及び計画検討、工事計画、工事費算定、環境影響評価、計画の経済評価及び工事計画等の概要は以下に要約される。

2. 水文

水力発電計画の基礎資料となる、低・高水解析と流砂量解析を実施し以下の結果を得た。

- (i) 低水解析に於いて、予定ダム地点での日平均流量を、計画ダム地点上流約20kmに位置するリ

オ・ド・スル水位観測所の流量記録と計画ダム地点の集水面積比を基に算定した。1941年1月から1990年12月までの平均流量は、 $108.2\text{m}^3/\text{s}$ である。

- (ii) 高水解析は降雨資料を用いた流出量解析を行い、いくつかの確率再起年の洪水波形曲線を算定した。解析に使用した流出モデルは、1978年、1980年、1983年及び1984年の大洪水記録と降雨を基礎に確立した。算定された予定ダム地点でのピーク洪水量は、以下の通りである。

再起期間 (年)	ピーク洪水量 ($\text{m}^3/\text{秒}$)	備考
2	1,600 (1,100)	() は、スル及びオエステ・ダムでの貯留効果がある場合を示す。
10	2,600 (2,500)	
100	3,600	
1,000	5,300	
10,000	7,400	

- (iii) 掃流砂、浮流砂及びウォッシュロードを含む流砂量と河川流出量の相関を求める為に、流送砂量調査を、1993年6月から7月の2ヶ月間、計画ダム地点の上流約4kmに位置するロントラスの吊橋で実施した。この結果を基にして、過去のJICAの調査によって得られた流量に対する流砂量の相関式の本プロジェクトへの適用可能性を確認した。この相関式に50年間の日平均流量を適用し、年平均流砂量が $247,000\text{m}^3/\text{年}$ と見積もられた。

3. 地質

- (i) ダム地点として3本のダム軸代替案が考えられた。これらは、上流から下流へ向かってB・C及びD軸と名付けられた。ダム軸Cは、1991年の調査で選定したダム軸に一致する。他のB及びD軸は、それぞれC軸に対し約500mほど上下流に位置している。コアボーリング調査はC軸にのみ計画した。これはB軸においては過去の調査で既にボーリング調査が実施済みであり、D軸はC軸の地質条件にほぼ同じと見込まれた為である。C軸は、花崗岩が河床に露頭しているが兩岸斜面には見当らず、ボーリング調査結果によれば、兩岸は強風化花崗岩層を含む土被りが深く、岩盤線は河床から地山内部に向かって僅かに上昇しているだけである。
- (ii) 導水トンネルは、それぞれのダム軸によって長さが5.5から5.9kmに変わる。流紋岩内を通る延長約100mの下流終点部分を除いて、トンネルの大部分は花崗岩内を通る。過去のボーリング調査と地質踏査結果によれば、節理の多い流紋岩ゾーンを除いて断層の徴候は見つかっていない。坑口部と沢横断部及び流紋岩ゾーンを除いて花崗岩ゾーン内の導水トンネルはコン

クリート巻立ての省略が可能と考えられる。

- (iii) 発電所予定地域では、流紋岩がサージタンク直下の急崖面と河岸縁に露出している。ペンストックルート上でのボーリング調査によれば、土被りは最大で約25mで、川側へ向かってゆるやかに薄くなっている。その下の風化流紋岩層は、最大厚さ約10mで発電所付近では約6mであり、この下に新鮮な流紋岩が存在する。
- (iv) プロジェクト地域内での河床砂礫堆積は非常に少ない。砂分を含む河床堆積物はブルメナウに至る約85kmの河道中にはほとんど見当たらず、ダム予定地付近の原石山を利用するのがコンクリート骨材を得る最も実際的な方法として、考えられる。コアボーリング調査を、ダム軸Bの上流約1kmと下流約3kmに位置する2ヶ所の原石山候補地について行ない、それぞれの有効量は12万 m^3 と見積もられた。

4. 電力需給現況

- (i) イタイプ発電所が連結されている南/南東部電力網及び電力網は、ブラジル最大である。この電力網の合計設備容量は45,000MWで、その電力量生産は1992年において198,000GWhである。CELESCの送配電線は、サンタカタリア州に設置されたELETROSULの変電所を介し、南/南東部の送電系統にリンクしている。CELESCは州内の電力需要に対する供給の100%を担っている。1992年時点で、CELESCが所有し管理している既設電力供給施設は、合計73MWの12ヶ所の流込式発電所であり、この施設による発電量は、州全体の電力需要の僅か5%にすぎず、不足分は主にELETROSULおよびイタイプ発電所より買電している。CELESC系統内で必要な電力エネルギーは、年平均6.7%増加し、1983年の4,360GWhから、1992年の7,798GWhと増えた。しかしながら、CELESC自身が発電した発電量は、増加していない。
- (ii) CELESC系統が含まれる南部電力網は、規模では南/南東部電力網の約1/5である。南部電力網に於ける消費者への配電は、4つの州の配電会社により担われており、1992年に此等の会社により売電された電力は31,850GWhであり、その比率は工業分野が40%、家庭用が27%であった。CELESC系統内の消費者数は急速に伸びており、この10年間で、特に、工業分野の伸びが2.8倍、家庭分が1.8倍と著しい。
- (iii) 最近の22年のCELESC系統の日負荷率の変化を調査したところ、一日の内2つの負荷ピーク（夜間の高ピークと日中の低ピーク）があり、一日の負荷率は65%から81%の間で変動する。最近10年のピーク需要は序々に増加しているが、年間負荷率は1970年の55%から1990年の65%

%へと改善されていることが分かった。

- (iv) ELETROBRASの「10ヶ年計画」中に示された州単位の需要予測を基に、南／南東部電力網に於ける2003年迄の年間電力需要を算定した。この予測によれば、需要は年平均成長率4.8%で伸び、1992年には33,000GWh、2003年には52,500GWhに達する。CELESC系統の電力需要は年平均成長率4.5%をもって、1992年に1,360GWh、2003年に2,220GWhに達すると予測されている。
- (v) 南／南東部電力網に於けるピーク電力と電力量の将来的需給バランスを、ELETROBRASの電源拡張計画を基に検討したところ、計画中の全プロジェクトが予定通り実現された場合、供給能力は将来10年の需要に対しては充分な予備力を有すると考えられる。しかし、多くのプロジェクトが資金、および環境問題によりその開発に遅れを生じている。CELESCは、所有発電施設の規模が極めて小さく、所要の電力の大部分を他の電力会社から買わねばならない為に、電力不足に陥り易い状況にある。新規発電プロジェクトの開発の減速によるCELESCの将来の電力不足を解消し、電力供給の安定化を計る為に、CELESC自身の発電設備を新たに投入することが不可欠と考えられる。

5. 最適規模策定

最適開発規模策定においては、それぞれ次の3項目に関し、数種の代替案を考慮し、それぞれ組合せて検討した。

－ダム地点の選定

－常時満水位を含むダム規模

－発電所の設備容量

- (i) ダム軸選定には3本の比較案を考慮した。ダム軸Cは、1991年のプレフィージビリティ調査時に選定された位置に一致する。ダム軸Bは、ダム軸Cの上流約500mにある滝の直上流に位置し、ダム軸Dはダム軸Cの下流約500mに位置する。最適なダム軸の選定には、それぞれ2つのケース、即ち、ピーク発電運転に対応できる調整池を持たせるか、持たせないかを基に行った。同時に次の5項目 (i) 常時満水位 (FSL)、(ii) 最大使用流量、(iii) 調整水容量、(iv) 調整池堆砂量、並びに (v) 洪水時流量のパラメーターを加味した。常時満水位設定については、ダム軸Bで2ケース、ダム軸C及びDでそれぞれ3ケース、合計8ケースの異なる常時満水位を考えた。発電規模設定においては、ダム下流側の河川に7.2m³/秒の河川維持用水を

確保する条件の下で、6種の最大発電使用水量を考えた。此等の組合せにより合計48の代替案を検討し、それぞれのダム軸での、各常時満水位、各運転形式における暫定的な最適使用水量を求めた。この検討中で、調整池容量は低いダムの場合は零とし、高いダムについては60%の負荷率で3時間ピーク運転に必要な水量を確保できる容量とした。洪水吐は、1,000年確率洪水を安全に放流できる自然越流型洪水吐とした。調整水池内の堆砂は年間123,000m³の流入砂量を考慮した。導水路トンネルに対しては吹付けコンクリート巻立ての適用、調圧水槽に対しては単動式、発電所に対しては2基の発電機器の設置等を仮定した。

- (ii) 次に各ダム軸での最適常時満水位は、暫定的に求めた最大使用水量90m³/秒を用いて、それぞれの工事費、発生電力量及び発電便益を算定した。調整池を有する場合、調整池なしの場合に比べ流入量が発電可能水量より下回った場合でも調整池に貯った水を利用することにより、運転が可能となるため発生電力量が増加するが、ダム高が高くなること、調整容量確保の為、流入し堆砂した砂の処理にかかる費用が大きくなる。比較検討の結果、どのダム軸に対しても低いダムが経済性が高いとの結論を得た。その結果以下の6ケースが、次の検討対象と考えられた。

ダム軸	最適常時満水位 (m)	
	調整池付	調整池なし
B	319	324
C	310	315
D	305	310

- (iii) 上記6ケースについて計画検討の評価基準である常時電力原価を算定した。この結果、調整池有、無しの場合ともB軸が最も経済性が高い事が明らかとなった。B軸での調整池有、無しの場合についてさらに解析の精度を上げて、常時電力、発電便益、工事費及び常時電力原価を検討した。その結果、調整池付の場合の工事費は、調整池なしのケースに比べ12.8%増加するが、常時電力の増加は5.8%に止まり、その結果、常時電力原価が7.8%増加する。これは調整池付の発電案が調整池無しのケースに比べ経済性の面で劣る事を意味する。従って本計画では、調整池なしのベース負荷発電計画案を採用した。
- (iv) 採用された調整池なしのBダム軸案に対し、最適発電規模決定のため、6つの異なる最大使用水量を用いて検討を行った。この結果、最適発電規模として最大使用水量90m³/秒、発電容量142MWが選定された。

6. 発電施設の最適化と施設設計

- (i) 最適規模検討結果に基づき、発電諸施設の最適化を土木施設機器関連施設及び発電機器等について実施した。土木施設においては、ダム、洪水吐、取水施設、導水路、調圧水槽、水圧管路及び発電所を検討した。
- (ii) ダムと洪水吐は、ゲートなし洪水吐をもつコンクリートダム案、ゲート付き洪水吐をもつコンクリートダム及びロックフィルダム案の3案に関して検討を行った。この結果、巾200mのゲートなし洪水吐を有する全長301m、高さ18mのコンクリートダム案が採用された。
- (iii) 取水施設は、土砂吐施設、取水施設及び沈砂池より構成される。検討の結果、巾5m高さ7mのゲートを有する土砂吐、巾5.7m高さ10mのスクリーン4面を有する取水施設、及び3連の水槽をもつ巾52.9m長さ190mの沈砂池がダム軸右岸に計画された。
- (iv) 導水施設については、導水方式としては無圧トンネル案と圧力トンネル案の2案が考えられ、経済的見地より圧力トンネル案が採用された。トンネルルートはダム地点と調圧水槽を直線で結ぶ最短ルートが考えられるが、このルート上に2本の沢が交差しており、横断方法として、カルバート型の水路が採用された。トンネル延長は約 6,200mであるが、このうち約90%は堅固な花崗岩中を通過するためコンクリート吹付け巻立て工法を適用し、残りのトンネル部についてはコンクリート巻立て工法を適用した。経済性より最適なトンネル径が検討され、コンクリート吹付け巻立断面は5.8m、コンクリート巻立て断面では4.8mとした。
- (v) 調圧水槽には、17mの内径を有する制水孔型を適用した。調圧水槽から発電所までを結ぶ圧力導水路は、1条の長さ174mの垂直管路と長さ414mの水平管路を計画した。発電所に連続される水平管路の内発電所側の324mには内張り鉄管を配置し、鉛直管路を含む残りの部分は内径4.8mの鉄筋コンクリート巻立てを計画した。内張り鉄管路の内径は4.3mであり、これは発電所直上流で分岐管により内径2.5mの2条に分岐する。
- (vi) 発電機器の台数については、最大使用水量、合成効率、計画発電停止による発電ロス、計画外発電停止による発電ロス、工事費及び濁水時の発電不可能な期間等より検討を行ない、その結果、2台案が採用された。発電所の型式については、地上式案と地下式案の2案の検討が行われ、経済性より地上式案を採用した。発電所地点については、プレフィージビリティ調査で提案された地点とこれより約400m下流地点の2案が検討されたが、主として環境上の観点より、上流案を採用した。計画された発電所は、長さ58.5m、巾31.5m、高さ43.5mの建屋となっている。

