

ブラジル連邦共和国

イタジマイニョ連邦共和国

第 1 巻

第 1 号

1999年10月

国際連邦国

UNICPS
703
643
MPN
LIBRARY

10
11
12

ブラジル連邦共和国

イタジャイ河流域包蔵水力調査

第一部

要約報告書

JICA LIBRARY



1093901 (5)

22958

1991年10月

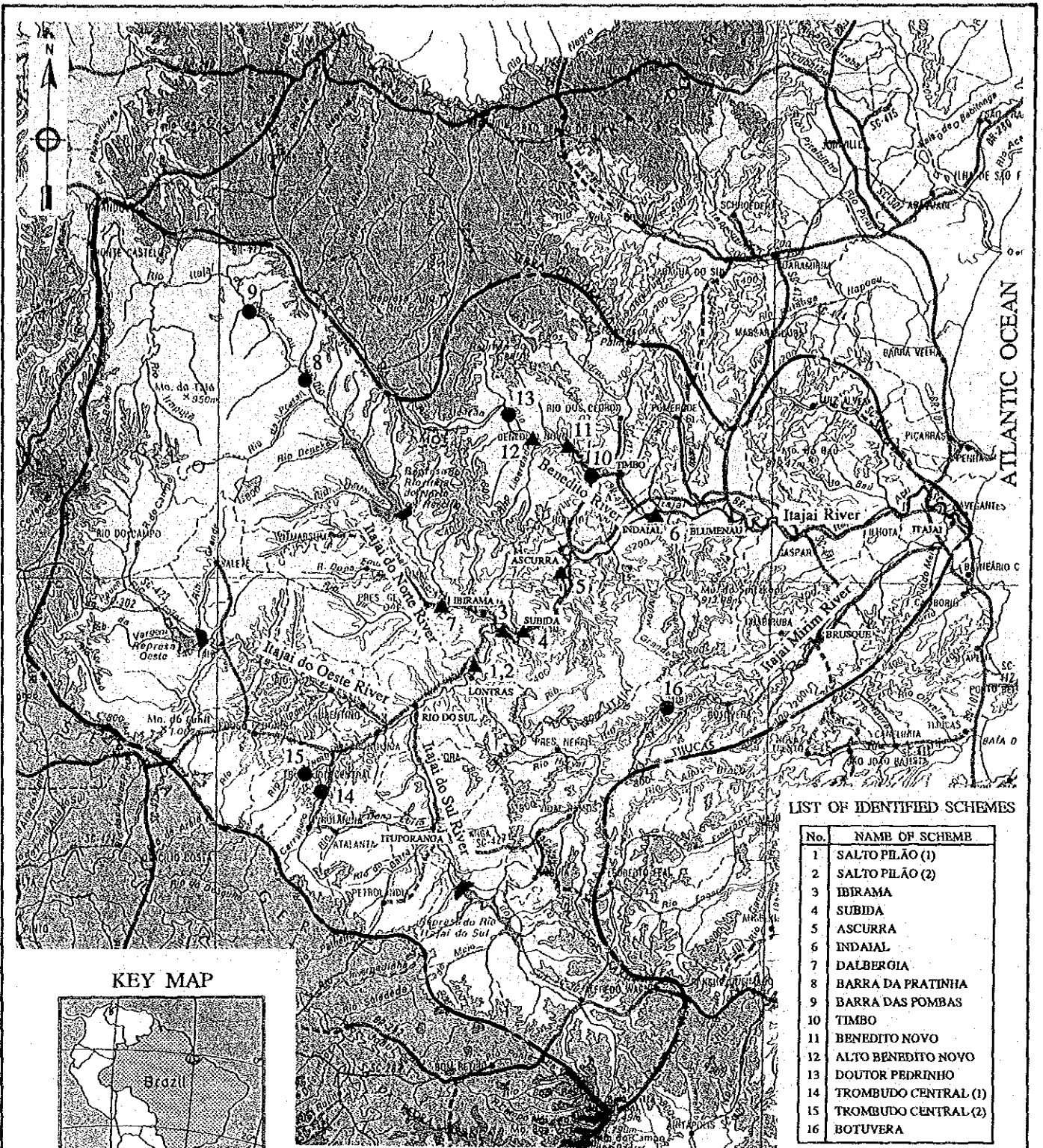
国際協力事業団

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)

国際協力事業団

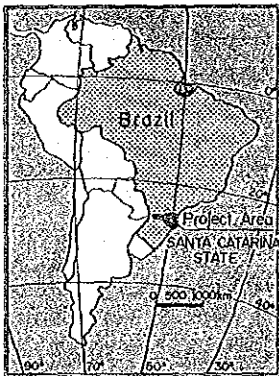
22958



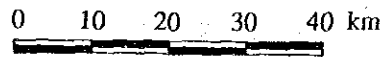
LIST OF IDENTIFIED SCHEMES

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	DOUTOR PEDRINHO
14	TROMBUDO CENTRAL (1)
15	TROMBUDO CENTRAL (2)
16	BOTUVERA

