

# 鋁工業プロジェクト形成基礎調査

(ボリヴィア国小水力・風力発電を利用した地方電化計画)

## 報告書

1999年2月

国際協力事業団  
鋁工業開発調査部

JICA LIBRARY



J 1147940 (9)

鋁調査
JR
199-032

鋁工業プロジェクト形成基礎調査(ボリヴィア国小水力・風力発電を利用した地方電化計画) 報告書

1999年2月

国際協力事業

102  
43  
MPN

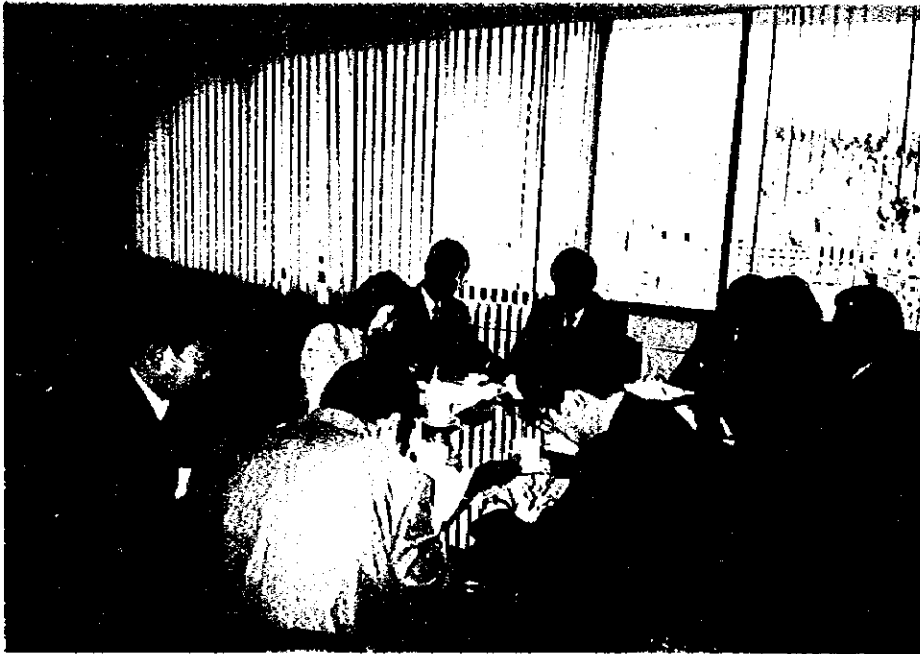
JR  
199-032



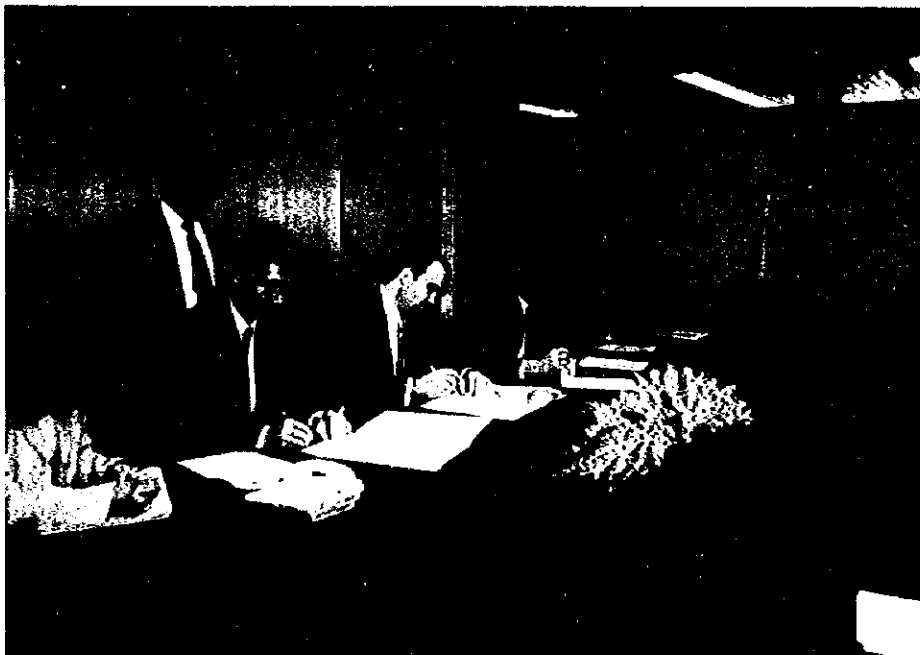




1147940[9]



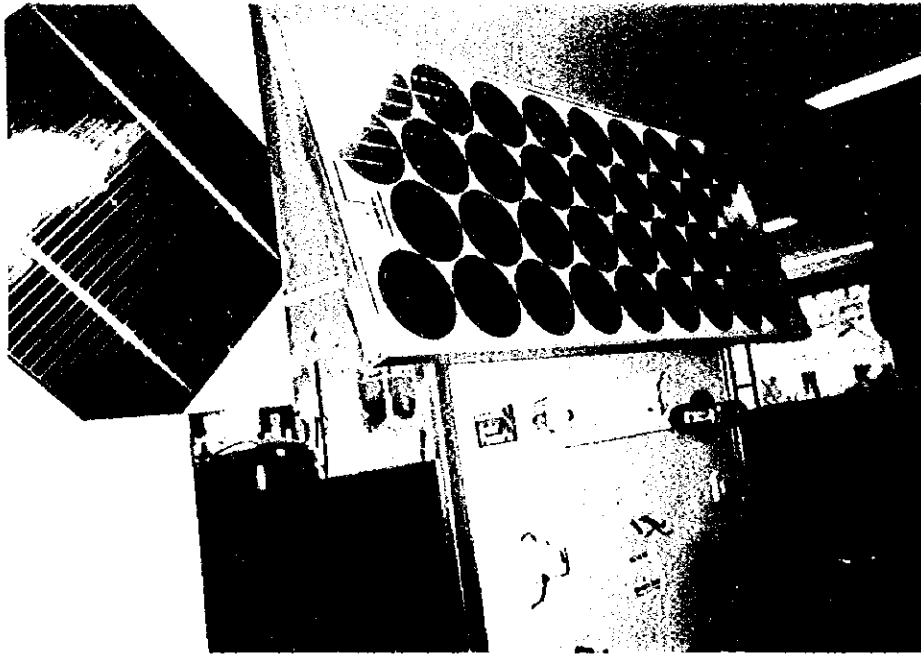
VMEH 表敬



MM 署名 (VMEH)

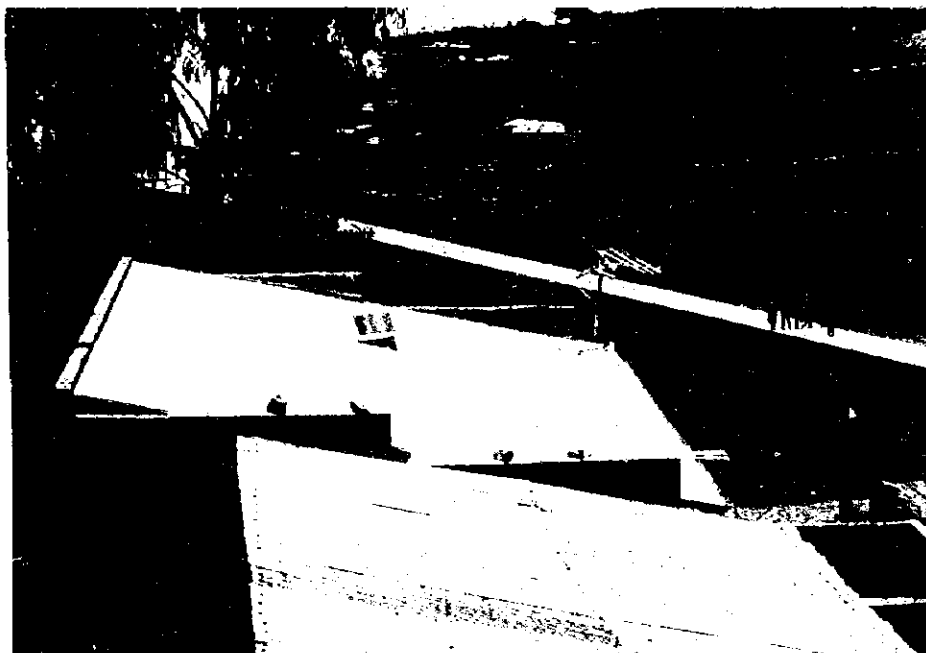


EMPRELPAZ 表敬



平板PVパネル (ラパス市)

US\$1,000 (-式)



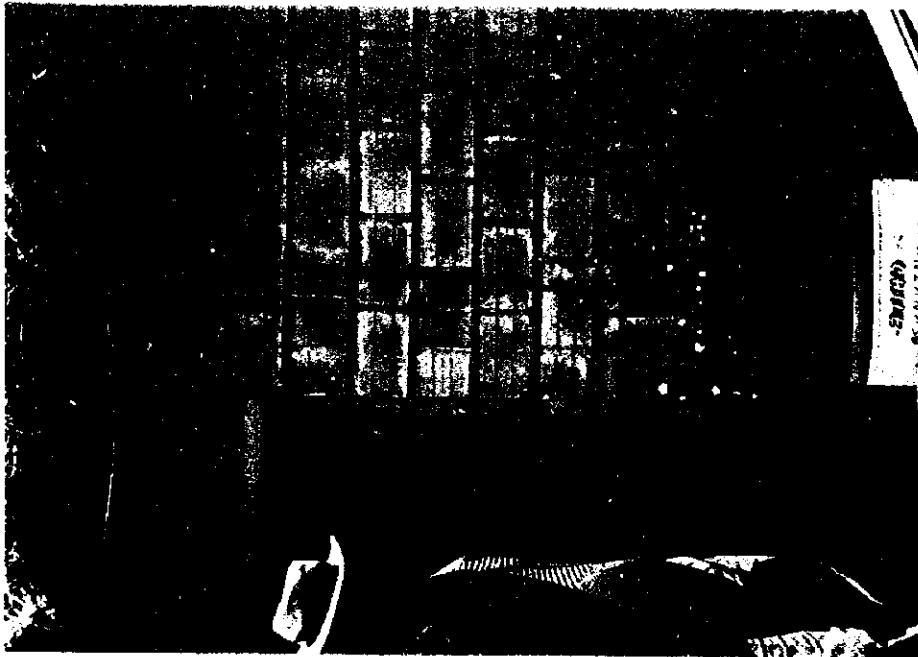
スリキ島のPVパネル

(スペイン援助)

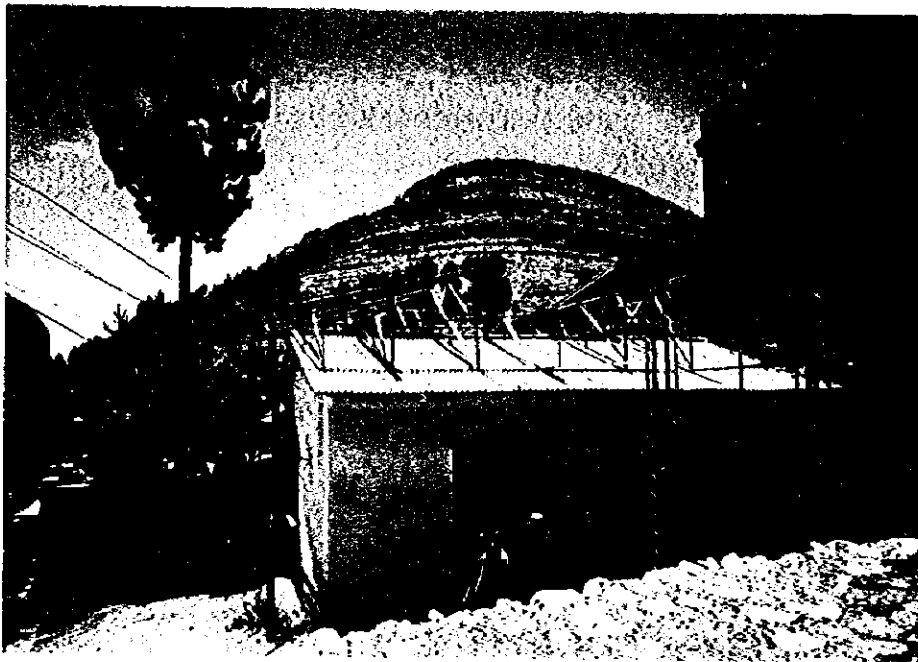
集中型で設置されたが、システム  
故障後、各戸に配布



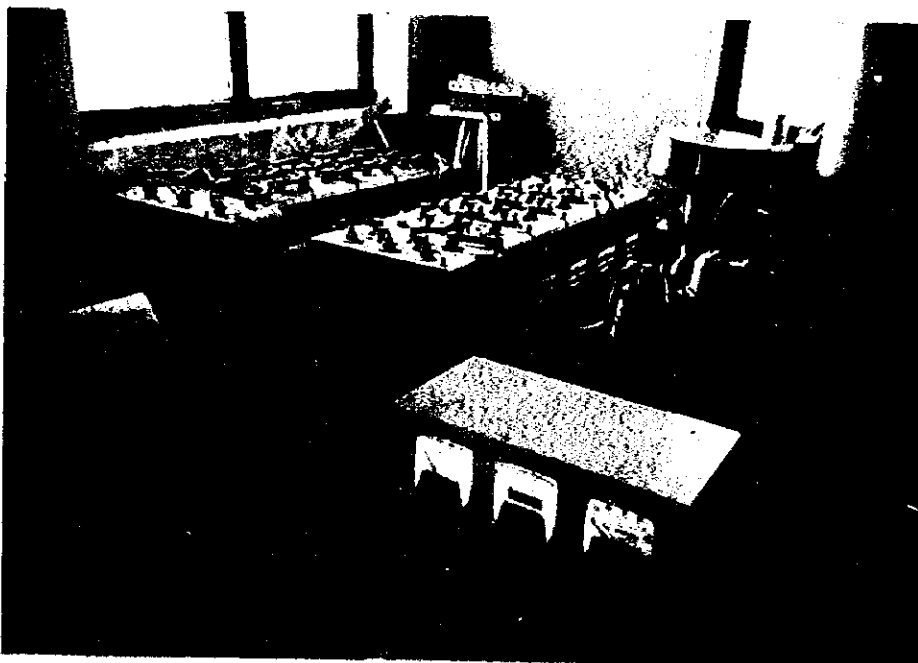
同上



スリキ島PVシステム  
各戸に配布されたパネルは共同の  
バッテリーに接続している



集約型PVシステム設置地  
(スリキ島)



