(3) 技術協力要請

1) 案件概要

電力電話庁（ＩＣＥ）等と協議した案件は次のとおり。

① 中米送電管理計画（口上書、経協開61号、外公26号）

② ボルカ水力発電所建設計画（平３、外公234号）

協議の結果、両案件は中味の固まっていないことが判明。

調査団の見解として、

・ 中米送電管理計画については、高圧送電線ネットワーク（以下「ＳＩＰＡＣ」と言う。）の中での技術的事項が固まっておらず、ＪＩＣＡは対応の是非について議論が不可能であること。また、今後、要望についての技術的事項がはっきりした段階で、相談があれば、協力が可能かどうか検討するものであること。

・ ボルカ水力発電所建設計画については、Ｆ／Ｓが1980年に終了していること（カナダのコンサルタント）。見直しはコンサルタントの関係、ＳＩＰＡＣの進度からみて、疑問があること。

をそれぞれ説明。

なお、これら案件に対する経済企画省のポジションも不明確。

2) 技術的評価

① 中米送電管理計画

技術課題はＳＩＰＡＣの内の系統解析等を対象にしたものと想像される。

ＳＩＰＡＣは、次のプロジェクトによって構成される。

1) 既設送電線の強化、拡張による230KV広域連系プロジェクト、中期的構想、費用2.2億ドル。

2) 1)を基礎に、500KVの送電線と変電所の建設を重ねるもの。超長期的構想、費用3.9億ドル。

なお、その総費用は、6.1億ドル、３段階に分け投下、事業リスクを回避する。

ＳＩＰＡＣの実現は、その準備段階の事業と言うべき1)が円滑に進展し、230KVの目的に見合う電力融通実績（量、質）及びコスト等評価が関係６ヶ国で得られるかどうかが鍵。即ち、ＳＩＰＡＣは、関係国間の評価はあるものの、その程度についてはまちまちであり、構想の域を出ない。これは、推進に当たり、多額の資金が必要なこと、アロケイションが難しいこと、融通ルールを決めにくいこと、電源開発が必須なこと等関係国の利害に関する問題が大きく、その解決は、容易でないからである。

なお、230KVについては、実施に向け、近く調整会議の開催を予定。

この事業の準備については、スペインのＥＮＤＥＳＡによってＦ／Ｓ、基本設計をそれぞれ終えているところから我が国への技術協力要請は考えていない。

我が国において、今後の対処のために重要なことは、技術協力の実施に拘わらず230KVの資金調達、建設工事、電気の融通運営等状況を計り、いつでもＳＩＰＡＣに対する適確な評価ができるようにしておくことと言える。

特に６ヶ国にまたがることを考えると、関係会議等現地状況把握の重要性を指摘できよう。

なお、ＳＩＰＡＣの建設は、第一段階が230KVの完成（今後3～4年間）、第二段階が500KVの建設（4～5年）、第三段階は、変電所建設（3年）を骨格、全段階を併せ実施期間が10年余、21世紀初頭に及ぶ超長期的事業（図－２、表－３参照）。

② ボルカ水力発電所建設計画

1980年Ｆ／Ｓを実施（カナダのコンサルタント）。ＳＩＰＡＣと連系の６ヶ国共同開発目玉プロジェクト、Ｆ／Ｓ実施時の目的とのズレ、建設技術の進歩、コスト等関連事項について見直しが必要。

巨大プロジェクト。人家、耕地、道路、森林等大規模な水没対策及び自然環境影響問題対策の確立が必要であるところから、開発は、超長期を要するとの評価があり、又は、実施は困難かも知れず技術協力の判断に当たっては慎重な取り組みが必要。

（参考－１）

ボルカ水力発電所計画概要

表－４参照

なお上記計画以外にあらかじめ用意された水力２案件あり、議論せず。

《付　記》

(1) 電力販売公社（ＣＮＦＬ）ヒアリング

・ 既設水力（ブラジルＰ／Ｓ、３MW）の拡張、Ｆ／Ｓ要望

本水力は、1912年に建設。コンクリート構造物の補修、機器の取り替え等の実施が必要なことに加え、使用水量が渇水量で設計されているので、この際、再開発をし、出力増強を図りたい（使用水量８M*3/Sを20M*3/Sに、出力３MWを9.5MWに）。

・ 配電線の地中線化工事、専門家派遣等要望

SUN JOSE市の一部エリア（3.2KM*2)の配電線を地中線とする予定。資金は、国際機関から調達、工事発注は、国際経験があるところへ。

これに対し、調査団の見解として、

前者については、機器メーカ等これまでの関係者が非日本企業であること及び技術が先方蓄積技術のレベルであること。

後者については、地中線化は、日本でも始まったばかりであること等から、それぞれ協力は難しいものと予想される旨を説明。

(2) カルタゴ電力サービス公団（ＪＡＳＥＣ）ヒアリング

公団は、公営企業法に基づくもの。発送配電を実施しており、電源は、全て水力で供給能力44MW、約2.2億KWH／年を販売、従業員は、226人。

販売電力量の55％は、ＩＣＥより購入、残り自社分（設備20.2MW）、販売料金は、平均4.50コロン／KWH(１コロンは１円見当、ＩＣＥより購入価格は、平均3.75コロン／KWH)。

公団は、カルタゴ市の近く東側を流れるマッチョ川「ベルン水力」の開発を有望視。計画に使える流量資料が豊富である他、１／５万分の地形図がありプレＦ／Ｓに近い検討が済んでいる。

このプロジェクトの規模、立地場所、技術、現在実施中のピリス発電計画後の対応等を考慮すると、将来、技術協力要請があった場合には、技術及び効果から考えて検討に値。

（参考－１）　技術

既設水力との総合運用技術、自然環境調和技術、ダム基礎の技術

（参考－２）　ＪＡＳＥＣの検討状況

流量資料（表－５）、地形図（図－３及び４）、計画概要（表－６）参照

（参考－３）　サイト環境

アクセス道路（３㎞）、送電線建設の必要性有り。水没人家なし、取水地点標高は２千メートル、気温等自然環境良く、活動条件に優れる。

（参考－４）　ＩＣＥとの関係

ＪＡＳＥＣによる開発（他物件で、ＩＤＢからの借かん実績あり）は、ＩＣＥの施策に合致し、電力供給の安定化に寄与。ＩＣＥは歓迎。

（参考－５）　ＪＡＳＥＣ関係者等

- 専務理事　　ロベルト　アルヤ　ベカ
- 公社場所　　SUN JOSE中心より車で30分
- サイト　　公社より南東方向30㎞

（参考－６）その他

ロベルト　アルヤ　ベカ、ボルカは、西暦2050年の将来。

(3) エレディア電力サービス公団ヒアリング

特記すべきことなし。

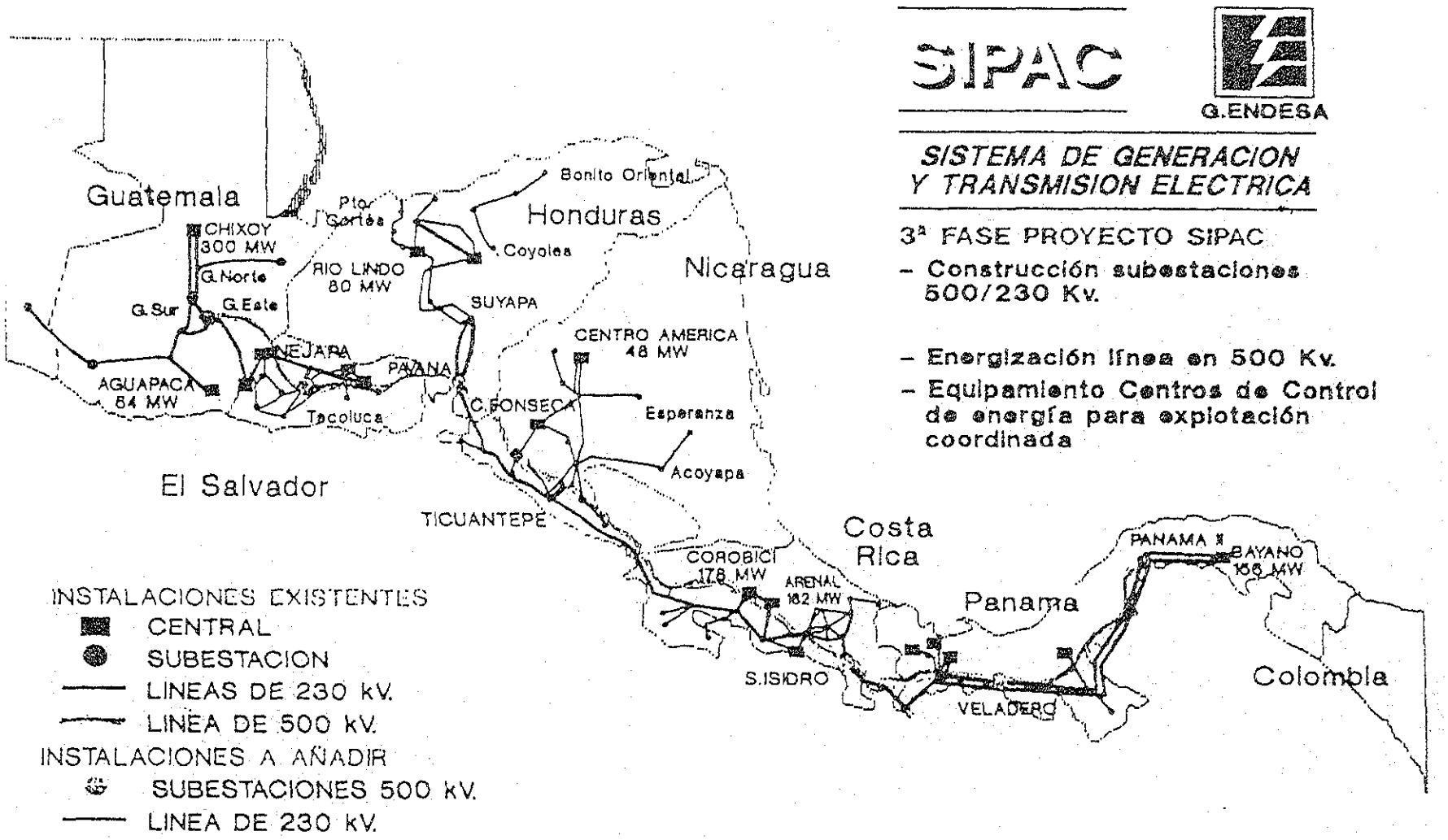
(4) ＵＳＡＩＤにおける情報等

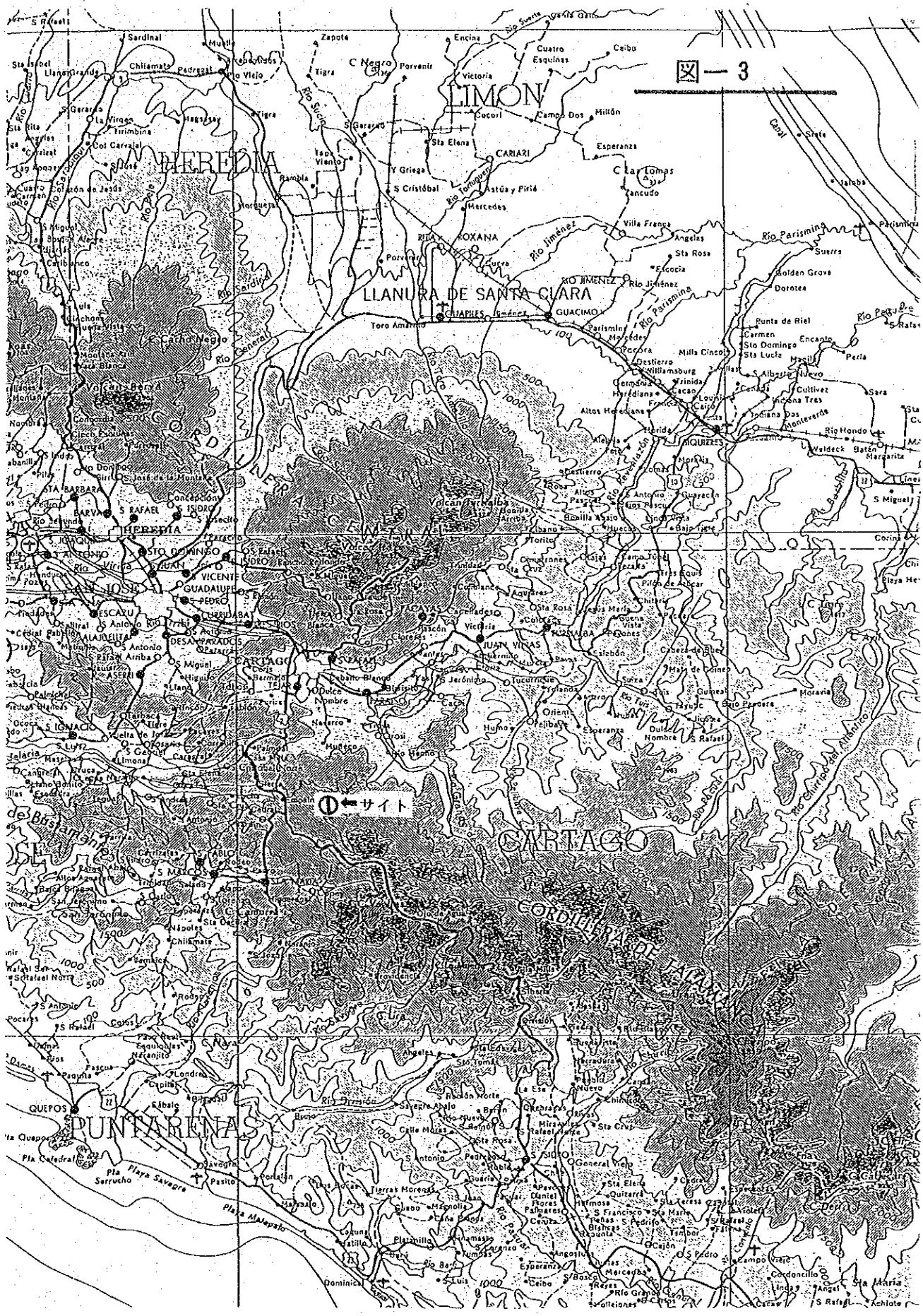
- ＳＩＰＡＣはメキシコ、アメリカ、カナダまでつなげば有効。
- 政府による民間発電事業の支援（1990年創設）

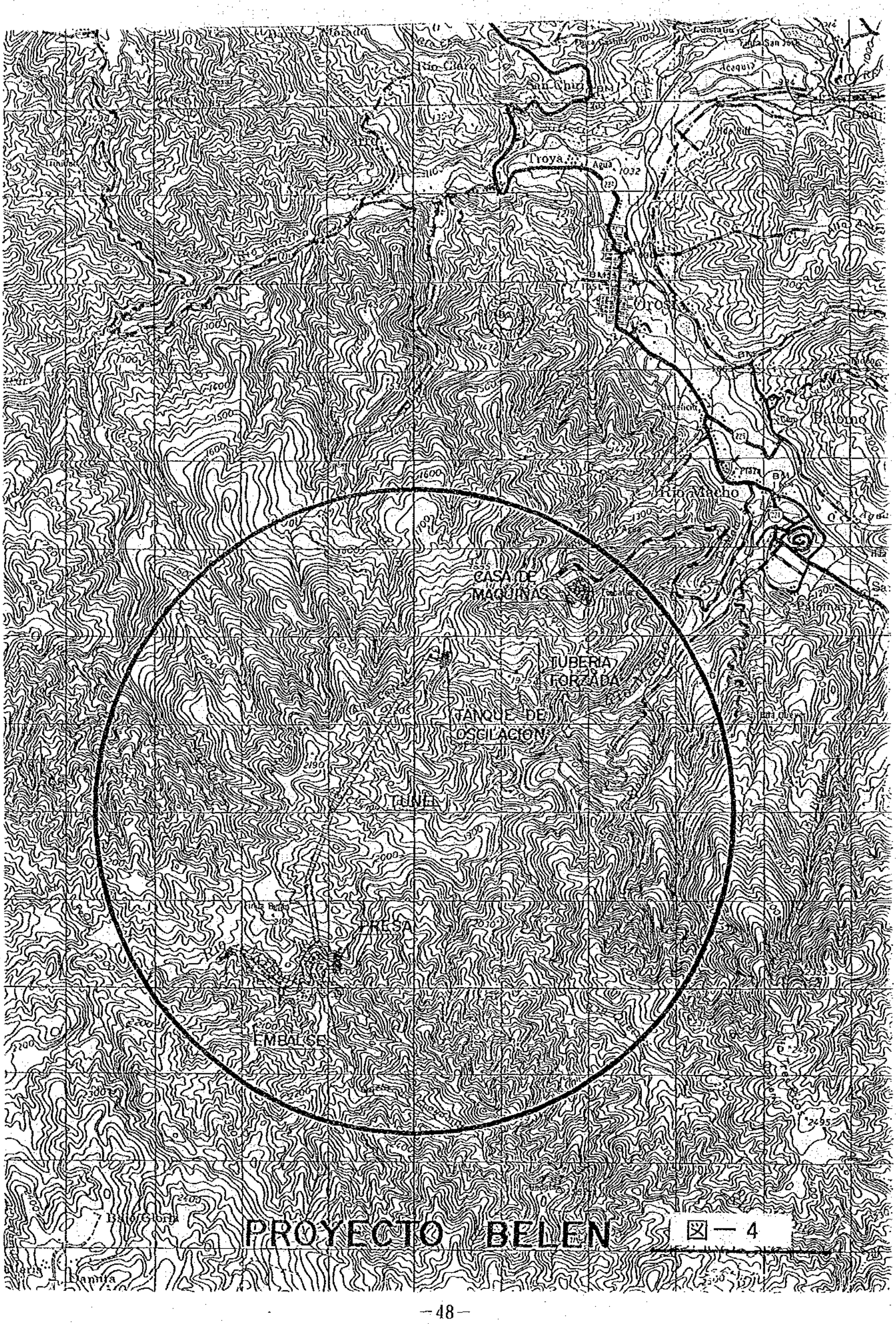
水力または風力に限り、一案件規模が２万KWを上限に、民間総発電力量がＩＣＥによる発電力量の15％を越えない範囲で支援。ＩＤＢはこれに対し総額7,000万ドルを融資。

以　上

図－2


SIPAC
G.ENDESA
SISTEMA DE GENERACION
Y TRANSMISION ELECTRICA
3ª FASE PROYECTO SIPAC
- Construcción subestaciones 500/230 Kv.
- Energización línea en 500 Kv.
- Equipamiento Centros de Control de energía para explotación coordinada
Guatemala
Honduras
Nicaragua
El Salvador
Costa Rica
Panama
Colombia
Bonito Oriental
Ptor Cortés
CHIXOY 300 MW
G.Norte
G.Sur
G.Este
RIO LINDO 80 MW
Coyolea
SUYAPA
NEJAPA
PAYANA
AGUAPACA 54 MW
Tecoluca
C.FONSECA
CENTRO AMERICA 48 MW
Esperanza
Acoyapa
TICUANTEPE
COROBICI 178 MW
ARENAL 182 MW
S.ISIDRO
VELADERO
PANAMA II
BAYANO 168 MW
INSTALACIONES EXISTENTES
CENTRAL
SUBESTACION
LINEAS DE 230 kV.
LINEA DE 500 kV.
INSTALACIONES A AÑADIR
SUBESTACIONES 500 kV.
LINEA DE 230 kV.