KEY MAP



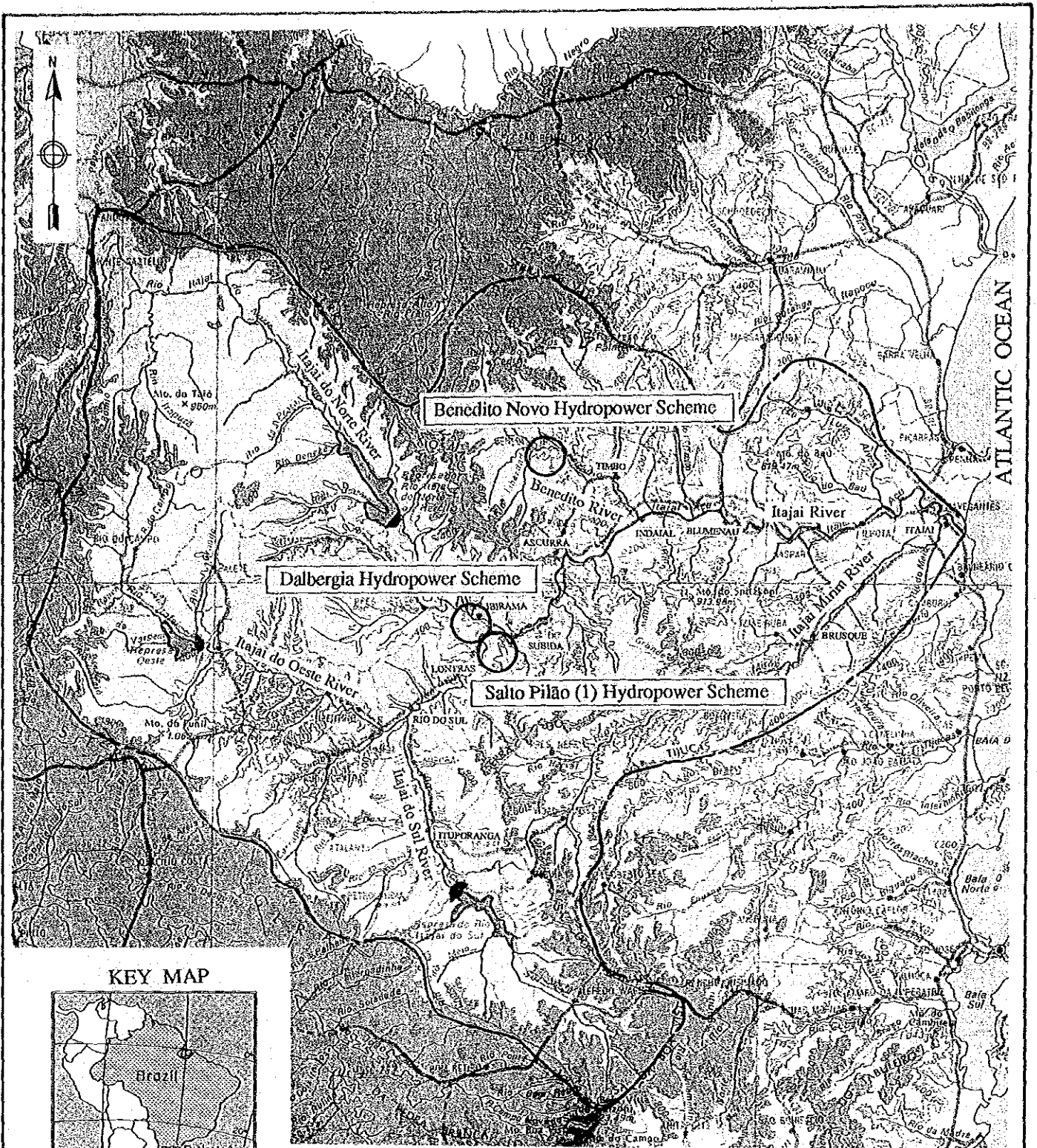
Scale



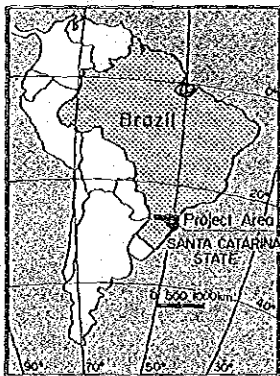
LEGEND

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

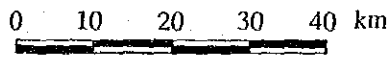
16 包蔵水力地点の位置図







KEY MAP



Scale



LEGEND

-  BASIN BOUNDARY
-  RIVER
-  EXISTING DAM & RESERVOIR
-  HYDROPOWER SCHEME

選定された3発電計画地点の位置図

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
ELETRORBRAS	:	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 ²	: square centimeter	%	: percent
m ²	: square meter	°C	: degree centigrad
ha	: hectare	10 ³	: thousand
km ²	: square kilometer	10 ⁶	: million
		10 ⁹	: billion
容積			
cm ³	: cubic centimeter	m ³ /s	: cubic meter per second
l	: liter		
m ³	: 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

1991年5月末における換算率 US\$ 1 = Cr\$ 285.5 = ¥ 140

(4) その他

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

要 約

調査の背景と目的

1. サンタカタリナ州は州面積95,483km²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G R D P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。15,220km²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様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。この様な事より、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、J I C A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。
2. 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。
3. 本調査は1990年6月中旬より1991年10月末の約17ヶ月に亘って実施された。そのうち、第1段階の調査期間は7ヵ月、第2段階のそれは10ヵ月である。調査結果は最終報告書にとりまとめられており、この報告書は5部より構成されている。第一部

は調査結果の全体をとりまとめた要約報告書である。第二部は第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。第三部は第2段階での調査結果に対する主報告書で、Salto Pilao (I)、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。第四部は第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。第五部は第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。

イタジャイ河流域

(1) 位置及び河状

4. 流域面積15,220km²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の広がりをもつ。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、リオドスル市付近にて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、イピラマ市付近で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250 kmである。

(2) 気象、水文

5. 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ボランガ市で18.4℃である。又、最低気温は6月のイトウボランガにおける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、イトウボランガで30.3m³/sec、イピラマで54.3m³/sec、リオドスルで 103m³/sec、インダイアルで 220m³/sec、又、支川、Itajai Mirimのブルスケで25.1m³/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) 地 質

6. プロジェクト地域の主要な地層は、地質時代上プレカンブリアン紀のサンタカタリナ複合岩体層、ガスパス層、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タ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ットノボ）に広く分布している。ガスパス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、リオドスル及びイタ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。

(4) 土 壤 及 び 植 生

7. 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礫土壌）、CHa型（腐植質鉄礫土性変成淡黄色土壌）及びCBlla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。

(5) 土地利用

8. 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。

9. ブラジルは日本の国土面積の約22.5倍に相当する 8,511,865km²の国土面積をもつ。1989年におけるブラジルにおける国民総生産は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。サンタカタリナ州はブラジルの南部に位置し、北部はパラナ州、南部はリオグランデドスル州に接しており、東部は大西洋に、又、西部はアルゼンチンと面している。イタジャイ河流域における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の2.26%、又、全国土人口のその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、インダリアル、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/km²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/km²をもつ都市としてイタジャイ、ナベガンテス、ティンボー、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。

10. 流域における第1次産業は農業、森林業、牧畜業、漁業及び地域産業が主体をなしている。1980年時の第1次産業の総生産高は133.4億Cr\$.で、その内訳は農業の80.28億Cr\$ (60%)、牧畜29.17億Cr\$ (22%)、漁業10.77億Cr\$ (8%)、森林業7.51億Cr\$ (6%)、地域産業の5.71億Cr\$ (4%)となっている。流域内における主な農産品は米、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。

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。1980年時の流域内の第2次産業の総生産高は1,165億Cr\$であった。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年における産業困勢調査によると、主要な産業業種である製造工業及び工業の製品の65%は(i)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流域内生産高に対する割合はそれぞれ39%、18%、及び5%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。1980年時の流域内での第3次産業の生産高は713億Cr\$で、その内訳は商業の615億Cr\$ (91%)、サービス業の62億Cr\$ (9%)となっている。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。

電力の需要と供給

11. 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、発電開発計画実施に対する許認可業務を行うと共に、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リナ州の電力公社で州内の電力供給業務を担っている。

12. 電力部門の現状を知るため、電力需要想定に必要な基礎資料の収集並びに電力市場調査を行った。資料はCELESC関係とCELESC電力系統が連系されている南部／南東部の電力系統をも含む。全ブラジル、南部／南東部電力系統及びCELESCの1989年末に於ける電力供給状況は次の如く要約される；

- (i) 全ブラジルの発電設備容量は53,883MWで、年間発生電力量は232,705GWhを記録し、このうち水力は全体のそれぞれ91%、96%を占めている。
- (ii) 南部／南東部電力系統での発電設備容量は41,034MWである。
- (iii) CELESCでは年間最大電力 1,228MW、年間電力量7,061GWhを記録し、このうちCELESC保有の発電設備は74.3MW、年間自己発電電力量は386GWhに過ぎず、残り95%はELETROSUL 及びITAIPO Binational、その他よりの買電で賄っている。
CELESC の買電々電力量の内訳は家庭用21%、工業用54%、商業用9%、農村電化用9%及び公共用その他が6%となっている。

13. 最近10年間にCELESCの消費電力量は2,676GWhから6,456GWhに増加し、これはGDPの0.6%、GRDPの3.3%の伸び率を超える9.2%の高い率を示している。一方、CELESCにおける最大の電力需要は567.7MWより1,228.4MWと年率8.1%で増大している。CELESCの日負荷曲線は夜間ピーク型で通常の日は74%～83%の日負荷率を示した。最近10年間の年間負荷率は53%～62%の間にあり、1983年以降は60%から66%へ年平均約1%の割合で改善されつつある。

14. 一般消費者向及び電力卸売買金はインフレーションによる目減りをカバーするために1990年3月15日及び6月7日にそれぞれ値上げ改訂された。値上げ後も尚、電力量料金は他の中南米諸国と比較すると依然として安いと思われる。

15. 全ブラジルの各地域毎の電力需要想定はELETROBRASによって国家電力プラン1987/2010の中で作成され、10年拡張計画(1990-1999)の中でGCP Sによって検討修正されている。又、CELESCは1990年7月にサンタカタリーナ州内の電力想定を行っている。これらの結果は適正なものとして判断され、次の様に要約される；

- (i) 南部／南東部系統の電力量、電力はそれぞれ年間平均伸び率5.1%、4.4%で増加し、2000年には258,636GWh及び41,940MWに達する見込みである。
- (ii) CELESCの電力量、電力はそれぞれ年間平均伸び率4.9%、4.2%で増加し、2000年には11,944GWh、1,938MWに達する見込みである。

16. 需要想定に基づいてCELESCを含む南部／南東部系統の電力開発拡張プログラムがGCP Sによって作成され吟味修正されており、その結果は適当な予備力をもって需給がバランスする計画となっている。
17. CELESCは建設費が高いという理由から、現在は火力発電所の建設の意図は持っていない。本イタジャイ河水力開発計画で代替火力として相似規模の石炭火力発電所とCELESC提供の建設費を基に比較したが、水力発電所の方が経済的との結論を得た。

第1段階におけるマスタープランスタディ

(1) 図上検討

18. 包蔵水力地点確認のための調査（図上検討）を等高線間隔20mの5万分の1地形図及び等高線間隔10mの1万分の1地形図さらにイタジャイ河及びその支流の河床縦断面図に基づいて実施した。この調査では、流域の地形状況より2つの開発方式、即ち、流れ込み式及び貯水池式が考えられた。流れ込み式開発に対しては単一取水路型流れ込み式、流域変更式流れ込み式及び調整池付流れ込み式、貯水池式開発に対しては、水路式、副ダム付貯水池式及び流域変更式等が考えられた。その中で流れ込み式に対しては調整池付流れ込み方式を、又、貯水池式に対しては単一ダム型が採用された。
19. 上記の図上検討ではダム開発に伴う上流部の都市部の水没を避ける事を基本方針とした。イタジャイ河流域全体の図上検討の結果、表1に示される様に16包蔵水力計画地点が確認された。その内訳は9地点の流れ込み計画及び7地点の貯水池式計画となっている。これらの計画位置図は図1に示されている。