同内部  
ディーゼル発電機故障中  
(電化委員会設置)  
バッテリーは一部利用されてい  
る。



HUARINA 変電所  
変圧器 5 MVA

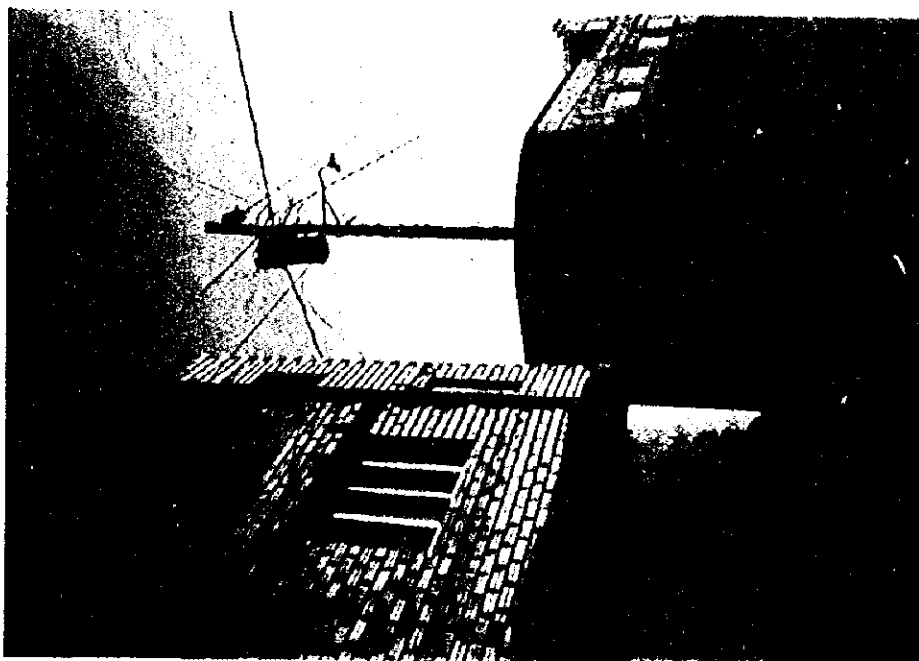


同変電所 一次側  
69 kV

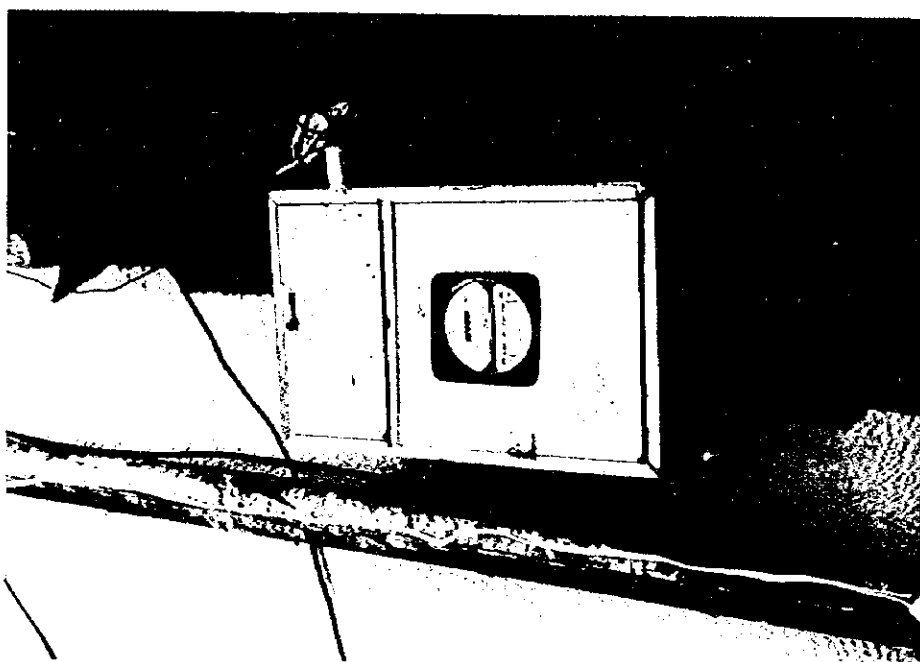


同二次側  
三相249kV (上段)  
単相149kV (下段)  
左側建設中のため未接続





HUARINA コミュニティ  
配線状況 (6.6kV)



電力量計



気象観測ステーション  
風力・風向 気温 湿度  
雨量 蒸発散量 日照を観測



分散型PVシステム

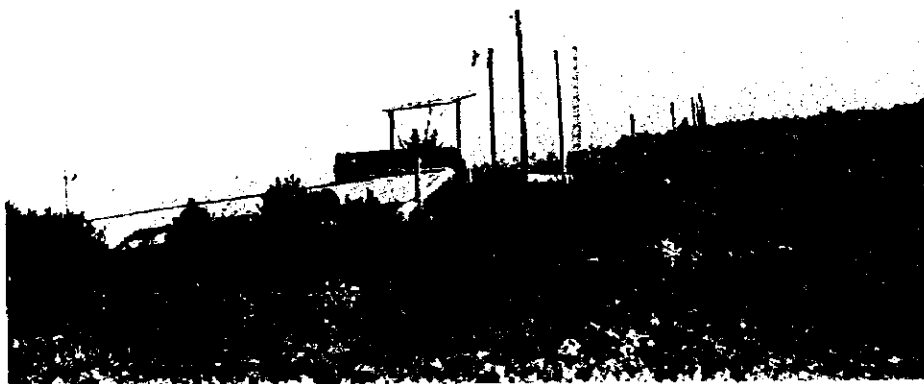
(スペイン援助)

CONTORNO RETANIAS コミ  
ユニティー



高原地帯のPVシステム

配電線が来ても電力量計が完備で  
接続できない世帯も多い



高原地帯のPVシステム

風力とのハイブリッドと思われる



小水力発電所 (15kW) 取水口  
(カナタ復興)  
UNDUAVI コミュニティー



同 水槽 (ヘッドタンク)



同 発電所



同 水車・発電機  
水車はサンアンドレス大学製  
(クロスフロー水車)  
発電機はブラジル製



小水力発電所 (10kW)  
ボンゴ・コミュニティー



同 水車・発電機  
水車 (ペルトン水車)

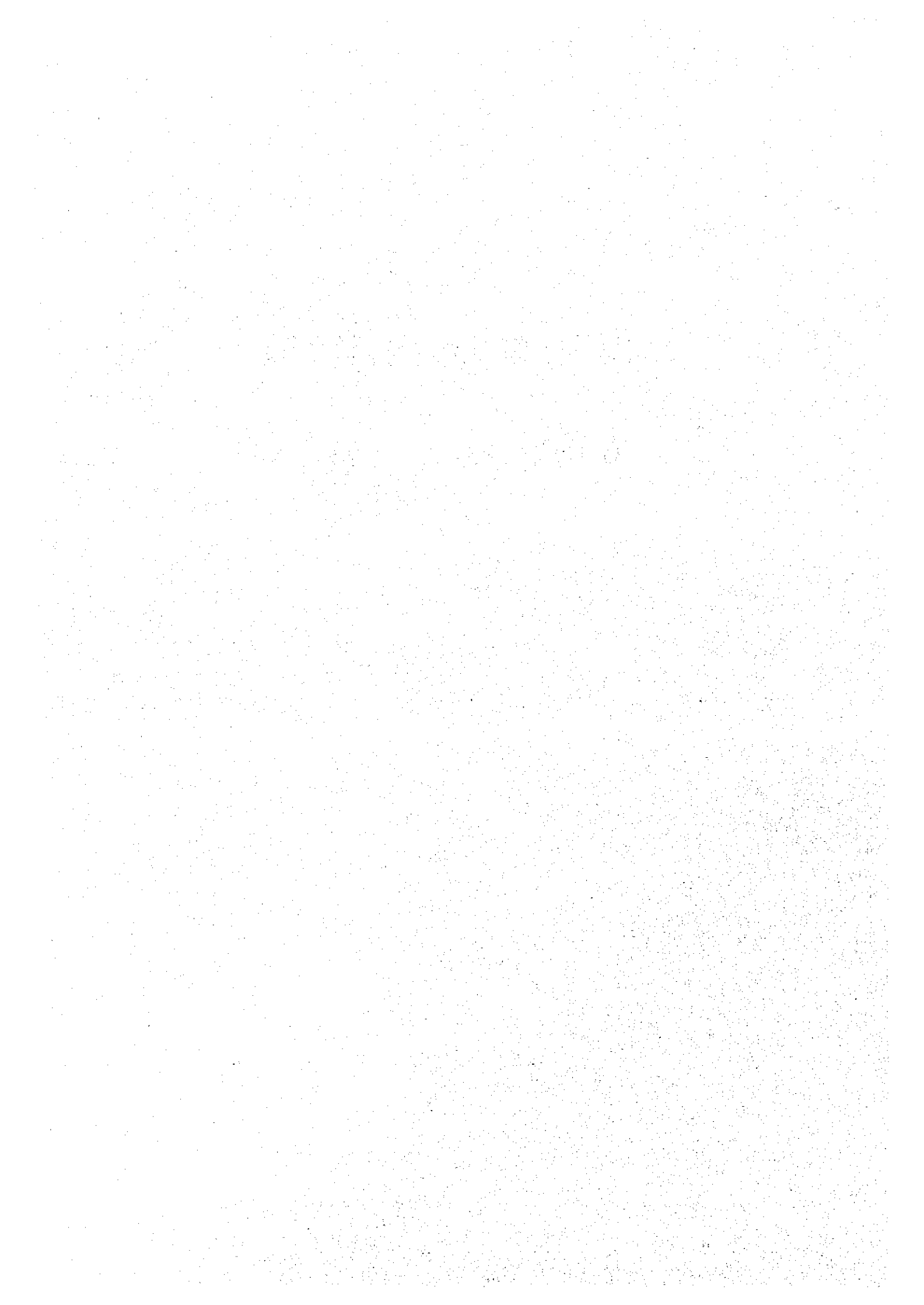
# 目次

写真	
調査結果要約	3
第1章 総論	
1.1 調査団構成	
1.2 調査行程	
1.3 カウンターパート協議概要	
1.4 署名したM/M	
第2章 協議結果	31
2.1 JICA事務所表敬	
2.2 日本大使館表敬	
2.3 経済開発省エネルギー炭化水素庁	
2.4 ELECTROPAZ	
2.5 UNDP	
2.6 米州開発銀行	
2.7 EMPRELPAZ (配電会社)	
2.8 スペイン援助機関	
2.9 世界銀行	
2.10 オランダ援助機関 (Embajada Real de los Paises Bajos)	
2.11 UNDP雇用コンサルタント	
第3章 ボリビア国の政治・経済・エネルギー概況	53
3.1 気候、地理、人口	
3.2 政治情勢	
3.3 経済情勢	
3.4 エネルギー事情	
第4章 ボリビアの電力政策及び地方電化計画	59
4.1 電力政策と組織	
4.2 電力需給バランス	
4.3 電力需要想定、電力開発計画	
4.4 地方電化政策、地方電化計画	
4.5 他援助機関、NGO等の関連活動	
第5章 再生可能エネルギー利用の現状並びにポテンシャル	85
5.1 ローカルエネルギーの需給および利用状況	
5.2 小水力発電の導入計画、プロジェクト概要	
5.3 太陽光発電の導入実績・形態、既存プロジェクト概要	
5.4 風力発電の導入実績・形態、既存プロジェクト概要	
第6章 現地踏査	97
6.1 踏査したサイトの位置図	
6.2 地方電化関連情報	
6.3 小水力発電	
6.4 風力、太陽光発電関連状況	

第7章 本格調査に向けた課題	107
7.1 地方電化計画	
7.2 小水力発電	
7.3 太陽光・風力発電	
別添1. 調査行程表	113
別添2. 新聞記事コピー	
別添3. 収集資料リスト	
別添4. 農村でのソーラーパネルの使い方	
別添5. 農村電化細則	
別添6. 農村電化基本計画	
別添7. 地図価格表	

# 調 査 結 果 要 約

## 第 1 章 総 論





## 調査結果要約

### (1) 上位計画

パンセル政権は、就任後に国民に対し「21世紀に向けたボリヴィアの公約」として「機会（雇用と収入向上）」、「平等（貧困撲滅）」、「制度化（憲法の尊重、権力乱用の防止）」及び「尊厳（麻薬対策）」の4つのテーマを訴えた。この中の平等では、貧困撲滅のため人的資源及び経済社会基盤の開発を目的とし、地方開発を一つの重点項目としてあげている。

### (2) 新電気法と民営化

新電気法は、前政権の「資本家政策」に基づくものであり、エネルギーセクターに大きな影響を与えている。電力公社(ENDE)は最初に分割民営化され、海外資本が導入されている。なお、電化計画の実施も民間の役割となっている。EMPREPAZという配電会社では、JICA 帰国研修員が務めており、事業経営の健全化が進められている。再生エネルギー利用による分散型農村電化においても、事業採算性と受益者負担を考慮した適正な料金設定をはじめとして自立発展性のある制度づくりが肝要である。

### (3) 大衆参加法

大衆参加の主体は、農村共同体等の地域基盤組織体であり、それらに法人資格を与えて、地方政府の強化とともに国民の参加を容易にすることを目的としている。しかしながら、伝統的には、参加型でないために非効率的な面が現れており、国民の平等な参加には相当の時間が必要であると思われる。本調査では、PCMワークショップの開催をするなどして住民の参加を積極的に進めることが望まれる。

### (4) 地方分権化法

県レベルにおける執行権の行政地方分権化の規則を定めたもので、県知事の任務の一つに公共投資プログラム及びプロジェクトの作成実施があり、その1項目として村落電気供給があげられている。農村電化の関連実施機関には国家地方開発基金(FNDR)や農民開発基金(FDC)があげられ、リボルヴィングファンドの管理にはこれらの基金やNGOの介入が必要不可欠となろう。

### (5) 地方電化計画

ボリヴィア国は PRONER(National Program for Rural Electrification)というポリシーペーパーをもって、農村電化を積極的に推進することを1998年8月に国民に対して示した。これまでの地方電化計画は政府内の資料的位置づけであったが「国民対話」を重視するパンセル政権が行動を示したものとして評価できる。エネルギー・炭化水素庁はこのプログラムにより農村部の電化率を13.7%から2003年に28%に引き上げることを目標としている。マスタープランと呼べるものは存在しておらず、個別案件がリストアップされているに過ぎない。県レベルで包括的な実施計画を策定することで事業を一貫して進めることが可能となり、開発調査の役割を大きい。

### (6) エネルギー・炭化水素庁

構造調整により新政権のもと機構改革が行われ、同庁の役割エネルギーセクターの監督・調整を中心にきわめて限定されたものであり、開発計画づくり事業の展開等は民間に移管されている。したがって、限られた人材で行政指導することが求められており、その能力向上については世銀

等が支援を行っている。能力向上は容易に出来るものではないが、協議をすすめる上で積極的かつ協調性が認められたので本格調査での責任機関としての役割を果たすものと思われる。

#### (7) 本格調査の位置づけ

エネルギー・炭化水素庁の意向は、(旧)地域についてアルティプラノ(高原地帯)全体をカバーすること、a) PV以外にも各種の再生可能エネルギーから最適な技術を選定できるようにすること、b) 農村エネルギー調査により実現性の高い計画にすることであった。a)、b)については当方の考えとも一致しており、計画をM/PではなくF/Sとして実施計画とした。また、調査の名称もボリヴィア国再生可能エネルギーによる農村電化実施計画とした。

#### (8) 調査対象地域

要請書は前政権時代に提出されたもので、十分な引継が出来ていなかったため、対象地域選定の背景は不明であった。しかし、当初の要請の対象地域が広すぎることに理解を示し、ベニ、バンドの両県を除外し、高原地帯のラパス県とオルコ県とすることを強く要望した。これに対し、団は、制度づくり等において、技術移転の重要性からC/Pの一部となる県レベルを一つにして、集中的に精度の高い調査が望ましいことを主張した。したがって、対象地域については最終合意に達しておらず、今回現地踏査できなかったオルコ県を重点的に調べて、対象地域を決定するという課題がS/W調査に残された。