(vii) 発電機器類として水車・発電機・変圧器等を一般計画基準及び最適規模検討結果に基づき検討した。設計された機器類の諸元は、次の通りである。

水車 : 縦軸型、単輪、単流、フランシス型定格出力72,600kWの水車2台

発電機 : 三相、縦軸、準傘型、交流同期機、定格出力78,900kVA発電機2台

主変圧器 : 屋外式三相、二巻線、油入形 2台

容量138KVの2回線送電線がブルメナウーリオドスル間の2回線送電線よりT分岐する予定であり、当発電所と連結する事が計画された。

7. 工事計画及び工事費積算

- (i) 当計画の主たる工事は、コンクリートダム・取水施設・導水路トンネル・調圧水槽・水圧管路及び発電所等の土木工事、ゲート・水圧鉄管・発電機器等の機器工事に大別される。コンクリートダム工事は、河川の半川締切り工法により2乾期にわたり実施予定である。延長約6kmの導水路トンネル工事は、発破工法により掘削、その延長の殆どをコンクリート吹付け工法で覆工するものとする。水圧管路のうち立坑は、下からレイズクライマーによりパイロット坑を掘り、その後、所定の寸法に掘削拡大しコンクリート巻立てを行う。ゲート・鉄管等の機器類は、土木工事終了後に設置する。発電機器は、所内クレーン設置後据付工事を実施する。
- (ii) 工事費は、1992年12月の為替レートUS\$1 = Cr\$11,163,33 = ¥120を基に、ELETROBRASの工事積算様式に従って積算した。算定された工事費は、215.5百万US\$である。一方、国際融資機関からの借り入れを考慮して、工事費を見なし外貨分と内貨分に振り分けた。算定された外貨相当額は、105.3百万US\$、内貨相当額は110.2百万US\$である。

8. 環境影響評価

本環境影響評価では、提案されている計画諸施設によって将来起るかもしれない自然及び社会環境への影響を予測すると共に、環境の悪化を防止するための方策についての提案を行った。

将来予想される環境上の問題点の確認

(A) 物理的な環境への影響

- (i) 景観；調圧水槽の建設と原石山の開発及びダム地点下流8kmに位置する小規模な島の上に建てられた保養地への河川流量減少の影響等を検討した結果、景観への影響は中程度と考えら

れる。ダム地点においては、貯水池面積も極めて小さく、現在の急流河川より緩流河川へと変化させるので、景観上はプラスとなると考えられる。

- (ii) 地形；イタジャイ河流域で一般的に見られるゆるやかな丘陵の広がりを見せる景観に比べ、当開発地点は急な河岸が多くその様な特徴を有していない。河川沿いの原石山の開発は、山腹の景観をある程度悪化させる可能性がある。計画されている貯水池の面積は16haと小さく、ダムの上流約800m程度冠水させるのみで、湛水による影響は殆ど考えられない。
- (iii) 土壌；貯水池地域の土壌の殆どは丘陵地性のもので、農地には適しておらず、牧草地として利用されている。従って土壌への影響は、殆ど考えられない。発電所地点も農耕地として適しておらず、計画実施による影響は殆ど考えられない。諸施設の建設に伴う掘削土の土捨て場は、主として牧草地及び草地の傾斜部に予定されており、この地域には商業上及び学術上の価値の高い動植物は殆どないと報告されている。
- (iv) 水質；工事期間中は、工事に伴ない河川水の汚濁の増大と下流部集落への影響が考えられるが、現況の河川が上流部での工業用水により既に汚濁されている状況を考えるとその影響は大きいとは考えられない。ダム地点とノルテ川合流点間での工業活動はなく、居住地も存在しない。
- (v) 鉱物資源；計画実施による鉱物資源への影響は、考えられない。
- (vi) 道路；工事实施により約18本の工事用道路が必要とされるが、その殆どが既存の道路の利用である。但し、工事用に供するため拡幅、補強等を要する。これらの改修により、既存道路へもたらすマイナス要因は考えられない。

(B) 生物への影響

- (i) 植物群；当計画地点は、国の規準による環境保護区域の外に位置しており、貯水池地点の植物も二次性のものである。その上、水没地面積が極めて小さい為、その影響も小さい。ダム地点～ノルテ川合流部間は、植生がなく、荒廃している。発電所地点は、急傾斜地で岩が露頭しており植生は二次性のものである。調圧水槽地点では、植生の伐採が進んでいる。計画地点全体に亘り、特に注目すべき水棲植物は、存在しない。したがって、本計画実施に伴う影響は、ほとんどないと考えられる。
- (ii) 動物群；計画された貯水池の延長は約800mで、その間で現在の急流河川は緩流河川へと変化する。貯水池の水深が浅いため水温の階層化は予想されず、貯水池による富栄養化現象は、

考えられない。一方、魚類の上下流への周遊現象を示す記録はない。鳥類はごく一般的なもので貴重種は存在せず、計画による森林地区への直接的影響は考えられないため、鳥類への影響は極めて少ないものと考えられる。

- (iii) 希少及び保護すべき動・植物群；当計画地点は、国による環境保護区外にあり、しかも既に荒廃している。このため、希少及び保護すべき動・植物群は見当たらない。
- (iv) 問題とすべき慣習；上記理由により、当計画地区内では、動・植物群に対し問題とすべき慣習は報告されていない。
- (v) 野生動物；同様の理由により、計画地区内には野生動物地区の存在は報告されていない。
- (vi) 商業上考えられる動・植物群；商業上考えられる動植物の一つとして魚類があげられる。貯水池の形成により魚類の増加、これに伴う釣人口の増加が考えられる。これは、計画に伴うプラス要因と考えられる。

(C) 社会環境への影響

- (i) 土地；ブラジル環境評議会では、貯水池外100mまでのベルトゾーンの設置を義務づけており、貯水池の出現により、その周辺の土地約4haが収用される。これらの外辺ベルトゾーン、取水施設、発電所および土捨場等を含む地区での補償物件は、家屋数23軒、土地面積100haとなっている。発電所地点では、集落化が進んでおり、家屋の移転を含め集落での経済活動への影響、工事中の交通量の増加に伴う工事騒音の影響等が考えられる。ダム地点～ノルテ川合流部間での観光及びリクリエーションへの影響は考えられない。乾期の下流への流量減少は逆に、ダム地点より8km下流の島の上に建てられた保養地の水辺の活用につながり、プラス要因となるものと考えられる。
- (ii) 人口；工事に伴ない雇用機会が増大し、約400人の新規雇用人口が予想される。
- (iii) 歴史的文化的遺産；特にめばしい歴史的文化的遺産は見当たらないが、既に廃線となっている鉄道のトンネルを今後歴史的遺産として維持する事が望ましいと考えられる。
- (iv) 水利用；当計画地区での農業用への水利用は、ダム上流部の一部地区を除き殆どなされていない。ダム地点～ノルテ川合流部間沿岸部は、急傾斜地で岩が露頭しており家屋は存在せず河川水の利用はされていない。但し河岸頂部に数軒の家屋が存在するが、生活用水を井戸水に依存している。この様な状況より、河川の減水による影響はほとんどないと考えられる。

環境影響に対する対応

(A) 物理的環境影響への対応

- (i) 荒廃地区の復旧計画；工事実施に伴う原石山、土捨場、土取場、調圧水槽及び発電所地点等に対し、植生工事を土木工事終了後開始する必要がある。
- (ii) 河川維持用水；河川維持用水としてDNAEEの規準に従いダム地点での既往月最小流量の80%に相当する7.2m³/secを下流部に流下させるものとする。
- (iii) 地質上への影響；土木工事においては、原石山・トンネル・発電所及びダム地点での発破振動に伴う地山への影響等を監視する計画を実施する事が望まれる。この監視計画では、発破による影響及び丘陵地傾斜部の掘削に対する安定を観測する事が考えられる。一方ダムの貯水による地下水への影響を検討するため、貯水池湛水前に地下水位を測定しておく事が提案される。

(B) 生物的環境影響への対応

- (i) 貯水池での生態学観測所設置；ブラジル環境評議会は、生態学上の保存地区及びその観測所の設置を要請している。当計画地区では、特に、ダム地点～ノルテ川合流部間の既に荒廃した傾斜地の復旧計画実施のために予算を確保することが望まれる。
- (ii) 水棲動物資源の保存；水棲動物の保存は、河川維持用水に直接関連づけられる。現在生息する水棲動物の生存量に関する資料が皆無である為、現存の水棲動物に関する資料を充実させる計画を促進させる事が望ましい。

(C) 社会環境影響への対応

- (i) 洪水に対する公聴会；ダム建設に伴う洪水による被害増の可能性は地域住民の重大な関心の一つで、特に、ダム上流部のロントラス・リオドスル等の地域社会では、最も重大な問題と考えられる。地域社会の環境グループ及び集会等を通じ、ダム建設が洪水の発生に対していかなる影響も与えない旨の公聴会を実施する事が望まれる。
- (ii) 公衆衛生計画；工事現場における伝染病及び保健衛生上の監視が重要である。公衆衛生への配慮、伝染病監視等の予防的措置が必要とされる。
- (iii) 道路信号及び道路舗装；ロントラス～スビダ及びスビダ内の道路に対しては、事故防止のための交通信号、標識の設置、及び乾期における土ほこり、雨期における路面悪化を防止する

ために、アスファルト舗装が必要とされる。これらの対策はCELESCが主体となり、地域運輸局により実施される事が望ましい。

環境保全、計測計画

- (i) 環境保全活動；工事用道路の建設手順、原石山の開発計画、土捨場の排水・法面処理、工所用宿舎の下水処理等を含む環境管理のための対応が工事实施の前提条件と考えられる。
- (ii) 以下に示す計画を関係省庁の協力の下に作成促進する事が考えられる。

計画	目的
貯水池清掃計画	水没地区の清掃
地質への影響監視計画	丘陵地の安定の観測
荒廃地復旧計画	荒廃地の改良
生態学的地区の設置	生態学的地区の保存
水棲動物監視計画	水棲動物の監視
気象観測計画	洪水の監視
水質管理計画	計画の水質に対する影響評価
公衆衛生管理計画	公衆衛生の維持と伝染病の監視
労働人材管理計画	計画促進
地域社会支援計画	計画促進
人口移転計画	スビダよりの人口移転
交通規制の監視	交通法規執行監視

9. 経済評価

- (i) 見積もられた工事費及び発生電力量に基づいて、当計画の経済的及び財務的妥当性の検討を実施した。計画の優位性を常時電力原価及び融資返済能力の二点より評価した。
- (ii) 経済評価に使用する経済費用は、算定された工事費に経済費用換算率0.9を乗じて求めた。算定された経済費用は、159.5百万US\$である。経済便益は、限界費用51US\$/MWhを常時電力量に乗じて求めた。算定された年便益は、29.37百万US\$である。経済評価は、内部収益率（EIRR）によって算定するものとし、評価期間を50年とした。算定された内部収益率は14.4%である。又工事費の増大、便益の減少に伴う経済評価の影響を検討した。結果は、次の通りである。

		工事費増加	
便益減少		15%	0%
0%	EIRR	12.7	-
15%	EIRR	10.9	12.4

- (iii) 計画の財務的妥当性は、財務支出及び売電による収入を基に、財務内部収益率（FIRR）により算定した。財務支出は計画への投資額と維持管理費から成る。算定された投資額は177.2百万US\$である。一方、年収入は、発電元での電力料金を1992年度におけるCELESCの売電収入から算定した。算定された年売電収入は、26.9百万US\$である。算定された財務支出額及び売電収入に基づいて求められた財務内部収益率は12.1%である。
- (iv) 当計画資金への融資返済能力について投資額の100%を利率10%、4年の返済猶予期間を含む20年の返済期間を想定し、検討した。検討の結果、発電開始から12年目以後は収支バランスがプラスに転じるとの結果を得た。
- (v) 算定された工事費、常時及び二次発生電力量を基に発電原価を算出した。算出された発電原価は34.7US\$/MWhで、これはELETROBRASで規定している南部電力系統での限界費用の51US\$/MWhより安く、当計画は経済的見地より早期開発の価値があるものと評価される。