(2) 地質に対する検討

20. 16包蔵水力地点に対し、発電計画に必要な地質資料を得るための地質調査が実施された。調査はボーリング等の探査なしの地表踏査と既存の地質図に基づいて行なわれ、取水ダム、導水路、発電所ならびに建設材料地点に主眼をおいて実施した。
21. 各包蔵水力地点に対する地質評価は、地質上の特性を評価するための基準及び評

価の程度を示すための指標を設定して実施した。これらの基準ならびにランク付けは表2に示されている。各地点の地質状況の概要は以下に要約される。

(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。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砕帯が有り得る。上流2kmはカブリがやや薄い。

原石山はダムサイト右岸約1km上流にある花崗岩の丘を予定する。埋蔵量は300,000 m³、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。小規模な破砕帯が有り得る。

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。地下発電所の建設も考えられるが、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約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。小規模な破砕帯が有り得る。

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上流にある花崗岩の丘を予定する。埋蔵量は

300,000 m³、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。即ち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右岸に近接する流紋岩の丘を予定する。埋蔵量は5,000,000m³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砂岩を基盤とする両岸緩傾斜の比較的狭い谷である。掘削深さは左岸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。主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。また、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300,000 m³、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兩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。掘削深さは兩岸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上に設けられる。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 m³、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。人工粗骨材生産を要する。

(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。掘削深さは左岸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 m³、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兩岸急傾斜のU字状の谷である。不透水コア部掘削深さは兩岸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おそれはない。

原石山はダムサイト右岸1kmにある砂岩の丘を予定する。埋蔵量は5,000,000 m³、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 m³、層厚さは10mである。

(9) Parra das Pombas計画：

ダムサイトは硬い砂岩と泥岩の互層を基盤とする兩岸急傾斜のU字状の谷である。不透水コア部掘削深さは兩岸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兩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である。原石として利用できる深さは20m程度である。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300,000m³、層厚さは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) Limbo 計画：

ダムサイトは堅硬な片麻岩を基盤とする兩岸緩傾斜の広い谷である。掘削深さは兩岸10m、河床2mで特別な基礎処理は不要と判断される。湛水による地すべりの恐れはない。

原石山はダムサイト左岸2kmにある片麻岩の丘を予定する。埋蔵量は5,000,000 m³、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300,000 m³、層厚さは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。掘削深さは兩岸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強い。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にある閃緑岩の丘を予定する。埋蔵量500,000 m³、層厚さは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 Benechito 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。掘削深さは兩岸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に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. ベネディトノボのものと同じとする。即ちベネディトノボのダムサイト右岸約1kmにある閃緑岩の丘である。埋蔵量は500,000m³、表土深さは10mで運搬距離は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兩岸10mないし15mで特別な基礎処理を要する破碎帯の存在の可能性はある。湛水による地すべりの可能性はある。

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1,500,000 m³、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500,000 m³、層厚さは10m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。

(14) Trombudo Central (I)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。不透水コア部掘削深さは10m以上で特別な基礎処理を要する破碎帯の存在の可能性はある。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はある。

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3,000,000 m³、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500,000m³、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。不透水コア部掘削深さは10m以上、特別な基礎処理を要する破碎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 14.トロムブドセントラル(1) のものと同一とする。即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 3,000,000m³、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 300,000m³、層厚さは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兩岸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。湛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 5,000,000m³、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風化した千枚岩を予定、埋蔵量は 500,000m³、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。

(3) 環境予備調査

22. 図上検討の結果として確認された16包蔵水力地点に対する環境上の影響を確認並びに評価すると共に、今後さらに調査すべき事項を明確にするために環境影響予備評価（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検討するためチェックリスト方式を採用した。
23. 環境評価を行うための調査項目として、自然環境に対しては貯水池内での堆砂及び下流河道への影響、土壌浸食、河川環境、植生への影響、及び動物への影響、社会環境に対しては地域内の人口分布の変化及び移転問題、農林業への影響、水産業、第二次産業への影響、水資源利用への影響、陸上交通への影響、景観の悪化への影響及び文化財等への影響がとりあげられている。各項目に対する評価は評価に対す

る基準を設定すると共に、評価の程度を表わすための指標を定め、これに基づいて実施した。以上の評価結果は、表3に示されている。各包蔵水力地点に対する総合的な環境評価は以下の通りである。

- (i) Salto Pilao (1) 及び(2) 計画；これらの計画は流れ込み式であり、水没面積も極めて小さいため、特に注目すべき環境上の問題は考えられない。
- (ii) Ibirama 及びSubida計画；ダム地点左岸に国道が走っており、ダム建設によって付替又は代替交通が必要となり、地域交通、人間の往来等の陸上交通への影響を与える事により、地域の経済に影響を与え、あるいは生活上の不便を与える事が考えられる。この問題以外には特に注目すべき環境上の問題は考えられない。
- (iii) Ascurra 計画；この計画は流れ込み式ではあるが、比較的大きな水没面積を占めている。この面積内に家屋、林、農地等が存在するため、家屋移転問題、農林業への影響、さらに水没による国道の代替による陸上交通への影響が指摘される。
- (iv) Indaial 計画；この計画地点はIndaial 市直下に位置しておりダム地点左岸には国道、右岸には州道が走っている。このため、陸上交通への影響が指摘される。
- (v) Dalbergia 計画；この計画は流れ込み式で水没面積も小さい事より特に注目すべき環境上の問題は考えられない。
- (vi) Barra da Pratinha 計画；この計画は貯水池式で約80m高のダムが提案されている。水没地域内には森林が多く、又国道が水没地内を走っているため、林業への影響及び陸上交通への影響が指摘される。
- (vii) Barra das Pombas計画；この計画地点は山間部にあり、又大規模な貯水池計画が提案されている。水没地内には森林、農地及び国道等が存在するため、農林業への影響、陸上交通への影響及び野生動物への影響も指摘される。
- (viii) Timbo 計画；この計画は貯水池式ではあるが、河床勾配が比較的急であるため、水没面積もそれ程大きくはない。但し、ダム地点左岸を国道が走っており、陸上交通への影響が指摘される。
- (ix) Benedito Novo 及びAlto Benedito Novo計画；これらの計画は流れ込み式で水没面積も小さく、特に注目すべき環境上の問題は考えられない。
- (x) Doutor Pedrinho 計画；この計画は貯水池式ではあるが河床勾配が比較的急で、水没面積も小さい。但し、ダム地点の溪谷沿いに道路が走っており、この付替に伴う陸上交通への影響が考えられる。

- (xi) Trombudo Central (1)及び(2) 計画；これらの計画は貯水池式であり共に都市部近くに位置している。水没地区内に家屋、道路、農地が存在するため家屋移転問題、農業への影響及び陸上交通への影響が考えられる。さらに貯水池上流部に都市部が位置している事より都市排水の貯水池への流れ込みによる貯水池内での富栄養化問題も指摘されている。
- (xii) Botuvera計画；この計画は貯水池式で山間部に位置している。水没地内は森林部で占められ、又、溪谷沿いに道路が走っている。このため、林業への影響及び陸上交通への影響が指摘される。

(4) ELETROBRASによる計画基準

24. 図上検討の結果として確認された各包蔵水力地点に対し、ELETROBRASで規定された以下の基準に基づいて発生出力及び電力量を算定した。

- (i) 常時電力量 (Firm energy)は南部地区及び南東部地区のシステムを統合した電力系統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) 統合された電力系統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1949年 4月より1956年11月の期間とする。
- (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、この系統における電力不足量の一定量を加えものと定義し、常時電力量の90%として算定される。
- (iv) 二次電力量は通常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) 統合された電力系統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 当りのコストは以下の公式により求めるものとする。

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

CUEG；保障電力量の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)

E S ; 二次電力 (MW)

CMP ; ピーク出力に対するMW当りの費用 (US\$/MW)

P G ; ピーク出力 (MW)