#### (9) 予算

調査車輛を出すことができないほどひっ迫している。配電会社が停電させた場合、罰金が課せられることになっているが、これを地方電化の財源に用いることをS/Wで提案してはどうか。

#### (10) ドナー間連携

これまで諸ドナーによって、再生可能エネルギーを用いた農村電化が数多く進められてきた。これにかかる成功要因や教訓等が蓄積されているため、本件調査を進めるにあたってはそれらを最大限に活用すべく、諸ドナーとの連携を図ることが望まれる。

## 第1章 総論

### 1-1 調査団構成

- (1)総括/団長 時田 邦浩 JICA 国際協力専門員
- (2)技術協力行政 末永 敏 通産省資源・エネルギー庁電力技術課開発振興室
- (3)調査企画 星野 明彦 JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課
- (4)地方電化計画/小水力発電 菅野 修 東北電力株式会社
- (5)再生可能エネルギー(風力・太陽光) 松崎憲四郎 千代田フイルム・アパレル(株)
- (6)通訳 宇山 寿子 (財)日本国際協力センター研修監理部

### 1.2 調査行程(詳細行程は別添1参照)

ボリヴィア滞在期間: 1998年10月27日~11月6日(11日間)

### 1.3 カウンターパート協議概要 (M/M 写しは 1.4 参照)

(1) 日時 1998年11月3日(火) 17:00~20:00

11月4日(水) 9:00~18:00

(2) 面談者

Mr. Mario Candia Moya (Director General de Energia)

Mr. Juan J. Mendoza (Jefe Unidad de Desarrollo Energetico)

Mr. Alvaro G. Del Castillo Dorado (Consultor Unidad de Desarrollo Energetico)

Ms. Maria Qugenia Jurodo (Consultor Direccion General Financiante Externe)

(3) 主な面談内容

調査団が提出した M/M 案に基づいてボリビア側と協議を行った。協議概要は以下のとおり。

#### 1) 調査範囲をラパス県に絞り込む案について

調査団が対処方針に沿って、調査範囲をラパス県のみ絞る案を提示した。これに対し、先方は要請書通り4県(ベニ、バンド、ラパス、オルロ)で実施してほしい、が、もし4県が無理であるならば、少なくともラパス、オルロの2県を対象にしてほしいと要求。その理由として、農村電化計画の重要な対象が貧困地域であり、これらの地域ではドナーも含めた外部からの資金が入らず電化が進んでいないからである。1県だけでは他の県との間で格差が広がり、不公平の問題を起こしかねない。

これに対し、調査団は次のように回答。ベニとバンド県は太陽光エネルギーポテンシャルが低い。カウンターパートには中央政府および地方政府が含まれ、多くのカウンターパートと調査を進めるのは困難が多い。調査範囲を広くするとそれに伴い調査の精度が落ちること。今回ラパス県を対象に現地踏査を行った結果、本格調査を実施できることを確信したことが、ラパス県に絞った理由である。

最終的には、対象地域は次回のミッションの際に、オルロ県の踏査を行った上で決定することで、両者が合意した。先方も、これについて次回までに改めて調査内容と調査対象地域について慎重に再検討をすると回答。

#### 2) 調査手法について

先方は本件調査を実効性の高いものにするために、F/S 的要素を取り入れてほしい旨要望。これについては、本件対処方針に沿った要望であり、調査団として同意した。

#### 3) 適用技術の範囲について

先方は、PV だけでなく他の代替エネルギー(風力、小水力)についても可能性を評価し、更にグリッドとの比較検討もおこなってほしいと要望。これについては、調査団の想定する調査項目にすべて含まれている旨を説明し、同意を得た。

#### 4) 調査スケジュールについて

M/M で記載されている調査スケジュールについて、先方をできる限り短縮化するよう調査団に要請した。調査団は、S/W までに技術、手続き的に可能な範囲でスケジュールを再検討したいと回答。

5) ステアリングコミッティーの設置について

調査団は、ステアリングコミッティーの必要性を強調し、その設置を提案したが、先方はまだ時期尚早であるとして回答を避けた。

6) 車両等の提供について

先方は、車両の提供は困難であることを表明。

7) カウンターパート

本格調査時に、カウンターパートを5名程度出すことに先方と合意。

8) 実証試験

パイロット試験では、先方の予算を別管理するとの見解から、FNDRを使わないとしている。コンセプトで、レプリケーションの重要性を説明し、先方の理解を得た。

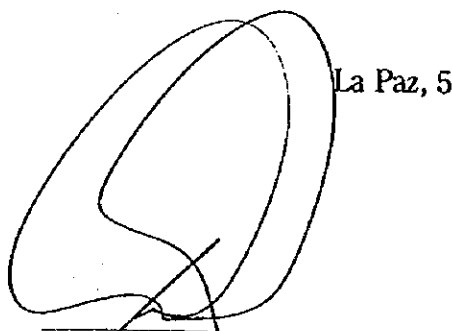
9) PCM

JICAのプロジェクト実現の観点からロジカルフレームワークが重要であることを説明。SWにおいてPDMを共同で作成することを提案し、了承された。

#### 1.4 署名した M/M

MINUTES OF MEETING  
FOR  
PROJECT FORMATION STUDY  
ON  
RURAL ELECTRIFICATION IMPLEMENTATION PLAN  
BY RENEWABLE ENERGY  
IN  
THE REPUBLIC OF BOLIVIA

La Paz, 5 November 1998



Carlos Alberto López  
Vice Minister of Energy and  
Hydrocarbons



Kunihiro Tokida  
Leader,  
Project Formation Study Team  
JICA



Alberto Valdés  
Vice Minister of Public Investment and  
External Finance

The Project Formation Study Team for Rural Electrification Implementation Plan by Renewable Energy in the Republic of Bolivia dispatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "the JICA Study Team" ) had a series of discussions on the above-mentioned Study in La Paz with the officials of Vice Ministry of Energy and Hydrocarbon (hereinafter referred to as "VMEH"), Ministry of Economic Development, Vice Ministry of Public Investment and External Finance, Ministry of Finance and other relevant officials of the Government of Bolivia from 28 October to 5 November, 1998.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere and both sides agreed to record the following points as summarized conclusions of the discussions;

#### 1. Major Findings of the Project Formation Study

JICA Study Team has collected relevant data and information on the electric power sector, progress of rural electrification and current utilization of renewable energy in the Republic of Bolivia thorough the discussions and field survey. Major findings are shown in Appendix I.

#### 2. Target Beneficiaries

The target beneficiaries are the people living in off-grid rural areas who have willingness to pay for electric supply service.

#### 3. Target Area

Both sides agreed that the Altiplano and the Valle areas have higher priority. VMEH strongly requested that the study cover the Department of La Paz and Oruro.

The JICA Study Team proposed that the study focus on one of the departments in order to secure the quality of the study with limited time and resources. The study area should be finally defined by using administrative boundaries at the S/W.

#### 4. Objective of the Development Study

The Objective of the study is to formulate a Rural Electrification Implementation Plan by Renewable Energy by identifying the potential of renewable energy utilization in line with the National Program for Rural Electrification (PRONER). In the course of the study the capacity of the counterpart personnel and institution for rural electrification shall be strengthened.

#### 5. Counterpart Organization

The responsible organization of the Study is Vice Ministry of Energy and Hydrocarbons (VMEH) of Ministry of Economic Development (MED). VMEH is responsible for controlling the project and for coordinating and involving concerned organizations in order to implement the Study effectively and efficiently. The implementing organization will be selected at the Department level. Pilot test using renewable energy systems shall be implemented by the collaboration between JICA and the selected operating organization such as regional electric power distribution companies, rural electrification committees or other organizations of the sector.

K-T.

AW.

## 6. Steering Committee

The JICA Study Team suggested that a steering committee be organized by VMEH, which will be composed of the officials from the concerned organizations, so that coordination and cooperation among the concerned organizations could be mobilized during the course of the Study.

## 7. Framework of the Development Study

### 7.1 Study Area

Pilot test and meteorological survey will be carried out in some selected communities.

### 7.2 Scope of the Study

The Study will be carried out in the following three stages. The tentative schedule is shown in the Appendix II.

#### I. Preliminary Investigation Stage

In order to identify the present situation of electric power sector and rural electrification, the following investigation and preparation work will be carried out.

- 1) Collection and review of the relevant data and information including previous study reports.
- 2) Review of the electric power development framework in Bolivia.
- 3) Review of rural electrification policy in Bolivia and review of the roles of concerned organizations in rural electrification.
- 4) Identification of the current progress of rural electrification and utilization of renewable energy.
- 5) Review of power demand forecast of the study area.
- 6) Preliminary assessment on socio-economic situation of the study area.

#### [PV Power Development]

- 7) Establishment of management framework (target area, target households, operating organization and management system, fee collection system, operation and maintenance system) for PV pilot test
- 8) Selection of the target villages and institutions for PV pilot test
- 9) Procurement and Installation of PV systems

#### [Micro-hydro Power Development]

- 10) Map study on the potential areas and questionnaire survey
- 11) Field observation for the potential areas
- 12) Selection of the potential sites for micro-hydro power development

#### [Wind Power Development]

*K.T.*

*M.*



- 13) Collection of the existing wind data
- 14) Field observation and selection of sites for data sampling
- 15) Procurement and Installation of meteorological data collection systems

## II. Detailed Investigation Stage

In order to evaluate the potential of renewable energy, the following investigations will be implemented.

- 1) Power demand and supply estimation for the study area

### [PV Power Development]

- 2) Evaluation of management framework for PV pilot test
- 3) Evaluation of present user's knowledge and maintenance skill on PV systems and recommendation on the appropriate training scheme
- 4) Evaluation of present institutions related to the PV electrification and recommendation on the ideal institutional structure
- 5) Evaluation of the technical level of management and maintenance staff and recommendation on an ideal training system
- 6) Evaluation of the different incentive levels and measures for both users and operating organizations

### [Micro-hydro Power Development]

- 7) Topographic survey
- 8) Geological survey
- 9) Hydrological survey
- 10) Pre-feasibility grade design enough for construction in the selected places

### [Wind Power Development]

- 11) Wind data monitoring and analysis
- 12) Selection of the potential sites
- 13) Estimation of generation potential by areawise
- 14) Mapping of the potential sites

## III. Implementation Plan Formulation Stage

Based on the results of the potential survey of renewable energy, the rural electrification programs by each renewable source will be prepared in line with PRONER. After each program is assessed from an economic, financial and institutional point of view, a Rural Electrification Implementation Plan by Renewable Energy in the target area including appropriate measures, incentive programs and policy recommendations shall be formulated.

VMEH strongly requested that the duration of the study be shortened as much as possible.

*V. I.*

*W. A.*

### 7.3 Conditions of Pilot Tests

#### (1) Sites Selection

The sites of pilot tests will be determined by the mutual agreement of the both sides.

#### (2) Ownership

JICA has the ownership of installed renewable energy systems and measurement equipment until the Study is completed. After completion of the Study, the ownership shall be transferred to the Government of Bolivia.

#### (3) Installation

The cost of equipment and installation shall be borne by JICA.

#### (4) Monitoring and Maintenance

The operating organization and the JICA Study Team monitor and maintain the equipment.

#### (5) Electricity Tariff and Fee Collection System

Electricity fee shall be collected from the beneficiaries based on the electricity tariff, which will be studied by the operating organization in cooperation with the JICA Study Team within the legal framework before the installation work starts.

#### (6) Training

The counterpart organizations shall be responsible for the training to the beneficiaries.

### 7.4 Study Reports

JICA will prepare and submit the following reports both in English and in Spanish to the Government of Bolivia.

(1) Inception Report	20 copies
(2) Progress Report (1, 2, 3)	20 copies each
(3) Interim Report	20 copies
(4) Draft Final Report	30 copies
(5) Final Report	40 copies

### 7.5 Technology Transfer

Technology transfer to relevant staffs/engineers will be done continuously during the study.

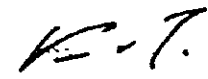
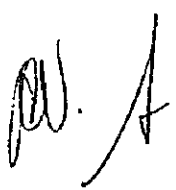
### 7.6 Seminars

Seminars shall be held in order to publicize the benefits of utilizing renewable energy in rural electrification, and to present the results of the study.

## 8. Undertaking of the Government of Bolivia

The JICA Study Team explained the necessary measures to be taken by the Government of Bolivia as follows:

1. The Government of Bolivia shall accord privileges, exemptions, and other benefits to the JICA 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 Bolivia.



2. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Bolivia shall take necessary measures;

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

3. The Government of Bolivia shall bear claims, if any arises, against members of the 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 willful misconduct on the part of the members of the Team.

4. VMEH shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with the other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

5. VMEH shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned;

- (1) available data and information related to the Study,
- (2) counterpart personnel,
- (3) suitable office space with necessary equipment in La Paz,
- (4) credentials or identification cards,
- (5) necessary vehicles with drivers, fuel and maintenance services.

VMEH expressed that it would be difficult to provide the Team with the above 5.(5).

*R.T.*

*[Handwritten signature]*

**9. Undertaking of JICA**

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

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Bolivia, and
2. to pursue technology transfer to the Bolivia counterpart personnel.

10. This Minutes of Meeting is subject to approval by higher authority of the Government of Japan.

11. The Minutes of Meeting is prepared on both Spanish and English, In case any doubt arises in interpretation, the English text shall prevail.

*K.T.*

*M.A.*

## Major Findings of the study

### 1. Present Situation of Electric Power Sector

#### 1-1. Overview of electric power demand and supply

The installed capacity of the Bolivian electric generation as of 1996 was 954.0 MW with an electric generation of 3,224 GWh. Sales amount was approximately 2,854 GWh. The growth rates of these parameters with respect to 1995 values were: 16.8%, 7.3% and 8.4%, respectively.

Approximately 32% (307.7 MW) of the installed capacity is hydro power generation and 68% (643.3 MW) thermal power generation.

The generated electric power of 2,854 GWh in 1996 was distributed to the four systems : approximately 89% corresponds to the National Interconnected System, 4% to the Isolated Systems, 1% to Other Small Isolated Systems and 6% to Self-producers that generate power to meet their own demand.

#### 1-2. Institutional Aspects

The reform process of the Bolivian Electric Sector was consolidated through the enactment of the new Electricity Law passed in 1994. The fundamental economic purpose of the Reform process was to establish the basis for the development of an electricity industry with competitive features maximizing the consumers welfare as well as the profits of the producers involved in this process. As a result of the capitalization process the Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) was disaggregated in four generation companies

The new Electricity Law established the Electricity Superintendency as the entity responsible for the sector regulations. Likewise, it assigns new functions to the Vice Ministry of Energy and Hydrocarbons (VMEH). VMEH is responsible for the preparation of the regulations and other legal provisions required for the effective enforcement of the Law on Hydrocarbons and the Law on Electricity, as well as for the development of the hydrocarbon and power sectors.

The Power Development Unit (UDE : Unidad de Desarrollo Energetico) under the VMEH is in charge of implementing the PRONER (Programa Nacional de Electrificación Rural) prepared in 1998 to increase electric power supply to cover small communities and the rural area, and of coordinating the implementation of rural electrification projects with relevant organizations.

