

コスタ・リカ共和国  
ピリス水力発電開発計画  
事前調査報告書

平成元年9月

国際協力事業団  
鉦工業計画調査部

鉦計資

J R

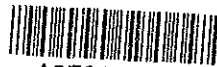
89-136



コスタ・リカ共和国  
ピリス水力発電開発計画  
事前調査報告書

2019

JICA LIBRARY



1078293161

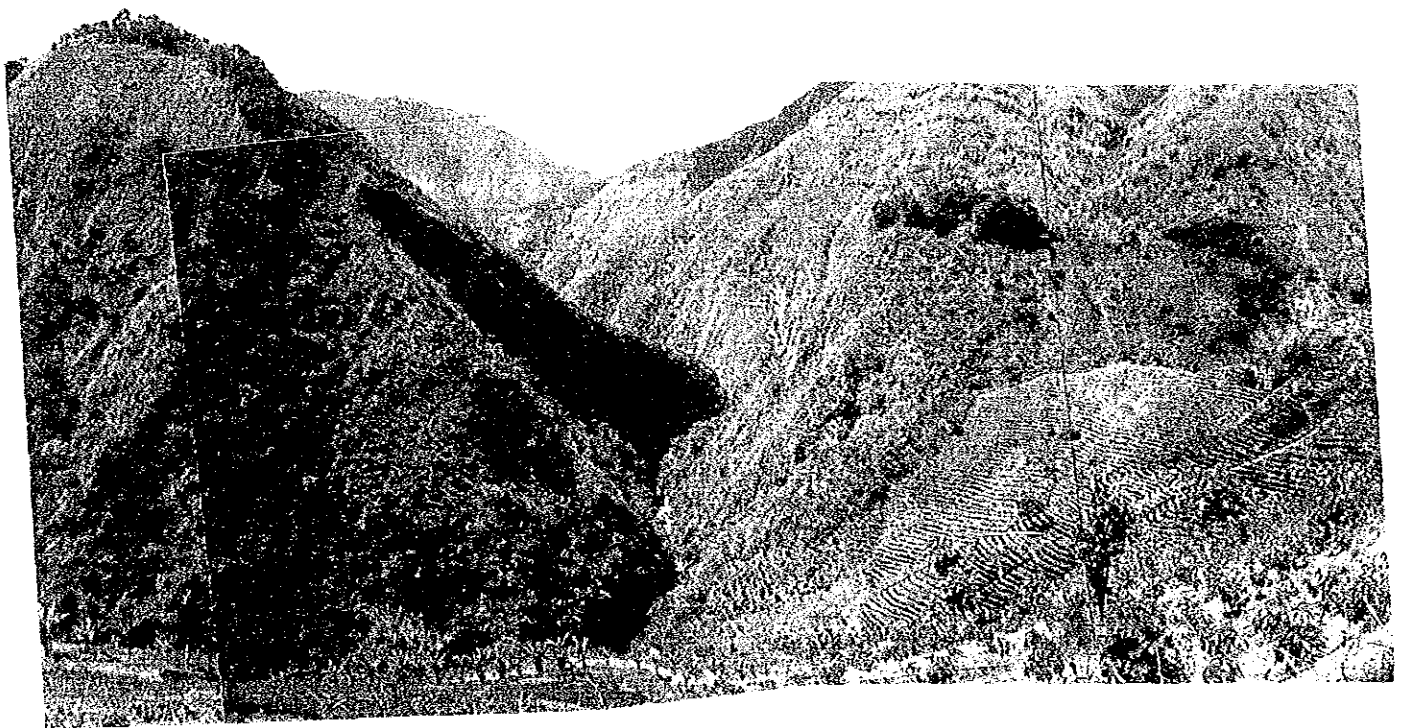
平成元年9月

国際協力事業団  
鉦工業計画調査部



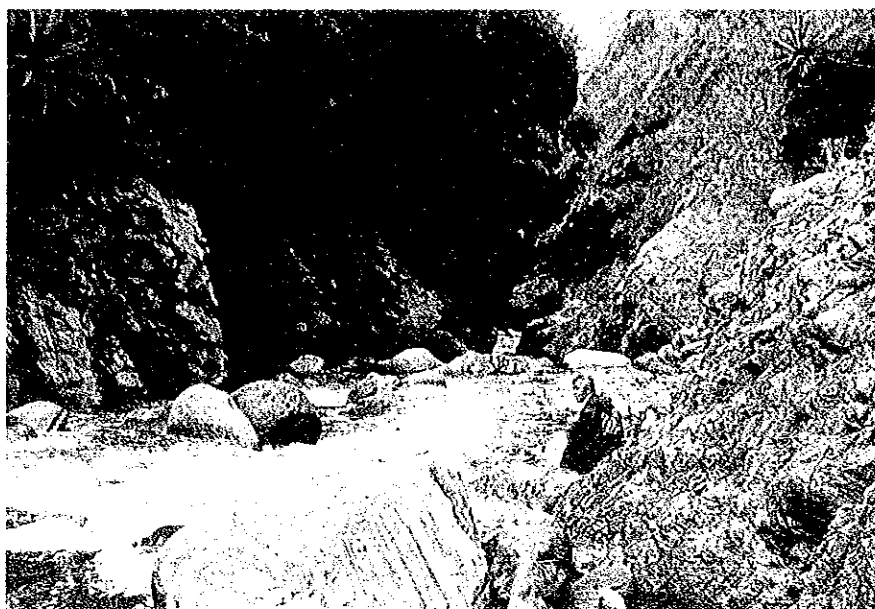


サンラファエル部落より下流ダムサイト上流部分を遠望



上流より下流ダムサイトを望む





下流ダムサイト河床部



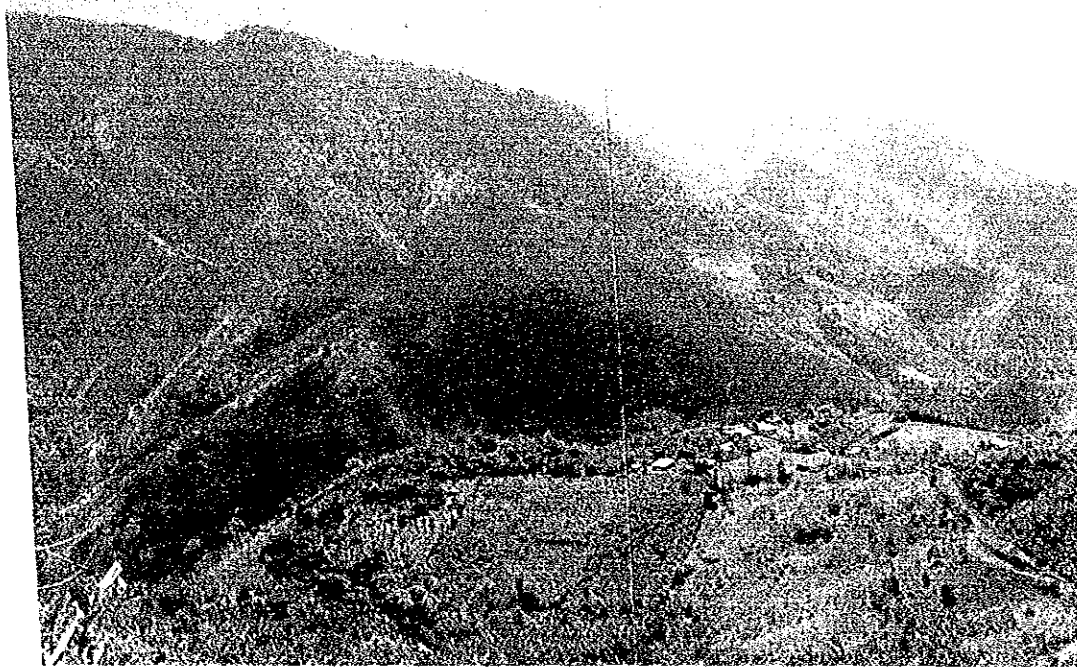
下流より上流ダムサイトを眺める







ダムサイト右岸より上流湛水池を眺める



ピリス川右岸より対岸の調圧水槽・水圧管路・発電所予定サイトを眺める





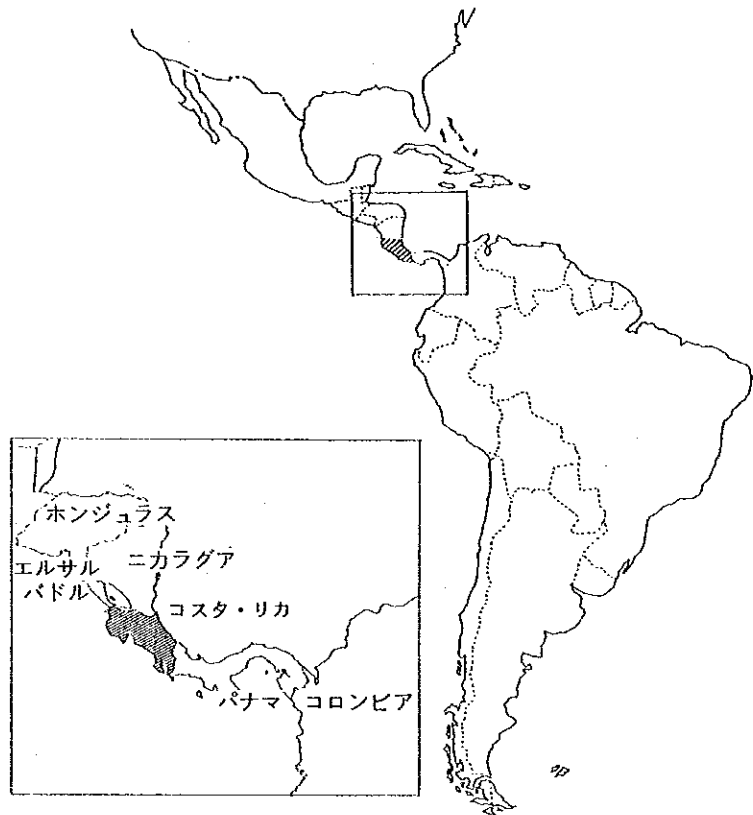
経済企画省表敬



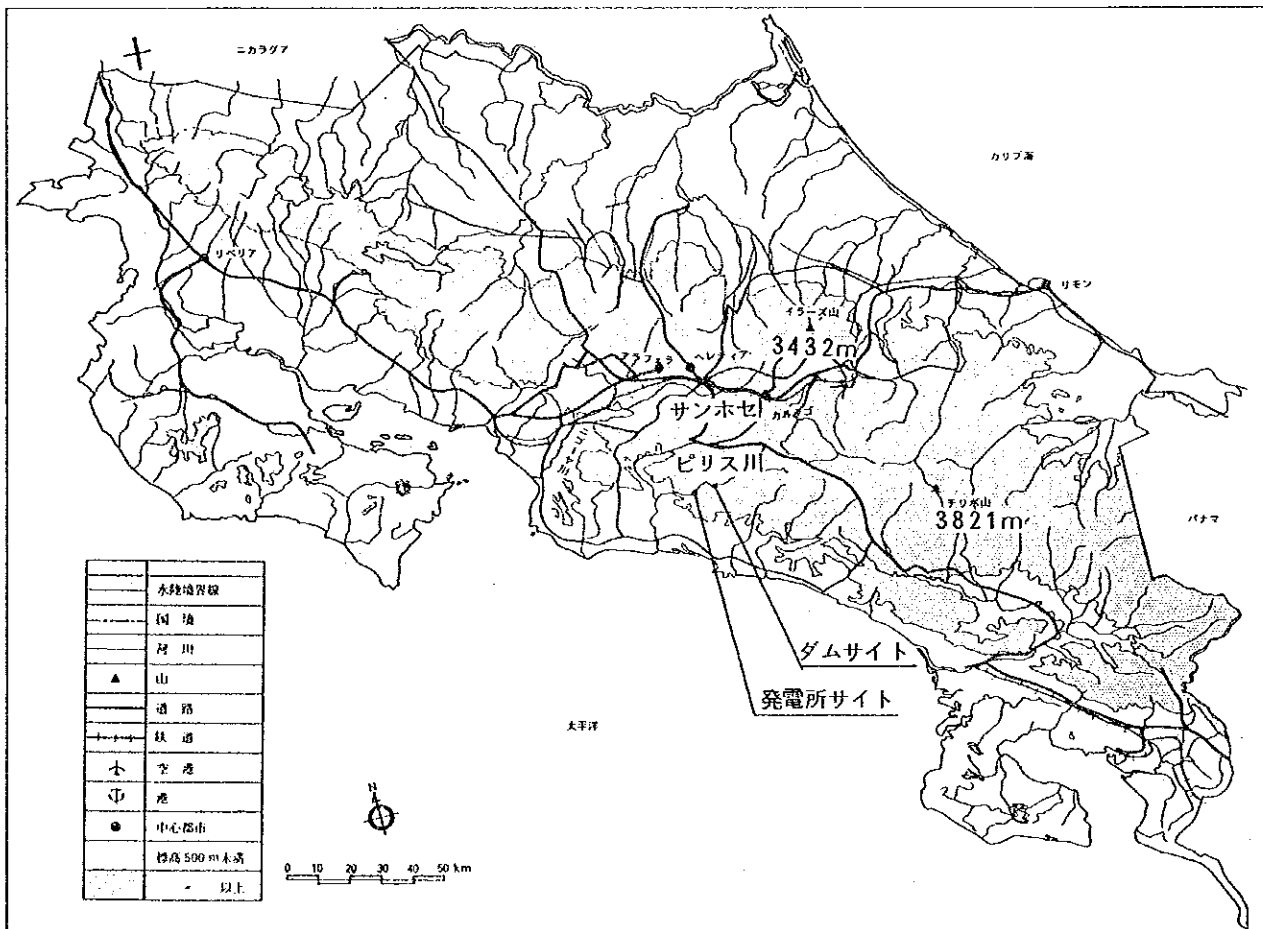
S/W署名



コスタリカの位置図



プロジェクトサイトの概要位置図



# ピリス水力地点位置図



Escala 1:200.000  
0 5 10 15 20 25 Kilómetros

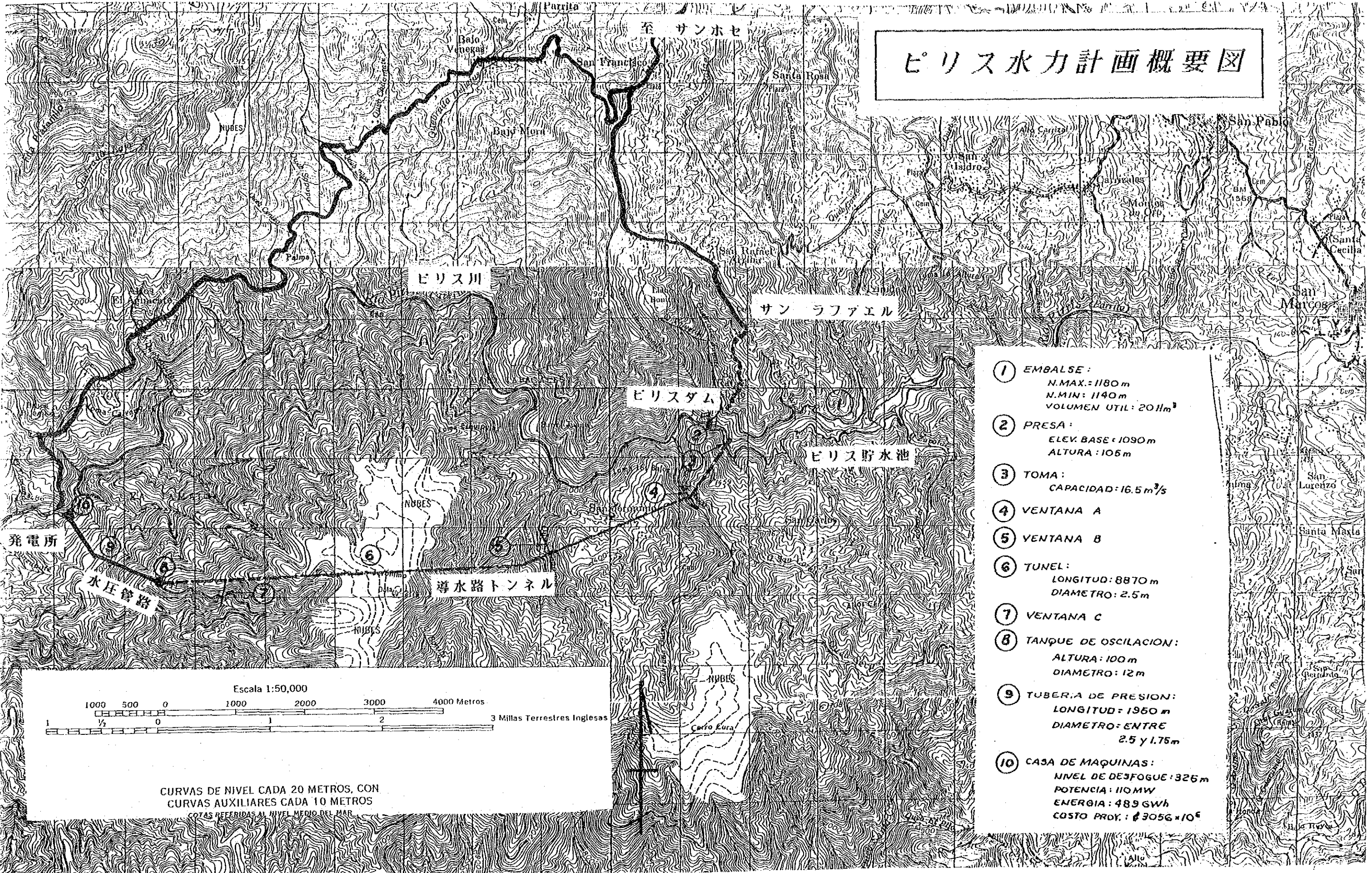
CURVAS DE NIVEL CADA 100 METROS  
COTAS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR

PROYECCION LAMBERT  
ESFEROIDE CLARKE DE 1866  
FUNDAMENTAL DE OCOTEPEQUE

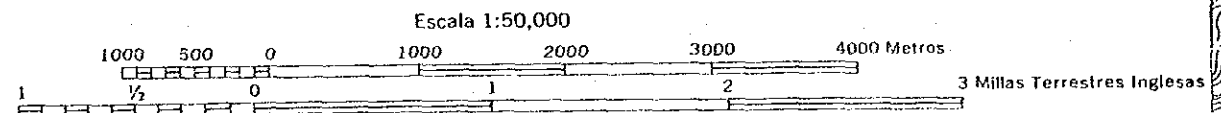
太平洋

PROVINCIA SAN JOSE

# ピリス水力計画概要図



- ① EMBALSE:  
N.MAX.: 1180 m  
N.MIN.: 1140 m  
VOLUMEN UTIL: 20 Hm<sup>3</sup>
- ② PRESA:  
ELEV. BASE: 1090 m  
ALTURA: 106 m
- ③ TOMA:  
CAPACIDAD: 16.5 m<sup>3</sup>/s
- ④ VENTANA A
- ⑤ VENTANA B
- ⑥ TUNEL:  
LONGITUD: 8870 m  
DIAMETRO: 2.5 m
- ⑦ VENTANA C
- ⑧ TANQUE DE OSCILACION:  
ALTURA: 100 m  
DIAMETRO: 12 m
- ⑨ TUBERIA DE PRESION:  
LONGITUD: 1950 m  
DIAMETRO: ENTRE 2.5 y 1.75 m
- ⑩ CASA DE MAQUINAS:  
NIVEL DE DESFOGUE: 326 m  
POTENCIA: 110 MW  
ENERGIA: 489 GWh  
COSTO PROJ.: \$ 3056 × 10<sup>6</sup>



CURVAS DE NIVEL CADA 20 METROS. CON  
CURVAS AUXILIARES CADA 10 METROS  
COTAS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR





# 目 次

## 写 真

- 位 置 図 (1) コスタリカ位置図
- (2) ピリス水力地点位置図
- (3) ピリス水力計画概要図

1. 序 論 .....	( 福 田 ) .....	1
1.1 本調査の目的 .....		1
1.2 要請の背景 .....		1
1.3 プロジェクトの概要 .....		1
1.4 調査団員及び調査日程 .....		2
1.5 現地訪問先及び面会者 .....		3
2. S/Wの協議及び合意の内容 .....	( 福 田 ) .....	4
2.1 S/W協議 .....		4
2.2 合意したS/Wの内容 .....		5
2.3 合意したM/Mの内容 .....		16
3. コスタリカの電力事情 .....	( 北 島 ) .....	18
3.1 一般電力事情 .....		18
3.2 電力需要予測と電源開発計画 .....		23
3.3 電力管理体制 .....		26
3.3.1 コスタリカ電力公社 .....		26
3.3.2 経済企画省 .....		28
3.3.3 自然資源エネルギー鉱山省 .....		28
3.3.4 大蔵省 .....		28
3.3.5 会計検査院 .....		28
3.3.6 電力事業庁 .....		29
4. ピリス水力発電開発計画概要 .....	( 足 立 ) .....	30
4.1 現在提案の計画概要 .....		30
4.1.1 計画の経緯と現在の検討段階 .....		30

4. 1. 2	計画の位置と地域の概要	31
4. 1. 3	計画の諸元	31
4. 1. 4	全体計画についての検討概要	33
4. 1. 5	各構造物計画検討の概要	34
4. 2	電源開発計画と水力地点	37