図－3
LIMON
HEREDIA
LLANURA DE SANTA CLARA
CORDILLERA CENTRAL
CARTAGO
CORDILLERA DE TALAMANCA
PUNTARENAS
サイト
Sardinal
Chilamate
Zapote
Encina
Cuatro Esquinas
Caribo
Porvenir
Victoria
Cocori
Millón
Esperanza
Sta Elena
CARIARI
Tirimbina
Tigra
Rio Sucio
Rio Tonjuguera
Mercedes
Horquetas
Rambla
Rio Jiménez
Villa Franca
Angeles
Sta Rosa
Escocia
Rio Parismina
Golden Grove
Dorotea
Punta de Riel
Carmen
Sto Domingo
Encanto
Sta Lucia
Perla
Destierro
Williamsburg
Trinidad
Cacao
Cultivez
Sara
Altos Heredianas
Florida
Rio Hondo
Waldeck
Batán
Margarita
Volcan Barba
Concepción
Rio Segundo
Rio Virilla
Rio Torres
Rio Tiribi
Rio Purires
Rio Reventazón
Rio Pacuare
Rio Chirripo
Rio Chirripo Sur
Rio Savegre
Rio Barú
Rio Grande
Rio Terraba
Rio Coto Brus
Rio Corredores
Rio Conte
Rio Sierpe
Rio Diquis
Rio Esquinas
Rio Tigre
Rio Cuarto
Rio Peje
Rio Cañas
Rio Tempisque
Rio Bebedero
Rio Arenal
Rio Frio
Rio Sarapiqui
Rio Puerto Viejo
Rio Toro Amarillo
Rio Ciruelas
Rio Segundo
Rio Virilla
Rio Torres
Rio Tiribi
Rio Purires
Rio Reventazón
Rio Pacuare
Rio Chirripo
Rio Chirripo Sur
Rio Savegre
Rio Barú
Rio Grande
Rio Terraba
Rio Coto Brus
Rio Corredores
Rio Conte
Rio Sierpe
Rio Diquis
Rio Esquinas
Rio Tigre
Rio Cuarto
Rio Peje
Rio Cañas
Rio Tempisque
Rio Bebedero
Rio Arenal
Rio Frio
Rio Sarapiqui
Rio Puerto Viejo
Rio Toro Amarillo
Rio Ciruelas
Canal
Tortuguero
Parismina
Suerre
Moravia
Turrialba
Juan Viñas
Tucurrique
Pejibaye
Orosi
Cachi
Paraiso
Tres Ríos
Cartago
Heredia
San José
Alajuela
Puntarenas
Quepos
Golfito
Palmar Norte
Dominical
Playa Savegre
Playa Malpaisito
Playa Hermosa
Playa Sarrucho
Pta Cuepos
Pta Catedral
Pta Serrucho
1000
500
1500
2000
2500
3000



CASA DE
MAQUINAS
TUBERIA
FORZADA
TANQUE DE
OSCILACION
TUNEL
PRESA
EMBALSE
Orosi
Rio Macho
Troya
Palomo
PROYECTO BELEN
図－4

表－3　4.5 PLAN DE INVERSION

INVERSIONES REQUERIDAS

MILLONES DE DOLARES

	AÑOS										
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
PRIMERA ETAPA	33	57.5	79.5	47.5							217.5
SEGUNDA ETAPA				23.2	46.4	92.8	46.4	23.2			232
TERCERA ETAPA								32	96.5	32	160.5
TOTAL	33	57.5	79.5	70.7	46.4	92.8	46.4	55.2	96.5	32	610

表－4　BORUCA HYDRO-ELECTRIC PROJECT

This project is located within the Terraba river watershed, the largest watershed in the country, covering 5,080 ㎢ (one tenth of de country's territory) located in the southwestern region, on the Pacific Versant. The average annual flow of the entire record at the dam site is 329 ㎥/sec.

The development consists basically of a large rock-fill dam that will create a reservoir for annual water regulation, having a useful volume of 12,600 ㎥. The power house will be located at the foot of the dam, with a final installed capacity of 1,520MW. The average annual energy production has been estimated at 6,036 G.W.H.

Boruca is one of the three projects that can be built with reservoirs capable of providing annual regulation in Costa Rica. It can be developed in two stages or in one single stage.

MAIN CHARACTERISTICS

WATERSHED

Tributary area (㎢) (S.P.)	4,662
Average annual flow (㎥/s) (1962-1985)	329
Mean annual rainfall (㎜)	3,250
Maximum recorded flow volume (1975) (㎥/sec.)	7,300
Maximum estimated flow volume (1916) (㎥/sec.)	14,800
Maximum probable flood (㎥/sec.)	35,200
Flood 1/10,000 years (㎥/sec.)	21,090
Average annual sediment load (㎥/year)	4×10^6

POWER PLANT PROJECT

STRUCTURE OR EQUIPMENT	STAGE 1	STAGE 11
Intake approach canal		
Elevation of floor	132.7	212.7
Width of floor	70 m	100 m
Intake		
No. of intakes	3	4
Gate platform elevations	188.0	302.0 m
Length of tunnel between entrance and well	45 m	72 m
Dimensions of tunnel downstream from entrance	6.2 ϕm	6.2 ϕm

Gates for intake control		
Number	5	8
Dimensions	four 3 m wide × 6.2 high one 4 m wide × 4.4 m high	3 m wide × 6.8 m high
Gate for intake maintenance		
Number	1 set	1 set
Dimensions	3 m wide× 6.6 m high	3 m wide × 6.2 m high
Type of hook	Gantry crane	Gantry crane
Rack cleaner		
Dimension of each intake	4 m wide× 12.2 m high	4 m wide× 12.2 m high
Number of sections per intake	3*	3
Velocity	1.25 m/s	1.25 m/s
* 2 only for temporary conduction, 4.4 m in diameter.		
Penstock		
Number	3	4
Length :		
Concrete lining	635 m	570 m
Steel armor	270 m addit. 30 m at faults	270 m add me at faults
Diameter		
Concrete lining	4.2 m and 4.4 m	4.2 m
Steel armor	5.4 m and 4.4 m	5.4 m and 4.4 m
Water levels		
Maximum normal level of reservoir	el. 170 m	el. 290.0
Average maximum level	el. 164.1 m	el. 273.6
Maximum oscillation	25 m	65 m
Sluice level for 1 unit	39.7 m	39.7 m
Maximum gross head	el. 124.1 m	el. 233.6 m
Power House		
Length including area	105 m	153 m

Width at the generator floor	16.5 m	16.5 m
Maximum height above foundation	36 m	36 m
Space between units	16 m	16 m
Dimensions service area	30 m long × 25 m wide	30 m long × 25 m wide
Turbines		
Type	vertical axis, francis	
Power	92.1 MW	190 MW
Net head	122 m	229.6 m
Flow Volume	82 m^3	
Speed	225 RPM	257.1 RPM
Internal diameter of scroll	3.4 m	3.4 m
Rotor diameter	3.1 m	3.1 m
Total weight	325 tons	325 tons
Generators		
Capacity	102.1 MVA	211.2 MVA
Voltage	13.8 KV	13.8 KV
Phases and Hertz	3 PH/60 hertz	3 PH/60 hertz
Outside diameter	7.23 m	7.23 m
Stator design temperature	105 ℃	105 ℃
Rotor weight	290 tons	290 tons
Total weight	509 tons	509 tons
Admission Valve		
Type	Globe	Globe
Inside diameter	2.8 m	2.8 m
Power House Cranes		
Number	2	2
Capacity:		
Main hook	175 tons	175 tons
Auxiliary Hook	25 tons	25 tons
Maximum capacity (2 cranes)	350 tons	350 tons

Main transformers		
Type	ONAF single phase	ONAF single phase
Number (3 per bank of transformers)	9	total 24
Rated power	70 MVA each	70 MVA each
Rated voltage	13.8/500 KV	13.8/500 KV
Switch yard		
Dimensions control room	90m × 15m	90m × 15m
Rated current of main switch	2500 amperes	2500 amperes
Total power	460.5 MW	1520 MW
FIRM ENERGY	2100 GWh/yr	6036 GWh/yr
Generation flow volume (max.)	410.5 m^3/sec	720.8 m^3/sec
Useful reservoir volume	1.5 km^3	12.6 km^3
Total cost (thousands of U.S. Dollars) :		
Without interest during construction		
By stages	902,694	652,539
GREAT BORUCA (only one stage)	1,341,755	
With interest during construction (12%)		
By stages	1,181,536	854,108
GREAT BORUCA (only one stage)	2,025,379	

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

① LOS LLANOS HYDROELECTRIC PROJECT
MAIN CHARACTERISTICS

LOCATION	Naranjo river basin
TYPE OF REGULATION	daily
DAM	
TYPE	gravity, spillway incorporated
HIGHT	53 m
CREST LENGTH	105 m
BASE LEVEL	438 m.a.s.l.
TAILWATER LEVEL	84 m.a.s.l.
HIGHEST REGULATION LEVEL	485 m.a.s.l.
LOWEST REGULATION LEVEL	475 m.a.s.l.
RESERVOIR EFFECTIVE STORAGE	1.5 hm^3
PROJECT DRAINAGE AREA	143.7 km^2
DESIGN FLOOD (1:10,000)	1675 m^3/s
MEAN ANNUAL GENERATION	456.3 GWh
FIRM ENERGY (95%)	81.8 GWh
INSTALLED CAPACITY	99 MW
DESIGN FLOW	31 m^3/s
DESIGN HEAD	361.5 m

② AYIL HYDROELECTRIC PROJECT
MAIN CHARACTERISTICS

Ayil Hydroelectric Power Project, is part of the Chirripó river basin hydropower development, which is located on the Costa Rican Caribbean Slope. The project is on the 112-107-m.a.s.l. stretch of the river. Following, its main characteristics are given.

River	Chirripó
Drainage area (km^2)	821
Highest water level (m.a.s.l.)	230
Lowest water level (m.a.s.l.)	210
Reservoir effective storage (Hm^3)	33
Reservoir dead storage (Hm^3)	55
Tunnel shaft (45°) length and diameter (m)	70;5.5
Headrace tunnel length and diameter (m)	400;8.0
Pressure tunnel length and diameter (m)	150;5.5
Tailrace level (m.a.s.l.)	107
Gross head (m)	123
Net head (m)	121.5
Average runoff (m^3/s)	71.2
Design flow (m^3/s)	118.7
Installed capacity (MW)	127
Firm power (MW)	104
Mean annual energy (GWH)	542
Firm energy (GWH)	176

表－5 RIO MACHO ESTACION No9-8 BELEN CURVAS DE DURACION (m³/S) AREA=47km²

AÑO	Tiempo (días)																								
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	365
61/62	10.55	9.15	6.60	5.96	5.20	4.54	4.31	4.31	4.08	3.85	3.85	3.51	3.17	2.87	2.55	2.28	1.95	1.61	1.08	1.02	0.95	0.80	0.86	0.57	0.48
62/63	13.15	10.21	7.96	7.05	6.00	5.32	4.30	4.54	4.31	4.00	3.51	3.17	2.78	2.60	2.35	2.22	1.95	1.65	1.40	1.20	1.10	1.00	0.96	0.79	-0.00
63/64	14.59	11.74	9.71	8.70	7.57	6.75	6.40	5.60	5.20	4.65	4.37	3.75	3.40	2.95	2.60	2.35	1.96	1.75	1.36	1.10	0.91	0.12	0.71	0.68	0.60
64/65	13.34	9.75	9.26	7.95	6.44	5.75	5.07	4.85	4.49	4.25	3.90	3.55	3.18	2.85	2.50	2.12	1.85	1.63	1.38	1.22	1.12	0.85	0.72	0.50	0.44
65/66	9.94	7.40	6.49	6.06	5.51	5.19	4.88	4.62	4.35	4.20	3.88	3.55	3.40	3.20	2.95	2.69	2.48	2.30	2.15	1.98	1.64	1.31	1.10	0.78	0.75
66/67	13.03	8.41	1.20	6.33	5.25	4.65	4.44	4.25	3.95	3.80	3.60	3.40	3.20	3.05	2.82	2.65	2.45	2.28	2.08	1.80	1.50	1.15	1.05	0.79	0.76
67/68	11.89	10.25	8.50	7.60	5.96	5.25	5.05	4.75	4.60	4.27	3.90	3.63	3.38	9.11	2.89	2.43	2.08	1.15	1.60	1.50	1.33	1.22	1.15	1.00	0.90
68/69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69/70	17.00	11.68	10.18	9.06	7.38	6.44	6.04	5.49	4.82	4.53	4.07	3.70	3.40	3.10	2.95	2.82	2.69	2.43	2.19	1.97	+1.89	+1.64	+1.43	0.55	0.50
70/71	+30.90	+17.60	+16.00	+14.90	+12.20	+9.11	+7.54	6.38	5.70	5.40	4.75	4.21	3.78	3.50	3.30	+3.11	+2.94	+2.65	+2.45	+2.28	1.71	1.56	1.41	+1.12	+0.95
71/72	22.60	17.60	13.50	11.80	9.73	8.20	7.30	+6.69	6.04	+5.52	4.86	+4.49	+4.11	+3.62	+3.44	2.95	2.58	2.21	1.91	1.61	1.32	1.18	1.00	0.90	0.73
72/73	14.10	12.70	9.69	8.09	6.62	5.87	5.60	5.18	4.87	4.48	3.95	3.56	3.09	2.68	2.47	2.22	2.10	1.87	1.50	1.16	0.82	-0.63	-0.56	-0.47	0.44
73/74	15.40	12.00	11.00	10.50	8.40	7.30	6.52	6.13	5.82	5.42	+4.95	4.32	3.90	3.46	3.15	2.18	2.48	2.22	1.81	1.43	1.12	0.92	0.79	0.57	0.44
74/75	14.20	11.50	9.91	9.88	7.86	6.81	6.07	5.79	5.42	5.13	4.66	4.20	3.81	3.50	3.04	2.50	2.29	1.83	1.36	1.10	0.87	0.77	0.67	0.63	0.60
75/76	15.20	13.40	12.30	10.50	8.96	7.96	7.10	6.62	+6.22	5.48	4.88	4.11	3.41	3.00	2.66	2.22	2.02	1.76	1.58	1.04	0.88	0.79	0.74	0.62	0.60
76/77	10.80	8.54	8.19	7.30	6.18	6.00	5.31	5.04	4.74	4.53	3.94	3.56	3.32	2.95	2.58	2.22	1.75	1.48	1.22	0.98	0.85	0.76	0.69	0.64	0.62
77/78	-7.04	-5.88	-5.36	-4.87	-4.29	-3.82	-3.44	-3.27	-3.13	-2.99	-2.61	-2.37	-2.15	-1.88	-1.63	-1.41	-1.77	-1.00	-0.94	-0.81	-0.76	0.74	0.68	0.59	0.31
78/79	8.62	7.99	7.56	7.29	6.07	5.36	4.87	4.08	3.83	3.62	3.22	2.86	2.52	2.37	2.08	18.8	1.69	1.49	1.33	1.10	1.00	0.92	0.85	0.71	0.65
omedio	14.29	10.93	9.37	8.43	7.04	6.15	5.58	5.15	4.80	4.48	4.05	3.64	3.29	2.98	2.70	2.44	2.14	2.14	1.61	1.37	1.16	1.00	0.90	0.70	0.57
volv. Min.	7.04	5.83	5.36	4.87	4.29	3.82	3.44	3.27	3.73	2.99	2.61	2.37	2.13	1.88	1.63	1.41	1.17	1.00	0.94	0.81	0.76	0.63	0.56	0.47	0.00
volv. Máx	30.90	17.60	16.00	14.90	12.20	9.41	7.54	6.69	6.22	5.52	4.95	4.49	4.11	3.62	3.44	3.11	2.94	2.65	2.45	2.25	1.85	1.64	1.43	1.12	0.95

表－6　ベレン　プロジェクト

（福井美子　訳）

このプロジェクトは、現在非常に簡単な予備調査の段階にあり、中期的にもっと開発させていく予定である。

レベンタソン(Reventazón)川の支流、マチョ川(Macho）の上流を使う。流域面積はおよそ60㎢。

建設するダムの規模によっていろいろな開発の可能性が考えられるが、国全体のことを考えると、ベレンダムサイトに高さ80mのロックフィルダムを作り、容量1,800万㎥の貯水池を置くのがもっとも望ましい。この方法だと、それぞれ25MWのフランシスタイプのターボジェネレーター２つで、50MWの容量を持たせることができる。

発電所は、現在ＩＣＥの所有であり、マッチョ川－タパンティ川のP.H.の調節池として使われているエル・ジャノ（EL Liano）貯水池のふちに作る。上記の川の水が、この貯水池に直接流れ込むようになる。

取水からの、あるいは導水のための水圧管は詳細に考えて作らなければならない。おそらく調節水槽から直径2.0m、長さ1,740mの補強したトンネルとスティールパイプをひくことになるだろう。調節水槽はトンネルとパイプの間のつなぎ目に作られる。

この地域の水利記録によれば、本プロジェクトのエネルギー生産量は、乾期32.8GWH 、雨期68.6GWHと予想される。

この方法が、国全体の観点から見て重要なのは、これによりマッチョータパンティ発電所及びカチー発電所を管理調整してそれぞれ129GWH、32GWH生産を上げることができるからである。