### 2. Rural Electrification

PRONER aims to increase the electrification rate in the rural area of 13.7% as of 1997 to 28% in five years. PRONER states that 60% of electricity demand in the rural area will be supplied with renewable energy sources including solar photovoltaic energy (PV), micro-hydroelectric resources

K.T.

M.A.

and wind energy. VMEH is currently trying to promote rural electrification by mobilizing private finance, contribution of beneficiaries and other financial sources including assistance from donors.

UNDP is ready to start the Rural Electrification Program by renewable energy in line with the Popular Participation guidelines whose components are; 22 projects with physical construction of generation units (mainly micro-hydro generation) and institutional building of government functions. The program will cover seven departments of Bolivia. Coordination between UNDP and JICA is necessary because the activities of each organization might be duplicated in the project area.

There are two private distribution companies in the Department of La Paz. One of them is ELECTROPAZ supplying electricity to urban consumers, the other is EMPRELPAZ operating in the rural area. Both companies have interest in dispersed electric service using renewable energy in off-grid areas.

### 3. Renewable Energy Utilization

#### 3-1. Solar Photovoltaic System (PV)

Many PV systems have been installed and operated in the rural area of Bolivia. There have been some amount of PV systems broken down because of lack of technical and financial support to the users. It is therefore necessary that sustainable management system is established.

An Atlas of solar radiation titled "Mapa de Distribucion de la Energia Solar en Bolivia" has been prepared in 1998. Based on the distribution of solar radiation intensity shown on the Atlas, the Altiplano and the Valle which occupy one-third of Bolivia's land area have a relatively high development potential of PV system.

#### 3-2. Micro-hydro Generation

Although VMEH had prepared a list of 135 micro-hydro projects, VMEH does not have register of the number of existing micro-hydro power generation sites. Some numbers of units are in operation by rural electricity committee. The Department of La Paz has great potential on micro-hydro development.

#### 3-3. Wind Generation System

Commercial wind generation system has not been installed in Bolivia, however, it is said that CRE (Rural Cooperative for Electrification) is doing experimental test on wind turbine generation system in Santa Cruz.


There are meteorological observation stations deployed in Bolivia. Data on wind speed and wind direction measured at such stations may be useful for the study.

K. T.




MINUTA DE DISCUSIONES  
PARA  
EL ESTUDIO DE FORMULACION DEL PROYECTO  
SOBRE  
EL PLAN DE IMPLEMENTACION DE  
LA ELECTRIFICACION RURAL CON  
ENERGIAS RENOVABLES  
EN  
LA REPUBLICA DE BOLIVIA

La Paz, 5 de noviembre de 1998



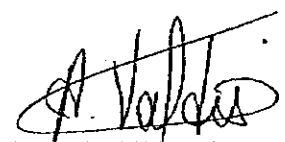
---

Carlos Alberto Lopez  
Viceministro de Energía e  
Hidrocarburos,  
República de Bolivia



---

Kunihiro Tokida  
Jefe,  
Misión de Estudio de Formulación  
del Proyecto, JICA



---

Alberto Valdés  
Viceministro de Inversión Pública y  
Financiamiento Externo,  
República de Bolivia



Lha Misión de Estudio de Formulación del Proyecto para El Plan de Implementación de la Electrificación Rural con Energías Renovables en la República de Bolivia enviada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (de aquí en adelante referida como "la Misión de Estudio de JICA") sostuvo una serie de discusiones sobre el Estudio arriba mencionado en la ciudad de La Paz con los funcionarios de Viceministerio de Energía e Hidrocarburos (de aquí en adelante referido como "VMEH"), Ministerio de Desarrollo Económico, Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo, Ministerio de Hacienda y otros funcionarios interesados del Gobierno de Bolivia desde el 28 de octubre hasta el 5 de noviembre de 1998.

Las discusiones fueron llevadas a cabo en un ambiente amistoso y cordial, y ambas partes acordaron registrar los puntos siguientes como conclusiones resumidas de las discusiones.

### **1. Resultados Principales del Estudio de Formulación del Proyecto**

La Misión de Estudio de JICA ha obtenido datos e informaciones sobre el sector eléctrico, el progreso de electrificación rural y la utilización actual de energías renovables en la República de Bolivia a través de las discusiones e investigaciones de campo. Los Resultados principales están indicados en el Apéndice I.

### **2. Beneficiarios Metas**

Los beneficiarios metas son los pobladores que viven en el área rural, y que tengan la voluntad de pagar por el suministro eléctrico.

### **3. Area Meta**

Ambas partes acordaron que las áreas del Altiplano y el Valle tienen mayor prioridad. El VMEH solicitó enfáticamente que el estudio cubriera por lo menos los Departamentos de La Paz y Oruro.

La Misión de Estudio de JICA propuso que el estudio se enfocara en uno de los Departamentos con el objetivo de asegurar la calidad del estudio con tiempo y recursos limitados. El área del estudio debería ser finalmente definida según la división político administrativa en el Alcance de Trabajo (S/W).

### **4. Objetivos del Estudio para el Desarrollo**

El Objetivo del estudio es formular un Plan de Implementación de la Electrificación Rural con Energías Renovables mediante la identificación del potencial de utilización de energías renovables en concordancia con el Programa Nacional de Electrificación Rural (PRONER). En el curso del estudio la capacidad del personal y la institución de contraparte para la electrificación rural será fortalecida.

*K-7.*

*PAU.*

## **5. Organización Contraparte**

La organización responsable del Estudio es el VMEH, que tiene la responsabilidad de controlar el proyecto, y de coordinar e involucrar organizaciones interesadas con el fin de ejecutar el Estudio en forma eficaz y eficiente. La organización ejecutora será seleccionada a nivel departamental. La prueba piloto con los sistemas de energías renovables será implementada por la colaboración entre JICA y la organización operadora seleccionada entre las empresas regionales de distribución de energía eléctrica, comités de electrificación rural u otra organización del sector.

## **6. Comité Ejecutivo**

La Misión de Estudio de JICA sugirió al VMEH organizar un comité ejecutivo, el cual sería compuesto de los representantes de las organizaciones interesadas, para que la coordinación y cooperación entre ellas se pueda movilizar durante el curso del Estudio.

## **7. Marco General del Estudio para el Desarrollo**

### **7.1 Area del Estudio**

La prueba piloto e investigaciones meteorológicas se realizarán en algunas comunidades seleccionadas.

### **7.2 Alcance del Estudio**

El Estudio se llevará a cabo en las tres etapas siguientes. El cronograma tentativo se indica en el Apéndice II.

### **I. Etapa de Investigación Preliminar**

Para identificar la situación actual del sector eléctrico y la electrificación rural, serán llevados a cabo los siguientes trabajos de investigación y preparación.

- 1) Recolección y revisión de los datos e informaciones relacionadas incluyendo informes de estudios anteriores.
- 2) Tomar conocimiento del marco general del desarrollo de energía eléctrica en Bolivia.
- 3) Tomar conocimiento de la política de electrificación rural en Bolivia y de los roles de las organizaciones concernientes a la electrificación rural.
- 4) Identificación del progreso actual de la electrificación rural y utilización de energías renovables.
- 5) Revisión de la previsión de demanda energética del área objeto del Estudio.
- 6) Evaluación preliminar sobre la situación socio-económica del área objeto del Estudio.

[Desarrollo de Energía FV]

- 7) Establecimiento del marco general de administración (área meta, hogares metas,

R.T.

R.U. A

organización operadora y sistemas de gestión, sistema de cobranza, sistema de operación y mantenimiento) para la prueba piloto FV.

8) Selección de las poblaciones e instituciones objetos de la prueba piloto FV.

9) Adquisición e instalación de sistemas FV.

[Desarrollo de Energía Micro-hidráulica]

10) Estudio de mapas sobre las áreas potenciales y levantamiento de encuestas.

11) Observación de campo para las áreas potenciales.

12) Selección de los lugares potenciales para el desarrollo de energía micro-hidráulica.

[Desarrollo de Energía Eólica]

13) Recolección de los datos eólicos existentes.

14) Observación de campo y selección de lugares para el muestreo de datos.

15) Adquisición e instalación de sistemas de recolección de datos meteorológicos.

**II. Etapa de Investigación Detallada**

A fin de evaluar el potencial de energías renovables, las siguientes investigaciones serán implementadas.

1) Estimación de la demanda y la oferta de energía para el área del estudio.

[Desarrollo de Energía FV]

2) Evaluación del marco general de administración para la prueba piloto FV.

3) Evaluación del conocimiento y la habilidad de mantenimiento de los usuarios actuales acerca de los sistemas FV y recomendaciones sobre el esquema de capacitación apropiado.

4) Evaluación de instituciones actuales relacionadas con la electrificación FV y recomendaciones sobre la estructura institucional ideal

5) Evaluación del nivel técnico del personal de administración y de mantenimiento y recomendaciones sobre un sistema óptimo de capacitación.

6) Evaluación de diferentes niveles y medidas de incentivo, tanto para los usuarios, como para el operador.

[Desarrollo de Energía Micro-hidráulica]

7) Estudio topográfico.

8) Estudio geológico.

9) Estudio hidrológico.

10) Diseño a nivel de prefactibilidad suficiente para construcción en los lugares seleccionados.

*R. J.*

*RA*

[Energía Eólica]

- 11) Monitoreo de datos eólicos y análisis.
- 12) Selección de los lugares potenciales.
- 13) Estimación del potencial de generación por área geográfica
- 14) Levantamiento de planos de los lugares potenciales

### **III. Etapa de Formulación del Plan de Implementación**

Sobre la base de los resultados de las investigaciones del potencial de energías renovables, los programas de electrificación rural para cada fuente renovable serán preparados en concordancia al PRONER. Después de que cada programa sea evaluado desde el punto de vista económico, financiero e institucional, se formulará un Plan de Implementación de la Electrificación Rural con Energías Renovables en el área meta, incluyendo medidas apropiadas, programas de incentivo y recomendaciones de políticas.

El VMEH solicitó enfáticamente que la duración del estudio sea acortada tanto como sea posible.

#### **7.3 Condiciones de las Pruebas Piloto**

##### **(1) Selección de lugares**

Los lugares de las pruebas piloto serán determinados según el acuerdo mutuo de ambas partes.

##### **(2) Propiedad**

JICA tiene la propiedad de los sistemas de energías renovables y equipos de medición instalados hasta que el Estudio sea terminado. Después de la conclusión del Estudio, la propiedad será transferida al Gobierno de Bolivia.

##### **(3) Instalación**

El costo de los equipos e instalación correrá por cuenta de JICA.

##### **(4) Monitoreo y Mantenimiento**

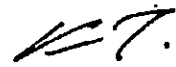
La organización operadora y la Misión de Estudio de JICA monitorearán y mantendrán los equipos.

##### **(5) Sistema de Tarifa Eléctrica y Cobranza**

El importe del servicio de electricidad se cobrará a los beneficiarios basándose en la tarifa eléctrica; la cual será estudiada por la organización operadora en cooperación con la Misión de Estudio de JICA y dentro del marco legal vigente antes de que se inicie la instalación.

##### **(6) Capacitación**

Las organizaciones contrapartes serán responsables de la capacitación de los beneficiarios.



#### **7.4 Informes del Estudio**

JICA preparará y presentará los informes siguientes en inglés y español al Gobierno de Bolivia.

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| (1) Informe Inicial            | 20 copias           |
| (2) Informe de Progreso        | (1-3) 20 copias c/u |
| (3) Informe Intermedio         | 20 copias           |
| (4) Borrador del Informe Final | 30 copias           |
| (5) Informe Final              | 40 copias           |

#### **7.5 Transferencia de Tecnología**

La transferencia de tecnología a los personeros/ingenieros relacionados, será realizada continuamente durante el estudio.

#### **7.6 Seminarios**

Se celebrarán los seminarios para divulgar los beneficios que tiene el uso de las energías renovables en la electrificación rural, y para presentar los resultados del estudio.

#### **8. Compromisos del Gobierno de Bolivia**

La Misión de Estudio de JICA explicó sobre las medidas necesarias a adoptarse por el Gobierno de Bolivia como sigue:

1. El Gobierno de Bolivia acordará otorgar privilegios, exenciones, y otros beneficios a la Misión de Estudio de JICA (de aquí en adelante referida como "la Misión") en conformidad con el Convenio de Cooperación Técnica entre el Gobierno de Japón y el Gobierno de Bolivia.

2. Para facilitar la ejecución óptima del Estudio, el Gobierno de Bolivia tomará medidas necesarias para:

- (1) garantizar la seguridad de la Misión,
- (2) permitir a los miembros de la Misión entrar, salir y permanecer en Bolivia mientras dure su asignación en ella, y eximirles de los requisitos de registro de extranjeros y pagos consulares,
- (3) exonerar a los miembros de la Misión de impuestos, derechos, tasas y otras cargas fiscales sobre los equipos, maquinaria, y otros materiales traídos a, y llevados a fuera de, Bolivia para la realización del Estudio,
- (4) eximir a los miembros de la Misión de impuestos sobre ingresos y cargas fiscales de cualquier tipo sobre, o en relación con, cualquier emolumentos o asignaciones pagados a ellos por sus servicios prestados para la implementación del Estudio,
- (5) proporcionar las facilidades necesarias a la Misión tanto para remitir como para utilizar los fondos introducidos desde Japón en Bolivia en conexión con la ejecución

del Estudio,

- (6) asegurar permisos para entrar en las propiedades privadas o áreas restringidas a fin de ejecutar el Estudio,
- (7) asegurar permisos a la Misión para tomar todos los datos y documentos incluyendo mapas y fotografías relacionados con el Estudio y llevarlos a fuera de Bolivia,
- (8) proporcionar las facilidades para los servicios médicos cuando fuera necesario. Estos gastos podrán ser cargados a los miembros de la Misión.

3. El Gobierno de Bolivia atenderá los reclamos, si surgiera alguno, contra los miembros de la Misión a consecuencia de, ocurridas en el transcurso de, o relacionadas de cualquier otra manera con, el cumplimiento de sus deberes en la ejecución del Estudio, excepto cuando tales reclamos se originen por la grave negligencia o mala conducta intencional por parte de los miembros de la Misión.

4. El VMEH actuará como institución contraparte de la Misión, así como el ente coordinador con respecto a otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales interesadas para la ejecución óptima del Estudio.

5. El VMEH, a sus propias expensas, proporcionará a la Misión lo siguiente, en cooperación con otras organizaciones interesadas;

- (1) datos e información disponibles relacionados con el Estudio,
- (2) personal de contraparte,
- (3) espacio de oficina adecuado con equipos de oficina necesarios en La Paz,
- (4) credenciales,
- (5) vehículos necesarios con choferes, combustibles y servicios de mantenimiento.

El VMEH expresó que sería difícil atender al requerimiento del punto 5.5.

#### 9. Compromisos de JICA

Para la ejecución del estudio, JICA tomará las medidas siguientes:

1. enviar, a sus propias expensas, las misiones de estudio a Bolivia, y
2. realizar la transferencia de tecnología al personal de contraparte de Bolivia.

10. Esta Minuta de Discusiones es sometido a la aprobación de autoridades superiores del Gobierno de Japón.

11. El presente documento es elaborado en idiomas español e inglés. En caso de que surja cualquier duda en la interpretación, el texto en inglés prevalecerá.

