

5 章 水源調査

5 章 水源調査

5.1 表流水

対象地域における村落給水の表流水利用の可能性について検討するため、聞き取り調査および流量観測等の現地周辺踏査調査を実施し、水源に関する情報収集を行った。

5.1.1 河川・湖沼水

河川（定義は現地地形図上で Rio と分類される）特に Madre de Dios 川、Beni 川規模の河川を 1 次河川とすると、3 次-4 次河川前後のレベルが溪流（Quebrada）や小川（Arroyo）に該当する。水源としての河川水利用としては、フェーズ 1 およびフェーズ 2 村落踏査を通じ、ベニ県 Puerto San Borja(No.250)で近傍の Apere 川、パンド県の Pena Amarilla(No.93)で Beni 川、Puerto Madre de Dios(No.74)で Madre de Dios から直接取水して飲料水としている集落を確認した。これらの河川では、雨期、乾期を通じて流量が確保できるものの、乾期でも濁度が高く（黄褐色）更に雨期と乾期の水位差が大きいため取水地点を変更する事が必要となる。また、特に水汲み場で柵等を設けているわけではないので家畜の侵入も避ける事ができない。なお、湖沼水については、比較的規模の小さい池(Posa)を水源として利用する集落がある場合、後述の溪流・湧水の分類として考える。

5.1.2 溪流（Quebrada）

溪流取水は、主にベニ県西部に位置する San Borja 市から Rurrenabake 市にかけて、南北方向の道路沿いに位置する集落で実施されている。この地域はベニ県の中でも丘陵部を背景にしたところで、村落から 5km～10km 程度離れた地点で湧水を起源とする溪流に、取水工を設置し、途中の貯水タンクを経ながら、PVC 管を用いて自然流下式で村落まで送水するものである。

村落踏査を行ったフェーズ 1 では、この地域で最大規模の集落である Yucumo(No.83)の溪流取水の概要を調査した。調査を行った 10 月は乾期末に当たり、河川流量は基底流量に相当すると考えられる。図 5.1.1 に取水位置図を示す。

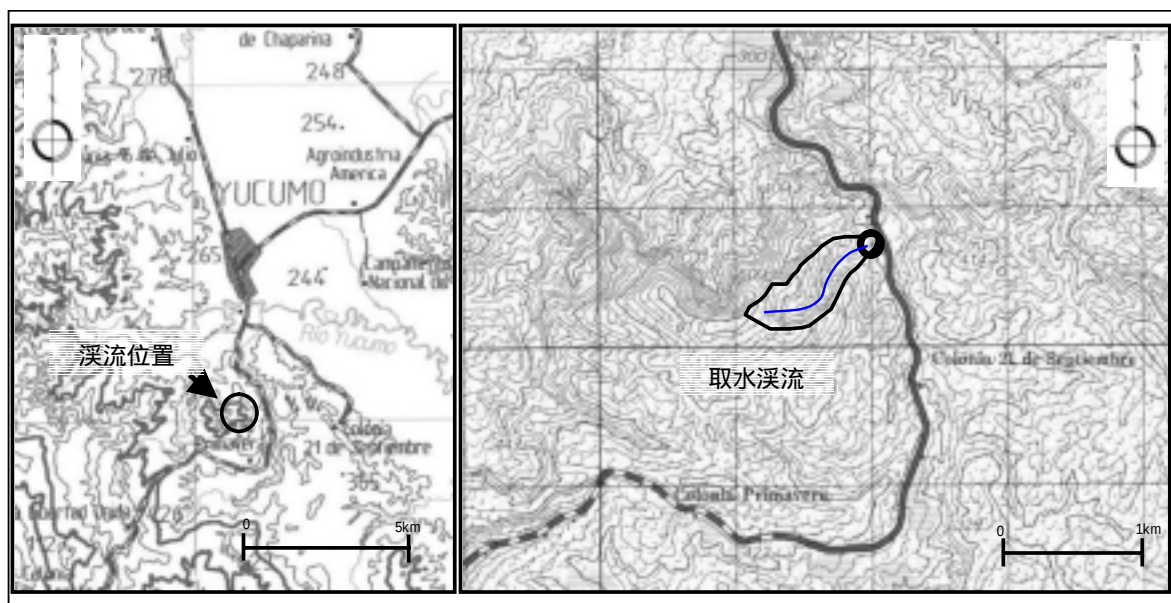


図 5.1.1 Yucumo における溪流取水水源の位置

取水位置は Yucumo 市街地から南へ約 3km の Yucumo 川支流にあり、流域面積は 3.05km^2 である。村落踏査時の簡易計測により流量は約 $0.007\text{m}^3/\text{秒}$ ($=604.8\text{m}^3/\text{日}$) が観測され、比流量は $0.0023\text{ m}^3/\text{秒}/\text{km}^2$ となっている。

さらに、Yucumo から Rurrenabaque 間の道路沿いに分布する他の村落においても、溪流取水を主体として水源を確保している場合が多い。この地域の溪流取水の利用可能性を検討するために、道路と溪流の交差点で流量観測を実施した。

表 5.1.1 に流量観測結果（2000 年 6 月）と比流量を、図 5.1.2 に流量観測を実施した溪流の平面図を示す。流量観測を実施した各地点の比流量は、地形地質条件による伏流量による差や、局地性の気象条件による降雨量の差などによる差が生じているものの、乾期に一定の流量が確認されていることがわかる。

流域番号	溪流名	流域面積	実測流量	比流量
		km^2	m^3/sec	$\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$
Q-01	Caripo	24.05	0.94	0.0391
Q-02	Yacuma	68.13	2.09	0.0307
Q-03	Chimal	23.53	0.28	0.0119
Q-04	Bartazal	115.77	1.81	0.0156
Q-05	Colorado	219.71	1.85	0.0084
Q-06	Tacuaral	42.29	0.67	0.0158
Q-07	Piedras Blancas	24.10	0.48	0.0199
Q-08	San Bernardo	28.31	0.49	0.0173
Q-09	Playa Ancha	49.27	0.10	0.002
Q-10	Cauchal	47.60	0.51	0.0107
Q-11	Asunta	67.87	0.46	0.0068
Q-12	Hondo	33.70	0.44	0.0131

表 5.1.1 流量観測結果

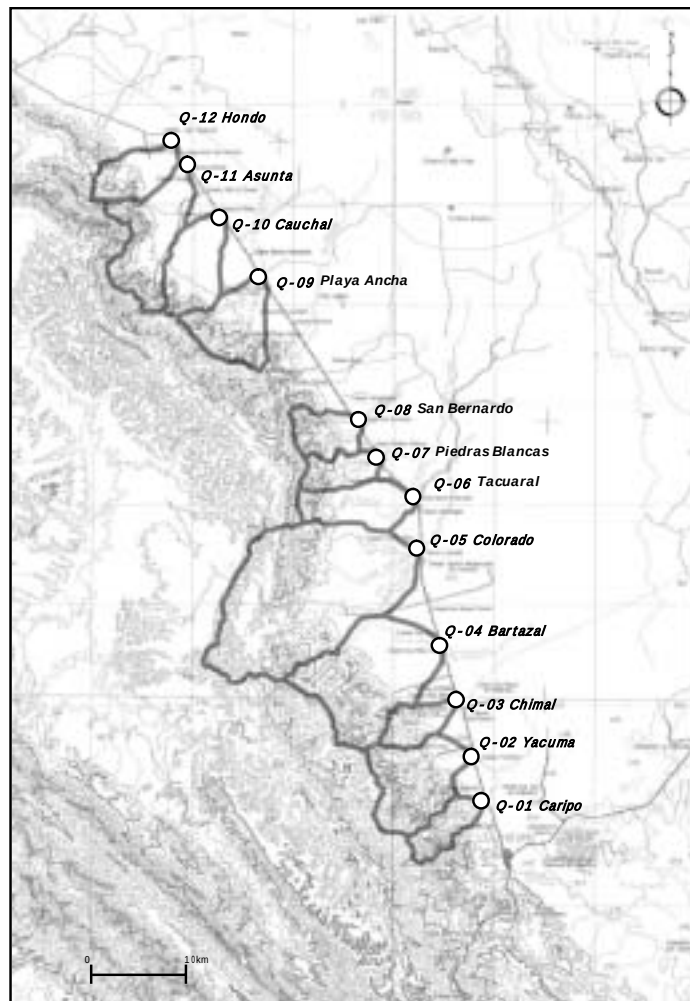


図 5.1.2 流量観測実施溪流位置図

5.1.3 小川 (Arroyo) ・湧水 (Vertiente)

小川は主にパンド県で利用されている。湧水流量は、雨期には周辺からの中間流出を受けて増加するが、乾期最終時期には低下し、湧水を起源とした涵養による流れが優勢となる。

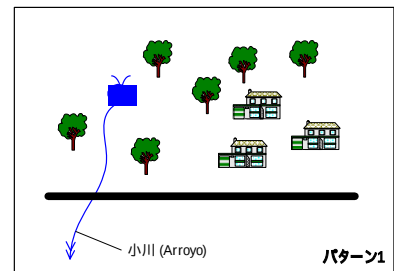
湧水の利用はパンド県およびベニ県の北部 (Riberalta 方面) で多く行われており、村落規模が比較的小さく、水量・水質に問題がない場合はもっとも経済的な水源となりうる。ただし、これまでに系統的な流量調査や水質の調査が実施されたことはなく、村落によっては飲料水としては不適な水を水源として使用している場合もみられた。

(1) 小川・湧水利用のパターン

台地状の地形が分布するパンド県では、小川や湧水を飲料水として利用している集落が多い。ただし、その水源の確保の方法は集落により異なる。本調査では、今後水源を開発するにあたり、その水源の利用状況を以下のパターンに区分した。

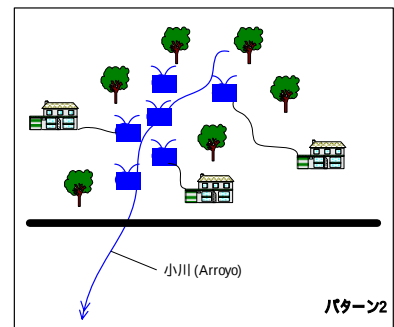
1) パターン 1： 1 点の湧水箇所を水源とする集落

集落の近傍に代表的な湧水点があり、集落の各家庭がこの 1 点の湧水地点から飲料水を汲みあげ、運搬して利用している。水質は湧水の位置により異なり、台地状集落の下位に位置する場合や、道路沿いに掘られた湧水は汚染されている可能性がある。



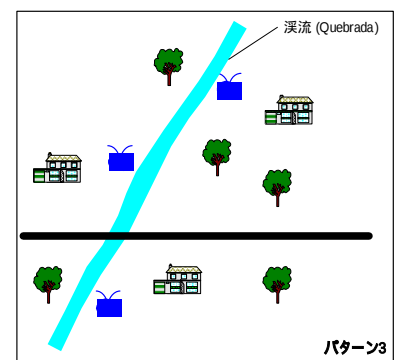
2) パターン 2：複数の湧水群が小川を形成する集落

谷地形に湧水箇所が数ヶ所散在し、小川を形成している。各家庭が任意の場所で湧水（小川）を利用しており、溪流等が生活排水の場となっている場合が多い。湧水箇所が多い場合は、湿地帯のような形態を示すことがある。この場合の小川は湧水起源のため、溪流（Quebrada）と比較して水質は良い。



3) パターン 3：複数の湧水点が散在する集落

各戸（もしくは数戸のグループ）が人家の近傍の湧水を利用している。これらの湧水地点は、集落に近い溪流の左右岸脇に複数散在することが多い。湧水地点が台地上に立地する人家の下位に位置する場合は、湧水が汚染されている可能性がある。溪流（Quebrada）は湧水起源ではないため、パターン 1, 2 の小川と比較すると水質は悪い。



(2) 湧水量

対象地域の湧水量を測定した（表 5.1.2 参照）。湧水量測定結果では各観測地点にばらつきがみられる。地質状況により異なるが、背後の集水面積による割合が高いことが理由として考えられる。そこで、パターン 2（複数箇所湧水地点が存在し小川を形成する場合）の、小川 2 地点（Empresina (No.53) , Santa Rita (No.7)）において流量観測を行い、流域の比流量を算定した。観測地点位置図を図 5.1.4 に、実測流量から求めた各小川の比流量を表 5.1.3 に示す。

表 5.1.2 湧水量測定結果

	Provincia (Pando)	Municipio	Comunidad	パターン	湧水量 $\text{m}^3/\text{秒}$ (リットル/分)	観測日
1	Maniripi	Filadelfia	Florida (No.55)	3	0.0577^{-3} (3.46)	2008/6/21
2	Maniripi	Filadelfia	Empresiña (No.53)	2	不明	2008/6/21
3	Nicolas Suares	Bolpebra	Tres Arroyos (No.22)	1	0.0148^{-3} (0.89)	2008/6/26
4	Nicolas Suares	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	2	0.2357^{-3} (14.14)	2008/6/22
5	Nicolas Suares	Bella Flor	Nueva Vida (No.10)	1	0.4687^{-3} (28.12)	2008/6/22

表 5.1.3 小川の流域比流量

	Provincia (Pando)	Municipio	Comunidad	流域面積	実測流量	比流量
				km^2	$\text{m}^3/\text{秒}$	$\text{m}^3/\text{秒} / \text{km}^2$
2	Maniripi	Filadelfia	Empresiña (No.53)	9.85	0.2897	0.0391
4	Nicolas Suares	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	1.14	0.0504	0.0442

比流量の値を比較すると、Tahuamanu 川上流部の Empresina (No.53)およびその下流にあたる Santa Rita (No.7)ともに約 0.04 ($\text{m}^3/\text{秒}/\text{km}^2$) と概ね近似した値を示している。

パターン 1,3 のような 1 点の湧水の場合は、各湧水地点の立地条件の違いにより各湧水量が異なる値を示すが、パターン 2 のように、湧水群が小川を形成し流量を観測でき、かつ地形図等の利用により流域が想定できる場合は、対象地点の湧水量を推定することが可能となる。

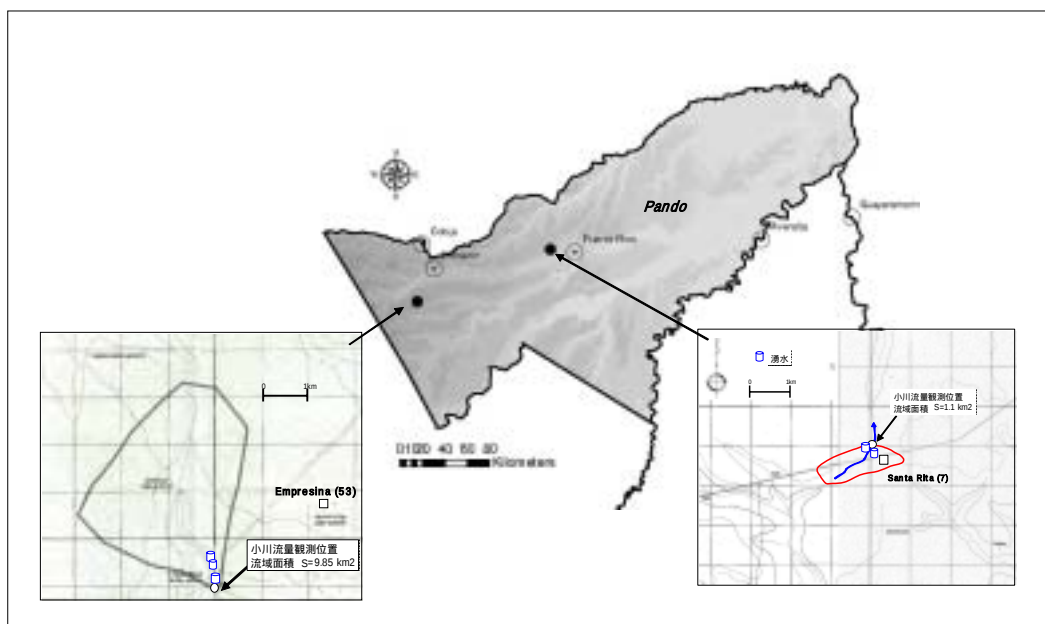


図 5.1.3 小川の流量観測地点位置図

5.2 地下水

5.2.1 物理探査

物理探査は現地業者に再委託してシュランベルジャー法電極配置による直流法垂直電気探査（探査深度 250～300m）を行った。図 5.1.1 および測定点数を表 5.1.1 に電気探査の断面位置および測定数を示す。測定はパンド県 63 箇所、ベニ県 122 箇所で行い、比較的地下浅部に岩盤が潜在するベニ県の Magdalena 周辺で、岩盤の水平方向の伸張と割目の発達を捕捉するための 2 次元探査を 5 箇所実施して、物理探査は合計 190 箇所で行った。

表 5.2.1 物理探査実施地区と測定点数

県	番号および地質構造断面の名称	測定点	小計
パンド	Luz de America-Porvenir 地区	10	63 箇所
	Mukden-Puerto Rico-Pena Amarilla 地区	23	
	Santa Elena-Primiero de Mayo-Santa Rosa de Abuna - Rapirran 地区	20	
	Loma Alta-Reserva 地区	10	
ベニ	Riberalta-Cachuela Esperanza-Guayaramerin 地区	12	127 箇所
	Pena Amarilla-Riberalta-Guayaramerin 地区	20	
	Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca 地区	20	
	Puerto Siles-Magdalena 地区	10	
	Puerto Siles-Magdalena (Prospeccion Electrica Bidimensional)	5	
	Reyes-San borja-San Ignacio 地区	25	
	San Ignacio-Trinidad-Casarabe-San Pablo 地区	25	
	Casarabe-El Carmen 地区	10	
合 計			190 箇所

測定点の配置にあたり、以下の点に留意した。

対象地域全体の比抵抗構造が把握できること

地形、地質、水系を考慮し、地質構造の変化が現れやすい水系に直交する

地質的に変化の大きなブラジル楕状地の分布域の把握

雨期は通行不能になることから現場のアクセス状況

現地測定終了後、コンピュータによる解析を行い、各測定点の比抵抗構造を求めた（データブック）。次表に各地区の比抵抗構造をまとめて示す。

表 5.2.2 比抵抗構造区分

県	地区 番号	浅部層比抵抗値 (ohm・m)	中間層比抵抗値 (ohm・m)	深部層比抵抗値 (ohm・m)
パンド		90-13000	15-800	9-89
		28-11500	10-490	2-270
		2 - 11300	3 - 306	4 - 1100
		8 - 3100	1 - 85	4 - 395
ベニ		8-4100	1-130	1-400
		68 - 68000	3 - 2340	2 - 48000
		2 - 11300	6 - 330	0.3 - 360
		30-5500	9-105	650-4000
		中～高	低～中	中～高
		9-4000	2-400	2-200
		2-290	3-45	2-23
		4 - 740	3 - 25	6 - 6000

(浅部層は深度 30m 程度まで、中間層は 30-80m 程度、深部層は 80m 以上)

各深度層とも比抵抗値に幅があるが、パンド県は全体的に、浅部層が高比抵抗値(概ね $1,000 \Omega \cdot m$ 以上)、中間層が中比抵抗値(数 $10 \sim$ 数 $100 \Omega \cdot m$)、深部層が低比抵抗値(数 $10 \Omega \cdot m$ 以下)になる傾向を示す。

ベニ県では、地区により変化がみられ、西部の Rurrenabaque-Yucumo 周辺で深部層の比抵抗値が高くなる($100 \Omega \cdot m$ 以上)地点が多いが、San Borja 付近から中央のトリニダ市の間では深部層の比抵抗値が低い(数 $10 \Omega \cdot m$ 以下)地点が多くなる。

地区毎に解析結果をまとめて、既存データ等と対比して地質構造断面図を作成した(図 5.2.2-2～5.2.17)。これに現地踏査および試掘結果を参考にして地質構造断面の特徴と考察を以下に述べる。

パンド県 Luz de America-Porvenir 地区 (図 5.2.2 参照)

パンド県西部の Pando 丘陵高位面に位置する Luz de America から Porvenir へほぼ南北 100km に 10 測定点を配置した断面である。

地表付近の数メートルは極めて高い比抵抗値($1,000 \Omega \cdot m$ 以上)を示し、表土を含む乾いた砂・シルトに対応している。

第 2 層は深度数メートル～130m 程度に分布して、中比抵抗値(概ね $60-600 \Omega \cdot m$)を示し、砂を主体とする層と粘土層が互層していると考えられる。

第 3 層は(概ね 30～80m 以深)の比抵抗値は $5-90 \Omega \cdot m$ とさらに低くなり、粘土層の広がりを示している。

断面南部の Luz de America で実施した試掘調査では、深度 55m 以深に水理基盤となる半固結粘土層が確認され、電気探査で低比抵抗を示す第 3 層の深度に調和する。

パンド県 Mukden-Puerto Rico-Pena Amarilla 地区(図 5.2.3 参照)

パンド県西部の Pando 丘陵高位面に位置する Mukden から Pando 丘陵中位面に位置する

Puerto Rico を通り東に伸び、Beni 川右岸のペニ県 Pena Amarilla に至るほぼ東西 250km 間に 23 測定点を配置した断面である。

地表付近の数メートルは極めて高い比抵抗値 ($1,000 \Omega \cdot m$ 以上) を示し、表土を含む乾いた砂・シルトに対応している。断面中央の Santa Elena 付近から東部でやや深くなる傾向が見られる。

第 2 層は深度数メートル～40m 程度に分布して、中比抵抗値 (概ね $30-100 \Omega \cdot m$) を示し、砂を主体とする層と粘土層が互層していると考えられる。

第 3 層 (概ね 30～40mm 以深) の比抵抗値は、ほとんど $10 \Omega \cdot m$ 以下と低い値であることから水理基盤となる粘土層の発達を反映している。

本断面では、西部の Mukden、中央部の Puerto Rico および東部の Puerto Copacabana の 3 箇所を試掘調査を実施し、本地区の水理基盤を形成する半固結粘土層は、Mukden で深度 102m、Puerto Rico で深度 22m、Puerto Copacabana で深度 48m あることが確認され、電気探査で低比抵抗を示す第 3 層の深度に調和する。

パンド県 Santa Elena-Primiero de Mayo-Santa Rosa de Abuna - Rapirran 地区(図 5.2.4 参照)

パンド県ほぼ中央の Pando 丘陵中位面に地形区分される地域の Santa Elena から東北へ向かい Abuna 郡の郡都 Santa Rosa de Abuna を通り、ブラジルと国境を接する Rapirran に至る南西 - 東北 100km 間に 20 測定点を配置した測線である。

地表付近は極めて高い比抵抗値 ($1,000 \Omega \cdot m$ 以上) を示し、表土を含む乾いた砂・シルトに対応している。

第 2 層の上面は深度 1 メートル前後を示すが、下面は深度 30～120m に分布する。比抵抗値は中程度 (概ね $30-100 \Omega \cdot m$) で、砂を主体とする層と粘土層が互層していると考えられる。断面の西部は深度 80m 以上に低比抵抗値が解析されたことから、粘土が卓越していると思われる。

第 3 層は、断面中央の Santa Rosa de Abunano の西側の第 2 層の低比抵抗層の下位の深度 80～120m 以深に中～高比抵抗値 (概ね $120-1,100 \Omega \cdot m$) を示し、粘土基質にブロック状の礫が存在していることが予想される。東部は低比抵抗値 (概ね $20 \Omega \cdot m$ 以下) で、これまでの断面と同様の水理基盤を形成する粘土層を反映していると考えられる。

パンド県 Loma Alta-Victoria 地区断面(図 5.2.5 参照)

パンド県東部の Beni 川左岸 Federico Ramon 郡の Loma Alta から北西、約 70km の Victoria 間に 10 測定点を配置した測線である。

地表付近は概ね数 $100 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗値を示し、表土を含む乾いた砂・シルトに対応する。

第 2 層の比抵抗値は、低～中比抵抗値 (概ね $0.6-100 \Omega \cdot m$) を示し、粘土層の卓越が予想

されるが、断面中央の RESERVA 付近は中比抵抗値（概ね $30\text{--}90\ \Omega \cdot \text{m}$ ）で砂層が発達していることが考えられる。

第3層の比抵抗値は、測線の西部で中比抵抗値（概ね $16\text{--}35\ \Omega \cdot \text{m}$ ）、中央部で $10\ \Omega \cdot \text{m}$ 以下の低比抵抗を示す。水理基盤となる粘土層または、一部砂層の発達を反映していると考えられる。東部の Beni 川に近い Loma Alta 付近は $100\ \Omega \cdot \text{m}$ 以上と比抵抗値が高くなり、この東部の Cachuela Esperanza 付近に露出する岩盤の影響を反映しているかもしれない。

ベニ県 Pena Amarilla-Riberalta-Guayaramerin 地区断面(図 5.2.6 参照)

パンド県の 地区から東へ続く Beni 北部丘陵に位置する測線で、Pena Amarilla から Riberalta を通りブラジル国境の Guayaramerin までのほぼ東西 150km 間に 12 測定点を配置した。