E G ; 保証電力 (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

(5) 計画策定

25. 包蔵水力地点に対する発電計画は開発規模を変化させて検討した。流れ込み式に対しては、最大流量に対する平均流量の比を変化させて検討した。又、貯水池式では、貯水池規模及び貯水池最高水位を変化させて検討した。発電量を算定するため、発電用流量、貯水池水位、出力及び電力量を簡便式にて算出した。
26. 第一次スクリーニングにより16地点の包蔵水力計画を評価するため、主要構造物の規模を経験的な設計基準に基づいて設定した。又、第一次建設費用はCELESCによって実施された類似の計画で適用されている単価を使用して算定した。
27. 各包蔵水力地点での発電計画に対し算定された電力量及び第一次建設費に基づいて各比較案を含むインベントリーが作成された。包蔵水力地点の発電計画に対し最適規模を決定するために保証電力量に対するコストが評価指標として算定された。この評価指標に基づいて各比較案の中より最適案を選出した。各包蔵水力地点に対し選出された最適案は次の通りである。

発電計画名	型式	計画出力 (kW)	常時電力量 Ef (GWh)	保証電力量 Eg (GWh)	二次電力量 (GWh)	建設費 (Mill.US\$)	保証電力量のコスト (US\$/MWh)
1. Salto Pilao (1)	ROR	117,800	721.3	649.1	69.5	114.6	16.7
2. Salto Pilao (2)	ROR	67,100	470.0	423.0	31.2	80.7	18.5
3. Ibirama	ROR	24,600	172.1	154.9	32.4	121.4	77.0
4. Subida	ROR	9,200	64.1	57.7	12.1	74.7	128.5
5. Ascurra	ROR	5,600	34.2	30.8	8.5	75.2	243.7
6. Indaial	ROR	10,500	73.4	66.0	11.5	57.1	85.5
7. Dalbergia	ROR	15,900	97.5	87.7	14.2	58.5	65.7
8. Barra da Pratinha	RES	9,500	41.6	37.4	20.8	161.4	429.6
9. Barra das Pombas	RES	14,100	61.7	55.5	11.2	179.3	323.8
10. Timbo	RES	3,800	16.7	15.0	8.3	62.3	413.8
11. Benedito Novo	ROR	12,500	65.7	59.1	11.7	26.1	42.5
12. Alto Benedito Novo	ROR	12,900	56.7	51.0	10.5	36.0	69.2
13. Doutor Pedrinho	RES	1,400	6.2	5.6	2.0	67.8	1,222.0
14. Trombudo Central (1)	RES	2,100	9.1	8.1	1.6	44.7	551.2
15. Trombudo Central (2)	RES	1,100	4.6	4.2	0.5	53.9	1,299.7
16. Botuvera	RES	6,000	26.1	23.5	10.8	73.9	313.1

注) ROR : 流れ込み式
RES : 貯水池式

以上の結果よりイタジャイ河流域における全包蔵水力は発電規模で約238MW と算定される。

28. 第一次スクリーニングで算定された保証電力量に対する費用をELETROBRASで規定した限界費用と比較してその経済性を検討した。各5年毎の限界費用は1991～1995年のUS\$34/MWh より2011年以後のUS\$64/MWh に亘っている。従って保証電力量に対する費用が極めて高く、限界費用の上限値(約US\$70/MWh)より大きく逸脱している計画は第一次スクリーニングで除去するものとした。その結果、第一次スクリーニングを通過した計画は以下の通りで全て流れ込み式となっている。

発電計画名	計画出力(MW)	常時電力量(GWh)	保証電力量(GWh)
Saoto Pilao (1)	117.8	721.3	649.1
Salto Pilao (2)	67.1	470	423
Dalbergia	15.9	97.5	87.7
Benedito Novo	12.5	65.7	59.1
Alto Benedito Novo	12.9	56.7	51

29. 第一次スクリーニングを通過した発電計画案の中より次期プレフィージビリティスタディの対象計画案を選出するため、第二次スクリーニングの検討を行った。第二次スクリーニングに必要な工事費を算定するため、5万分の1地形図に発電計画

の一般概要図を作成した。発電計画の主な施設に対する工事数量は作成された一般概要図に基づいて積算した。各計画案に対する工事費は算定された工事数量に第一次スクリーニングで採用した工事単価を乗じて求められた。

第二次スクリーニングは第一次スクリーニングと同じ方法によって検討する事とした。一方、計画出力及び発生電力量は設定された発電施設の諸元より求められた損失落差に基づいて再計算を行った。発電力計算及び工事費に基づいて各発電計画案の保証電力量に対するコストも同様に再計算を行った。各計画案に対し算定された発電力、発生電力量、工事費及び保証電力量に対するコストは以下の通りである。

発電計画名	計画出力 (MW)	常時電力量 (GWh)	保証電力量 (GWh)	工事費 (Mill US\$)	保証電力量のコスト (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

30. 5発電計画案に対し工事实施の妥当性を検討するための技術的検討を行った、この検討の主な項目として技術的観点より特に地質、現地への道路施設及び工事着工前の必要事項等の工事に対する制約事項、社会的及び環境上の問題及びその他工事实施に対する制約条件等があげられる。技術的検討の結果、工事实施に際し特に注目すべき技術的及び環境上の問題は発生しないとの結論を得た。

5発電計画案のうち、Salto Pilao(2)案はSalto Pilao(1)の代替案であり、同一のダム地点を共有しているので同時には両計画は成立しない。両計画案のうち、Salto Pilao(1)案は経済的妥当性及び計画出力の規模の観点より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コストは2011年以後の発電計画に対する限界費用を超過している。Dalbergia 案の保証電力量に対するコストは同様に2011年以後の発電計画に対する限界費用を幾分超過しているが常時電力量が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コストは2001～2005年の発電計画に対する限界費用より小さい。

上記の状況を勘案し、Salto Pilao(1)、Dalbergia 及びBenedito Novo の3案を次期に実施すべきプレフィージビリティスタディの対象計画案として選定する事とした。選定された計画案は環境上への影響が極めて小さいものと考えられている。

第2段階におけるプレフィージビリティスタディ

(1) 計画検討方針及び基準

31. 南部／南東部電力系統における総設備容量に対する水力発電の割合は1989年で93%に及ぶ。この系統では流れ込み式発電所は原子力、石炭火力発電所と併用して系統内のベースロード用として運転されており、一方貯水池式発電所はピークロード用として運転されている。この系統での電力需要予測と電力拡張計画による供給計画をみると、発電出力 (MW) に比べ、電力量 (MWh) の予備力が少ない事が指摘される。この事は系統内では電力量を供給する発電所が今後必要とされる事を意味している。この様な状況に鑑み、より低廉な電力量をベースロード用として供給する発電所を今後イタジャイ川流域で開発する必要があると考えられる。
32. 第一段階で実施したマスタープランスタディで3発電所計画が第二段階でのプレフィージビリティスタディ対象プロジェクトとして選定されている。これらは全て流れ込み式開発であり、河川急流部での落差を最大限に利用した計画となっている。第一段階のマスタープランスタディでは5万分の1地形図 (20mコンター) 及び河川沿いのみの1万分の1地形図 (10mコンター) に基づいて最適ダム及び発電地点を選定、発電計画を策定したが、今回実施した地形測量によって得られた1万分の1の地形図 (5mコンター) によると、発電所地点は地形的制約のために代替案が考えられないが、ダム軸についてはいくつかの比較案が考えられる。従って、発電計画検討はまずダム軸を比較検討して、次に確定したダム軸それに伴う水路ルート、発電所地点等に対しプレフィージビリティレベルでの設計を行った。
33. 第一段階での発電計画検討ではELETROBRASで規定する最渇水期間での水車平均流入量に対する最大使用水量の比 (開発比) をパラメーターとして最適案検討を行った。この結果、最も低廉な発電量を供給し得る発電計画案は Salto Pilao (1), Dalbergia 案では開発比 0.7、Benedito Novo 案では 0.6に対する使用水量に基づいて選定されている。従って、今回の計画検討は第一段階のマスタープランで適用した開発比に対する使用水量に基づいて実施する事とした。適用された水車平均流入量、最大使用水量及び開発比は次の通りである。

計 画 名	水車平均流入量 (m ³ /s)	最大使用水量 (m ³ /s)	開 発 比
S.Pilao (1)	50.3	71.9	0.7
Dalbergia	19.3	27.6	0.7
B.Novo	8.4	13.9	0.6

(2) 最適案検討及びプレフィージビリティ設計

34. マスタープランで提案されたダム軸に加え、2ダム軸案が検討された。各3計画案に対するダム軸比較案の位置は図2, 3, 4にそれぞれ示されている。3発電計画の主要施設地点に対する地質調査結果概要は表4に要約されている。最適ダム軸案の選定は技術的、経済的観点と環境に対する影響を考慮して検討した。各発電計画案のダム軸比較案に対する水没面積及び補償対象家屋数は表5の様に算定されている。

