

エウアトル共和国
全国電力系統信頼度向上対策計画
事前調査報告書

1992年11月

国電院

JICA LIBRARY



1103010131

24687

エクアドル共和国
全国電力系統信頼度向上対策計画
事前調査報告書

1992年11月

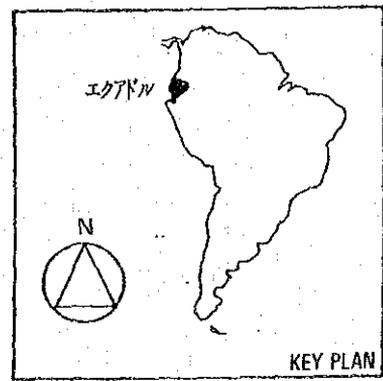
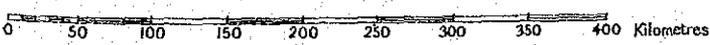
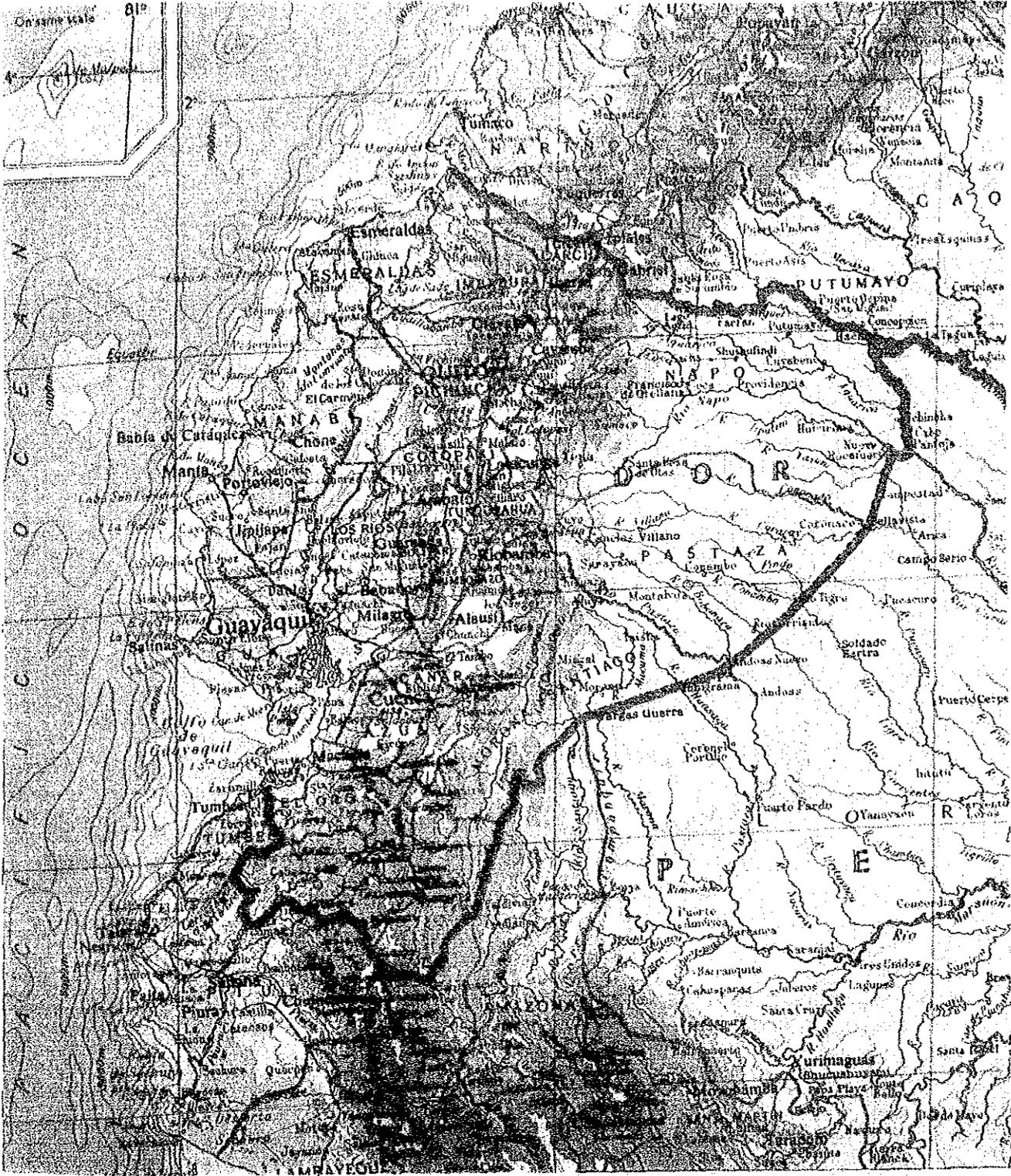
国際協力事業団