地表付近は概ね高比抵抗値を示し、表土を含む乾いた砂・シルトに対応する。

深度 10m 未満から中比抵抗値（概ね $30\text{--}400\ \Omega \cdot \text{m}$ ）が第2層に連続する。Riberalta 付近で、この層は 100m 以上まで続く。本断面では第2層内部に厚さ数m～10 数mの低比抵抗部（概ね $\text{数}\ \Omega \cdot \text{m} \sim \text{数}\ 10\ \Omega \cdot \text{m}$ ）が解析され、この層内の粘土層卓越部分の広がりを示している。

第3層は、 $1\ \Omega \cdot \text{m}$ 前後の値で解析された測定点が半数あり、塩水の影響が懸念される。一方、Riberalta 東の Yata 川および Guayaramerin の付近では、比較的高い値を示し、砂層の卓越を示唆している。Guayaramerin は既存地質図上でブラジル楕状地の分布域に位置するが、今回実施した電気探査地点では、深度 40m 以深に極めて低い層が解析され、岩盤の存在を確認できなかった。

ベニ県 Riberalta -Cachuela Esperanza-Guayaramerin 地区断面(図 5.2.7 参照)

上記 地区 Riberalta から北東のブラジル楕状地が分布する Cachuela Esperanza を通り、南東に向きを変えて Guayaramerin まで、ほぼ 150km 間に 20 測定点を配置した。

地表付近は数千～数万 $\Omega \cdot \text{m}$ と極めて高く、乾いた表土の分布を反映している。

第2層は $3\text{--}500\ \Omega \cdot \text{m}$ を示し、Riberalta 東部付近で $10\ \Omega \cdot \text{m}$ 以下と低く、中央の Cachuela Esperanza から東側は $20\text{--}2000\ \Omega \cdot \text{m}$ と高くなる。これは、断面の西部は粘土層、東部はブラジル楕状地の基盤岩の影響を受けているかもしれない。

第3層では、この傾向は顕著になり、断面西部は低比抵抗（ $2\text{--}50\ \Omega \cdot \text{m}$ ）、中央部は $600\text{--}6,000\ \Omega \cdot \text{m}$ 、東部は数万 $\Omega \cdot \text{m}$ と極めて高くなり、ブラジル楕状地の基盤岩の存在を反映している。

ベニ県 Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca 地区断面（図 5.2.8 参照）

ベニ県中央部の Mamore 川左岸 Santa Ana de Yacuma から西へ約 120km の Casa Blanca 村落間に 20 測定点を配置した測線である。

地表付近は概ね数 10～数 100 $\Omega \cdot m$ の中比抵抗値を示し、やや湿気を帯びた砂・シルトに対応する。

本断面は比抵抗のコントラストに乏しく、第 2 層以下は中比抵抗値（概ね 10-300 $\Omega \cdot m$ ）を示し、全体に砂を主体とする層と粘土層が互層していると考えられる。

本断面東部の Santa Ana de Yucuma で実施した試掘調査では、深度 160m 以深に水理基盤となる変成岩の岩片が確認されたが、電気探査では深度 84m 以深は 1 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗を示し、変成岩の存在を捕捉できなかった。これは、試掘地点と測定地点が約 1.5km 離れていたことで、地下構造が異なるためである。

ベニ県 Puerto Siles-Magdalena 地区断面(図 5.2.9 参照)

ベニ県中央を流れる Mamore 川東岸の Puerto Siles から南東の San Ramon で東に折れて Magdalena の東までの約 150km に 10 測定点を配置した断面である。

地表付近の比抵抗値は概ね 100～2,000 $\Omega \cdot m$ を示し、乾燥～やや湿気を帯びた砂・シルトに対応する。

第 2 層の比抵抗値はやや下がり、層厚は 1～3m と薄く、地表部からの続く湿気を帯びた砂・シルトに対応する。

第 3 層の厚さは、断面の西部では数 m であるが中央から東部では 40m 程度と厚さを増す。比抵抗値は 50～250 $\Omega \cdot m$ であることから、粘土基質中に礫が混じった層と考えられる。

第 4 層は 10 $\Omega \cdot m$ 前後の比抵抗値を示し粘土層と考えられるが、本断面の西部～中央まで分布して東部では消滅して、下位の高比抵抗層に連続する。

第 4 層の比抵抗値は、すべての測点で高くなり、ブラジル楕状地分布域に位置する Magdalena 付近では 4,000 $\Omega \cdot m$ の高い層が解析され、先カンブリア系の岩盤の存在を反映しているものと考えられる。西側は比抵抗値が 600-1,700 $\Omega \cdot m$ の範囲でやや低いものの、Mamore 川西岸の Santa Ana de Yucuma の試掘で深度 160m 以深に変成岩の岩片あったことから、先カンブリア系の岩盤が続いている可能性がある。

本断面東部の Magdalena で実施した試掘調査では、深度 65m 以深に水理基盤となるブラジル楕状地の変成岩が確認され、電気探査で極めて高い比抵抗値を示す第 4 層に調和する。

ベニ県 Puerto Siles-Magdalena 地区断面（2次元探査、図 5.2.10～14 参照）

ベニ県東部の Mamore 川東岸の台地に位置する San Joaquin 周辺および Magdalena 周辺における井戸掘削では、地下 20～50m で硬い岩盤に当たって、それ以深の掘削は行われていない。また、さらに東の Bella Vista は、ブラジル楕状地の岩盤が露出していることから、岩盤の形状および割れ目の存在を明らかにするため、当地区で 560m の測線を 5 箇所設置して、2次元電気探査を実施した。

Pto. 183（図 5.2.10）は、San Joaquin 市街地の北部で行った 2次元電気探査の結果を示している。地表から深度 10m 程度まで 500 $\Omega \cdot m$ 程度の暖色系の層が続き比較的乾いた表土の分

布を反映している。その下は深度 30～50mまでは $50\Omega\cdot m$ 以下の寒色系、深度 50～80m の $100\Omega\cdot m$ 前後の緑色系の層が深度約 100m 以深の $500\Omega\cdot m$ 以上の暖色系の基盤を不整合に覆う。220 - 250m、320 - 380m、440 - 460m付近に中間層（緑色系）の隆起がみられるが、水平方向の連続性は途切れていないので、断層等の裂隙水は期待できない。

Pto. 184（図 5.2.11）は、San Joaquin 市街地の南部で行った 2 次元電気探査の結果を示している。比抵抗構造的には、前述の Pto. 183 と同様であり、深度 80m 以深は数 $1,000\Omega\cdot m$ 以上と高い。水平方向の連続性は極めてよく、断層の存在する可能性はない。

Pto. 188（図 5.2.12）は、Magdalena 市街地の西部で行った 2 次元電気探査の結果を示している。比抵抗構造的には、表層が高く、その直下が低比抵抗になり、深部ほど高い。部分的に垂直方向の変化が見られるが、水平方向の連続性は途切れていないので、断層等の裂隙水は期待できない。

Pto. 189（図 5.2.13）は、Magdalena の西 30km に位置する Orobayaya 村落で行った 2 次元電気探査の結果を示している。比抵抗構造的には、前述までの測線と同様であり、深度 80m 以深は数 $1,000\Omega\cdot m$ 以上と高い。水平方向の連続性はよく、断層の存在する可能性はない。

Pto. 190（図 5.2.14）は、Magdalena の西 40km に位置する Bella Vistaで行った 2 次元電気探査の結果を示している。比抵抗構造的には、前述までの測線と同様であり、深度 80m 以深は数 $1,000\Omega\cdot m$ 以上と高い。水平方向の連続性はよく、断層の存在する可能性はない。

、ベニ県 Reyes-San Borja-Trinidad-San Pablo 地区断面(図 5.2.15 及び図 5.2.16 参照)

ベニ県南西部の Reyes から San Borja を通り県都のトリニダ市を横切りサンタクルス県境の San Pablo までの東西約 400km に 50 測点を配置した。比抵抗構造の特徴として、ベニ南西部山地に近い Reyes、Yucumo 付近で各層の比抵抗値が高いほかは、全体に中位～極めて低い比抵抗値であった。なお、測線が長いため、断面図は中間の San Ignacio de Moxos で分割して表示した。

図 5.2.15 は Reyes からベニ平原中央に位置する San Ignacio de Moxos までのベニ県西側の地質構造を表している。

地表から 1m 付近までは概ね高比抵抗値（ $1,000\Omega\cdot m$ 以上）を示し、乾燥した砂・シルトに対応する。

その下位層の比抵抗値は、数 10～数百 $\Omega\cdot m$ の範囲で、比較的地表付近から湿気の多い粘土基質の砂礫層が発達していると考えられる。断面の両端では深度 10m 前後であるが、中央から東部にかけて深度は 50m 以上になる。

第 3 層の比抵抗値は、2～500 $\Omega\cdot m$ の範囲であるが、比較的高い（50 $\Omega\cdot m$ ）地点は西部のみに存在し、砂礫層が地下深部まで続いていることが予測される。断面中央から東部は概ね 20 $\Omega\cdot m$ 以下となっており、西部地区では砂礫層が、東部は粘土が卓越しているものと思われる。

本断面では、西部の Mukden、中央部の Puerto Rico および東部の Puerto Copacabana の 3 箇所を試掘調査を実施し、本地区の水理基盤を形成する半固結粘土層は、Mukden で深度 102m、

Puerto Rico で深度 22m、Puerto Copacabana で深度 48m あることが確認され、電気探査で低比抵抗を示す第 3 層の深度に調和する。

本断面では、中央付近の San Borja 東隣の Galilea および東部の Rio Apere 川左岸の Puerto San Borja の 2 箇所で試掘調査を実施した。Galilea の試掘結果では深度 150m まで砂礫層主体で部分的に粘土層を挟在し、揚水試験結果からは毎分 8 ㍓以上の水量が確認された。Rio Apere 川付近では地下深部で低比抵抗を示し、粘土層の発達または、塩水の存在が考えられるが、Puerto San Borja の試掘結果では、深度 120m 以深でも比較的砂層が優勢であり、揚水試験結果からは毎分 2 ㍓の水量が確認された。

図 5.2.16 はベニ平原中央に位置する San Ignacio de Moxos から東部のサンタクルス県境に位置する San Pablo の地質構造を表している。

地表付近の比抵抗値は、 $100\Omega \cdot m$ 以上を示す地点が点在するものの、地表から 1m 未満の厚さで、大部分が $1 \sim 50\Omega \cdot m$ の範囲である。例外的にトリニダ市の水源井戸が位置するトリニダ市と Mamore 川間に位置する地点で深度 20m まで $290\Omega \cdot m$ の比較的高い値が解析された。

第 2 層および第 3 層の比抵抗値は一部を除いて 10 数 $\Omega \cdot m$ 以下で、粘土層の発達または塩水が存在する可能性を示した。断面中央の Mamore 川のから San Andre 付近は第 2 層の比抵抗値が $30 \sim 55\Omega \cdot m$ 、厚さ $30 \sim 70m$ あり、帯水層として期待できる。また、断面東部のサンタクルス県境の San Pablo に向かって粘土主体の第 3 層の下位に $50\Omega \cdot m$ 前後の比抵抗値を示す砂層の存在が考えられる。

本断面では、トリニダ市西約 15km の Mamore 川右岸の Puerto Varador およびトリニダ市東 80km に位置する Santa Rosa の 2 箇所で試掘調査を実施した。Puerto Varador の試掘結果では深度 10m 付近まで粘土層であったが、10m 以深は砂礫層主体で部分的に粘土層を挟在し、揚水試験結果からは毎分 8 ㍓以上の水量が確認された。Santa Rosa の試掘結果では深度 25m 付近まで粘土層であったが、それ以深は砂礫層主体で部分的に粘土層を挟在し、揚水試験結果からは毎分 8 ㍓以上の水量が確認された。

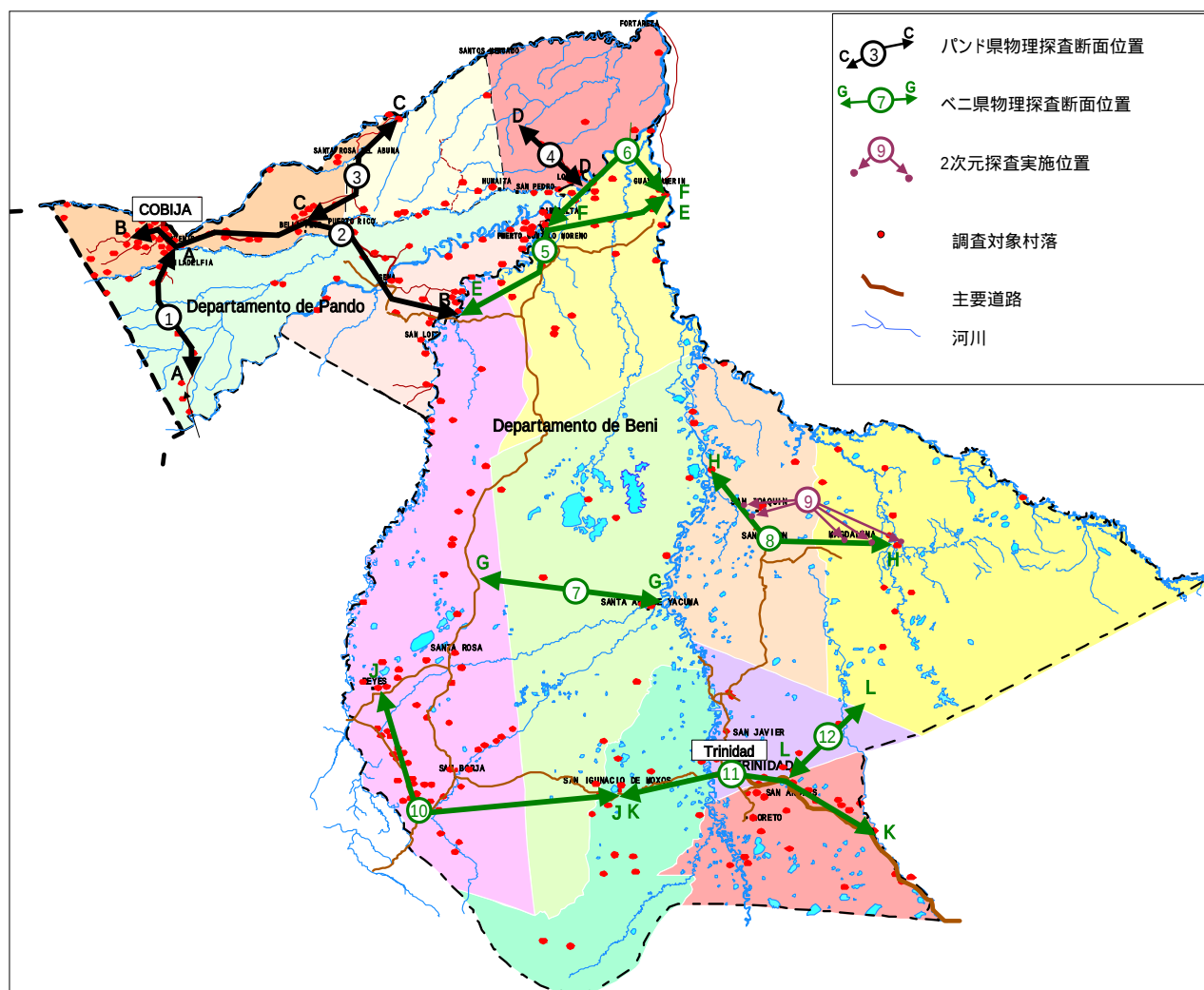
ベニ県 Casarabe-El Carmen 地区断面(図 5.2.17 参照)

トリニダ市東部約 50km の Casarabe から Itenez 郡 El Carmen までの北東 - 南西約 100km に 10 測点を配置した。全体的に比抵抗は Casarabe 側が低く、El Carmen 側が高い傾向を示す。Casarabe 周辺の浅井戸は塩分濃度が高い

地表部は低比抵抗値（数～数 $10\Omega \cdot m$ ）を示し地表付近から湿気の多い粘土基質の砂礫層が卓越していると考えられる。

第 2 層の比抵抗値は、南西側の Casarabe 近くは $10\Omega \cdot m$ 以下、北東部も概ね $20\Omega \cdot m$ 以下となっており、粘土層の発達または塩水が存在しているものと思われる。

第 3 層の比抵抗値は、Casarabe 側が特に低く $5 \sim 15\Omega \cdot m$ であり、地下深部まで粘土層の発達または塩水が進入していることが考えられる。一方、El Carmen 側は $1500 \sim 6,000\Omega \cdot m$ と特に高く、地下深部は砂礫層の存在が予測される。また、当地区はブラジル楕状地の分布域に近いことから、高比抵抗はこれを反映している可能性もある。



地区名	電気探査(SEV)測定点数	地区名	電気探査(SEV)測定点数
Luz de America-Porvenir		Pena Amarilla-Riberalta-Guayaramerin	
Mukden-Puerto Rico-Pena Amarilla		Riberalta-Cachuela Esperanza-Guayaramerin	
Santa Elena-1de mayo- Rapirran		Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca	
Loma Alta-Victoria		Puerto Siles-Magdalena	
		Puerto Siles-Magdalena (2次元電気探査)	
		Reyes-San borja- San Ignacio	
		San Ignacio-Trinidad-Casarabe- San Pablo	
		Casarabe-El Carmen	
合計	63		127

図5.2.1 物理探査断面位置図

① SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "LUZ DE AMERICA - PORVENIR"

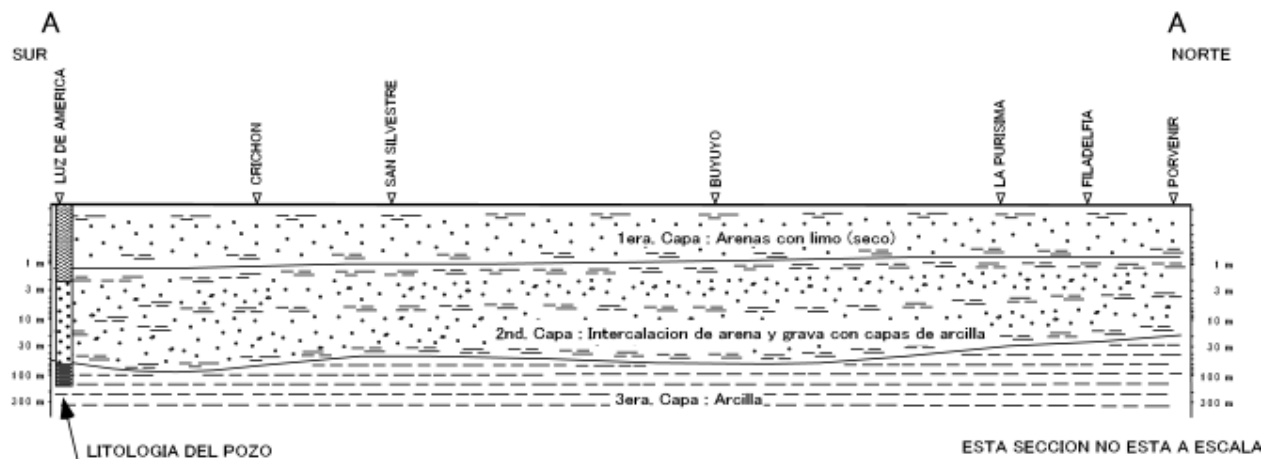


图5.2.2 ① 地区地质构造断面图

② SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "MUKDEN - PENA AMARILLA"

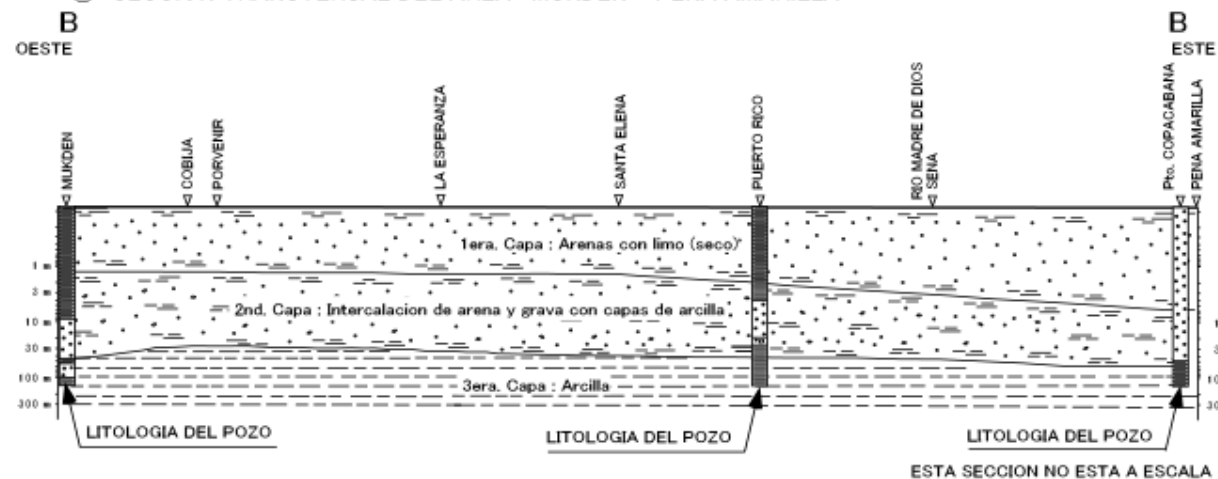


图5.2.3 ② 地区地质构造断面图

③ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "SANTA ELENA - RAPIRRAN"

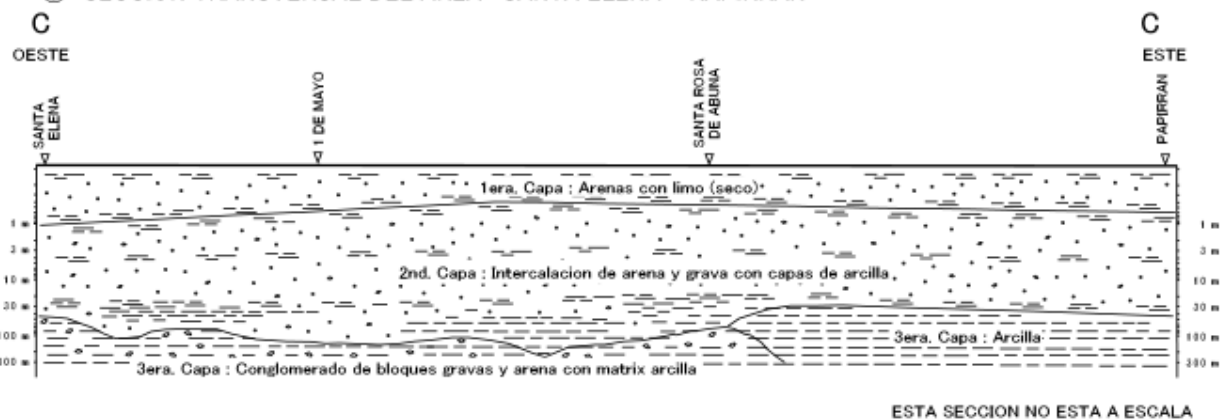


图5.2.4 ③ 地区地质构造断面图

④ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "LOMA ALTA - VICTORIA"

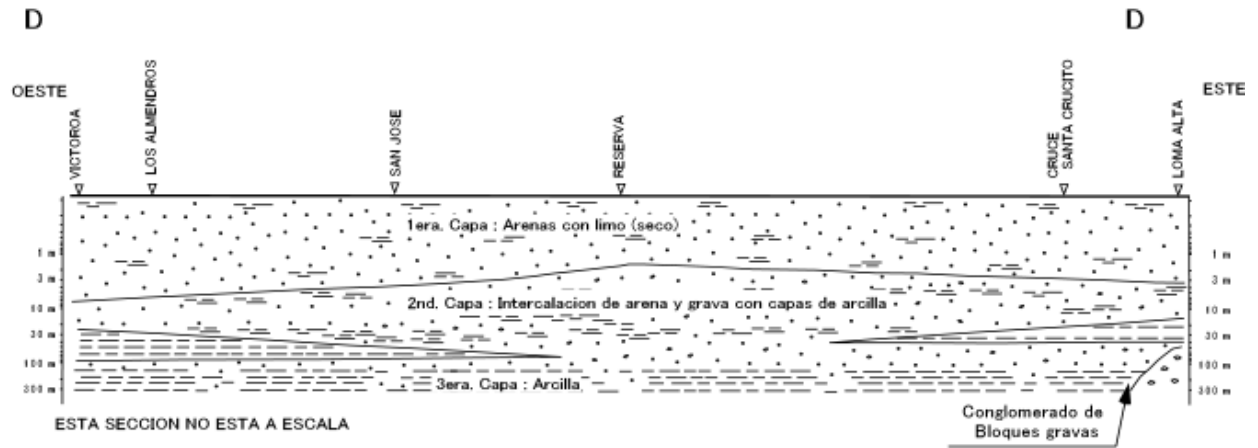


图5.2.5 ④ 地区地質構造断面图

⑤ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "PENA AMARILLA - RIBERALTA - GUAYARAMERIN"