ＪＡＳＥＣにとっては、これをメイン発電所としてビリス水系では支発電所として操業できるという利点がある。

ＪＡＳＥＣにとって便利なもうひとつの方法は、例えば10MWずつ段階的に建設を行なうことである。そうすれば、最初の投資が少なくてすみ、操業でより利益を上げることができる。

難点としては、この地帯が生態系保護地域にかかっていることであり、生態系調査や環境に与える影響を考えると、プレフィージビリティ調査と平行して開発をすすめていかなければならないことである。

River Water Data

番号	水系名	河川名	地点名	所在地 (地図上にNoでプロットのこと)	最大出力 (MW)	発生電力量 (MWH)	発電形式 (水路式) (ダム式) (ダム水路式)	流域面積 (㎢)	最大使用水量 (㎥/s)	有効落差 (m)
E	Main River Name	River Name	Name of the Project	Location (Please indicate on the map)	Installed Capacity (MW)	Annual Energy (MWh)	Project Type (Waterway) (Dam) (Dam-Waterway)	Catchment Area (㎢)	Maximum Discharge (㎥/s)	Effective Head (m)
S	Nombre del Rio Principal	Nombre del Rio	Nombre del Proyecto	Ubicacion (Señalar su numero correspondiente en el mapa)	Capacidad Instalada (MW)	Energia Anual (MWh)	Tipo de Proyecto Filo de agua Presa Presa-Filo dé aguá	Area de Drenaje (㎢)	Caudal Máximo (㎥/s)	Caida Efectiva (m)
1	Río-Macho	——	Belén	anexo	50	127 GWh	regulación estacional	60	ver fotocopia anexa	≃ 400m
2										
3										
4										
5										

番号	水位 (m)		ダム	貯水池又は調整池	水路	利用率		経済性＋施工性	調査に使った地図	ダムについて	ダムサイト地質	流量資料
	取水位	放水位	(形式) (高さ m) (堤頂長m)	(満水位 m) (利用水深 m) (有効容量 10^6 m^3)	(導水路 m) (水圧管路 m) (放水路 m)	設備 % 発電力量 設備容量	河川 % 水使用量 年間流量	◎ 優 (1/3地点) ◎ 良 (1/3地点) ○ 可 (1/3地点)	(1/5,000) (1/25,000 又は 1/50,000) (その他の縮尺)	多目的又は単目的の別	(砂岩系 火山岩系 変成岩系)	(測水所、雨量別) 測水所の場合は直接間接の別も)
E	Water Level		D a m	Reservoir	Waterway	Utilify Factor		Economic Condition + Construction Condition	Maps	Purpose of Project	Geological Condition	Meteological & Hydrological Data
	Intake	Tailrace	(Type,) (Height, m) (Crest Length, m)	(High Water Level, m) (Available Drawdown, m) (Effective Storage Capacity $10^6 m^3$)	(Headrace, m) (Ponstock, m) (Outlact, m)	Plant Factor %	Discharge Factor %	◎ Very good ◎ Good ○ Possible	(1/5,000) (1/25,000 or 1/50,000) (Others)	(For Power Only or Multi Purpose)	(Sedimentary Rock, Igneous Rock, Metamorphic Rocks)	(Run off Data & Rainfall Data)
S	Nivel de Agua		Presa	Roservoris	C a n a l	Factor de Planta	Uso Caudal	Condicion Economica + Condicion de Construccion	Mapa	Propósito	Condicion Geológica	Datas Meteorológico e Hidrológico
	Bocatoma	Canal de Descarga	(Tipo,) (Altura, m) (Longitud de Coroducion)	(Elevacion de Enbal Máximo, m) (Profundidad Aprovechabie, m) (Volumen util de embalse, m)	(Alimentación, m) (Presión, m) (Descarga, m)			◎ Very good ◎ Good ○ Possible	(1/5,000) (1/25,000 o 1/50,000) (Otros)	(Solo Generacion, Multiproposito)	(Roca Sedimentaria Roca Volcanica, Roca Metamorphica)	(Caudal, Precipitation)
1	1920	1600	enrocamiento	-80m -? $-18\times10^6 m^3$	cauce natural rio	0.60	——	Good	1:50.000 (anexo)	Generación (Uso en acueducto urbano)	Sedimentaria	si
2												
3												
4												
5												

番号	発電所の概略建設費（US 10³ S）	調査年度	100㎢あたり流況（自流） 豊水量（㎥／s） ○年間データの平均による	平水量（㎥／s）	低水量（㎥／s）	ダムサイトの写真（有，無）（あればつける）	調査実施者（国名）（コンサル名）	送電線容量及び延長（KVA，KM）	備考 水没面積（㎢）	既得水利の多寡	水没史跡の多寡
E	Main River Name	River Name	Run-off Condition 95 days of run-off ㎥/s/100㎢	185 days of run-off ㎥/s/100㎢	275 days of run-off ㎥/s/100㎢	Photographs around Project Sit (*Please attach*)	Executive Organization (Country) (*Consultants*)	Transmission line length km Capacity KVA	Reservoir Area (㎢)	Downstream Water Utility Condition	Submerged Historic Spots (If any)
S	Nombre del Rio Principal	Nombre del PROYECTO	Condicion de Escorrentia 95 dias ㎥/s/100㎢	185 dias ㎥/s/100㎢	275 dias ㎥/s/100㎢	Fotos en el sitio de presa (Adjuntar)	Entidad Ejecutora (Organización) (Consultor)	Linea de Transmisión Longitud km Capacidad KVA	Area de Drenaje (㎢)	Condicion de uso de agua	Sitios historicos *a hundirse*
1	Rio Macho	Belén	ver registro anexo			N.D.	-JASEC -N.D.	-30 km -65	60	P.H. Rio Macho P.H. Cáchi	No Hay
2											
3											
4											
5											

4．総合所見

4．総合所見

1．グァテマラ

(1) 訪問した時期が、異常気象による雨不足で計画的な配電体制(*)をとっている時期と重なったため、電力ソースの多様化（水力発電依存からの脱皮）が重要な政策課題として取り上げられるようになっていた。

（＊）早朝（6時～9時）と夜間（6時～10時）の停電、ホテルも時間帯をずらして停電があった。自家発電の能力が限られていた事もあり、グァテマラのエルドラドホテルの各部屋も（朝6時～9時、夜11時～深夜1時）停電した。

(2) そのため、豊富な水力資源の開発より、乾季の水力発電を補う火力発電所の増設（エスキントラ火力発電：円借要望）や地熱発電の開発（スニールⅡ）を最優先事項として要請してきた。

(3) 設備の維持管理までには、金も人も回せないような印象を既設の発電所の見学から受けた。その意味で維持管理に人も金もかかる地熱発電は、確かにエネルギーソースの蒸気は自国で供給できるかもしれないが、グァテマラに不向きではないかと思慮された。

(4) グァテマラとの間で電力関係について技術協力を維持していく必要があると考えるならば既存の送配電の電力損失率向上策に関する調査に協力するのは一案かと思われる。しかしグァテマラは中米の中で指導的な役割を果たすべき国であるが、国内の治安状況は、今後とも改善される見込みが少ないこともあり、調査団、専門家派遣を問わず長期滞在型の技術協力は一考を要するものと思われる。

2．コスタリカ

(1) コスタリカの大統領から日本に対して協力要請のあった中米送電管理計画とボルーカの水力発電計画の2大プロジェクトに関しては、いずれかの時期に、日本に対して資金協力を含めた何らかの要請があがってくるかも知れないが、当面開発調査の要請はされない事が明らかになった。しかし将来の協力要請に備えて、それまでの間の情報入手等のコンタクトの方法を検討しておく必要がある。

(2) 電力関係の技術協力の相手先として、コスタリカ電力電話庁（ＩＣＥ）と、ピリス水力発電計画のＦ／Ｓに見られるごとく仕事を行ってきたが、経済協力省の働きかけもあり、今回はＩＣＥ以外の公営の電力公社と直接協議する機会をもった。これら公営電力公社は技術協力についての経験が少ないため、的をえない要請もあったが、カルタゴ電力サービス公団のベレン水力発電計画の様に魅力ある計画もあり、今後の協力相手先として一考に値するものと思われる。

(3) コスタリカは将来にわたってビッグプロジェクトがあることもあり、我が国としても、それらの情報収集をするためにも、同国で何らかの開発調査の仕事を手がけておくことが望まれる。中米の中で最も政治的にも安定し、治安も悪くない国であるので技術協力の対象相手国として問題の少ない国と考えられる。

3．その他

(1) 中米各国から地熱発電開発調査の要望が強いが、我が国の地熱開発調査の指針に照らし検討する必要があると思われる。

(2) 中米各国の様なTop Downの国における開発調査の要望案件をそのまま受け取ると、事務レベルでの交渉が難行したり等事務的にうまくはかどらない場合が考えられるので、情報収集体制を検討する必要がある。

(3) 中米を訪問する際、中米に在るＵＳＡＩＤとの情報交換は非常に有意義であるとの感想をもった。

5．収集資料

グアテマラ・コスタリカ　鉱工業プロジェクト選定確認調査団
収集資料一覧

（グアテマラ）

1　Plan Nacional De Electrificacion　'90
2　Propuesta De Restructuracion Del Sector Electrico en Guatemala　Junio　'91
3　Ulpan Champey　Sep 1991
4　Campo Geotermico Zunil　II
5　Jurún-Marinalá
6　1980 Informe Financiero y 1989 Estadistico　INDE & EFGSA = SEN
7　Informe Estadistico 1989
8　INDE 1989
9　包蔵水力

（コスタリカ）

1　Proyecto de Diseño de una Red de Distribución Eléctrica Subterránea para la Ciudad de San José enero de 1980
2　Planes de Expansin de Generacion　Agosto, 1990
3　Proyecto SIPAC Perfil　Julio,1991　Reunion de coordinadores Proyecto SIPAC
4　ACTA de la Reunion (Versión Revisada) 4 de Julio de 1991
5　On Occasion of the Visit of JICA Mission September - 1991
6　Antecedentes proyecto SIPAC Planteamiento Ante la Comunidad Europea 1 de Agosto de 1991
7　Sector Energetico de Costa Rica　Agosto, 1991
8　El Subsector de Energia Electrica De Costa Rica　Agosto, 1991
9　Mercado Electrico　Agosto, 1991
10　El Sector Electrico del ICE Agosto, 1990
11　Serie Historica de Balances de Energia 1980 - 1987
12　Dirección Sectorial de Energia Composicion De La Demanda Energia Electrica De Costa Rica
13　Energía
14　Esbozo del Proyecto de Múltiple Propósito del Alto de Robles　Agosto 1964
15　Proyecto　Implementacion de un Sistema de Informacion Geografica (GIS) en el ICE
16　Reunion con la Mision Cooperacion Internacional del Japon (JICA) 23 de Setiembre de 1991
17　Departamento de Produccion　Estudio de prefactibilidad para la ampliaci n de la planta Hidroelectrica Brasil
18　JASEC　La Central Maravilla en la Cuenca Oriental del R o Birris, Julio, 1990
19　JASEC La Central Hidroelectrica Birris No3 Julio, 1990
20　JASEC　Perfil de Proyectos　Departmento dePlanificacion de Proyectos
21　Submitted to the Japanese Embassy in Costa Rica by Instituto Costarricense de electricidad (ICE)　September 1991
22　Office of Energy　Costa Rica: Power Sector Efficiency Assessment Summary Volume US AID
23　Office of Energy　Export Power Options for Five Sugar Mills in Costa Rica　US AID

（　その他　）
1　プロジェクト SIPAC　中米連系送電線概要報告　1988年７月（翻訳　電発）

6．付　　録

コスタリカ電力庁（ＩＣＥ）概要

1．ＩＣＥ (Instituto Costarricense de Electricidad)とは？

1949年４月８日、法令449により設立された法人であり、国家の独立機関で有力な公社の一つである。

2．機能と目的

特に水力を利用した、コスタリカのエネルギー源開発、産業発展と国民の生活レベル向上のための電力利用を促進する目的で創設された。さらに、1963年10月28日法令3226が発布されると、国内外の電信電話、無線電信電話の設置、改良、運営、サービス拡大もＩＣＥに委託されるようになった。

創設法によればＩＣＥの目的は、国中の電力、電気通信ネットワークのサービスを十分に供給することにある。そのためには、発電所、変電所、送電線、配電ネットワーク電話交換局、線路、電気通信網、その他電気通信に必要なものを企画、設計、建設、設置サービス開始、拡張、メンテ等を行わなければならない。

3．組　織

a．理事会

組織の中で最高の権限を持つ。理事長の他、副理事長を含む６人の理事により構成される。これら７人のメンバーは内閣に任命される。内閣はＩＣＥの政策も決定する。

理事会は、総轄、技術支援、事務局の機能を合わせ持つ。理事会と直接の関係をもちながら、機能上、独立して監査室がある。

理事会は、総裁、副総裁、監査役、副監査役、収入役を任命する。

企画開発副総裁室は、理事長直属とする。この副総裁室に訓練、企画、広報等が含まれる。

b．総裁室

総裁、及びそれぞれが以下の機能を持つ、４人の副総裁により構成される。

1. 総務、財務
2. エネルギー開発
3. 電力
4. 電気通信

c．事業局

事業局は12に別れ、それぞれが２つ以上の課を持つ。各事業局は前述の副総裁室に所属する。

1. 総務、財務

a. 総務局

b. 人事局

c. 財務局

2. エネルギー開発

a. エネルギー技術局

b. 電力計画局

c. 建設局

3. 電　力

a. 発電、送電局

b. 配電局

4. 電気通信

a. 電気通信技術局

b. 建設局

c. 運営局

d. 国際サービス局

各事業局には、補助的なグループがいくつかある。エネルギー技術局、電力計画局などは支局を持っている。

d．事業部

組織の中では、指令系統の中間に位置するが、法務部は例外で、他の指令系統に属する。

e．課

各事業部に所属し、指令系統の下位にある。各専門の業務に携わる。

5．財　源

ＩＣＥは、独自の財源と外部からの資金で運営されている。

独自の財源としては、

a. 電力、電気通信サービスの販売による収入

b. 債権の発行

外部からの資金としては、国際開発銀行などの借款や、先進国が財や役務の輸出を通して行う、開発のための二国間の特別貸付などがある。

6．職員数

1986年12月31日現在、8,564人。内訳は、

事務局　　1,725人

エネルギー開発	1,403人
電力システム	2,268人
電気通信	3,168人

7．ＣＮＦＬ（電力販売公社）との関係

ＣＮＦＬはＩＣＥの系列会社である。1927年、アメリカのエレクトリック・ボンド・アンド・シェア・カンパニーから資金を得て、アメリカン・アンド・フォーリン・パワー・カンパニーの社名で設立された。

1928年、中央部の電力サービスに関して独占企業となり、他の会社を吸収した。以来、電力販売については主要企業となったが、1958年からは第二位を占めている。

1941年、現在の社名に変更。

1968年12月20日、法令4197により、ＩＣＥは、それまでアメリカの会社が握っていた株、93.74%を取得。残り6.26%はコスタリカ人株主の手に残る。

この法令により、1941年に会社の事業内容を定めた契約も修正される。

株式の大半を所有しているため、ＩＣＥは、ＣＮＦＬを管理している。ＣＮＦＬの運営理事会や監査委員会はＩＣＥが任命し、運営方針もＩＣＥが決定する。運営委員会がＣＮＦＬの総裁、監査役を任命する。

8．全国にあるＩＣＥの施設

本部は、サバナ・ノルテ。人事局（ブロックＡ）、基礎研究部、エネルギー建設局、発電、送電局（ブロックＢ）、地形学室、実験室、エネルギー・コントロール・センターなどがある。

コリーマ、ラ・フロリーダ・デ・ティバス、パソ・アンチョ、リンコン・グランデ・デ・パバス、ロールモセル、サン・ペドロ・デ・モンテス・デ・オカにも事務所、その他の設備がある。

出張所は、アラフエラ市、アテーナス、カーニャス、カルタゴ、ネイリー市、ケサダ市、エスパルサ、ゴルフィート、グレシア、グアピレス、エレディア、ラス・フンタス・デ・アバンガレス、リベリア、リモン、ナランホ、ニコージャ、オロティーナ、パルマル・ノルテ、パルマレス、プンタアレーナス、プリスカル、ケポス、サン・イシドロ・デ・エル・ヘネラル、サン・ホセ、サン・ペドロ・デ・モンテス・デ・オカ、サン・ラモン、サンタ・クルス、シキーレス、ティララン、トゥリアルバにある。

支部があるのは、バガセス、バランカ、ブエノス・アイレス、カウイータ、コルテス市、グアッシモ、ハコー、ファン・ビーニャス、ラ・クルス、ロス・チーレス、ミラマール、ノサーラ、パリータ、プエルト・ヒメネス、リオ・フリーオ、サン・ビート、ウパーラ。

オペレーション・センターは、バランカ、カーニャス、ネイリー市、コンカバス、（パライ

ッソ・デ・カルタゴ）、リベリア、リモン、ナランホ、サン・イシドロ・デ・エル・ヘネラル、シキーレス、トゥリアルバ。アラフエラには地方営業部がある。

発電所

- アレナル …… グアナカステ
- アバンセ …… プンタアレーナス
- カカオ …… アラフエラ
- カチー …… サン・ホセ
- コロビシー …… エレディア
- ラ・ガリータ …… アラフエラ
- ロス・チーレス …… アラフエラ
- ロス・ローテス …… リモン
- プエルト・エスコンディード …… カルタゴ
- プエルト・ヒメネス …… プンタアレーナス
- リオ・マッチョ …… カルタゴ
- サン・アントニオ …… サン・ホセ