4. 3	ピリス水力地点の位置付け	39
4. 4	水系一貫開発上の位置付け	39
5.	現地踏査の結果	40
5. 1	現地アクセスの状況 (足立)	40
5. 1. 1	計画地域へのアクセス	40
5. 1. 2	ダムサイトへのアクセス	40
5. 1. 3	発電所サイトへのアクセス	41
5. 2	計画地域の地形の概要 (足立)	41
5. 2. 1	全体地形の概要	41
5. 2. 2	貯水池及びダムサイトの地形	41
5. 2. 3	導水路周辺の地形	42
5. 2. 4	発電所周辺の地形	42
5. 3	計画地域の地質と地質工学的問題点 (安藤)	42
5. 3. 1	概要	42
5. 3. 2	ダムサイト	43
5. 3. 3	貯水池及び導水路トンネル	45
5. 3. 4	水圧管路及び発電所	45
5. 3. 5	原石山	46
6.	本格調査実施に当たっての留意事項 (足立)	58
6. 1	予備調査	58
6. 2	詳細調査	59
6. 3	フィジビリティ設計	61

## 資 料

1. 質問表及び回答
2. 現地収集資料リスト
3. コスタリカ電力公社組織図



## 1. 序 論

### 1.1 本調査の目的

本調査はコスタリカ共和国政府より要請のあったピリス水力発電開発計画調査（フィージビリティ調査）に関し、以下の事前調査を行うことを目的として実施した。

- (1) 要請内容の確認
- (2) 現地踏査
- (3) 資料収集
- (4) コスタリカ側と日本側の調査内容及び費用分担、調査スケジュール、双方の便宜供与等に関する Scope of Work の協議及び署名

### 1.2 要請の背景

コスタリカはエネルギーの約45%を、輸入エネルギーである石油に頼っている。（注1）コスタリカ政府はエネルギー政策の重点を国産エネルギーの開発に置き、輸入エネルギーを代替することにより外国への過度の依存から脱却し、社会経済の均衡ある発展を維持することを、その政策目標としている。

この方針に基づき政府機関であるコスタリカ電力公社（ICE; Instituto Costarricense De Electricidad）は、積極的に水力発電開発を進めている。その中で本件は、数ある水力発電開発予定地点の中でも立地条件に恵まれているため、コスタリカ電力公社は早期に本件を開発したい意向をもっている。そのことは、1988年3月に派遣された電力プロジェクト選定確認調査団がコスタリカを訪れた際にも、調査団に対し明らかにされている。

その後、同じ年の7月に本件のフィージビリティ調査の実施を、我が国へ正式に要請してきたものである。

（注1） 出典「El Sector de Energra」ICE, 1989より

### 1.3 プロジェクトの概要

本計画地点は、首都サンホセの南約30kmにあり、太平洋に注ぐピリス川中流部に位置している。

コスタリカ電力公社が実施したプレ・フィージビリティ調査によれば、その諸元は以下の通りである。

#### ピリス水力発電所の計画概要

ダム型式	アーチダム
ダム高	105 m
堤頂長	150 m
有効貯水容量	20百万 $m^3$
発電出力	11万KW
年間発生電力量	489百万KWh

#### 1.4 調査団員及び調査日程

調査団員は表1-1に示すように徳重辰之助団長以下6名の編成である。調査期間は、平成元年1月30日から2月13日までの15日間にわたって実施した。調査日程は表1-2の通り。

表1-1 調査団員氏名

(1) 団長・総括	徳重辰之助	JICA 鉱工業計画調査部長
(2) 水力発電行政	北島正豪	通商産業省 資源エネルギー庁 公益事業部 発電課 水力建設運営班長
(3) 水力発電計画	足立隼夫	JICA 国際協力総合研修所 国際協力専門員
(4) 調査企画	福田義夫	JICA 鉱工業計画調査部 資源調査課
(5) 地質	安藤久男	㈱三祐コンサルタンツ 技術顧問
(6) 通訳	田引憲一	国際協力サービスセンター

表1-2 調査日程

日 順	月 日	曜 日	行 程	交通手段	宿 泊 地	調 査 内 容
1	1/30	月	東京 → JL012 → メキシコ	航空機	メキシコ シティー	移動
2	31	火	メキシコ → MX111 → サンホセ	"	サンホセ	移動, 大使館表敬・打合せ
3	2/1	水			"	経済企画省表敬・ICE(コスタリカ電力公社)表敬, 打合せ, 鉱山エネルギー省表敬
4	2	木			"	S/W説明・協議
5	3	金			"	S/W協議, Q/N説明
6	4	土			"	資料収集, 国内打合せ
7	5	日			"	国内打合せ
8	6	月	サンホセ → ダムサイト	車 両	"	現地踏査(ダムサイト)
9	7	火	サンホセ → 発電所サイト	"	"	同上(発電所サイト)
10	8	水			"	S/W協議
11	9	木			"	S/W協議
12	10	金			"	S/W署名, 大使館報告, 資料収集
13	11	土	サンホセ → MX908 → ロスアンゼルス	航空機	ロス・アン ゼルス	資料収集, 移動
14	12	日	ロスアンゼルス → JL061	"	機 中 泊	移動
15	13	月	→ 東京	"		

1.5 現地調査訪問先及び面会者

在コスタリカ日本大使館

渡辺臨時代理大使, 大上二等書記官

コスタリカ政府関係者

— 経済企画省: 国際協力局長 SR. JORGE LEON

— 自然資源エネルギー鉱山省: エネルギー局長 SR. JORGE BLANCO

— コスタリカ電力公社(ICE):

総支配人 ING. ANTONIO F. CANAS M.