環境影響評価の結果は第6章に要約してある。Salto Pilao (1) 案では、ダム軸-Aの直上流左岸部に保養所が位置しており、ダム軸-A又はB案が採用された場合、この保養地の殆どが水没する恐れがある事が指摘されている。又、Benedito Novo案では、ダム軸-Aの左岸部に設備容量1.15MWの既設発電所の取水施設があり、いずれの案に対しても既設の発電所への取水が不可能となる恐れがある事より、同発電所への補償問題が生じる事が指摘される。前述の各発電計画の主要施設に対する地質特性を考慮した計画、設計に基づく工事費及び算定された発生電力量による経済比較及び上記の環境影響評価の両観点を勘案し、Salto Pilao (1) 案ではダム軸-C案、Dalbergia 案ではダム軸-B案、Benedito Novo 案ではダム軸-C案が選定された。

35. 選定された各発電計画案のダム軸、それに伴う水路ルート、発電所地点に対し最適案検討及びプレフィージビリティ設計を行った。

3ダム地点は堅固な岩盤上に位置している事より、コンクリート重力式ダムを採用した。導水路トンネル、水圧鉄管等の最適規模は経済比較及び維持管理上よりみた許容流速等を勘案し選定した。その他の施設は水理及び構造計算より設計した。設計された各発電所案の一般概要図はSalto Pilao (1) 案では図5, 6, 7に、Dalbergia 案では図8, 9, 10に、Benedito Novo 案では図11, 12, 13に示されている。各発電計画案に対する計画諸元は次の通りである。

I. Salto Pilao (1) 発電計画

(1) 開発構想

発電の目的 ; CELESC系統への電力供給

開発方式 ; 調整池付流れ込み式

(2) 計画地点へのアクセス ; BR-470国道及びロントラス市より分岐する州道によるアクセス。

(3) 計画施設地点の地質

ダム地点 ; 堅固な花崗岩、河床部に幾分かのクラックが存在する。

導水路ルート ; 一般的に堅固な花崗岩、110 mに亘り断層帯が存在する。

調圧水槽地点 ; 堅固な花崗岩、特に技術的問題点なし。

発電所地点 ; 地表より12m以下に堅固な流紋岩が存在する。

(4) 水文

集水面積 ; 5.602 km²

年平均雨量 ; 1,530 mm

年平均流量 ; 109.9 m³/sec

(5) ダムおよび貯水池

最高運転水位 (F S L) ; 319 m

最低運転水位 (M O L) ; 317 m

湛水面積 (F S L) ; 0.40km²

日調整容量 ; 620,000 m³

型式 ; コンクリート重力式

天端標高 ; 320.5 m

堤高 ; 20.5m

堤長 ; 260 m

(6) 余水吐

型式 ; ゲート付越流型

設計洪水量 ; 5,700 m³/sec

越流部天端標高 ; 306.1 m

越流幅 ; 66m

(7) 導水路トンネル

型式 ; 円形断面、コンクリート巻立圧力式

長 さ ; 6.305 m

内 径 ; 5.2 m

(8) 調圧水槽

型 式 ; 単動型

内 径 ; 20m

高 さ ; 55.04 m

(9) 水圧鉄管路

型 式 ; 地下傾斜式内張鉄管

内 径 ; 5.2 m ~ 2.7 m

条 数 ; 1 条

長 さ ; 505 m

(10) 発電所

型 式 ; 地上式

寸 法 ; 幅34.0m × 長さ50.0m × 高さ33.2m

(11) 発電力及び発電力量

最大使用水量 ; 71.9m³/sec

放 水 位 ; 110.50m

定 格 落 差 ; 191.9 m

設 備 容 量 ; 113.6MW

保 証 電 力 量 ; 654.2GWh

(12) 発電機器

発 電 機 型 式 ; 縦軸半傘型

台 数 ; 2 台

定 格 出 力 ; 56.8MW

(13) 送電線

既設 138kV送電線間 138kV ; 7km

II. ダルベルジア水力発電計画

(1) 開発構想

発 電 目 的 ; CELESC系統への電力供給

開 発 方 式 ; 調整池付流れ込み式

(2) 計画地点へのアクセス ; BR-470国道及びイタジャイ河とイタジャイドノル
テ川合流部で BR-470 より分岐する SC-421 州道
によるアクセス。

(3) ダム地点

堅固な片麻岩 ; 河床部にクラックが数ヶ所存在する。
導水路ルート ; 全般的に堅固な片麻岩、110 mに亘り断層帯が存在する。
調圧水槽地点 ; 堅固な片麻岩、特に技術的問題なし
水圧鉄管ルート ; 堅固な片麻岩、特に技術的問題なし
発電所地点 ; 地表より11m以下に堅固な片麻岩が存在する。

(4) 水 文

集水面積 ; 3.203 km²
年平均雨量 ; 1,510 mm
年平均流量 ; 52.7m³/sec

(5) ダム及び貯水池

最高運転水位 (F S L) ; 227 m
最低運転水位 (M O L) ; 226.2 m
湛水面積 (F S L) ; 0.37km²
日調整容量 ; 240,000 m³
型 式 ; コンクリート重力式
天端標高 ; 228.5 m
堤 高 ; 22.5m
堤 長 ; 392 m

(6) 余水吐

型 式 ; ゲート付越流型
設計洪水量 ; 4.100 m³/sec
越流部天端標高 ; 218.5 m
越 流 幅 ; 87.5m

(7) 導水路トンネル

型 式 ; 円形断面、コンクリート巻立圧力式
長 さ ; 8.720 m
内 径 ; 3.6 m

(8) 調圧水槽

型 式 ; 単動型
内 径 ; 14m
高 さ ; 60.91 m

(9) 水圧鉄管路

型 式	;	地下傾斜式内張鉄管
内 径	;	3.6 m~1.7 m
条 数	;	1 条
長 さ	;	524 m

(10) 発電所

型 式	;	地上式
寸 法	;	幅23.6m×長さ35.0m×高さ30.4m

(11) 発電力及び発電力量

最大使用水量	;	27.6m ³ /sec
放 水 位	;	133.50m
定 格 落 差	;	74.1m
設 備 容 量	;	16.8MW
保 証 電 力 量	;	105.3GWh

(12) 発電機器

発 電 機 型 式	;	縦軸普通型
台 数	;	2 台
定 格 出 力	;	8.4MW

(13) 送電線

既設イピラマ送電線間 23kV ; 2 km

Ⅲ. ベネディトノボ水力発電計画

(1) 開発構想

発 電 の 目 的	;	CELESC系統への電力供給
開 発 方 式	;	調整池付流れ込み式

(2) 計画地点へのアクセス ; BR-470国道及びイタジャイ河とベネディトノボ川の合流点付近で BR-470 より分岐する州道によるアクセス。

(3) 計画施設地点の地質

ダ ム 地 点	;	堅固な花崗岩、左岸部に断層帯が存在する。
導水路ルート	;	全般的に堅固な花崗岩、280 mに亘り断層帯が存在する。
調圧水槽地点	;	堅固な花崗岩、特に技術的問題なし

水圧鉄管ルート ; 堅固な花崗岩、特に技術的問題なし
発電所地点 ; 地表より 5 m 以下に堅固な片麻岩が存在する。

(4) 水 文

集水面積 ; 586 km²
年平均雨量 ; 1,620 mm
年平均流量 ; 14.5m³/sec

(5) ダムおよび貯水池

最高運転水位 (F S L) ; 277 m
最低運転水位 (M O L) ; 270 m
湛水面積 (F S L) ; 0.029 km²
日調整容量 ; 160,000 m³
型 式 ; コンクリート重力式
天端標高 ; 278.5 m
堤 高 ; 24.5m
堤 長 ; 130 m