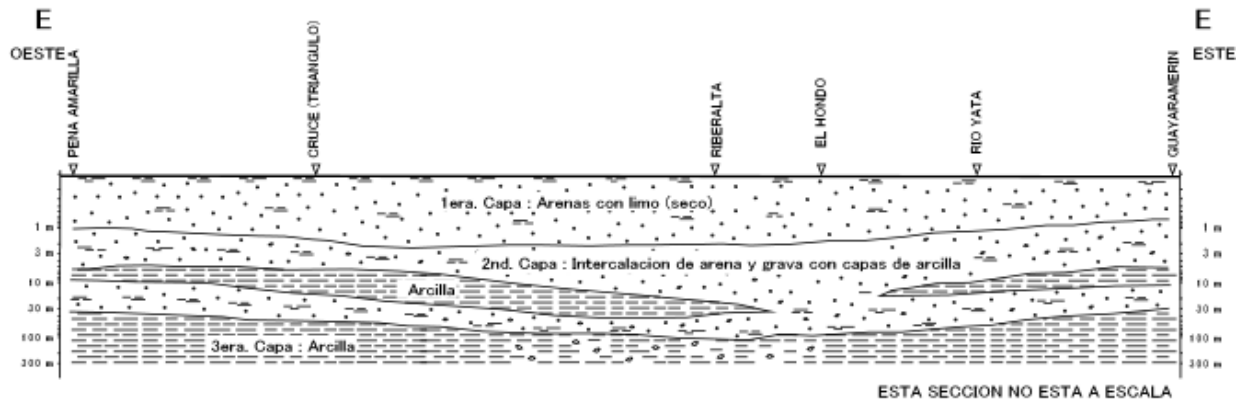


图5.2.6 ⑤ 地区地質構造断面图

⑥ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "RIBERALTA - CACHUELA ESPERANZA - GUAYARAMERIN"

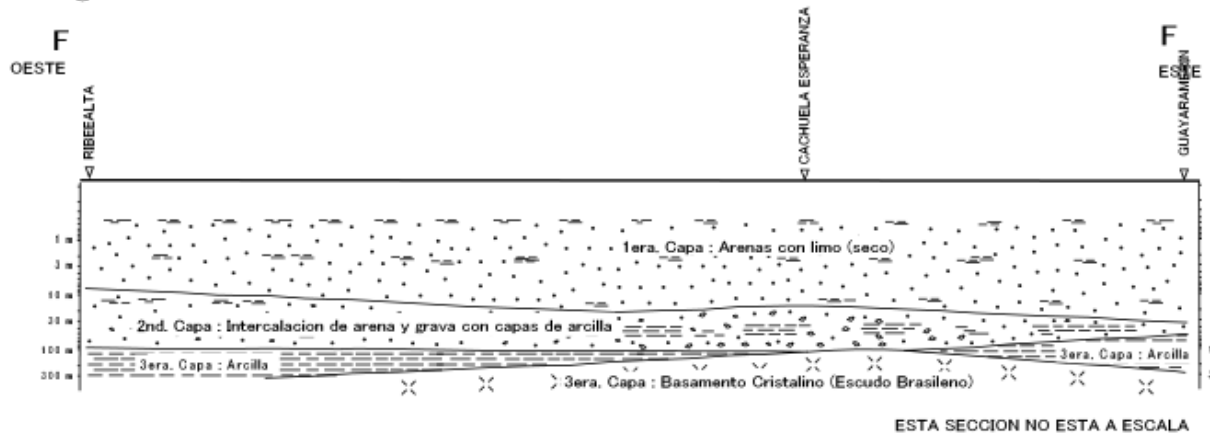


图5.2.7 ⑥ 地区地質構造断面图

⑦ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "SANTA ANA DE YUCUMA - BLANCA"

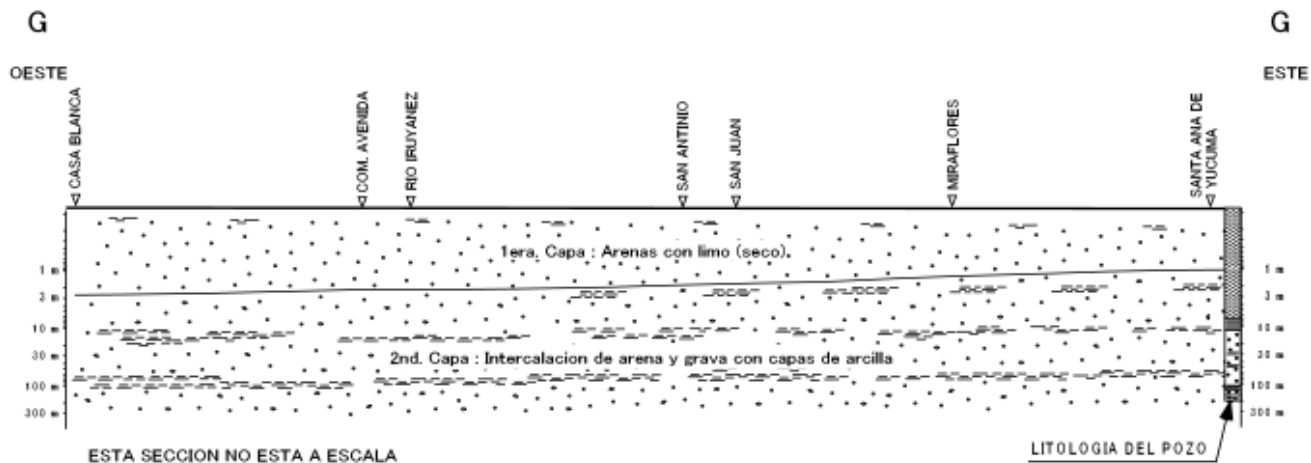


图5.2.8 ⑦ 地区地質構造断面图

⑧ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "PUERTO SILES - SAN RAMON - MAGDALENA"

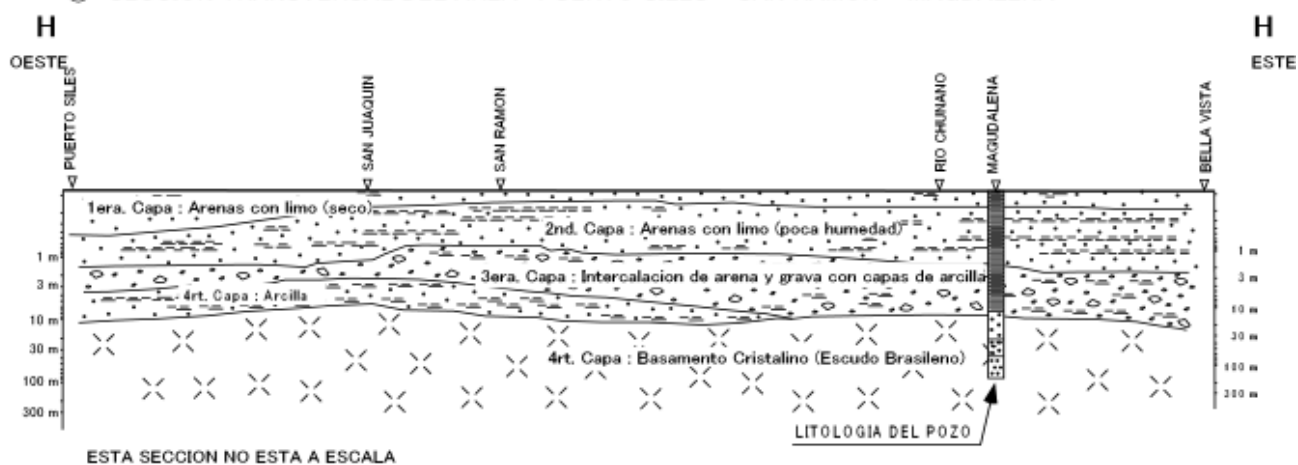


图5.2.9 ⑧ 地区地質構造断面图

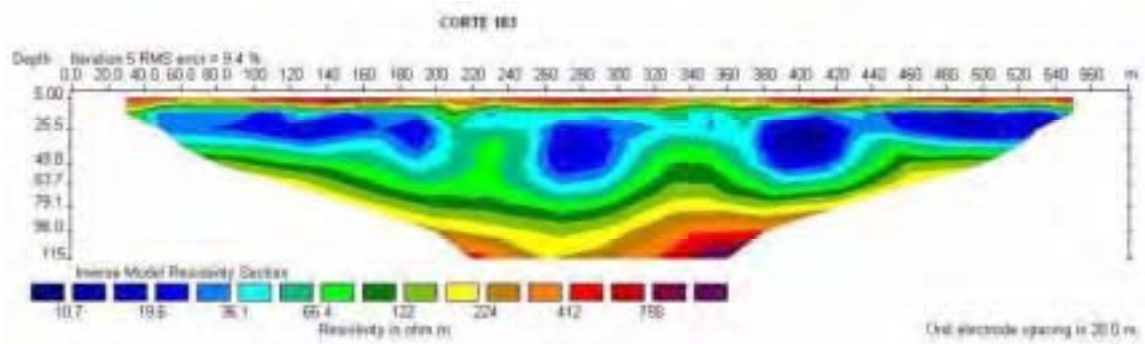


図5.2.10 Puerto Siles-Magdalena地区 2次元探查結果 (Pto. 183)

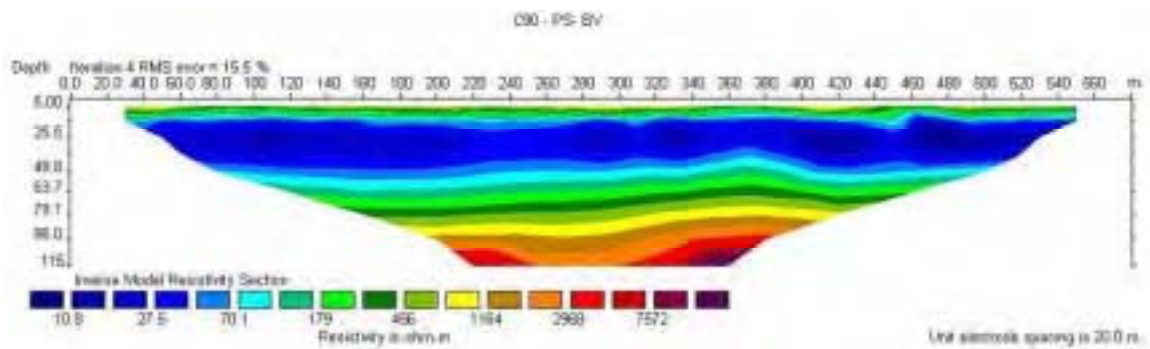


図5.2.11 Puerto Siles-Magdalena地区 2次元探查結果 (Pto. 184)

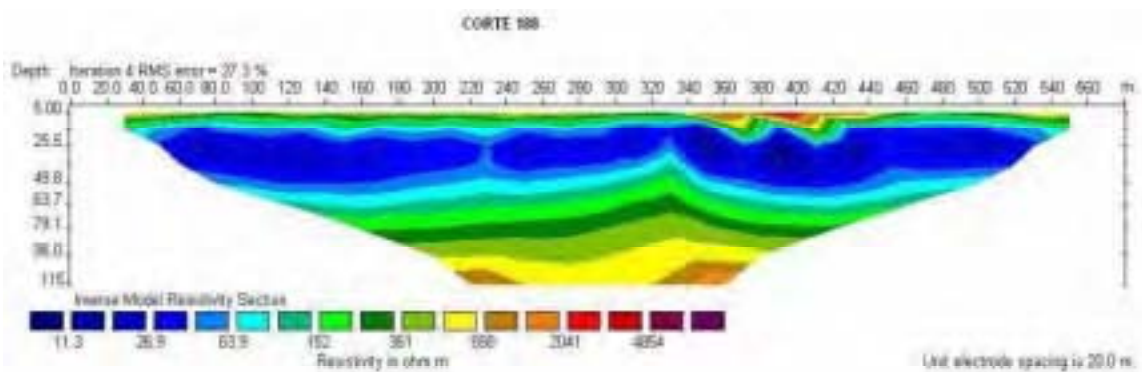


図5.2.12 Puerto Siles-Magdalena地区 2次元探查結果 (Pto. 188)

CORTE 2D MAGDALENA ESTE Pto 189-

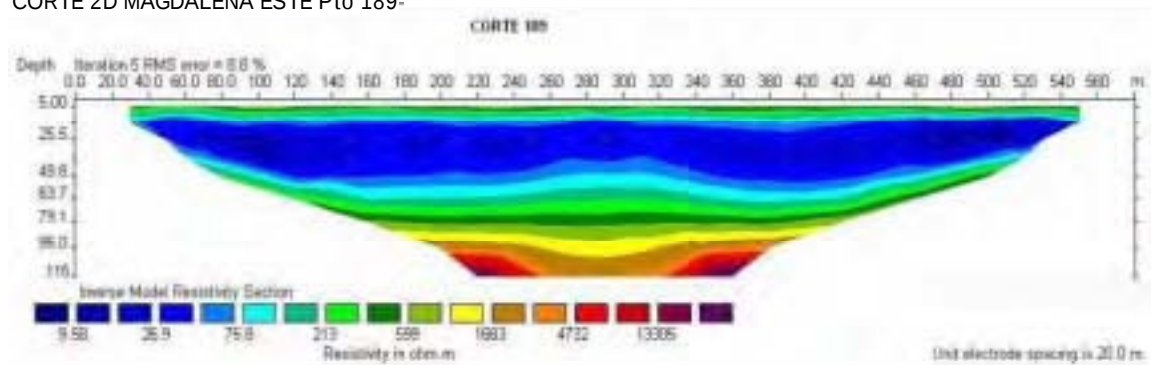


図5.2.13 Puerto Siles-Magdalena地区 2次元探査結果 (Pto. 189)

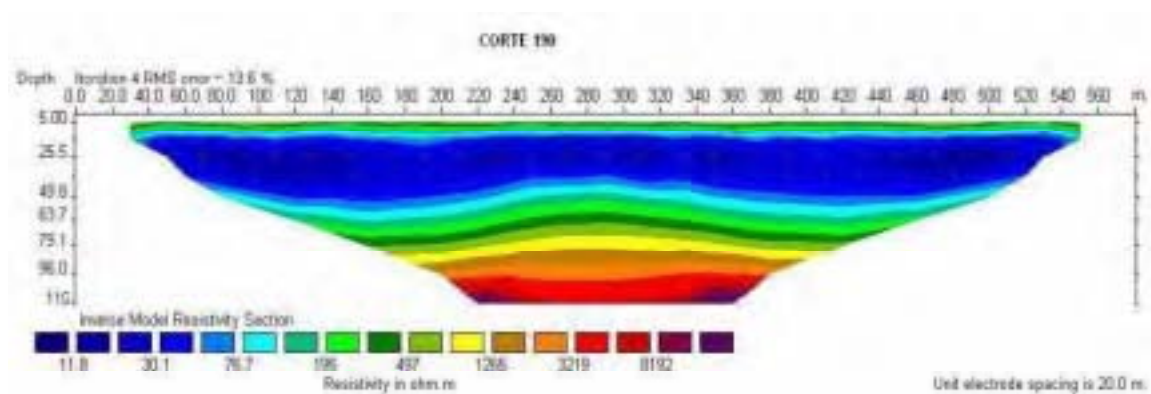


図5.2.14 Puerto Siles-Magdalena地区 2次元探査結果 (Pto. 190)

⑩ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "REYES - SAN BORJA - SAN IGNACIO"

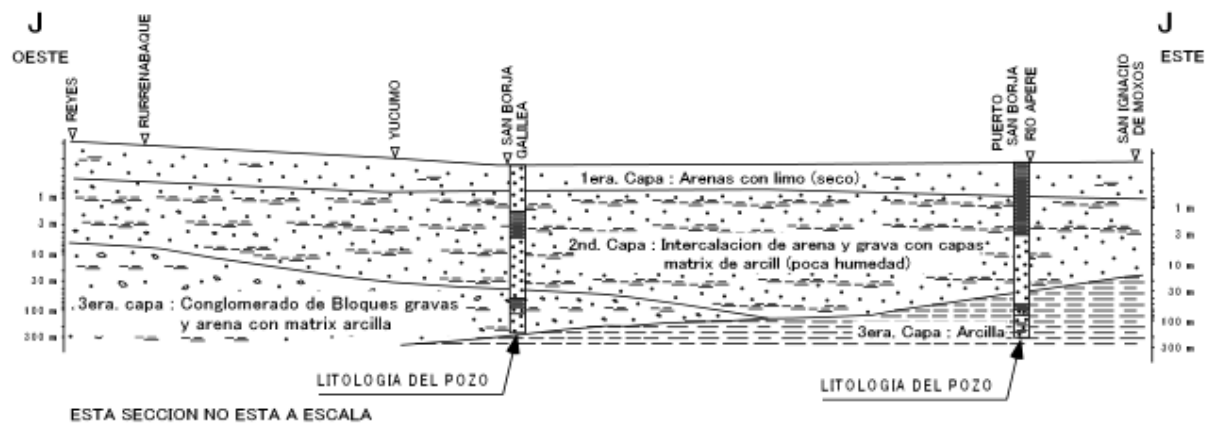


图5.2.15 ⑩ 地区地质构造断面图

⑪ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "SAN IGNACIO - TRINIDAD - SAN PABLO"

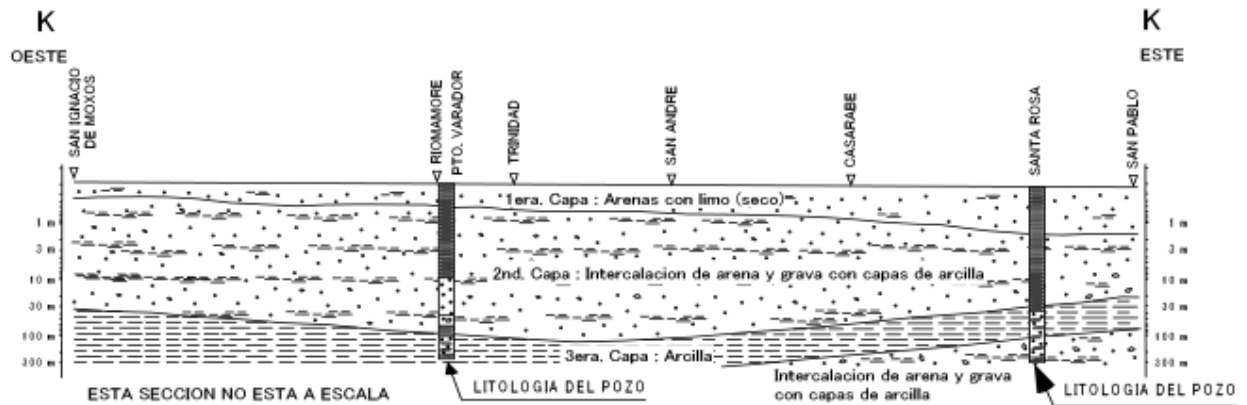


图5.2.16 ⑪ 地区地质构造断面图

⑫ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA "CASARABE - EL CARMEN"

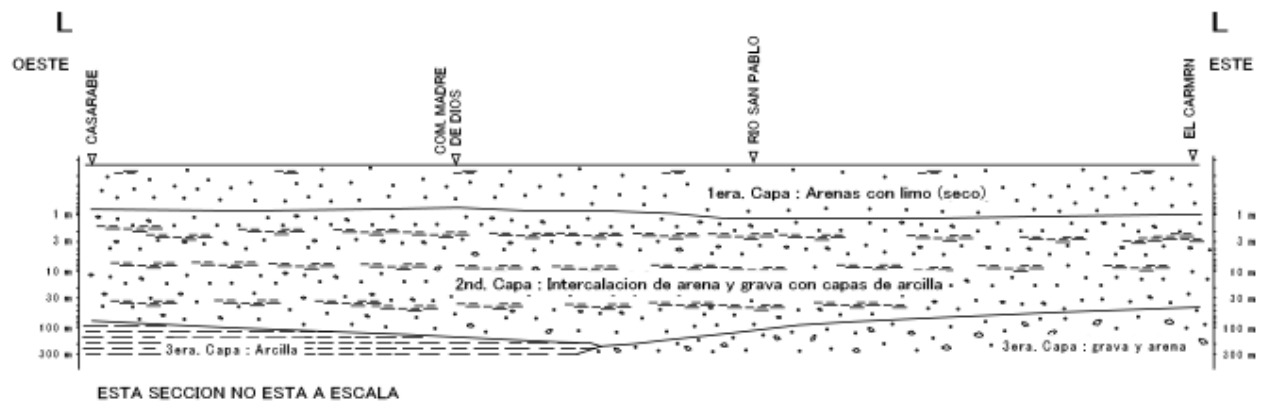


图5.2.17 ⑫ 地区地质构造断面图

5.2.2 試掘調査

(1) 目的

試掘調査の目的は以下のとおりである。

対象地域の地質層状と地下構造の把握

対象地域の帯水層の確認

揚水試験結果から推定される地下水開発のポテンシャルの探求

また、試掘調査後はできるだけ生産井として使用することを念頭に置き、調査を実施した。

(2) 試掘サイトの選定理由

ベニ県の平原の地質は、アンデス山脈からの砕屑物の砂質層と粘土質層が互層状に、ある程度の広がりを持って堆積し、平坦な帯水層構造である。一方、パンド県は大局的にはベニ平原に含まれるものの、緩やかな丘陵地が連なり、その中を流下する大小河川および氾濫源よりなり、水理地質的にベニ県と同一とは言えない。掘削サイトの選定にあたり、それぞれの地域の水理地質特性が把握でき、かつ対象地域全体を代表する箇所であることを考慮して試掘サイトを選定した。

(3) 試掘および揚水試験結果

試掘調査は、現地業者に再委託して、パンド県 4 村落、ベニ県 6 村落の合計 10 村落で実施した。試掘を行った村落と試掘地点位置を図 5.2.18 に、各試掘地点の座標値を次表に示す。

表 5.2.3 試掘地点の座標値

県	州	村落	深度 (m)	UTM		標高 (m)
				E (m)	N (m)	
パ ン ド	Manuripi	Luz de America	150	542376	8660114	228
	Nicolas Suarez	Mukden	150	496858	8763470	290
	Manuripi	Puerto Rico	150	657314	8772350	165
	Madre de dios	Copacabana	150	753194	8722450	146
ベ ニ	Yacuma	Santa Ana	200	237384	8479256	151
	Itenez	Magdalena	150	385916	8533732	147
	GRAL. Jose Balivian	Galilea	150	749392	8353783	177
	Moxos	Puerto San Borja	200	198974	8341606	162
	Cercado	Puerto Varador	200	285091	8354288	160
	Marban	Santa Rosa	200	366359	8329553	170

試掘結果を検討して村落別の特徴を以下に述べる。

1) パンド県 Luz de America 村落 (図 5.2.19 参照)

Pando 丘陵高位面の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたパンド県南西部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 55m までは細粒～中粒の砂層主体で、55m 以深の下部は粘性の大きい半固結した粘土層からなる。

本井の検層時に、電気検層センサーが不良となり測定ができなかった。パンロットプロジェクト実施のため井戸仕上げを急いでいたことから、自然ガンマー線の測定のみを行い、ケーシング・スクリーンの挿入を行った。自然ガンマー線検層結果では、全体に深度 50m 付近までは低く、それ以深は徐々に高くなり、井戸上部の砂層、下部の粘土層の分布と整合する。深度 80m 前後、92m、94m で部分的な低下がみられることから、局所的に砂層があるのかもしれない。

井戸スクリーンは、深度 40m 以深の砂層に鉄の濃集物が見られたことから、17～39m(総延長 22m)に設置してデベロップメントを行った。その後の揚水試験の結果、150 $\frac{\text{m}^3}{\text{分}}$ の揚水が可能であることが確認された。また、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.314 m/日である。

2) パンド県 Mukden 村落 (図 5.2.20 参照)

Pando 丘陵高位面の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたパンド県西部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 79m までは部分的に粘土層を挟む細粒～中粒の砂層、下部は粘性の大きい半固結した粘土層からなる。

検層結果は深度 79m までの比抵抗曲線は変化に富み、200 $\Omega \cdot \text{m}$ を超える部分もあるが、深度 79m 以下の比抵抗曲線は 10 $\Omega \cdot \text{m}$ 前後で変化に乏しく、掘削結果と調和する。

井戸スクリーンは 54～72m(総延長 18m)に設置した。その後、デベロップメントを他の試掘井戸より 3 日間多い 5 日間行ったが、十分な水量を確認できなかった。これ以上のデベロップメントを続けても改善の見込みがなく、空井戸と判断して揚水試験は実施しなかった。

3) パンド県 Puerto Rico 村落 (図 5.2.21 参照)

Pando 丘陵中位面の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたパンド県中部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、深度 24m を境に上部は砂・礫層、下部は粘性の大きい半固結した粘土層からなる。