通信担当副支配人 ING. MANUEL F. CORRALES V.

開発担当副支配人 ING. EUGENIO ODIO G.

発電計画部長 ING. AGUSTIN RODRIGEZ

発電計画部次長 ING. ENRIQUE EVANS

水力計画課長 ING. MARIO LOPEZ SOTO

水力計画課係長 ING. MARIO ALBARADO

国際協力局協力課長 SRT. ELIZABETH MANANA SOLANO

## 2. S/Wの協議及び合意の内容

### 2.1 S/W協議

事前調査団はコスタリカ電力公社(ICE)に対して事前送付したS/W原案の内容説明を行うと共に、現地踏査結果を踏まえS/Wについて協議を行った。その結果、双方合意に達したため2月10日徳重団長、Ing. Eagenro Odio G. (ICE エネルギー開発担当副支配人)との間でS/Wに署名を行った。

主要な協議事項は次の通りである。

- (1) 経済企画省は、S/W案の中のコスタリカ政府の義務事項に関し、両国間の技術協定を考慮して、その記述を簡略化することを主張したが、調査実施における便宜を考慮して説得した結果、当方の原案通りとすることで合意した。
- (2) S/W原案のⅦ.4.のICEの義務事項の内、車両提供の項はICE側の財政状態から日本側負担として削除し、調査用道路確保の項は公道の維持修理に限ることとして修正。調査団のための人夫の準備の項は日本側の負担とするため削除した。
- (3) ICEは、S/Wの英文案のほか、スペイン語案を準備して英文案と同様に署名することを主張したが、従来の同国における前例と日本側の都合を考慮して説得し、英文で統一することで了解をえた。
- (4) ICEの提案していた調査内容と調査期間(36カ月)について協議した結果、日本側の提案を基本に、雨期における現地調査の困難を考慮して、日本側の原案の27カ月を31カ月に変更して合意した。
- (5) 従来までのコスタリカの電力開発に対する主たる融資機関は米州開発銀行であり、この計画についてもフィージビリティ調査の後の資金手当については、日本の他、米州開発銀行を考えている旨の説明があった。JICA(案)の調査期間について、ICEは調査の精度の点から疑義を示したが、日本のフィージビリティ調査の実績を説明し、了解を得た。
- (6) 調査団は、先方の自助努力を要求し、調査工事費等の応分の負担を要請したが、インフレ抑制政策による大幅な公共投資削減方針による予算獲得の困難さを考慮して、事前に設定された対処方針の範囲内で、日本側による一部調査工事費の負担に同意した。
- (7) ICEは、T/Rに於て約70百万円に相当する機材供与を求めたが、その必要性について討議した結果、車両の一部(1台)、パーソナル・コンピューター及び気象観測設備を除いて不必要との結論に達した。このことを議事録に記し、その供与について日本側の関係機関に伝えることとした。
- (8) ICEは、フィージビリティ調査における作業が日本国内で実施される部分もあることから、カウンターパートの日本での技術研修を要求した。調査団は、技術移転の重要性を考慮して、その要望を議事録に記し、日本側関係機関に伝えることとした。

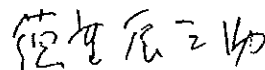
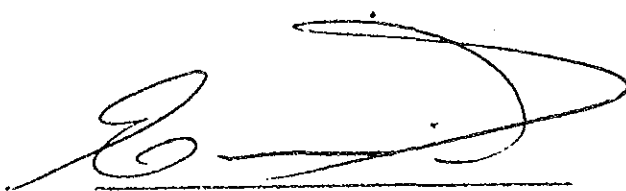


2.2 合意したS/Wの内容

SCOPE OF WORK  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
PIRRIS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF COSTA RICA

AGREED UPON BETWEEN  
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SAN JOSE, COSTA RICA  
FEBRUARY 10, 1989



ING. EUGENIO ODIO GONZALEZ  
MANAGER OF DEVELOPMENT  
ENERGY SECTOR  
INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD

MR. SHINOSUKE TOKUSHIGE  
LEADER OF THE PRELIMINARY  
STUDY TEAM  
THE JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

## I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Costa Rica (hereinafter referred to as "Costa Rica"), the Government of Japan decided to implement the Feasibility Study (hereinafter referred to as "the Study") on Pirris Hydroelectric Power Development Project (hereinafter referred to as "the Project") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Costa Rica signed on May 24, 1985 (hereinafter referred to as "the Agreement").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities of the Republic of Costa Rica.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The Study aims at formulating the optimum project plan and assessing technical, financial and economic feasibility of the Project.

## III. SCOPE OF THE STUDY

The Study will be carried out in the following three(3) stages:

1. Preliminary Investigation Stage
2. Detailed Investigation Stage
3. Feasibility-grade Design Stage

The details at the respective stages are as follows:

### I. Preliminary Investigation Stage

- (1) Collection and review of all existing data, reports and other relevant information on the Project
- (2) Site reconnaissance
  - a. Site reconnaissance survey on topography and geology at the Project site
  - b. Investigation of sedimentation and land-sliding
  - c. Survey on transportation and transmission line route
  - d. Survey on the existing irrigation and water supply facilities
  - e. Survey on the houses, roads, lands, etc. to be compensated
- (3) Review of the existing development schemes
- (4) Formulation of alternative development schemes and its

comparative studies to select the optimum development schemes

- (5) Preparation of the detailed investigation program

## 2. Detailed Investigation Stage

Based on the result of the studies in the Preliminary Investigation Stage, the detailed investigation and the study will be carried out for the selected site as follows:

- (1) Topographic surveys
  - a. Aerial survey and photogrammetric mapping, if necessary
  - b. Installation of survey stakes and bench marks
  - c. Ground survey of the sites for main structures of the hydro power plant, switchyard and quarry/borrow site, if necessary
- (2) Geological investigation and material tests
  - a. Seismic prospectings  
Seismic prospectings of the sites for main structures of the hydro power plant, switchyard and quarry/borrow site, if necessary
  - b. Drilling work and permeability tests  
Drilling work and permeability tests of the sites for main structures of the hydro power plant, switchyard and quarry/borrow site, if necessary
  - c. Test adit  
Test adit excavation at the dam site, if necessary
  - d. Test pitting  
Test pitting for collection of construction materials, if necessary
  - e. Field/Laboratory tests  
Field/Laboratory tests of construction materials and water quality
  - e. Geological and geotechnic studies
- (3) Hydrological survey
  - a. Discharge observation  
Observation of discharge and sediments at the installed discharge observation stations
  - b. Hydro-meteorological survey of flood/drought runoff and sediments
  - c. Hydro-meteorological studies
- (4) Power survey
  - a. Review and analysis of relevant information on growth of power consumption, forecasts of energy and peak demand, characteristics of power consumption pattern, etc.
  - b. Review and analysis of power expansion program including those of transmission line and substation
- (5) Environmental assessment  
Assessment of environmental impact on the Project area
- (6) Compensation survey  
Investigation of houses, roads, lands and rights to be affected by the Project

### 3. Feasibility-grade Design Stage

Based on the result of the studies in the Preliminary and Detailed Investigation Stages, the study will be carried out for the selected site as follows:

- (1) Optimization studies  
Optimization studies to identify the Project size including comparative studies of dam types
- (2) Review and study of the optimum power generating program  
Identification of the timing, staging and phasing of the power generating program and the expansion plan for the transmission line
- (3) Feasibility-grade design
  - a. Feasibility-grade design work will be carried out for the hydro power plant, switchyard, quarry/borrow site, transmission line and temporary construction facilities.
  - b. Structural and hydraulic analyses will be carried out for main civil and steel structures.
- (4) Cost estimation  
The cost estimation of the Project will be made and the costs will be broken down into local and foreign currencies. The schedule of yearly disbursements will be worked out.
- (5) Implementation plan  
Implementation plan of the Project will be formulated in a time-oriented bar chart.
- (6) Economic and financial analyses of the Project
  - a. The economic analysis will include computation of the Project cost, operation and maintenance costs, comparison of alternative plans, calculation of economic internal rate of return and its sensitivity analysis.
  - b. The financial analysis will include computation of financial project costs, cash flow, calculation of a financial rate of return and its sensitivity analysis.

### IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be executed in accordance with the tentative time schedule shown in Appendix I as attached herewith.

### V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Costa Rica in accordance with the tentative time schedule.

1. Inception Report (20 copies)
2. Progress Report (10 copies each)

3. Interim Report (20 copies)
4. Draft Final Report (20 copies)
5. Final Report (30 copies)

#### VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings for the Study by the INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (hereinafter referred to as "ICE") and JICA is detailed in the Appendix II as attached herewith.

#### VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF COSTA RICA

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Costa Rica will accord privileges, exemptions and other benefits to the Japanese Study Team in accordance with the Agreement and shall take necessary measures:

- (1) to secure the safety of the members of the Japanese Study Team,
- (2) to permit the members of the Japanese Study Team to enter, leave and sojourn in Costa Rica for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees,
- (3) to exempt the members of the Japanese Study Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Costa Rica for the conduct of the Study,
- (4) to exempt the members of the Japanese Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese Study Team for their services in connection with the implementation of the Study,
- (5) to provide necessary facilities to the Japanese Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Costa Rica from Japan in connection with the implementation of the Study,
- (6) to secure the permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study,
- (7) to secure the permission for the Japanese Study Team to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Costa Rica to Japan,
- (8) to provide medical services as needed (its expenses will be chargeable on members of the Japanese Study Team) and
- (9) to facilitate prompt clearance through customs and

inland transportation of equipment, materials and supplies required for the Study and of the personal effects of members of the Japanese Study Team.

2. The Government of COSTA RICA shall bear claims, if any arises, against the members of the Japanese Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willfull misconduct on the part of the members of the Japanese Study Team.