国際協力事業団

24687

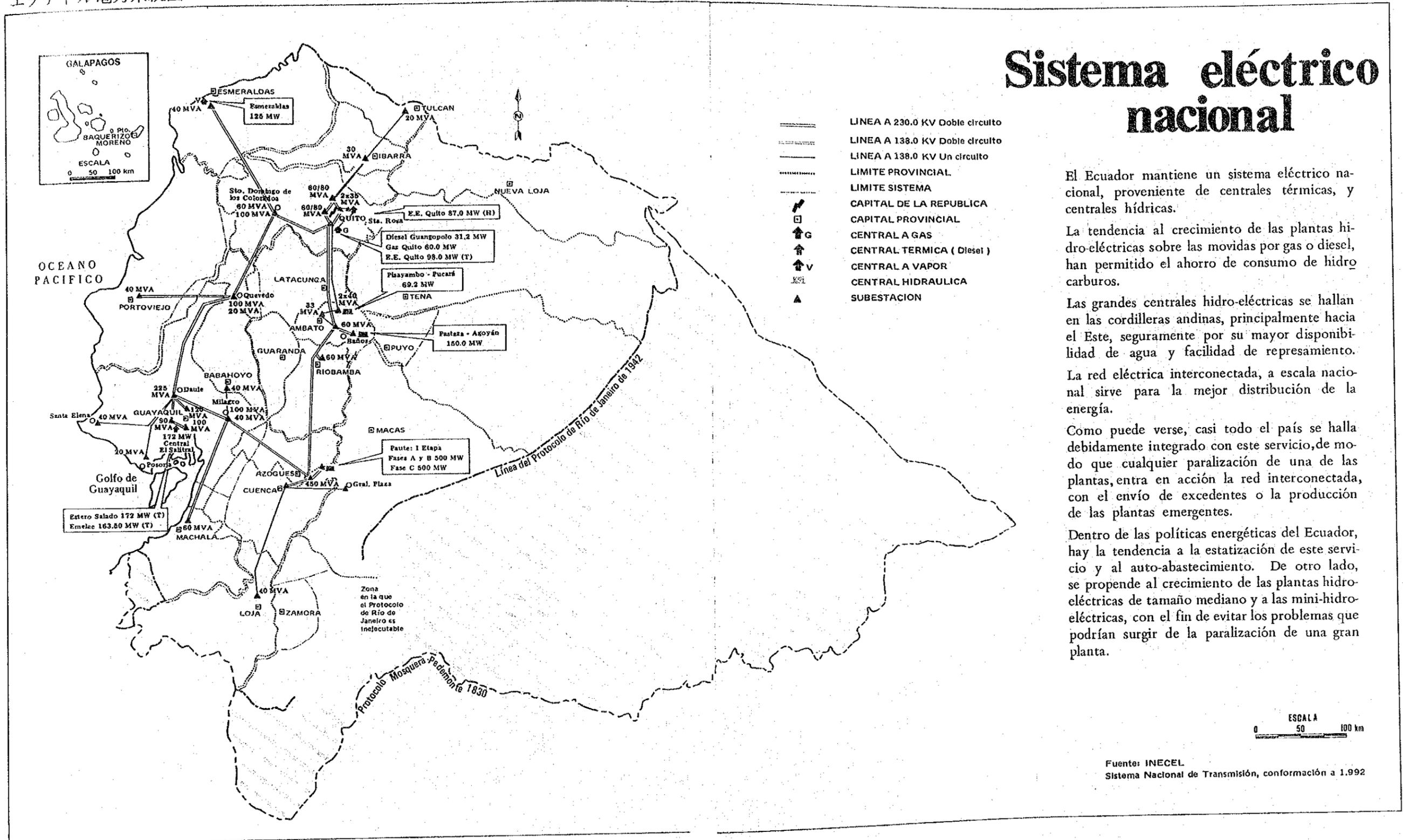
エクアドル共和国全図

Ecuador



全面改訂版・タイムズ世界地図帳(第8版)「The Royal Geographical Society」発行
 総輸入取次元 株式会社ビー・シー・アイより複製許可済

Sistema eléctrico nacional



El Ecuador mantiene un sistema eléctrico nacional, proveniente de centrales térmicas, y centrales hídricas.

La tendencia al crecimiento de las plantas hidro-eléctricas sobre las movidas por gas o diesel, han permitido el ahorro de consumo de hidrocarburos.

Las grandes centrales hidro-eléctricas se hallan en las cordilleras andinas, principalmente hacia el Este, seguramente por su mayor disponibilidad de agua y facilidad de represamiento.

La red eléctrica interconectada, a escala nacional sirve para la mejor distribución de la energía.

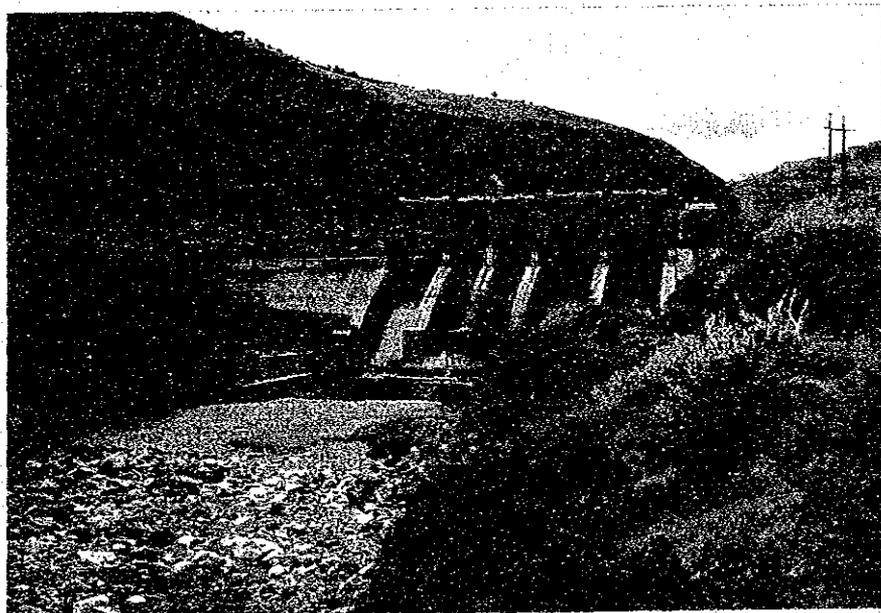
Como puede verse, casi todo el país se halla debidamente integrado con este servicio, de modo que cualquier paralización de una de las plantas, entra en acción la red interconectada, con el envío de excedentes o la producción de las plantas emergentes.

Dentro de las políticas energéticas del Ecuador, hay la tendencia a la estatización de este servicio y al auto-abastecimiento. De otro lado, se propende al crecimiento de las plantas hidro-eléctricas de tamaño mediano y a las mini-hidro-eléctricas, con el fin de evitar los problemas que podrían surgir de la paralización de una gran planta.