検層結果では、比抵抗曲線は深度 20m 付近で急激に低下し、深度 24m 以深は 10 数 $\Omega \cdot \text{m}$

程度の変化に乏しい曲線になっている。自然電位、自然ガンマー線の検層曲線も深度 20 ~ 24 付近で大きく変化するが、それ以深は比較的变化が少ない。

本井は深部帯水層を確認する目的からスクリーンは、比抵抗曲線がやや上昇し、自然ガンマー線曲線が低下する深度 128 ~ 134m および 138 ~ 146m の 2 箇所（総延長 14m）に設置した。しかし、その後行ったデベロップメントの結果、水量が不十分で揚水試験を実施できなかった。

4) パンド県 Puerto Copacabana 村落（図 5.2.22 参照）

Pando 丘陵中位面の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたパンド県のほぼ中央部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 47m までの上部に細粒～中粒の砂礫層、下部は粘性の大きい半固結した粘土層が分布する。

検層結果では深度 20 ~ 24m 間で比抵抗曲線は急激に下がり、深度 25m 以深の比抵抗曲線は $10\Omega \cdot m$ 前後で変化に乏しく、比抵抗検層の結果からは、特に変化は見られない。自然電位、自然ガンマー線の検層曲線は、砂から粘土へ変化する深度 40 ~ 47m で低下する。また、深度 105 ~ 113m 付近に比抵抗曲線がやや高くなり、自然ガンマー線曲線の低下部がそれに一致する区間があることから、部分的に砂を挟むことが考えられる。

本井のスクリーンは 22 ~ 40m（総延長 18m）に設置し、デベロップメントを行った。その後の揚水試験の結果、300 $\text{m}^3/\text{分}$ の揚水が可能であることが確認された。また、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.490 m/日である。

5) ベニ県 Santa Ana 村落（図 5.2.23 参照）

Mamore 川西岸の Beni 平原中央低地帯の地質構造および水理地質を把握する目的で選定された Beni 県中央部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、深度 160m までは砂と粘土の互層からなるが、深度 148 ~ 160m の中砂、および礫は灰白色の石英質で、上部の堆積された褐色系の砂層と異なる。深度 160m 以深は変成岩類の岩片で、部分的に粘土を挟み、様々な岩相を呈していることから、均質な岩盤ではなく、礫状の岩石がブロック状に集積しているものと思われる。

検層結果では、深度 100m までの比抵抗曲線の変化が大きく（ $20 \sim 300\Omega \cdot m$ 以上）、100 ~ 160m 間は $20 \sim 45\Omega \cdot m$ の範囲で小さな変化を繰り返し、160m 以深は徐々に高くなる。自然電位、自然ガンマー線の検層曲線は全体に変化が大きく、特に自然電位の深度 130 ~ 155m 間の振れ幅は大きい。岩片が分布する深度 160m 以深の変化は少ない。

本井は深部帯水層の特性を確認する目的からスクリーンを深度 136 ~ 144m、148 ~ 160m の 2 箇所（総延長 20m）に設置し、デベロップメントを行った。その後の揚水試験の結果、480 $\text{m}^3/\text{分}$ 以上の揚水が可能であることが確認された。また、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.205 m/日である。

6) ベニ県 Magdalena 村落 (図 5.2.24 参照)

Beni 県東部のブラジル楕状地分布域の近くに位置し、Beni 県東部の地質構造および水理地質を把握する目的で選定された Beni 県東部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、深度 65m までは砂・礫と粘土の互層からなるが、深度 65m からは硬質の岩盤が出現し、孔底まで続き基盤岩を形成する。ブラジル楕状地分布域に位置することから先カンブリア系の変成岩と判断する。

検層結果では、比抵抗曲線は深度 65m までは比較的变化が大きく、それ以深は徐々に高くなる。自然電位、自然ガンマー線の検層曲線は、深度 65m 付近までは比較的大きな変化を示すが、その後の変化は少なくなる。

本井のスクリーンは深度 10～12m、18～28m (総延長 12m) に設置し、デベロップメントを行った。その後の揚水試験の結果、102 ㍑/分の揚水が可能であることが確認された。また、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.125 m/日である。

7) ベニ県 Galilea 村落 (図 5.2.25 参照)

ベニ平原の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたベニ県西部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、砂と粘土の互層からなり、特に深度 84m 以深は細～中砂層が続く。

検層結果は変化に富み、4～30m、35～39m、47～50m、61～72m、77～79m、88～94m、98～100m、119～125m、134～140m で比抵抗曲線の高比抵抗部と自然ガンマー線曲線の低下部が対応して、この区間は砂層が優勢であることを示す。

スクリーンは 74～79m、88～93m、98～101m、118～125m、135～141m の 6 箇所 (総延長 26m) に設置してデベロップメントを行い、その後行った揚水試験の結果、揚水量はバルブを全開(480 ㍑/分)しても限界量には達せず、480 ㍑/分以上の揚水が可能であることが確認された。なお、揚水試験によりもとめられた透水係数は 1.096 m/日である。

8) ベニ県 Puerto San Borja 村落 (図 5.2.26 参照)

ベニ平原の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたベニ県の Mamore 川西岸を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 200m の孔底まで砂と粘土の互層からなる。

検層結果では 18～20m、41～45m、85～87m、119～123m、137～138m、153～157m、160～161m、162～164m、174～176m、181～183m、184～190m で比抵抗曲線の上昇部と自然ガンマー線曲線の低下部が対応して砂層の卓越を示す区間がみられたが、Galilea のような明瞭な高比抵抗ではなく、全体に $5\Omega \cdot m$ 以下の低い値に比べて $10\Omega \cdot m$ 程度の小さな変化を示すのみで砂層の厚さは薄いものである。

スクリーン位置は 156～160m、162～168m、174～178m、182～188m の 4 箇所 (総延長 20m)

に設置してデベロップメントを行い、その後行った揚水試験の結果、揚水量は 120 ㍲/分程度が可能であることが確認された。なお、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.031 m/日である。

9) ベニ県 Puerto Varador 村落 (図 5.2.27 参照)

ベニ平原の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたベニ県の Mamore 川東岸を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 200m の孔底まで砂と粘土の互層からなる。

検層結果では 4 ~ 30m、35 ~ 39m、47 ~ 50m、61 ~ 72m、77 ~ 79m、88 ~ 94m、98 ~ 100m、119 ~ 125m、134 ~ 140m で比抵抗曲線の上昇部と自然ガンマー線曲線の低下部が対応して砂層の卓越を示す。

スクリーン位置は 10 ~ 14m、100 ~ 104m、150 ~ 154m、170 ~ 174m の 4 箇所 (総延長 16m) に設置してデベロップメントを行い、その後行った揚水試験の結果、揚水量はバルブを全開 (480 ㍲/分) しても限界量には達せず、480 ㍲/分以上揚水が可能であることが確認された。なお、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.537 m/日である。

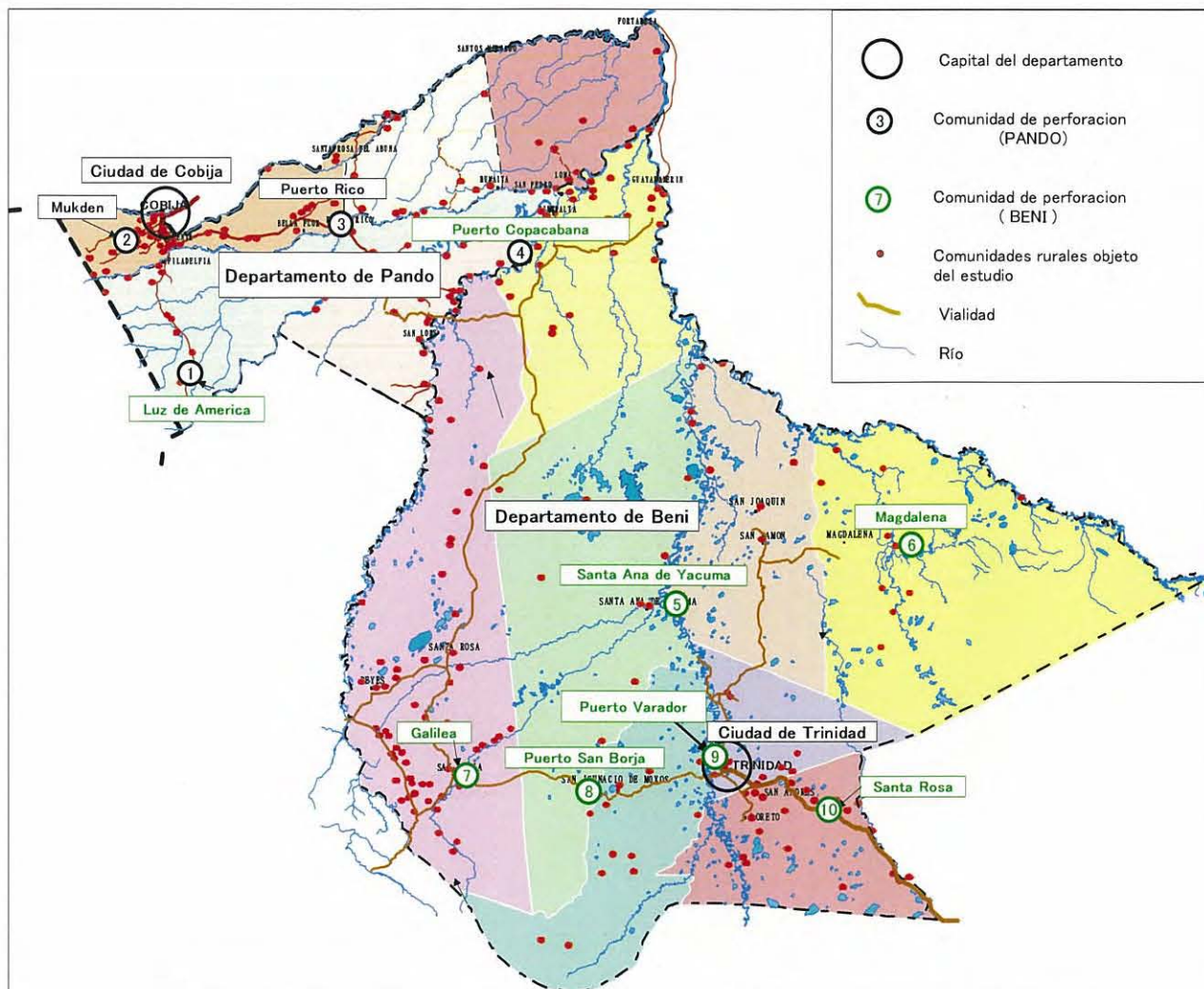
10) ベニ県 Santa Rosa 村落 (図 5.2.28 参照)

ベニ平原の地質構造および水理地質を把握する目的で選定されたベニ県東部を代表する地点である。

本試掘井の地質は、地表から深度 200m の孔底まで砂と粘土の互層からなる。

検層結果では 20 ~ 33m、40 ~ 43m、59 ~ 68m、71 ~ 75m、84 ~ 91m、94 ~ 98m、100 ~ 127m、131 ~ 134m、135 ~ 139m、143 ~ 156m、158 ~ 167m、172 ~ 175m、192 ~ 195m で比抵抗曲線の上昇部と自然ガンマー線曲線の低下部が対応して砂層の卓越を示す。

スクリーン位置は 121 ~ 125m、156 ~ 166m、170 ~ 176m、193 ~ 195m の 4 箇所 (総延長 22m) に設置してデベロップメントを行い、その後行った揚水試験の結果、揚水量はバルブを全開 (480 ㍲/分) しても限界量には達せず、480 ㍲/分以上揚水が可能であることが確認された。なお、揚水試験によりもとめられた透水係数は 0.173 m/日である。



Nombre de comunidad (PANDO)	Nombre de comunidad (BENI)
Departamento de Pando	Departamento de Beni
① Luz de America	⑤ Santa Ana de Yacuma
② Mukden	⑥ Magdalena
③ Puerto Rico	⑦ Galilea
④ Puerto Copacabana	⑧ Puerto San Borja
	⑨ Puerto Varador
	⑩ Santa Rosa

図 5.2.18 試掘地点位置

表 5.2.4 試掘井戸水理状況

県	試掘村落	井戸深度 (m)	静水位 (m)	動水位 (m)	適正揚水量 (L/分)	透水係数 (m/日)	備考
パンド	Luz de America	150	10.28	23.75	150	0.26	
	Mukden	150	—	—	—	—	空井戸
	Puerto Rico	150	—	—	—	—	空井戸
	Puerto Copacabana	150	5.50	16.90	300	0.49	
ベニ	Santa Ana	200	5.40	32.50	480	0.21	
	Magdalena	150	3.50	21.10	102	0.13	
	Galilea	150	3.70	8.46	480	1.10	
	Puerto San Borja	200	4.50	51.15	120	0.03	
	Puerto Varador	200	7.35	23.83	480	0.54	
	Santa Rosa	200	9.10	43.05	420	0.17	