3. ICE shall act as a counterpart agency to the Japanese Study Team and also coordinaling body in relation with other governmental and non governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. ICE shall, at its own expense, provide the Japanese Study Team with the followings, in cooperation with other relevant organizations:

- (1) available data and information related to the Study
- (2) counterpart personnel
- (3) suitable office space with necessary equipment both in San Jose and in the vicinity of the Project site
- (4) credentials or identification cards
- (5) any other communication facilities during the execution of the Study, such as telephone, telex, tranceiver, etc., if necessary
- (6) maintenance and repair of public roads to be used for execution of the field survey, geological survey and field investigation works for the Study

#### VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take following measures:




1. to dispatch, at its own expense, the Study Team to Costa Rica
2. to pursue technology transfer to the Costarricense counterpart personnel in the course of the Study

#### IX. CONSULTATION

JICA and ICE shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

APPENDIX I Tentative Time Schedule of the Feasibility Study on Pirris Project

Year	1990												1991												1992											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Project month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Calendar month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rainy season																																				
First Stage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data collection &amp; site reconnaissance</li> <li>- Data review &amp; analysis</li> <li>- Review of existing development schemes &amp; comparative study for optimum scheme selection</li> <li>- Formulation of detailed investigation program</li> <li>- Preparation of detailed investigation program</li> </ul>																																			
Second Stage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Topographic surveys</li> <li>- Geological investigation &amp; material tests</li> <li>- Geological &amp; geotechnic studies</li> <li>- Hydrological survey</li> <li>- Power survey</li> <li>- Environmental assessment</li> <li>- Compensation survey</li> <li>- Additional data collection</li> </ul>																																			
Third Stage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimization studies</li> <li>- Review &amp; study of optimum power generating expansion program</li> <li>- Feasibility-grade design</li> <li>- Cost estimation</li> <li>- Implementation plan</li> <li>- Economic &amp; financial analyses</li> </ul>																																			
Report	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inception Report</li> <li>- Progress Report</li> <li>- Interim Report</li> <li>- Draft Final Report</li> <li>- Final Report</li> </ul>																																			

 WORK IN COSTA RICA BY JICA  
 WORK IN JAPAN BY JICA  
 FIELD INVESTIGATION WORK

(15)

APPENDIX II

Division of Technical Undertaking by JICA and ICE

(12)

8



Working Items	Undertaking by JICA	Undertaking by ICE
<u>FIRST STAGE</u>		
1. Collection & review of existing data	1. Collection & review of all existing data, report & other informations	1. Provision of all available data, report & informations 2. Assisting JICA's collection & review
2. Site reconnaissance	1. Site reconnaissance	1. Provision of counterparts for guidance & discussions 2. Provisions of labourers for clearing of paths & transport facilities
3. Review of existing development schemes	1. Review of existing development schemes	1. Provision of existing data for development schemes 2. Discussion with JICA on development schemes
4. Formulation of detailed investigation program	1. Formulation of detailed investigation program	1. Discussion with JICA on investigation program
5. Preparation of detailed investigation	1. Advice based on the program 2. Preparation of detailed investigation works other than works to be prepared by ICE	1. Preparation of detailed investigation works (drilling at quarry site, seismic prospectings & laboratory tests)
<u>SECOND STAGE</u>		
1. Topographic survey	1. Programming 2. Carrying out of ground survey 3. Production of survey maps	1. Provision of assistants for ascertaining of standard points
2. Geological investigation		
2.1. Seismic prospecting, Drilling, Test adit and Test pitting	1. Programming 2. Carrying out of works other than works to be carried out by ICE 3. Analysis of results	1. Provision of assistants ascertaining of standard points 2. Carrying out of work (drilling at quarry site & seismic prospectings)/

(12)

Working Items	Undertaking by JICA	Undertaking by ICE
2.2. Field tests	1. Programming 2. Carrying out of work 3. Analysis of results	1. Provision of assistants ascertaining of standard points
2.3. Laboratory tests	1. Programming 2. Preparation of specifica- tion 3. Determination of materials 4. Analysis of results	1. Provision of assistants for selection, negotiation, and contracting with laboratories / 2. Carrying out of tests
2.4. Geologic and geotechnic studies	1. Studying	1. Provision of the existing available data and the past earthquake in the vicinity of the Study area
3. Hydrological survey		
3.1. Discharge observ- ation	1. Programming 2. Analysis	1. Observation work 2. Data arrangement
3.2. Survey of runoff & sediments	1. Programming 2. Analysis	1. Survey work 2. Data arrangement
3.3. Hydro-meteorologi- cal studies	1. Studying	1. Provision of available hydro- logical data 2. Observation & recording
4. Power survey	1. Studying	1. Provision of previous study results on potential load demand and transmission line requirements
5. Environmental assess- ment	1. Studying	1. Provision of relevant data
6. Investigation of houses, roads, lands & existing rights	1. Assessment & coordination	1. Provision of relevant data 2. Carrying out of survey

Working Items	Undertaking by JICA	Undertaking by ICE
<p><u>THIRD STAGE</u></p> <p>Feasibility-Grade Design</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Optimization studies to determine the Project size including comparative studies of dam type</li> <li>2. Study &amp; review of the optimum power generating program</li> <li>3. Feasibility-grade design</li> <li>4. Cost estimation</li> <li>5. Construction plan</li> <li>6. Economic &amp; financial analyses</li> <li>7. Report</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Provision of the necessary data &amp; relevant information for the feasibility-grade design</li> <li>2. Discussion with JICA on feasibility-grade design</li> </ol>

END

MINUTES OF MEETINGS  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
PIRRIS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF COSTA RICA

The preliminary study team (hereinafter referred to as "the Team") was dispatched by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") to the Republic of Costa Rica for discussions on the feasibility study (hereinafter referred to as "the Study") on the Pirris Hydroelectric Power Development Project (hereinafter referred to as "the Project"). The discussions were held between the Team and the relevant officials of Instituto Costarricense de Electricidad (hereinafter referred to as "ICE") from the 1st to 10th of February, 1989.

The Team and ICE signed the Scope of Work for the Study on the 10th of February, 1989.

The additional conclusions of the discussions are the followings:

1. The ICE's request for JICA to implement the training program in Japan for personnel of the counterparts in accordance with JICA's institution will be forwarded by the Team to the Japanese authorities concerned.
2. The ICE's request for JICA to provide a set of a personal computer to carried out the relevant data processing in the Study will be forwarded to the Japanese authorities concerned.
3. The ICE's request for JICA to provide a vehicle with 4-wheel-drive to support the Team's activities for the field investigation will be forwarded by the Team to the Japanese authorities concerned.
4. The ICE's request for JICA to provide a set of equipment to establish a meteorological observation station in the vicinity of

the dam site of the Project will be forwarded by the Team to the Japanese authorities concerned.

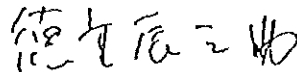
5. The stipulation of Article VII. 4. (2) of the Scope of Work implies that ICE will contribute with an estimate of 70 man-months of professionals to be distributed in planning, geology, hydrology and hydraulic design.

6. The stipulation of Article VII 4. (6) of the Scope of Work means that ICE shall in cooperation with the relevant authorities of the Republic of Costa Rica make the maximum effort for maintenance and repair of the public roads to be used as the access road for the Study by the Japanese Study Team.

SAN JOSE, FEBRUARY 10, 1989



ING. AGUSTIN RODRIGUEZ M.  
JEFE DIRECCION DE  
PLANIFICACION ELECTRICA  
INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD



MR. SHINNOSUKE TOKUSHIGE  
LEADER OF THE PRELIMINARY  
STUDY TEAM  
THE JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

### 3. コスタリカの電力事情

#### 3.1 一般電力事情

コスタリカにおける大部分の電力は、政府機関であるコスタリカ電力公社 (ICE) している。

ICEのほか、主としてICEから買電し配電業務を行っている国営電力電燈公社 (CNFL) 及び市営の二つの配電公社 Empresa de Servicios Publicos de Heredia (ESPH) と、Junta Administrativa del Servicio Electrico, de Cartago (JASEC) 並びに Coopeguanacaste, Coopelesca, Coopesantos, Coope-Alfaro という4つの地方電力共同組合がある。

#### 各電力会社の担当地域



1988年末に於けるコスタリカの全設備出力は、876.8MWであり、この内ICEの所有する設備は、834.9MWである。このICEの設備の内、831.2MWはICEの系統に連れいされており、残りの3.7MWは22機の独立したディーゼル発電機による供給である。ICE系統連けいの831.2MWの構成は、水力679.7MW(81.7%)、火力151.5MW(18.3%)となっている。ICE系統連けいの発電所及び設備出力は次の通りである。

発電所名	台数	設備出力(MW)
水 力		
Ventanas-Garita	2	96.0
Corobici	3	174.0
Arenal	3	157.4
Rio Macho	5	120.0
Cachi	3	100.8
Pa Garita	2	30.0
その他	5	1.5
小 計	23	679.7
火 力		
Calima	6	19.5
San Antonio	4	48.1
Barroncas	2	41.6
Moin	4	32.0
その他	15	10.3
小 計	31	151.5
合 計	54	831.2

コスタリカにおける電力需要は、1986年において2698GWhと報告され、その内訳は住宅用46.1%、商業用27.3%、工業用27.3%、公共用その他4%となっている。近年の需用の伸びを見ると1970年から1982年の間は年平均8.2%、1982年から1984年は5.8%、1985年8.1%、1986年9.1%となっている。これをセクター別に見ると、特に住宅用と工業用の伸びが著しく、今後もこの傾向は続くものと予想されている。

コスタリカの送電系統については、全国的に整備されている。特にコロビシ水力発電所(174MW)の完成時期に合わせた230kV送電は、ニカラグア、ホンジュラス、パナマの電力系統とも連れいされ、相互の電力融通が可能となった。これら三国との電力融通実績は次のとおりであり、近年ニカラグアを経由してのホンジュラスからの電力購入が増えている。

電力融通実績

1982-1986年( MWh )

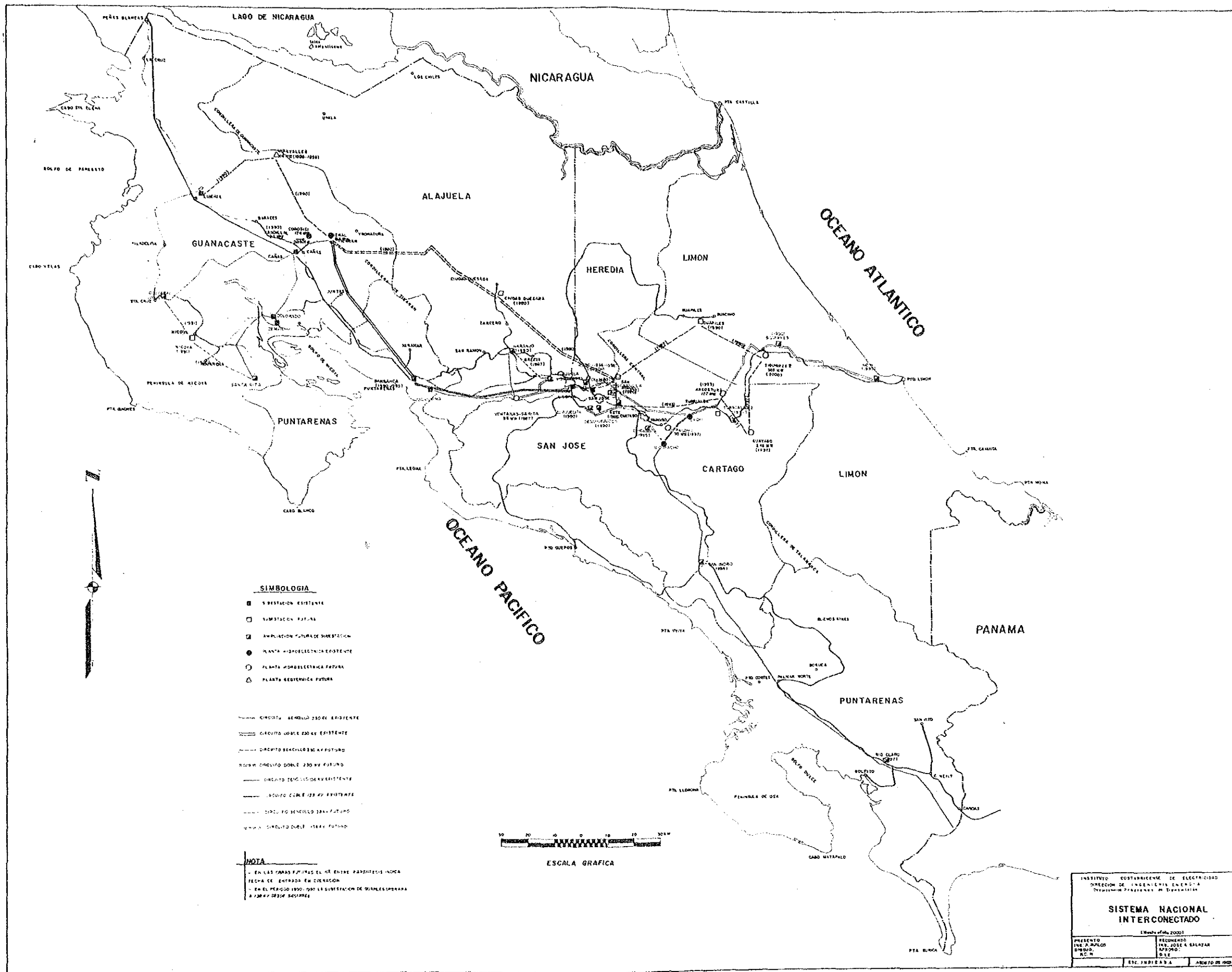
西暦	ニカラグア		ホンジュラス		パナマ	
	販売	購入	販売	購入	販売	購入
1982	107,645	—	—	—	—	—
1983	336,322	—	141,796	—	—	—
1984	263,330	—	168,415	—	—	—
1985	54,069	—	5,801	—	—	—
1986	—	88	—	72,355	73,249	—
1987	—	—	—	163,810	5,912	2,756

特に電力需要の密度の高い首都サンホセを中心とする中央山岳地については138kVの送電系統がリング状に構成され、供給信頼度の向上に寄与している。





送電系統圖



SIMBOLOGIA

- SUBSTACION EXISTENTE
- SUBSTACION FUTURA
- ▣ AMPLIACION FUTURA SUBSTACION
- PLANTA HIDROELECTRICA EXISTENTE
- PLANTA HIDROELECTRICA FUTURA
- △ PLANTA GEOTERMICA FUTURA

- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV FUTURO
- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV EXISTENTE
- CABLE 230KV EXISTENTE

NOTA  
 - EN LAS UNIDADES ENTRE PARENTESIS INDICA FECHA DE ENTRADA EN SERVICIO  
 - EN EL PERIODO 1990-1991 LA SUBSTACION DE MANAGUA OPERA A 138KV DE 230V



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
 DIRECCION DE INGENIERIA EN ENERGIA  
 Departamento Programacion de Transmision

**SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO**  
 (Meses de Julio 2000)

PRESENTE ING. J. RUIZ D. D. S.	RECOMENDADO ING. JOSE A. SALAZAR D. D. S.
--------------------------------------	---

ING. J. RUIZ  
AUGUSTO DE 2000



### 3.2 電力需要予測と電源開発計画

コスタリカの電力需要の将来見通しは、需要予測値に一定の余裕を考慮して電源開発を推進しており、わが国等の予備力の考え方を電力量の伸びの段階で考慮している。需要の将来見通しについては、1988年3月19日に設定された数値を、1988年8月31日に見直しており、この最新の需要予測について述べる。

これによると、1987年に於ける電力量の確保目標値は3246GWhであり、実績の需要に対して20%の余裕を見込んだ数値となっている。これ以降の需要については、年間の伸び率を、1988年5.1%、1989年から1992年は5.4%から5.6%、1993年から1999年までは6.9%、2000年から2004年までは5.9%、2005年以降は6.0%と想定している。この結果、2001年（ピリス水力投入の可能性のある年）に於て7442GWhとなり、1989年想定 of 3604GWhに対して2倍強の電力量が必要となる。

（今回のピリス水力調査の実施に伴い、ピリス水力とSiquirres計画は競合状態となっており、今後の調査の進展如何によっては、ピリス水力先行の可能性も残されている。）

この値を設備出力の面からみると1988年8月の資料では必要設備出力を表現していないが、1988年3月の資料によると、系統の年負荷率は、1989年の53%から2000年の50%まで漸次尖鋭化することと予測している。この値をそのまま1988年8月の電力量予測に適用すると、2001年には年負荷率が48%となり、必要な設備出力は、必要電力量7442GWhに対して1770MWとなり、現有設備834.9MWに対し935MWの増強が必要となる。

将来の電力需要を満たすための新規電源開発について政府は、純国産エネルギーである水力資源の開発を重点的に考えている。特に、水力資源については、包蔵水力36,823GWhのうちの約10%が利用されているにすぎない。この他にニカラグア国境に近いミラバイエス地点等の地熱開発についても積極的に推進していくこととしている。ミラバイエス地点の地熱開発については、現在我が国からの円借款による調査が西日本技術開発㈱により進められている。

1988年8月31日に見直された2008年までの開発の中に見込まれている。電源について見ると、水力10地点820.6MW、石油火力2地点192MW、ガスタービン10基360MW、地熱発電1地点220MW、計1592.6MWで半分以上が水力となっている。

これらの需要と必要設備出力を年毎に展開すれば次の通りである。

コスタリカの必要電力と必要出力

西暦年	必要電力量 (Gwh)	年伸び率 (%)	年負荷率 (%)	必要出力 (MW)
1987	3246		53	699
1988	3412	5.1	52.9	736
1989	3604	5.6	52.8	779
1990	3800	5.4	52.7	823
1991	4013	5.6	52.6	870
1992	4237	5.6	52.4	923
1993	4511	6.5	52.3	985
1994	4815	6.7	52.1	1055
1995	5148	6.9	52	1130
1996	5472	6.3	51.6	1210
1997	5836	6.7	51.3	1299
1998	6225	6.7	50.8	1399
1999	6639	6.7	50.4	1504
2000	7029	5.9	50	1605
2001	7442	5.9	48	1770
2002	7882	5.9	48	1875
2003	8349	5.9	48	1986
2004	8845	5.9	48	2104
2005	9374	6.0	48	2229
2006	9935	6.0	48	2363
2007	10529	6.0	48	2504
2008	11159	6.0	48	2654

この必要設備出力に対応させて、電源開発計画を展開すると次の通りである。

電源開発計画

西暦年	必要出力 (MW)	開 発 計 画	設備出力 (MW)	予備力率 (%)
1987	699		834.9	39.5
1988	736		834.9	33.5
1989	779		834.9	27.2
1990	823	Belen HP (5.6MW) Electriona HP (2.8MW) Nagatac HP (4.2MW) Gas T (2@36MW)	919.5	31.7
1991	870	Gas T (2@36MW)	991.5	34.0
1992	923	Miravalles GP I (55MW)	1046.5	33.4
1993	985	Sandillal HP (32MW)		
1994	1055	Toro HP I (24MW) Toro HP II (66MW) Miravalles GP II (55MW)	1191.5	32.9
1995	1130	Gas T (1@36MW)	1227.5	28.6
1996	1210	Gas T (2@36MW)	1299.5	27.4
1997	1299	Miravalles GP III (55MW) Miravalles GP IV (55MW)	1409.5	28.5
1998	1399	Motor Baja TP (1@32MW)	1441.5	23.0
1999	1504	Angostura HP (177MW)	1618.5	27.
2000	1605		1618.5	20.8
2001	1770	Siquirres HP (154MW)	1772.5	20.1
2002	1875	Motor Baja TP (1@32MW)	1804.5	16.2
2003	1986	Pirris HP (110MW)	1914.5	16.4
2004	2104	Motor Baja TP (2@32MW)	1978.5	14.0
2005	2229	Guavabo HP (245MW)	2223.5	19.8
2006	2363	Motor Baja TP (1@32MW) Gas T (1@36MW)	2291.5	17.0
2007	2504	Motor Baja TP (1@32MW) Gas T (2@36MW)	2395.5	15.7
2008	2654	Garbon TP (1@125MW)	2520.5	15.0

注1) HP:水力, TP:火力, Gas T:ガスタービン, GP:地熱

注2) 予備力率は、必要供給力が20%の余裕を持っているものとした。

### 3.3 電力管理体制

#### 3.3.1 コスタリカ電力公社

コスタリカ電力公社 (Instituto Costarricense de Electricidad: ICE) は、1949年4月に政令によりエネルギー（特に水力資源）を合理的に開発することを目的として設立された政府機関であり、その業務内容は次のとおりである。

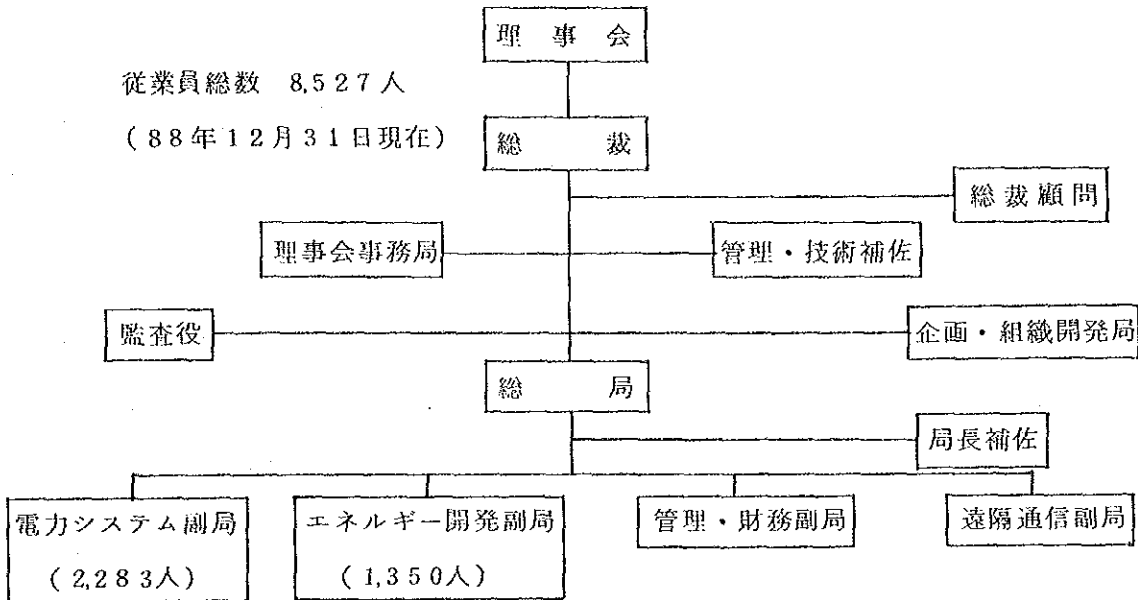
- a) 国内に電力が不足する場合には、これを迅速かつ効率よく解決すること及び通常の需要を満たし且つ新しい産業の開発、地方での電力の使用及び電力の家庭消費を促進するために、いつでも電力が利用可能になるようにすること。このために必要な全ての技術的、法的及び財政的手段を用いるものとし、その基本作業計画は、新しい電力設備及び配電網の建設計画とする。上記の仕事は、経済的に妥当な投資の範囲内で行うものとする。
- b) 電力の需要を満たすために現在注がれている個別の労力を、エネルギー及びその配給システムの利用効率を上げるような技術的な手順によって、統一すること。
- c) 産業開発及び国内生産を促進して、動力源及び熱源として電力を優先的に使用できるようにし、助言及び技術的調査を通じて、国の富の源をより良く認識するのを助けること。
- d) 天然資源を合理的に利用するよう努め、その破壊的浪費的開発を終結すること。特に、自然林から得た燃料の代替として暖房用に電力の家庭利用を促進し、工業原料としての木材の使用を促進する。
- e) 河川及び小川の流域、水源及び河道を保護して、国の水力資源を保存し、守ること。電力事業庁、農業省及び土木事業省は、相互協力計画を通じて、この仕事を援助することとなっている。

その後1963年に公衆通信システム（電話・通信等）の開発と運営がICEの業務に追加された。

ICEの概略組織図は、次のとおりである。（詳細組織図は付録3）

I C E

全体組織図



今回のピリス水力発電のF/S調査については、この組織図のエネルギー開発副局の管理下にある発電計画部が担当することとなるが、この部の業務内容は次のとおりである。

一 発電計画部

同部が準備する実現可能性調査のために役立つ発電・送電・配電プログラムを作成して、該当の融資を受けるために開発銀行の審査にこれを提出する。国内全域のエネルギーの需要供給を予測し、将来のプロジェクトの選択に役立つために地形、水文気象及び生態の調査を行う。

公社が、営業債務、負債事業及び将来の投資に対処できるような収入を得るために、料金調整調査の準備をし、国内の地熱潜在力の評価調査を監督し、エネルギー部門全体のレベルで、プロジェクトの実施の進行についてもそのコスト管理についてもプロジェクトの管理作業を調整し、短期、中期及び長期の予算作成を調整する。

2つの部—プロジェクト部及び地質・地質工学部—及び6つの課—基本調査課、発電プログラム課、特別調査課、計画・管理課、エンジニアリング課、地質工学課及び地質課—によって、構成されており、87年12月31日現在、732人の従業員がいる。

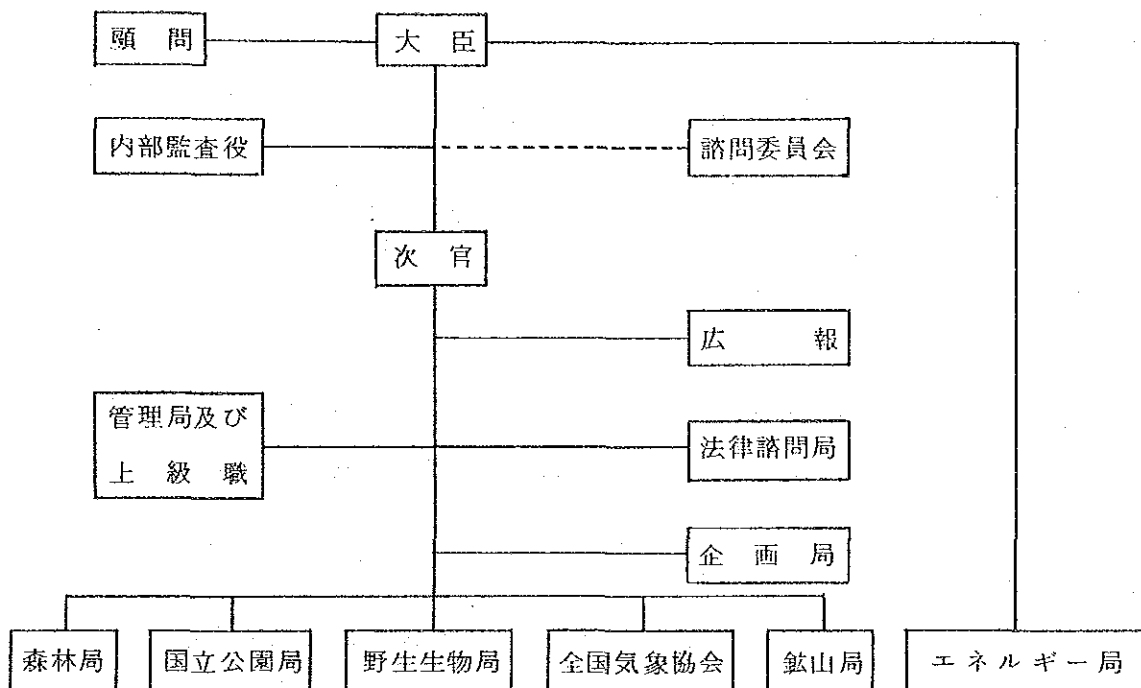


### 3.3.2 経済企画省

同省は、国家開発計画を作成し、これを共和国大統領の判断に委ねることに責任を負う機関である。従って、ICEの投資プロジェクトの評価及び承認を担当する機関でもある。

### 3.3.3 自然資源エネルギー鉱山省

共和国政府の天然資源、エネルギー資源及び鉱山資源に関する政策を立案し、制定する。同省は、またICEの運営に関する諸問題を内閣に上申を行う機関であり、組織図は次のとおりである。