その他、電話交換局、通信衛星地上局、マイクロウェーブ中継局、ティラピア、マス養殖池、気象観測所などがある。

9．主要水力発電所

1．発電所名　2．出力　3．場所　4．河川　5．操業開始

A．1．コロビシー

2．174,012KW

3．グアナカステ、カーニャスの北4.5km

4．アレナル、アグアス・ガタス、カーニョ・ネグロ、チキート、サンタ・ロサ、ラグーナ・コテ

5．1982.3.20

B．1．アレナル

2．157,398KW

3．グアナカステ、ティラランの西3.3km

4．アレナル、アグアス・ガタス、カーニョ・ネグロ、チキート、ラグーナ・コテ

5．1979.10.9

C．1．リオ・マッチョ

2．120,000KW

3．カルタゴ、パライッソ、オロシーの東6km

4．マッチョ、タパンティー、ボラス、ウーモ、ビジェーガス

5．1983.8.26

D．1．カチー

2．100,800KW

3．カルタゴ、トゥクリーケ、ファン・ビーニャスの南4㎞

4．レベンタソン

5．1966.5.7

E．1．ベンターナス・ガリータ

2．98,850KW

3．アラフエラ、セバディージャの南5㎞

4．ビリージャ、シルエラス

5．1987年下半期

F．1．ラ・ガリータ

2．30,000KW

3．アラフエラ、セバディージャの南5㎞

4．アラフエラ、ティサーテ

5．1958.8.2

包蔵水力調査一覧表（No1～No3）

1．未開発出有望と考えておられる上位５０地点について記入して下さい（わかる範囲で可）。

2．地図をつけて下さい（S=1/5,000, S=1/25,000, S=1/50,000, S=1/100,000など包蔵図威力調査に関係があるものは可能な限り多くお願いします。

English

Table of Hydropower Potential (No.1~ No.3)

1. Indicate best 50 undeveloped hydropower projects

2. Maps concering above projects (Scale : 1/5,000, 1/25,000, 1/50,000, 1/100,000 etc)

Spanish

Table de Potencial Hidroeléctrico (No.1 ~ No.3)

1. Escribir los 50 mejores proyectos hidroeléctricos no desarrollados

2. Adjuntar mapas de los proyectos (Escala : 1/5,000, 1/25,000, 1/50,000, 1/100,000, etc)

番号	水系名	河川名	地点名	所在地 (地図上にNo.でプロットのこと)	最大出力 (MW)	発生電力量 (MWH)	発電形式 (水路式) (ダム式) (ダム水路式)	流域面積 (Km^2)	最大使用水量 (m^3/s)	有効落差 (m)
E	Main River Name	River Name	Name of the Project	Location (Please indicate on the map)	Installed Capacity (MW)	Annual Energy (MWh)	Project Type (Waterway) (Dam) (Dam-Waterway)	Catchment Area (Km^2)	Maximum Discharge (M^3/S)	Effective Head (m)
S	Nombre del Rio Principal	Nombre del Rio	Nombre del Proyecto	Ubicacion(Señalar su numero correspondiente en el mapa)	Capacidad Instalada (MW)	Energia Anual (MWh)	Tipo de Proyecto Filo de agua Presa Presa-Filo de agua	Area de Drenaje (Km^2)	Caudal Máximo (M^3/S)	Caída Efectiva (m)
1										
2										
3										
4										
5										

番号	水位（m）		ダム（形式GFA）（高さm）（堤頂長m）	貯水地又は調整池（満水位m）（利用水深m）（有効容量10^6m^3）	水路（導水路m）（水圧管路m）（放水路m）	利用率		経済性＋施工性	調査に使った地図（1/5,000）（1/25,000又は1/50,000）その他の縮尺	ダムについて多目的又は単目的の別	ダムサイト地質（砂岩系 火山岩系 変成岩系）	流量資料（測水所、雨量別）測水所の場合は直接間接の別も）
	取水位	放水位				設備 %（発電力量 設備容量）	河川 %（水使用量 年間流量）	○ 優（1/3 地点） ○ 良（1/3 地点） ○ 可（1/3 地点）				
E	Water Level		Dam (Type. GFA) (Height. m) (Crest Length. m)	Reservoir (High Water Level, m) (Available Drawdown, m) (ffective Storage Capacity 10^6m^3)	Waterway (Headrace, m) (Ponstock, m) (Outlact, m)	Utilify Factor		Ecomomic Condition + Construction Condition ○ Very Good ○ Good ○ Possible	Maps (1/5,000) (1/25,000 or 1/50,000) (Others)	Purpose of Project (For Power Only or Multi Purpose)	Geological Condition (Sedimentary Rock, Igneous Rock, Metamorphic Rocks)	Meteological & Hydrological Data (Run off Data & Rainfall Data)
	Intake	Tailrace				Plant Factor %	Discharg Factor %					
S	Nivel de Agua		Presa (Tipo. GEA) (Altura, m) (Longitud de Coroducion)	Roservoris (Elevacion de Enbal Máximo. m) (Profundidad Aprovechabie, m) (Volumen util de embalse, m)	Canal (Alimentación, m) (Presión, m) (Descarga, m)	Factor de Planta	Uso Caudal	Condicion Economica + Condicion de Construccion ○ Very Good ○ Good ○ Possible	Mapa (1/5,000) (1/25,000 o 1/50,000) (Otros)	Propósito (Solo Generacion, Multiproposito)	Condicion Geológica (Roca Sedimentaria, Roca Volcanica, Roca Metamorphica)	Datas Meteorológico e Hidrológico (Caudal , Precipitation)
	Bocatoma	Canal de Descarga										
1												
2												
3												
4												
5												

$$\frac{\text{Annual Energy}}{\text{Insfalled Capacity} \times 8,760} \times 100$$

$$\frac{\text{Annual Mean Power Discharge}}{\text{Annual Mean Inflow}} \times 100$$

$$\frac{\text{Energia Anual}}{\text{Capacidad Instalada}} \times 100$$

$$\frac{\text{Caudal Medio Anual}}{\text{Influjo Medio Anual}} \times 100$$

番号	発電所の概略建設費（US 10^6 $）	調査年度	100KM² あたり流況（自流）			ダムサイトの写真（有、無）（あればつける）	調査実施者（国名）（コンサル名）	送電線容量及び延長（KVA、KM）	備考		
			豊水量 (m^3/s)	平水量 (m^3/s)	低水量 (m^3/s)				水没面積（Km^2）	既得水利の多寡	水没史跡の多寡
			○年間データの平均による								
E	Main River Name	River Name	Run - off Condition			Photographs around Project Sit (Please attach)	Executive Organization (Country) (Consultants)	Transmission line length km Capacity KVA	Reservoir Area (KM^2)	Downstream Water Utility Condition	Submerged Historic Spots (If any)
			95days of run-off	185 days of run-off	275 days of run-off						
			$m^3/s/100km^2$	$m^3/s/100km^2$	$m^3/s/100km^2$						
S	Nombre del Rio Principal	Nombre del Rio	Condicion de Escorrentía			Fotos en el sitio de presa (Adjuntar)	Entidad Ejecutora (Organización) (Consultor)	Línea de Transmisión Longitud km Capacidad KVA	Area de Drenaje (Km^2)	Condicion de uso de agua	Sitios historicos a hundirse
			95 días	185 días	275 días						
			$m^3/s/100km^2$	$m^3/s/100km^2$	$m^3/s/100km^2$						
1											
2											
3											
4											
5											

既設及び工事中水力一覧表

1．既設及び工事中水力について書いて下さい（わかる範囲で可）。

2．サイトを地図（ ＊＊1/100,000など適当な縮尺でＯＫ）に記入下さい。

English　Table of Projects under Operation and Construction
Please indicate the project locatopn on the map

Spanish　Tabla de Proyectos Hidroeléctricos en Operacion y Construccion
Indicar la ubicacion de los proyectos en el mapa

番号	既設、工事中の別（完成年度、完成予定年度）	発電所名	水系河川名（水系名）（河川名）	最大出力（MW）	発生電力量（MWH）（過去５年分の平均）	発電型式（水路式）（ダム式）（ダム水路式）	流域面積（Km²）	最大使用水量（m³/s）	有効落差（m）
E	Under Operation or Construction (Commissioning Date or Planned Commissioning Date)	Name of the Project	Name of River (Main River) (Proyect River)	Installed Capacity (MW)	Annual Energy (MWh) (Mean Value in 5 years)	Project Type (Waterway) (Dam) (Dam-Waterway)	Catchment Area (Km²)	Maximum Discharge (M³/S)	Effective Head (m)
S	En operacion o construccion (Fecha de cumplimiento, Fecha prevista de cumplimiento)	Nombre del Proyecto	Nombre del Rio (Rio Principal) (Afluente)	Capacidad Instalada (MW)	Energia Anual (MWh) (Promedio de 5 anos recientes)	Tipo de Proyecto Filo de agua, Presa Presa-Filo dé agua	Area de Drenaje (Km²)	Caudal Máximo (M³/S)	Caída Efectiva (m)
1									
2									
3									
4									
5									

番号	運転状況 ○非常に順調 ○普通 ●故障が多い	故障が多い発電所の故障箇所	発電原価 US$/KWH （実績５年分の平均）	ダム （型式 ＧＥＡ） （高さ、m） （堤頂長、m）	貯水池又は調整地 （満水位、 m） （利用水深、m） （有効容量、m）	備考				
						ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ 名	建設会社名	メーカー名	建設余地があれば○を	運転人員数 ダム（ ）人 発電所（ ）人
E	Operating Condition ○Very good ○Normal ●Bad	Location of Trouble	Energy Coste US$/KWH Average in the past 5 years	Dam (Type ＧＥＡ) (Height、m) (Crost Length 、m)	Reservoir (High Water Level m) (Available Drawdown m) (Effective Storage Capacity 10^6m^3)	Name of Consultant	Name of Contractor	Name of Equipment Supplier	Possibility of Extension (yes or no)	Number of Operator(Persons) at Dam: at Power Station:
S	Condicion de operacion ○Excelente ○Normal ●Mala	Ubicacion de Fallas	Cost de energia US$/KWH Promedio de 5 años recientes	Presa (Tipo GEA) (Alfura m) (Longitud de Coronacion m)	Reservorio (Elevacion de Embalse Maximo m) (Profundidad Aproechable m) (Volumen util de embalse 10^6m^3)	Nombre del Consultor	Nombre del Contratista	Nombre de Fabricante	Posibilidad de Extension (Si / No)	Número de Operador (Presa. (Pasa de Maguina)
1										
2										
3										
4										
5										

中米送電管理計画

(中米、パナマをカバーする高圧送電線ネットワーク送電管理)

① 高圧送電線計画立案の経緯

② 〃 の目的

③ 〃 の範囲

④ 〃 の調査進行状況

⑤ F／S調査が終了していると聞いているが、どこが（組織）実施したのか

⑥ 費用はどこが持ったのか

⑦ F／Sの内容について

a. 電力需要想定

b. 電源開発計画とのリンクありや

c. 工事費

d. 経済評価

⑧ 高圧送電線仕様について

a. 電圧

b. 送電線長

c. 送電ルート

d. 変電所（場所）

⑨ 建設スケジュール（着工〜完成年度）

⑩ 建設費用の手当て

⑪ F／S調査事項に不足の事項があるとすればどのような事項か

⑫ 本計画に対する他国からの援助、協力状況

⑬ F／S終了後の取り組み

⑭ 中米6ヶ国の同案状況

⑮ 日本へ口上している中米送電管理計画とは

a. 高圧送電線計画上の位置的なもの

b. 技術内容

⑯ 中米6ヶ国のうちの窓口国はどこか

（国名　　担当機関　　）

⑰ 連系送電線完成後の最大のメリットは

＜電源開発計画とのリンクについて＞

（考え方）

一定の発電原価が保たれるには、①需要が伸び続けること、②電源開発計画が送電線関係国を対象にして適当に配置されるものであること、③送電線の切断等故障のないこと⇨２回線化

（電源開発計画）

① 構想中の国別プロジェクト名及び出力、使用水量、有効落差

② 建設スケジュールと送電線建設スケジュールの整合性

どこの国で立ち上げて、どのような順序で進めていくのか

（その他）

① その他の経済性回避策いかん

② 紛争対応策いかん

③ Boruca水力（1,520MW）Mapありや

サンホセ・近郊 ホテルリスト

Hotel SAN JOSE PALACIO	住　所	Autopista General Canas
	電　話	20－2034
	1泊料金	シングル：$90　ダブル：95
Hotel HERRADURA (日本系)	住　所	Autopista General Canas Cruce de San Antonio de Belen (郊外)
	電　話	39－0177
	1泊料金	シングル：$86　ダブル：94
Hotel AUROLA (HOLIDAY INN)	住　所	Costado Norte del Parque Morazan
	電　話	33－7233
	1泊料金	シングル：$30　ダブル：90
Hotel CARIARI (日本系)	住　所	Autopista General Canas Cruce de San Antonio de Belen (郊外)
	電　話	39－0022
	1泊料金	シングル：$83　ダブル：92
Hotel COROBICI (日本系)	住　所	Sabana Norte Contiguo Agencia Datsun
	電　話	32－0618
	1泊料金	シングル：$68　ダブル：76
	(当ホテル内にカラオケ・バーがあります)	
Gran Hotel COSTA RICA	住　所	Avenida Segunda Calle 3 y 5
	電　話	21－4000
	1泊料金	シングル：$37　ダブル：50
Hotel EUROPA	住　所	Calle Central Avenida 3 y 5
	電　話	22－1222
	1泊料金	シングル：$36　ダブル：47
Hotel IRAZU	住　所	Autopista Gral. Canas Fte. Pepsi Cola
	電　話	32－5359
	1泊料金	シングル：$48　ダブル：52
Hotel TORREMOLINOS	電　話	22－9129
	1泊料金	シングル：$44　ダブル：48

(備考)　・　日本人の間でよく使用されているサンホセ市内及び近郊のホテルを記載。
・　宿泊料金は、通常料金であり、この他に税金13.3%が必要。

付　録 (4)

損失量の管理と削減プロジェクト

1．序　論

電力損失量の調査と削減はエネルギーの生産コスト節約につながるため、電力会社にとって関心の高い課題である。システムの損失量というのは、システム全体から生産される総エネルギー量と実際に使用できるエネルギー量との差異を意味する。この差異が生じる基本的な原因となっているのは、次のふたつである。

a)　技術的原因：

電力システムの効率が100%でなく、ジュール効果によって電力の一部が熱となって損失するため。

b)　技術的でない原因：

流入電力の会計上のミス、メーターの故障、異変、不正操作、直接電力の供給を受けているユーザーの存在などが含まれる。

電力の損失量を減らすことができれば、発電量と最大ピーク需要量の削減というふたつのメリットにつながる。

2．目　的

2．1　全般的な目的

本プロジェクトの目的は、技術的原因と技術的でない原因によって生じる電力の損失量の現状調査、管理、削減を通して、全国電力システム（Sistema Nacional Interconectado)の一層の効率化をはかることである。

2．2　具体的な目的

本プロジェクトでは、とりわけ次の３つの目的のもとに実施される。

a)　システムの各要素で生じる損失量の調査

b)　主な原因の調査

c)　損失量の管理と削減計画の立案

3．診　断

全体の損失量は、電力収支を調べればわかる。この損失量の中には技術的とそうでない原因によって生じたものが含まれているが、一般に、技術的な原因で生じた損失量は少ない誤差で算出することができるため、（必然的に）技術的でない原因で生じた損失量もわかることになる。

表１は、1971年から1987年までの間に、ＥＥＧＳＡ、ＩＮＤＥ、ＳＮＩで生じた損失量の推

移を示している。これを見てもわかるとおり、電力システムの損失量は増加傾向をたどり、現時点の相対値は許容範囲を越えている。

また、発電と高圧送電設備において生じる損失量についてはかなり現実的な数値がわかってはいるものの、損失量が最も多いと考えられる配電設備の測定値には問題があり、そのため本プロジェクトの第１段階は、配電設備における適切な測定作業を実施することが必要である。

4．プロジェクトの範囲

本プロジェクトは、電力システムの主要要素における損失量の調査と定量化を行い、同損失量を管理、削減すべく必要措置を高じるために、３期に分けて実施する。そのため、プロジェクトの本段階では、最初の２期を実施することになる。その内容は次のとおりである。

第１期：測定の必要性の認識

第１期では、主にＳＮＩのサブトランスミッション、変電、配電レベルにおける（損失量の）測定の必要性を診断する。また、技術的でない原因によって生じる電力損失量の現時点での管理体制の診断も行なう。

第２期：測定計画の実施

測定機器の必要台数がわかったら、それを購入し、第１期で決定した地区に配備する。さらに、第２期では、主なユーザーと配電網の戦略的地点における選抜測定作業の計画を立てる。

第２期が終了した時点では、損失量の現状確認と定量化が終わっているとともに、効率的な電力システムにするべく必要な技術的措置と、技術的でない原因によって生じる損失量の削減に必要な体制的な措置すべてを含んだ損失量削減計画が立案されている必要がある。

5．定量化とコスト

本プロジェクトの第１期と第２期を実施するには、以下のことが必要と考えられる。

a)　ＩＮＤＥのサブステーション45ヵ所（配電 69kV/Volt.）の測定を改善する。

b)　重要ユーザー（登録者）の管理と損失量の抜取り調査に必要な移動測定機器25台を購入する。

上記の配電用サブステーションにおける測定の改善プログラムには、既存機器の修理と交換、固定機器のないフィーダーのための固定機器の購入が含まれている。

移動機器とは、電子記録計、情報収集機、データー処理用のソフトとハードを指す。

プロジェクトコストは電力システムのサブステーションにおける改善措置の規模によって異なるため、現時点でプロジェクト・コストを算出するのは不可能である。

本プロジェクトの第１、２期の実施期間は３年を見積もっている。

スニールⅡ地熱発電　基礎調査報告

概　要

本報告書は、WEST JEC-TELECTROがZUNIL-Ⅱ地区で行ない、地質構造補足調査報告書、地球化学評価報告書および物理探査報告書にまとめられた地球科学調査を概括したものである。これをもとに、ZUNIL-Ⅱの中で最有力候補地の選抜が行なわれた。

ZUNIL-Ⅱ地区の中で最も卓越した地熱活動が行なわれているのは、ZUNIL-Ⅰからサマラ川を越えたパクスムクス（PAXMUX）までの地点と、パクスムクスからスニル火山の北西部山腹までである。この地熱活動地帯は、200,000年前に起きて火山ドームを形成した火山活動によるもので、同地熱活動にエネルギーを供給する熱源も、まさにこの若い火山活動であると考えられている。パクスムクス付近のスニル地区で北東方向に伸びる断層の構造運動の結果、サマラ川に沿って「地塁」（HORST）構造が形成された。この構造は物理探査で検知されたものである。地質学調査によってサマラ川東部に半円形の陥没構造が確認されたが、これは物理探査の結果とＺ－19番の井戸のボーリング試験によっても確認されている。更新世後期においてこの円形構造の中にスニル火山が形成された。