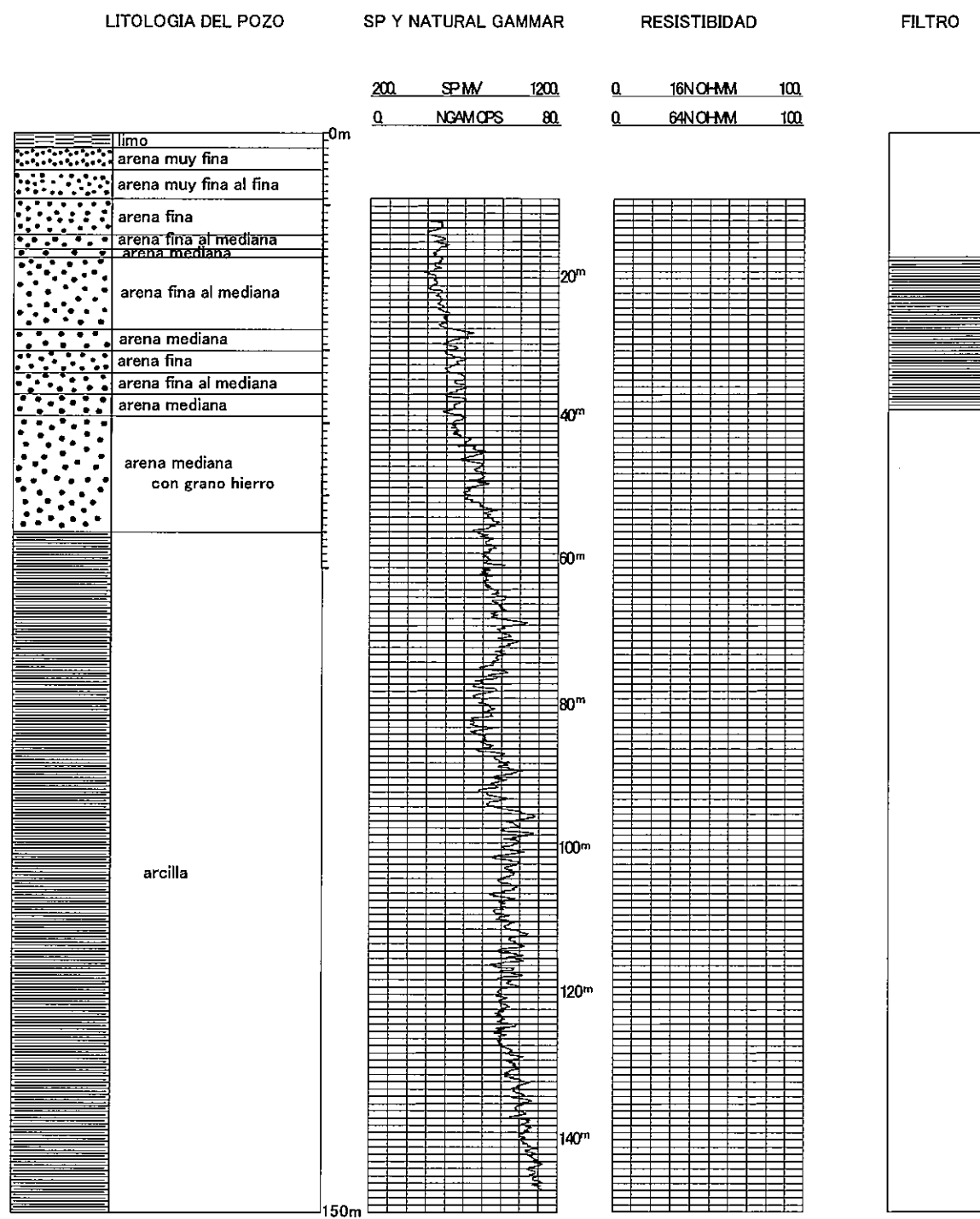


図5.2.19 LUZ DE AMERICA村落試掘結果

LITOLOGIA DEL POZO

SP Y NATURAL GAMMAR

RESISTIBIDAD

FILTRO

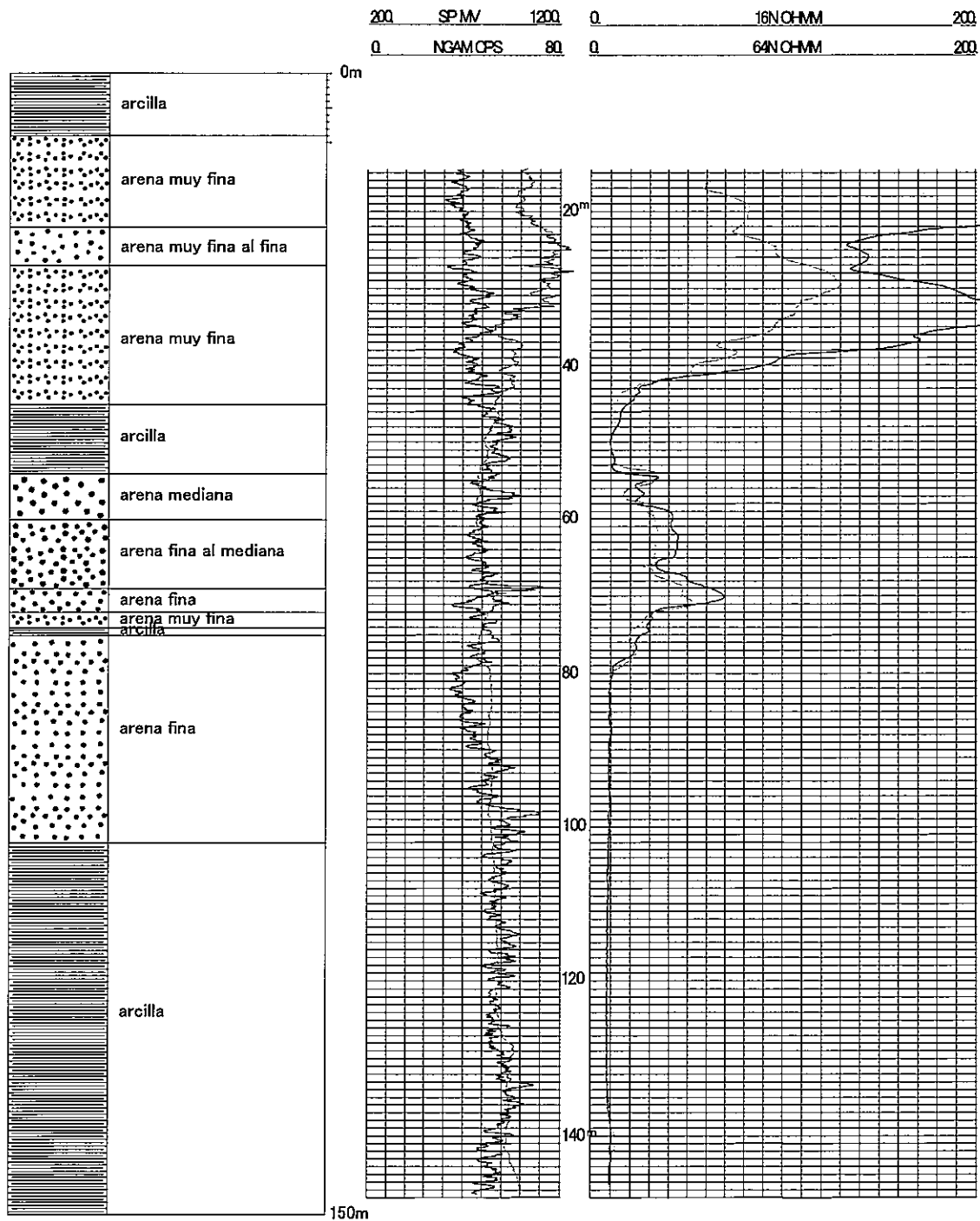


図5.2.20 MUKDEN村落試掘結果

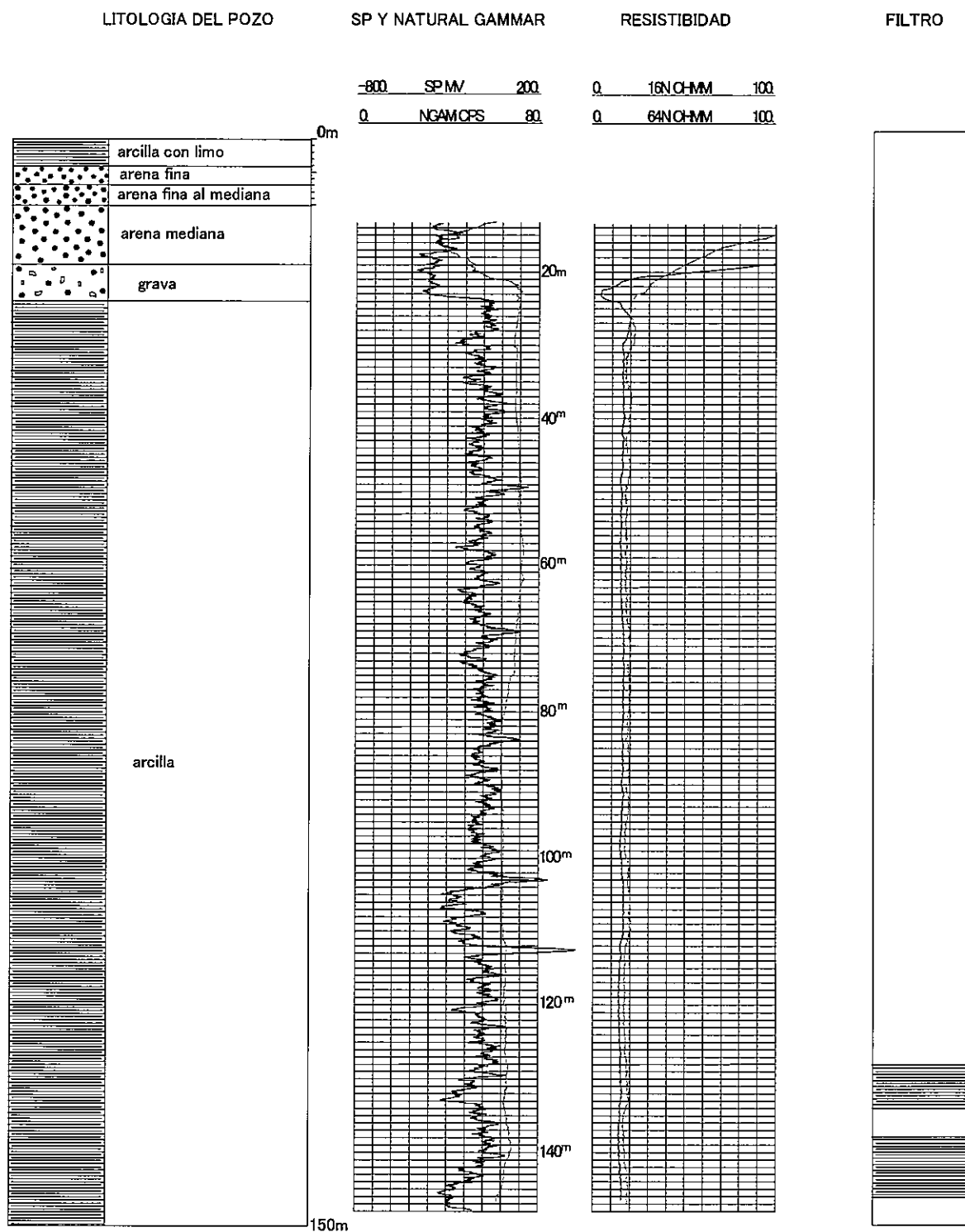


図5.2.21 PUERTO RICO村落試掘結果

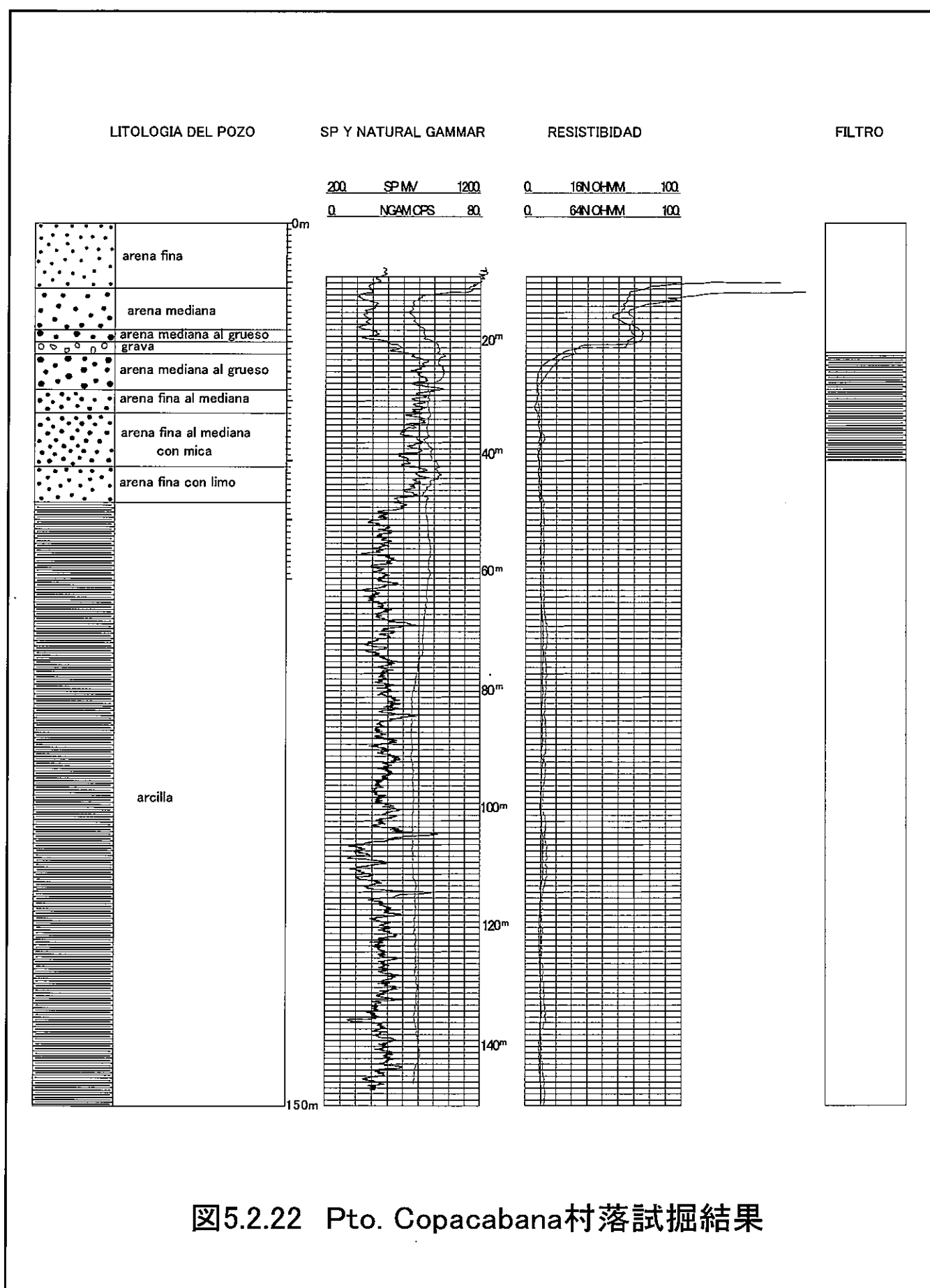


図5.2.22 Pto. Copacabana村落試掘結果

LITOLOGIA DEL POZO

SP Y NATURAL GAMMAR RESISTIVIDAD

FILTRO

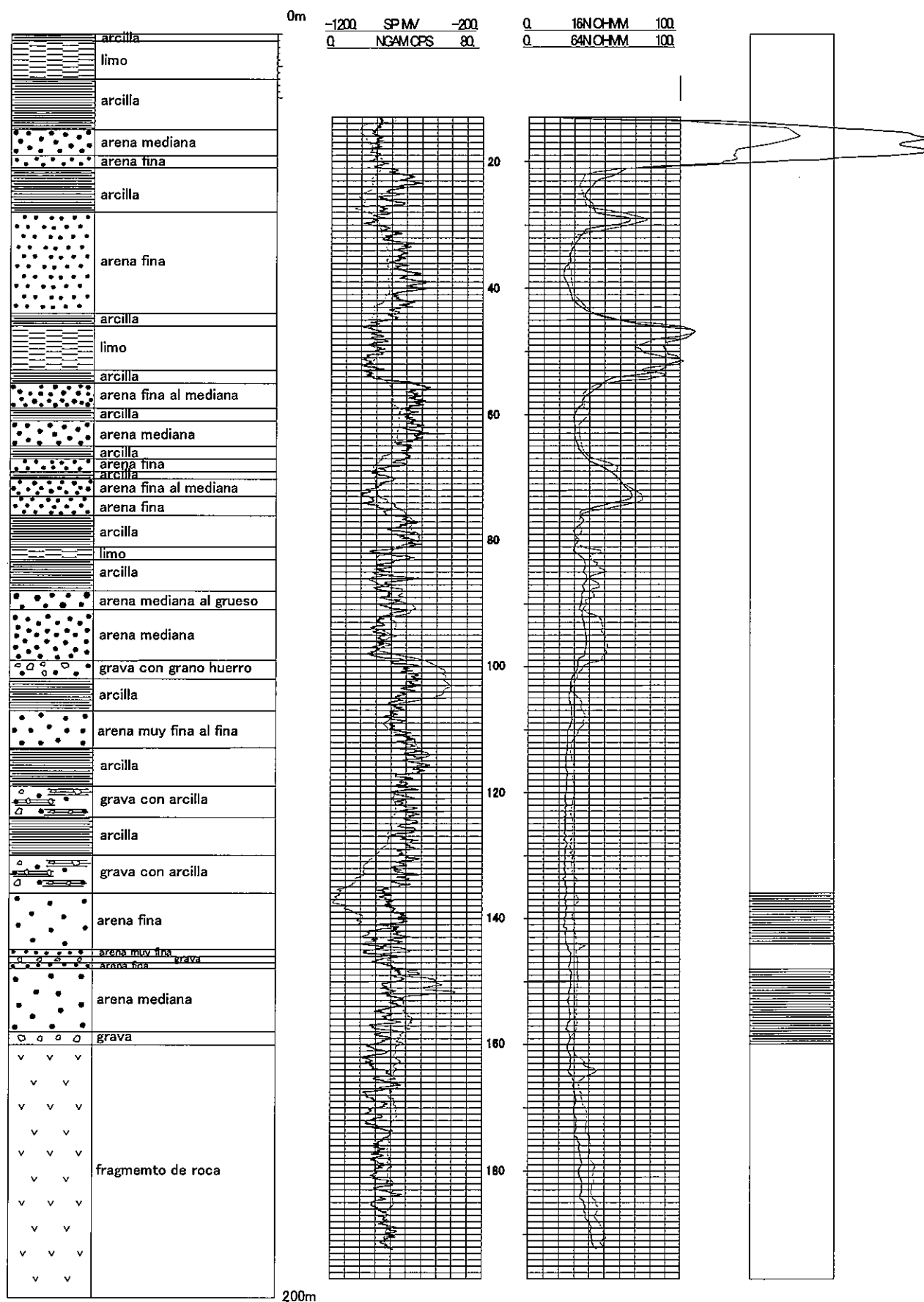


図5.2.23 SANTA ANA村落試掘結果

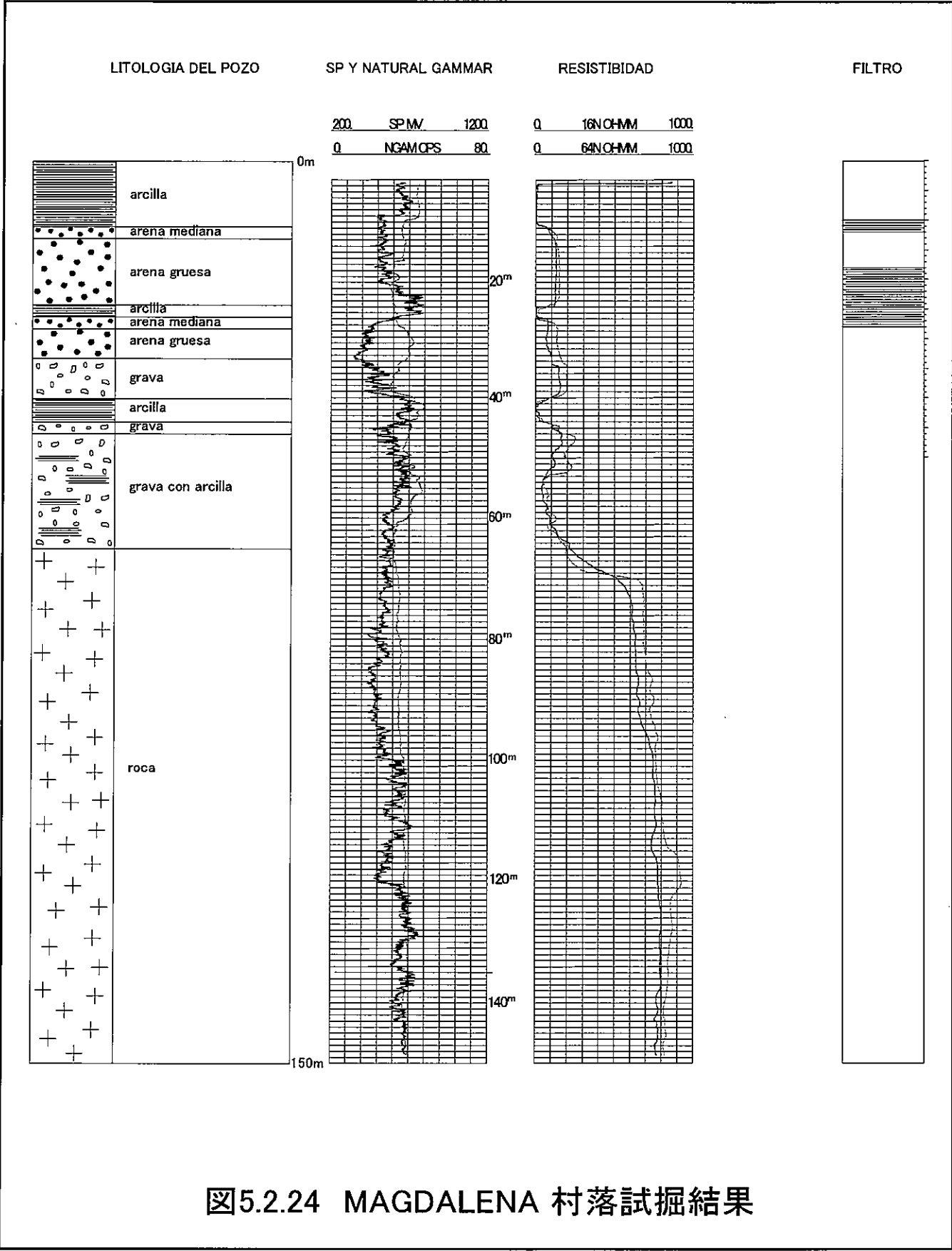


図5.2.24 MAGDALENA 村落試掘結果

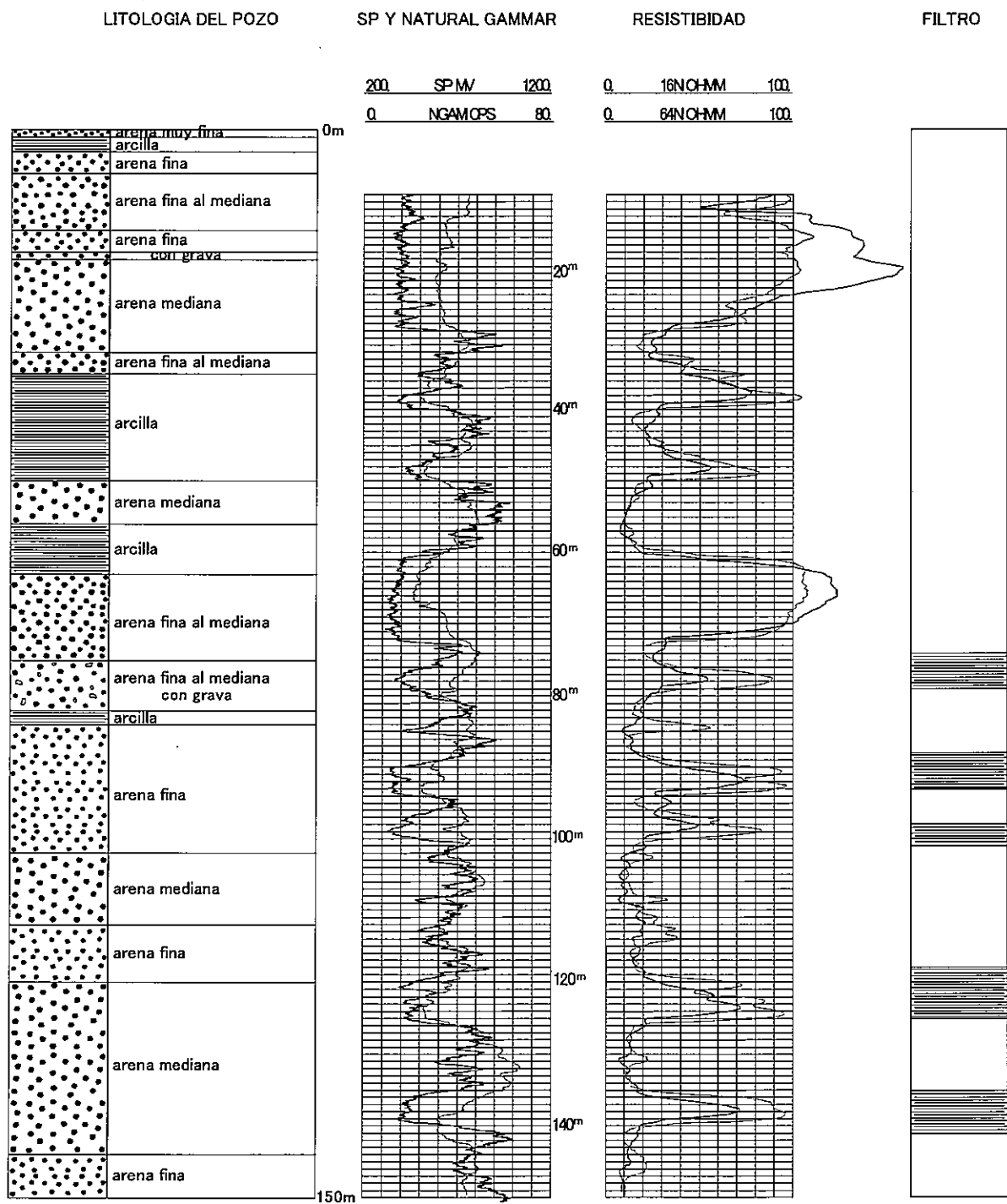
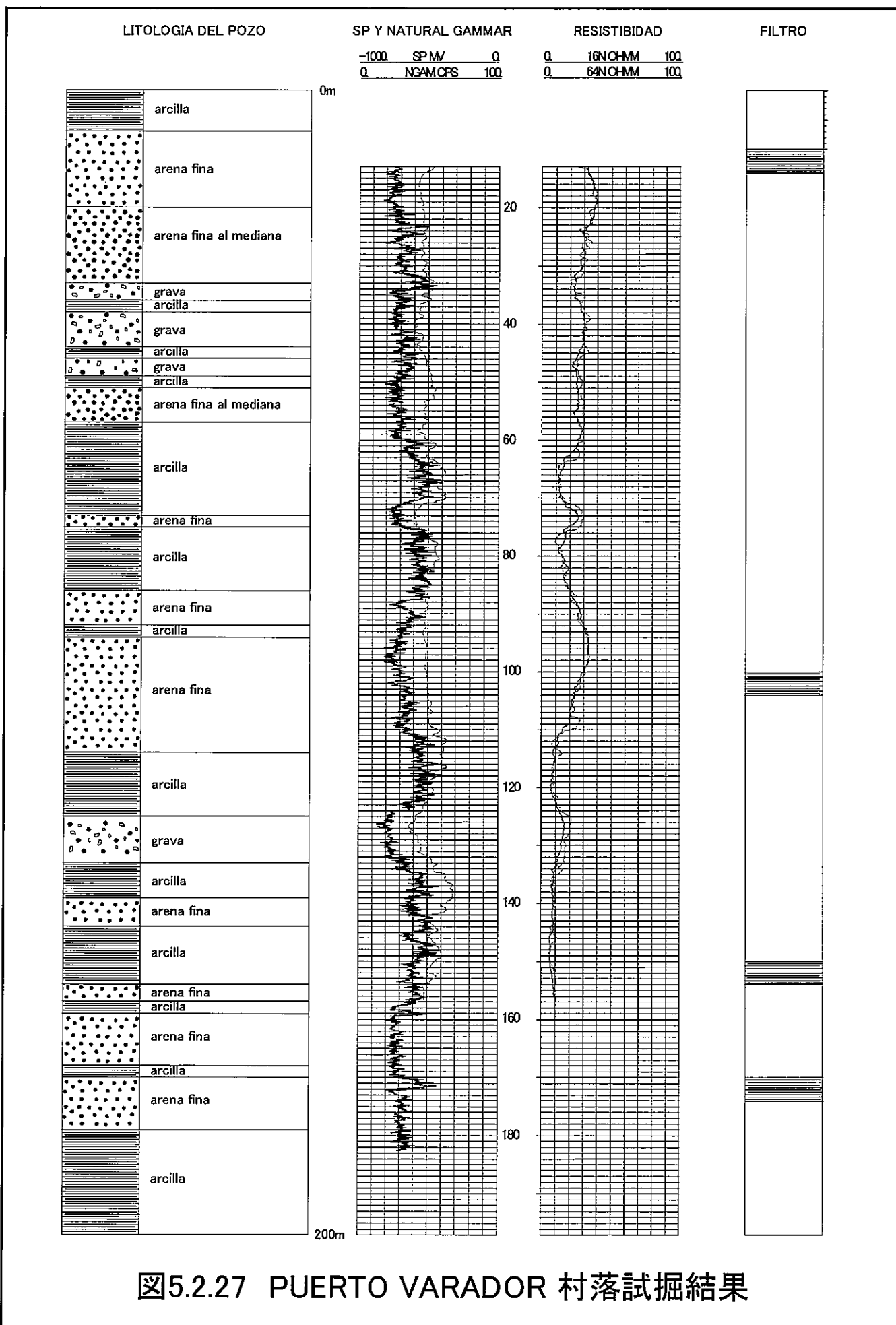


図5.2.25 GALILEA村落試掘結果



5.2.3 水理地質

パンド県内の 4 本の試掘結果によると、連続した半固結粘土層が水理地質基盤を構成しており、その上位に帯水層となりうる砂層が堆積していることが確認できた。一方、ベニ県内での 6 本の試掘のうち、中央から南部の 5 か所の調査結果からは、帯水層となりうる砂層が粘土層を挟みながら、150～200m 以上の厚さで分布していることがわかった。これらのうち、Puert San Borja では、パンド県内で水理地質基盤となっている粘土層と同質の地層を、深度 192m 以深において確認した。また、Santa Ana と Magdalena の試掘地点では、それぞれ深度 160m と 67m で先カンブリア代の基盤岩類（変成岩）に到達している。

上記のように、水理地質基盤となる地層は、パンド県とベニ県南部では半固結粘土層、ベニ県中央から東部では変成岩であることがわかる。物理探査の結果を用いて、これらの水理地質基盤となる地層が、広域的にどの深度で出現するかを読み取った。試掘調査と物理探査の結果から推定した水理地質基盤の深度分布図を図 5.2.29 に示すが、いくつかの地点で深度の急激な変化が読み取れる。これらの水理地質基盤の深度は、地形区分の境界またはリニアメントの集中帯付近で大きく変化しており、伏在する断層の存在が推定される。また、ベニ平原中央低地帯では、南東部で水理地質基盤の深度がより深くなっていることが読み取れる。

これらの情報をもとに、図 5.2.30 に示す位置の地質断面図を作成した（図 5.2.31～5.2.33）。さらに水理地質的特性を総合的に解析して、図 5.2.34 に示す水理地質区分を設定した。なお、ベニ南西部山地とベニ東部丘陵には集落が分布せず、水資源開発の必要性がないことから、水理地質区分からは除外する。以下、6 つの水理地質区分ごとに、地表踏査、試掘、電気探査および既存資料をもとに、水理地質的特徴を述べる。

(1) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のパンド丘陵高位面に相当する。本地域内での試掘は 2 か所（Luz de America (No.58)、Mukden (No.16)）で実施されており、地質試料の観察結果は図 5.2.19 および 5.2.19 に示すとおりである。両地点とも上部の砂層主体の部分と下部の粘土層に明確に区分され、それらの深度は Mukden で 102m、Luz de America で 55m である。これらの層は、Cobija 層（Soruco S. R. 2000）に相当するものと思われるが、年代を確定する決定的な情報はなく第三紀から第四紀にかけて堆積したものと考えられる。下部の粘土層は、灰色～緑灰色で粘性の高いことが特徴である。

Mukden では上半部の砂層主体部分は、粘土層を境にさらに細かく 3 層に区分でき、上位から極細粒砂主体（深度 9～45m）、中粒砂主体（深度 54～74m）、細粒砂主体（深度 75～102m）となっている。このうち、極細粒砂と細粒砂は赤褐色に変色しており、鉄分の濃集したノジュールを多く含むのが特徴である。中粒砂は黄褐色を呈し、砂層中に鉄分の濃集は見られない。一方、Luz de America では粘土層の挟みはないが、深度 14m を境に上半部（極細粒砂～細粒砂主体）と下半部（中粒砂主体）に区分できる。ここでは、深度 2～9m の極細粒砂～細粒砂と深度 39～55m の中粒砂が赤褐色に変色し、鉄分の濃集したノジュールを多く含んでいる。

本層の地質構造は既存資料では不明とされているが、コピハ市周辺の道路沿いで砂層と粘土層の互層が確認でき、ほぼ水平ではあるが2～3度北側に傾斜する構造を示している(図2.3.3 参照)。また、同じ高位面に位置するコピハ市内で掘削した深度135mの既存ボーリング資料(SERGEOTECMIN 2006)においても、Mukdenに類似した地層が確認されていることから、Pando丘陵を構成する第三紀～第四紀層はほぼ水平の構造を持つことが想定される。

(2) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のパンド丘陵中位面にほぼ相当し、東側を北北東 - 南南西方向の推定断層によって区画される。本地域内での試掘は1か所(Puerto Rico (No.65))で実施されており、掘削深度は150mである。試掘地点はPando段丘低位面上に位置するが、深度24m以深はPando丘陵中位面を構成する地層である。地質試料の観察結果は図5.2.21に示すとおりであり、深度24m以深はすべて粘土層が連続している。この粘土層は、Mukdenの102m以深で確認された粘土層と同じく、緑灰色で粘性が高い特徴を持つ地層であり、Mukden同様にCobija層に相当するものと思われる。

図5.2.31の地質断面図に示すとおり、Puerto RicoとMukdenの粘土層はほぼ水平に連続していると考えられる。また、Mukdenで確認された上部の砂層主体の部分は、Pando丘陵中位面では浸食されてほとんど分布していないと推定される。

(3) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のパンド段丘低位面に相当し、段丘堆積層を帯水層とする。Puerto Ricoの試掘によって、深度24mまで段丘面を形成している堆積物が分布することを確認している(図5.2.21)。表層付近は細粒の地層(粘土層、シルト層)に覆われているが、深度7～19mは中粒砂主体であり、深度19～24mは礫層である。これらの層は、Cobija層に不整合で重なりとされている第四系のCandelaria層に相当すると考えられる(Leyton L. F. and Pacheco J. 1986)。

地表踏査においても、大河川沿いで段丘面の縁に同様の堆積物が確認できる。砂層と礫層を主体としているが、側方への変化が激しい。また、ほぼ全層にわたって、鉄分の濃集したノジュールが含まれており、板状の固結層を形成していることもある。

(4) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のベニ平原北部台地にほぼ相当する。本地域内での試掘は1か所(Puerto Copacabana (No.90))で実施されており、パンド地域で水理地質基盤となっている半固結粘土層が深度47m以深において確認される(図5.2.22)。表層から深度11mまでの細粒砂は河岸段丘堆積層であり、掘削時の状況から地下水は不圧状態であると判断される。深度11m～47mは中粒砂を主体とし、水理地質区 で確認されている上半部の地層と同じものである。

西方の水理地質区 との境界には、落差約100mの断層が推定される。そのため、水理地質区 では表層部のみにしか分布しないCobija層上部の砂層主体層が、水理地質区 では50～80mの厚さで確認できるものと考えられる。

(5) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のベニ平原中央低地帯に相当する。本地域内での試掘は 6 か所で実施されているが、うち 4 か所 (Galilea (No.65), Puerto San Borja (No.250), Puerto Varador (No.8), Santa Rosa (No.148)) がベニ平原南部であり、2 か所 (Santa Ana (No.248), Magdalena) がベニ平原中央部である。地質試料の観察結果は図 5.2.23 ~ 5.2.28 に示しておりであり、各地点共に砂層、礫層、粘土層が重なり合っている。