*K.T.*

*[Handwritten signature]*

**Resultados Principales del estudio****1. Situación Actual del Sector de Energía Eléctrica****1-1. Resumen global de la demanda y la oferta de energía eléctrica**

La capacidad instalada de generación eléctrica de Bolivia en el momento de 1996 fue de 954.0 MW con generación eléctrica de 3.224 GWh. El monto de la venta fue de 2.854 GWh aproximadamente. Las tasas de crecimiento de estos parámetros con respecto a los valores de 1995 fueron 16,8%, 7,3% y 8,4% respectivamente.

Alrededor de un 32% (307,7 MW) de la capacidad instalada es de generación hidroeléctrica y un 68% (643,3 MW) térmica.

La energía eléctrica generada de 2.854 GWh en 1996 fue distribuida a los cuatro sistemas: cerca de 89% correspondía al Sistema Interconectado Nacional, 4% a los Sistemas Aislados, 1% a Otros Microsistemas Aislados y 6% a los Autoproductores que generan energía para satisfacer su propia demanda.

**1-2. Aspectos Institucionales**

El proceso de la reforma del Sector Eléctrico boliviano fue consolidado mediante la entrada en vigor de la nueva Ley de Electricidad aprobada en 1994. El propósito económico fundamental del proceso de la Reforma consistía en establecer la base para el desarrollo de una industria eléctrica con competitividad logrando el máximo bienestar de los consumidores así como el mayor beneficio posible para los productores involucrados en este proceso.

Como resultados del proceso de la capitalización, Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) fue dividida en cuatro empresas generadoras.

La nueva Ley de Electricidad estableció la Superintendencia de Electricidad como una entidad responsable de regulaciones del sector. Asimismo, la Ley asigna nuevas funciones al Viceministerio de Energía e Hidrocarburos (VMEH). El VMEH tiene la responsabilidad de preparar las regulaciones y otras disposiciones legales requeridas para el cumplimiento efectivo de la Ley sobre Hidrocarburos y la Ley sobre Electricidad, así como para el desarrollo de los sectores de hidrocarburos y energía.

La Unidad de Desarrollo Energético (UDE) del VMEH está a cargo de implementar el PRONER (Programa Nacional de Electrificación Rural) preparado en 1998 con el fin de aumentar el suministro de energía eléctrica para cubrir las pequeñas comunidades y el área rural, y de coordinar la implementación de los proyectos de electrificación rural con las organizaciones interesadas.

## 2. Electrificación Rural

PRONER pretende incrementar la tasa de electrificación en el área rural del 13,7% en el momento de 1997 hasta el 28% en cinco años. PRONER menciona que el 60% de la demanda de electricidad en la zona rural será suministrado con las fuentes energéticas renovables incluyendo la energía fotovoltaica solar (FV), los recursos micro-hidroeléctricos y la energía eólica. El VMEH está actualmente tratando de promover la electrificación rural por medio de movilización de financiamiento privado, contribución de los beneficiarios y otras fuentes financieras incluidos los apoyos de donantes.

PNUD está dispuesto a iniciar el Programa de Electrificación Rural cuyos componentes son; 22 proyectos con construcción física de las unidades de generación (principalmente micro-hidráulica) y desarrollo institucional de la función del gobierno. El programa cubrirá siete Departamentos de Bolivia. Es necesaria la coordinación entre PNUD y JICA puesto que las actividades de cada organización puede duplicarse en cuanto al área del proyecto.

Existen dos empresas privadas de distribución en el Departamento de La Paz. Una de ellas es la Electropaz que suministra electricidad a los consumidores urbanos, y la otra es la Emprelpaz que opera en el área rural. Ambas empresas tienen interés en servicios eléctricos dispersos utilizando las energías renovables en las áreas que están fuera de alcance de la red.

## 3. Utilización de Energías renovables

### 3-1. Sistema Fotovoltaico Solar (FV)

Muchos sistemas FV han sido instalados y operados en el área rural de Bolivia. Cierta cantidad de estos sistemas FV han quedado destruidos por falta de apoyos técnicos y financieros a los usuarios. Es por eso necesario que se establezca un sistema de administración sostenible.

Un Atlas de radiación solar titulado "Mapa de Distribución de la Energía Solar en Bolivia" ha sido preparado en 1998. Basado en la distribución de la intensidad de radiación solar mostrada en el Atlas, el Altiplano y el Valle que ocupan un tercio de la tierra boliviana tienen potencial relativamente alto de desarrollo del sistema FV

### 3-2. Generación Micro-hidráulica

Aunque el VMEH ha preparado un listado de 135 proyectos micro-hidráulicos, no se cuenta con registro del número de centrales micro-hidroeléctricas existentes. Algún número de unidades se encuentran en operación por comités de electricidad rural. El



Departamento de La Paz cuenta con un gran potencial de desarrollo micro-hidroeléctrico.

### 3-3. Sistema de Generación Eólica

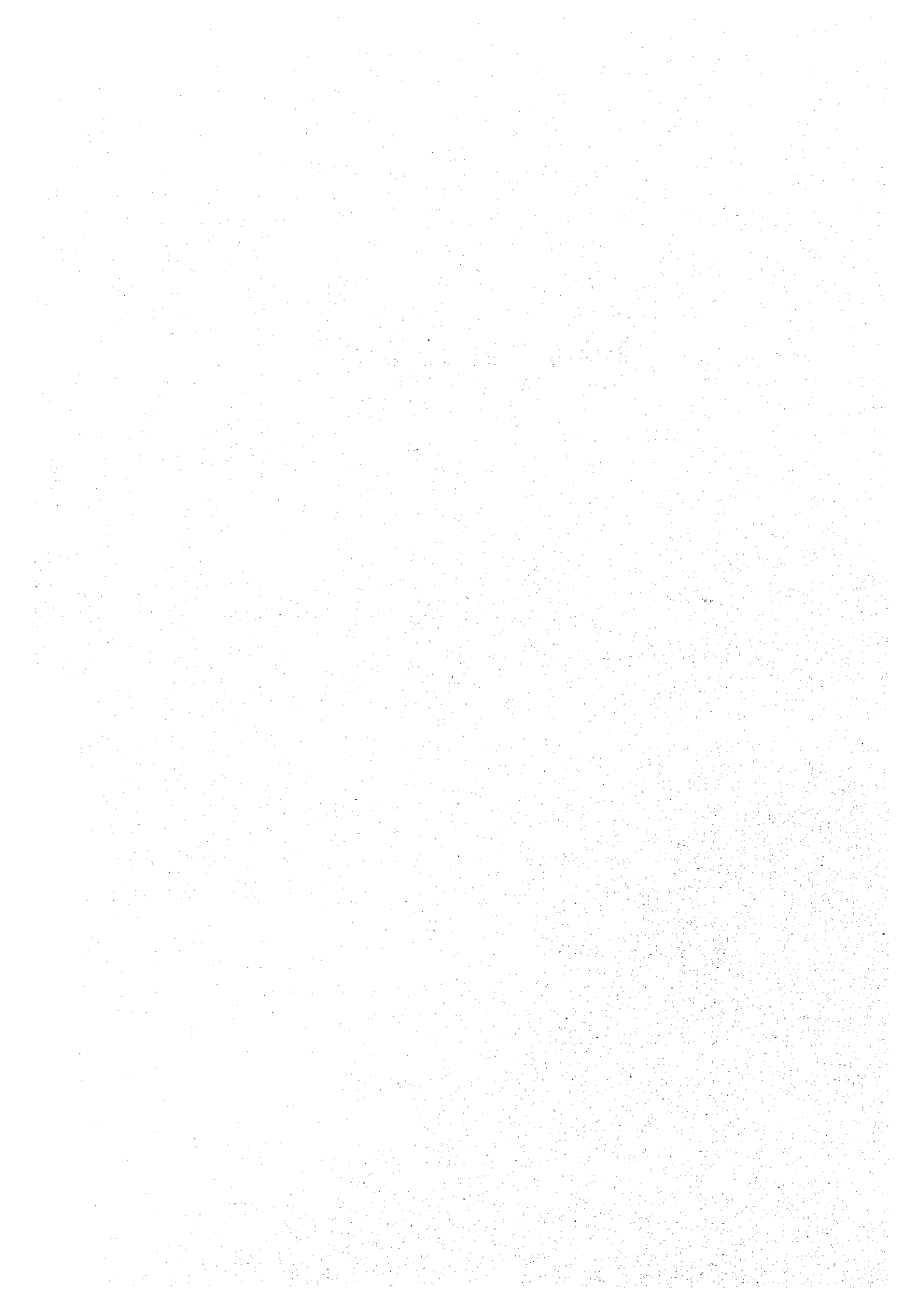
El sistema de generación eólica comercial no ha sido instalado en Bolivia, sin embargo, se dice que CRE (Cooperativa Rural de Electrificación) está realizando prueba experimental sobre el sistema de generación por turbina eólica en Santa Cruz. Hay estaciones de observación meteorológica distribuidas en Bolivia. Datos sobre la velocidad y dirección del viento tomados en estas estaciones pueden ser útiles para el estudio.

K.T.

AV. A



## 第2章 協義結果



## 第2章 協議結果

### 2.1 JICA事務所表敬

(1) 日時：10月28日（水） 17:00～

(2) 面談者：熊倉 晃所長、金城誠一次長、西木広志所員、  
カルロス・オモヤ・B所員、調査団全員

(3) 主な面談内容

調査団より、本件調査目的、調査事項、スケジュール等について説明の後、以下についてコメント。

・本件ミッションはちょうどよいタイミングで派遣された。

理由：政府が9月に「地方電化計画」を発表。

：昨年に新政権が発足し、大衆参加法等の公平化政策を行っている。

・プロジェクト実施にあたっての資金手当に関しては大蔵省も気にしている。円借は債務のリスクを行っているため不可能である。

・地方自治体への権限移譲のスキームも固まっているが、実態が伴っていない。

・プロジェクト対象地域選定には、設備設置以降のコスト負担が可能な地域であることが重要。

・JICAはサンタクルスにて地下水開発無償をやっているが、住民組織を利用して料金徴収をさせようとしている。これは今回の開発調査のよい前例となるものであるとともに、調査の初期段階から住民を巻き込んでいくのが重要。

### 2.2 日本大使館表敬

(1) 日時：10月29日（木） 16:00～16:40

(2) 出席者：野村知子二等書記官、西木所員、調査団全員

(3) 主な面談内容

調査団から全体的な調査内容、特に調査対象地域の絞り込み、ボリヴィア政府の対応能力について説明の後、以下のコメントを得た。

・調査対象地域の絞り込み（4県の中から1県を選定したい）

→1県に絞り込むことは調査対象地域が広いことを考えると有意義である。

・草の根無償の利用可能性

→本制度は500万～1000万円の範囲で、貧困層を対象としたプロジェクトに向けられている。当館では半期に10件程度が利用されている。かなりの申請があるので、すぐに利用できるという状況ではない。

### 2.3 経済開発省エネルギー炭化水素庁

(VMEH: VICEMINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS)

(1) 日時：10月28日（水） 9:00～12:00、14:30～15:30

10月29日（木） 9:00～12:00

(2) 出席者

Mr. Mario Candia Moya(Director General de Energia)

Mr. Juan J. Mendoza(Jefe Unidad de Desarrollo Energetico)

Mr. Alvaro G. Del Castillo Dorado(Consultor Unidad de Desarrollo Energetico)

Mr. Sergio Arnez Morales(Asesor de Politica Energetica)

調査団全員

(3) 主な面談内容

1) 電力セクター改革と政府の役割

1994年より電力セクターの改革が開始され電力関連企業の資本化・民営化が進展した。唯一の電力公社 ENDE が3つの発電会社と1つの送電会社に分割民営化され (ENDE は1999年末には清算予定)、既存の民間電力会社である COBEE とともに全国送電系統 (SIN) の供給をカバーしている。この他に多数の配電会社があり、都市部や人口密集地で SIN の運営に参加している会社や独立系統の運営会社が存在する。

電力セクター改革の結果、発送配電の各事業に対し政府は基本的に関与することはなくなり、政府の役割は、政策・基準の策定とこれに対する規制の実施に限定されることになった。

全国的な需給計画についても、SIN に対する Referential Plan、独立系統に対する Indicative Plan の示唆的な計画を立案するが、最終的な設備投資計画は民間企業の自由意思に委ねられている。

Referential Plan、Indicative Plan で政府が想定する電源開発計画は、料金分析のため最小費用開発の考え方に基づいて行うもので、料金に不当に高い費用が反映されないためのものである。個別プロジェクトの情報は民間電力会社が調査に必要なライセンス取得の際に入ってくるものであり、1つのプロジェクトを複数の会社が同じ並行的に調査していることもある。

2) 地方電化に対する取り組み

農村地域の電化率は1997年時点で13.7%であり、全国の電化率56%と比較して小さな値である。ボリビアの農村地域は、人口の分散、低所得、アクセスの悪さなどの問題から、民間企業の興味を集めにくい。

そのため、新電力法では政府による何らかの支援が必要との認識から、地方電化細則が策定され、(田)農村電化に必要な資金を国・ドナー等の協調融資により分担する方向付け(用)農村部における効率的情報システムの活用方針(火)事業主体 (エージェント) の定義付け等が規定されている。

農村地域の電化促進を目的として国家地方電化計画 (PRONER) を策定し、今後5年間で地方の電化率を28%に引き上げることを目標としている。

PRONER は農村電化に対するアプローチやガイドラインを定めたもので、これまで実施された農村電化プロジェクトの反省点を踏まえた解決策の明確化、フレームワークの確立による秩序ある電化の推進を狙っている。

### 3) PRONERの特徴

- 農村電化プロジェクトは小規模かつ低収益性であるとの認識のもと、プロジェクト実施のための資金面の支援機構を構築を示唆（初期投資に対する補助、協調融資の枠組み等）する。
  - 使用技術は、地域特性とフィジビリティを考慮し、十分な代替案検討により最小コストで実施可能なものを選択する。
- 同程度の代替案の中では再生可能エネルギーを使用することが望ましく、需要の60%は再生可能エネルギーでカバーする計画である。
- 全国を網羅するデータベースを構築し、需要を満たすためのプロジェクトの特定や示唆的な順位付けを行う。

### 4) 農村電化プロジェクトの流れ

農村電化プロジェクトの実質的な事業主体は県である。

各コミュニティは必要とする農村電化プロジェクトを市町村に要請し、市町村は多数のコミュニティから提出されたプロジェクトから優先順位の高いものを選択して県に要請する。県はそれら中で優先順位の高いものについて技術面・財務面の調査（県のエネルギー関係の担当者）を実施する。

政府は、リストアップされたプロジェクトに対し、PRONERの枠組みにしたがい地域の需要・社会経済状況・代替技術等を考慮して方向付けをするとともに、県の行う調査をレビューするのみである。

県の技術者が不足しているため技術指導を実施しているが、将来は県が技術的に独立することを期待している。

### 5) 農村電化プロジェクトの資金調達

資金の調達は基本的に県が主体で行う。

県が自ら全額融資することもありえるが、一部資金を負担した残りを市町村、ユーザー、ドナー、FNDR等より調達することもある。

こうした調整の主体は県であるが、実際の資金は全て大蔵省公共投資庁を経由することになる。

### プロジェクトスキーム例（サンタクルス）

計画策定	県+CRE（配電会社）
施工	CRE
融資	オランダ援助機関（融資窓口は県）

6) 今次調査は、4県を対象とするM/Pの要請であるが、限られた予算を効率的に活用するため1県に絞ったF/S・実証試験を実施し、長期的な人材育成にも重点を置き、それをモデルとして