10. 工事实施計画

- (i) 工事の実施は、CELESCにより管理され、現地での工事は、新たに設立されるピラウン滝発電工事事務所によって実施される可能性が高いと考えられる。工事事務所は、工事の建設・運営の両面の実施機関を有する。建設工事は入札で選出された建設業者により実施され、選定されたコンサルタントの支援を得てこの工事事務所の工事管理の下に実施予定である。
- (ii) 建設工事は、3.5年の期間に亘って実施される。この工事でのクリティカルパスは、延長6kmの導水路トンネルと掘削・コンクリート工事量の多い取水施設建設にあると考えられるので、これらの工事は、準備工事及び土地収用終了後直ちに雨期・乾期を通して工事を実施する計画である。高さ18mのコンクリートダム工事は、河川を交互に締切り、2年の工期で行う予定である。工事期間第4年目の工事完了2ヶ月前までに全ての工事を終了させ、発電機器の試験運転のためダム貯水池を灌水させる。発電所の引き渡し及び営業運転は、第5年目初頭より開始予定である。

11. 結論

南部／南東部電力網に於けるピーク電力と電力量の将来的需給バランスを電源拡張計画を基に検討した結果、供給能力は、現在計画中の全プロジェクトが予定通り実現された場合、将来10年の需要に対しては十分な予備力があると考えられるが、実際にはかなりのプロジェクトが資金、並びに環境問

題により開発の遅れを生じている。CELESCは、その所有発電施設が極めて小さく、所要の電力の大部分を他の電力会社からの買電に頼らざるを得ない状況にあり、電力不足に陥り易い状況にある。新規発電プロジェクト開発の減速に伴うCELESCの将来の電力不足を解消し、電力供給を安定化する為に、CELESC自身による新規発電設備の投入を考える必要がある。

当発電計画は、イタジャイ河流域全体における包蔵水力調査で、最も有望な計画としてとりあげられて来ている。この計画では、ロントラスの下流とスピダ間での200m以上の自然落差と豊富なイタジャイ河本川流量を利用して発電計画を実施するものであり、地形的条件及び環境面より大きな貯水池をもたない流れ込み式発電を意図としている。ダム地点では堅固な花崗岩が露頭し、これが右岸に計画されている導水路トンネルの殆どの区間に亘って広がっている。このような良好な地質条件より、工事での技術的問題点は殆どないと考えられている。一方環境面では、高さ18mのダムとこれにより形成される貯水池の面積が、わずか16ha程度と規模が小さく、諸施設の建設に伴う補償物件が家屋23軒、土地100haであり、土地補償、移転問題への影響が極めて小さい事が明らかとなっている。この他の環境面での深刻な問題点も殆どないと調査結果を得ている。さらに、計画に関する技術的及び経済的妥当性は、十分であるとの結論が得られている。

工事の実現に当っては、約216百万US\$の莫大な工事資金が必要とされる。ブラジルにおける経済状況を考えると、この資金の殆どを国際融資機関からの融資に依らざるを得ないと考えられる。工事の実現を計るためにはCELESCが、ブラジル中央政府との緊密な協力の下に融資のための必要な要請手続き、及び技術支援等を含む業務を早急に促進させる事が提案される。

付 表

表 1 事業費内訳 (米ドル表示)

(1/5)

- Salto Pilão Hydropower Scheme - Installed capacity : 142 MW
- Price Level : December 1992 - 1US\$=11,163.33Cr\$

						(unit : US\$)
Account No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	
10.	LAND AND FACILITIES					
10. 10.	Acquisition of Land & Improvement					
10. 10. 11.	Rural Land & Properties					
10. 10. 11. 10.	Land Areas	L.S.				354,060
10. 10. 12.	Legal Charges & Purchase	L.S.				52,940
10. 27.	Contingence of Account 10					
	TOTAL OF ACCOUNT 10					407,000
11.	STRUCTURES & OTHER IMPROVEMENT					
11. 12.	Improvement In Powerhouse Area	L.S.				770,815
11. 13.	Powerhouse					
11. 13. 00. 12.	Excavation for Powerhouse					
11. 13. 00. 12. 10.	Common Excavation	m3	248,000	5.8		1,438,400
11. 13. 00. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	35,600	12.8		455,680
11. 13. 00. 14.	Concrete for Powerhouse					
11. 13. 00. 14. 13.	Cement	t	6,728	189.9		1,277,647
11. 13. 00. 14. 14.	Concrete (Cement cost excluded)	m3	24,310	136.2		3,311,022
11. 13. 00. 14. 15.	Reinforcement bar	t	861	1,426.9		1,228,561
11. 13. 00. 15.	Interior Finish Work	L.S.				190,722
11. 13. 00. 17.	Other Costs	L.S.				958,141
11. 27.	Contingence of Account 11					1,438,012
	TOTAL OF ACCOUNT 11					11,069,000
12.	RESERVOIR, DAM & WATERWAYS					
12. 15.	RESEVOIR					
12. 15. 00. 18.	Cleaning of Reservoir	ha				13,000
12. 15. 21.	Environment	L.S.				730,000
12. 15. 13.	Other Costs	L.S.				37,150
12. 16.	RIVER DIVERSION					
12. 16. 22.	Cofferdams					
12. 16. 22. 19.	Rock & Earth Fill Cofferdam	m3	71,000	9.2		653,200
12. 16. 22. 21.	Removal of Cofferdams	L.S.				184,600
12. 16. 22. 22.	Dewatering & Other Costs	L.S.				125,096
12. 16. 24.	Diverson Channel					
12. 16. 24. 12.	Excavation					
12. 16. 24. 12. 10.	Common Excavation	m3	155,800	5.8		903,640
12. 16. 24. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	8,200	12.8		104,960
12. 16. 24. 17.	Other Cost	L.S.				67,538
12. 17.	DAM & EMBANKMENT					
12. 17. 25.	Rockfill Dam					
12. 17. 25. 25.	Rockfill & Filter	m3	7,600	18.7		142,120
12. 17. 25. 26.	Soil Core	m3	6,000	11.0		66,000
12. 17. 25. 17.	Other Costs	L.S.				10,406
12. 17. 26.	Concrete Dam					
12. 17. 26. 12.	Excavation					
12. 17. 26. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	10,000	12.8		128,000
12. 17. 26. 13.	Cleaning & Foundation Treatment	L.S.				110,550
12. 17. 26. 14.	Concrete					
12. 17. 26. 14. 13.	Cement	t	5,622	189.9		1,067,618
12. 17. 26. 14. 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	35,400	104.7		3,706,380
12. 17. 26. 14. 15.	Reinforcement Bars	t	280	1,426.9		399,532
12. 17. 26. 17.	Other Costs	L.S.				845,333
12. 18.	SPILLWAY					
12. 18. 28.	Main Spillway (Sand flush)					
12. 18. 28. 23.	Equipment					
12. 18. 28. 23. 16.	Gates & Winches (ha = 12.8 m)					
12. 18. 28. 23. 16. 10.	FOB Cost (L= 5.0 m)	unit	1	305,900.0		305,900
12. 18. 28. 23. 16. 11.	Transport & Securities (H= 7.3 m)	L.S.				18,354
12. 18. 28. 23. 16. 12.	Erection & Test	L.S.				48,944

							(unit : US\$)
Account No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price	Amount		
12. 18. 28. 23. 17.	Stoplogs (p= 4 ; t= 0.5 m)						
12. 18. 28. 23. 17. 10.	FOB Cost (ha = 1.8 m)	L.S.				194,876	
12. 18. 28. 23. 17. 11.	Transport & Securities (L= 5 m)	L.S.				11,693	
12. 18. 28. 23. 17. 12.	Erection & Test (H= 7.2 m)	L.S.				31,180	
12. 18. 28. 23. 20.	Winch (C= 8 t)						
12. 18. 28. 23. 20. 10.	FOB Cost (L= m)	unit				25,500	
12. 18. 28. 23. 20. 11.	Transport & Securities (H= m)	L.S.				1,530	
12. 18. 28. 23. 20. 12.	Erection & Test	L.S.				4,080	
12. 18. 28. 17.	Other Costs	L.S.				32,103	
12. 19.	INTAKE & HEADRACE						
12. 19. 30.	Intake & Desanding Basin						
12. 19. 30. 12.	Excavation						
12. 19. 30. 12. 10.	Common Excavation	m3	140,000	5.8		812,000	
12. 19. 30. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	170,000	12.8		2,176,000	
12. 19. 30. 14.	Concrete						
12. 19. 30. 14. 13.	Cement	t	16,821	189.9		3,194,308	
12. 19. 30. 14. 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	62,300	136.2		8,485,260	
12. 19. 30. 14. 15.	Reinforcement Bars	t	2,492	1,426.9		3,555,835	
12. 19. 30. 23.	Equipment						
12. 19. 30. 23. 16.	Inlet Gates & Winches (ha = 4.3 m)						
12. 19. 30. 23. 16. 10.	FOB Cost (L= 3.7 m)	unit				859,900	
12. 19. 30. 23. 16. 11.	Transport & Securities (H = 4.4 m)	L.S.				51,594	
12. 19. 30. 23. 16. 12.	Erection & Test	L.S.				137,584	
12. 19. 30. 23. 17.	Stoplogs (p= 3 ; t= 0.4 m)						
12. 19. 30. 23. 17. 10.	FOB Cost (ha = 1.5 m)	L.S.				160,000	
12. 19. 30. 23. 17. 11.	Transport & Securities (L= 3.7 m)	L.S.				9,600	
12. 19. 30. 23. 17. 12.	Erection & Test (H = 4.5 m)	L.S.				25,600	
12. 19. 30. 23. 21.	Screens & Rakes (Cpf =)						
12. 19. 30. 23. 21. 10.	FOB Cost	L.S.				782,720	
12. 19. 30. 23. 21. 11.	Transport & Securities (L = 5.7 m)	L.S.				46,963	
12. 19. 30. 23. 21. 12.	Erection & Test (H= 9.8 m)	L.S.				125,236	
12. 19. 30. 16.	Monitoring Apparatus	L.S.					
12. 19. 30. 17.	Other Costs	L.S.				1,880,371	
12. 19. 32.	Headrace Culvert & Tunnel						
12. 19. 32. 12.	Excavation						
12. 19. 32. 12. 10.	Common Excavation	m3	105,000	5.8		609,000	
12. 19. 32. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	11,900	12.8		152,320	
12. 19. 32. 12. 12.	Underground Excavation in Rock	m3	167,400	74.9		12,538,260	
12. 19. 32. 14a	Concrete for structure						
12. 19. 32. 14a 13.	Cement	t	8,596	189.9		1,632,380	
12. 19. 32. 14a 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	28,400	156.5		4,444,600	
12. 19. 32. 14a 15.	Reinforcement Bars	t	332	1,426.9		473,731	
12. 19. 32. 23. 22.	Steel Culvert						
12. 19. 32. 23. 22. 10.	FOB Cost	L.S.				1,022,430	
12. 19. 32. 23. 22. 11.	Transport & Securities	L.S.				224,935	
12. 19. 32. 23. 22. 12.	Erection & Test	L.S.				715,701	
12. 19. 32. 17.	Other Costs	L.S.				2,307,974	
12. 19. 33.	Surge Tank						
12. 19. 33. 12.	Excavation						
12. 19. 33. 12. 10.	Common Excavation	m3	70,600	5.8		409,480	
12. 19. 33. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	29,700	12.8		380,160	
12. 19. 33. 12. 12.	Underground Excavation in Rock	m3	12,000	99.5		1,194,000	
12. 19. 33. 14.	Concrete						
12. 19. 33. 14. 13.	Cement	t	600	189.9		113,940	
12. 19. 33. 14. 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	2,400	149.3		358,320	
12. 19. 33. 14. 15.	Reinforcement Bars	t	1	1,426.9		1,427	
12. 19. 33. 17.	Other Costs	L.S.				551,790	
12. 19. 34.	Penstock Tunnel & Penstock Lane						
12. 19. 34. 12.	Excavation						
12. 19. 34. 12. 12.	Underground Excavation in Rock	m3	19,700	99.0		1,950,300	