### 3.3.4 大蔵省

海外融資局を通じて、国の裏書または保証を必要とする中央政府または公共部門または民間部門の海外借款の交渉及び取り引きを集中して行う。

### 3.3.5 会計検査院

国家財政を監視する国会の補助機関である。その職務として、自律的機関の年間予算及びその修正の承認、及び財政管理法に定められる通りの通常の手続き外の手続きで行われる財の購入及びサービスの契約の認証がある。

### 3.3.6 電力事業庁

その職務の中には、電力サービス料金の検討及び承認及び電力サービスの質の規制が含まれる。

## 4. ピリス水力発電開発計画概要

### 4.1 計画概要

#### 4.1.1 計画の経緯と検討状況

1988年2月、ICEの水力発電計画部の手で、計画の概要が「ピリス水力発電計画の概要」(DESCRIPCION DEL PROYECTO HIDROELECTRICO PIRRIS)として整理され、記述されている。これによると、このピリス計画は1966年に現地踏査が開始された。それ以来今日まで、本格的な外国技術者による検討は行なわれておらず、主としてICEの計画技術者、地質担当部、水文担当部の手により地道な検討が続けられてきた。

地質部は、地表地質踏査を主体とした検討を長年に亘って続けており、既に1978年に予備検討の報告書を作成し、更に1980年にRODOLFO MADRIGAL氏による全体地質の報告書(大学卒業論文)及び地質部によるダムサイト地質の検討報告書、1984年にこれらをまとめた総合の報告書を作成している。これらの報告書は、若干の物理探査の結果を包含しているものの、主として地質技術者による地表地質踏査の結果が基礎となっているもので、ボーリングや試掘横坑の調査は含まれていない。地形測量も同時に行なわれており、既に、1/5000の計画全体の航空測量図(5m等高線)、1/2000の主要構造物を含む航空測量図(2m等高線)、発電所サイトの1/200及びダムサイトの1/1000実測地形図が整備されている。

水文担当部は、1979年に予備的調査の結果を報告しているが、流量資料収集のための水位観測所が現在のダムサイト直上流に設置されたのが、1978年7月28日で、既に10年以上に亘る流量資料が完備している。これらのデータを基礎に、貯水池運用を基とした発電量の推定及び計画洪水量の算定が行なわれている。これを受けて計画担当部は、図上による計画の検討を実施しているが、これは1段開発と各種の2段開発を比較検討したもので、その検果、1段開発の有利性を主張している。

何れにしても、現在は予備調査(プレ・フィージビリティ調査)を終了した段階で、現地地質調査工事の実施によるダムサイト代替案の詳細検討を中心とした可能性調査(フィージビリティ調査)が待たれている段階である。なお、ICEもアーチダム案については慎重で、約500m上流にロックフィルダムの代替案を提案して検討を待っている状態である。

#### 4.1.2 計画の位置と地域の概要

コスタリカは、東がカリブ海に西が太平洋に面しており、中央が山岳または高原地帯で、カリブ海側はなだらかな平原であるが、太平洋側は急峻で河川も急流をなして水力発電に適した河川が多数太平洋に流れ込んでいる。首都サンホセは、やや太平洋寄りの中央部の高原地帯に位置するが、ピリス水力地点はサンホセの南30kmの、電源としては立地条件に恵まれた位置を占めている。

本計画の位置するピリス川は、その源を、サンホセ県とカルタゴ県の境界に位置するVUELTAS山(標高3150m)に発し、サンマルコス近くを比較的緩やかに東西に流れて中流のダムサイト付近に達し、ダムサイト(標高1090m)直下流より蛇行した急流に変じ、発電所サイトに予定されている地点(標高340m)までは人を寄せ付けない滝の連続となっている。発電所サイトより約10km下流で流れを直角に南に転じてアンジェレス付近にて太平洋に注ぐ。

ダムサイトに於ける流域面積は250km<sup>2</sup>であるが、この流域は、北をサンタロサ山(標高2241m)、アベホナル(標高2030m)、ラロカ(標高2258m)、サンフランシスコ(標高2450m)等の丘陵に依って、北東及び東側をタラマンカ山脈中のプエルタス(標高3125m)、パラングナ(標高3040m)、ローブレ山(標高2640m)、ラグーナ(標高2030m)に依って、また西部をリャノボニート(標高1982m)、チラル山(標高1930m)に依って各々囲まれた気候的に温暖な地域である。流域の年平均雨量は2800mmであるが、特に9月、11月に雨が多い。

流域の約50%、特に高地は森林に覆われており、42%が牧草地及び牧場、雑草地で、残り約8%が耕作地となっている。流域内の主な町には、サンパブロ、サンマルコス、サンタマリアで、これらの町を結ぶ形で国道12号線が流域内を走っている。

#### 4.1.3 計画概要

現在のICEの提案する計画概要に依ると、ピリス水力発電計画は、太平洋に注ぐピリス川の上流部に高さ105mのコンクリート・アーチダムを築造して、有効貯水容量2千万m<sup>3</sup>の貯水池を設け、流域面積188.4km<sup>2</sup>の水を調節して最大16.5m<sup>3</sup>/secの使用水量を、長さ8870mの導水路及び1950mの水圧管路により、最大出力11万kW、年間発生電力量4億8千9百万kWhを得ようとするピーク式水力発電所計画である。なお、ダムサイトに於ける総流域面積は250.8km<sup>2</sup>であるが、最上流の62.4km<sup>2</sup>はコスタリカ上下水道公社(ICAA)が首都地域へ水道用水として導水する計画を有しているため除いて計画されている。

現在提案されている計画は次の通りである。

(1) 発電計画

最大出力	1 1 0, 0 0 0 kW
最大使用水量	1 6. 5 $m^3/sec$
最大有効落差	7 8 0 m
年間発生電力量	4 8 9 GWh

(2) 主要貯水池

総流域面積	2 5 0. 8 $km^2$
有効流域面積（除水道取水計画分）	1 8 8. 4 $km^2$
常時満水位	E L 1 1 8 0 m
低水位	E L 1 1 4 0 m
利用水深	4 0 m
総貯水容量	2 5 百万 $m^3$
有効貯水容量	2 0 百万 $m^3$
平均年間総流入量（有効流域面積分）	2 6 9 百万 $m^3$

(3) 主要構造物

1) ダム・洪水吐及び仮排水路

ダム型式      ドーム型アーチ式コンクリート・ダム

堤頂標高      E L 1 1 8 5 m

2      ダム高さ      1 0 5 m

堤頂長（直線長）      1 5 0 m

洪水吐型式（右岸）      シュート型式

洪水吐容量      1 3 5 0  $m^3/sec$

仮排水路型式      トンネル型式（長さ 2 5 0 m, 直径 6. 5 m）

仮排水路容量（10年確率）      3 5 5  $m^3/sec$

2) 取水口

取水口型式      取水塔型式（高さ 5 2 m）

取水容量      1 6. 5  $m^3/sec$

3) 導水路

導水路型式      円型圧力トンネル方式

長さ × 直径      8 8 7 0 m × 2. 5 m

#### 4) 調圧水槽

調圧水槽型式	水室式一部地上露出型
高さ × 直径	10.0 m × 1.2 m

#### 5) 水圧管路

水圧管路型式	地上露出型圧力鉄管方式
長さ × 直径	1950 m × 1.85 m

#### 6) 発電所及び放水口

発電所型式	鉄筋コンクリート製地上式
長さ × 幅 × 高さ	45 m × 14 m × 17 m
水車型式	横軸ペルトン水車(2台)

#### (4) 経済性

総工事費(1987年ICE試算)	4,797百万コロン (約7,800百万円)
kW当たり建設費	43,600コロン(約73,000円)
kWh当たり建設費	9.8コロン(約16.4円)

#### 4.1.4 全体計画についての検討概要

現在の予備調査の段階で各種の図上検討が行なわれているが、そのうち全体計画の設定に関連する事項についての検討の内容とその問題点は以下の通り。

##### (1) 上流に於ける水道取水計画の影響について

現在提案のダムサイトに於ける総流域面積は250.8 km<sup>2</sup>であるが、コスタリカ上下水道公社(IICA)がサンタマリア上流約5 kmの地点(流域面積6.24 km<sup>2</sup>)に於いて取水を行なって水道用水としてサンホセに導水する計画がある。このため、実質流域面積188.4 km<sup>2</sup>として計画を行ない、最大使用水量を16.5 m<sup>3</sup>/secとして設備規模を試算している。調査団は、この水道取水計画の実現性について十分な資料を得ることが出来なかったが、30 km以上の水路の建設が必要であり相当後年度の計画と考えられ、また、この計画で除外した流域が現在の計画対象の流域に対して30%以上の値なので、設備規模の決定と計画の経済性にどの程度の影響を与えるのか試算して、其の計画上の取扱を議論すべきものと思われる。ICEが、現在このことを全く検討せず設備規模を提案している事実から推して、かなり政治的に高度な取水計画とも考えられる。

##### (2) 2段開発の検討について

この計画地点は、ダム満水位標高1180 m、放水位標高320 mの間の総落差が960 mという高落差地点であり、水路系の計画等に種々の問題が考えられる。これを考慮し

て、ICEは、各種の2段階開発を検討している。現在の1段階開発では、直径2.5m、長さ8870mの導水路を標高2000m以上の山岳地帯の深部に設ける必要があり、地質的に問題が起こった場合は経済的、工期的に大きな影響を受けることになる。また、水路の長さを節約する手段としてよく使われる計画手法は、水路経過地の途中の比較的河川勾配の緩やかなところに貯水池を設けて、そのダムの工事費と水路の工事費の兼ね合いを検討することがある。更に、水路経過地の途中に大きな支流が流れ込んでいる場合は、これを途中で取り込むために2段階開発とする場合もある。ICEの結論は、何れの2段階発案よりも1段階開発が経済的に有利としている。これは、経過地の途中に於いて大きな支流が流れ込んでいないことが大きな理由であるが、特に、水路の長さの節点からの検討がややおろそかになっている傾向がある。

### (3) 設備容量の決定について

現在の設備容量は、最大使用水量を $16.5\text{ m}^3/\text{sec}$ として決定されている。この使用水量の最適化は、予想収益最大を目的関数とするため電力量のみを考慮して、電力の確保の点の検討がなされていないように思われる。重要な供給力として系統に投入する場合は、この点は重要であり、需要が多い季節のピーク時に電力不足を起こす可能性がある。目標とする常時出力と、毎日のピーク時間を考慮しての使用水量、ひいては設備出力の最適化が必要である。

### (4) トンネル経過地に於ける支流の取水について

一般に、導水トンネルは施工の都合上、支流を横断する点で地表近くを経過させ、其のついでに支流の水を取り込んで経済性の改善を図る手法が使われる。この場合も、2箇所ので支流と交差するので、この手法が若干でも経済性を改善させる可能性が残されている。現段階では、ICEはこの検討を実施していない。この場合、取水のための設備として、圧力トンネルであるがために調圧水槽の機能を持った取水塔を設ける必要がある。この工事費に見合う十分の水量を持った支流の大きさがなければ経済性の改善につながらないことは勿論である。

## 4.1.5 各構造物計画検討の概要

### (1) ダム貯水池計画

現在ICEは、ピリス川が急流に変わる直前の狹窄部に、105mの高さのアーチダムを築造して、満水位1180mの貯水池を得ようとしている。このダムサイトは地形的にも地質的にも複雑な構造となっており、ある程度の地質調査工事を行わなければ、最後の技術的確認が困難である。しかも、このダムサイトでは地形的な制約から、現在の計画以上にダムの高さを増すことは不可能である。従ってICEは、約500m上流の

比較的山塊が大きく地形が単調な第二の狭窄部を代替のダムサイトとして提案し、ロックフィルダムを計画して比較検討することとしている。これは、周囲の状況から見て適切な代替案の選択と思われる。