全国展開を図ってはどうかとの示唆に対して

→ 国全体の現状把握とそれを踏まえた方向付けが先ず第一と考える。小さな地域でやったことを拡大するのではなく、全国的に通用する包括的な枠組みを形成することが必要である。

地域を1県に限定することは、地域的特色が大きくことなるポリヴィアでは他県への展開が困難になるのでは考える。

適切な代替案、適切な財務構成、O&Mの組織構成の形成が重要と考えており、特に技術支援は大切であると認識している。

本件については、M/M協議の場で議論を詰めたい。

7) プロジェクトにはサステナビリティが大切であるとの指摘に対して

同意見である。サステナビリティは広い概念であるが、プロジェクトの実施成果が長期に持続することであると理解する。過去のプロジェクトでは、この点を考慮せずに失敗した例は多い。

プロジェクトは、経済的・財政的に必要な運用が可能であること、技術的にセルフメンテナンスが可能であることが大切である。

また、レプリカビリティを有し、良いプロジェクトが繰り返され、参加組織が増加していくことも重要な要因と認識している。

## 2.4 ELECTROPAZ

(1) 日時：10月28日(水) 16:00～17:00

(2) 面談者：Mr. Jose Ma. Cirujano Gonzalez (Generente General)

Mr. Rolando Loayza Mariaca (Generente Gestion de Activos)

(3) 主な面談内容

### 1) ELECTROPAZの概要

ELECTROPAZは民営の電力会社COBEEに属していたが、新電気法の施行に伴い発電と配電に分割され、1996年1月にスペインのIBERDOROLAに買収された。

IBERDOROLAはヨーロッパ第3の電力会社であり、総設備容量16,000MW。スペインに800万人、ラ米に400万人の顧客を抱える。

ポリヴィアでは、2つの配電会社(ELECTROPAZ、ELFEO)と2つのサービス会社を有しており、顧客は26万5千人、最大需要は215MW、年間供給電力量は約900GWhである。顧客の大部分はラパス市、エルアルト市の都市部であり、農村部はわずかである。

### 2) 地方電化に対する取り組み

農村部の顧客については、ELECTROPAZ発足時のコンセッションには含まれていなかったが、COBEEの顧客であったので供給をオファーしたものである。

現在ELECTROPAZでは、地方電化を推進する計画はないが、将来的に法制度が整えば参入することには意欲がある。

補助金・法制度がどの程度整備されれば参入が可能かどうかはケースバイケースであり、論理



的に民間企業が参入して利益が得られると判断できれば参入は可能である。孤立した50人規模程度の集落に関する農村電化事業には興味があり、ラパス近郊に多い50~100人規模の集落でパイロットプラントを運営するのなら、よろこんで協力したい。料金徴収やO&Mは事業のサステナビリティには不可欠であり、我々は多くの経験を有している。

### 3) 独自の発電設備計画

現在は全く発電していないが、水力発電所の計画は持っている。

規模は、法律で認められている最大需要215MWの15%、すなわち35MWの発電所を一箇所計画しており、基本諸元もすでに決定している。

法律で再生可能エネルギーを利用した電源しか建設できないため、その中で経済性に優れた小水力を選択した。なお、小水力設備の建設ができるコントラクターは、国内に存在する。

### 4) 電気料金の決定

ボリビアでは配電事業の料金は規制対象となっており、各社が4年ごとに申請して決定される。料金は純資産額に収益率を上乗せして決定される。

ラパス・エルアルト地域の電気料金の最低額は約20bs/月(\$5/月)であるが、農村地域でも電気料金そのものが高いため10~15bs/月は支払う。低所得者の使用する電気機器は照明、ラジオ、テレビぐらいである。一般的には、計画に際し需要は400~700kW/世帯と見積もっている。

### 5) 電気の卸売価格

SINからの電気購入価格は、マージナルプライシングシステムという方法で決定される。発電会社は、6ヶ月ごとに電力の販売価格を提出することになっている。

ベースとなる金額と、スポット期間の需要に対する高めの価格が設定されるが、配電会社は、発電会社と長期的な売電契約を結ぶことができる。

### 6) 風力発電のポテンシャル

ボリビア国内に風力発電のポテンシャルが高いところはないと考える。あえて言えばサンタクルスぐらいだと思う。

気象データはラパスにあるSENAMIという機関で、過去10~20年のデータは有している。

### 7) 太陽光発電パネルの流通

パネルはラパス市内で購入可能である。50Wクラスから\$700程度であると思う。サンタクルスでは、かなり大規模に実施していると聞いている。

### 8) 配電線の延長

既設配電線から100m以内に顧客がいれば、配電線を接続する義務を負っている。したがって、設備容量が足りないときには必然的に増強を迫られる。

### 9) 盗電

ラパスでの盗電はそれほど深刻ではなく、盗電によるロス率は3~4%程度である。

## 2.5 UNDP

(1) 日時: 10月29日(木) 10:30~。UNDPオフィスにて。

(2) 面談者：Mr. Eduardo Forno (副所長)

Mr. Jairo Escobar Li. (プログラムオフィサー)

(3) 協議内容

団長より本件調査経緯・調査内容について説明のあと、先方より地方電化プロジェクトにかかる説明がなされた。

1) 地方電化プロジェクト開始のための最終準備段階 (予算承認済み) にきており、1999 年から開始できる見込みである。地方電化プロジェクトの概要を以下に記す。

a) プロジェクト予算：4,211,719US\$ (4年間)

b) 内容：個別プロジェクト (全国で22ヶ所で実施)

Institutional Building(Training, Policy Analysis, Regulation)

c) 個別プロジェクト内訳

小水力: 60-70%

PV: 30%

風力: 10%

d) 個別プロジェクト実施地域

コンサルタントが候補地域の中から選定する予定。

2) 受益者のコスト負担率については対象地域の社会経済条件等に適した水準に設定 (柔軟なシステム) する。

3) プロジェクトでは PV プロジェクトの過去の失敗経験から得た教訓を十分に生かし、Sustainability of the System を重視する。

4) JICA 調査との重複を避けるためにも情報交換を積極的に行うべきである。JICA との間で連携するために、UNDP プロジェクトの多少の修正・変更の余地があるので、まずプロジェクトドキュメントに目を通してほしい。

## 2.6 米州開発銀行

(1) 日時： 10月29日 14:40~15:00

(2) 出席者：Mr. David Biddle Atkinson; Representative of Bolivia Office

(3) 協議内容：

調査団より、本件調査概要について説明の後、地方電化関連分野での活動状況、新規プロジェクトへの資金利用可能性について質問したが、地方電化関連プロジェクトはない。

1) 資金利用可能性について

98年~2001年までの4億6000万ドルの用途は既に決まっている (道路、観光、金融、法制度) ため、新たなプロジェクトに融資することは困難。しかし、ボリビア政府の要請があれば、いくつかのプロジェクトを別の案件に回す余地はある。2001年以降については、地方電化プロジェクトを取り上げる可能性が出てくるかもしれない。とにかく、ボリビア政府のプライオリティが最も重要。

## 2) 最重点活動分野

- a 社会セクター (教育、住居、保健衛生等)
- b 経済開発 (金融セクター強化)
- c Institutional Development
- d 環境対策

## 3) 行政能力について

民営化・地方分権化促進などの流れにより、行政能力は低下している。これらの強化にも積極的に取り組んでいきたい。

## 2.7 EMPRELPAZ (配電会社)

(1) 日時 1998年10月31日(土) 10:30~12:00

(2) 面談者: Mr. Ing. Pedro Alvarez S. (Presidente Ejectutive)、Mr. Lic. Romeo Japiz V. (Superintendente Adm Financieco)、Mr. Ing. Jose Aparicio (Jefe Planui Planificacion)、Mr. German Maisonado (Jefe Div. Facturacuor)  
Mr. Eloy Calderon M. (Jefe de Operaciones y Mentenimiento)

### (3) 主な面談内容

#### 1) 会社概要

- ・会社の設立は5カ月ほど前。以前は1976年12月12日に創立されたCORELPAZ(Cooperativa Rural Electrica La Paz)という共同組合であった。
- ・社長の Alvarez 氏は1978年にJICAの研修生として日本に行き External Planning and Engineering についての研修を6カ月間受けた。
- ・共同組合設立から数えて21年間の間に経営陣が4回交替した。
- ・負債が多く経営状態が悪かったため、政府の介入によって管財人が送り込まれた。管財人は NRECA (National Rural Electric Cooperative Association: 米国の機関) に対して共同組合の管理を要請し、NRECA 1年間共同組合の管理を行った。
- ・新電気法第1604号に基づいて電気協同組合が株式会社に組織替えすることが義務付けられている。株式会社として1998年2月から運営されている。
- ・現在 Concesion という形態の許可を受けるため政府に申請中である。

#### 2) 組織

- ・事務所は本社のみ。
- ・従業員数は108名。25名は配電網に関する業務、維持管理に3名、電気メータ読み取りに41名が従事している。電気技師は社長と Jose Aparicio 氏の2名のみ。

#### 3) 配電

- ・配電地域は Ingavi 郡、Aroma 郡、Omasuyos 郡、Manco Kapac 郡、Los Andes 郡、Camacho 郡、Larecaja 郡、Murillo 郡の9郡であり、すべて Rural 地域である。

- ・配電用資機材には20年以上経過しているものもあり、全てのシステムについて改善が必要。
- ・トランクラインの絶縁にひんぱんに問題が起こる。
- ・事務所が本社のみであるためラパス市から地方にメンテナンスに行くと12～15時間かかる場合もある。
- ・手持ち車両はブーム付トラック1台(日本の中古車)を含む4台のみであり、この少ない車両で全ての配電網をカバーしなければならない。

#### 4) 料金徴収

- ・登録ユーザは約35,000戸であるが、料金徴収を行っているのは25,000戸である。
- ・41名のメータ読み取り職員が手書きで読み取り値を記入している(ELECTROAPAZのように機器を使って行いたい)。
- ・メータ読み取り職員の月収は129米ドル/月。
- ・ユーザの9割の使用量が30～35kwh/月となっている。
- ・電気料金は以下のようになっている。

住宅用：基本料金(11.08Bs./月) + 従量料金(25kwh/月まで使用量について0.18Bs./kwh、25kwh/月を越える使用量について0.26Bs./kwh)

・一般用-1：基本料金(23.53Bs./月) + 従量料金(50kwh/月まで使用量について0.32Bs./kwh、50kwh/月を越える使用量について0.361Bs./kwh)

・一般用-2：設備容量(KVA) × 31.1Bs. + 使用量(kwh) × 0.35Bs.

・産業用 I-7：設備容量(KVA) × 36.03Bs. + 従量料金(100kwh/月まで使用量について0.37Bs./kwh、100kwh/月を越える使用量について0.40Bs./kwh)

・産業用 I-8：設備容量(KVA) × 31.00Bs. + 従量料金(100kwh/月まで使用量について0.37Bs./kwh、100kwh/月を越える使用量について0.40Bs./kwh)

#### 5) 再生可能エネルギー導入について

5年ぐらいの中期計画の中でイデアンプ山の水量を利用した5MWの水力発電を考えている。サントドミンゴに風力発電を考えているが、両方ともアイデア段階である。

## 2.8 スペイン援助機関

(1) 日時 1998年11月3日(火) 9:00～11:30

(2) 面談者

AECI (Agencia Espanola de Cooperacion Internacional)

Mr. Juan Diego Ruiz Cumplido (Director de Proyectos)

IPADE (Instituto para la Promocion y Apoyo al Desarrollo)

Mr. Roberto Ayala Jimeno (Coordinator)

(3) 主な面談内容

1) プロジェクト実績

- ・1998年からAECIとIPADE(スペインのNGO)が共同で太陽光発電プロジェクトの援助

を開始した。再生可能エネルギープロジェクトは太陽光のみであり、その他の再生可能エネルギーを利用したプロジェクトは行っていない。

- ・対象域は Altiplano であり、現在までに約 3,000 戸に太陽光発電設備を設置した。
- ・当初は家庭を対象としたものであったが、現在では揚水ポンプ、井戸掘削、ラクダ類の毛の紡糸への利用も行っている。チリとの国境に近い Pacajes 郡では 8 つの生産センターに各々 12 枚の太陽電池パネルを設置した。
- ・ラパス県北部に 250 枚の太陽電池パネルを設置するプロジェクトがあり、スペイン政府および県が資金を提供し、IPADE が実施することとなっている。

## 2) 機器構成

蛍光灯取付器具はポリピア製を使用できるが、その他は外国製である。一般の機器構成は次のとおり。

- ・ソーラパネル (47W) : 275 米ドル
- ・バッテリー (150Ah) : 85 米ドル (TOYO 製が多い)
- ・レギュレータ (8A) : 40 米ドル
- ・蛍光灯 : 普通 5 個付ける。中国、ブラジル、日本製があるが、寿命が長い日本製 (ブラジル製の 3 倍) を付けるように勧めている。
- ・蛍光灯取付器具 : 15~18 米ドル
- ・コンセント : 7~8 米ドル
- ・アダプター : 農村地域でラジオは情報を得る唯一の手段ともいえるので必ず取り付ける。

## 3) 設置までのプロセス

- ・コミュニティからの要請を検討する
- ・簡単な社会経済調査を行う
- ・市町村に必ず参加を要請する。住民の不信感を取り去るために市町村長に住民にプロジェクトについて説明してもらうことが重要 (スペイン語が通じなくて現地語のみしか通じないこともある)

## 4) 設置費用

- ・1989 年のプロジェクト発足当時は 100% 無償で設置していたが、現在は 100% 無償はない。住民負担により貧困層に援助が届かなくなるが、100% 無償にすると住民がプロジェクトに興味を示さないことが一つの理由である。
- ・ラパス県のインキシーベ地区の比較的裕福な農村地区のパイロットプロジェクトでは 100% 住民負担とし、1 年半で返済することになっている。このプロジェクトを開始するにあたり詳細について住民と徹底的に話し合った。第 1 回支払いは既に終了し、1999 年末に支払いが完了する予定である。

## 5) 設置工事

- ・1989 年のプロジェクト発足当時は地元業者を技術指導して設置していた。現在この業者は工場を持っている。

・今はコミュニティに募集をかけ、教育のバックグラウンド等を考慮し適当な人を選定する。選定された人に短期訓練コースを実施する。その後長期訓練コースを実施している。

#### 6) PRONERについて

・作成に協力したが、単純におおまかなガイドラインを示しているにとどまり具体性に欠ける。  
・FNDR がドナーからの資金を仲介することになっているがどのような成果が出せるかについては不明である。ポリビアには各種のファンドがあるがうまく機能していない。FNDR を使うつもりはない。  
・政府からは送電線が延長されていない地域等の情報は得るが、その他については政府にはあまり期待しない。

#### 7) プロジェクト実施する場合のカウンターパート

・これまでの経験からプロジェクトを実施する場合のカウンターパートとしては市町村がよい。この理由としては、サイズが小さく運用しやすい、官僚的でない、大衆参加法により居住する人口に応じて予算配分あり自前の資金があること等があげられる。  
・中央官庁の支援もあるが、官僚的であり、突然の予算カットもある。