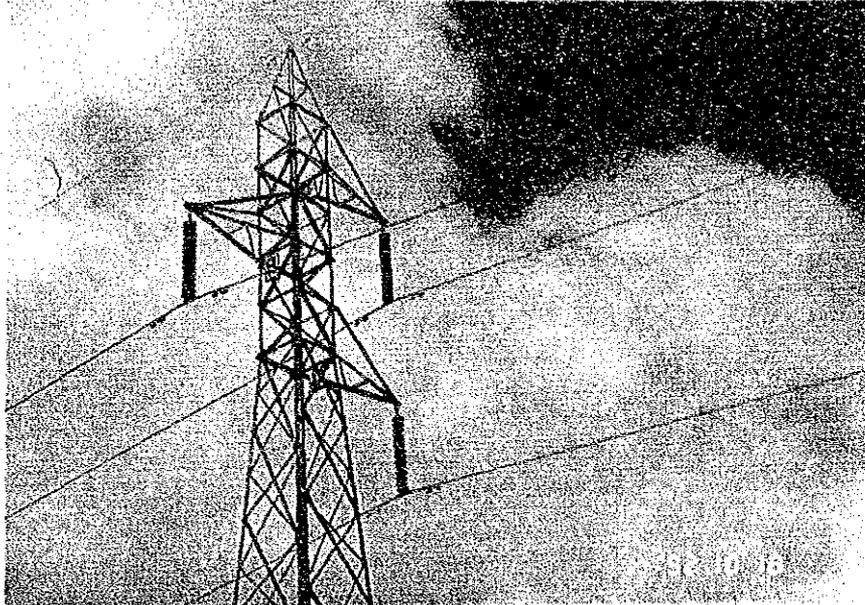
Fuente: INECEL
Sistema Nacional de Transmisión, conformación a 1.992