						(unit : US\$)
Account No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	
12. 19. 34. 14.	Concrete					
12. 19. 34. 14. 13.	Cement	t	2,550	189.9		484,245
12. 19. 34. 14. 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	10,200	140.5		1,433,100
12. 19. 34. 14. 15.	Reinforcement Bars	t	98	1,426.9		139,836
12. 19. 34. 23. 23.	Steel Lining					
12. 19. 34. 23. 23. 10.	FOB Cost	L.S.				2,984,250
12. 19. 34. 23. 23. 11.	Transport & Securities	L.S.				656,535
12. 19. 34. 23. 23. 12.	Erection & Test	L.S.				2,088,975
12. 19. 34. 17.	Other Costs	L.S.				2,177,247
12. 19. 35.	Tailrace Channel & Tunnel					
12. 19. 35. 12.	Excavation					
12. 19. 35. 12. 10.	Common Excavation	m3	20,300	5.8		117,740
12. 19. 35. 12. 11.	Open-air Excavation in Rock	m3	8,800	12.8		112,640
12. 19. 35. 14.	Concrete					
12. 19. 35. 14. 13.	Cement	t	484	189.9		91,912
12. 19. 35. 14. 14.	Concrete (cement cost excluded)	m3	2,200	136.2		299,640
12. 19. 35. 14. 15.	Reinforcement Bars	t	44	1,426.9		62,784
12. 19. 35. 17.	Other Costs	L.S.				138,083
12. 20.	SPECIAL WORK					
12. 20. 37.	Other Special Works	L.S.				1,100,000
12. 27.	Contingence of Account 12					10,462,011
	TOTAL OF ACCOUNT 12					83,702,000
13.	TURBINES & GENERATORS					
13. 13. 00. 23. 28.	Turbines (Type : Francis)					
13. 13. 00. 23. 28. 10.	FOB Cost (P= 72,600 kw)	unit	2	3,600,500.0		7,201,000
13. 13. 00. 23. 28. 11.	Transportation & Security (n=327.3 rpm)	L.S.				288,040
13. 13. 00. 23. 28. 12.	Erection & Test (H= 207.5 m)	L.S.				1,440,200
13. 13. 00. 23. 28. 13.	Other Costs	L.S.				446,462
13. 13. 00. 23. 16.	Draft Tube Gate (p = 2.0)					
13. 13. 00. 23. 16. 10.	FOB Cost (i = 0.4 m)	unit	2	178,900.0		357,800
13. 13. 00. 23. 16. 11.	Transportation & Security (ha = 23 m)	L.S.				21,468
13. 13. 00. 23. 16. 12.	Erection & Test (L = 3.4 m)	L.S.				57,248
13. 13. 00. 23. 16. 13.	Other Costs (H = 3.1 m)	L.S.				21,881
13. 13. 00. 23. 20.	Winch of Draft Tube (C= 18 t)					
13. 13. 00. 23. 20. 10.	FOB Cost (L = 7.0 m)	unit	1	321,600.0		321,600
13. 13. 00. 23. 20. 11.	Transportation & Security (H= 6.7 m)	L.S.				12,864
13. 13. 00. 23. 20. 12.	Erection & Test	L.S.				64,320
13. 13. 00. 23. 20. 13.	Other Costs	L.S.				19,939
13. 13. 00. 23. 29.	Generator n= 327.3 (P= 78,900 kVA)					
13. 13. 00. 23. 29. 10.	FOB Cost	unit	2	4,234,000.0		8,468,000
13. 13. 00. 23. 29. 11.	Transportation & Security	L.S.				338,720
13. 13. 00. 23. 29. 12.	Erection & Test	L.S.				1,693,600
13. 13. 00. 23. 29. 13.	Other Costs	L.S.				525,016
13. 27.	Contingence of Account 13					2,127,842
	TOTAL OF ACCOUNT 13					23,406,000
14.	ACCESSORY ELECTRICAL EQUIPMENT					
14. 00. 00. 23. 30.	Accessory Electrical Equipment					
14. 00. 00. 23. 30. 10.	FOB Cost	L.S.				7,356,000
14. 00. 00. 23. 30. 11.	Transportation & Security	L.S.				294,240
14. 00. 00. 23. 30. 12.	Erection & Test	L.S.				1,471,200
14. 00. 00. 23. 30. 13.	Other Costs	L.S.				456,072
14. 27.	Contingence of Account 14					957,488
	TOTAL OF ACCOUNT 14					10,535,000

						(unit : US\$)
Account No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	
15.	OTHER EQUIPMENT OF POWERHOUSE					
15. 13. 00 23. 20.	Overhead Travelling Crane (C= 160 t)					
15. 13. 00 23. 20. 10.	FOB Cost (L= 16.0 m)	unit	1	910,000.0	910,000	
15. 13. 00 23. 20. 11.	Transportation & Security (H = m)	L.S.			36,400	
15. 13. 00 23. 20. 12.	Erection & Test	L.S.			182,000	
15. 13. 00 23. 20. 13.	Other Costs	L.S.			56,420	
15. 00 00 23. 21.	Other Equipment					
15. 00 00 23. 21. 10.	FOB Cost	L.S.			3,383,000	
15. 00 00 23. 21. 11.	Transportation & Security	L.S.			135,320	
15. 00 00 23. 21. 12.	Erection & Test	L.S.			676,600	
15. 00 00 23. 21. 13.	Other Costs	L.S.			209,746	
15. 27.	Contingence of Account 15				558,514	
	TOTAL OF ACCOUNT 15				6,148,000	
16.	ACCESS ROAD/RAILWAY & BRIDGES					
16. 00. 14.	Roadways	km	4	371,250.0	1,485,000	
16. 00. 16.	Bridges	m	50	7,000.0	350,000	
16. 27.	Contingence of Account 16				275,000	
	TOTAL OF ACCOUNT 16				2,110,000	
	TOTAL OF ACCOUNT 10 to 16 (CDT)				137,377,000	
17.	INDIRECT COST					
17. 21.	Construction Site & Camping					
17. 21. 38.	Works of Construction Site & Camping	L.S.	CDT (7%)		9,616,000	
17. 21. 38. 33.	Residential Units	L.S.				
17. 21. 38. 34.	Community Plant	L.S.				
17. 21. 38. 35.	Infra-structure					
17. 21. 38. 35. 32.	Edifications	L.S.				
17. 21. 38. 35. 33.	Systems	L.S.				
17. 21. 38. 17.	Other Cost	L.S.				
17. 21. 39.	Maintenance & Operation of Works/Camps	L.S.				
17. 22.	Engineering & Administration of Proprietor					
17. 22. 40.	Engineering					
17. 22. 40. 36.	Basic Engineering	L.S.	CDT (7%)		9,616,000	
17. 22. 40. 37.	Special Works of Engineering	L.S.				
17. 22. 41.	Administration of Properties	L.S.	CDT (15%)		20,607,000	
17. 22. 41. 38.	Administration of Works	L.S.				
17. 22. 41. 39.	General Administration	L.S.				
17. 27.	Contingence of Account 17					
	TOTAL OF ACCOUNT 17				39,839,000	
.10 to .17	TOTAL COST WITHOUT INTEREST				177,216,000	
	TOTAL COST WITHOUT INTEREST (Cr5x10%6 equivalent)				1,978,321	
18.	INTEREST DURING CONSTRUCTION					38,239,000
.10 to .18	TOTAL COST WITH INTEREST				215,455,000	
	TOTAL COST WITH INTEREST (Cr5x10%6 equivalent)				2,405,195	

Attachment

Contents of Account No. 12.19.30.23.16 Inlet Gates & Winches contains
are as follow :

Account No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price (US\$)	Amount (US\$)
12.19.30.23.16.	Inlet gates & winches (hs =10.3 m)				
12.19.30.23.16.10a	FOB (L= 3.7 m)	unit	3	136,700	410,100
12.19.30.23.16.11a	Transportation & Securities (H = 4.4 m)	L.S.			24,606
12.19.30.23.16.12a	Erection and test	L.S.			65,616
12.19.30.23.16.	Inake gate & winches (hs = 16.5 m)				
12.19.30.23.16.10b	FOB (L= 3.8m)	unit	1	250,000	250,000
12.19.30.23.16.11b	Transportation & Securities (H =4.8m)	L.S.			15,000
12.19.30.23.16.12b	Erection and test	L.S.			40,000
12.19.30.23.16.	Sand drain gates and winches (hs=14.3 m)				
12.19.30.23.16.10c	FOB (L= 2.5 m)	unit	9	22,200	199,800
12.19.30.23.16.11c	Transportation & Securities (H = 1.0 m)	L.S.			11,988
12.19.30.23.16.12c	Erection and test	L.S.			31,968