ZUNIL-Ⅱで実施された地球化学調査では、ZUNIL-Ⅱ地熱系の主な特徴として、ZUNIL-Ⅰ地熱系、サマラ川沿いのパクスムクス地熱系、アスフラレス～フエンテス・ヘオルヒナス（AZUFRALES-FUENTES GEORGINAS）地熱系、アルモロンガ（ALMOLONGA）地熱系、ロス・バオス（LOS VAHOS）地熱系など、種々の地熱系が確認された。地質学、地球化学、物理探査の調査結果をもとに考えると、ZUNIL-Ⅰ地熱系とサマラ川沿いのパクスムクス地熱系は、前述の地塁構造によって深いところで離れている可能性が高い。地球化学／アイソトープによる地熱測定の結果、ZUNIL-Ⅱとパクスムクスの塩化ナトリウム質の地熱系および、アスフラレス～フエンテス・ヘオルヒナスにあると思われる塩化ナトリウム質の深貯留層の温度は200℃以上で、基盤岩の温度は300℃以上であることがわかった。

以上の結果を踏まえ、ZUNIL-Ⅰ以外のZUNIL-Ⅱの有力候補地としては、サマラ川東部の地域が選ばれた。

選抜地域の主な地熱的特性を解明するため、地域内でＩＮＤＥとコンサルタント会議で承認された追加のCSAMT、水銀およびラドン調査を行った。同調査の結果、パクスムクスとアスフラレス～フエンテス・ヘオルヒナスの独立した地熱系が再び確認されただけでなく、パクスムクスにおいて北東～南西と東～西方向に伸びている異常の交差、およびチュイツィキナ（CHUITZIQUINA）近くにおいて東～西と北東～南東方向に伸びている異常の存在と交差が確認された。これらの異常が伸びる方向は、地熱流動体の循環路の役割を果たす断裂地帯と関連づけて考えることができる。チュイツィイキナ南東部にＩＮＤＥが掘ったＺ－19番の井戸（深さ579メートル）では、570

メートルの深さに花崗岩基盤が見つかった。温度データーはこの深さで200℃以上の温度が期待できることを示している。

パクスムクス地熱系とアスフラレス～フエンテス・ヘオルヒナス地熱系を確認するため、残り2つの小径井戸を次の位置に掘ることを提案する。

経緯　UTM

井戸	東経	北緯	深さ
Z－20	62.90	33.65	500.00
Z－21	63.68	32.65	1000.00

序　論

ZUNIL-Ⅱ地熱帯のプレフィージビリティー・スタディーは、2期に分けられる。第1期は、既存データーや補足／追加調査結果に基づいて、地熱の観点から最も有力と思われる候補地の限定と小径井戸の掘削場所の選定作業である。第2期では、上記2つの井戸の掘削結果に基づいて、選抜地域の評価とプレフィージビリティー・スタディー報告書の作成作業を行なう。1989年4月から8月まで、第1期の調査が実施され、最有力候補地の選抜が行なわれた。その後、選抜地域の中に小径井戸の掘削場所を選定する目的で、ＩＮＤＥが認可し、グァテマラ市における第3回コンサルタント会議でも承認された追加調査が実施された。

これらの調査結果はすべて、地質構造調査報告書、地球化学評価報告書、物理探査評価報告書およびCSAMT調査報告書にまとめられている。本報告書は、前述の報告書の内容を総合的に評価したもので、これに基づいてZUNIL-Ⅱ内の最有力候補地の選抜が行なわれ、前述の報告書と追加調査結果に基づいて、小径井戸の掘削場所が提案されることになる。

最有力候補地の選抜

地質調査結果

序　論

地質調査の目的は、既存データーおよび補足調査結果にもとづいて、ZUNIL-Ⅱ地熱系の層序、構造、火山活動、熱水の変質を調査し、その地質環境を評価することであった。さらに、ＩＮＤＥおよびコンサルタントのスタッフがサマラ川東部にある円形構造（WJEC-TELECTRO, 1990 a）の特徴を把握するために地質調査を実施した。

層　序

スニル地熱帯を含むグァテマラ火山成高原の層序は、WILLIAMS(1960)とBONIS(1965)の説に基づくものである。この地域では、中新世に第四紀まで続いた火山活動が始まった。グァテマラ高原は、陥没地帯と大きなカルデラのある負の重力異常（NEGATIVE GRAVIMETRIC ANOMALY）地帯の

中にある。これらの陥没地帯の中には、火山灰流の凝灰石の大量の集積と凝灰質堆積物が見られる。第四紀に形成された火山錐は、この陥没地帯の南西側の縁に沿って形成されている。

スニル地熱帯の地質は、大きく第三紀以前の基盤、第三紀火山岩、更新世前・中期の火山岩、更新世後期の火山岩および沖積堆積物の５つに分類することができる。（図３．１と３．２を参照）

第三紀以前の基盤は、グァテマラ高原の第三紀火山岩の下に非調和な深成岩と変成岩の層を形成している。スニル地熱地域では、深成岩は限られた地域で露頭している。

さまざまな深成岩の年代測定の結果、深成岩は少なくともいくつかの地域では中新世の間に貫入したものと考えられる。

第三紀火山岩は、主にケサルテナンゴ(QUEZALTENANGO) の北部と東部で露頭している。これらの岩は、おそらく鮮新世の間に噴出し始めたものと考えられる。ZUNIL-Ⅰ地区内の掘削調査のデーターを見ると、第三紀火山岩は深成基盤の下に非調和な層を形成しているようである。これらの岩は、ZUNIL-Ⅱ地区全体に広域にわたって広がっていると考えられる。

更新世前・中期の火山岩は、火砕岩、シエテ・オレハス（SIETE OREJAS）／シエテ・クルセス（SIETE CRUCES）溶岩、セロ・スニル(CERRO ZUNIL) 溶岩、サントトマス（SANTO TOMAS)溶岩、チュイムクバル（CHUIMUCUBAL)流紋岩、アルモロンガ／ガラパゴス（GALAPAGOS)溶岩、パチャミヤ（PACHAMIYA)／パクスムクス溶岩の８つに分類することができる。

火砕岩は広範囲にわたって更新世期に乾燥地および洪水地に集積した。火山性物質の堆積過程において、火砕岩の間に入り込んだ安山溶岩と珪質溶岩の間欠的な噴出が生じた。

シエテ・オレハスとシエテ・クルセスのような第四紀前期から中期の火山は、火山層序と侵食カルデラ、爆発カルデラが特徴となっている。チュイムクバル流紋岩は火砕岩、シエテ・クルセス溶岩とグラナイト基盤の上に層を形成している。アルモロンガ溶岩は、ZUNIL-Ⅰ地区からアルモロンガ谷まで厚い層を形成し、セロ・ケマド(CERRO QUEMADO) 火山の基盤になっている。

アルモロンガ溶岩およびチュイムクバル溶岩の絶対年代から、これらの溶岩は同じ年代に大量に噴出したと考えられる。パクスムクス溶岩は、更新世中期にサマラ川にそって小規模なドームを形成した。地形の特徴から、珪質溶岩は北東方向の断層地帯に沿って噴出したと考えられる。パクスムクス・ドームの中と周囲に多数の噴気が見つかったことと、温泉の存在が確認されたことから、この火山活動と北東方向の断層は、サマラ川沿いの熱水系と密接に関連していると考えられている。

更新世後期の火山岩は、サンタマリア(SANTA MARIA) 火山岩、フエンテス・ヘオルヒナス溶岩、スニル火山溶岩、セロ・ケマド火山岩およびサンティアギト火山岩の５つに分類される。更新世後期には、ケサルテナンゴ・カルデラ南部の縁の近くで激しい火山活動が始まった。サンタマリア火山の対称錐は、玄武溶岩と火砕岩が何度も交互に噴火した結果、形成したものである。その他の火山もドームとなって形成された。更新世後期の火山活動は、おそらく現在の地熱活動にお

ける最も重要な熱源であろう。

構造条件

ケサルテナンゴ地域は引張力地帯内にあって、大量の火山性物質を生産した。グァテマラ高原では、北東～南西、北西～南東、北～南、東～西方向という４つの断層の定向性が観察されている。北東方向の断層は、引張力地帯のもと岩石圏（LITHOSPHERIC SEGMENT）間の境界で起きた左方向の地滑り運動の結果生まれた。この北東という方向は、スニル断層地帯と関連している。北西方向の断層は、おそらく火山列に沿った構造運動と関連していると思われる。北～南方向の断層はケサルテナンゴ、ZUNIL-Ⅱではあまり目立っては見られない。

CyM-MKF(1989) で確認されたケサルテナンゴ・カルデラは、激しい噴火の伴った多数のカルデラ性陥没によって形成されたものである。ZUNIL-Ⅱ地区の断層と断裂は、ZUNIL-Ⅰとその周辺に限定されている。この地域では、図３．３で示すように北東、東～西、北西や西北西の定向性を示す３つの断層系が観察される。北東方向の断層は、サマラ川沿いに集中しているはっきりとした比較的大規模なものである。北西方向の断層も観察されるが、これはあまりはっきりしたものではなく、規模も小さい。

東～西方向の断層は、北東方向のものと同様によく発達している。おそらく、東～西方向の断層はZUNIL-ⅡおよびZUNIL-Ⅰの地熱系に重要な影響を及ぼしているであろう。

本調査において、ZUNIL-Ⅰ前のサマラ川東部に亜円形構造が確認された。この構造を解明するため、WEST JEC-TELECTRO は、コンサルタント会議で提案された追加調査を実施した。アグアス・アマルガス(AGUAS AMARGAS) に中心とするこの亜円形構造の直径は約４キロで、典型的なカルデラではないものの、多数の陥没と断層によって形成された構造である。

地球火山学

グァテマラ南部の地域では、更新世から宗新世の火山が、西北西に伸びる火山列に平行に一線上に形成されている。

火山列に隣接する北東地域は、爆発性の珪質火山活動によって形成されたと考えられる負の重力異常の中にある。

ZUNIL-Ⅱ内の第三紀の火山活動は、割れ目噴火とケサルテナンゴ・カルデラ、ドーム、火山錐および、更新世の爆発カルデラやマールなどの円形構造が特徴となっている。

ケサルテナンゴ・カルデラは、おそらく更新世の間、今から約1.8から1.0百万年前に形成されたと考えられている。火山は、珪質物質が大量に堆積して形成されたものである。

更新世中期には、現在の火山列の内側の縁沿いに苦鉄質の火山活動が生じ、これによって上部に小規模な陥没を伴ういくつかの成層火山が形成された。

次の珪質火山は、アルモロンガとチュイムクバルにおいて約0.3から0.2百万年前に形成された

もので、サマラ川沿いにデーサイト質の火成活動によって生じた物質が噴出した。

更新世後期には、ケサルテナンゴ・カルデラ南部の縁の付近から激しい火山活動が始まった。この火山活動によって、サンタマリア火山、セロ・ケマド火山と、サマラ川東部にスニル火山が形成された。

ドームの形成に関連する珪質火成活動は約0.2から0.8百万年前のもので、おそらく現在の地熱活動および熱水の変質の主要な熱源となっていると考えられる。

地熱系の観点からの地質学的特徴

ZUNIL-Ⅰ地区内には、温泉、噴気、岩石の変質のような地熱現象が広域にわたって、特にZUNIL-Ⅰ地区のサマラ川沿いとスニル火山北東部に集中して観察される。アルモロンガとケサルテナンゴ流域およびその周辺には、低温の温泉と噴気がある。

変質帯は、セロ・ケマド山とスニル火山の間に露出している。これらの地域は、北東および東～西方向の断層に沿って一線上に伸びる傾向がある。しかし、パクスムクスの変質帯および熱水層は、北西方向の断層の中、あるいはこれに沿って発達している。

地熱地域の熱水活動のメカニズムを解明するためには、変質した岩石の地質調査と鉱物調査が重要である。地表近くの粘土質の変質帯は、ZUNIL-Ⅰにおいて一種の蓋の機能を果たし、その形態はこの地域一帯の発達の重要な要素となっていると考えられる。また、この蓋のような層は、地下水が地熱貯留層に浸透するのを妨ぐ役割も果たしている。

サマラ川東部における下層土の変質は、ZUNIL-Ⅰと似ている。粘土質の変質帯と噴気化帯の広がりは、表土近くで貯留層の流動体の相が変化しているという説を裏付けるものである。

地表に現われるこれらの現象は、CyM-MKF(1989) で確認されたケサルテナンゴ・カルデラ南部の縁の内側で顕著に現われている。第三紀と第四紀の火山性物質がカルデラの内部を厚い層で覆っている。これらの物質の集積が透過性の高い層序の形成を助長し、その結果、温水の帯水層ができたと考えられている。井戸内部温度データーと、ケサルテナンゴ流域に高温の地殻現象がないことから、ここは抵抗の比較的低い地域と考えられてはいるものの、火山堆積物内部に高温の流動体が流れていることは期待できない。そのため、有力候補地として挙げられたピナル平野(Llano del Pinal) とアルモロンガは、サマラ川からスニル火山北西部山腹までの地域に比べると、地熱系の開発という点ではそれほど有力とは考えられない。

(地表に現われる) 主な地熱現象は、サマラ川東部の亜円形構造内に集中して観察される。噴気が多数存在しており、サマラ川東部の深層に高温の貯留層があると考えられる。事実、Z－19番の井戸の掘削調査の結果、火山岩と花崗岩基盤の断裂帯に200℃を越える温度の貯留層が存在すると推測されている。

サマラ川東部の地質構造は、北東、東～西方向および曲線的な断層という3つの断層系の影響を受けている。これらの断層は透過性が高く、流動体の上昇経路となっている。

北東方向の断層系は、その位置からおそらくパクスムクス近くのサマラ川沿いに地塁の柱を形成していると推測される。ここは、約0.20百万年前にドーム状に珪質溶岩が噴出した場所である。主な地表面の地熱現象は、この地塁の断層の縁の付近で一線上に並んでいる。これらの断層は、おそらく北東方向の地塁に沿った花崗岩基盤の天井で、流動体の上昇経路となっていると思われる。

地塁に隣接する東部地域には、地溝があると考えられるが、これは透過性のある断層と透過性の高い火砕層序を通って地表水が深い層まで流れることを意味している。この地溝は東西方向の断層と交差している。

スニル火山北西山腹には、多数の噴気が観察されるが、これは更新世後期の火山活動によって形成し始めたスニル火山と関連のある熱活動の結果できたものである。そのため、スニル火山の下に、溶岩の断裂と断層に沿って高温の貯留層が存在すると推測される。この地熱系は、おそらく亜円形構造内にあって、サマラ川沿いの地塁によってZUNIL-Ⅰ地熱系から孤立していると考えられている。

以上のことから、ZUNIL-Ⅱ地熱系内の地熱開発の最有力候補地としては、サマラ東部の円形構造内が適しているとの結論が得られた。

物理探査の結果

アプローチ・スタディー実施中にＩＮＤＥから提供してもらった重力測定、マグマ測定、および垂直電気探査(VES) の物理データーは、物理探査の観点からまとめたZUNIL-Ⅱ地域の構造モデルを構築する目的で再度データー処理を行なった。データーの再処理および再解釈の結果は、物理探査評価報告書 (WJEC-TELECTRO, 1990 c) にまとめられている。

次に同調査の中で重要と思われる点を述べる。

重力測定データーを再処理し、その結果に基づいて基盤の形態を推測してみた。図３．４は、ブーゲー異常に地形学的な修正を入れた地図である。この地図には、ZUNIL-Ⅱを通過する北東～南西方向と北西～南東方向のふたつの大きな基盤の傾向が示されている。二次元モデルによれば、北西～南東方向にのびる基盤は、サンタマリア火山とラ・カンデレリア山との間を通っており、基盤の隆起と玄武岩の溢出に関連する同方向に広がる高密物質によって形成されていると考えられる。一方、北東～南西の傾向を形成しているのは、北東から南西にむかって深くなるくさび形の基盤隆起であると思われる。その北側の縁はサマラ川の方向をおおよそたどっている。この隆起の天井の形は非常に変則的で、前述の亜円形構造の内部に陥没した地域があることを示している。重力測定の三次元モデルでは、これらの構造の存在を確認した他、ケサルテナンゴ流域を中心とした陥没地帯があることを示している。また、地球電気データに基づいた電気基盤の分布からも同様の特徴が観察されている。

サマラ川東部地域における推測上の基盤分布によると、東から西に向かって沈下を伴った陥没

地域がある。しかし、この陥没地帯内のパクスムクス周辺のサマラ川沿いに、まわりと比べて地塁のように隆起している場所がある。これは、地球電気データーの処理でも確認されており、図3．5が示すように、電気基盤の隆起は、重力測定の結果や電気異常の全般的な傾向と合致し、さらに、主要地域構造調査の地質データーともぴったり一致している。

また、電気調査の結果、異常地帯がスニル村からアルモロンガまで線状に伸びていることもわかった。

第4章　最有力候補地における調査

1989年8月28日から9月2日までにグァテマラ市において開催された第3回コンサルタント会議で討議した結果、ZUNIL-Ⅱにおける最有力候補地としてサマラ川東部が選ばれた。さらに、同地域の構造についていくつかの不明点を解明するために、同コンサルタント会議では、WEST JEC Y ELECTRO S.A. コンサルタント会社によって追加調査としてCSAMT、水銀、ラドン地質調査を実施することが提案された。

地質調査

これらの調査の目的は、サマラ川東部の円形構造がカルデラであるか否かを解明することであった。そのため、コンサルタントに対して、岩石の年代測定、火砕岩の層序の相関関係の調査、同地域にある主な岩石の調査を行なうことが提案された。これらの調査の状況と結果は、他の一般的な地質調査とともに、地質調査報告書(WJEC-TELECTRO) にまとめられている。

同調査の結論として、サマラ川東部の円形構造は、いわゆる一般的に「カルデラ」と称されている構造ではなく、一連の円形断層に囲まれた陥没地帯であることがわかった。この推定は、Z－19番(579メートル) の井戸のボーリング調査の結果によっても確認された。この井戸を掘削したところ570メートルの深さに花崗岩の層が見つかったが、これは露頭からの垂直な陥没が約500メートルであることを示している。

サマラ川東部のこの円形構造内には、0.20百万年前の若い火山活動がある。岩石調査を行なったところ、スニル火山の下では、深い苦鉄マグマと浅い珪質マグマが混じりあったという推測がなされた。