南部地域の特徴は、全体に砂層を主体として粘土層を数層挟む構造であるが、Mamore 川本流に近い場所 (Puerto Varador) ほど粘土層の割合が高くなる傾向が認められる (図 5.2.33)。大きく 3 層に区分することができ、上位から上方細粒化砂層 (基底深度約 50m)、礫層を含む砂泥互層 (基底深度約 150m)、砂泥互層 (約 150m 以深) である。中位の礫層を含む砂泥互層の中には、鉄分の濃集したノジュールが多く含まれることがある (Puerto San Borja, Puerto Varador, Santa Ana)。なお、Puerto San Borja でのみ、バンド地域の水理地質基盤となっている半固結粘土層が、192m 以深で確認される。

また、中央部では先カンブリア代の基盤岩類に達しており、Santa Ana では深度 160m で、Magdalena では深度 67m で暗灰 ~ 暗緑灰色の変成岩が確認される。Santa Ana では、南部の 3 層準 (上部、中部、下部) に対応する地層の重なりが認められる。Magdalena では基盤岩類の上位に重なる地層 (深度 46 ~ 67m) は変成岩風化部が破碎した礫層であり、表層から深度 46m までの地層が南部地域の上部層に対応するものと判断される。

(6) 水理地質区

水理地質区 は、地形区分のベニ山麓扇状地に相当する。ベニ県南西端に小規模に分布しており、山麓からの崩壊土砂が堆積していると思われる。本地域内で試掘は実施しておらず、既存のボーリング資料も乏しいことから、詳細な地質状況は不明である。しかし、山麓の崩壊土砂により構成されていると考えられることから、砂礫を主体としながらも、粘土やシルトを混在する不均質な堆積物であることが推定される。

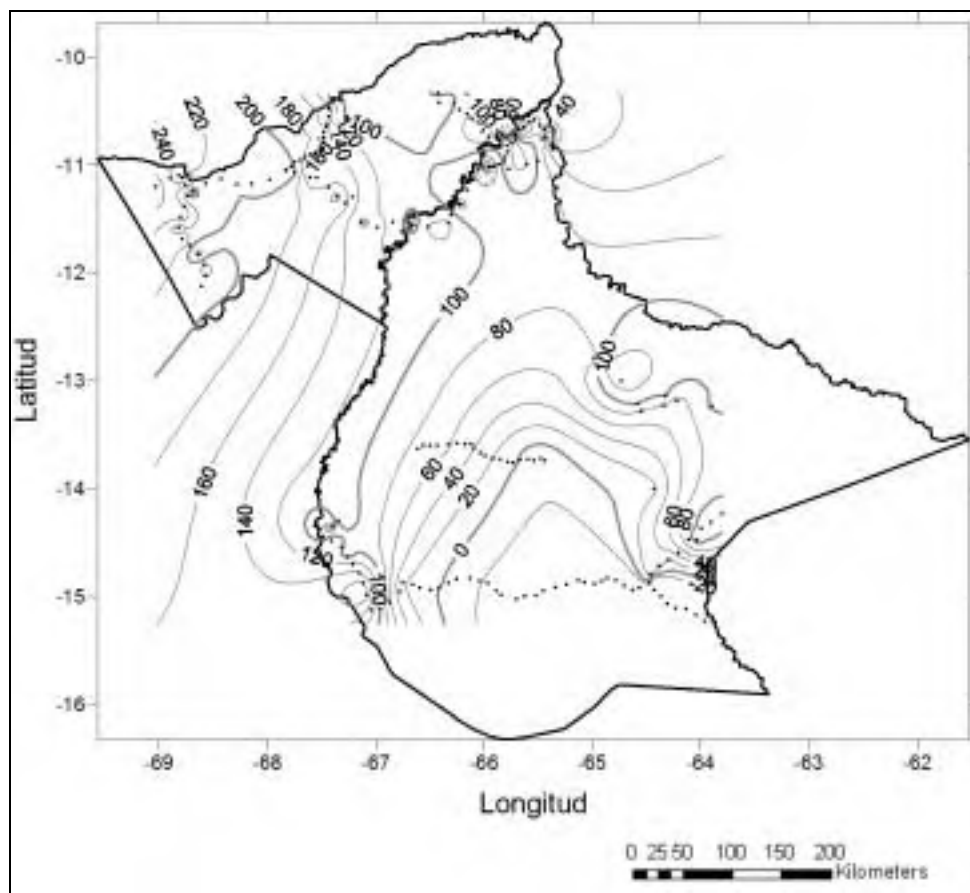


图 5.2.29 水理地質基盤深度分布圖(標高 m)

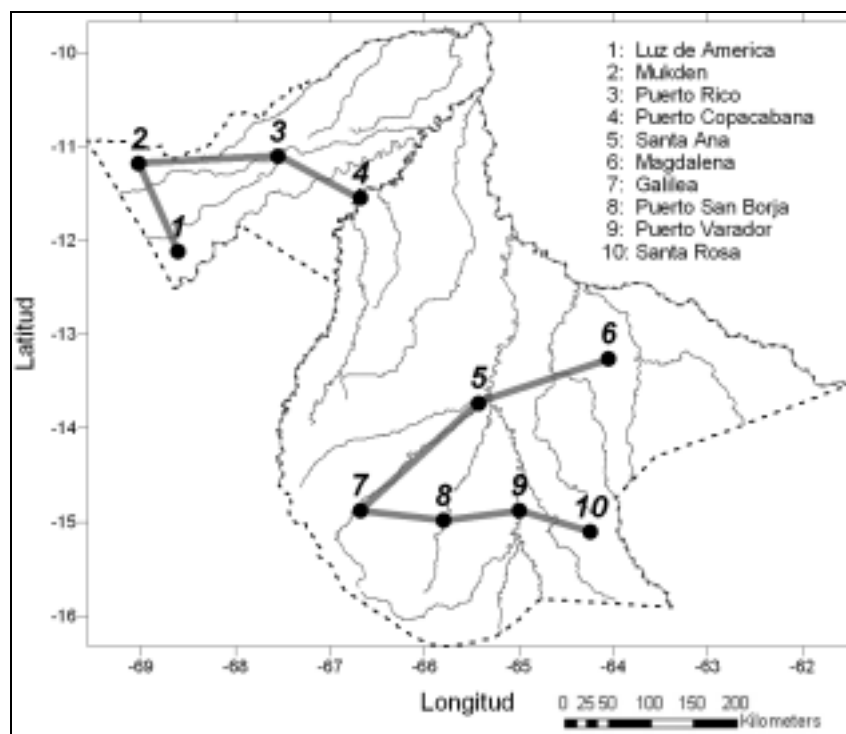


图 5.2.30 地質断面線位置圖

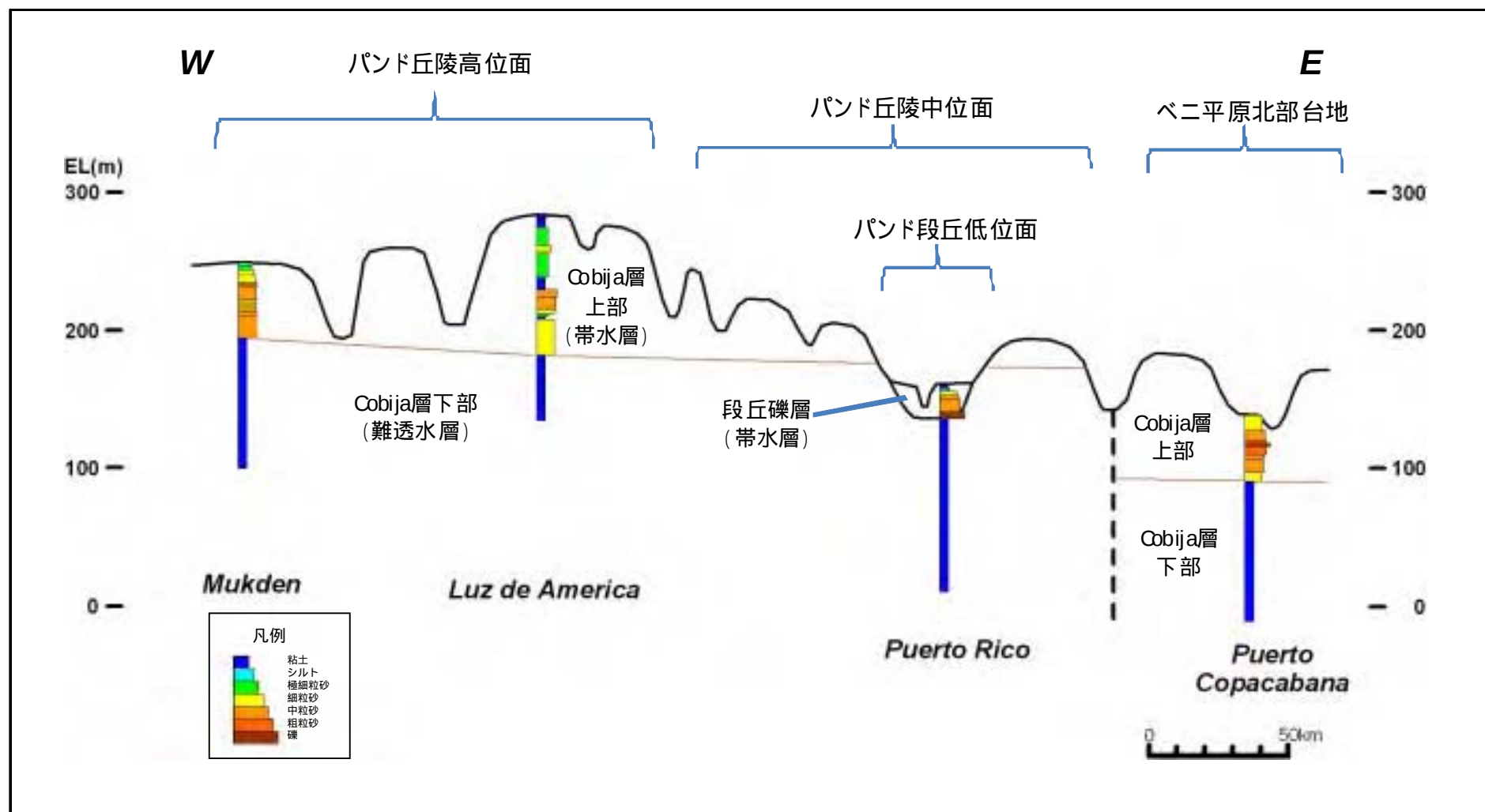


図 5.2.31 地質断面図(バンド県)

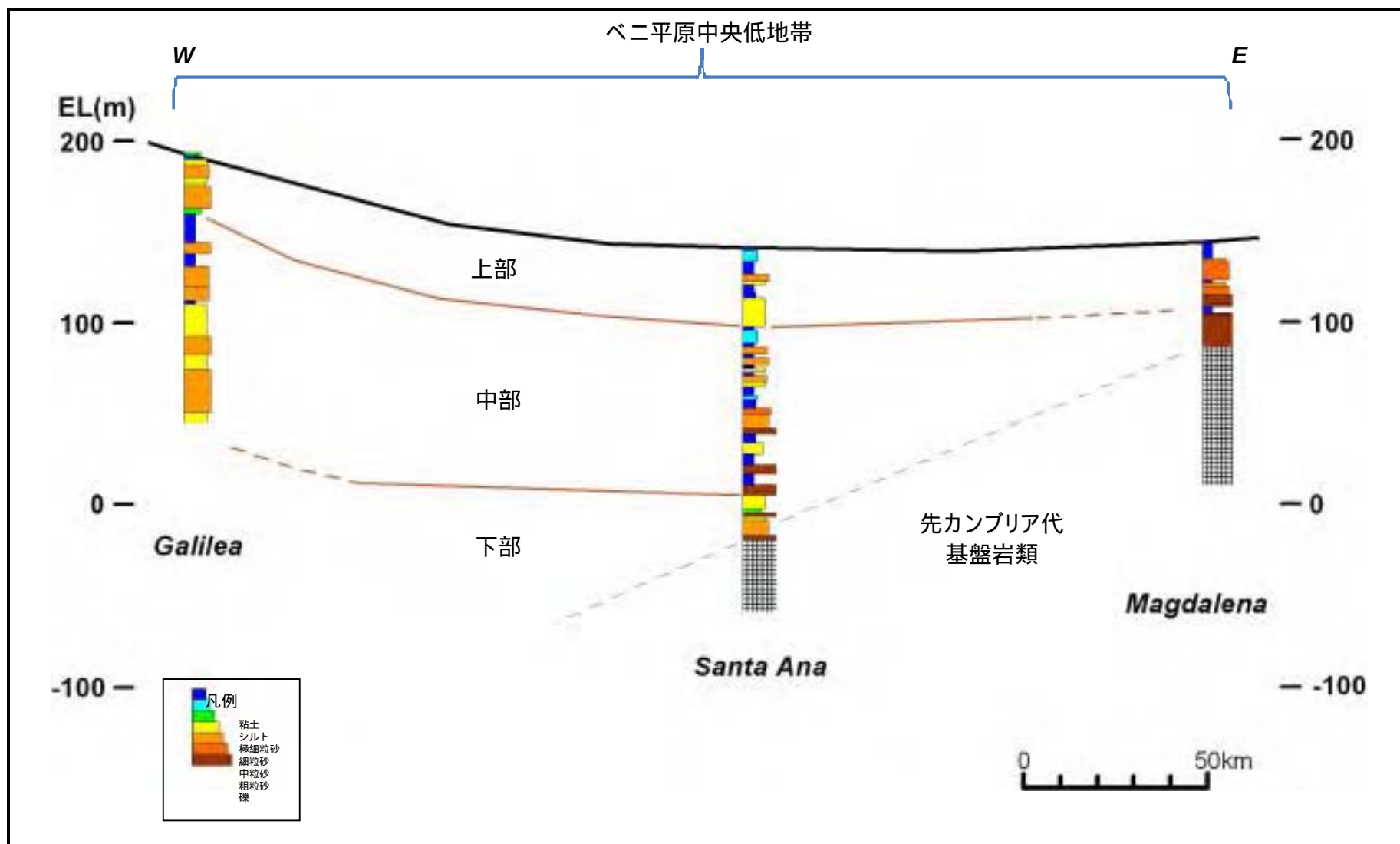


図 5.2.32 地質断面図(ベニ県中央部)

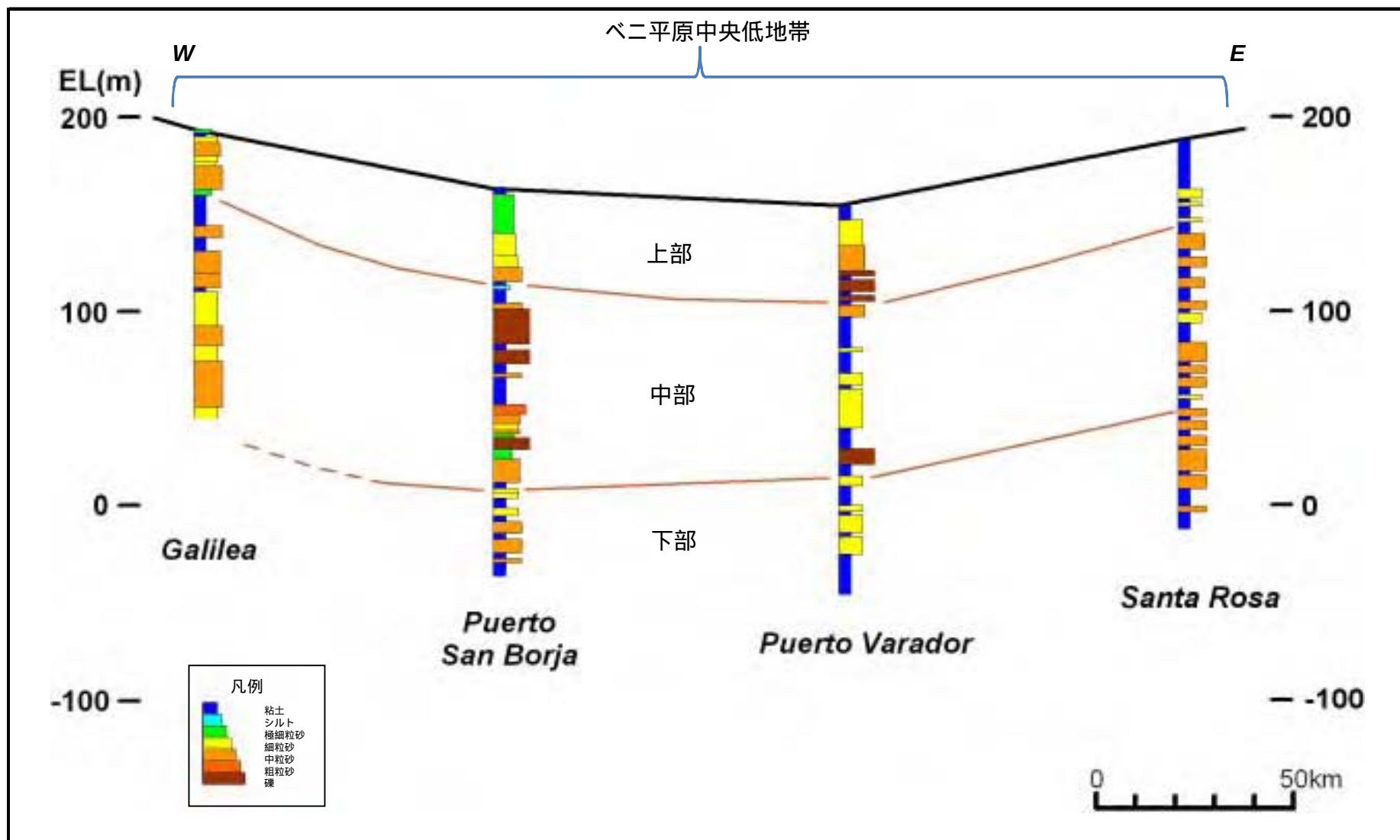


図 5.2.33 地質断面図(ベニ県南部)

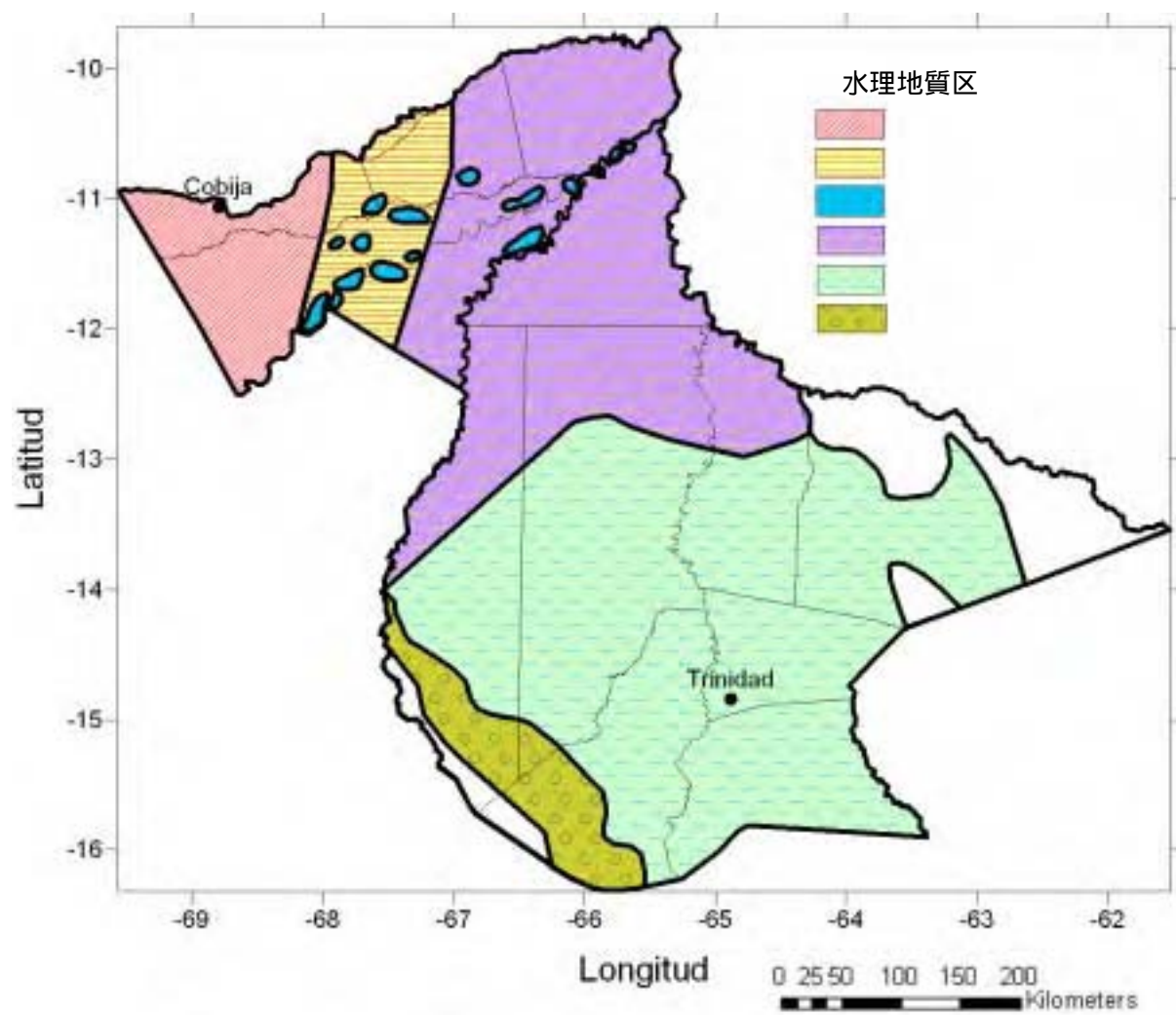


图 5.2.34 水理地質区分图

5.3 水質

対象地域における水質の調査は、水源の飲料水としての適正を評価する事、及び調査地域全体の水理地質的検討を行い、地下水開発の可能性を検討するために実施した。このため、インベントリー調査及び詳細水源調査において既存水源から湧水、浅井戸、深井戸及び関連する河川水を採取して簡易水質測定をするとともに選定したサンプルを水質試験所に送付して水質試験を行った。

5.3.1 ボリビア国の水質基準

ボリビア国における飲料水の水質基準は 2004 年 9 月に発効した NB 512-04「水質基準(3 版)」に規定されており、表 5.3.1 に示すとおりである。

表 5.3.1 水質基準

項目	単位	基準値	備考
物理的及び化学的性状			
色	UVC	15	
味、臭い	-	異常でない	
濁度	NTU	5	
蒸発残留物	mg/l	1000	
アルミニウム Aluminio Al	mg/l	0.1	
砒素 Arsenico As	mg/l	0.01	
アンモニア性窒素 Amoniaco NH3	mg/l	0.5	
アンチモン Antimonico Sb	mg/l	0.005	
バリウム Bario	mg/l	0.7	
ホウ素 Boro	mg/l	0.3	
カドミウム Cadmio	mg/l	0.005	
カルシウム Calcio c. Ca+2	mg/l	200.0	
シアン Cianuro Total	mg/l	0.07	
残留塩素 Cloro Residual	mg/l	1.0	
塩素 Cloruros c. Cl	mg/l	250.0	基準値は味覚の観点から
銅 Cobre Cu	mg/l	1.000	基準値は臭いと味覚の観点から
クロム Cromo Cr	mg/l	0.050	
フッ素 Fluoruros F	mg/l	1.5	
鉄 Hierro Total Fe	mg/l	0.300	
マグネシウム Magnesio Mg	mg/l	150.0	
マンガン Manganeso Mn	mg/l	0.100	
水銀 Mercurio Hg	mg/l	0.001	
ニッケル Niquel Ni	mg/l	0.05	
硝酸性窒素 Nitritos c. NO2	mg/l	0.100	
亜硝酸性窒素 Nitratos c. NO3	mg/l	45.000	
Bicarbonatos c. HCO3	mg/l	-	
硬度 Dureza Total c. CaCO3	mg/l	500.0	
鉛 Plomo	mg/l	0.0	
セレン Selenio Se		0.01	
ナトリウム Sodio	mg/l	200.0	基準値は味覚の観点から
硫化物 Sulfatos c. SO4	mg/l	400.0	
亜鉛 Zinc	mg/l	3.000	
微生物学的性状			
大腸菌群 Coliformes Totales	NMP/100ml.	<2.0	
大腸菌 Escherichia Coli	NMP/100ml.	<2.0	