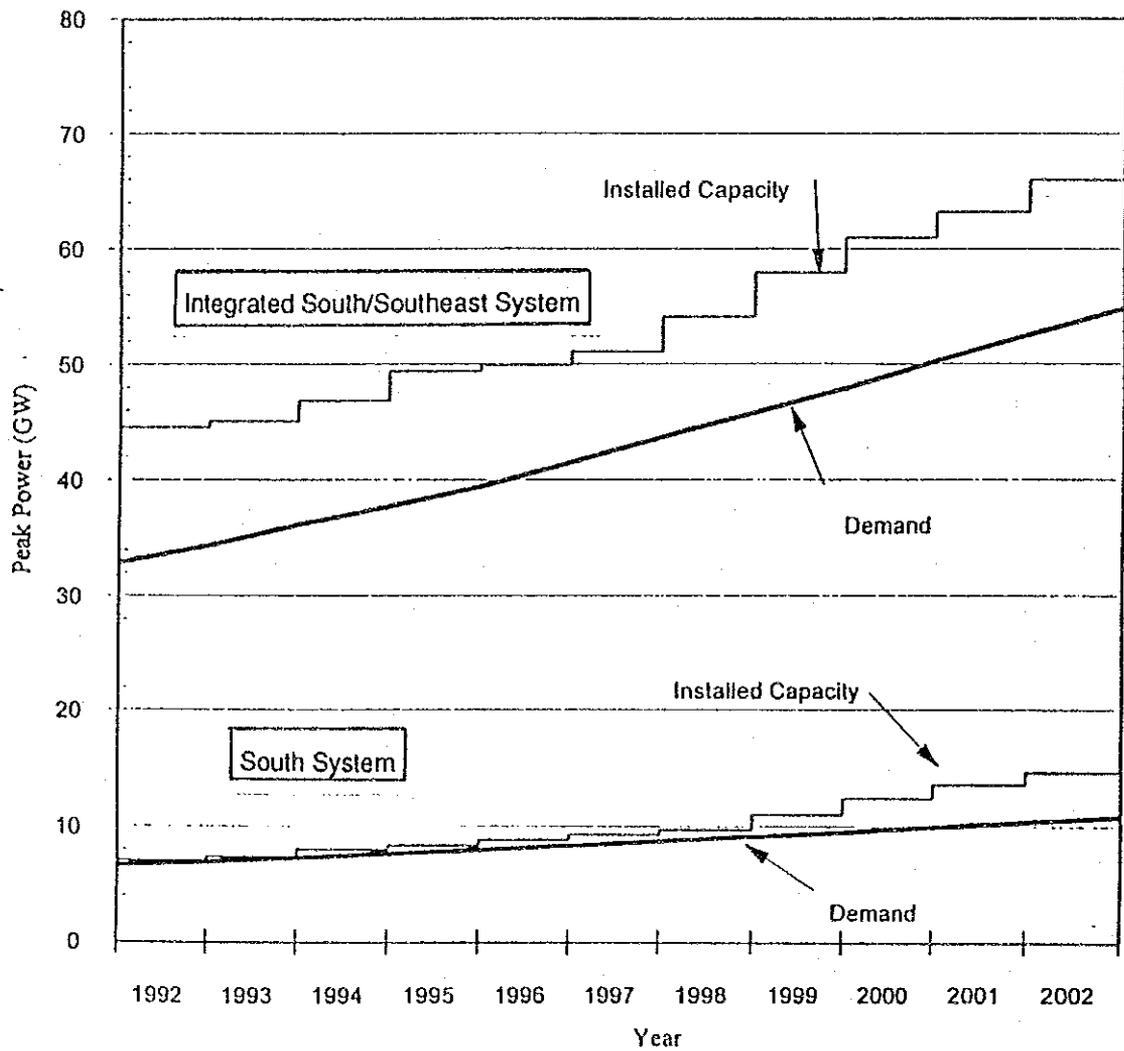
表 2 借款返済分析表

Price level: December 1992 Unit: million US\$

Year	Loan Amount	Principal	Payment			Total (a)+(b)+(c)	Revenue	Annual Balance (e)-(d)	Accum'd Balance
			Accum'd Debt	Interest paid	O, M & R Cost				
		(a)		(b)	(c)	(d)	(e)		
1	35.44		35.44	1.77		1.77		-1.77	-1.77
2	53.16		88.60	6.20		6.20		-6.20	-7.97
3	53.16		141.76	11.52		11.52		-11.52	-19.49
4	35.44		177.20	15.95		15.95		-15.95	-35.44
5		11.08	166.13	17.72	0.86	29.66	26.90	-2.76	-38.20
6		11.08	155.05	16.61	0.86	28.55	26.90	-1.65	-39.84
7		11.08	143.98	15.51	0.86	27.44	26.90	-0.54	-40.38
8		11.08	132.90	14.40	0.86	26.33	26.90	0.57	-39.82
9		11.08	121.83	13.29	0.86	25.23	26.90	1.68	-38.14
10		11.08	110.75	12.18	0.86	24.12	26.90	2.78	-35.36
11		11.08	99.68	11.08	0.86	23.01	26.90	3.89	-31.47
12		11.08	88.60	9.97	0.86	21.90	26.90	5.00	-26.47
13		11.08	77.53	8.86	0.86	20.80	26.90	6.11	-20.37
14		11.08	66.45	7.75	0.86	19.69	26.90	7.21	-13.15
15		11.08	55.38	6.65	0.86	18.58	26.90	8.32	-4.83
16		11.08	44.30	5.54	0.86	17.47	26.90	9.43	4.59
17		11.08	33.23	4.43	0.86	16.37	26.90	10.54	15.13
18		11.08	22.15	3.32	0.86	15.26	26.90	11.64	26.77
19		11.08	11.08	2.22	0.86	14.15	26.90	12.75	39.52
20		11.08	0.00	1.11	0.86	13.04	26.90	13.86	53.38
21					0.86	0.86	26.90	26.04	79.42
22					0.86	0.86	26.90	26.04	105.46
23					0.86	0.86	26.90	26.04	131.50
24					0.86	0.86	26.90	26.04	157.54
25					0.86	0.86	26.90	26.04	183.58
26					0.86	0.86	26.90	26.04	209.62
27					0.86	0.86	26.90	26.04	235.66
28					0.86	0.86	26.90	26.04	261.70
29					0.86	0.86	26.90	26.04	287.74
30					22.13	22.13	13.45	-8.68	279.06
31					22.13	22.13	13.45	-8.68	270.38
32					0.86	0.86	26.90	26.04	296.42
33					0.86	0.86	26.90	26.04	322.46
34					0.86	0.86	26.90	26.04	348.50
35					0.86	0.86	26.90	26.04	374.54
36					0.86	0.86	26.90	26.04	400.58
37					0.86	0.86	26.90	26.04	426.62
38					0.86	0.86	26.90	26.04	452.66
39					0.86	0.86	26.90	26.04	478.70
40					0.86	0.86	26.90	26.04	504.74
41					0.86	0.86	26.90	26.04	530.78
42					0.86	0.86	26.90	26.04	556.82
43					0.86	0.86	26.90	26.04	582.86
44					0.86	0.86	26.90	26.04	608.90
45					0.86	0.86	26.90	26.04	634.94
46					0.86	0.86	26.90	26.04	660.98
47					0.86	0.86	26.90	26.04	687.02
48					0.86	0.86	26.90	26.04	713.06
49					0.86	0.86	26.90	26.04	739.10
50					0.86	0.86	26.90	26.04	765.14
51					0.86	0.86	26.90	26.04	791.18
52					0.86	0.86	26.90	26.04	817.22
53					0.86	0.86	26.90	26.04	843.26
54					0.86	0.86	26.90	26.04	869.30
Total	177.20	177.20		186.06	85.54	448.80	1318.10		

Notes: (1) Loan with an interest rate of 10% for a loan period of 20 years including 4 year grace period.
(2) Principal is repaid uniformly over 16 years.

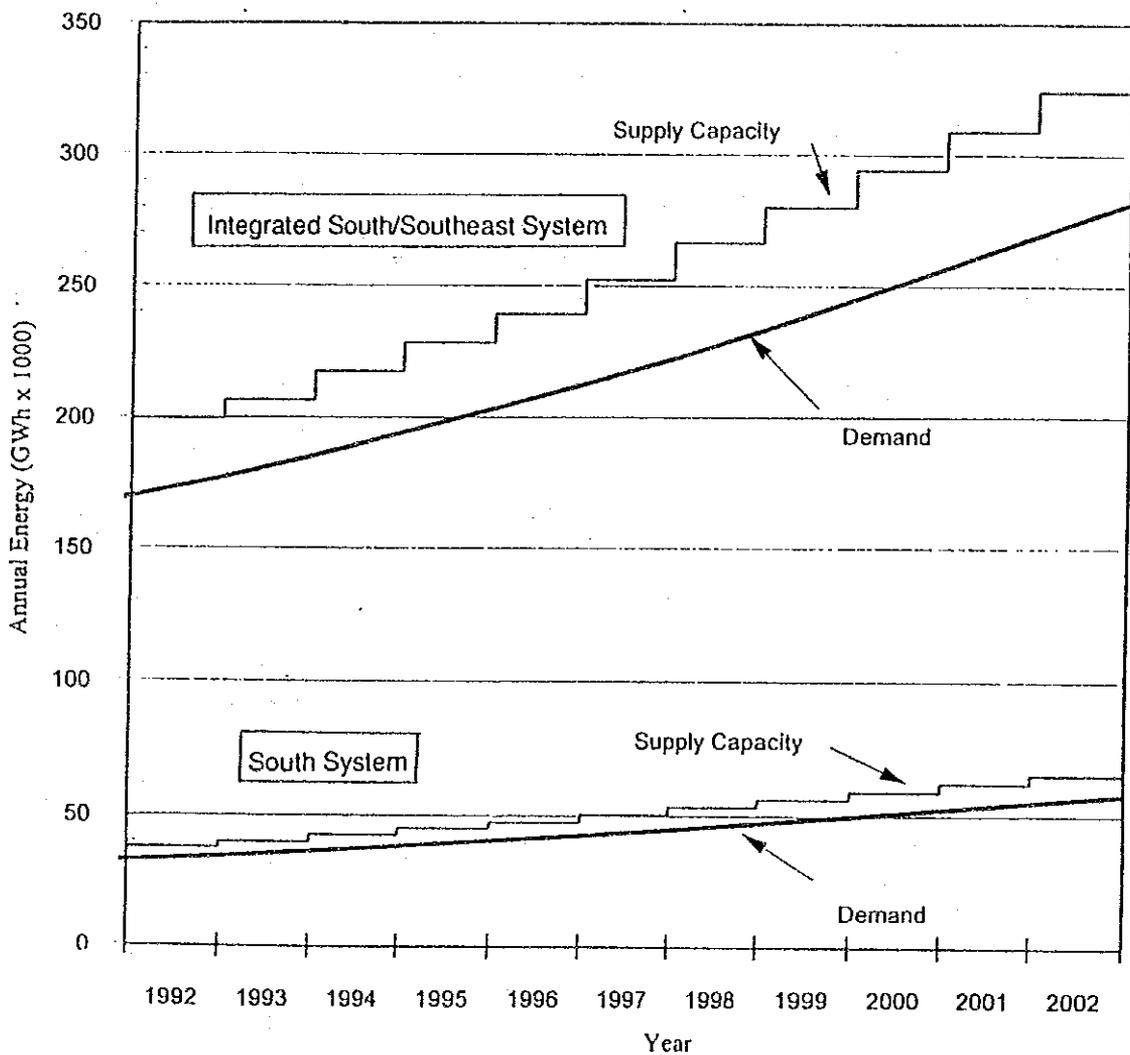
付 図



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A., BRAZIL
 SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

図 2

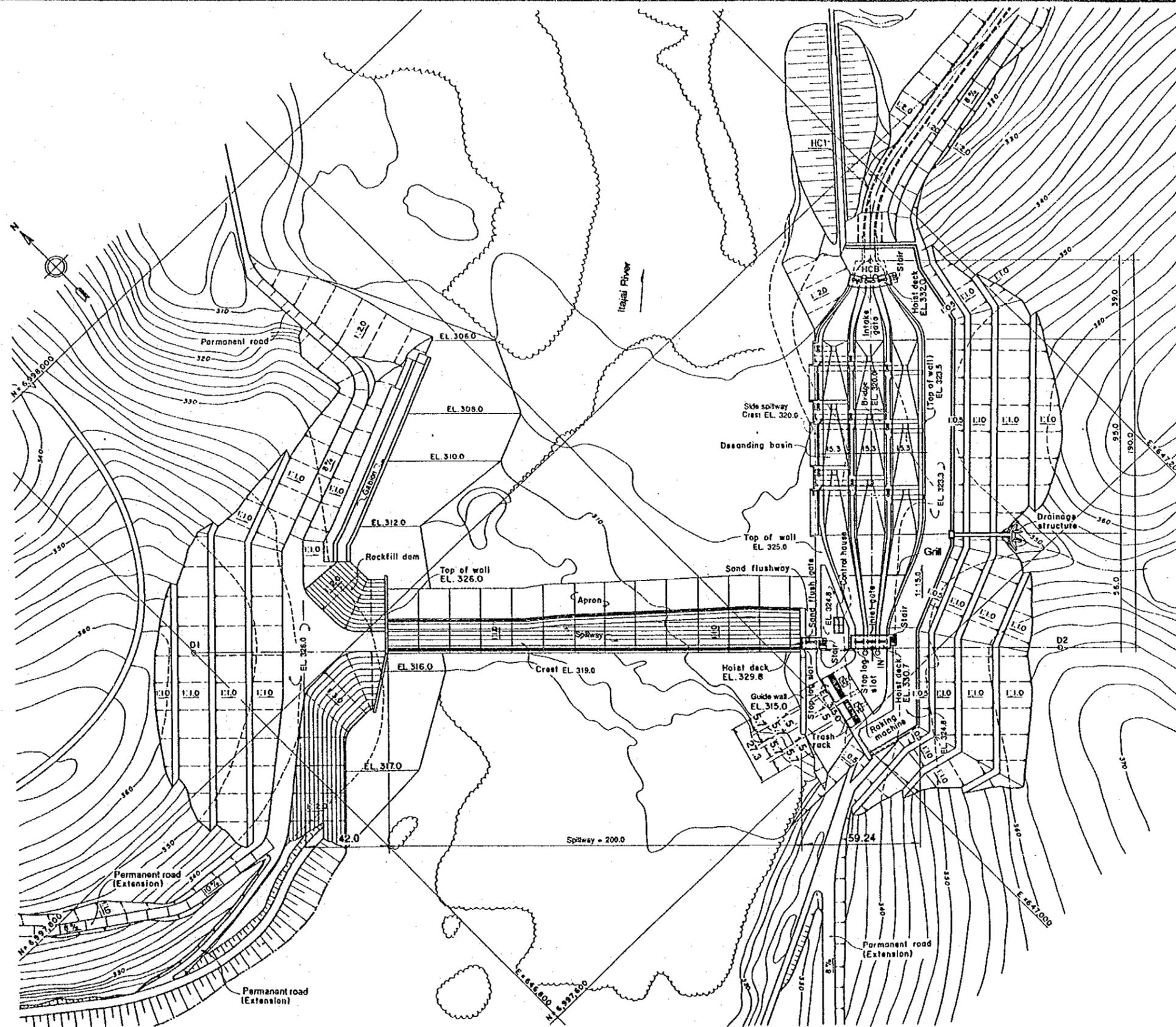
南部/南東部系統のピーク電力需給予測



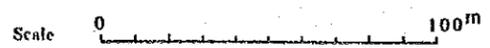
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A., BRAZIL
 SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