(6) 余水吐

型 式 ; ゲート付越流型
設計洪水量 ; 1.500 m³/sec
越流部天端標高 ; 236.9 m
越 流 幅 ; 34m

(7) 導水路トンネル

型 式 ; 円形断面、コンクリート巻立圧力式
長 さ ; 1,815 m
内 径 ; 2.8 m

(8) 調圧水槽

型 式 ; 単動型
内 径 ; 10m
高 さ ; 31.31 m

(9) 水圧鉄管路

型 式 ; 地下傾斜式内張鉄管
内 径 ; 2.8 m ~ 1.2 m
条 数 ; 1 条
長 さ ; 455 m

- (10) 発電所
 型 式 ; 地上式
 寸 法 ; 幅21.1m×長さ30.8m×高さ21.6m
- (11) 発電力及び発電力量
 最大使用水量 ; 13.9m³/sec
 放 水 位 ; 154.20m
 定 格 落 差 ; 115.0 m
 設 備 容 量 ; 13.2MW
 保 証 電 力 量 ; 65.4GWh
- (12) 発電機器
 発 電 機 型 式 ; 縦軸普通型
 台 数 ; 2台
 定 格 出 力 ; 6.6MW
- (13) 送電線
 既設ティンボ送電所間 69kV ; 17km

(3) 実施計画及び工事費積算

36. 各発電所計画案に対し、フィージビリティスタディ、詳細設計及び工事を含む実施計画及び工事工程を作成した。工事工程は図14、15、16にそれぞれ示されており、工事期間はSalto Pilao(1)は4年、Dalbergia 案は 3.5年、Benedito Novo 案は3年を予定している。

37. 前記の計画諸元に基づく工事数量及びCELESC及びその他の実施機関で実施した類似のプロジェクトの工事単価の評価結果(1991年5月物価基準)を使用し、各発電計画案に対する工事費を積算した。その要約を以下に示す。

(単位: 10³ US\$)

費用内訳	計 画 名		
	Salto Pilao (1)	Dalbergia	Benedito Novo
直接費	143.506	80.880	41.593
補償費	171	183	2.003
管理費	7.175	4.044	2.080
技術経費	4.100	3.760	3.480
予備費	23.243	13.330	7.373
合計	178.195	102.197	56.529

工事計画工程に基づき工事期間に支出される費用を以下の様に算定した。この場合、工事は国際入札で選定された業者により実施されるものとし、前渡金として工事費の20%を支出するものと仮定した。

(単位：10³ US\$)

工事年	計 画 名		
	Salto Pilao (1)	Daibergia	Benedito Novo
第 1 次 年	55.398	30.202	17.392
第 2 次 年	19.900	23.035	16.076
第 3 次 年	54.231	35.807	23.061
第 4 次 年	48.666	13.152	—
合 計	178.195	102.197	56.529

(4) プロジェクトの評価

38. 発電計画に対する経済評価は、保証電力量に対する MWh 当りのコストと ELETRO-BRAS で規定している電力拡張計画に対する限界費用（マージナルコスト）を比較してその経済性を評価した。更に、電力拡張計画でのいくつかの限界費用を基に発電便益を求め、内部経済収益率（EIRR）を算定した。

電力拡張計画に対する限界費用は本年5月に改訂された。改訂された限界費用は次の通りである。

開 発 期 間	限界費用 (US\$/MWh)
1991～1995	45
1996～2000	48
2001～2005	58
2006～2010	71
2011年以後	86

一方、算定された保証電力量に対する MWh 当りのコストは次の通りである。

計画名	設備容量 (MW)	保証電力量 (MWh)	2次電力量 (MWh)	工事費 (10 ⁶ US\$)	保証電力量に対するコスト (US\$/MWh)
S.Pilao (1)	113.6	654,211	63,009	178.2	26.5
Dalbergia	16.8	105,343	12,200	102.2	96.7
B.Novo	13.2	65,420	11,408	56.5	85.4

上表に示される様に、Salto Pilao (1) 案は経済性及び設備容量の大きさより他の2計画より極めて優れている。1996～2000年の限界費用は US\$48/MWhとされており、Salto Pilao (1) 案はこれを大きく下回っている。この事はSalto Pilao (1) 案が早期に開発する価値がある事を示している。

Benedito Novo 案の保証電力量に対するMWh 当りのコスト、US\$85.4/MWh は2011年の限界費用 US\$86/MWhに近い。この事より、Benedito Novo 案は開発の価値はあるものの、その開発は地域の経済が向上し、計画がフィージブルになる時点まで延期すべきである事を意味している。一方、Dalbergia 案はその保証電力量のコストがELETROBRASで規定している限界費用を大きく上回っており、現時点ではフィージブルではないと判断する。

一方、3ケースの限界費用に基づくEIRRは次のように算定された。

計画名	E I R R (%)		
	限界費用 (US\$/MWh)		
	45	48	58
S.Pilao (1)	13.3	14.1	16.5
Dalbergia	3.4	3.7	4.8
B.Novo	4.0	4.4	5.6

39. 3発電所計画案に対する総合評価は次の4観点、即ち経済性、実施のタイミング、地域に対する社会、経済開発への貢献度及び環境に対する影響等を考慮して検討した。

経済性、実施のタイミングよりは Salto Pilao (1)案が他の2案より優れており、同計画の早期開発が望まれる。地域への社会経済開発の貢献度に対しては、電力の安定供給及び工事実施に伴う雇用機会の増大等を考慮した。又、環境上への影響として、工事実施に伴い直接影響をうける家屋数及び土地面積等を考慮した。この総合評価の結果、Salto Pilao (1) 案が最も優れている事が示された。この事より今

後のフィージビリティスタディの対象プロジェクトとして同計画を選定する事が提案される。

(5) 今後のフィージビリティスタディに対するプログラム

40. 選定された Salto Pilao (1)発電計画に対する今後のフィージビリティスタディのためのプログラムは、地形測量、環境、補償物件調査及び地質調査等より成る現地調査及び水文、社会経済調査、電力調査、環境影響評価、計画策定設計、プロジェクト評価等を含むフィージビリティスタディ及び設計より成り、この調査プログラムの詳細は主報告書第10章に示されている。現地調査及びフィージビリティスタディ及び設計を含む全実施工程は10ヶ月を予定している。

(6) 環境調査結果

41. Salto Pilao (1) 計画

(1) 自然環境

(i) 景観

- a. 現況： イタジャイ川中流に位置する。イタジャイ川は比高30～100mの丘の多いダムサイト付近では谷が開け、小規模な滝からなる早瀬をなす。この地点から発電所までは更に急流となる。景観美はあるが現在のところ観光の対象となっていない。
- b. 影響： ダムサイトから上流に貯水池が形成され、特にその下流部の流量が減少する。原石山開発の結果その山容が変わる。
- c. 対応： 原石山跡地に対しては景観を整える事業実施が望ましい。間接的影響の評価と対応は関係項目で述べる。

(ii) 植生

- a. 現況： 山腹は牧草地及び畑地に利用されている。川沿いに二次林が多い。
- b. 影響： 川沿いの二次林は小面積に分散しているため生産林となしがたく、また希少価値ある樹種の保存の観点からも重要性に乏しい。これらが湛水によって減少することによって地域の植生が受ける影響は微小である。
- c. 対応： 対応せず。

(iii) 野生生物

- a. 現況： 川沿いの森林には政府によって絶滅寸前と指定されているシャク

ケイ及び絶滅の恐れありと指定されているスズドリをはじめ、地域特有かつ重要な10種類の鳥が棲息している。早瀬嗜好、静水嗜好の魚種は共に豊富である。移住性の魚種も認められている。自家消費用に捕獲されている。草食獣も肉食獣も調査によって確認されなかったが、山岳にはごく少数のピューマがいると信じられている。

- b. 影響： 湛水によって川沿いの森林が失われれば、希少価値の高い種類の鳥の棲息地を侵害することになり、程度によっては、絶滅させる可能性もある。湛水によって静水嗜好性の魚種の増殖が期待される。逆に移住性の魚種は減少するかもしれない。山岳に棲息する野獣への影響は考えられない。
- c. 対応： 川沿いの森林に棲息する鳥類への好ましくない影響を極小化するためには、水没森林を最小にとどめることが望ましい。この観点から見れば、ダムサイト選定にあたってダムサイトA及びBに対して、湖岸の延長が最小となるダムサイトCを選定するべきである。静水嗜好魚増殖の可能性を生かして養殖を行うことを計画すべきである。ただし養殖実施にあたっては貯水池の富栄養化や移殖魚の過剰な捕食などの好ましくない影響に対する十分な考慮が必要である。生態系の更に詳細な観察と検討が望ましい。