#### 8) 家庭用パンフレット

家庭でのソーラパネル、バッテリーなどの維持管理について、絵などを入れたパンフレットを作成している。重要な指示にはアユマラ語を併記している。

#### 9) ハイブリッド発電システムについて

・ポリビア国内ではハイブリッド発電システムはない。  
・資機材の入手、費用、維持管理の複雑製からみて実施が難しいと考える。  
・風力発電については風況マップが作成されていない。現場での経験では風向が一定でなく、突風が起こることもあり、小型の風車の場合には構造的な強度が要求されるであろう。

#### 10) 情報交換

プロジェクトの重複、トラブルの回避、資金の有効活用等を行うため情報交換を継続的に行いたい。

## 2.9 世界銀行

(1) 日時 11月 3日 (火) 9:00~10:30

(2) 面談者

Mr. Enrique Birhuett Garcia(Coordinador Energia Rural:ESMAP-World Bank)

(VMEH 内に常駐する世銀外部コンサルタント)

(3) 主な面談内容

1) 世銀-ESMAP のポリビアにおける活動

1994年より ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program) はポリビアでのアプローチを開始した。

その活動の柱は、(1)農村電化、(2)エネルギー効率化、(3)バイオマスの利用である。

上記の3本柱に応じて、3名の外部コンサルタントがVMEHに常駐している。

エネルギー効率化は、分散地におけるO&M費用、投資等に関する問題解決のために必要と考えている。

農村電化については、これまでもボリヴィアではPV等多くの事例があるが、ESMAPで現在抱えているPre-F/S段階のプロジェクトには、次のようなものがある。

- ・サンタクルスでは風力プロジェクトの可能性はあるが、エネルギーとしての安定性に関する不安が、給電面での課題となっている。ボリヴィアでは、サンタクルスで10年程前の良好な風況データがある他は、風況データはない。
  - ・サンタクルスで、シャワーの熱源として発生する1日に6～7時間のピークをカットするため、太陽エネルギーによりお湯を沸かすプロジェクトが計画中である。
- 実施主体はCRE (Cooperativa Rural de Electrificación) である。太陽エネルギーを電気に変換して間接的にお湯を沸かすオプションも考えられる。
- ・ポトシ県の火山地帯において地熱発電プロジェクトが存在する。ただし、国内の周辺地に適切なマーケットがないため、チリやアルゼンチンへの輸出がターゲットになると想定される。
  - ・タリハの独立送電系統では、需要曲線に対応したもっとも経済的な供給を達成するため、ベースを10MWの太陽エネルギー利用発電で、ピーク対応をガスタービンで実施する複合発電が計画されている。太陽エネルギー利用発電とは太陽熱を利用した汽力発電である。本計画には米国のアイダホ・パワー社が参画している。
  - ・上記の他、多くの水力発電が計画されている。

これらのプロジェクトは5～15MW級の設備を想定している。

再生可能エネルギーを、近隣諸国間の需要供給曲線の相違を利用してその隙間を埋めることに活用して、国際連係送電線に接続することも視野に入れており、ブラジルやアルゼンチンが具体的な対象である。

## 2) 今後想定されるプロジェクト

70MWのうち、25MWを再生可能エネルギーで実施することを計画している。

バイオマスについては、サンタクルスでバガス(サトウキビの絞りカス)を利用した2～3MWのコジェネレーションを計画している。将来的には60MWをバガスで発電することを考えているが、単価が高く、CO<sub>2</sub>抑制に対する補助金制度等が確立すればコンペティティブになると考えている。

## 3) 実施を開始したプロジェクト

・農村電化分野では、ラバスのバカへ、オルロ、ポトシにおいて、PVシステムを利用したポンプにより、灌漑(ポテトやキヌア(穀物の一種))や家畜への給水を実施している。各プロジェクトにおけるオペレーターは、地方の電力会社、農民、NGO+農民であったりと多様である。事業費の70%を地方への貸付を行う民間の機関から、残り30～40%を県や市町村、FNDRから調達している。5～7年のローンで農民がシステムを購入するメニューと\$3～4/月でリース

するメニューが用意されている。このようなプロジェクトは農業分野のビジネススペースに乗る可能性がある。

- バイオマス案件では、森林保護を視野に入れた天然ガスとさとうきびの絞り粕「チャンカカ」による火力発電案件（サンタクルス）と天然ガスによる火力発電とディブソン（石膏または類似品と思われる）製造案件（コチャバンバ）を実施中である。

- エネルギー効率化分野では、ELECTROPAZ（Electricidad de La Paz）、CRE（Cooperativa Rural de Electrificación）における需要の平準化を目標とした DSM（Demand Side Management）案件を実施中であり、現在 EDF と IBERDROLA のプロポーザルを評価中である。

#### 4) ICI 等他ドナーの活動に対する評価

- スペインのピアチャでの PV は 1990 年に開始された。O&M を含め技術的には成功だったと考えるが、Institutional には失敗であった。裨益者はシステムに対し \$80 支払った後、その 25% はラバスでより高額でシステムを販売してしまった。今後は Institutional な部分を強化することが必要である。

また、ピアチャでは 2000 人の住人のうち 1000 人しか対象とならず、リボルピングによるレプリケーションも行われなかったことも反省点である。

- スリキでは技術的な問題（落雷）の他に、マネジメントの問題も存在した。

#### 5) 世銀のエネルギーセクターへのアプローチの評価

ボリビアのエネルギーセクターでは、将来的に民間投資の促進がなければ見通しは厳しい。問題の解決には何らかのルールや枠組みが必要であり、民間は事の成り行きを見守っている状態である。

1995～1999 年までに \$30million をかけて経済開発省内の 2 つの監督局（Superintendency）の強化を実施しているが、1999 年までの目標達成は難しい。

#### 6) 大衆参加

必ずしも賛成できない。

コミュニティー等小さな単位に主眼をおいたプロジェクトの選定・実施は、経済的にも非効率である。コチャバンバのトトラ市の 100kW 水力、ピアチャの PV にしても、建設後数年でグリッドが拡張され、補助金の重複を避けるためコミュニティーの計画と全体計画との良好な調整が必要である。

#### 7) 地方電化 M/P

世銀ではボリビアにおける地方電化の M/P は有していない。



#### 8) 再生可能エネルギーの競争力

SINの市場における電力価格と比較して、再生可能エネルギーの価格は高く、天然ガスの価格が安い。今後、天然ガス価格が低く推移すれば、水力開発のプライオリティーも下がってしまう。再生可能エネルギーは、"Least Cost Solution"の思想で開発することが大切である

#### 9) 電気料金改定

1999年に電気料金の改定が予定されており、産業用を値下げし一般用を値上げする予定である。2000年には補助金0を目指して行きたい。

ただし、電力セクターリフォームの悪影響とも言えるが、人口の半数にあたる電化されていない地域への民間の参入を促すインセンティブが必要である。

#### 10) 要請された4県のポテンシャル

ベニ・バンドはバイオマスのポテンシャルが、オルロ・ラパスでは太陽光のポテンシャルが高い。

### 2.10 オランダ援助機関 (Embajada Real de los Países Bajos)

(1) 日時 11月 3日 (火) 14:30~15:30

(2) 面談者

Mr. Cesar Sevilla Loria (Especialista en Energia y Medio Ambiente)

(3) 主な面談内容

- ・ 調査目的や関係の可能性等の事情説明に対し  
ポリヴィアに対する援助に関して単独の援助機関ができることは限られる。オランダとしてもポリヴィア政府や関係機関に加え、複数のドナーからの協力が必要と考えている。
- ・ PEMA (Programa de Energia y Medio Ambiente de la Cooperacion Neerlandesa en Bolivia) で実施してきたプロジェクト評価  
個別の評価レポート等はないが、半年あるいは1年毎にカウンターパーソンと議論している。プロジェクトの成果については、特にVMEHや県政府のレベルで良い印象を持っている。  
コチャバンバやチュキサカ等の一部のケースでは、自助努力によって継続・発展しているものもある。  
PEMAは小規模案件から開始しており、それらによって大型案件の実施が可能であると判断した。また、カウンターパートとの協議を通じて、タイムリーな事業実施やセミナーによるソシアライゼーションが実証できた。
- ・ PEMAのM/P等  
PEMAには特にM/Pは存在していない。1995年に更新されたポリヴィア政府

とオランダ政府との覚書 (Memorandum of Understanding) ひとつのガイドライン (ポリシーペーパー) となっている。

農村電化、エネルギー効率化、エネルギーセクターのマネジメント、天然ガスの利用などが柱となっている。

ESMAP や世銀プロジェクトにおけるオランダの役割も大きく、Household Rural Energy Strategy や National Energy Plan 等にも関与している。

PEMA の予算は少なく、今後は環境と地方開発の2点に重点が置かれていく見込みである。

- ・ PEMA の実施期間

PEMA は 1992 年からいくつかのプロジェクトの実施と共に開始された。PEMA には特定の終了時期はなく、2年ごとの更新となっている (本年1月に更新)。

- ・ 個別案件

- 形成中の案件

セクター輸入支援については、実質的に何もしておらず、案件実施の見込みはない。

Institute of Energy については、"Center for Development of Sustainable Technology" と名称変更した持続性ある技術に関するプログラムであり、ESMAP や USAID のエネルギー効率化プログラムの一環となっている。研究よりも実用計画策定を目的とし、主体は現在 VMEH ではなく CNE (National Industry Channel) となっている。

新エネルギー投資基金でいう「新エネルギー」とは再生可能エネルギーのことである。CO2削減を目指しオランダとの共同実施・CDM (クリーン開発メカニズム) もこの機関でサポートすることを考えている。

- 協議中の案件

チュキサカ農村電化計画支援では、チュキサカ県政府内に農村電化ユニットという担当部署を設置したが、責任が明確化されたものの未だに脆弱であることに変わりはなく何らかの支援が必要と考えている。

対象県の選定に当たっては、過去の NGO の活動などから繋がり深い4県を選定しプロポーザルを募集したところ、チュキサカ県からだけ大変良いプロポーザルが出されたので決定した。プロポーザルの ANNEX は県政府が自らのフレームワークに基づき市町村から収集したものであった。

- 実施中の案件

サンタクルスの PV 事業は、個別分散型のシステムを 10,000 戸に適用するものであるが、サンタクルスを選定したのは高原地帯ではないが太陽エネルギーのポテンシャルは十分であることと、事業実施に対する CRE (Cooperativa Rural de Electrificación) が事業実施に非常に前向きであったためである。本プロジェクトは料金システム構築の観点から、ポリヴィアのみならず世界的にも貴重な事業である。本プロジェクトは、グリッドの比較的近くで PV システムを導入

し、系統の拡張による接続が実施された場合、システムを移設し別の世帯に提供するという形態をとる。

インティ・カンチュイ案件については、銀行・PV パネルのサプライヤー・ユーザー間のスキームを形成するもので、FADESというボリヴィア国内のファイナンシャルNGOがオランダ銀行の窓口となり、ENERGETICAというNGOが中心的に実施している。このときは一件あたり200US\$の補助金を拠出した。

サンラモンの案件は、ディーゼル発電を5MW規模の集中型ガス発電システムに転換するもので、共同実施の一環である。

ポホの小水力発電は70kWで3コミュニティ、200世帯に電力供給するものである。

クエウィーニャ・パンパの小水力(50kW)は、100世帯を対象に農村開発関係のNGOであるDESECが実施するもので、民間投資家との協調融資である。

これらのプロジェクトはそれぞれアプローチが違うが、それは個々の事情によるものである。クエウィーニャ・パンパの案件などはとてもフレキシブルで良いと思うが、非常に多くの調整を要している。これらのプロジェクトの情報については、商業的な側面があり公開できない部分も多いが、可能な限り情報提供するつもりである。

#### ・ ボリヴィア政府の役割

エネルギーセクター改革後、政府はセクターの制御にあまり関与しなくなった。政府にはただのプランニングだけではなく、もっと重要な役割を果たして欲しい。我々は世銀、ESMAP、企業、NGOと協調し、フレームワークの適正化に取り組んでいる。

#### ・ 大衆参加法

市町村が総予算の30%の予算配分を得て、独自に事業が行えることとなった。しかし、市町村では人材が不足しており効率的な事業実施ができない状態である。

いくつかの市町村では自助努力をしているが、多くは資金を浪費している状態である。市町村自体が事業の計画に不慣れであるし、住民も議論に参加することに不慣れである。大衆参加法が効果を発揮するには時間がかかるものと考えられる。

市町村レベルでは組織強化も支援しているが、エネルギー効率化やバイオマス活用のためにも、県レベルでの強化も必要である。なぜなら、法律により地方電化計画の責務等が県に定められており、系統拡張でも再生可能エネルギーを利用したプロジェクトでも県との協議が必要となるからである。

#### ・ ゼロ-Subsidyアプローチ

再生可能エネルギーに関するゼロ-Subsidyアプローチは実施していない。いくつか適したものがあると思うが、多くの技術は開発中でありコストが高いことと他の補助金が付いた電化との

競争をする上で補助金が必要であると考えている。補助金の額は市場を左右するほどのものではないことと、これらの技術は環境にもやさしいことから、推進したい。

- ・ 1県でのモデル案件を実施し、ポリヴィア政府の自助努力で他県に展開することについて  
ポリヴィア政府に自助努力を求めることは正論である。ただし、各県について事情が異なり、資金ソースについても様々なオプションが存在する。ポリヴィア政府自身の予算配分も十分ではない（電力会社からの罰金等多少の資金はあるが）ので、同じ事を他県で展開するには、各県の民間セクターの協力を得ることが必要である。

- ・ 地方電化に関するリボルビング・ファンドの可能性

それは、我々が共同実施に関して考えていることに通じる。民間が地方電化ビジネスに参入することが困難な場合、FNDR を絡めた協調融資スキームを考えている。種々の形態を検討しファンド・マネージャーについてもオランダの環境基金、その他のオランダの銀行等にも接触している。

こうしたメカニズム自体は、各種機関や2国間・多国間の援助機関にとっても魅力的なものである。新規のインスティテューションを作るのではなく、既存のものを活用強化することが望ましい。

- ・ オランダでは風力に関し多くの実績があるのになぜポリヴィアで実施しないのかとの問いに対し

風況データがないためである。サンタクルスの空港でCREが米国企業とスタディーを実施している。CREは25MWの発電能力を再生可能エネルギーで保有することができるはずであるが、現在のところ風力に関する要請は受けていない。

- ・ 再生可能エネルギーのポテンシャル

小水力については、大変良いポテンシャルを有していると判断している。技術的にも鉱山開発時に培ったノウハウが活かせる。風力については、風は一般に強く短く吹き安定しないことが課題である。

- ・ 機材調達方法

スペインの援助ではタイドであり、オランダの援助ではアンタイドであるが、現実にはスペインの製品が使用され残念であった。今回のJICA調査では適切なものであれば日本製品でなくとも可能であると理解した。こうした調達においては、個々の部品ではなくシステムとしての保証が必要であることに留意することが大切である。

## 2.11 UNDP 雇用コンサルタント

(1) 日時 11月 4日(水) 14:30~15:30

(2) 面談者

Mr. Jairo Escobar Li(UNDP : Oficial de Programas)

Dr. Loyd C. Brown

(SOLSTICIO/Servicio de Consultoria,S.R.L.Gerente General, Economista Agricola)

(3) 主な面談内容

・ 基本コンセプト

農村電化については、GEF(Global Environment Facility)と UNDPは社会的ニーズと生産的ニーズから、経済発展に必要なエネルギー供給をすることをコンセプトとする。