図 3

南部/南東部系統の電力量需給予測

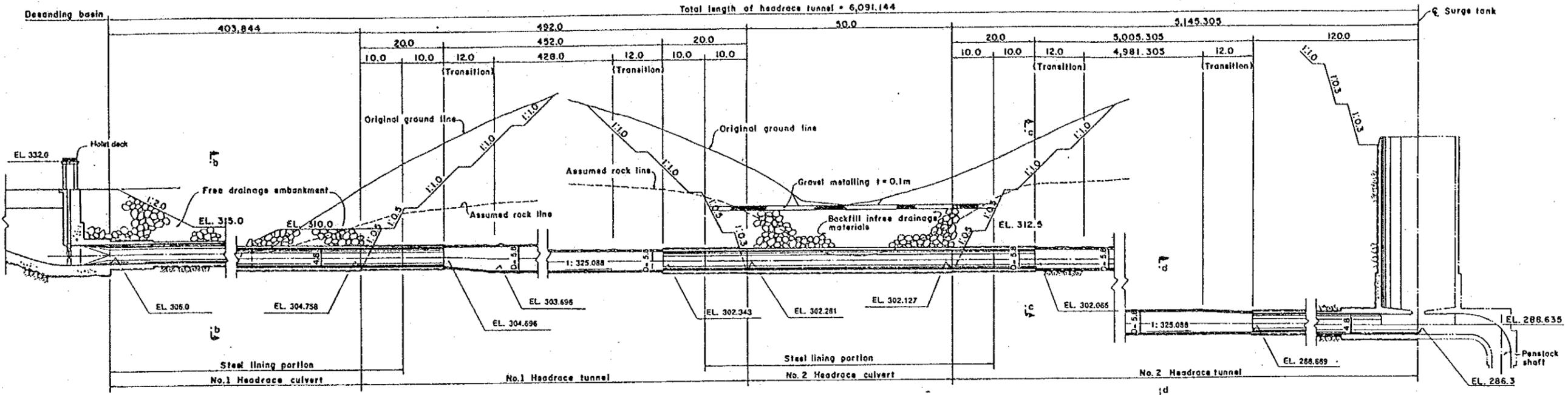


PLAN

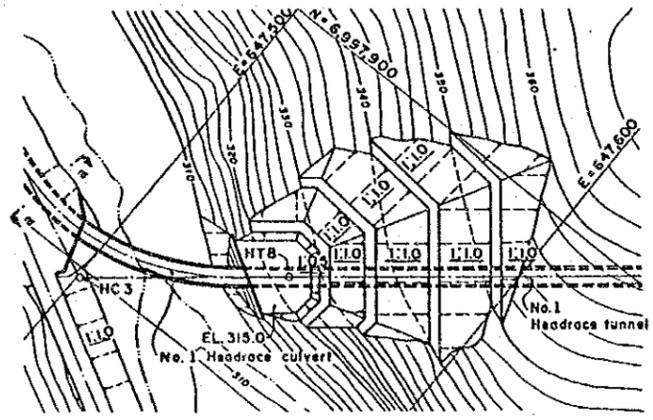


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL.
 SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

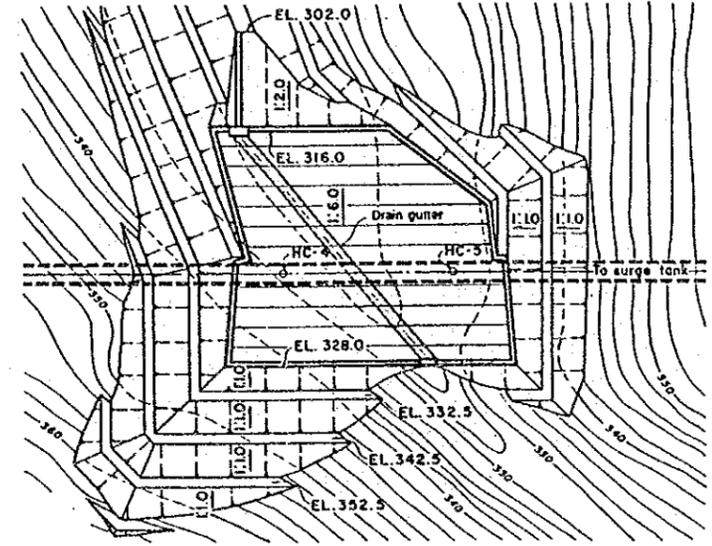
図 4
 グム及び取水設備全体平面図



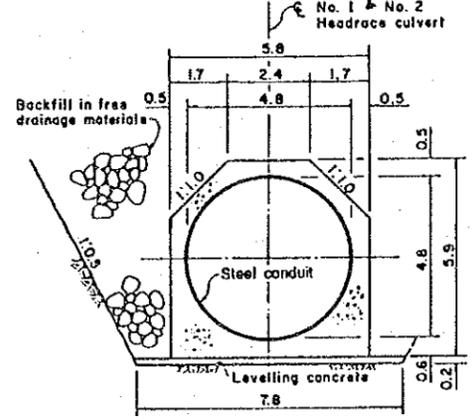
Profile of Headrace Tunnel scale b



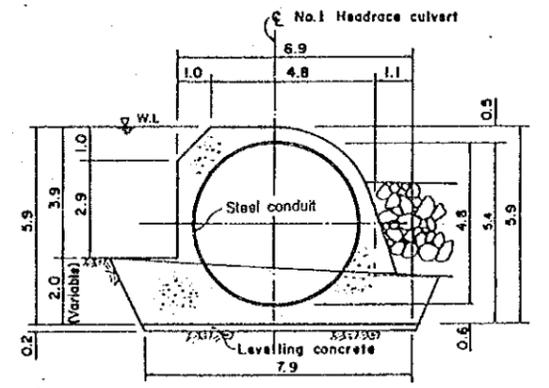
Plan (Portal of headrace tunnel) scale a



Plan (No.2 Headrace culvert portion) scale a



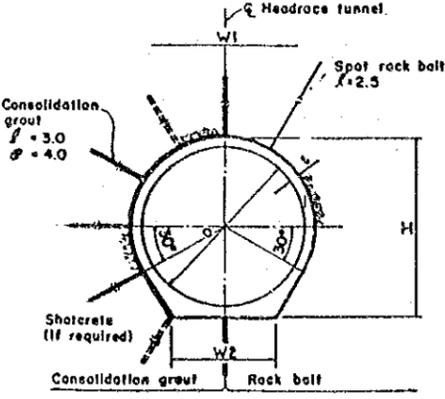
Section a-a scale c



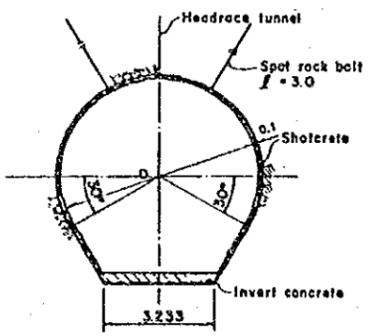
Section (Swamp cross portion) scale c

COORDINATES (Unit : m)

Points	N	E
HTB	6,997,830.000	647,540.000
HC4	6,998,135.656	647,925.536
HC5	6,998,166.719	647,964.717



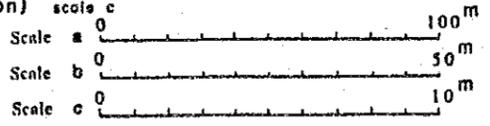
Typical Section for Fair condition & Good condition scale c



Section (Shotcrete portion) scale c

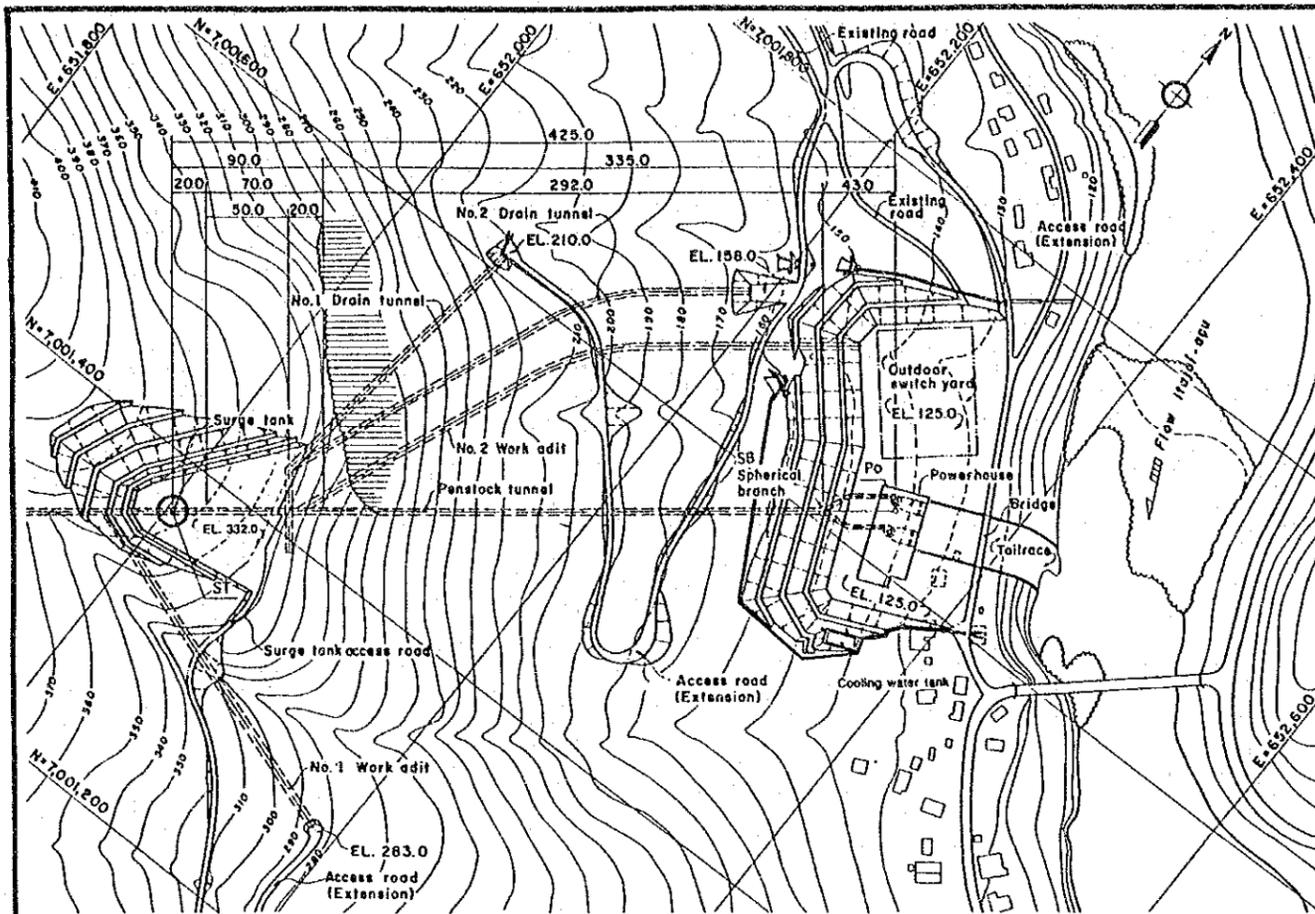
Dimension Table

	D=4.8		D=5.8	
	l=40cm	l=25cm	l=40cm	l=25cm
W1	9.6	5.3	6.6	6.3
W2	3.985	3.377	2.817	2.6
H	5.68	5.85	4.88	4.85