(iv) 水資源

- a. 現況： 市町村に公共水道施設があるが、農家では通常堀抜き井戸を使用している。水質が悪いためしばしば疫病が発生する。ダムサイトから上流域に灌漑農地が 9.707haあり、灌漑期の12月から3月までに16cu.m/sの用水需要がある。
- b. 影響： 貯水池造成は通常、堆砂、富栄養化、下流河床低下を伴う。本計画の貯水池は河川の流況を変えるほど大きい容量を持つものではないが、河川の流水の一部を発電水路に分流させるために、ダムから放水路出口までの区間でイタジャイ川の流量を減少させる。また放水路出口以下の区間では河川流量に日調整の影響が加わる。貯水池周辺では地下水位が上昇するから、貯水池水位の高いダムサイトAまたはBの場合は生活用水用の堀抜き井戸に利用することが出来る。農地における地下水位の上昇は土地生産性に影響するが、有利な場合も不利な場合もある。ダムサイトCの場合は地下水位への影響はわずかであろう。
- c. 対応： 本計画では流砂量が少く、ダムサイト上下流で河床堆積物がない

から全面にゲートを配したダムを築造することによって堆砂と河床低下の問題は解決できる。富栄養化に対しても上記の構造のダムの適切な操作によって対応できる。ダムから放水路出口までの区間の河川流量の減少は現況の河川の利用状況からみて好ましくない影響はないと判断される。将来もし不都合が生じれば、ダムの操作で対応出来る。その場合発電用の水の一部が犠牲になる。放水路出口以下の区間の河川流量の人為的な変動については放流警報によって対応する。貯水池周辺での地下水水位の上昇は湛水後に調査したうえで、その利用と対策を計画すべきである。公衆衛生の項目で述べる通り農業や工場排水による水質汚濁の害が現れているとみられる。また上流の都市からの排水による汚濁を規制しなければ、やがては富栄養化を防止できなくなる。水質の観測を含む総合的な河川環境管理事業の展開が必要である。

(v) 鉱物資源

- a. 現況： 経済的に開発可能な鉱物資源は発見されていない。
- b. 影響： 影響なし。
- c. 対応： 対応せず。

(2) 社会環境

(i) 人口

- a. 現況：ダムサイトから数km上流にロントラス（1989年の人口 7,623人）、更に15km上流にリオドスル（1989年の人口44,108人）がある。
- b. 影響：貯水池水位の高いダムサイトAまたはBの場合はロントラスで87戸の家屋を水没する。これに対しダムサイトCの場合は9戸の家屋を水没する。
- c. 対応：補償を実施する。ダムサイト選定にあたっては、開発に伴う移住や移転の問題を極力避ける観点から、ダムサイトA及びBに対してCを優先させるべきである。

(ii) 土地利用と経済活動

- a. 現況：川沿いは森林、平地は居住地及び自家用農地、傾斜地は牧草地及び畑地である。地元の森林からの薪は重要なエネルギー源である。川沿いの主な都市はロントラス及びリオドスルであり、ともに商工業が発達している。ロントラスには 807戸の土地所有者がおり、農地面積は10,595haである。ha当たり2-3頭の牛のほかに羊が飼育されており、ミルクが農家の主

な収入源である。製造業は農産加工、家具製作、繊維工業、靴製作、建材製作等である。ダム軸Aの直上流左岸に総合リクリエーション施設がある。

- b. 影響：洪水によって市街地、牧草地、畑地、リクリエーション施設などの一部が失われる。のみならず移転と移住によって他の地域における土地利用も影響を受ける。ダムサイトAまたはBの場合はそれぞれ 259ha、288ha の土地とリクリエーション施設全部を水没するばかりでなく道路の付け替えも必要となる。ダムサイトCの場合は水没する土地は33haでリクリエーション施設は含まない。道路の付け替えも不要である。貯水池水位の高いダムサイトAまたはBの場合はリオドスル付近で貯水池水位が現在の河川水位よりも1～2m高い。将来この都市の発展を考えれば潜在的な土地利用の削減である。建設工事のための伐採が住民の薪用樹林を破壊する可能性がある。
- c. 対応：ダムサイト選定において、ダムサイトA及びBに対し水没資産の数ないダムサイトCを選定するべきである。土地利用に関する詳細な調査が必要である。

(iii) 公衆衛生

- a. 現況：農村における下痢の発生が非常に多い。上流部において魚が死んだと言われているが、原因は解明されていない。農薬の使用が原因と信じられている。工業廃水も規制されておらず、これも原因と見られている。
- b. 影響：影響は殆どない。
- c. 対応：前述の通り水質の観測を含む総合的な河川環境管理事業の展開が必要である。

(iv) 国立公園及び鳥獣保護区

- a. 現況：本プロジェクトの影響を受けると考えられる範囲に国立公園も鳥獣保護区も存在しない。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

(v) 遺跡

- a. 現況：学問上あるいは観光上の価値のある遺跡は確認されなかった。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

42. Dalbergia 計画

(1) 自然環境

(i) 景 観

- a. 現況：イタジャイドノルテ川下流部の急流に位置し、部分的な緩勾配部にあるダムサイトは標高80-100mの丘に囲まれている。景観美はあるが現在のところ観光の対象となっていない。
- b. 影響：ダムサイトから上流に貯水池が形成される。構造物、土捨て場、原石山などが広範囲に設けられる。
- c. 対応：構造物、土捨て場、原石山などの多くはあまり目立たない所にできるが、景観を損わない様な設計上の配慮が望ましい。間接的影響の評価と対応は関係項目で述べる。

(ii) 植 生

- a. 現況：狭い川沿いの平地は自家消費用の畑地に利用されている。川沿いの急傾斜部は二次林が多い。高所には牧草地がみられる。
- b. 影響：川沿いの二次林は小面積に分散しているために生産林となしがたく、また希少価値ある樹種の保存の観点からも重要性に乏しい、これらが湛水によって減少することによって地域の植生が受ける影響は微少である。
- c. 対応：対応せず。

(iii) 野生生物

- a. 現況：多種類の普通の鳥が生息している。稀少価値のある或種の鳥の存在が予想されたが今回の調査では確認できなかった。早瀬嗜好、静水嗜好の魚類は共に生息しており、自家消費用に捕獲されている。大型の獣類は確認されていない。
- b. 影響：本計画の実施によって鳥類とその生息環境に影響を与えることは無いと判断される。湛水によって静水嗜好性の魚種の増殖が期待される。逆に急流嗜好性の魚種は多少減少するかもしれない。
- c. 対応：静水嗜好性の魚種の増殖の可能性を生かして養殖を行うことを計画すべきである。ただし養殖実施にあたっては貯水池の富栄養化や移殖魚による在来魚の過剰な捕食などの好ましくない影響に対する十分な考慮が必要である。生態系の更に詳細な観察と検討が望ましい。

(iv) 水資源

- a. 現況：市町村に公共水道施設があるが、農家は通常堀抜き井戸を使用している。水質が悪いために下痢の発生が非常に多い。灌漑用水需要は殆どな

い。

- b. 影響：貯水池造成は通常、堆砂、富栄養化、下流河床低下を伴う。本計画の貯水池は河川の流況を変えるほど大きい容量を持つものではないが、河川の流量の一部を発電用水路に分流するために、ダムから放水路出口までの区間でイタジャイドノルテ川の流量を減少させる。また放水路出口以下の区間では河川流量に調整の影響が加わる。貯水池周辺では地下水位が上昇するから、生活用水用の掘抜き井戸に利用することが出来る。農地における地下水位の上昇は土地生産性に影響するが、有利な場合も不利な場合もある。
- c. 対応：本計画では流砂量が少なく、ダムサイト上下流で河床堆積物がないから全面にゲートを配したダムを築造することによって堆砂と河床低下の問題は解決できる。富栄養化に対しても上記の構造のダムの適切な操作によって対応できる。ダムから放水路出口までの区間での河川流量の減少は現況の河川の利用状況からみて、好ましくない影響はないと判断される。将来もし不都合が生じれば、ダムの操作で対応出来る。その場合発電用の水の一部が犠牲になる。放水路出口以下の区間の河川流量の人為的な変動については放流警報によって対応する。貯水池周辺での地下水位の上昇は湛水後に調査した上で、その利用と対策を計画すべきである。公衆衛生の項目で述べる通り、農薬や工場排水による水質汚濁の害が現れているとみられる。また上流の都市からの排水による汚濁を規制しなければ、やがては富栄養化を防止できなくなる。水質の観測を含む総合的な河川影響管理事業の展開が必要である。

(V) 鉱物資源

- a. 現況：経済的に開発可能な鉱物資源は発見されていない。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

(2) 社会環境

(i) 人口

- a. 現況：ダムサイトから数km上流にダルベルジア、7km下流にイビラマがある。両都市の統計が合体されていて分離できない。合計人口は1989年に25,814人であった。農業人口から都市人口へのシフトは急激である。
- b. 影響：ダムサイトAまたはBの場合はダルベルジアで17戸、ダムサイトC