CSAMT調査

同調査は、残るふたつの小径井戸を掘削する地点を選抜するための追加データベースを作成するために実施された。そのため、同地域の下層土の電気構造を正確に把握するために必要な密度で編目を引き、これを使ってボーリング地点の選抜を行なった。測定ラインは、N150（？）方向に選んだ。7本のラインの総長は、A～Gまでが16キロで、各ステーション間の間隔は 150～250メートルとした。

同調査の主な結果は、次のとおりである。

- 調査地域の北東部のフマロラ・ネグラでは、５ohms-m以下の低い抵抗の異常が検知された。
- 北東部の異常は、サマラ川に沿った深い地域に、同じものがパチャミヤ川にそって浅い地域に広がっている。
- 調査地域南部では、不連続電気を発生する低い抵抗力の異常地帯が、１本は全般的な電気異常の北側に１本は南側で観測されている。
- この不連続電気異常の北側の抵抗基盤は浅く、南側では深い。

これらの観測データーをもとに、井戸のボーリング地点として最適な地点は、次のようにまとめられる。

a) 北東部の地熱貯留層は、Ｆ１のように北東～南西方向の断層内とその周辺、およびサマラ川沿いの断層内とその周辺で形成されている。これらの断層は、事前に実施した別の地球科学調査で推測されたものである。ここから、浅い水流の分布は、Ｆ１と同じように東～西（西北西～東南東）方向の断層に決定づけられていると考えられる。

b) 北西部の貯留層の深さは、電気基盤の深さをもとに200～500メートルと推測される。

c) 南部の地熱の貯留層は、Ｆ３とＦ４と同じように東～西方向に沿って形成されていると推測される。

d) 南部の貯留層の深さは、電気基盤の深さをもとに500～1,000メートルと推測される。

e) 南部と北西部の間にある貯留層は、おそらく孤立しており、熱源も異なっていると考えられる。

f) 北西部の熱源は、おそらくサマラ川の断層であり、南部の熱源はアスフラレス下の深い地域であると考えられる。

水銀／ラドン調査

選抜地域では、地熱流動が上昇している地点を検知し、流動体の動きを決定する断裂地帯の所在を確認する目的で、約 250ヵ所で土壌および土壌空気中の水銀測定と、土壌空気中のラドン（Rn, Tn & Total Tn)測定が行なわれた。最も顕著な水銀とラドンの異常および高いRn／Tnの傾向は（文章が不完全）。これらの異常は、CyM-MKF のZUNIL-Ⅰに関する報告書の結果とともにまとめられている。以下に要約する。

土壌と土壌空気中の水銀濃度の高い地域は、Ｚ－11番からＺ－１番の井戸までパチャミヤ川沿いに東～西方向に広がっており、特にフマロラ・ネグラ周辺での水銀の濃度は極めて高かった。一方で、水銀濃度の高い地域と、土壌および土壌空気中のＨｇ異常が観測された地域は、西北西東南東方向に広がっている。この水銀異常の方向がＲｎ（Total Ｒｎ,222Ｒｎ,220Ｒｎ）異常の方向とCSAMT法で検知された抵抗の低い地域と一致しているのは興味深い現象である。

土壌と土壌空気中のＨｇ異常は、サマラ川沿いに北東～南西方向に広がっている。これらの異

常地帯、およびパチャミヤ川沿いに東～西方向に伸びる異常地帯は、両川の合流地点と、高温の塩化物の豊かな温泉近くで交差している。土壌のＨｇ異常が観測されるサマラ川沿いに北東～南西方向に伸びる地帯は、ZUNIL-Ⅱ地区南西部で北西～南東方向に伸びる異常地帯と交差している。

ZUNIL-Ⅱの土壌中のＨｇ異常地帯はサマラ川東部では、これはＺ－４番井戸周辺とフマロラ・ネグラ以外では交差していない。

フエンテス・ヘオルヒナスとアスフラレス南部周辺の地域における土壌と土壌空気中のＨｇの濃度が、ZUNIL-Ⅰの濃度と比べて低いにもかかわらず、土壌と土壌空気中のＨｇの異常が観測されるのは調査地区の東部と南東部である。南西部の土壌中のＨｇ異常地帯はチュイツィキナ地区付近で東～西方向に伸びているようである。

花崗岩が存在するにもかかわらず、調査地域の土壌空気中のラドン（TOTAL Rn, 222Ｒｎ, 220Ｒｎ）の濃度は、他の地熱地帯と比べると比較的低い。これは、おそらくこの地域の岩石の透水性が低いことや、深層を流れる地熱流動体が粘土で封鎖された断層をつたって地表に出るのが困難であることに起因すると思われる。

土壌空気中のラドンの濃度は、噴気付近では高いが、噴気付近の異常はＨｇ異常と同じような分布を示している。フマロラ・ネグラ付近のＲｎ異常地帯は、西北西～東南東方向に分布している。Ｒｎ／ＴｎのQUOTIENTが高く、深い断裂があることがあると思われる地域は、パチャミヤ川沿いに東～西方向とサマラ川沿いに北東～南西方向に狭い帯状に伸びているようである。南部のチュイツィキナ周辺のＲｎ／ＴｎのQUOTIENTは、やや東～西方向に広がっているようである。土壌空気中のＴｎの濃度が比較的高いのは、花崗岩が浅いところにあるため東から流れて来る地下水が花崗岩と接触しているからだと考えられる。サマラ川とチュイツィキナ間の地域と、パクスムクス東部でＲｎとＴｎの濃度がきわめて低いのは、花崗岩が著しく深いところに地層を形成していることを意味している。

以上のことから、次の結論に達した。

調査地域北部では、Ｚ－４番の井戸からフマロラ・ネグラまで、東～西あるいは西北西～東南東の方向に透水性のある断層が存在し、その間を通って熱水が深いところから流れている可能性が非常に高い。

サマラ川沿いに北東～南西方向に透水性のある断層が存在することが推定される。しかし、北東～南西方向の地球化学的異常があることから、東北東～西南西と北東～南西方向にいくつかの断層が入り組んでいると思われる。いずれにしろ、流動体が流れ出しているサマラ川に沿って北東～南西方向に透水性の高い地域が存在する可能性がある。

調査地域南部には、フマロラ・ネグラから現在流動体が流れ出している地点があるチムクバル南部まで、透水性ある地域が存在すると推定されている。また、チュイツィキナとＺ－19番の井戸周辺に、東～西方向に伸びる透水性のある断層が存在すると考えられる。しかし、この断層が深いところから上昇する流動体の経路になっているかどうかはまだ明らかではない。

ＨｇとＲｎ調査の結果に基づいて推定された断層は、地質調査で確認された断層と正確に一致はしないものの、透水性のある断層の方向は地質調査で確認された断層の方向と合致している。

高濃度のＨｇとＲｂ／Ｔｎの高いQUOTIENTが観測された地域は、地熱開発の有力候補として挙げられる。

有力候補地における地熱モデル原案

序　論

地熱系を評価するためには、地質、地熱、水文構造を理解する必要がある。特に、選抜地域では、地質構造が地熱および水系に決定的な影響を与えている可能性が高い。この構造を解明するために、LANDASATから送られてきた映像や、地質調査、地域物理探査（重力測定、電気測定）、CSAMTの物理探査および現在までに実施されてきたボーリング調査のデーターを使用した。

地熱系は、貯留層の温度と流動体の伝達パターンと密接に関連している。このシステムを解明するため、火山活動の特性調査、水銀調査、地球科学温度測定調査、流動体の化学的特性およびアイソトープ、井戸の水温調査などのデーターを使用した。

また、水系を解明、評価する目的で、地球化学調査、水銀／ラドン調査、垂直電気探査、CSAMT調査、熱水変化調査のデーターを総合的にまとめた。

これらの調査で得られたすべての結果を総合的に分析し、ZUNIL-Ⅰとサマラ川東部を含む地域の地熱モデルの原案を作成した。同モデルの精度をあげるには、現在あるデーターではまだ不十分であり、そのため小径井戸のボーリング地点が提案され、これによってモデルの精度をあげることが考えられている。

構造条件

引張力地帯内にあるケサルテナンゴは、火砕物質を大量に生産した地域である。ケサルテナンゴ・カルデラは、北西と北東方向のふたつの大きな構造線系が交差する地点にある。

ZUNIL-Ⅱ内の有力候補地の地質構造は、北西、北東、東～西方向の断層と、円形断層が決定的な要素となっている。

重力測定の異常地図から、サンタマリア火山とセロケマド山の間に、北西～南東方向の断層系が発達していると推定された。この断層系は、抵抗力の低い異常地帯の調査でも見つかっている。この断層系の他にも、電気異常の分布図から、北西方向の断層系の存在が推定されている。この断層系では、主にアルモロンガ谷に沿った断層とZUNIL-Ⅰ平野を横断する断層が確認された。このZUNIL-Ⅰにある断層は、透水性分布図の重力の低い地域と、磁気異常図の磁気の低い地域をもとに検知されたものである。アルモロンガ谷沿いに北西方向に伸びていると推定されている断層は、重力測定あるいは磁気測定図ではあまり明確に現われていない。

図３．１でわかる通り、サマラ川東部には北東方向の断層がいくつもある。これらの断層も重

力異常図でははっきりとわからず、その線はスニル村とZUNIL-Ⅰの周辺では複雑にいり組んでいる。このことから、この線状構造（リニアメント）はひとつの断層ではなく、（いくつもの断層が集まった）断層系であると考えられている。この傾向にそって抵抗の低い地域が伸びている、熱水は、この断層系の関連のある断裂を経路としているのではないかと考えられている。

サマラ川東部にある花崗岩の露頭の西側は、北東方向の断層系の断層のひとつと交差しているようである。この断層もまた、電気異常分布図で確認できる。

サマラ川東部には、アグアス・アマルガスを中心とする円形構造があり、その中には、陥没地帯が存在すると思われる。図５．１で示すとおり、重力測定の三次元モデルはこの推測を支持している。Ｚ－19番の井戸のボーリング調査によって、基盤が花崗岩の露頭から約500メートルの深さにあることが確認できた。ブーゲー異常の分布図によれば、陥没地帯は、南方に向かって伸びる重力の低い（78 miligals)地域の中にある。しかし、この重力の低い地域の中には、比較的高い異常を示す小さな地域があり、これは、重力特性が世界のその他の地熱体と似ており、天井がきわめて変則的な基盤であることを示している。

サマラ川沿いの北東方向の断層が垂直であるため、同じ方向に向かって地塁構造があることが推定される。この構造は、ブロック別の重力測定三次元モデルで見つかっている。また、SBVの一次元および二次元モデルによる電気基盤の隆起も見つかっている。この方向に沿って、パクスムクスの小規模な流紋デーサイト溶岩ドームの噴出がある。

CSAMT調査の結果、チュイツィキナの両側に東～西方向の不連続電気が確認された。特に、北部の不連続電気は、いずれの地表現象とも関連づけることができない。しかし、この不連続電気は、SBVの解釈の結果で観測されたものであり、そのため、火砕岩によって覆われた断層であると考えられている。

地熱系

ZUNIL-Ⅱ地熱系は、更新世後期から完新世までの活発な火山活動の行なわれている地域内にある。熱水が最も活発に活動している現象は、ZUNIL-Ⅰとサマラ川東部のZUNIL-Ⅱ地区の前で見られ、このことから更新世後期の火山活動が深成質の基盤を通して、この地盤活動に熱を供給していると考えられている。特に、サマラ川東部では、0.3から0.1百万年前のスニル火山ドームやパクスムクスの溶岩ドームのようなドームの形成と関連している珪質の火成活動が、地熱活動と熱水の変質作用における主な熱源となっていると考えられている。

ZCQ－６番の井戸で1,250メートルの深さで測定した結果によれば、ZUNIL-Ⅰ地域の基盤の天井の温度は約280℃であった。サマラ川東部のＺ－19番の井戸（約1,600メートル）で測定した基盤の温度は、200℃以上であった。これによって、ZUNIL-Ⅰからサマラ川東部までの一体の基盤の温度は高いことが推測される。

ZUNIL-Ⅰ活動の中心の温度は、地球化学温度測定法によれば270～280℃であり、塩化物とエン

タルピーの低い水のエンタルピーを混合したモデルと、深層水の推定温度に基づいて計算したところ、もっと深いところではさらに温度が高いと考えられる。

サマラ川沿いの地域の熱水の温度は、最も熱い塩化ナトリウム質の温泉（フマロラ・グランデ）での化学データーに基づいて計算したところ、210℃であると考えられている。これはZ－4番の井戸のボーリング調査でも立証された。また、噴気（フマロラ・ネグラの）のガスの化学データーによれば、この温度は300℃以上とも考えられる。

アスフラレス～フエンテス・ヘオルヒナス地域の浅い貯留層の温度は、140～170℃と考えられる。これは、熱水と噴気のデーターに基づいて計算したものである。ガスの温度測定結果によると、塩化ナトリウム質の深い貯留層が存在するならば、その温度は230～290℃に達すると考えられる。

カーボン・アイソトープの温度測定データーによると、ZUNIL-Ⅰやサマラ川東部のような更新世火山ドームに囲まれた地域の熱源に近いところにある岩の温度は、約350～400℃に達すると考えられる。

地球化学温度測定結果によると、アルモロンガ地域の地下水の温度は、温泉水中に含まれるトリチウムの濃度が低いにもかかわらず、100～（数字判読困難）℃であると推測される。

水　系

ZUNIL-Ⅱ地区の水系は、深さによって3つの地下水系に分類することができる。これらの水系は、各種層序の透水性と断層、断裂によって強く決定づけられる。

最も地表に近い水系は、火砕岩と沖積物質の中にあり、下層土中の動きは、地表の地形に準じている。この水系はケサルテナンゴ流域にあり、外周から中心に向かって流れているものと、サマラ川地域にあり標高の高いところから河川に流れ込むものがある。ケサルテナンゴとアルモロンガの流域は、ばらばらの火砕岩で埋まっているため、この地表面の水系は、さらに深いところまで浸透することができる。地下水の安定同位元素を調べたところ、ピナル平野（Llano Pinal）とスニル谷の表面水系に流れ込む水は、サンタマリア火山、セロ・ケマド山とスニル火山の斜面から浸透したものである。

中間の水系は、第三紀と第四紀の火山性物質の間を流れている。この水系の水は、間げき率の高い物質と断裂の間を花崗岩基盤の天井の地形にそって流れている。

サマラ川沿いにあるスニル谷の中間の水系の水は、ケサルテナンゴ～カンテル流域とアルモロンガ～スニル流域から浸透したものである。ZUNIL-Ⅰ水系は、ケサルテナンゴ～ピナル平野から浸透し、ZUNIL-Ⅰに平野の南西から流入していくものである。さらに詳しく見ると、ZUNIL-Ⅰ内で、この中間水系は蓋のような層（autosealing layer)を境に別々の水系に分かれている。同水系の上部は、化学的には炭酸質の水系で、下部は塩化ナトリウム質である。

サマラ川沿いの熱水源は、高温で塩化ナトリウム質の深層水と炭酸質の浅層水が混じり合った

ものである。この地域に見つかった噴気は、深層の塩化ナトリウム質の貯留層の水が蒸発した時に吹き上がるものである。この地域の塩化ナトリウムの貯留層には、蓋のような層（sealing layer)があるため、浅層からの炭酸質水が浸透していかない。

前述のとおり、サマラ川東部には円形構造があり、その中は大量の火砕岩が集積している。この火砕質の層序に中間水系がある。同水系は CSAMT探査によって見つかった不連続電気を通して円形構造の縁に見つかった。同水系の流動体は、スニル火山北西部山腹で熱せられ、その蒸気が上昇経路を通って地表に吹き上げ蒸気地帯を形成している。

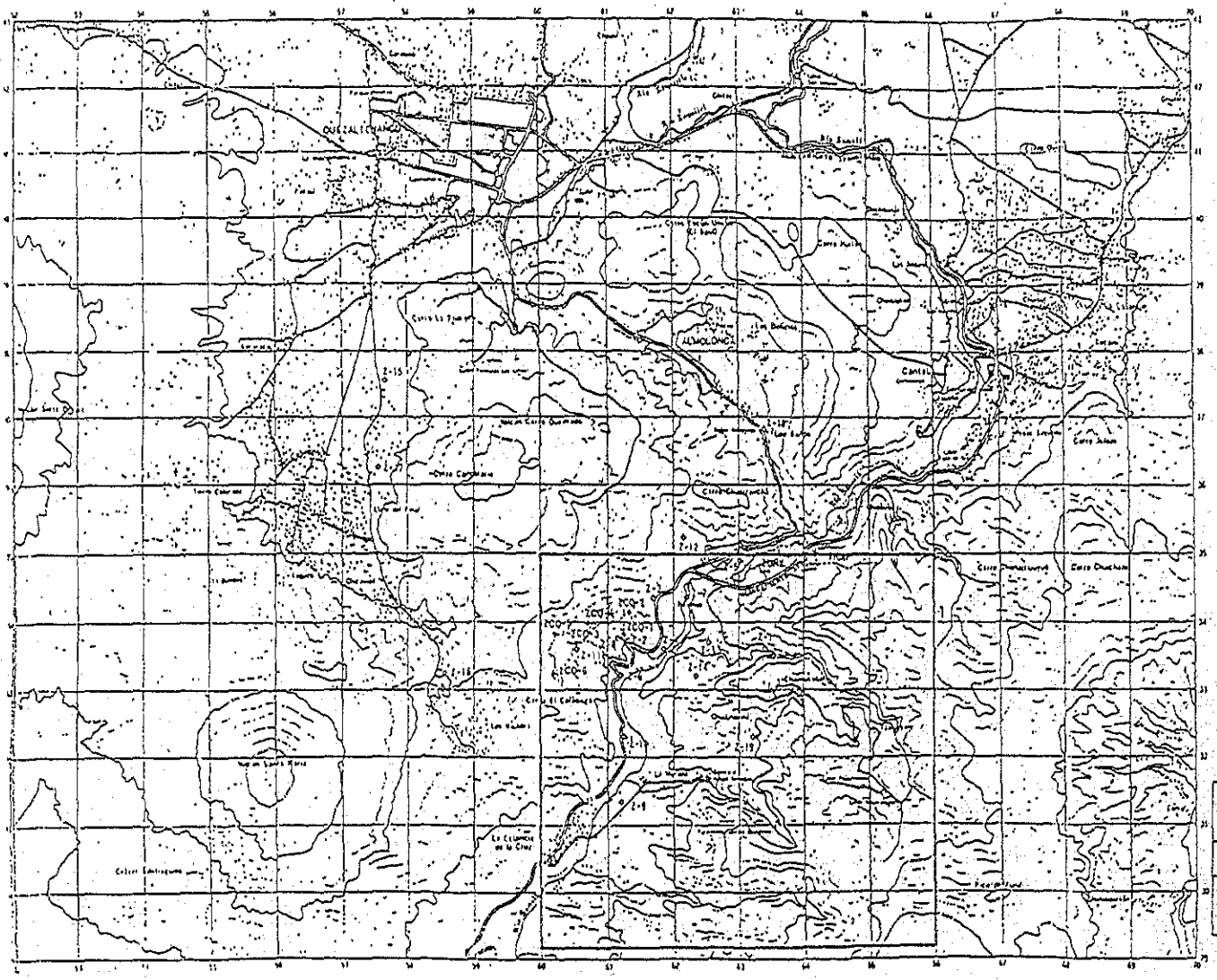
ZUNIL-Ⅱの最有力地とZUNIL-Ⅰの最も深い地層にある水系の水流は、主に循環経路である花崗岩の断層と断裂によって決まっている。鉱物学的均衡計算の結果とこれらの流動体の化学特性から、花崗岩と十分に相互作用していることが考えられる。地球電気調査とCSAMT調査結果を解釈したところ、図５．２に示す地塁に沿って、この流動体は隆起した柱の断層に沿って動いている。一方でケサルテナンゴ・ピナル平野から、もう一方でケサルテナンゴ～カンテルから浸透してきたふたつの水の流れは、浅い層で炭酸質の貯留層となって合流する。