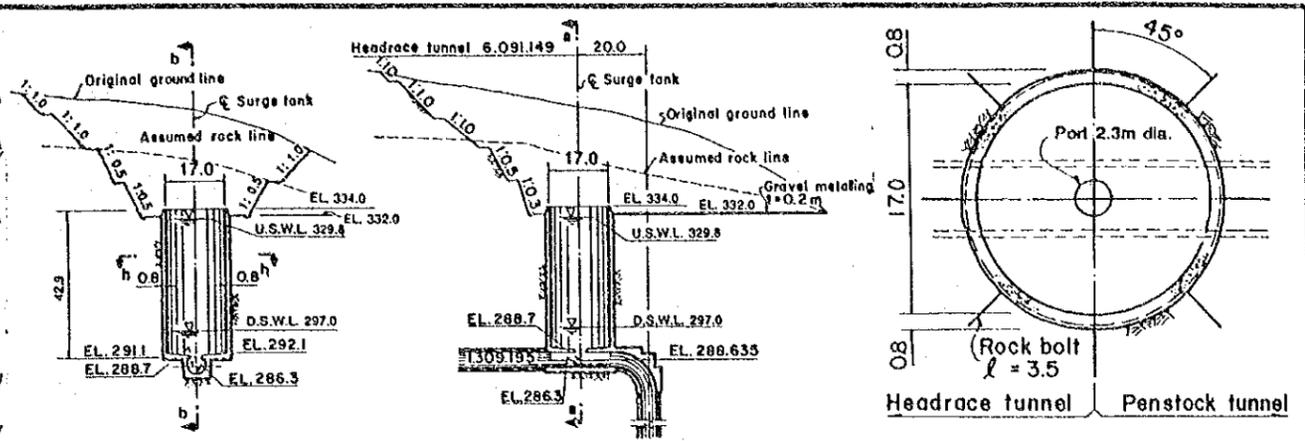


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL
SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

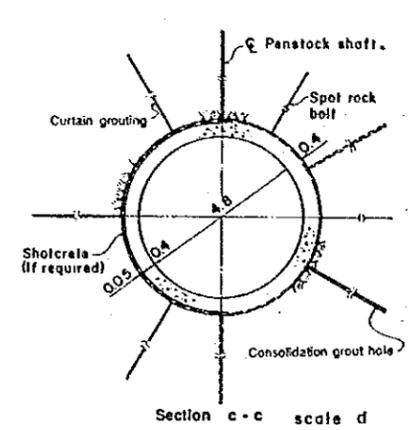
図 5 導水路、平面図及び標準断面図



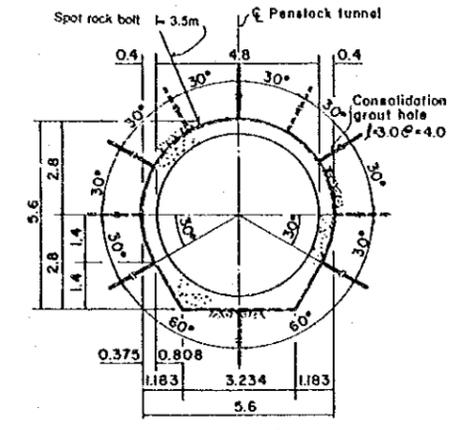
General Plan scale 1



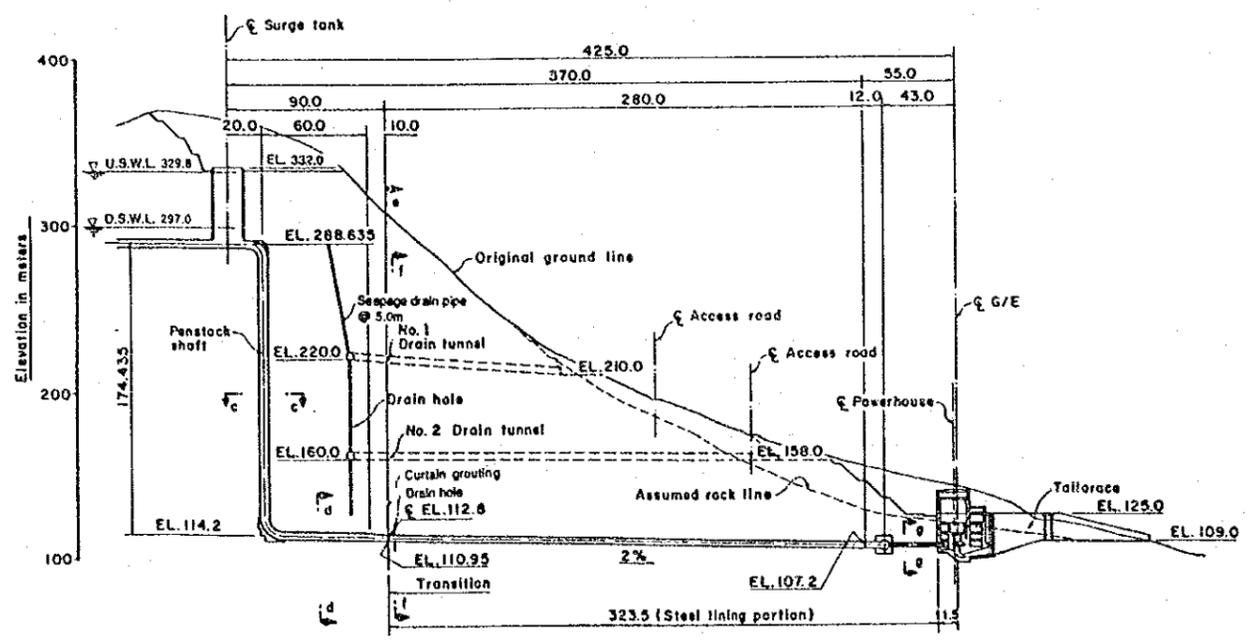
Section a-a scale b Section b-b scale b Section h-h scale c



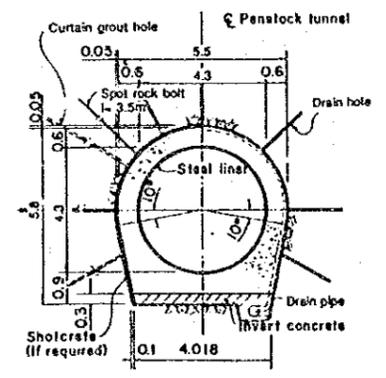
Section c-c scale d



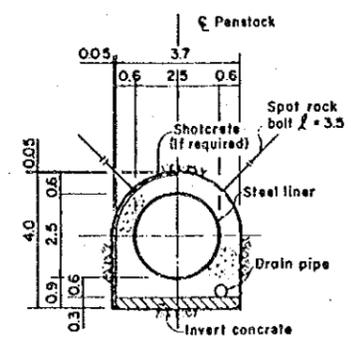
Section d-d scale d



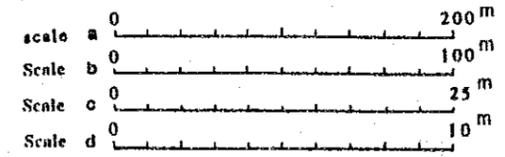
Profile scale a



Section e-e & f-f scale c

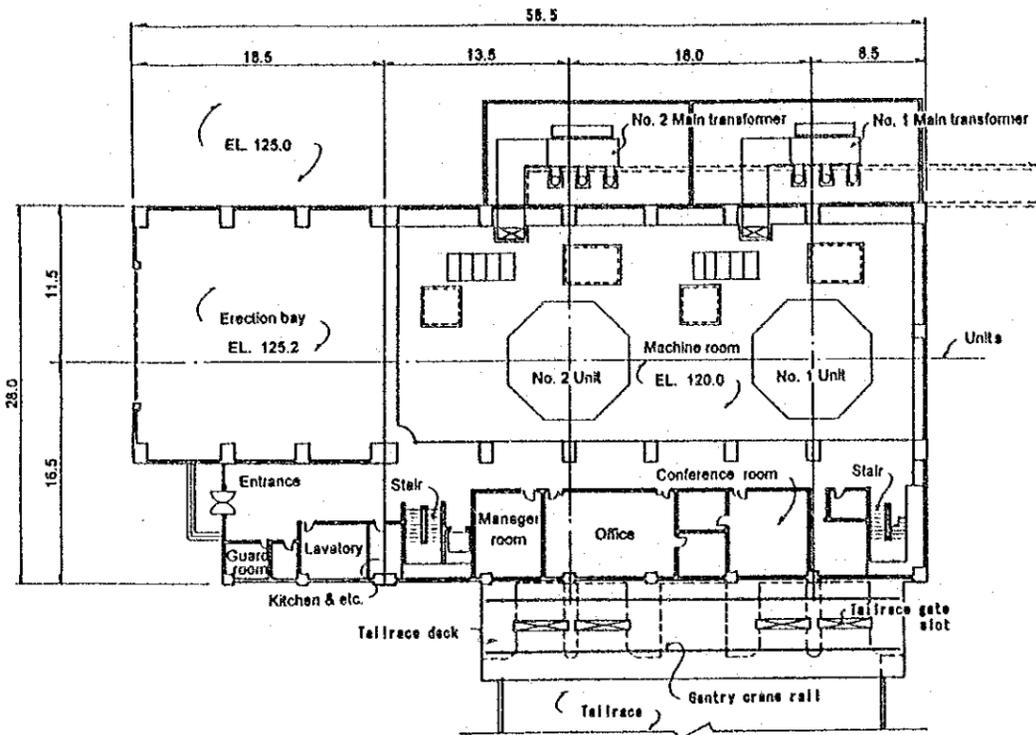


Section g-g scale d

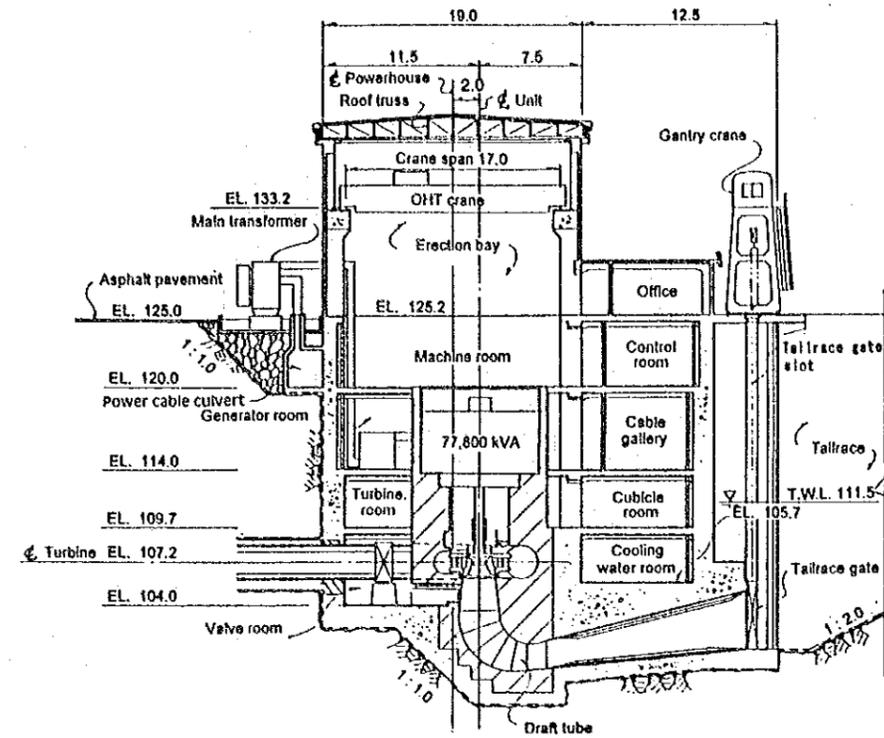


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL
SALTO PIÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