の場合は20戸が水没する。

- c. 対応：移住を実施する。それに伴う諸問題はどのダムサイトでもほぼ同程度である。

(ii) 土地利用と経済活動

- a. 現況：川沿いの平地は非常に狭いが小規模な自家用農地と植林に利用されている。傾斜地は森林である。地元の森林からの薪は重要なエネルギー源である。農業主体でミルクが農家の主な収入源である。ダルベルジアの主な製造業は木材及び繊維工業である。
- b. 影響：湛水によって小規模の植林地と未開発の草地が水没する。面積は0.16-0.25km²規模である。移転と移住によって他の地区の土地利用も影響を受ける。建設工事のための伐採が住民の薪用樹林を破壊する可能性がある。
- c. 対応：土地利用や経済活動に対する影響は通常の補償及び移住で対処できると判断される。土地利用に関する詳細な調査が必要である。

(ii) 公衆衛生

- a. 現況：農村における下痢の発生が非常に多い。上流部において魚が死んだと言われているが、原因は解明されていない。農薬の使用が原因と信じられている。工業廃水も規制されておらず、これも原因と見られている。
- b. 影響：影響は殆どない。
- c. 対応：前述の通り水質の観測を含む総合的な河川環境管理事業の展開が必要である。

(iii) 国立公園及び鳥獣保護区

- a. 現況：本プロジェクトの影響を受けると考えられる範囲に国立公園も鳥獣保護区も存在しない。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

(v) 遺跡

- a. 現況：多数の石器時代のやじりが出土したと言われるが研究の形跡がない。
- b. 影響：影響不明。
- c. 対応：考古学的な調査研究をするべきである。

43. Benedito Novo 計画

(I) 自然環境

(i) 景 観

- a. 現況：ベネディト川中流部山岳地帯の急流に位置する。ダムサイトは標高80～200mの急峻な丘に囲まれ小規模な滝の多い急流である。景観美はあるが現在のところ観光の対象となっていない。
- b. 影響：ダムサイトから上流に貯水池が形成される。構造物、土捨場、原石山などが広範囲に設けられる。
- c. 対応：構造物、土捨て場、原石山などの多くはあまり目立たない所にできるが、景観を損わない様な設計上の配慮が望ましい。間接的影響の評価と対応は関係項目で述べる。

(ii) 植 生

- a. 現況：狭い川沿いの平地は小規模な牧草地、自家消費用の畑地に利用されている。山腹は二次林が多い。
- b. 影響：川沿いの二次林は小面積に分散しているために生産林となしがたく、また気象価値ある樹種の保存の観点からも重要性に乏しい、これらが湛水によって減少することによって地域の植生が受ける影響は微少である。
- c. 対応：対応せず。

(iii) 野生生物

- a. 現況：多種類の普通の鳥が生息している。早瀬嗜好、静水嗜好の魚類は共に生息しており、自家消費用に捕獲されている。肉食獣は確認されていない。
- b. 影響：本計画の実施によって鳥類とその生息環境に影響を与えることは無いと判断される。湛水によって静水嗜好性の魚種の増殖が期待される。逆に急流嗜好性の魚種は多少減少するかもしれない。
- c. 対応：静水嗜好性の魚種の増殖の可能性を生かして養殖を行うことを計画すべきである。ただし養殖実施にあたっては貯水池の富栄養化や移殖魚による在来魚の過剰な捕食などの好ましくない影響に対する十分な考慮が必要である。生態系の更に詳細な観察と検討が望ましい。

(iv) 水資源

- a. 現況：アルトベネディトノボの町には上水施設がない。農家は通常掘抜き井戸を使用している。水質は一般に良くない。灌漑用水需要は殆どない。
- b. 影響：貯水池造成は通常、堆砂、富栄養化、下流河床低下を伴う。本計画

の貯水池は河川の流況を替えるほど大きな容量を持つものではないが、河川の流量の一部を発電用水路に分流するために、ダムから放水路出口までの区間でベネディト川の流量を減少させる。また放水路出口以下の区間では河川流量に日調整の影響が加わる。貯水池周辺では地下水位が上昇するから、生活用水用の掘抜き井戸に利用することが出来る。

- c. 対応：本計画では流砂量が少なく、ダムサイト上下流で河床堆積物がないから全面にゲートを配したダムを築造することによって堆砂と河床低下の問題は解決できる。富栄養化に対しても上記の構造のダムの適切な操作によって対応できる。ダムから放水路出口までの区間での河川流量の減少は現況の河川の利用状況からみて、好ましくない影響はないと判断される。将来もし不都合が生じれば、ダムの操作で対応出来る。その場合発電用の水の一部が犠牲になる。放水路出口以下の区間の河川流量の人為的な変動については放流警報によって対応する。貯水池周辺での地下水位の上昇は洪水後に調査した上で、その利用と対策を計画すべきである。公衆衛生の項目で述べる通り、農業や工場排水による水質汚濁の害は顕在化していないが、上流の都市からの排水による汚濁を規制しなければ、やがては富栄養化を防止できなくなる。水質の観測を含む総合的な河川影響管理事業の展開が必要である。

(V) 鉱物資源

- a. 現況：経済的に開発可能な鉱物資源は発見されていない。
b. 影響：影響なし。
c. 対応：対応せず。

(2) 社会環境

(i) 人口

- a. 現況：ダムサイトから約1 km上流にアルトベネディトノボ、発電所地点直下流にベネドディトノボがある。両都市の統計は合体されていて分離できない。合計人口は1989年に12,000人であった。総人口の増減は殆どみられないが、農業人口から都市人口へのシフトが起きている。
b. 影響：貯水池がアルトベネディトノボの一部を水没するため、ダムサイトAが選定された場合は113戸、Bの場合は28戸、Cの場合は23戸の移転が必要となる。
c. 対応：移住を実施する。それに伴う諸問題はどのダムサイトでもほぼ同程

度である。

(11) 土地利用と経済活動

- a. 現況：川沿いの平地は非常に狭いが小規模な白家用農地と植林に利用されている。傾斜地は森林である。地元の森林からの薪は重要なエネルギー源である。農業主体でミルクが農家の主な収入源である。アルトベネディトノボ及びベネディトノボの主な製造業は木材及び家具工業である。森林保全が重視されてきている為に、林業は衰退の傾向にある。

サンタマリア電力共同体の水力発電所がダムサイトCの400m下流左岸にある。設備容量は1991年末までに1.12MWから3.12MWへ増強される予定である。さらに600m下流に0.15MWの個人所有の水力発電所がある。

- b. 影響：湛水によって水没する土地はダムサイトAの場合31ha、Bの場合17ha、Cの場合3haである。移転と移住によって他の地区の土地利用も影響を受ける。建設工事のための伐採が住民の薪用樹林を破壊する可能性がある。ダムサイトAまたはBの場合、アルトベネディトノボで440mの道路の付け替え、また980mの道路を新設する必要がある。ダムサイトCの場合は200mの付け替えを要する。貯水池ができればほとんどの河川水を当該計画で使用する事になり、サンタマリア発電所への取水は必ずしも保証できなくなる事により同発電所の操業ができなくなる恐れがある。他方貯水池の操作によっては個人所有の発電所の運転には支障を生じない。

- c. 対応：土地利用や経済活動に対する影響は通常の補償及び移住で対処できると判断される。土地利用に関する詳細な調査が必要である。サンタマリア発電所に対しては同発電所のみに対する補償が必要となる。同発電所による発電に対しては、その電気料金が非常に高く、CELESCは将来同発電所による給電にかわってこれを実施する意向をもっている事より、同発電所による発電に対しては補償は必要ないものと判断した。個人所有の発電所に対しては責任放流量に関する協定を締結するべきである。

(iii) 公衆衛生

- a. 現況：農村における下痢の発生が非常に多い。農業や工業廃水による水質汚濁は顕在化していない。

- b. 影響：影響は殆どない。

- c. 対応：前述の通り水質の観測を含む総合的な河川環境管理事業の展開が必要である。

(iv) 国立公園及び鳥獣保護区

- a. 現況：本プロジェクトの影響を受けると考えられる範囲に国立公園も鳥獣保護区も存在しない。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

(v) 遺 跡

- a. 現況：学問上あるいは観光上の価値のある遺跡は確認されなかった。
- b. 影響：影響なし。
- c. 対応：対応せず。