サマラ川沿いの水系と地質構造から生じる電気異常は、前述のサマラ川東部の円形構造の内部と類似の形態で生じている。そのため、同地域にも熱水の貯留層が形成される条件がそろっていることが考えられる。

サマラ川東部のZUNIL-Ⅱ内の最有力地には、３つの独立した熱水系が存在すると考えられている。これは、断層の方向、サマラ川沿いの地塁構造、熱源の違い、ラドンと水銀の異常と円形構造の存在をもとに推定されたものである。

概念モデル原案

以上の説をもとに、図５．３に示すようなZUNIL-Ⅱの地熱系の概念モデルが構築された。同モデルは、ZUNIL-Ⅰ地区以外の地表で収集されたデーターにもとづいて構築されたものである。サマラ川東部の最有力地に独立したふたつの地熱系がある。これらの地熱系を確認するため、小径井戸を２ヵ所に掘削することが提案されている。このボーリング調査の結果、これらの地熱系の特性と規模が解明されることが期待される。

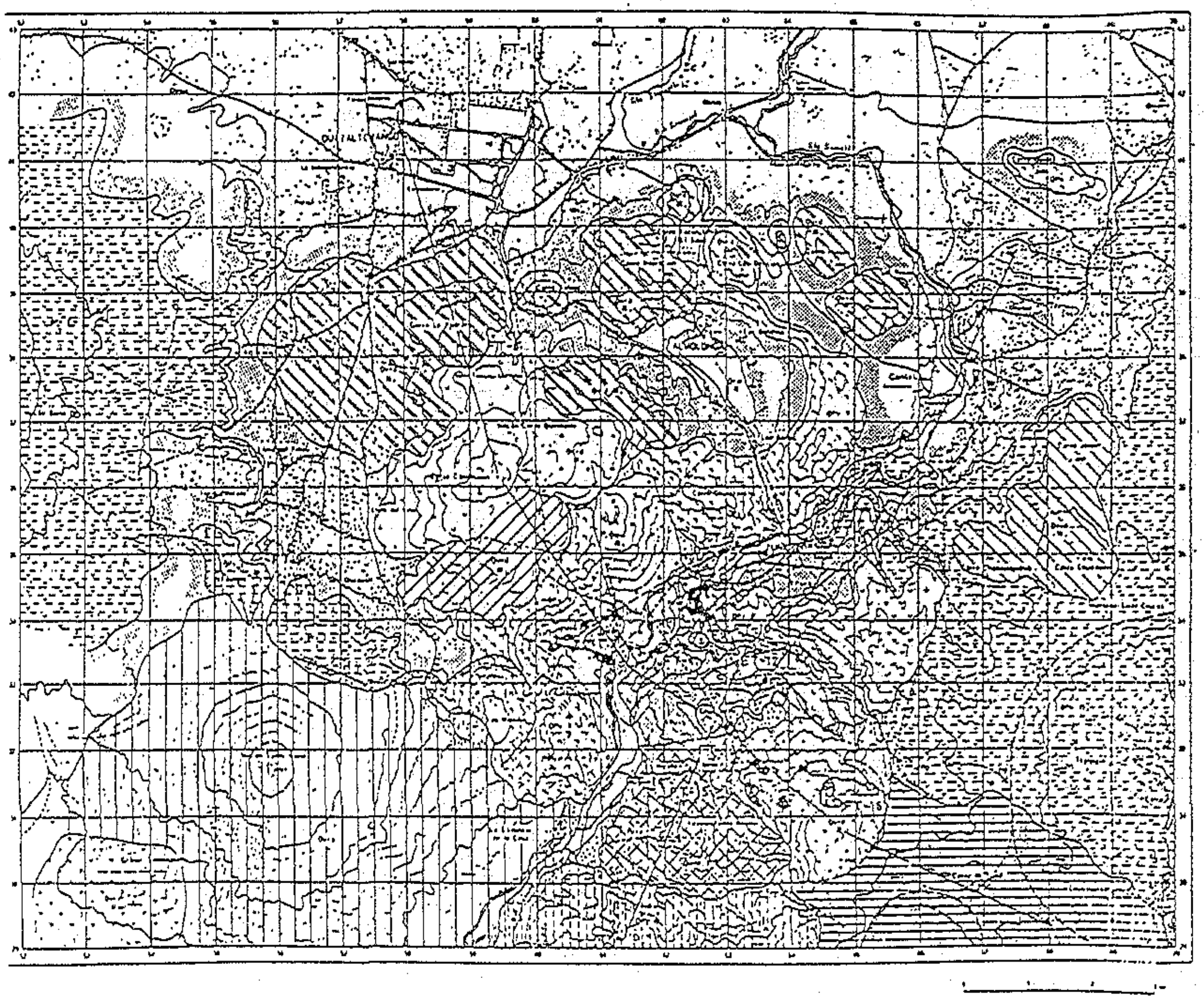


候補地

国立電化協会
INDE - GUATEMALA C.A.

スニルII 地熱プロジェクト

調査地域と選抜地域の地図



凡例

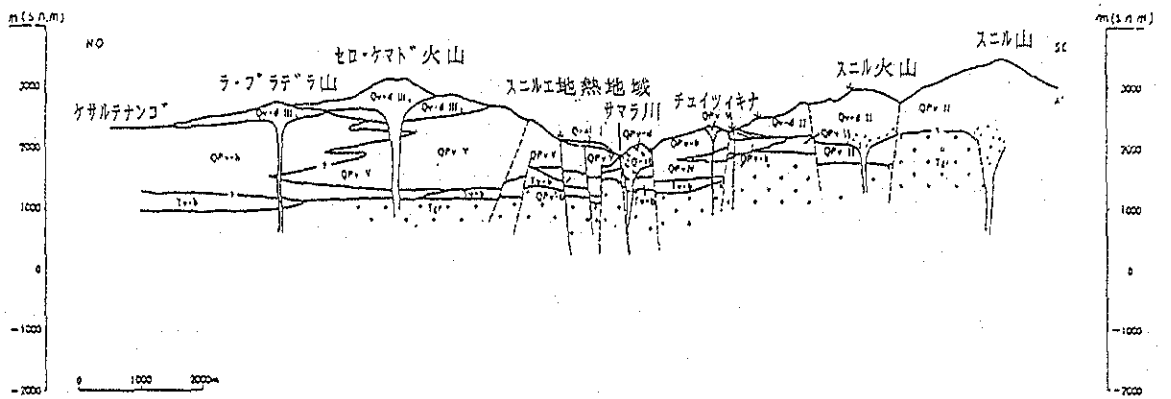
完新世
- 沖積堆積物
- 崖錐堆積物・テフラ

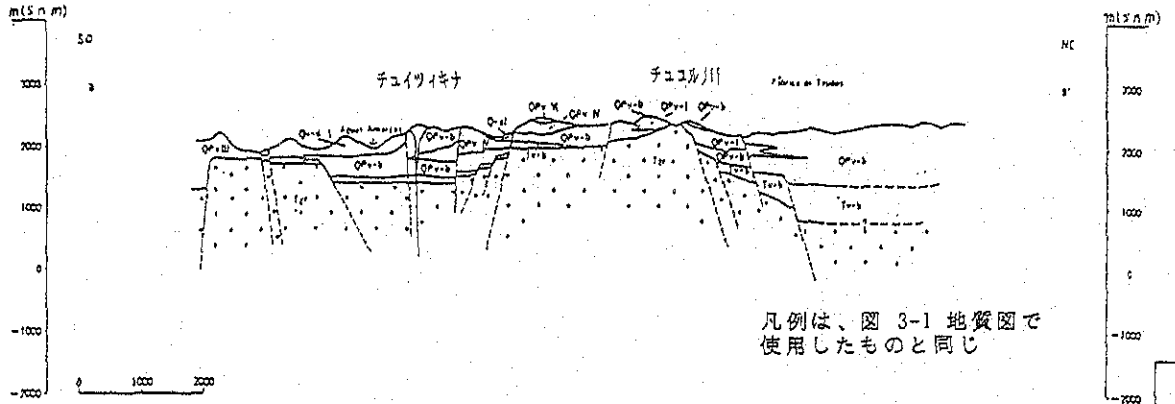
更新世 後期
- サンティアギートト火山岩
- 1785 年の溶岩
- スニル 滝溶岩
- カンデラリア山溶岩
- チャトック溶岩
- アデリア山溶岩
- スニル 火山溶岩
- フェンテス・ヘオルヒナル溶岩
- サンタ・マリア火山岩
- パクスムクス溶岩

更新世 ー 前中期
- パチャミヤ溶岩
- アルモロツガ溶岩 エル・ガラパゴ溶岩
- チュイムクハル流紋岩
- サント・トマス溶岩
- スニル山溶岩
- シェテ・オレラス溶岩 シェテ・クルセス溶岩
- 火砕岩

中新世 ー 鮮新世
- 第三紀火山岩
- 深成岩
- 主断層
- 副断層
- 〜破断
- 地質境界
- 地質断面
- 変化帯
- 岩石の
- 〜法
- 〜法

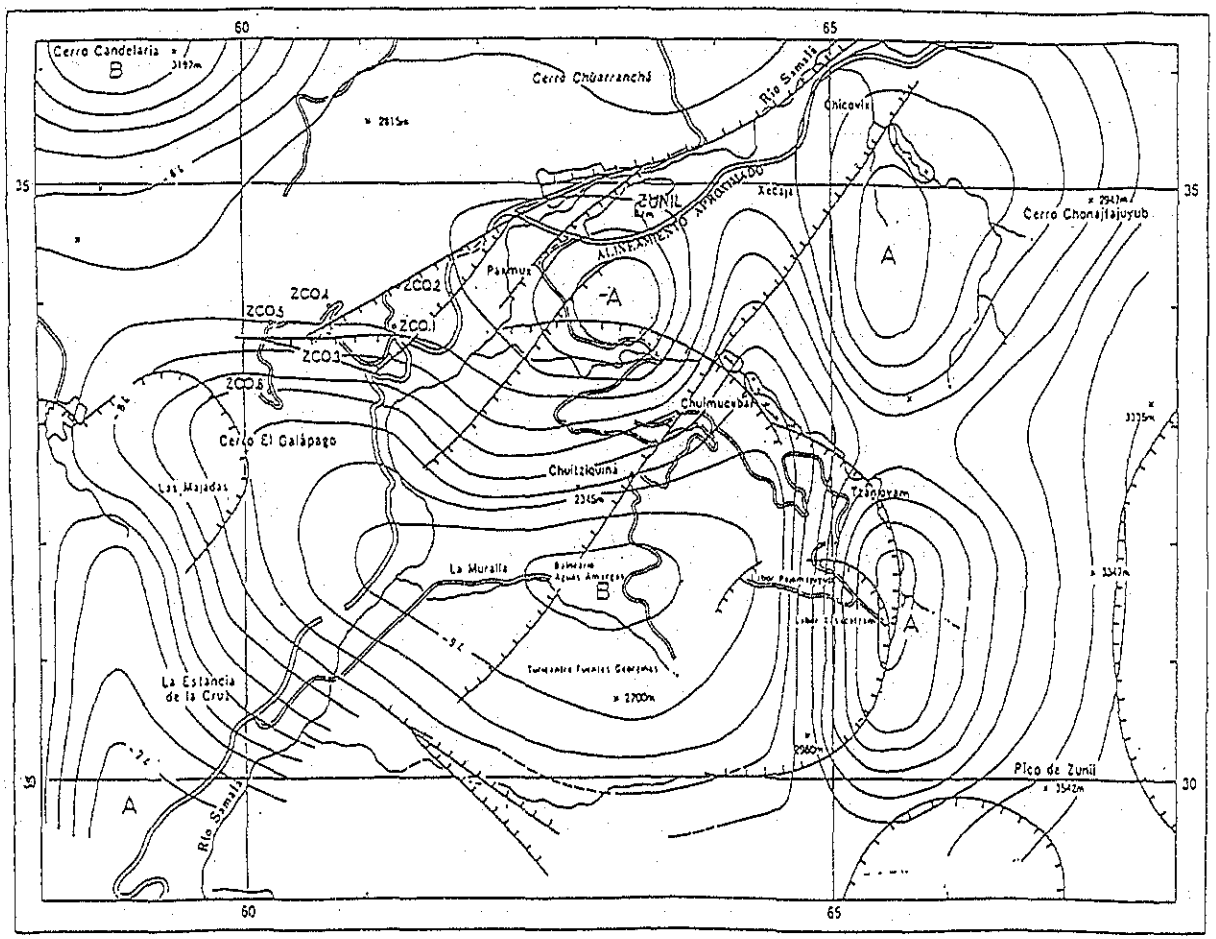
国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
スニルII 地熱地域地質図





凡例は、図 3-1 地質図で
使用したものと同じ

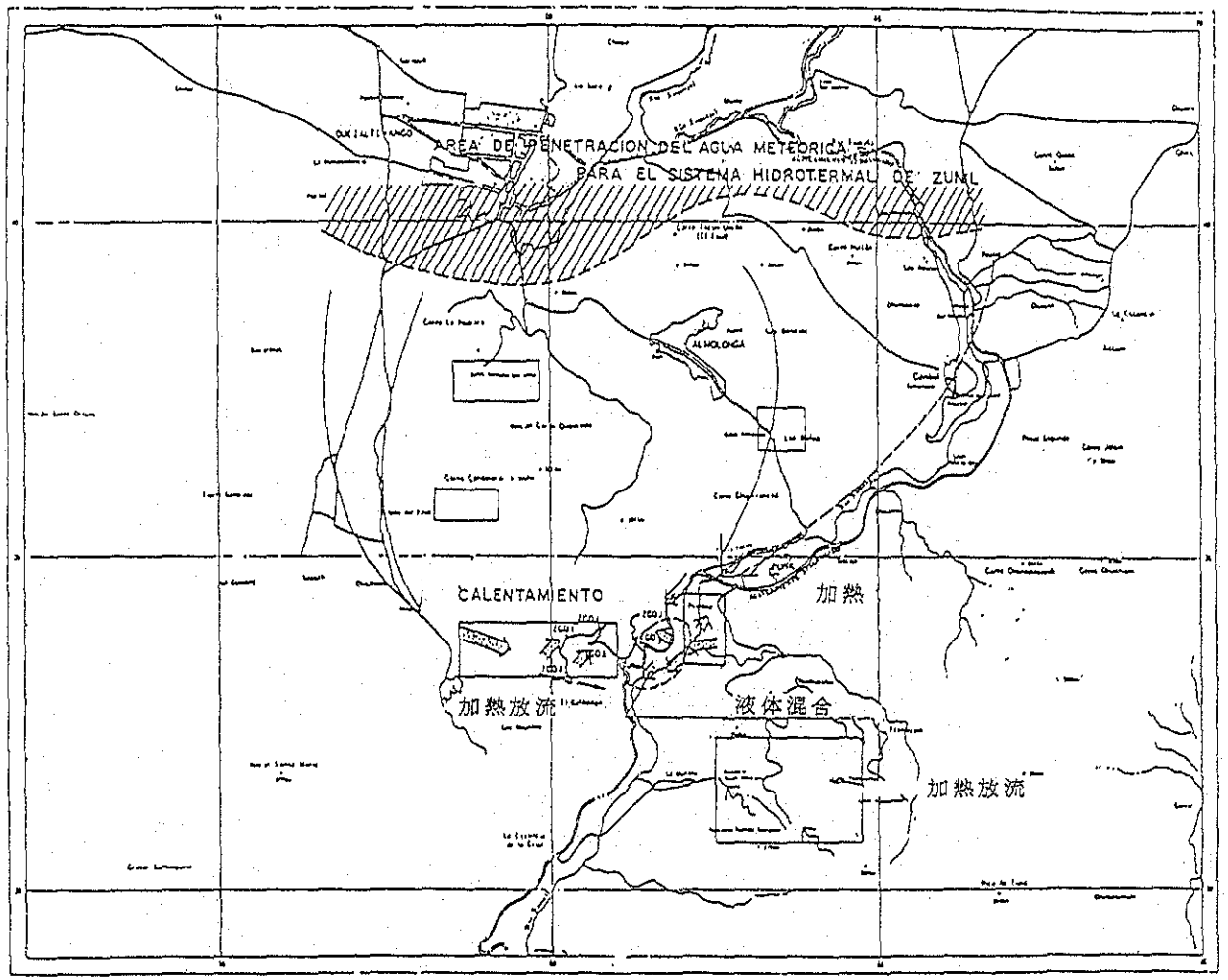
国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
地質断面図