5.3.2 水質試験の結果

表 5.3.2 に、ベニ県及びパンド県毎に水源別の試験結果概要を示す。

表 5.3.2 水質試験結果概要

Departamento			Beni	Beni	Beni	Beni	Pando	Pando	Pando
Sample No.			24	8	5	9	4		11
Fuente			1 pozo profundo	2 Noria	3 Pozo	7 Río	Pozo profundo	Vertiente	3 Río/Arroyo
pH	dimensiones	6.0 - 9.0	5.0-8.2	4.4-8.1	5.1-7.6	6.2-7.8	5.9-8.1	5.2-6.2	6.1-8.1
Olor	NUO	Acceptable	1	1	1	1	1	1	1
Color	U.V.C.	15.0	0.1-156.0	1-49	0.1-257.0	7.1-647.0	6-60	11-194	30-676.0
Turbidez	NTU	<5	0.3-48.2	0.4-82.0	0.3-2.0	0.5-256.0	0.4-0.7	0.3-3.0	0.3-98.8
Temperatura	°C	+/-5.0°C	20.0-26.6	0.5-26.0	18.0-25.6	20.0-26.7	21.0-25.1	20.0-25.2	16.7-26.5
Conductividad Especifica	umhos/cm	1500.0	21.2-5015.0	20.8-5070.0	12.6-1217.0	3.1-709.0	15-1997	11.1-1361	6.3-1878.0
Dureza Total c. CaCO3	mg/l	500.0	8.0-1233.8	2.8-1233.8	38.1-155.7	29.6-128.4	48.7-869.7	13.0-186.8	46.7-272.4
Dureza de Magnesio	mg/l		44.7-1138.6	48.7-1196.8	49.6-140.1	41.7-78.8	47.7-240.0	5.0-134.3	3.8-242.2
Alcalinidad Total c. CaCO3	mg/l	370.0	3.0-536.1	4.0-434.5	9.5-446.9	4.2-66.0	7.7-324.5	4.5-490.5	5.5-334.5
Cadmio	mg/l	0.0	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mercurio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/l	0.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Arsénico	mg/l	0.010	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cromo Total	mg/l	0.050	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Cianuro Total	mg/l		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cobre	mg/l	1.000	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003-0.121	<0.003
Hierro Total Fe	mg/l	0.300	0.01-2.66	0.01-0.9	0.0-1.1	0.01-2.9	0.01-1.04	0.01-0.8	0.010-1.65
Zinc	mg/l	3.000	0.005-0.594	0.005-0.074	0.005-0.056	0.005-0.244	0.005-0.048	0.018-0.491	0.005-0.236
Manganeso	mg/l	0.100	<0.02-0.710	0.0-0.470	<0.06	<0.02-0.80	<0.02	<0.02-0.70	<0.02
Fluoruros	mg/l	1.5	0.2-1.0	0.1-0.7	0.0	<0.1	0.2-0.7	0-0.3	0.0-1.0
Oxígeno Disuelto	mg/l		0.8-7.3	2.8-7.0	4.9-6.9	0.8-7.5	2.8-6.5	5.3-6.6	2.2-7.0
Sólidos Disueltos Totales a 180°C	mg/l	1000.0	25.5-4192.0	6.0-4310	56.0-822.0	12.0-138.0	40-1462	14-968	6.0-856.0
Sodio	mg/l	200.0	7.0-800.0	6-288.6	4.0-25.0	4.0-20.0	8-420	5-36	4.0-400.0
Potasio	mg/l		0.4-40.0	1-25.4	1.0-5.0	1.0-7.5	1-50	1-2	1.0-20.0
Calcio c. Ca+2	mg/l	200.0	10.5-137.4	14.8-107.0	<10.0	4.6-20.4	1-10	<10-21	12.0-30.4
Magnesio (Calc.)	mg/l		0.0-276.7	2.7-290.8	12.1-34.0	0.0-19.1	11.6-58.3	1.2-32.6	0.9-58.9
Cloruros c. Cl	mg/l	250.0	0.0-629.8	3.4-429.6	0.5-18.6	0.5-9.4	0.5-230.1	1-12.1	0.5-41.2
Sulfatos c. SO4	mg/l	400.0	2.3-1427.0	2.3-1095.3	4.9-259.1	2.4-45.0	6.4-524.1	4.0-197.1	5.0-591.6
Bicarbonatos c. HCO3	mg/l		2.5-551.9	3.5-434.0	9.0-446.4	3.7-65.5	7.2-330	4.0-490	5.0-334.0
Nitratos c. NO3	mg/l	45.000	0.0-65.4	22.2-69.2	<1.0	<1.0-7.2	<1.0	<1.0-0.15	<1.0
Nitritos c. NO2	mg/l	0.100	<0.05-1.1	0.1-0.2	<0.05-0.11	<0.05-0.80	<0.05-0.11	<0.05	<0.05-0.70
Nitrógeno Amoniacal c. NH4	mg/l		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Coliformes Fecales	MP/100ml	<2.0	<2.0-1600	130-920.0	<2.0-70	49-920	<2.0-240	<2.0-140	<2.0-1600
Coliformes Totales	MP/100ml	<2.0	<2.0-1600	<230	<2.0-920.0	49-1600	<2.0-1600	<2.0-140	<2.0-1600

水質項目別の傾向は以下のとおりである。

(a) pH

詳細水源調査時に直接測定した場合、ベニ県、パンド県ともに 6.0 以下の値を示す浅井戸、手掘り井戸、湧水が多く見られた(この結果は次節の水理地質的分析の中で考察する)。

(b) 色度、濁度

小川や河川の色度は比較的高く、50NTU 前後の河川に加えて、200～600NTU の値を示す河川が見られる。色は深緑に近く、フミン性と見られることから、これらの河川の起源がベニ平原に見られる中央低地で、雨期には長期に渡って湛水、乾期には湖沼もしくは湿地帯となる地域であることが理由と考えられる。

濁度は、乾期の詳細水源調査時の測定で 50～100NTU、地域住民の聞き取りから考えると、雨期には 1,000NTU を超えるケースも多いと考えられる。小川 (Arroyo) でも、基本的には河川と同じ傾向である。

また、一部の湧水や手掘り井戸、浅井戸でも色度 50～100 度、濁度 20-30NTU が検出された。

(c) 電気伝導度

ベニ県中央低地帯、特にマモレ川周辺で電気伝導度の高い傾向があり、多くの浅井戸、一部の深井戸で $2,000 \sim 3,000 \mu S / cm^2$ が検出された。これらの井戸ではナトリウム、硫化物が高く、ベニ県の東に位置する Casarabe (No.5) では電気伝導度が $3,000 \mu S / cm^2$ で、ナトリウムが $420mg / l$ 、硫化物が $414mg / l$ であった(この結果は次節の水理地質的分析の中で考察する)。

(d) 重金属

対象地域上流側で金採掘を行っているということから、この影響を検討するために、河川水を中心に重金属(カドミウム、水銀、鉛、砒素、クロモ、シアン、銅)の試験を行った。この結果、サンプルからはいずれも重金属類は検出されなかった。

(e) 鉄、マンガン

ベニ県中央低地帯、特にマモレ川周辺の浅井戸(10-20m)、深井戸(50-70m)で鉄、マンガンが水質基準を超えて、鉄で $0.5 \sim 1.0mg / l$ 、マンガンを $0.3 \sim 0.5mg / l$ 程度の値を検出する場合が見られた。

(f) 大腸菌、硝酸性窒素

詳細水源調査で実施した既存水源に対する簡易検査では、手掘り井戸、浅井戸、一部の深井戸、湧水、河川水で大腸菌が検出されている。特に、溜池の場合は多く検出されており、飲料水水源の使用には不適な場合がほとんどであった。

深井戸で大腸菌、硝酸性窒素が検出される場合、水源の位置は村落の家屋内、庭等、広場の洗濯場の近く等で近隣からの汚染と考えられる。

5.3.3 対象地域の水利地質的水質特性

調査地域内の地下水水質について、既存井戸と試掘井を対象に水質分析を実施した。既存井戸の水質分析結果は別添表 5.3.2 のとおりであり、水源種類によって異なる特徴を示すことがわかった。試掘井の水質分析結果は表 5.3.3 に示すとおりであり、いくつかの項目で基準値を超過していた。

また、水源調査によって村落を訪問し、携帯式簡易水位計によって pH、電気伝導率などの計測を行った。水源調査で確認した地下水利用地点の水源別位置図を、図 5.3.1 に示す。パンド県およびベニ県北部地域では湧水と手掘り井戸の利用がほとんどであるが、ベニ県中央部から南部にかけては浅井戸と深井戸が多く分布していることがわかる。

以下、地下水の水源種類ごとに水質の特徴を述べる。

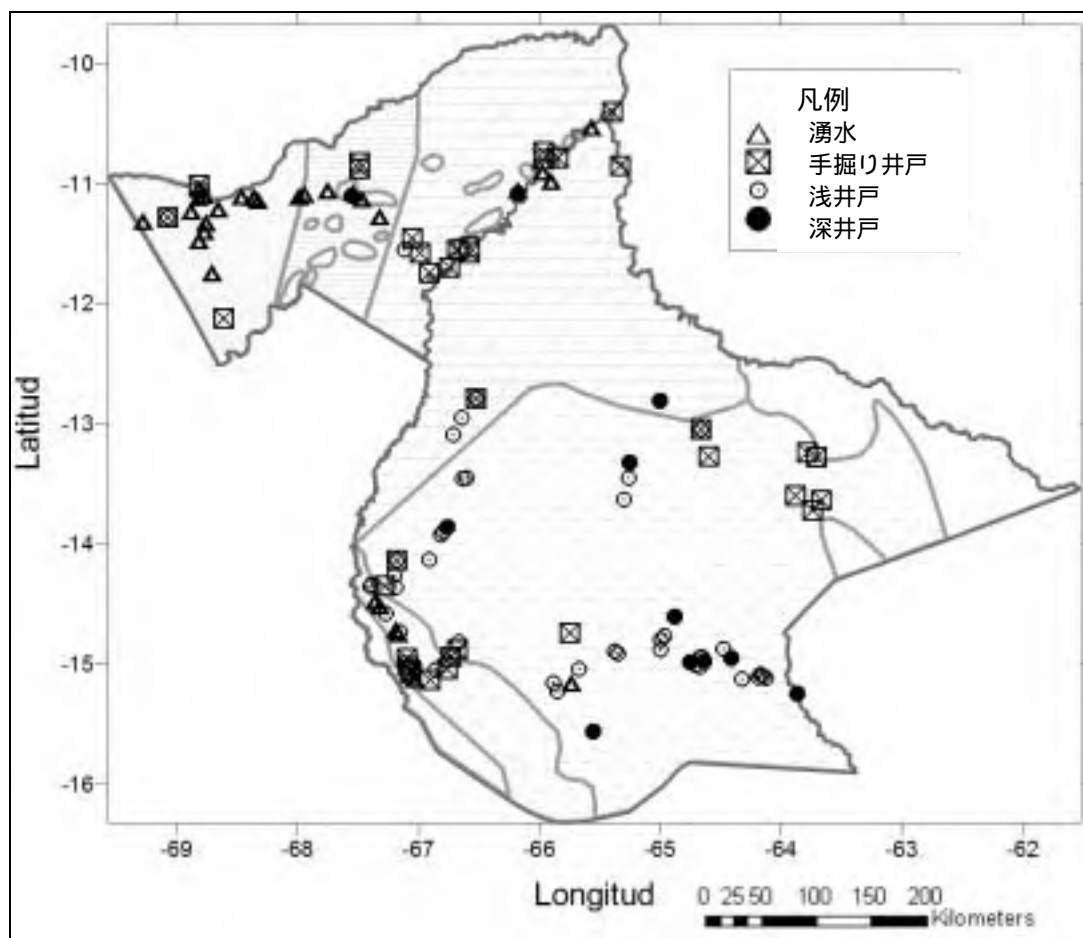


図 5.3.1 水源調査位置図(地下水利用地点のみ)

(1) 湧水

パンド県の 4 ヶ所の湧水について、実験室での水質分析を実施した。全般に水質は良好であり、El Pallar (No.82)で全鉄が高い値 (800mg/l) を示した以外は、特別に問題のある結果は認められない。

水源調査時に測定した pH と電気伝導率の値は図 5.3.2 に示すとおりであるが、パンドと

ベニで傾向が大きく違っていた。pHは、バンドではほとんどの地点で6以下の酸性側の値を示しているのに対し、ベニでは6～8を示している。電気伝導率は全般的に低い値であり、とくにバンドは最大でも12.1mS/mという低い値であった。

pHと電気伝導率の分布特性は図5.3.3に示すとおりであり、ベニ県中央部から東部にかけては湧水の分布は確認されない。pHはバンド地域で5～6の値が集中しているが、ベニ県西部では7前後の値である。また、電気伝導率は全般に低い値ではあるが、とくにバンド県西部では2mS/m前後の値である。

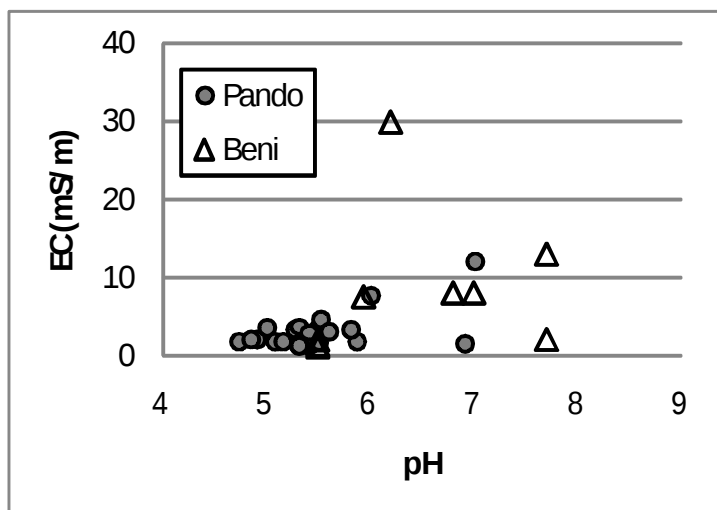


図 5.3.2 pHと電気伝導率(湧水)

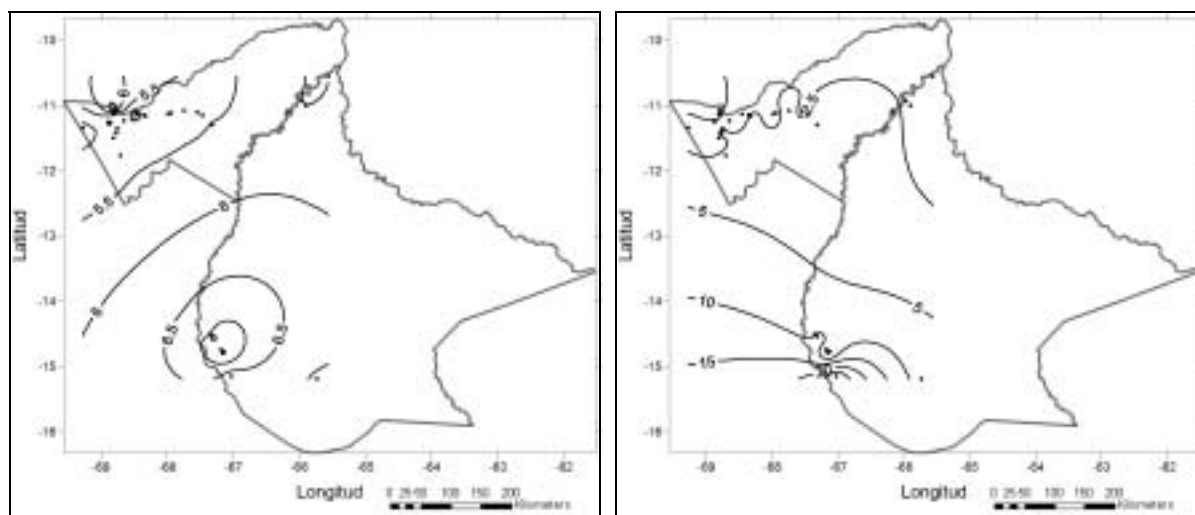


図 5.3.3 湧水の水質分布特性(左:pH、右:電気伝導率(mS/m))

(2) 手掘り井戸

ベニ県の8ヶ所の手掘り井戸について実験室での水質分析を実施したところ、全般に良好な水質が確認された。しかし、表層部の地下水であるためか、地域による違いが大きく、Las Habras (No.69)では多くの項目が基準値を超過していた。とくに、他の地点ではほと

んど検出されていない亜硝酸が検出されており、表層部からの汚染が懸念される。また、Puerto Almacen では、全鉄が 0.930mg/L と高濃度であった。

水源調査時に測定した pH と電気伝導率の値は図 5.3.4 に示すとおりであるが、パンドとベニで特別に異なる傾向はみられない。pH は、パンド、ベニともに、5 から 9 までの広い範囲にばらついている。電気伝導率は、パンドでは 1 か所 (Copacabana (No. 90)) : 79.5mS/m を除いてみな低い値であるのに対し、ベニは最大 46mS/m までの範囲にばらついている。

pH と電気伝導率の分布特性は、図 5.3.5 に示すとおりである。pH は大半の地域で 6 ~ 7 の値が分布しているが、ベニ県北部では 8 以上の値を示す場所がある。また、電気伝導率は全般に低い値ではあるが、とくにパンド地域とベニ県中央部から東部にかけては 10mS/m 以下の値が分布している。

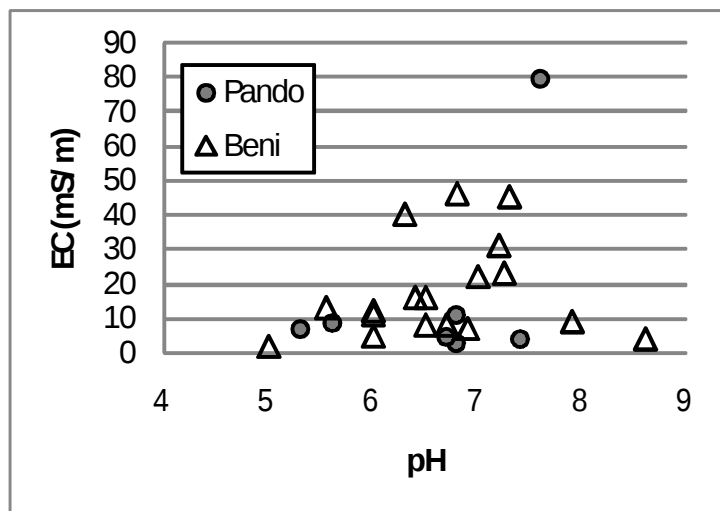


図 5.3.4 pH と電気伝導率(手掘り井戸)

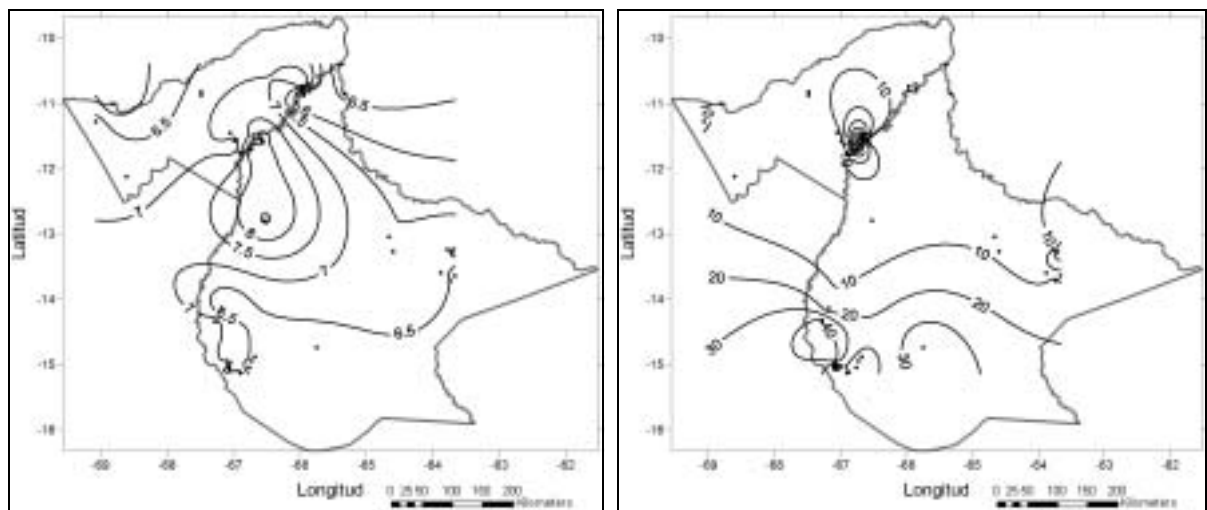


図 5.3.5 手掘り井戸の水質分布特性(左:pH、右:電気伝導率(mS/m))

(3) 浅井戸

パンド県で 3 ケ所、ベニ県で 11 ケ所、合計 14 ケ所の浅井戸で実験室での水質分析を実施した。共通して高濃度を示す項目はないが、いくつかの井戸で全鉄、亜硝酸、色度などが基準値を超えていた。

水源調査時に測定した pH と電気伝導率の値は図 5.3.6 に示すとおりであるが、パンドでは浅井戸の利用がほとんどないため、大半がベニでの測定結果である。pH は、パンド、ベニともに、6 から 9 までの範囲に分布している。電気伝導率は、半数が 100mS/m 以下の比較的低い値であるが、そのほかは高い値を示すものもあり、最大は Mira Flores (No.138) の 654mS/m であった。

pH と電気伝導率の分布特性は、図 5.3.7 に示すとおりである。pH の分布に目立った特徴は認められないが、ベニ県中央部で 7 以下の値が分布している。また、電気伝導率は東側と西側で分布傾向が大きく異なり、とくにベニ県南東部で高い値が集中している。

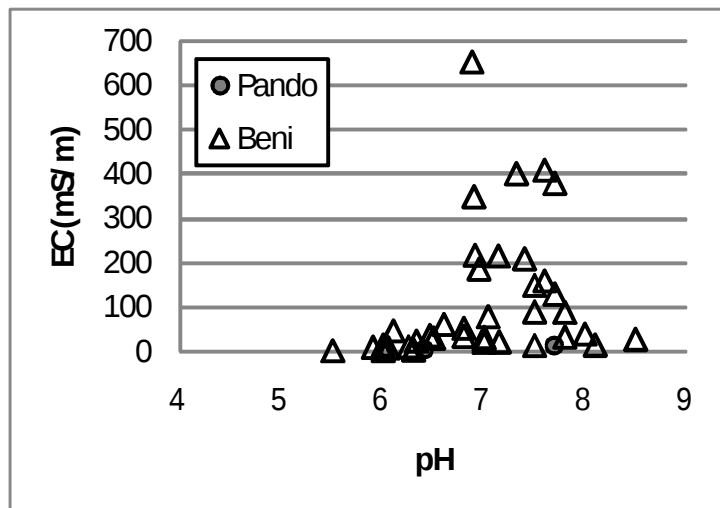


図 5.3.6 pH と電気伝導率(浅井戸)

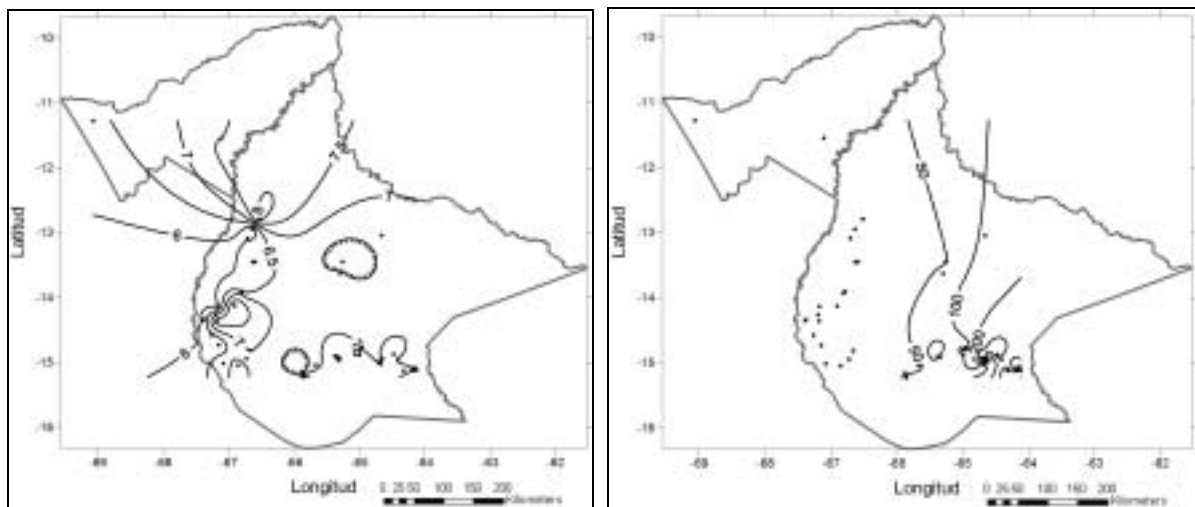


図 5.3.7 浅井戸の水質分布特性(左:pH、右:電気伝導率(mS/m))