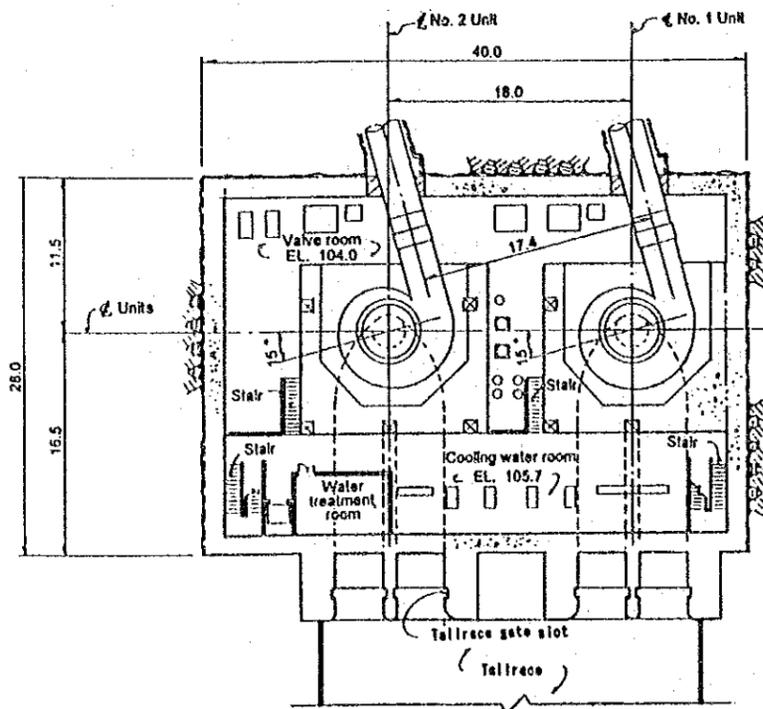
図 6 調圧水槽及びペンストック、平面図、縦断面図及び標準断面図



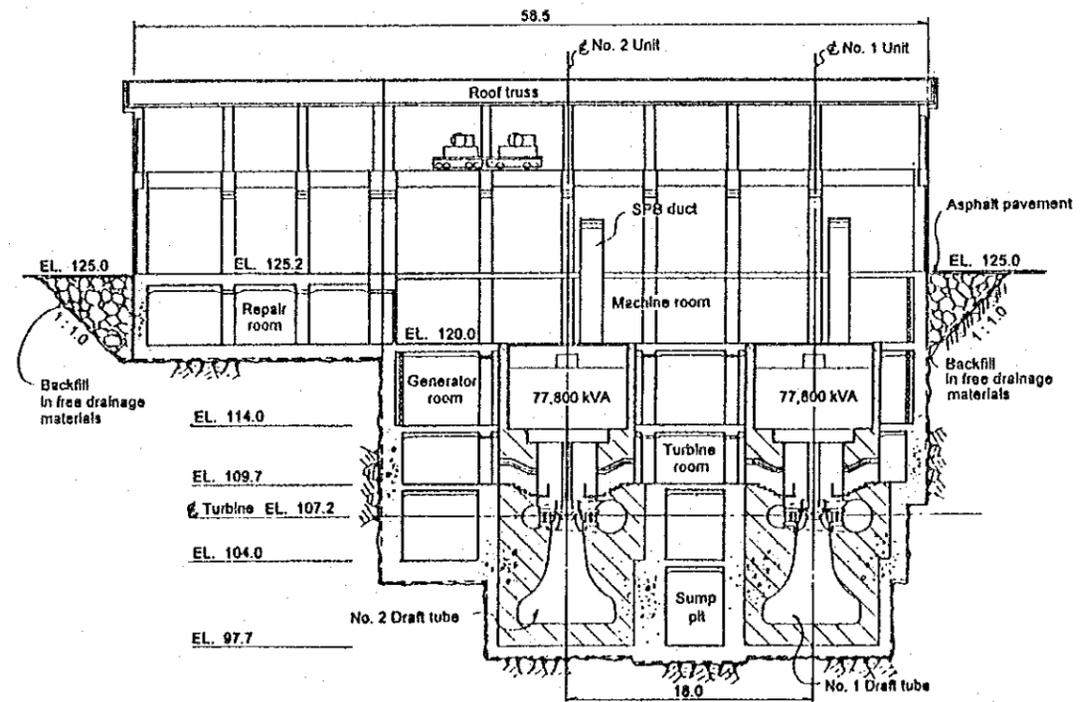
FLOOR PLAN 120.0 AND 125.2



TRANSVERSE SECTION



FLOOR PLAN EL. 104.0 AND 105.7

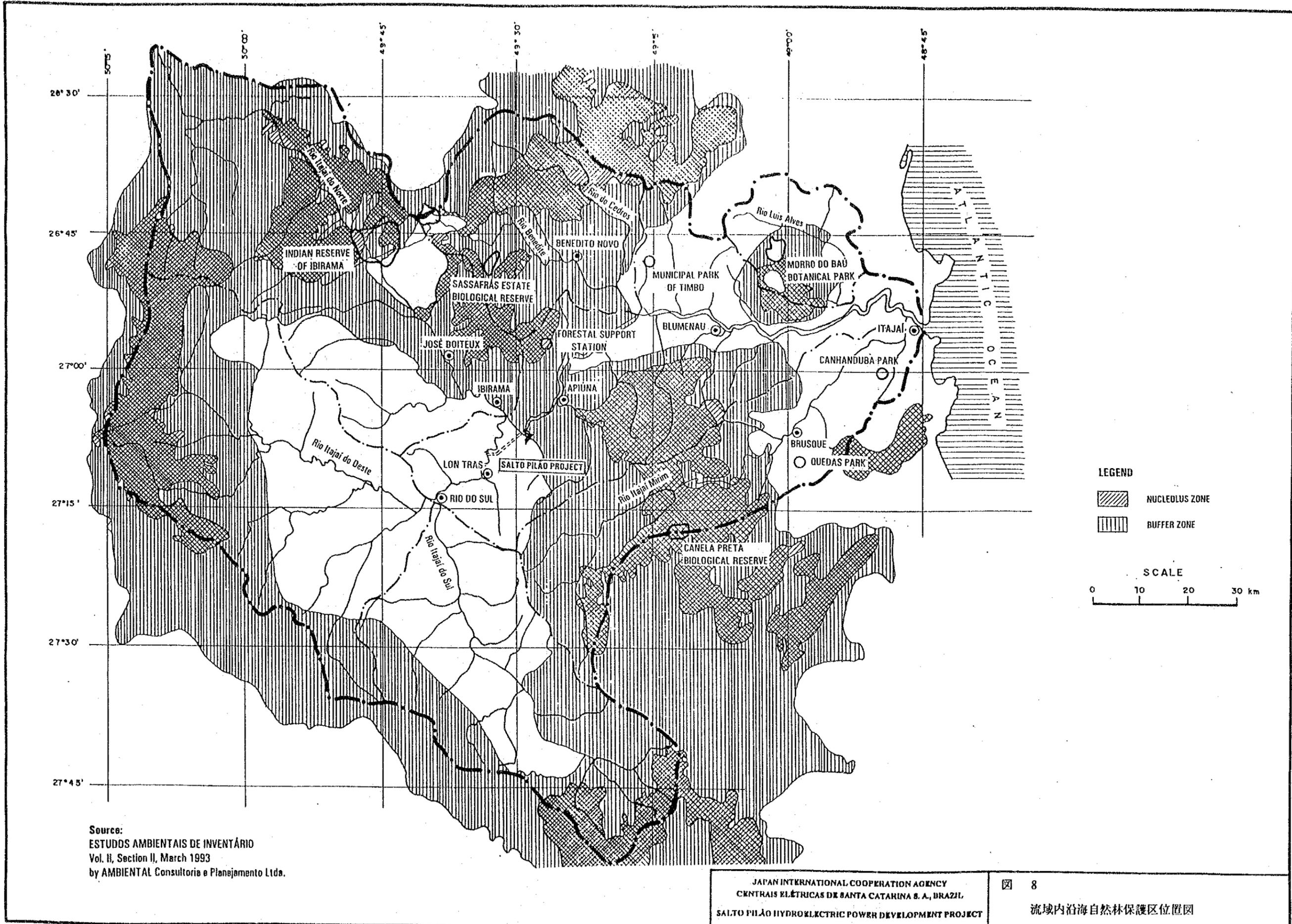


LONGITUDINAL SECTION

Scale 0 25m

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL
SALTO PIÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

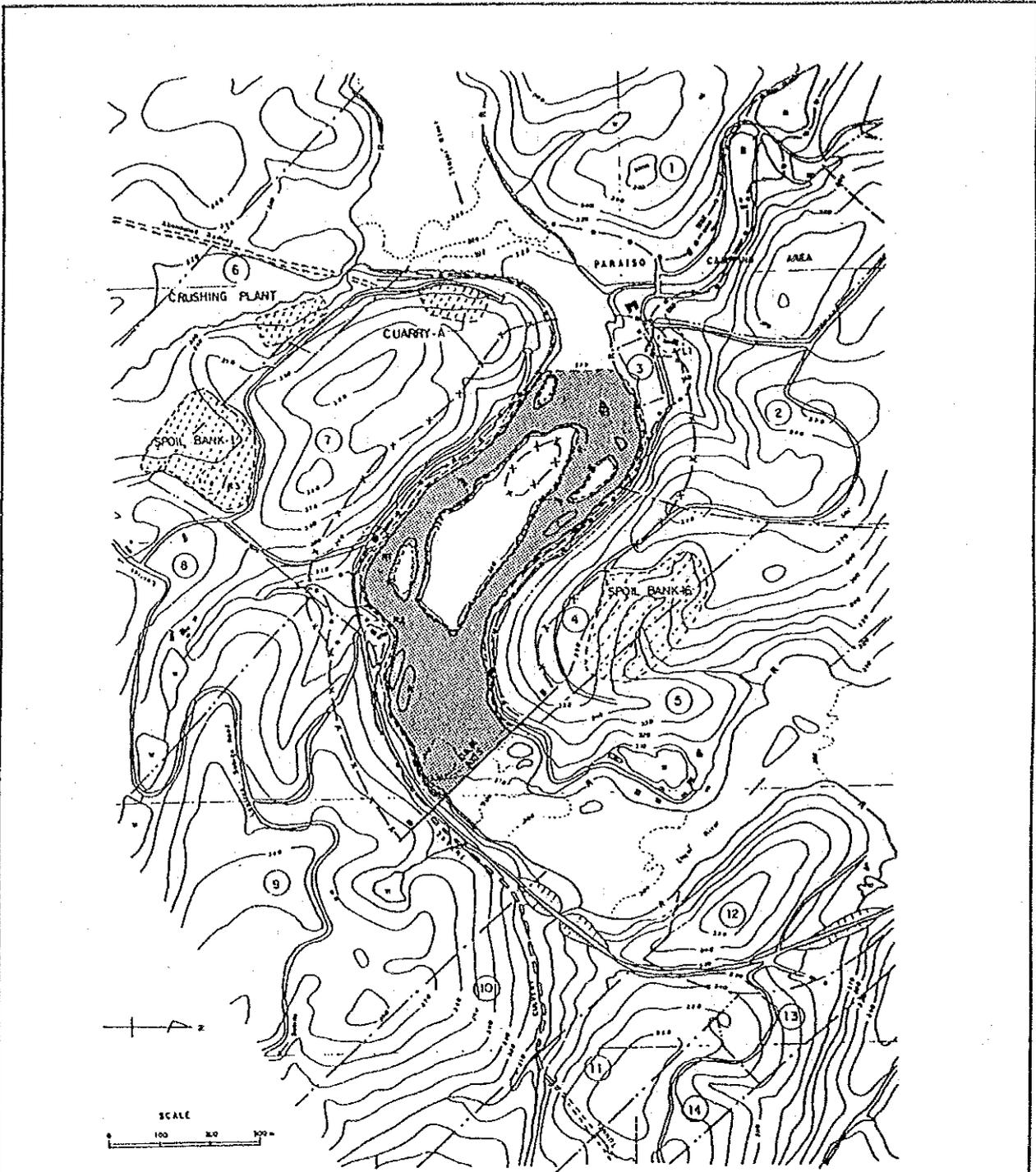
図 7
発電所、平面図及び断面図



Source:
 ESTUDOS AMBIENTAIS DE INVENTÁRIO
 Vol. II, Section II, March 1993
 by AMBIENTAL Consultoria e Planejamento Ltda.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A., BRAZIL
 SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

図 8
 流域内沿海自然林保護区位置図



LEGEND

- A— River Level (100 cms) without Project
- River Level (100 cms) with Project : FSL = 319 m
- .-.- River Level at 5,300 cms with Project
- x-x- 100m Protection (Buffer) Zone around Reservoir
- Approximate Estate Boundary (1) No of Estate
- : Building
- ⊙ : Building to be Relocated

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A., BRAZIL
 SALTO PILÃO HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

图 9
 貯水池洪水影響範圍

JICA