地質から予想される断層

—94—
3D モデルにもとづいた
周辺図（ミリガル）

国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
地質と重量測定にもとづいて 推測される断層の位置



スニルII系 かん養地域

各システムの高温水を貯水したり放流するエリア

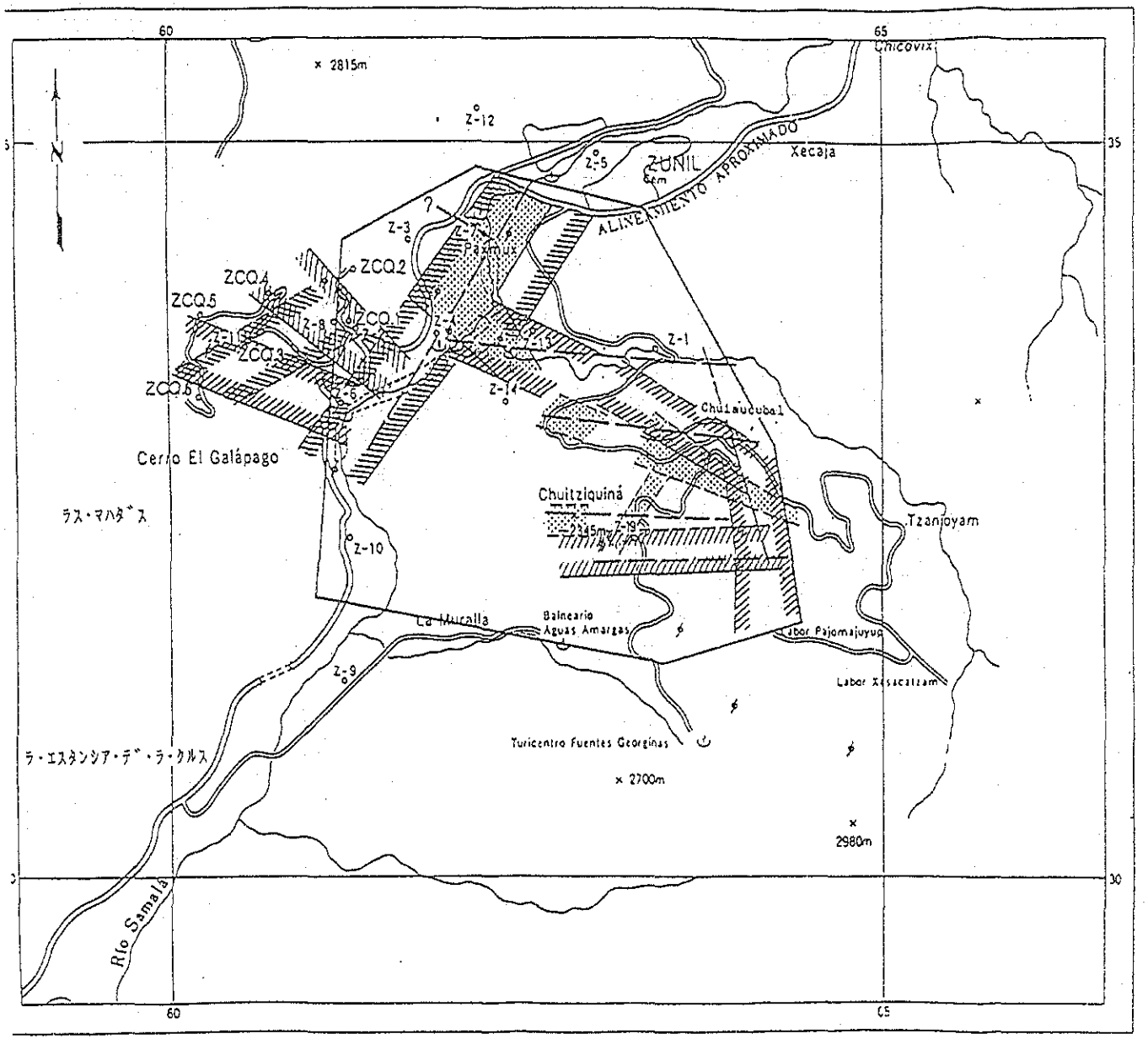
冷水の流れ

Cl 型深温水の流れ

Cl 型温水の流れ

蒸気で暖められた温水

国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
スニルII地区 地下水の流動図



本調査地区

異常地区

異常地区

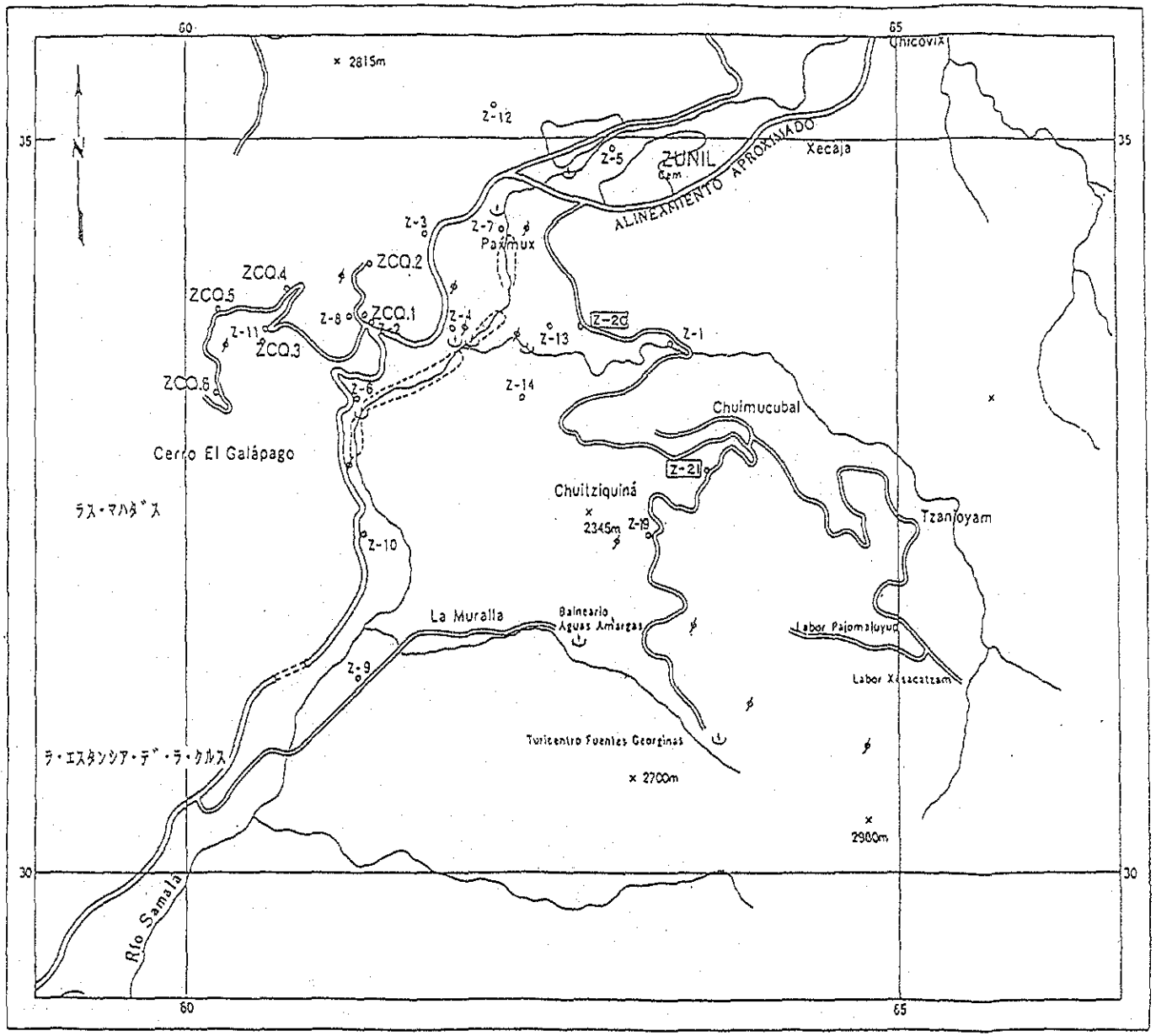
高 Rn 線

：噴気

：温泉

：温泉地区

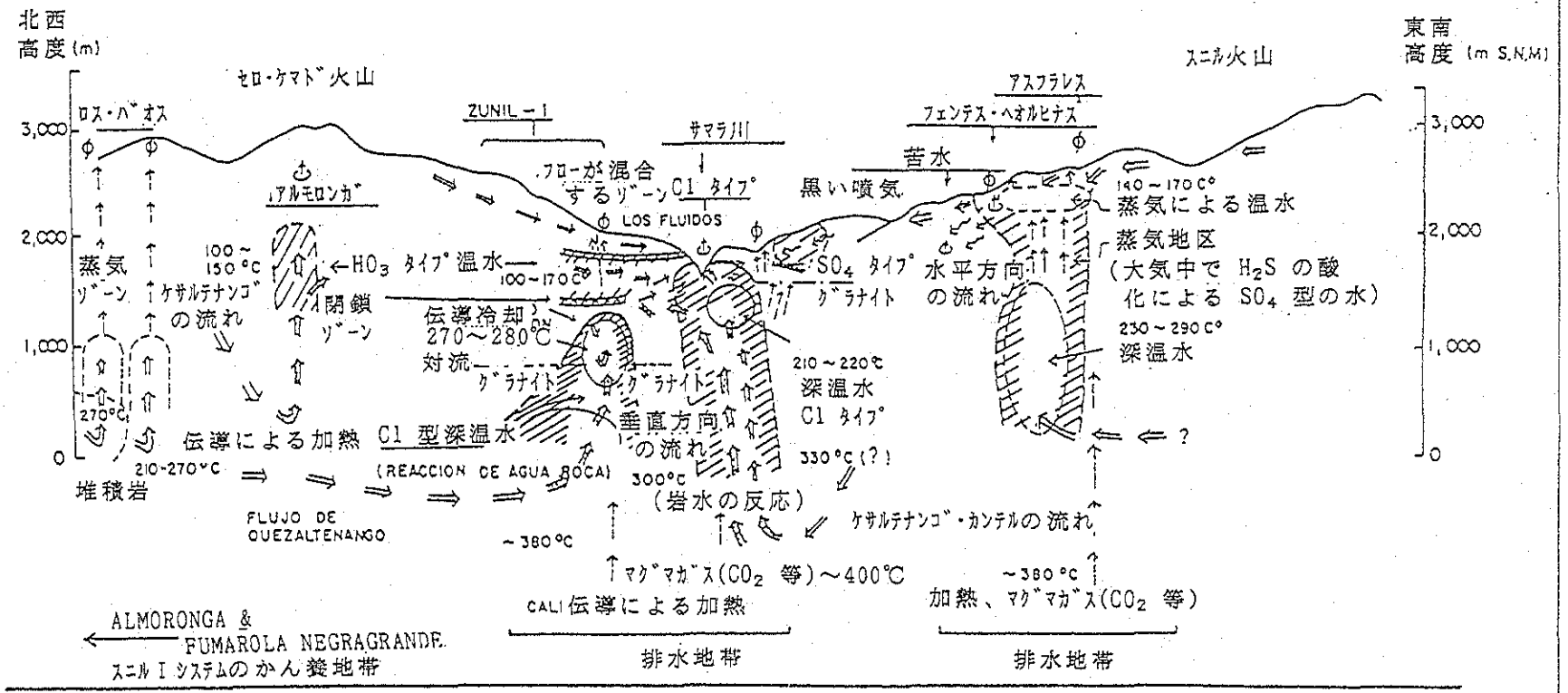
国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
ｽﾆﾙII 地熱ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ
Hg と ? の異常に基づく 優先地区



Z-20 位置

♨ : 噴気
♨ : 温泉
♨ : 温泉地帯

国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
小径井戸の所在地



地下流体の流れ

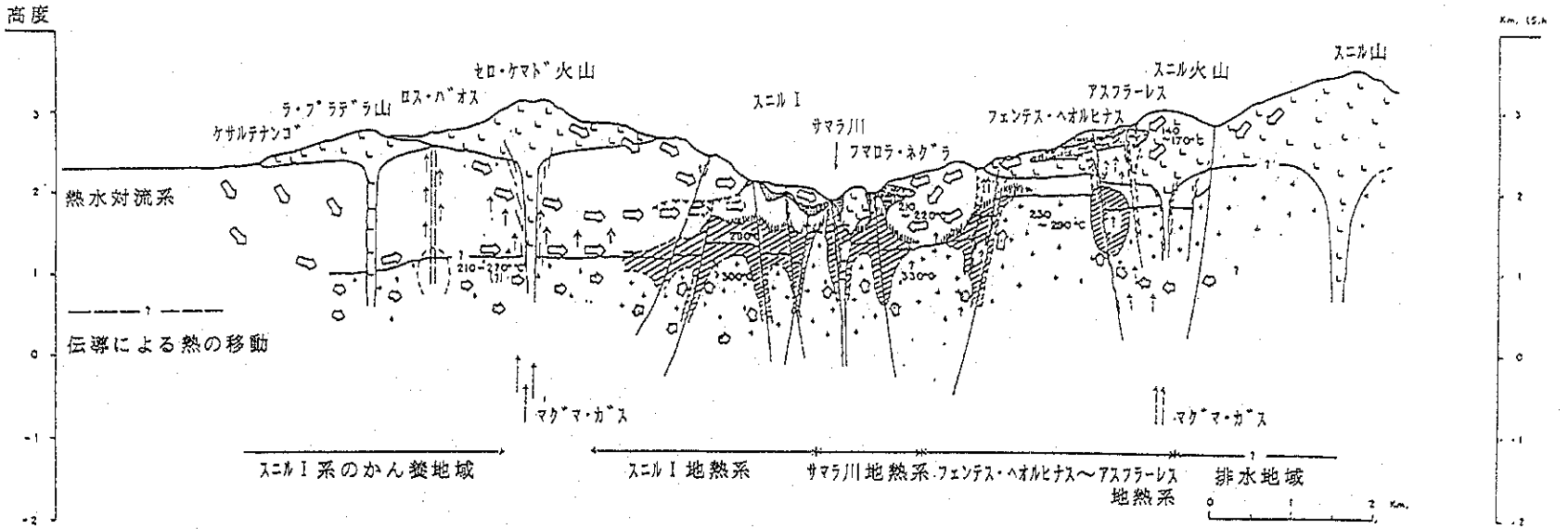
⟹ 冷水の流れ

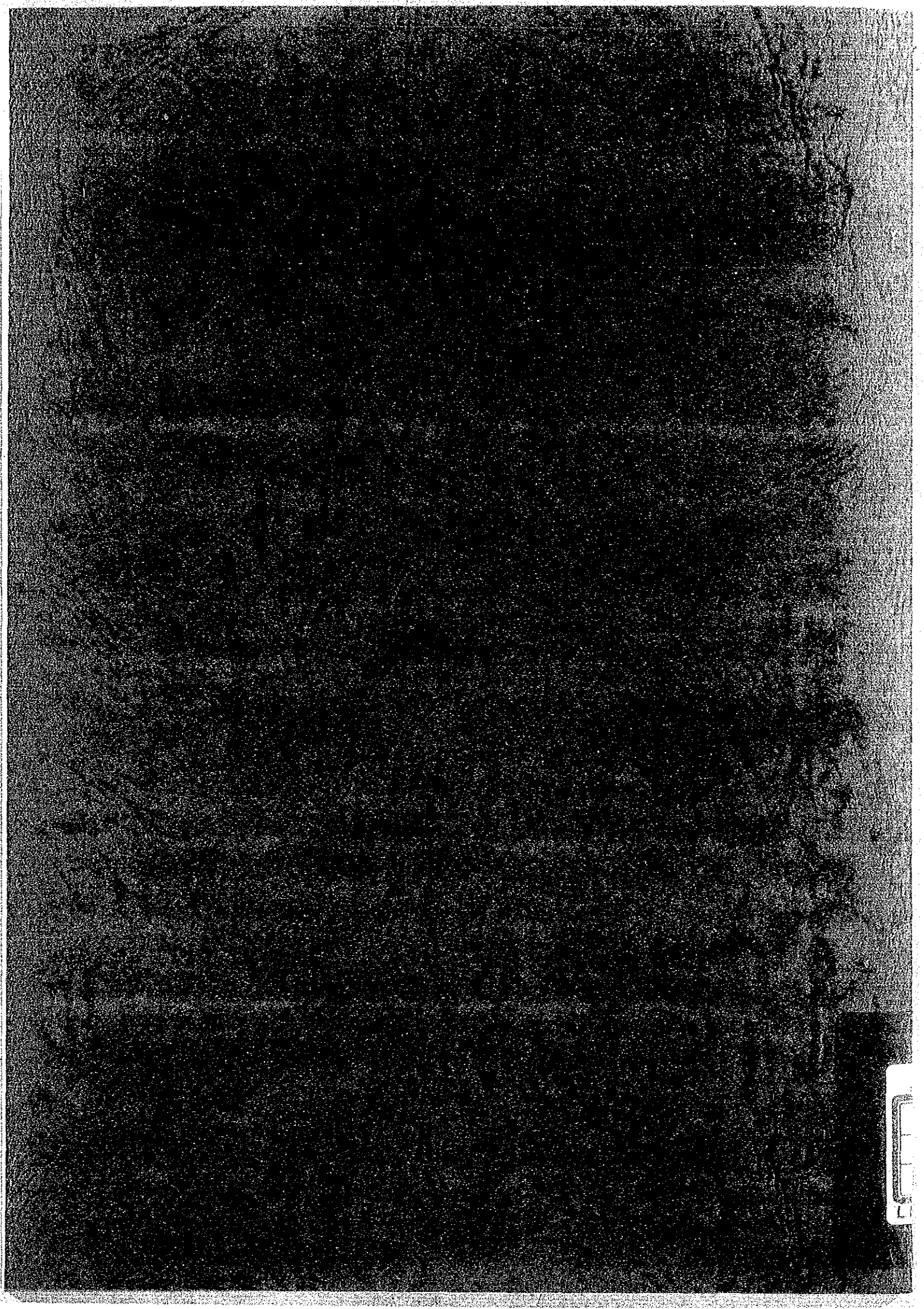
⟿ Cl 型深温水の流れ

⟶ 蒸気の流れ

⇝ 蒸気による温水の流れ

国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニル II 地熱プロジェクト
熱水系の水文地球化学モデル (北西 － 南東)



更新世後期火山
花崗岩基盤
酸性変質
ホウカイ岩と石英の沈澱によるセルフ・シーリング・ゾーン
SO_4 タイプ貯池
Cl タイプ貯池
断層
高透水性地区
冷水の流れ
Cl タイプ深温水の流れ
HCO_3 タイプ深温水の流れ
温水の流れ
蒸気の流れ

国立電化協会 INDE - GUATEMALA C.A.
スニルII 地熱プロジェクト
スニルーII 有力候補地の概念モデル草案