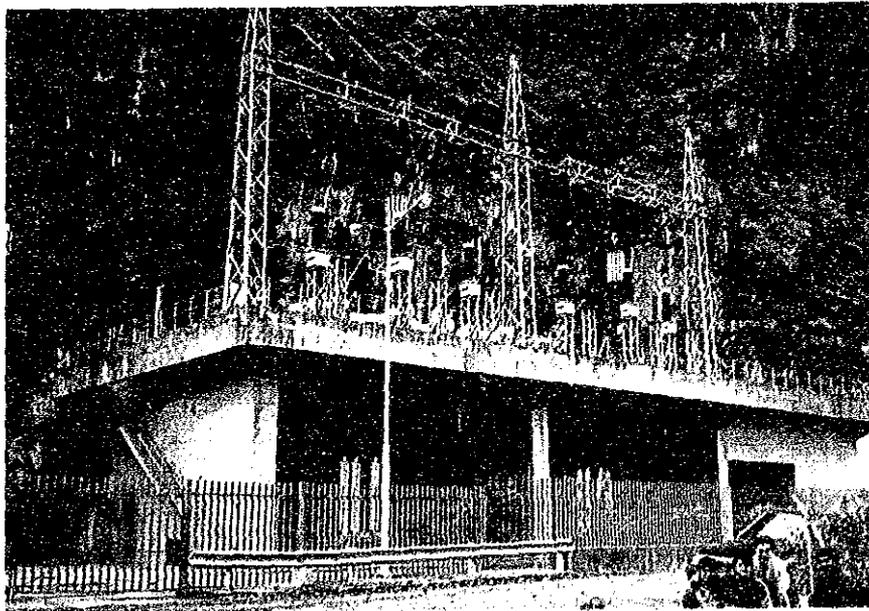
調印式 1992年10月23日 INECEL本社にて



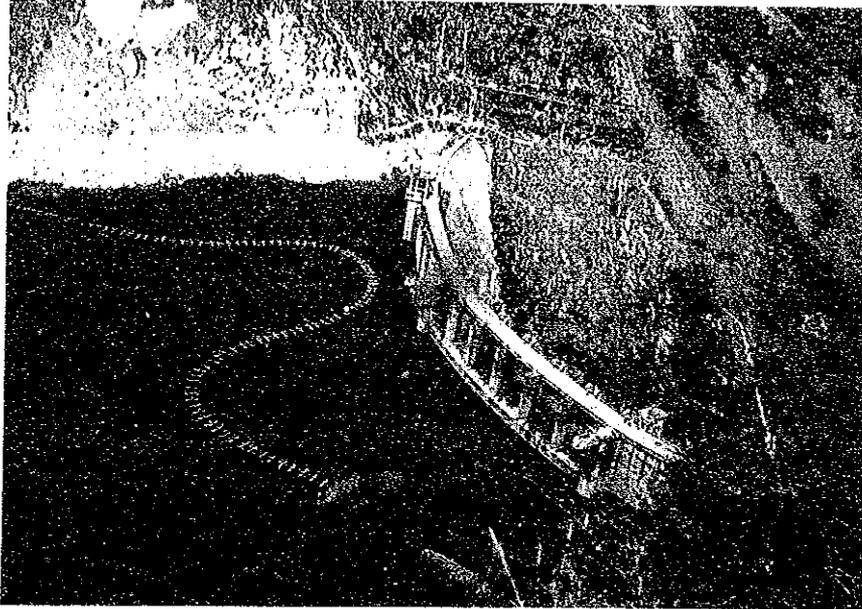
アゴヤングダム 1987年完成



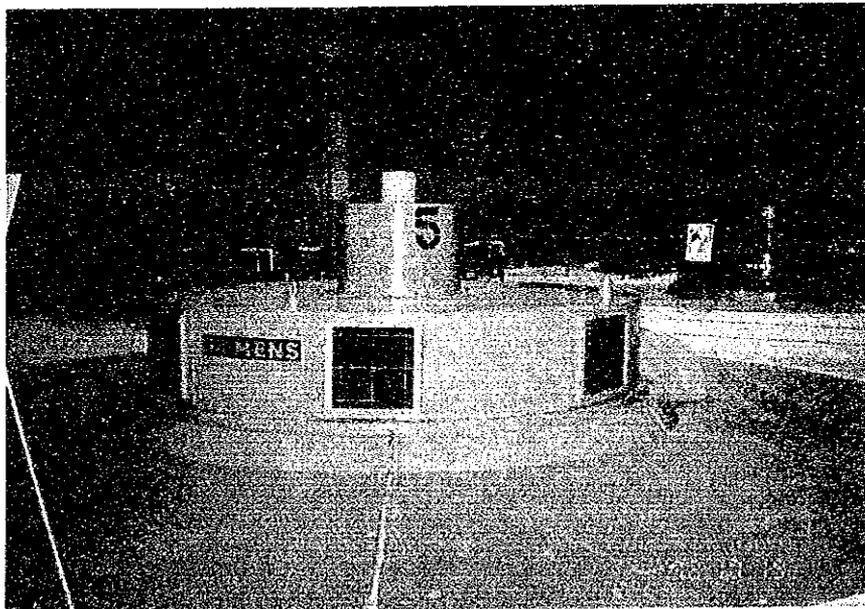
INECEL 230kV送電線
サンタロサ・トトラス間



アゴヤン発電所 屋外変電所
138kV/13kV



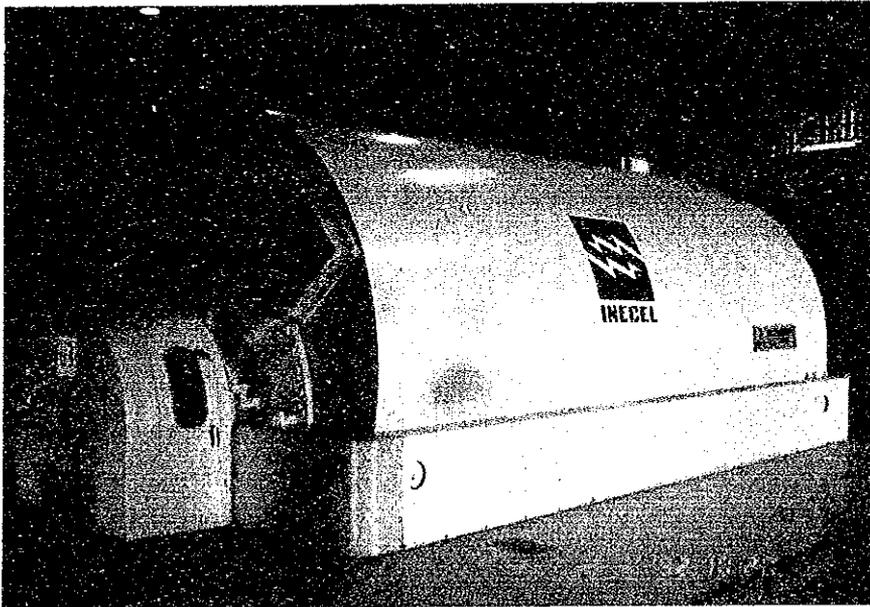
パウテダム 1983年完成
軌道状に見えるのは排砂パイプ、緑色は水草



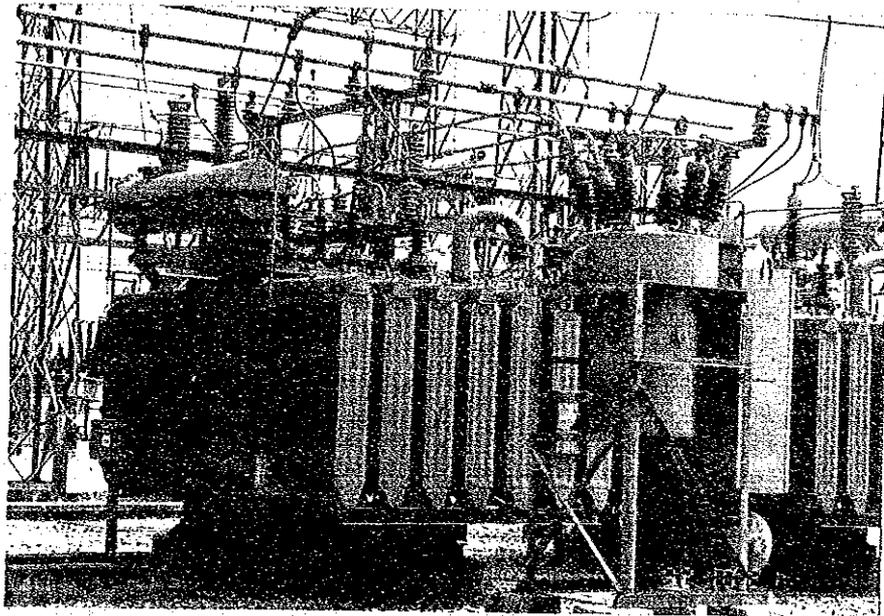
パウテ発電所
交流発電機 118MVA



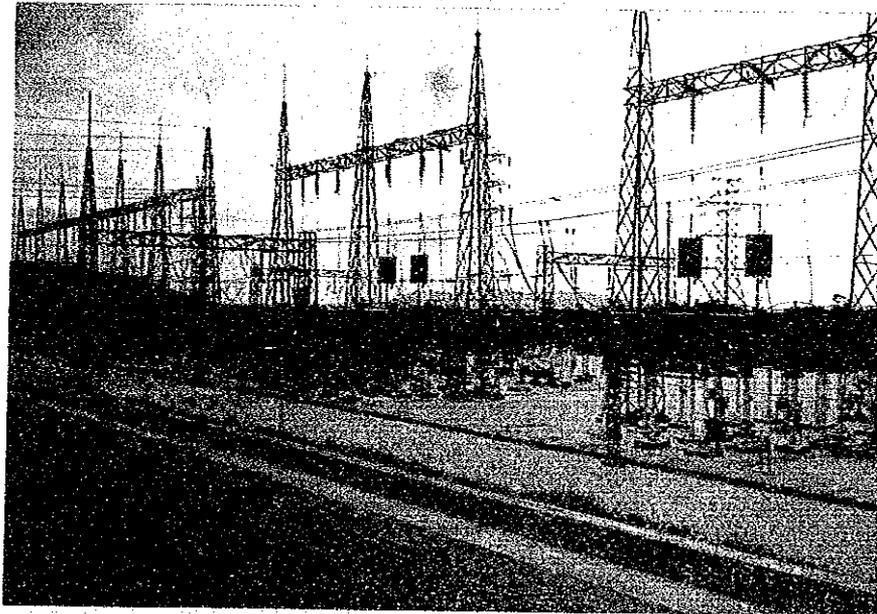
パウテ発電所 水車ランナー
ペルトン6射式 100MW



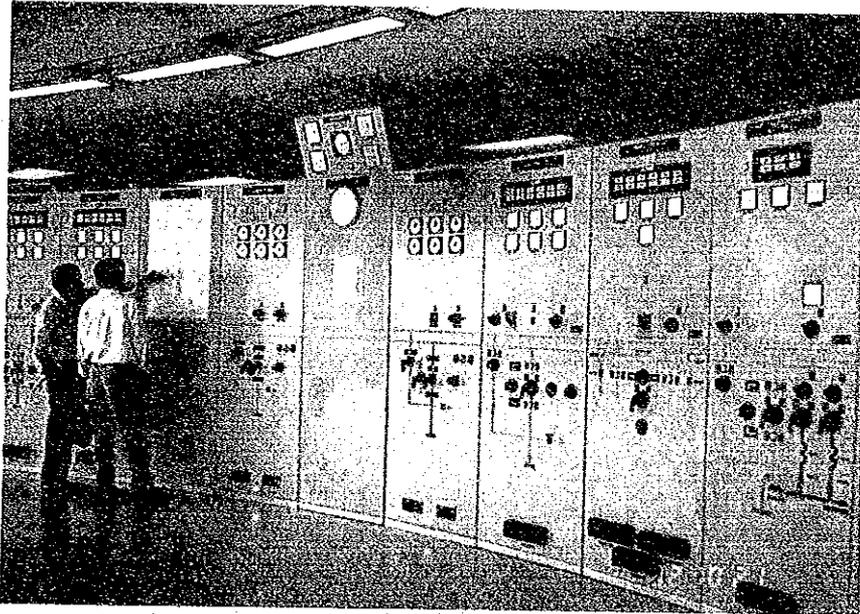
エステロサンド発電所
交流発電機85MVA



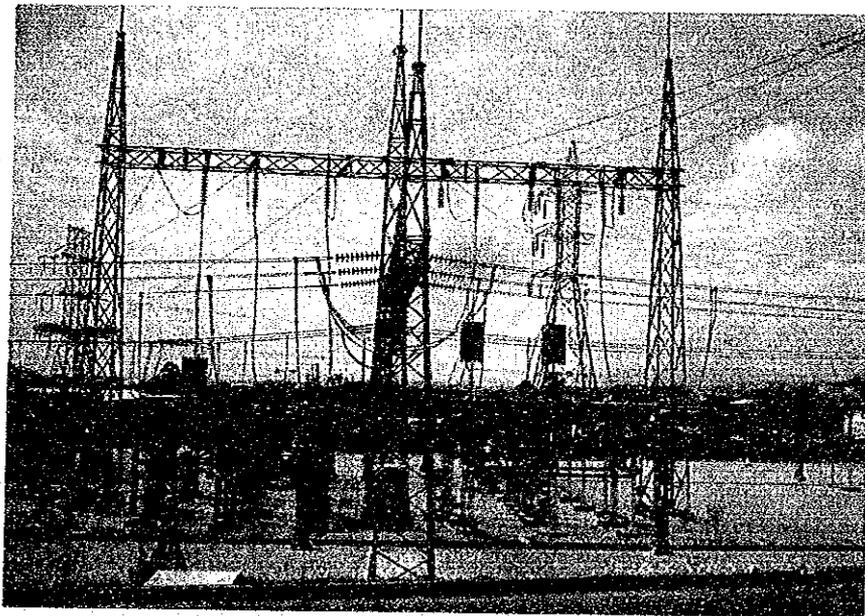