この場合、上流ダム案については、地形的には更に最大50m程度ダムの高さを増すことが可能である。即ち、ダム代替案の検討は、単なる工事費の比較ではなく、ダム高さの最適化の問題を含むこととなる。この最適化の作業に際しては、落差の増加と有効貯水容量の増大による最大による最大使用水量の見直しの問題が伴う。現在の計画では、有効貯水容量は年間流入量の7%強で溢水が相当量あるものと思われ、有効貯水容量の増大に依って更に発電電力量及び設備容量の増加が期待できる。

現在提案の下流ダムサイトは、地形的にはアーチダムまたはコンクリート重力ダムの可能性を持った地点である。施工上の問題からロックフィルタイプのダムには向いていないと言ってよい。従って、初期のダムサイトの比較の段階では、一般に経済性から見てアーチダムを取り上げて検討すべきである。しかし、このタイプのダムでは、初期の調査段階で決定することは危険で、わずかな地形地質上の変化で大きく工事費が変わる可能性がある。特に右岸の地形に問題があり、アーチの弧の長さを余裕を見て工事費を検討し、比較後に更にフィードバックする慎重さが必要である。

上流のダムサイトにとって重要な点は、必要な掘削の深さとダム材料の問題である。現在の所ダム材料の問題は殆ど手がつけられていない。周辺に、コアー及びロック材料に適すると思われる山塊があり、今後、施工も考慮したサイトの選定作業が必要となる。コンクリート遮水壁型ロックフィルダムについては、現在の所考慮された形跡がないが、今後当然起こってくる問題である。

## (2) 水路系計画

導水路経過地については、2段階開発の問題を除いて、現在の案は最短距離を走りながら、施工に必要な横坑地点を設定して、最適な位置の選択が行なわれている。現在3箇所の横坑が計画され、6区間に分けて施工する計画となっており、片口の最大距離は2400mである。しかし、横坑坑口へのアクセスは非常に困難であり、工事用道路の建設計画と相まって十分の配慮を必要とする。

導水路の断面は、馬蹄型掘削の円型巻立てである。高水圧の圧力トンネルであり、適切な構想と思われる。しかし、内径が2.5mと小さく、位置も山の深部を通過するので、種々の困難が予想される。それに対応した工程計画及び予算計画への配慮が必要となる。

調圧水槽及び其の付近の水路系の現在の設計には若干の問題がある。地形上、調圧水槽より下流の水圧管路上部水平部が長くなり、水撃圧の問題とそれと兼ね合いの調圧水槽



槽の上部の地上露出部が異常に高くなる。設計上の配慮が必要となる。

水圧管路の経過地には大きな問題がある。全体が地滑り地形をなし、線形の設定に苦慮している。現在の所最短距離を通過するものと、安全側を見てやや距離の長い案が取り上げられている。水圧管路の流速は早いので、距離が長いと損失落差の増分が大きく、この代替案では、10 mに匹敵する損失落差が生ずる。何れにしても、現地地質工事による岩盤深さを確認することが先決である。

### (3) 発電所計画

発電所地点は河川との関連から十分の広さがとれない。河川改修を含めた総合的な設計が必要となる。現在、水圧管路を含めた1/2000の地形図があるが、これによる設計はまだ行なわれていない。今後の問題である。放水位は標高325 mに設定されており、発電所の基礎を標高320 mとしている。

水車のタイプは水平軸のペルトン水車が考えられているが、落差、使用水量から考えて適切な選択と思われる。出力55 MW、回転速度450 rpm、水車直径3.6 m、設計水量 $8.25 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、設計最大落差805 mのペルトン水車2台を設置する計画である。

### (4) 材料採取場計画

コンクリート骨材、ダム材料とも現在の所検討が行なわれていない。コンクリート用の細骨材、粗骨材とも河床材料に求めることは困難と思われる。安山岩系統の原石山を近くに求めることになろう。ロックフィルダムのための遮水材料は、安山岩の風化層がダムサイトの近辺に広く分布しているが、自然含水比で最適なものを求めることは困難で、なんらかの処理が必要となろう。ロック材は問題なく近辺の山から求められると思われ、施工を考慮したサイトの選定と土砂かぶりの推定が焦点となる。

### (5) 仮設備道路計画

現在の所、検討が行なわれていない。ダムサイトへのアクセスは比較的簡単であるが、発電所サイトについては相当の工事費が嵩むものと思われる。今後、将来の永久道路も考慮して、河川の下流からのアクセスを考慮する必要がある。これは、重機器の揚陸用の港がカルデラ港であることも考慮した上である。導水路の作業用横坑への接近は甚だ困難である。調査の初期よりこの建設工事費を見積っておく必要がある。

### (6) 環境保全対策

現在の所、殆ど検討されていない。貯水池内には、特に問題となるような物件は存在しない。上流にコーヒー工場があり、汚染水を排水していて、ダムサイトに於ける河川の水が汚染されている。なんらかの規制が必要であろう。計画区域は、景観の優れた山岳地帯で、工事用道路の建設によるこの景観破壊が懸念される。この影響を最小限にとどめるための計画及び設計が要求される。

#### (7) 送電線計画

現在具体的に検討されていない。しかし、現在の送電系統から考えて、最小限20 km程度の新規送電線の建設と、開閉所への繋込みが必要であり、経済性評価また資金調達などの様にこれを含めるか、検討が必要である。

#### 4.2 電源開発計画と水力地点

長期20年計画に組み入れられている水力地点は、増設のBelen(5.6MW)、Electri ona(2.8MW)、Nagatac(4.2MW)の他、新規地点として、Sandillal(32MW)、Toro(I 24MW、II 66MW)、Angostura(177MW)、Siquirres(154MW)、Pirris(110MW)、Guavado(245MW)の9ヶ地点である。この内新規地点の準備進捗状況を概観する。

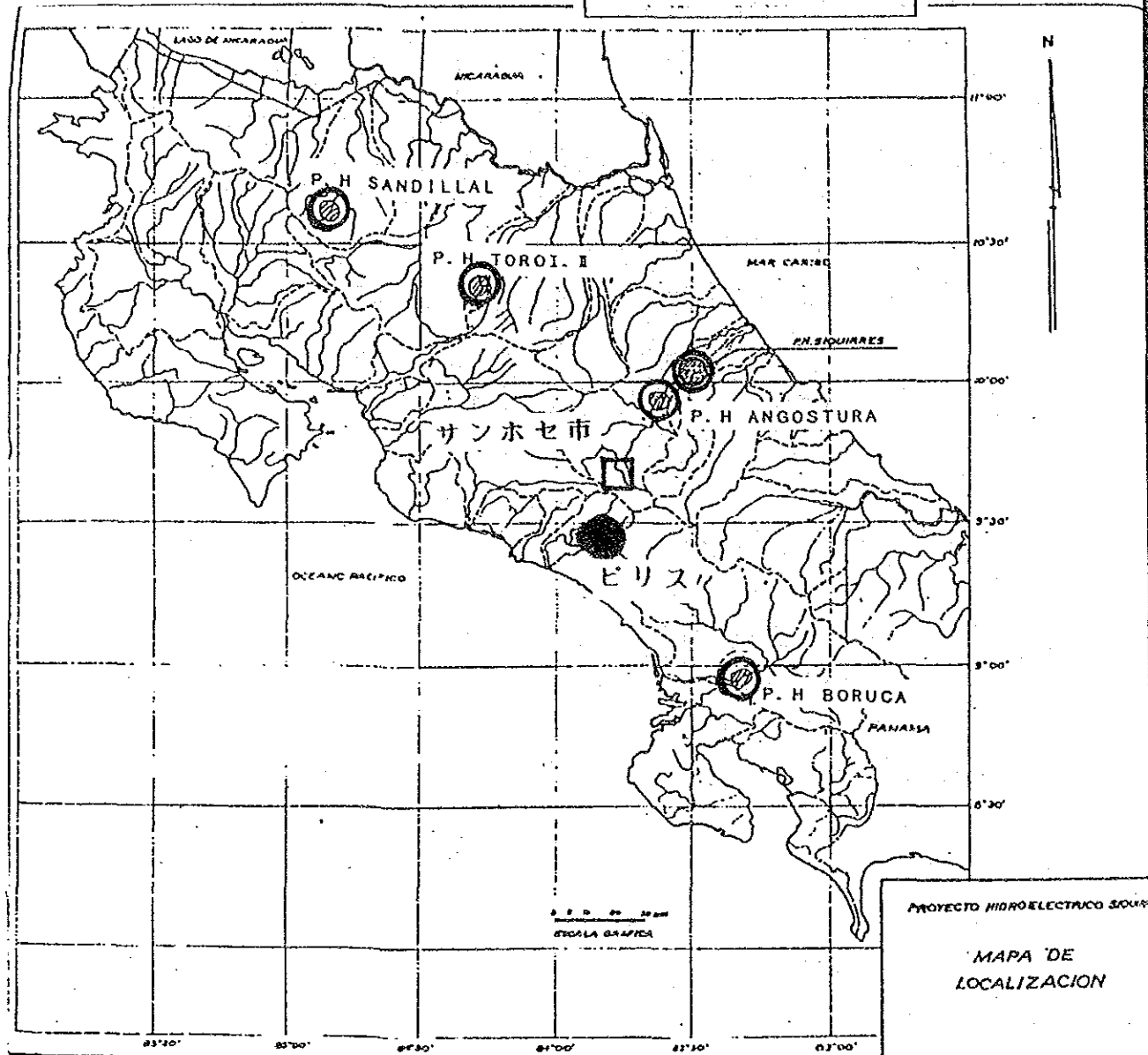
Sandillal計画は、設備出力34MWにて、1993年の投入が予定されている。この計画は、既開発のアルナル水力発電所の下流の計画で、20億 $m^3$ の貯水池を持つ低落差水力である。既に着工が決定し、米州銀行からの外貨融資について国会の決定がなされた。(調査団が滞在していた2月7日とのことである。)完成までの工期は4年とされており、計画通り1993年運転開始となるものと期待される。

Toro計画は、第一期と二期に分かれ、それぞれ24MW、66MW、計90MWの設備出力で、両方ともSandillal計画から1年遅れの1994年運転開始が予定されている。中央山脈の麓にあり、土木工事からみたととき比較的小規模で、現在フィージビリティ調査を、ICEの資金で実施中であり、1989年内に完了する予定である。この調査完了後、米州銀行の融資を受けて着工する予定である。

Angostura計画は、設備出力177MWの、比較的大きな規模の計画で、1999年の投入が予定されている。この地点は、レベンヌソン川にあり、長い調査の歴史を持っているが、これは地質的に問題を包含しているからである。数年前にフィージビリティ調査が実施されたが、ダムサイトに於て石灰岩中の多くの空洞が発見され、地下水調査が続けられてきたものである。現在、カナダ政府の協力を得て、カナダのコンサルタントが現地に入っている。現在行なわれているフィージビリティ調査は1990年完了の予定であり、引き続き、カナダ政府の協力を得ることを期待している。

Siquirres計画は、設備出力154MWで、2001年の投入が予定されている。首都サンホセの東方50 kmのPacuris川に、高さ190mのコンクリート重力ダムを築造する計画で、第一段階として自流だけで150MWを発電し、第二段階としてレベンタソン川の水を取水して最終段階では384MWを得ようとする計画である。1979年にJICAの技術協力でプレフィージビリティを実施した経緯がある。この結果を見直して再びプレフィージビ

水力競合地点位置図



ティを行なうため、米州銀行の融資でコンサルタントを選定し、フランスの Sogreah + Tams が受注し、1989年1月現地に入ったところである。この計画は、前回の1988年3月の長期電源開発計画では、ピリスより後年の計画となっていた。

#### 4.3 ピリス水力の位置付け

1988年8月31日設定の長期電源開発計画では、ピリス水力計画は2003年の系統への投入が予定されている。この地点は、1988年3月設定の電源開発計画の時点では、1999年の投入が予定され、逆に Siquirres 計画が後年の2001年となっていた。このことは、Siquirres 計画の調査が決定して、コンサルタントが現地にはいる目途がついた段階で其の順位が逆転したものである。

このように、ピリス水力と Siquirres 計画は完全に競合の状態にあり、今後の調査の進展如何では、ピリス水力の先行の可能性も残されている。更に1999年に投入が予定されている Angostura 計画は、地質的に問題があり、ICEとしては、ピリス水力の繰上げも考慮しておかなければならない状態である。1999年の需給の状態は、Angostura 計画が入らなかった場合、予備力は実質的に10%を下回り、深刻な状態となる可能性がある。

#### 4.4 水系一貫開発上の位置付け

ピリス川水系は、大きく分けて、ピリス計画のあるピリス川本流と支流のグランデ川とからなる。ピリス川本流は、San Gerado 付近で直角に東西方向に向きを変えて上流に向う。グランデ川は、そのまま北の方向に向かい、山脈に沿って大きな流域を形成している。