・ 案件形成における GEF・UNDP・コンサルタントの役割

GEFは資金の提供を行うと同時に、プロジェクトに対する基礎的な条件付けを行う(再生可能エネルギー利用等)。UNDPはルールの Enforcerとして働き、GEFの事務局の役割を果たし、VMEHがプロジェクトの方向付けを行う。

コンサルタントは、上記3者とプロポーザル方式による入札より契約を結び、まず、どのように全体プログラムや個別プロジェクトを行っていくかを検討する。これをレポートにまとめ UNDP、VMEHの承認手続きにより正しい方向付けが行われる。

プロジェクトがある程度固まった段階で、GEFを含めプログラム全体のデザインを行う。ここではGEFやその他の機関によるファイナンススキームの検討、ファイナンススキームの効率的な運営の検討などをデザインする。また、太陽光パネル自体や太陽光システムの導入に関する品質管理、プロジェクトベースのトレーニングプログラム(運転員養成等)、ローカルオーガニゼーションの支援(存在しない場合は形成に関する支援)等の検討し、これらを承認する。

・ これまでの取り組み

5県、70コミュニティを選択して社会経済分析、農業・工業・観光等の潜在的生産性の可能性を評価(再生可能エネルギーの可能性を評価、小水力・太陽光・風力ならびにその組み合わせ・風力と灌漑ポンプの組み合わせ等)を検討した。

5県に絞り込む場合は、経済状況が良好なところや電化が進んでいるところは除き、基幹系統の両側15kmの範囲は今後5~10年間で電化される見込みがあるとして排除した。

社会経済分析は、70のコミュニティをさらに50に絞り込み、その全個所に調査チームを派遣して実施した。調査チームは5人1組で5チームが編成され、内訳はチームリーダー、地域ガイド、エコノミスト、ソシオロジスト、農村電化専門家である。

現地調査は1地点3~5日で、約1ヶ月を要した。また、同時にアンケート調査を行い、電化に対する意欲を調査した。

上記検討に基づき22プロジェクトを特定した。内訳は5~6個所の小水力、2個所の風力、残りが太陽光プロジェクトであった。

風力については、特段の風況調査は行わず既存データを利用した。したがって、個別地点に特化したような情報は存在しない。

- ・ 22プロジェクトの実施等

小水力プロジェクトについては、Pre-F/Sまで実施することとしている。ただし、限られた時間で流況調査まではできない。小水力については特に機器類の標準化などは考えていないが、ボリヴィアでは多くの経験があるのでデータは十分にある。UNDP のプロジェクトで現時点で大学（小水力機器等の技術協力の実績あり）との提携は考えていないが、将来的には提携の可能性もある。

- ・ 各電源の長所・短所

小水力の長所は、コミュニティで広く一般に利用可能なことであり、配電線を整備することでコミュニティの誰もが利用可能となることである。また、各戸だけでなく病院、学校、街灯照明にも利用できる。

これに対し、ソーラーでは各ユーザーに設置しなければならないし、個別のメンテナンスが必要でありコストがかかることである。

小水力の短所は、主たるシステムが複雑かつ高価で、メンテナンスが大変なことである。

- ・ エネルギー選択のクライテリア

基本的に小水力にプライオリティーを置いている。水力発電所は短期的には高価だが長期的には安定して、安価なエネルギーを供給できるからである。小水力の見込みがない場合には風力が太陽光であるが、ボリヴィアでは風は不安定ではあるが、専門家によれば制御は可能であると聞いている。

ユンガスでは雲が多く、降雨も豊富であるので、太陽光よりも小水力が適切である。

- ・ GEF の従来 の 取 り 組 み

ボリヴィアでは石油が出るのでディーゼルで化石燃料を使うことが経済的な場合があるが、環境の面から再生可能エネルギーに取り組んできた。また、低地ではバガス（サトウキビの絞りカス）が発生するので、これを燃焼させた汽力発電システムにも取り組んできている。

- ・ 資金源

我々のプロジェクトコストは、我々の観点からは決して高くはないが、コミュニティの多くは低所得であり住民の支払い能力を超えてしまう。設計の標準化等でコストを抑えると同時に、コミュニティの人々がO&Mコストを支払えることを注意深く判断することが大切である。コミュニティによっては機器の納入コストを拠出できる場所もあり、別のコミュニティでは政府からの租税再配分（大衆参加法に基づく）により資金を調達し、病院・学校等の整備資金に

使っている。

・ PRONER

PRONERはファイナンス、組織の調整のアイデアを示すもので、技術的な側面はあまり支援していない。PRONERはスタディーに基づき、資金需要家に様々な資金支援をオファーする、ファイナンスと需要家の間のファシリテーターの役割を果たす。

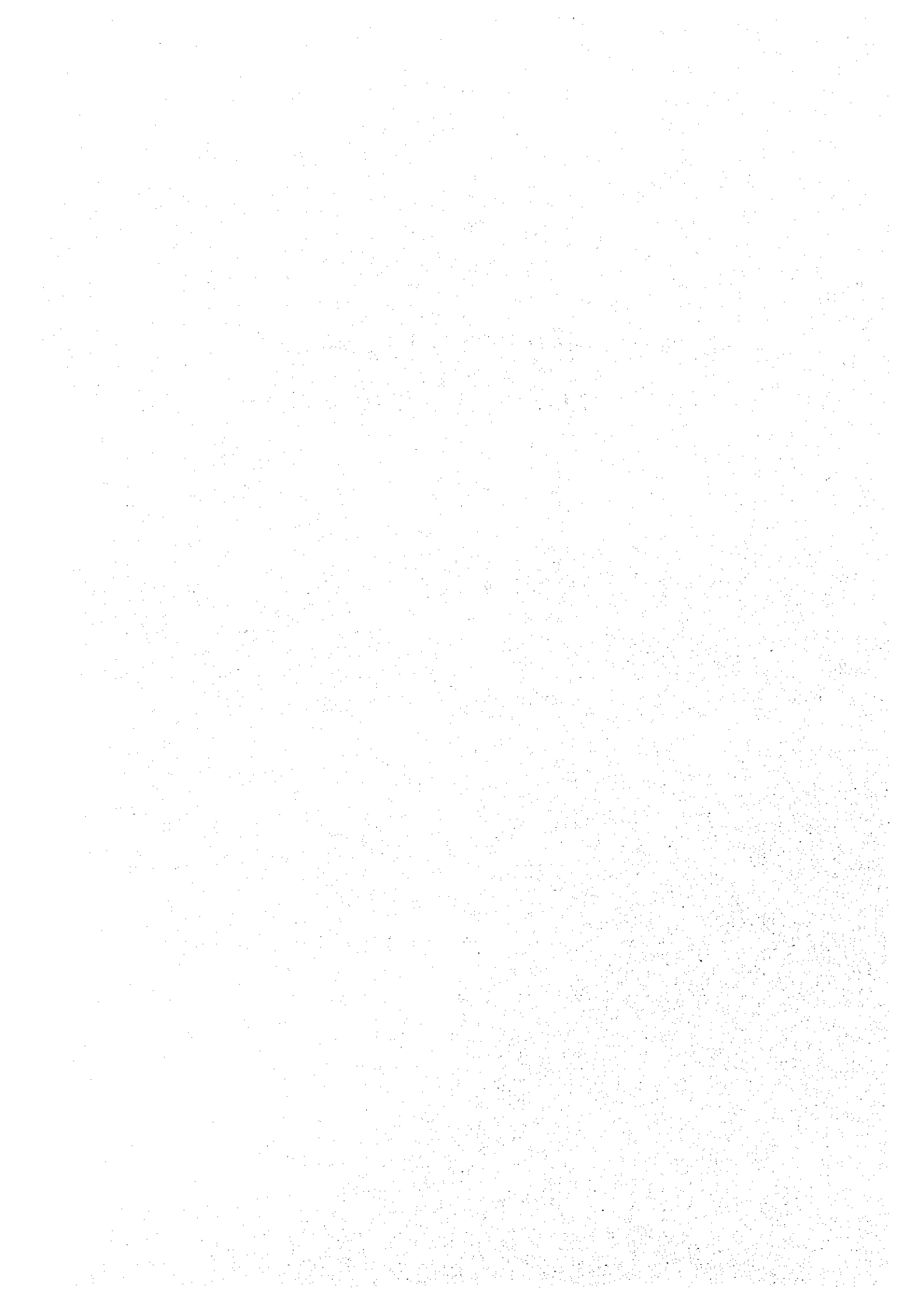
また、プロジェクトデザインのために現地コンサルタントを紹介したりする。

PRONERの中のいくつかのプロジェクトはボリビアにとって良くないと思われる。現段階ではプロジェクトのプライオリティーをつけることが大切である。





### 第3章 ボリヴィア国の政治・ 経済・エネルギー概要



## 第3章 ポリビア国の政治・経済・エネルギー概況

### 3.1 気候、地理、人口

(1)人口 約777万人(97年国家統計研究所推定)

人口構成：先住民族(インディヘナ)55%、混血32%、白人13%

主要都市人口：

首都圏(ラ・パス市、エル・アルト市)	約120万人
サンタクルス市	約70万人
コチャバンバ市	約41万人
オルロ市	約20万人
スクレ市	約10万人

(2)面積 約110万平方キロメートル

(3)地勢及び気候

・高原地帯(面積比率21%)：アンデス山脈を中心とした標高3,000m以上の地域。標高が高いため日差しは強いものの年間を通じて冷涼。

・溪谷地帯(面積比率16%)：西部山脈の南東部に沿った標高2,000m台の高原地域。アンデスの嶺から流れる川により浸食された地域で気温は温暖。

・平原地帯(面積比率63%)：標高400m程度の肥沃なサンタクルス平原。東部及び北部には広大なアマゾン低地を有する。年間を通じて高温多湿な気候。

### 3.2 政治情勢

(1)元首 ウーゴ・バンセル・スアレス大統領(民族民主行動党)

(2)議会 二院制(上院27名、下院130名)

・上院

連立与党：20名

(民族民主行動党11、左派革命運動党7、連帯市民連合2)

野党：7名

(民族革命運動党4、愛国民心党3)

・下院

連立与党：76名

(民族民主行動党32、左派革命運動党23、連帯市民連合21)

野党：54名

(民族革命運動党26、愛国民心党19、ポリビア自由運動党5、左翼連合4)

(3)政治の流れ

1964年から続いたポリビア軍政は1982年に経済運営に行き詰まり、民主的選挙により誕生したシーレス政権に政権委譲した。しかし同政権は経済運営に失敗し、85年半ばに年率23.5%というハイパーインフレを起こし、任期を1年残して退陣となった。

85年に誕生したバス・エステンソロ政権（民族革命運動党）は、最大野党と政治提携を結ぶことにより政局安定を達成するとともに、「自由主義的経済政策」「緊縮財政政策」を行うことにより、ハイパーインフレの収束を実現させた。以後、バス・サラモ政権（左派革命運動党：89年～93年）、サンチェス・デ・ロサーダ政権（民族革命運動党：93年～97年）とともに同様の政策を引き継ぎ、経済・政治ともに安定した国家となった。

特にサンチェス・デ・ロサーダ政権は、行政改革（17省を12省に統廃合）、憲法改正（正副大統領の任期延長、国会議員選出制度改革）等を行って体制を整備し、大衆参加政策（地方分権化による国民の地域行政参加の推進）、資本化政策（国営企業の民営化）、教育改革等一連の社会経済改革を推進した。

#### (4) バンセル政権

97年6月の総選挙及び決選投票により民族民主行動党（ADN）が勝利し、同年8月、左派革命運動党、ポピュリスト系の連帯市民連合及び愛国良心党（但し、愛国良心党は98年8月連立を離脱）から成るバンセル政権が発足した。

バンセル大統領は97年11月、「よりよく生きるために」と題する5カ年行動計画を発表し、機会、均等、制度化、尊厳を基本4原則として、雇用対策、生活基盤整備、司法改革、麻薬対策、教育改革等に取り組みながら貧困撲滅を図る意向を示し、前政権が取り組んだ「教育改革」「大衆参加法」「地方分権化」「民営化」の政策をを踏襲している。

### 3.3 経済情勢

○GDP 7,807百万US\$（97年中銀）

○一人当たりのGDP 1,005百万US\$（97年中銀）

○経済成長率 4.2%（97年）3.9%（96年）3.7%（95年）

○物価上昇率 6.7%（97年）7.9%（96年）12.6%（95年）

○失業率 4.2%（96年中銀）

○貿易額（97年中銀）

輸出 1,131百万US\$（亜鉛、銀、金、宝飾品、木材、大豆、砂糖）

輸入 1,810百万US\$（機械、鉄鋼製品、自動車、電気製品）

○債務残高 4,233百万US\$（97年中銀）

#### (1) 経済の近況

バンセル政権は、バス・エンテンソロ政権（民族革命運動党：85年～93年）以来の自由市場経済主義に基づく構造調整政策を維持し、マクロ経済の安定化を図りながら「国家の近代化」を推進する方針で、2002年までに7%の経済成長を目指している。

96年12月アンデス共同体加盟国としては初めて、メルコスール（南米共同市場）との間で自由貿易協定に署名し、97年2月に同協定が発行した。これにより、10年後までに関税を撤廃することとなる。（センシティブな品目については18年後を目途に撤廃する。）

97年9月、「HIPC（重債務貧困国）イニシアティブ」適用国となった。

## (2) 日ボリビア経済関係

### ・対日貿易（97年通関統計）

輸出 12.6百万US\$（金属原料、木材、果実、野菜）

輸入 158.9百万US\$（自動車、機械、鉄鋼）

### ・経済協力

日本からの資金協力については、ボリビアが債務繰り延べ措置を適用されているため、現在新規円借は凍結されているが、運輸、交通を主にして有償資金協力1,057.93億円（97年度までの累計）を行った。

また、無償資金協力については、医療、保険、農業を中心に561.98億円（97年度までの累計）を行っている。

## 3.4 エネルギー事情

ボリビアはエネルギー資源に恵まれており、エネルギーの自給率はガス、石油を中心として150%を超えている。天然ガスの未開発確認埋蔵量は約1,200億立方メートルで、隣国のアルゼンチンとの間に天然ガスパイプラインを設置し、生産量の3/4を輸出している。また、96年9月には23年間の交渉の末、ブラジル、ボリビア間の「天然ガス売買及びガスパイプライン建設計画」に署名。98年末までに両国間（約3,000km）のパイプラインが建設される予定。

一方石油については、未開発確認埋蔵量は約1億2,500万バレルでボリビア東地域及び南東地域に集中し、石油生産量の7%程度を輸出している。ただし、天然ガスの様なパイプラインの国際関係はなされておらず輸出入実績は若干量となっている。

表一 2 ポリビアの商業エネルギー需給

(単位：石油換算千ト)

年	1992	1993	1994	1995
国内生産計	4,003	3,919	4,594	5,171
石炭	0	0	0	0
石油	1,311	1,245	1,426	1,640
ガス	2,577	2,556	3,048	3,383
一次電力	116	118	120	148
純輸出	1,986	1,879	1,945	1,809
備蓄増減	92	△5	△336	353
国内消費	1,925	2,045	2,465	3,009
石炭	0	0	0	0
石油	1,209	1,307	1,313	1,439
ガス	599	619	1,031	1,421
電力	117	119	121	149
自給率	207.9	191.6	186.4	171.6

(出典：国連Energy Statistics Yearbook 1995)