パスキュレス変電所 375MVA
230kV/138kV/13.8kV



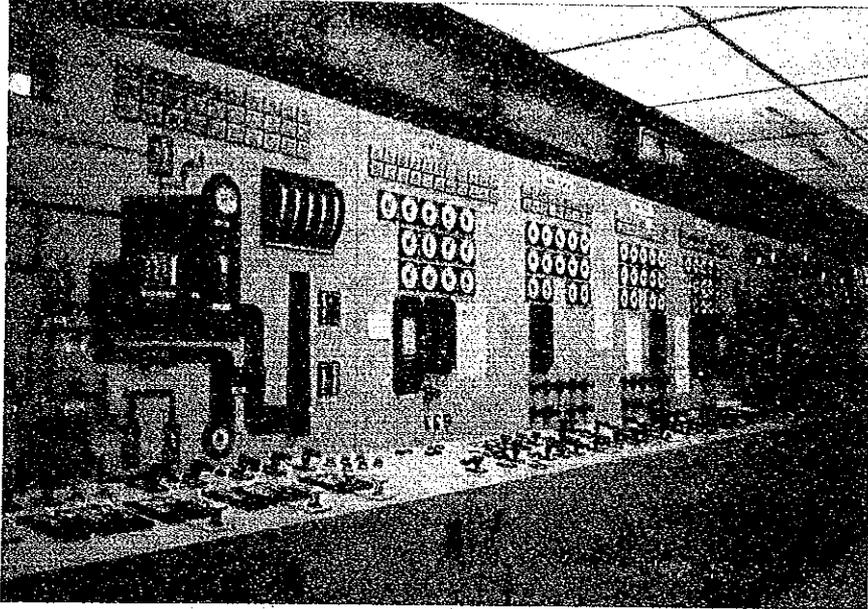
パスキュレス変電所 リアクター
138kV 75MVA



パスキュレス変電所 制御盤



パスキュレス変電所
P L C用ブロッキングコイル



エスラロサラド発電所 制御室
出力 146MW



エスラロサラド発電所 屋外変電所
230kV/138kV/69kV

目 次

エクアドル共和国全図

エクアドル電力系統図

写 真

第I章 序 論

1. 調査の背景・経緯	3
2. 事前調査の目的	3
3. 団員構成	4
4. 調査日程	4
5. 主要面会者	4

第II章 事前調査結果の概要

1. 協議結果概要	9
1) 主方針について	9
2) Scope of Study	9
3) その他の協議事項	9
2. 合意したS/W、M/M	11

第III章 エクアドルの概況

1. エクアドル	25
2. 自 然	25
3. 住民、社会	26
4. 政 治	27
5. 経 済	28
6. エネルギー資源	30
7. 日本のエクアドルに対する経済援助	30