ピリス川本流には、このピリス計画の他、下流部分で残存落差を利用する Parrita 計画があり、グランデ川には、上流部分の急流を利用する La Ceiba 計画と、中流部の残存落差を利用する El Rey 計画がある。最下流の二つの川の合流点に、大きな貯水池を設けて灌漑と発電に利用する Bijagual 計画がある。

ピリス計画は、これらの計画の中で、本流の最も大きな落差を利用する発電単独の計画であり、他の計画とは切り放して開発することが出来る。ピーク発電所であるため、ピーク放流が、将来下流の水利用に影響を与える可能性があるが、水系一貫で考えると、最下流の Bijagual 計画が逆調整の役割を果たすこととなる。

## 5. 現地踏査の結果

### 5.1 現地アクセスの概況

#### 5.1.1 計画地域へのアクセス

計画地域の中心となるサンラファエル ( San Rafael ) は、首都サンホセより南の方向で、直線距離にして 30 km の位置にある。サンホセより国道 4 号線を南下し、サンガブリエル ( San Gabriel ) に達する。ここまでは、約 3.3 km で 2 車線の舗装道路であるが、途中標高 1800 m 程度の山を越えるため蛇行する。サンガブリエル付近より国道 4 号線は西へ向きを変えるので、ここで分岐して国道 12 号線にはいる。この国道は、南西の方向に向かい約 40 km で貯水池予定地域の中心都市であるサンマルコス ( San Marcos ) に達するが、サンラファエルに向かうには、国道 4 号線と分かれてから約 7 km の位置にあるモントレー ( Monterry ) で、12 号線と分かれて道を右にとる。ここまではサンホセの中心部から距離にして約 40 km、ジープで約 1 時間の位置にある。何れも舗装道路で全天候に対し問題はない。

モントレーより道路に沿い南下するが、約 13 km 過ぎたところのラレグア ( La Laguna ) で舗装は切れ、後は砂利舗装となる。サンホセの中心よりここまでは約 52 km、1 時間 15 分の道のりである。これ以降は、砂利道で 1 車線であるが、雨期も特に問題なく通過できる。しかし途中険しい崖があり、落石等に注意する必要がある。ラレグアからサンラファエルまでは、距離約 15 km、時間にして 35 分の道のりである。途中、サンラファエルの手前 3 km の地点に、発電所サイトへの分岐点がある。

結局、サンホセの中心よりサンラファエルまでは、距離約 68 km、1 時間 50 分である。サンラファエルは、人口約 1500 人の小さい村落であるが、簡単なレストランとスーパーマーケットがあり、民家の借り上げ等も可能と思われる。

#### 5.1.2 ダムサイトへのアクセス

サンラファエルの中心に位置するレストランから、ダムサイトは直下に眺められる。サンラファエルの標高は約 1450 m であるが、ダムサイト河床に達するためには、標高差にして約 360 m を下る必要がある。現在は、畑地耕作のための私道が開かれているが、路面は殆ど処理がされていなくて、最急の勾配も 10 % を越すものであり、乾期にはジープ程度が無理をして下ることが可能であるが、雨期は殆どアクセス不可能である。

### 5.1.3 発電所サイトへのアクセス

発電所サイトのアクセスは、サンラファエルの手前3 kmの地点で分岐して、本流右岸に沿って下流に下ることとなる。発電所サイト付近には、ラジャマトガ(La Jama tga)と称する村落があるが、丘陵地帯に分散して居住しており、一見、村落の形態をなしていない。喫茶店とおぼしきものが一軒存在する。しかし、アクセス道路は、公共団体の手で管理されており、雨期が終了した段階で定期的に修理が行なわれているが、乾期でも走行困難ほどの悪路である。雨期には、交通は途絶の状態と考えられる。

先の分岐点より発電所サイトの最も近い点までの距離は約18 kmであるが、ジープで走行して約1時間30分を要する。この地点より、発電所サイトは眼前に見えるが、約1 kmの間は平地ではあるが、道路はなく、調査工事に際してはなんらかのアクセスの建設が必要である。

## 5.2 計画地域の地形の概要

### 5.2.1 全体地形の概要

計画地域は、中央山脈から派生したタラマンカ山脈(Cordirella Talamanca)のブエルタス山(Vueltas; 標高3156 m)に源を発するピリス川(Rio Pirris)の中流部に位置している。

ピリス川は、河口から約20 kmの地点で北方から流入するカンデラリア川(Rio Candelaria)と合流し、海岸の町パリタ(Parita)を通り、太平洋に注いでいる。ダムサイトのあるピリス川中流部の地形は急峻で、兩岸の山腹は切り立ち、支流の多くは滝となって本流に注ぎ込んでいる。平野部の出口にあたるカンデリア川の合流点までの距離は約50 km、其の間の標高差は3500 mあって、勾配にして100分の9で、其の地形の急峻さを知ることが出来る。

### 5.2.2 貯水池及びダムサイトの地形

ダムサイト周辺は、其の地形の急峻さにも関わらず、山腹には人家が点在し、コーヒーを主とする耕作地がみられる。ダムサイト右岸上方のサンラファエルから河床までは、農耕用の道路が開削され、下流サイトの約200 m上流までジープによるアクセスが、乾期に限り可能である。ダムサイト付近での河床幅は約10 mである。

ダムサイトから上流の、貯水池内での河川勾配は緩かとなう、勾配は100分の2程度である。貯水池内の山腹傾斜は、ダムサイト周辺に比べて緩い。ICEの提案している上流ダムサイト案の地点では、河床の幅は約40 mであり、この緩傾斜地形の中に位置してい

る。

### 5.2.3 導水路周辺の地形

導水路トンネルは、ピリス川の左岸の山の中を、約8.8 kmの延長で掘削される計画となっている。取水口より約3 kmまでの区間の山塊は、規模も小さく被りの厚さは300 m程度であるが、これより下流では、標高2100 mの山の芯を通過している。このため、被りの厚さは約1000 mにも達する。

### 5.2.4 発電所周辺の地形

発電所サイトは、ダムサイトの下流約16 km、直線距離にして9.5 kmに位置しており、標高は325 mである。この地点からカンデリア川の合流点までの距離は約10 kmで、其の間の河川勾配は緩くなり、山腹には農耕地が発達している。特に、水圧管路の経過地となる左岸斜面には典型的な地滑り地形が認められ、特有の緩傾斜面を形成して農耕地として利用されている。発電所はこの地滑り斜面の下方の河床付近に建設が予定されているが、この河床部は氾濫原が発達し、其の幅は50から70 mと広い。

## 5.3 計画地域の地質と地質工学的問題点

### 5.3.1 概 要

計画地に分布する地質は、第三紀、始新統のブリト層、漸新統～中新統のテラバ層、および第四系からなり、この他に火山岩類、深成岩類などがみられる。(地質平面図 参照)

事前調査では、ダムサイトおよび水圧管路線を重点的に踏査した。以下に述べる各サイトの地質とその問題点は、現地調査結果をもとにしているが、直接現地を見ることのできなかった貯水池、導水路トンネルなどのサイトについては、ICEの調査結果をもとに、その考察を述べている。(ICE 1984)

#### 1) ブリト層(Brito Formation)

この地層は計画地に分布する地層の内でもっとも地質時代が古く、下流部のサージタンク付近や、発電所の上流部に分布している。ICEによれば、この地層は、礫質岩、石灰岩、砂質岩などに区分されている。

礫質岩は、5～15 cmの円～亜円礫からなり珪化を受けている。この岩石は、発電所の上流約8 kmのピリス川沿いに小規模に露出している。

石灰岩は、サージタンクの南西部の稜線上に比較的大きな岩体を形成して分布している。

砂質岩は、サージタンクの南西部で礫質岩の上位に分布している。その岩体の規模は、礫質岩とほぼ同様である。

## 2) テラバ層 (Terraba Formation)

計画地の大部分はこの地層によって占められている。地層は、火山性起源の堆積物によって大部分が占められ、火山岩質砂岩、長石質砂岩、泥質岩などに区分されている。

火山岩質砂岩は磁鉄鉱や黄鉄鉱を含む緑色塊状の細粒岩石で、グロビゲリナ(有孔虫の一種)の化石を含んでいる。この地層は、下流ダムサイトの右岸上方の山腹や水圧管、サージタンク建設予定地付近に広く分布している。

長石質砂岩は、計画地にもっとも広く分布する岩石である。岩質は細粒～中粒で、上流ダムサイトの両岸、下流ダムサイト左岸山腹の上方、発電所建設予定地などに広く分布している。この岩石にも有孔虫の化石をみることができる。

泥質岩は比較的堅硬で、15～50 cmの幅で層理を呈している。この岩石は、貯水池敷の左岸山腹や導水路トンネルの路線に広く分布している。

## 3) 火成岩類

### 3-1) 安山岩質熔岩

この岩石は、よく節理の発達した細粒の安山岩で、計画地に広く分布している。とくに下流ダムサイトの河床部から両岸の山腹、導水路トンネルの路線、水圧管敷設予定地などにこれを見ることができる。

### 3-2) 貫入岩類

閃緑岩からなる小規模な貫入岩体が、主として断層にそってみられる。

## 4) 第四系

計画地に分布する第四系で特徴的なものは、地すべりによってもたらされた崩積土である。地すべりは、水圧管敷設予定の斜面で発生しており、未固結の地すべり土塊の分布は河床部にまでおよんでいる。

このほか、第三系の凝灰岩や集塊岩の小露頭が計画地に分布している。

## 5.3.2 ダムサイト

### 1) 上流サイト

このサイトは河床へ降りる道路の終点から約500 mほど上流に位置している。

河床部の幅は40 m前後で、ここには礫径1 m内外の巨礫が点在している。両岸の山腹傾斜は、右岸がやや急で50度前後、左岸は35度前後である。

右岸河床にはよく固結した堅硬な、泥岩と角礫質砂岩の互層が小規模ではあるが露出している。この岩石には幅20～40 cmで層理面が発達し、その走向はN45E、傾斜は



20NWを示している。山腹斜面には植生が認められ、岩石の露出はない。

このサイトの地質工学的問題点は、基盤となる泥岩・角礫質岩互層の支持力と、透水性である。河床の露頭で見ると、この岩石はフィルダムの基礎として十分な支持力を有するものと考えられるが、コンクリートダムを採用した場合には、十分な検討が必要となる。前述したように、この岩石の層理の間隔は20~40cmで、かつ下流側に緩傾斜している。このため、基盤岩の透水性の評価には十分な検討が必要となる。

ICEの資料によれば、このサイトに分布する地質は、テラバ層の長石質砂岩とされ、ここに適したダム形式をフィルダムとしている。

## 2) 下流サイト

このサイトは、上記の道路終点から約200m下流に位置している。ダム軸付近では床幅が10m程度に狭まり、両岸が急立し接近が不可能である。河床には礫径1~2mの巨礫が点在している。両岸山腹の傾斜は50度以上で、岩石が直接露出している。

ダム軸の上流約50mの右岸河床で確認した地質は、珪化を受けた細粒の安山岩である。この岩石は、輝緑凝灰岩に似た岩相を呈している。この岩石には、直立した節理が幅20cm程度の間隔で発達しているが、岩質はよく固結し、堅硬である。

このサイトの地質工学的問題点はつぎの通りである。(ダムサイト地質平面図 参照)

ICEの資料によれば、ダム軸の左岸山腹は、急峻ではあるが一樣な斜面を形成し、安山岩が分布するとされている。しかし、ICEが実施した弾性波深査によれば、左岸堤頂予定地点(標高1190m)付近の基盤岩の速度は2.2~2.5km/secと検出されている。(下流サイト弾性波速度断面図 参照)

この速度層は、河床の露頭で見られる珪化した安山岩のそれに対比するには速度が遅すぎると考えるのが妥当である。この付近に分布する地層でこの速度層に対比できる岩石は、テラバ層の長石質砂岩もしくは泥質岩であろう。

この弾性波深査結果から見ると、河床部で見られる堅硬な岩質を呈する安山岩は、左岸上方まで分布していない可能性があることを考慮に入れる必要がある。

右岸山腹は、ICEの資料によれば、河床からダムの堤頂までは安山岩が、それより上部には長石質砂岩が分布するとされている。地質工学的には、これら二つの岩石がどのような状態で接しているかが問題となる。山腹上方の標高1250mのケルンコル(稜線上の凹地)の存在や、ダム軸上流左岸の支流(Quebrada Zapote)にみられる崩壊地形などから推定して、右岸山腹の上方に断層の存在する可能性が強い。

右岸アバットメントに相当する山体の形状を1:2,000の地形図で見ると背後(下流側)に小さな沢型が認められる。上流から観察したこの沢型は、地型図で表現されている以上に顕著である。すなわち、右岸アバットメントは、厚さ80m程度の独立した安