第IV章 電力事情

1. 電気事業の企業形態	35
2. 電力設備の概要	37
3. 需給状況	42

4. 需要想定	50
5. 開発計画	53
第V章 現地調査概要	
1. 現地調査対象電力設備	67
2. 調査結果	67
1) 通信、給電指令システム	68
2) 送電保護システム	69
3) 発電所の運転パターン	69
4) 負荷パターン	70
5) 負荷制限	70
6) 230kV送電線のループ運転	70
7) 塩害対策	70
8) 保 守	70
9) 他電力会社との連絡システム	71
10) 他電力会社との強調	71
第VI章 本格調査及び本格調査時に留意すべき点	
1. 調査の目的	85
2. 調査対象地域	85
3. 調査の範囲	85
4. 調査の内容	86
5. 本格調査時に留意すべき点	87
第VII章 質問表及び回答	
	89
第VIII章 収集資料リスト	
	101

第 I 章 序 論

第I章 序 論

1. 調査の背景・経緯

「エ」国の社会・経済的発展のためには、市場の需要に適した良質で信頼性の高い電力を供給することが重要である。

この意味でエクアドル電力庁（INBCEL）は、これまでに電力開発に取り組み、現在総設備出力2,300MW（水力66%、火力34%）の発電所を建設してきた。また、送電系統としては、基幹環状線230kV(820km)、138kV(1,147km)で構成され、関連変電所の合計容量は3,298MVAに達する。これにより、国内の全電力会社に電力を供給している。

「エ」国としては全国電力系統（SNI；Sistema National Interconectado）が極めて大規模で複雑であるうえに、キト、グアヤキルより遠い地点にパウテの1000MW（総設備出力の約43%）の水力発電所が偏在している等の問題点がある。このため、INBCELは、より良質な電力の供給を図るべく、SNIの信頼度を評価する必要がある。

このような背景により、INBCELは電力系統の信頼性の量的・質的基準を考慮しながら、将来の電源開発計画、送電網拡張計画を行うため、この分野で広範な経験を持つ専門家の技術協力が必要であるとしている。

なお、本件は、89年7月に鉱工業プロジェクト選定確認調査時に「エ」国から高いプライオリティをもって要請され、その後、90年3月、91年1月と2度にわたり我が国に対して要請され、これを受けて10月12日から26日まで事前調査を行ってきたものである。

2. 事前調査の目的

上記の背景・経緯を踏まえて、①から④までの概略内容で本格調査を実施すべく、これに先立ってS/W協議、これに係る現地調査、関連資料の収集レビュー等通じて「エ」側とS/W署名を行うことを目的とした。

- ① INBCEL作成の将来需要想定、電力開発計画及び既設電力設備のレビュー、補足調査
 - ② 運用実績調査（過去の電力潮流、事故実績他）等を調査し、将来の電力系統解析を行い、最適発電計画と送電網の補強を要する場合の妥当性の確認
 - ③ エクアドル電力系統の適用される信頼度手法の確立
 - ④ 発電所、送電線（電圧、回線数）及び変電所の開発戦略と適切配置の確立
- 等を実施し、この結果において、電源開発、電力系統拡充計画（基幹送電線拡充計画、変電所拡充計画等）策定するものである。

3. 団員構成

- | | | |
|------------|-------|--------------|
| (1) 団長・総括 | 佐藤 均 | 資源開発調査課課長代理 |
| (2) 電力行政 | 豊川 定海 | 通産省公益事業部技術課 |
| (3) 電力系統計画 | 木間 俊典 | (株)アイ・エヌ・エー |
| (4) 送変電設備 | 工藤 義行 | (株)アイ・エヌ・エー |
| (5) 通 訊 | 井海 万里 | 国際協力サービスセンター |
| (6) 調査企画 | 江戸 清 | 資源開発調査課 |

4. 調査日程

- | | |
|----------|--|
| 10/12(月) | 成田 → ニューヨーク |
| 13(火) | ニューヨーク → キト |
| 14(水) | 日本大使館、エネルギー鉱山省、外務省経済協力局、INECBL訪問、
要請内容確認等 |
| 15(木) | S/W協議、クイショネアー |
| 16(金) | “ |
| 17(土) | 団内打合せ、資料整理 |
| 18(日) | “ |
| 19(月) | PAUTE-MOLINO(500×2MW) 発電所現地調査 |
| 20(火) | グアヤキル市 Estero Salado 火力発電所調査 |
| 21(水) | PASCULBS変電所調査 |
| 22(木) | 現地調査後のS/W協議 |
| 23(金) | S/W署名・大使館報告 |
| 24(土) | キト → マイアミ |
| 25(日) | マイアミ |
| 26(月) | → 成田 |

5. 主要面会者

1) 日本大使館

板橋特命全権大使、益留二等書記官

2) エネルギー鉱山省

IVAN RODRIGUEZ, Sub Secretario de Elecfirificacion

JOAN RODRIGUEZ, Asesor del Subsecretario

3) 外務省経済協力局

Dr. Fernando Flores 局長

4) エクアドル電力庁 (INECBL)

ING. ALFREDO MBNA PACHANO. Gerente General

ING. RAUI MALDONADOR. Director de Planificacion

ING. GONZALO PAEZ. Superintendent Planificacion de Obras S. N. I

ING. EDGAR ALMEIDAS. Jefe de Division Planificacion de Obras de Generacion

他、パウテ発電所、パスケウレス変電所等の所長他3名。

第Ⅱ章 事前調査結果の概要

第Ⅱ章 事前調査結果の概要

1. 協議結果概要

本S/W協議に、INECBL側は、Ing. Gonzalo Paez 全国電力系統(SNI)計画部長を代表とするC/P(3名で構成)が、INECBLの支社会議室で対応した。

我が方としては、要請内容の確認と帯同したS/W(案)及びこれに関連した「エ」国の電力系統信頼度向上対策計画、この計画を基にした電源開発、送変電計画等について、10月14日から16日にかけて協議を行い、9月19日にはパウテモリノ発電所(1000MW)、20日には、グアヤキルのEstero Salado火力発電所21日にはパスクエレス変電所設備の現地調査をEdgar Almeida氏他の案内より実施した。その後、22日には現地調査の結果を踏まえたS/W協議を行った。この結果、INECBL側は本調査についてはM/PでなくStudyという位置付けで行うこと、またエクアドルとの技協定が本年6月に締結されており、これに基づきS/Wを修文した等の変更はあったもののINECBL側は、Study内容については彼らのStudy思想と一致したことにより、別添1のS/Wの通り双方合意に達し、先方総裁 Alfredo Mena Panchano 氏と我が方佐藤団長との間で10月23日にS/Wに署名した。

なお、主な協議事項は以下の通りである。

1) 主方針について

INECBL側は、対処方針案で述べた我が方の主方針の内容については合意したものの、本案件の表題をM/Pとすることについては、信頼度、系統解析等を考慮していない電源開発等のM/Pが完了しており、このことから本案件をM/Pとすると二つのM/Pが存在することとなり本案件はStudyということとすることで合意に達した。

2) Scope of Study

① 本調査において経済評価を実施しないについてはINECBL側は信頼度、系統解析によって経済的社会的メリットは極めて大きいので本調査でStudyしてほしい旨の発言はあったが、本調査の範ちゅうを越えるものとして実施しないことで合意した。

② 前提条件について

a) 調査対象年については1993年から10年間とする。

b) 対象施設については

・送電線は138kV以上とする。

・変電所は送電線138kVに連結している変電所及び138kV/69kVまでの変圧器とする。

・発電機はINECBLと他の電力会社の5MVA以上の発電機とする。

ことで合意に達しこの旨M/Mに記載した。

3) その他の協議事項

① 研修員受入

INBCBL側は、本調査が信頼度の手法の技術移転を重視している旨を強調し、本格調査の実地過程でカウンターパートの日本における2名の研修員の受け入れを要請した。

これに対して我が方は、かかる要請は日本側関係機関へ伝える旨表明し、M/Mに記載した。

② 機材供与について

INBCBL側は、信頼度の手法確立のためには、信頼度計算用のパソコン等の必要性を強調した。

これに対して我が方としてはINBCBL側を使用しているパソコンの仕様、種類、台数等を調査の結果、本調査には当パソコン等が必要と判断し、かかる要請については日本側関係機関へ伝える旨表明しM/Mに記載した。

2. 合意したS/W、M/M

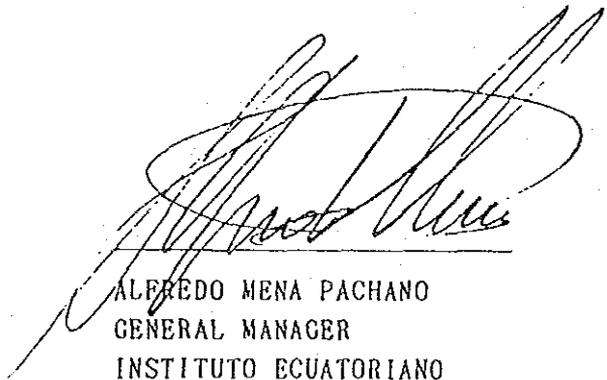
SCOPE OF WORK
FOR
STUDY
ON
SERVICE RELIABILITY IMPROVEMENT PROJECT
OF
NATIONAL INTERCONNECTED SYSTEM
IN
THE REPUBLIC OF ECUADOR

AGREED UPON BETWEEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

QUITO

October 23, 1992



ALFREDO MENA PACHANO
GENERAL MANAGER
INSTITUTO ECUATORIANO
DE ELECTRIFICACION
(INECEL)

佐藤 均

HITOSHI SATO
LEADER OF JAPANESE PREPARATORY
STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Ecuador (hereinafter referred to as "Ecuador"), the Government of Japan decided to conduct the Study on Service Reliability Improvement Project of National Interconnected System of Ecuador (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Ecuador signed on June 25, 1992. (hereinafter referred to as "the Agreement").

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

The Instituto Ecuatoriano de Electrificación (hereinafter referred to as "INECEL") shall act as the counterpart agency to the Japanese study team and also as the coordinating body to other relevant organizations for the smooth implementation of the Study.

This document sets forth the Scope of Work for the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to improve the service reliability of the power system in order to supply reliable power to the consumers.

III. SCOPE OF THE STUDY

The detailed Scope of Work is itemized as follows :

1. Collection and review of existing data and information related to the Study.

2. Site Reconnaissance

Site reconnaissance for existing, on-going and planned transmission line, substation and power station facilities will be carried out.

3. Review and analysis of the following data.

(1) Power demand records and power demand forecast.

321

- (2) Existing facilities, on-going and planned projects for power generation, transmission line, substation, distribution line, telecommunication and load dispatching systems.
 - (3) Power system fault records.
 - (4) Protection relay system.
 - (5) Operation duty of circuit breaker.
 - (6) Operation manual for fault recovery.
4. Reliability criteria which is applicable for the existing and future systems is formulated.
 5. Development of Software

Upon considering locations, characteristics of the INECRI's power system, model softwares on network operation and evaluation of reliability are developed.

6. Evaluation of stability and reliability for existing, on-going and construction confirmed power systems will be made, and recommendation for improvement of the above said systems is provided.
7. A recommendation on effective operation and performance of load dispatching systems is made.
8. Preliminary Design

Alternatives of improvement project will be evaluated, then optimum plan will be decided.

The preliminary design work for the recommended reliability improvement project will be carried out taking environmental laws, regulations and conditions into consideration.

9. Cost Estimation and Implementation Plan

The cost estimation of the improvement project will be made and the costs will be broken down into local and foreign currencies.

The schedule of yearly disbursement will be worked out.

The implementation plan of the project will be formulated in a time-oriented bar chart.



IV. STUDY SCHEDULE

The study will be carried out in accordance with the Tentative Study Schedule shown in Appendix I as attached herewith.

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Ecuador in accordance with the Tentative Study Schedule attached herewith.

1. Inception Report (10 copies)

At the commencement of the Study.

2. Progress Report (10 copies)

Within six(6) months after the commencement of the Study.

3. Interim Report (10 copies)

Within nine(9) months after the commencement of the Study.

4. Draft Final Report and its Summary Report (15 copies)

Within thirteen(13) months after the commencement of the Study.
The Government of Ecuador will provide JICA with the comments on the Draft Final Report within one(1) month after its reception.

5. Final Report and its Summary Report (20 copies)

Within two(2) months after the reception of comments on the Draft Final Report by the Government of Ecuador.

VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertaking for the Study by INECEL and JICA of the Study is detailed in the Appendix II as attached herewith.

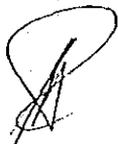


VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF ECUADOR

1. The Government of Ecuador shall accord privileges, exemptions and other benefits to the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Ecuador.

To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Ecuador shall take necessary measures.

- (1) to inform the members of the Team of any existing risk in the Study area and to take any measures deemed necessary to secure the safety of the Team,
 - (2) to secure permission for the members of the Team to enter into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
 - (3) to secure permission for the members of the Team to take all data and documents and necessary materials (including aerial photographs) related to the Study out of Ecuador to Japan.
2. INECEL shall, at its own expense, provide the Team with the followings, in cooperation with other organization concerned :
 - (1) available data and information related to the Study,
 - (2) counterpart personnel and supporting staff necessary for the Study,
 - (3) suitable office space with necessary equipment and adequate floor space in Quito,
 - (4) necessary vehicles with drivers, fuel and spare parts for carrying out the Study,
 - (5) construction of access roads or footpaths for the Study,



4/1/76

- (6) necessary laborer of the Study,
- (7) any other necessary communication facilities such as telephone, telex, facsimile during the Study,
- (8) credentials or identification cards for the members of the Team.

VIII. UNDERTAKING OF JICA

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

- (1) to dispatch, at its own expense, the Team to Ecuador,
- (2) to pursue technology transfer to the Ecuador counterpart personnel in the course of the Study,
- (3) to carry out necessary work.

IX. CONSULTATION

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

X. LANGUAGE

The Scope of Work is made in English and in Spanish language. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.



STV

APPENDIX II DIVISION OF UNDERTAKING

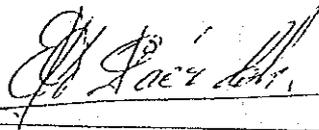
Working Items	Contribution by JICA	Contribution by INECEL
1. Collection & review of existing data	1. Review	1. Provision of necessary data and information
2. Site reconnaissance	1. Site reconnaissance	1. Provision of counterpart engineers & necessary arrangement 2. Provision of laborers
3. Review & analysis of the data defined in the item 3 of the III. SCOPE OF THE STUDY	1. Review and analysis	1. Provision of necessary data and information
4. Reliability criteria	1. Formulation of reliability criteria	1. Provision of necessary data and information 2. Formulation of reliability criteria
5. Development of software	1. Formulation of software	1. Provision of necessary data and information 2. Formulation of software
6. Evaluation of stability and reliability	1. Evaluation	1. Evaluation
7. Recommendation for load dispatching system and existing power system	1. Preparation of recommendation	1. Provision of necessary data and information
8. Preliminary design	1. Preliminary design	1. Provision of necessary data and information
9. Cost estimation & implementation plan	1. Cost estimation study	1. Provision of necessary data and information 2. Cost estimation of local portion

961

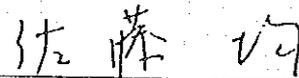
MINUTES OF MEETING
FOR
STUDY
ON
SERVICE RELIABILITY IMPROVEMENT PROJECT
OF
NATIONAL INTERCONNECTED SYSTEM(SNI)
IN
THE REPUBLIC OF ECUADOR

QUITO

October 23, 1992



ING. GONZALO PAEZ
SUPERINTENDENTE PLANIFICACION
DE OBRAS S.N.I
INECEL



HITOSHI SATO
LEADER OF JAPANESE PREPARATORY
STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

The Preparatory Study Team (the Team) organized by the Japan International Cooperation Agency (JICA), and headed by Mr. Hitoshi Sato, visited the Republic of Ecuador from October 13 to October 24, 1992 for the purpose of discussing on the Scope of Work of the Study on Service Reliability Improvement Project of National Interconnected System (SNI).

The Team had a series of meetings with personnel concerned of Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

The Scope of Work (draft) prepared by the Team was discussed during meetings, and both sides have reached an agreement upon it.

The Items emphasized in the meetings are as follows:

1. Scope of the Study

The period of the Study will be about ten (10) years starting from 1993, and following existing and planning facilities will be studied.

(1) Transmission Line

138kV and 230kV transmission lines.

(2) Substation

INECEL's substations which directly connected to the 138kV, 230kV transmission lines and equipped with 230kV/138kV and/or 138kV/69kV transformers.

(3) Generator

INECEL's and other power utilities' generators of which output are more than 5MVA.

2. EQUIPMENT

INECEL requested JICA to provide the following equipment and accessories in order for INECEL being able to perform its obligation on schedule.

(1) Electronic computer

(2) X-Y plotter

(3) Laser printer

Redh
The Team stated that INECEL's request would be conveyed to JICA head office.