(4) 深井戸

パンド県で 1 ケ所、ベニ県で 14 ケ所、合計 15 ケ所の深井戸で実験室での水質分析を実施した。他の地下水水源（湧水、手掘り井戸、浅井戸）に比べて、基準値を超過する項目が多く、電気伝導率、色度、全鉄、亜硝酸、ナトリウム、硫酸などが多くの井戸で高濃度を示した。試掘井での分析結果（表 5.3.3）によると、全鉄とマンガンが基準を超過する井戸が多く、Puerto Varador では全鉄が基準値の 7 倍以上（ 2.22mg/l ）であり、Santa Ana ではマンガンが基準値の 13 倍以上（ 1.36mg/l ）であった。さらに Santa Ana では、濁度、硬度、カルシウム、マグネシウム、塩素イオン、硫酸イオンなど多くの項目で基準値を超えており、飲料水として利用することはできない。

水源調査時に測定した pH と電気伝導率の値は図 5.3.8 に示すとおりであるが、パンドでは深井戸の利用がほとんどないため、大半がベニでの測定結果である。pH は、パンド、ベニともに、6.8 以上のアルカリ側の範囲に集中しているのが特徴的である。電気伝導率は、ほとんどが 100mS/m 以上の比較的高い値であり、最大は Mira Peroto (No.144) の 579mS/m であった。

pH と電気伝導率の分布特性は、図 5.3.9 に示すとおりであり、全般に深井戸の分布は少ない。pH は調査地域の西側で 7.5 以下、東側で 7.5 以上という傾向が認められる。また、電気伝導率はベニ県中央部で 100mS/m 以下の値が分布することと、ベニ県南東部で 300mS/m 以上の値が集中していることが特徴的である。浅井戸と深井戸の水質分布特性を比較すると、ベニ県南東部で高濃度の値が集中するという共通した傾向が認められる。

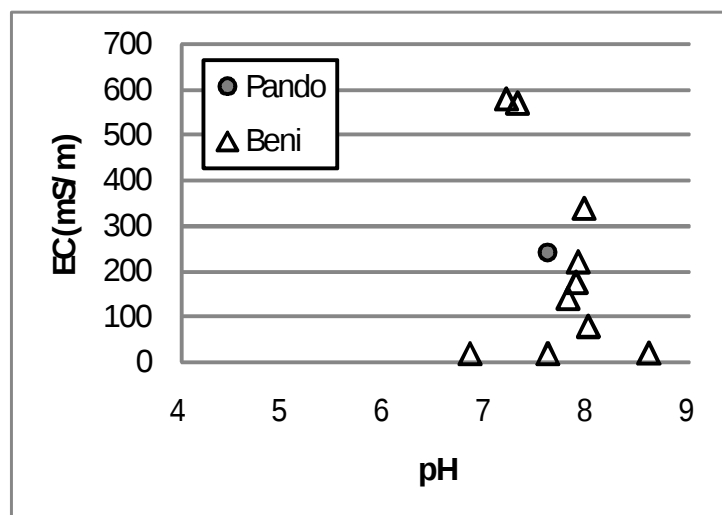


図 5.3.8 pH と電気伝導率(深井戸)

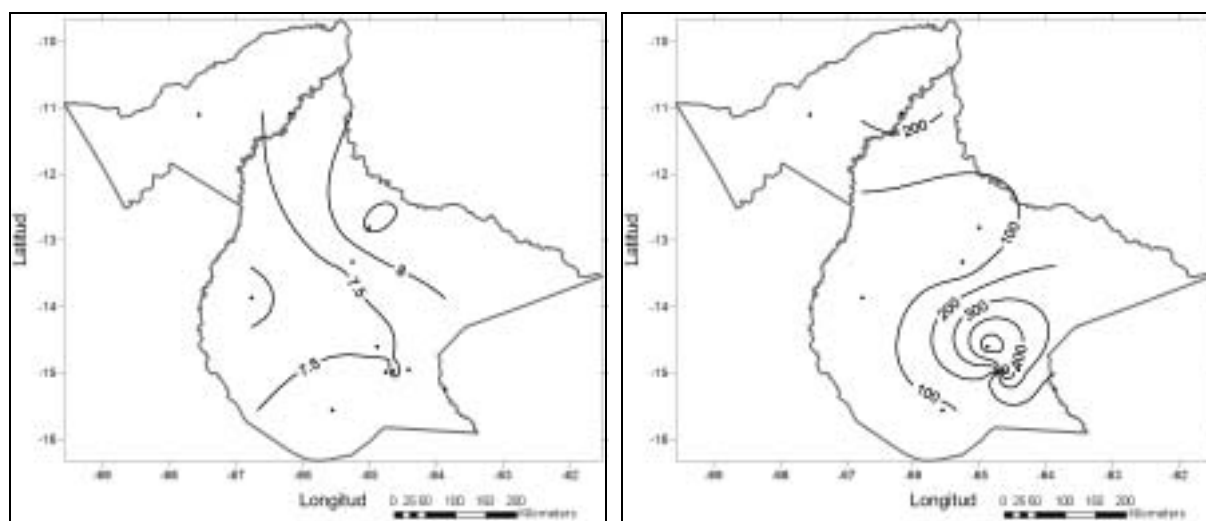


図 5.3.9 深井戸の水質分布特性(左:pH、右:電気伝導率(mS/m))

表 5.3.3 水質分析結果(試掘井)

項目	単位	基準値	Galilea	Puerto San Borja	Puerto Varador	Santa Rosa	Luz de America	Puerto Copacabana	Santa Ana	Magdalena
pH		6.5-9.0	7.78	7.37	8.2	7.43	5.73	6.96	7.5	6.8
EC	mS/m	-	34.5	147.5	330	181.8	23	78.7	510	-
色度	UVC	15	NDS	NDS	NDS	NDS	5	5	24	12
濁度	NTU	5	5	2.7	14	1.7	0.42	2.1	3.2	19
硬度	mg/L	500	90	108	495	216	31.3	170	1655.7	49
カルシウム	mg/L	200	24	27.2	160	55.2	<10	41	356	13.2
マグネシウム	mg/L	150	8	9.72	27	18.9	<10	16.3	1005.8	4.57
全鉄	mg/L	0.3	0.15	0.118	2.22	NDS	0.54	0.6	0.01	0.04
マンガン	mg/L	0.1	0.2	0.4	0.7	0.47	<0.02	<0.02	1.36	0.2
塩素イオン	mg/L	250	11	1	274	160	0.5	40	1599.1	-
硫酸イオン	mg/L	400	-	105	292	400	<5	272.7	470	3
フッ素	mg/L	1.5	1.1	<0.01	0.43	1.15	0.1	0.7	0.5	0.01
硝酸	mg/L	45	0	NDS	1.6	NDS	-	1.87	9.33	0
亜硝酸	mg/L	0.1	0.003	NDS	0.01	NDS	-	0.49	0.03	0.007
銅	mg/L	1	0.05	-	0.73	-	0.031	<0.05	<0.05	0.05
六価クロム	mg/L	0.05	0	-	0	-	-	<0.02	<0.02	0

5.4 水源の開発

5.4.1 地下水（井戸）開発の可能性

上記の各水源調査の結果などから、調査地域内の地下水（井戸）開発の可能性について検討した。水理地質区ごとの地下水開発計画は表 5.4.1 に示すとおりであり、以下各地域の特徴について述べる。また、水理地質の解析結果から推定した地下水開発可能最大深度図は、図 5.4.1 に示すとおりである。深度 150m 以上の深層帯水層の開発可能な地域は、ベニ県南部に限定される。

取水可能揚水量の計算の際には、以下のヤコブ（Jacob）の式を用いた。

$$Q = k \times L \times s \div 0.183$$

Q：取水可能揚水量

k：透水係数

L：スクリーン長（水理地質区 と の東部は 10m、その他は 20mと仮定）

s：地下水位低下量

なお、水理地質区 の中央部においては、深度 50～100m の井戸で揚水試験を実施していないので、取水可能量は計算できない。ここでは、Santa Ana の試掘井（スクリーン深度 136～160m）の揚水試験結果を用いて、取水可能揚水量を参考値として計算した。

表 5.4.1 水理地質区ごとの地下水（井戸）開発計画

水理地質区	地形	地質	地下水開発計画	地下水位低下量 (GL-m)	取水可能揚水量(L/秒)
	丘陵	第四紀層～第三紀層 (砂、粘土)	深井戸 (50～100m)	15	6.0
	丘陵	第四紀層～第三紀層 (粘土)	なし	—	—
	河岸段丘	段丘礫層	浅井戸 (20～25m)	5	15.8
	台地	第四紀層～第三紀層 (砂、粘土)	深井戸 (40～80m) 簡易除去装置 (Fe)	15	9.3
	低地	沖積層 (砂、粘土) 第四紀層 (砂、粘土)	南部：深井戸 (100～200m) 簡易除去装置 (Fe、Mn)	10	0.4～13.9 (平均 5.8)
			中央：深井戸 (50～100m) 簡易除去装置 (Fe、Mn)	10	(2.6)
			東部：浅井戸 (20～40m)	5	0.4
	扇状地	第四紀層	なし	—	—

試掘井の揚水試験結果から各地点の透水係数が求められており、この値を利用して各水理地質区の取水可能量を計算により求めた。ここでの取水可能揚水量とは、一定量（5m、10m、15m）以上の地下水位低下を生じさせない最大の揚水量と定義した（表 5.4.2）。

想定した地下水位低下量は、第四紀から第三紀層分布域（水理地質区 、 ）で 15m、帯水層の広がりが小さい段丘礫層（水理地質区 ）は 5m、取水対象が深層である地域（水理地質区 の南部～中央部）は 10m、取水対象が浅層である地域（水理地質区 の東部）は 5m とした。

表 5.4.2 地下水位低下量の設定基準

帯水層の 広がり	取水対象層	該当する 水理地質区	設定地下水位 低下量（m）
大規模	深層	、	15
小規模	深層		5
大規模	深層	（南部～中 央部）	10
中～小規模	浅層	（東部）	5

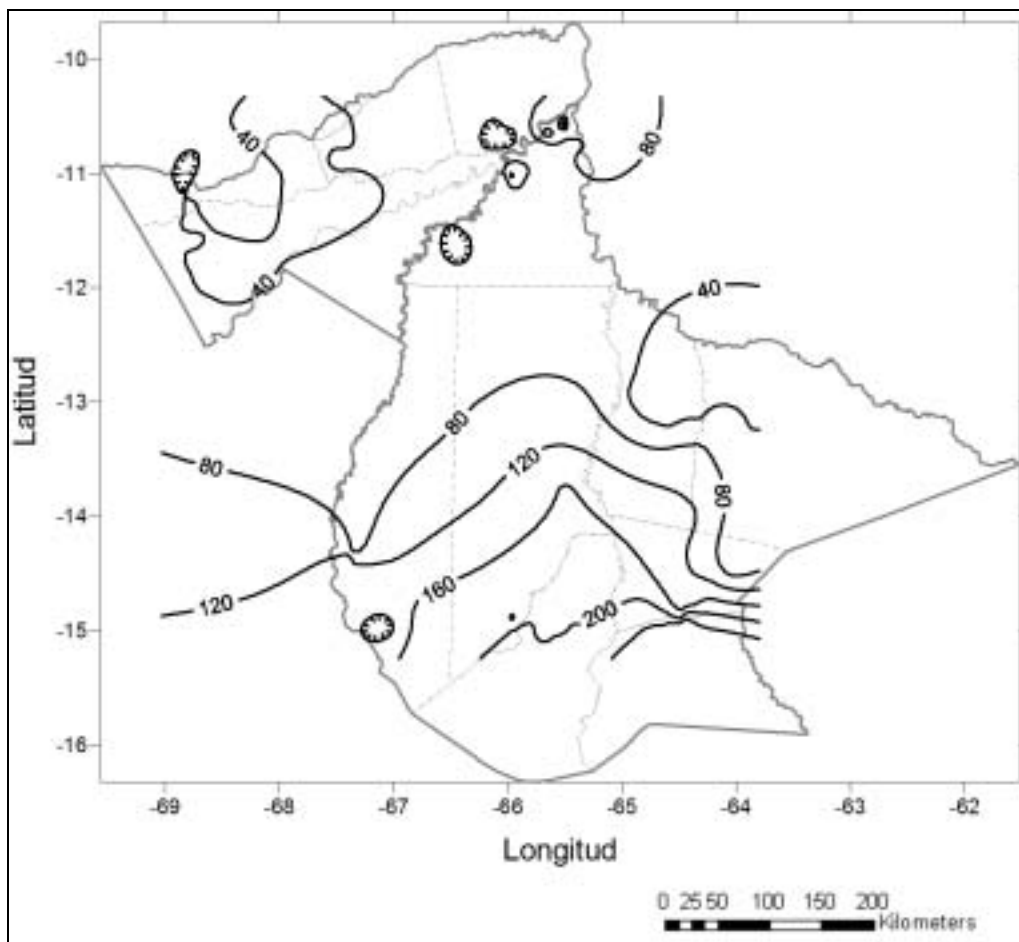


図 5.4.1 地下水開発最大深度分布図(深度 m)

(1) 水理地質区

現在の水利用形態は湧水を主体とし、小川や手掘り井戸を利用している場所もある。利用の対象となっている小川は、基本的に湧水が流れ集まったものであり、手掘り井戸の地下水位も湧水地点とほぼ同じ標高であることから、すべての水源は湧水と同様の表層部の地下水を起源としておりと考えて間違いはない。各水源共に小規模な集落であれば対応できる水量かもしれないが、今後集落の人口が増加した場合には、乾季に水量が不足することが予測される。また、表層部の地下水であることから、地表面からのし尿等の浸透による汚染の危険性が高く、今後の人口増加によっては水処理施設などの対策が必要である。

Mukden の試掘結果からは深度 102m までに厚い砂層が分布しており、とくに深度 54m から 69m までは中粒砂を主体とする地層は良好な帯水層となりうる。Luz de America においても、深度 14m から 55m までが中粒砂を主体とする地層であり、良好な帯水層となりうる。Luz de America の揚水試験の結果から求めた取水可能揚水量は地下水位低下量 15m において 6 ㍓/秒であり、対象村落の今後の人口増加にも十分対応できるものと考えられる。ただし、試掘井 (Luz de America) の水質分析結果では、若干基準値を超過した項目 (全鉄、0.54mg/㍓) が確認されており、除去装置を設置した施設建設を検討することも必要である。

(2) 水理地質区

現在の水利用形態は Pando 丘陵高位面と同様に湧水が主体であり、小川や手掘り井戸も利用されている。問題点についても Pando 丘陵高位面と同様に、将来的な水量不足や地表面からの汚染が考えられる。

Puerto Rico の試掘結果からは、深度 24m 以深は粘土層が連続していることが確認されている。さらに周辺丘陵部全域にも同じ粘土層が分布していると考えられることから、本地域における浅層および深層の地下水開発は困難と判断される。

わずかに丘陵面の表層部に砂層が分布する可能性があり、現在と同様の湧水および手掘り井戸による小規模な地下水利用は可能である。湧水または湧水を起源とする小川を利用する場合には、表層地下水の集水域を詳細に確認して、集落周辺からの汚染の影響がない地点を取水口に選定する必要がある。状況に応じて、取水口の整備や水処理施設の設置などを検討する。

(3) 水理地質区

現在の水利用形態は湧水と手掘り井戸が主体であり、どちらも段丘堆積層中の地下水を利用するものである。礫層を主体とするため帯水層の透水性は良いと判断できるので、深度 20～25m の地下水開発計画が可能である。一般的な礫層の透水係数値 (約 5m/日) を代入してみると、取水可能揚水量は地下水位低下量 5m において 15.8 ㍓/秒となり、対象村落の今後の人口増加にも十分対応できるものと考えられる。ただし、事前に地下水貯留量を見積ることが重要であり、地形・地質調査 (地表踏査、試掘、物理探査など) によって帯水層の厚さと広がりを確認する必要がある。また、礫層主体の地層であることから、地元の簡易掘削技術では掘削作業に時間がかかることが予想され、井戸の設置は容易でないと思われる。

(4) 水理地質区

現在の水利用形態は湧水と手掘り井戸が主体であり、浅井戸を利用している場所もある。湧水と手掘り井戸の利用は、Pando 丘陵と同様に水不足と水質汚染が懸念される。一方、Puert Copacabana の試掘結果からは、深度 11m から 41m が中粒砂を主体とする地層であり、良好な帯水層になりうると判断される。さらに、既存の深度 40m 級の自噴井が、パンド県の Villa Cotoca (No.123)とベニ県の Australia (No.105)で確認されることから、本地区での地下水開発可能性が高いと判断できる。

揚水試験の結果から求めた取水可能揚水量は地下水位低下量 15m において 9.3 ㍓/秒 であり、対象村落の今後の人口増加にも十分対応できるものと考えられる。ただし、試掘井 (Puerto Copacabana) の水質分析結果では、全鉄が基準を超過している (0.6mg/㍓) ことから、除去装置を設置した施設の建設も必要である。

(5) 水理地質区

現在の水利用形態は深井戸と浅井戸が主体であるが、ほとんどは深度 50m までの浅井戸が多く、特定の地域で深度 100m 程度の深井戸が利用されている。しかし、これらの井戸の中で、地下水の水質が悪い (鉄、マンガン、塩分など) 井戸がいくつか確認された。そのような地域では、飲料水に手掘り井戸、川、湖、池などのさまざまな水源が利用されている。しかし、このような表層地下水や表流水は、水不足や表層からの汚染が心配され、将来的な水源として安心できるものではない。

第 1 フェーズではベニ平原南部の 4 か所 (Galilea, Puerto San Borja, Puerto Varador, Santa Rosa) で試掘を行ったが、全地点で十分な水量が期待できる帯水層が確認できた。この地域では、堆積物の特徴から上部・中部・下部の 3 帯水層に区分が可能であり、各帯水層の境界深度は上部と中部が 30 ~ 50m、中部と下部が 135 ~ 155m である。また、第 2 フェーズで実施したベニ平原中央部の Santa Ana の試掘結果からも、同様に 3 帯水層の区分が確認された。ただし、ベニ平原東部の Magdalena では基盤岩 (変成岩) の上面深度が浅いことから、上部層しか分布が確認されず、地下水開発は浅層部 (深度 10 ~ 40m) のみに限定される。

揚水試験の結果から求めた中部 ~ 下部層の取水可能揚水量は地下水位低下量 10m において平均 5.8 ㍓/秒 であり、対象村落の今後の人口増加にも十分対応できるものと考えられる。ただし、試験井によって結果 (透水係数) に差があることから、生産井設置の際には、地質状況の変化に注意しながら、電気検層や揚水試験などの十分なデータ解析を行う必要がある。とくに Puerto San Borja の揚水試験結果では、透水係数の値がやや低めであり、周辺部での新規地下水開発時には十分な調査が必要である。また、上部層を対象とする Magdalena の揚水試験結果からは、取水可能揚水量は地下水位低下量 5m において 0.4 ㍓/秒 であり、対象村落の人口によっては必ずしも十分な値ではない。地下水開発の際には、事前調査 (地質調査、揚水試験等) を十分に実施した上で、複数本の井戸設置を検討する必要もある。

水質については、既存井戸では深度 50m 以浅の浅井戸とベニ県南東部の深井戸 (深度 50 ~ 100m) で、全鉄とマンガンが基準値を超過する場合が確認された。全鉄濃度の高い井戸はベニ平原東部地域を除いてほぼ全域で確認されており、マンガンの濃度の高い井戸はベニ

平原の南部地域に集中している。また、試掘地点においても、マンガンがすべての地点で基準値を超過していた。とくに Puerto Varador ではマンガンが 1.5mg/L であり、全鉄も 2.69mg/L と高濃度であった。試掘井のなかでも全鉄濃度が基準値以下を示したのは、深度 150m 以深の下部層を中心にスクリーンを設置している Puerto San Borja、Santa Rosa、Santa Ana であり、下部の帯水層は全鉄濃度が比較的低いと考えられる。一方、Santa Ana では基準値を大幅に超過する項目（マンガン、塩素イオンなど）が確認されており、下部帯水層は飲用に適していない。Santa Ana 周辺のベニ県中央部では、既存井戸の水質調査結果から判断して中部帯水層（深度 50～100m）の利用可能性が考えられる。なお、Magdalena の試掘井は上部の帯水層中にスクリーンを設置しているが、水質分析結果は良好であり、ベニ県東部地域では浅層の上部帯水層においても地下水利用が可能であると判断できる。

上記のとおり、ベニ平原南部では 100～200m の深層部（中部および下部帯水層）、ベニ県中央部では 50～100m の深層部（中部帯水層）およびベニ県東部の 20～40m の浅層部（上部帯水層）において地下水開発の可能性が高いと判断される。しかし、試掘井においても全鉄とマンガンが基準値を大幅に超える井戸が確認されていることから、濃度によっては除去装置を設置した施設の建設も検討していく必要がある。

(6) 水理地質区

現在の水利用形態は溪流からの取水が主体であり、浅井戸と手掘り井戸も一部で利用されている。溪流からの取水は数 km 離れた場所からパイプで送水しているが、管理状態はよく、良好に利用されている場所が多い。一方、浅井戸は水質が悪く、手掘り井戸は水量が足りないために、この地域内ではあまり普及していない。

本地域の地質は山麓からの崩壊土砂により形成されており、礫質の地層が主体と考えられるため、地元技術での井戸掘削は難しい。さらに、現状の溪流からの取水システムを整備することで今後も十分な給水が可能と思われ、新たな地下水開発の必要性は低い。

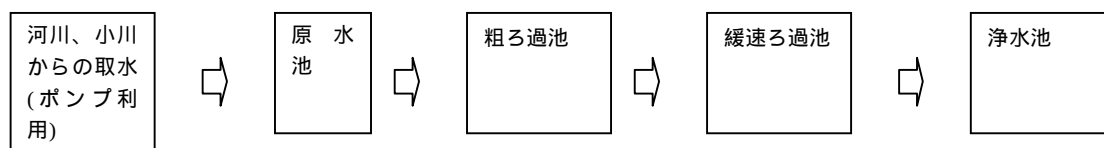
5.4.2 河川・湖沼水

最終的な代替水源として、河川、湖水、小川の水を利用する場合、浄水を行う必要がある。主要な問題点は以下のとおりである。

- 濁度が高い。
- 河川によっては、色度も高い。
- 水源位置が村落よりも低く、取水施設に動力ポンプが必要となる。
- 村落の人口規模が大きい場合は、専任のオペレーターを雇用し、教育すれば運転・維持管理は可能と思われるが、人口規模が小さい場合は浄水プラント運転の負担は大きい。

以上を踏まえて、浄水システム導入の可能性は以下のとおりである。

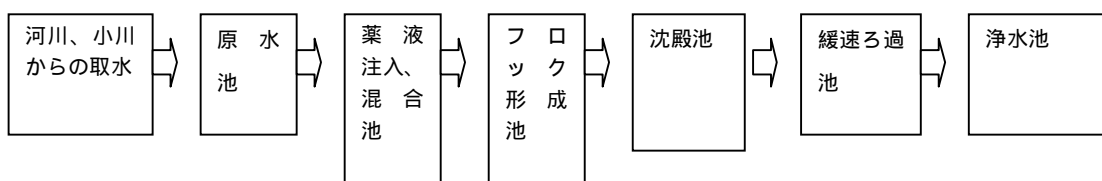
(1) ケース 1 粗ろ過池 + 緩速ろ過池



- * 取水工： 河川水位の変動に対応したフロート方式の取水施設を工夫する。
- * 原水池： 池形状を大きく取り、砂はできる限りここで沈殿させる。
- * 粗ろ過池： 運転の簡易な上向流式とする。運転では毎日泥水をフラッシュする。

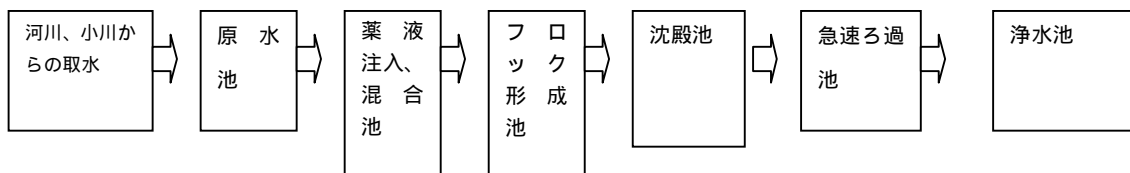
本方式は、本調査でも 2008 年 9 月から Mamore 川からの取水で実験を行う事を検討しており、実験を通じて、どの程度の濁度まで対応可能か見極めることとし、高濁度のときは取水を停止することを前提とする。運転のためには専任のオペレーターが必要であり、運転・維持管理の教育、訓練が必要である。

(2) ケース 2 薬液（硫酸アルミ）+ 緩速ろ過池



高濁度の対策として、硫酸アルミによる濁度除去を行う。高濁度のときは取水を停止することを前提とする。運転のためには専任のオペレーターが必要であり、運転内容は上記システムよりも高度となるため、対応する運転・維持管理の教育、訓練が必要である。

(3) ケース 3 急速ろ過システム



一般的な急速ろ過方式であり、硫酸アルミニウム及び pH 調整のための石灰の注入を行う。運転のためには専任のオペレーターが必要であり、運転内容は上記システムよりも高度となるため、対応する運転・維持管理の教育、訓練が必要である。

現在、ケース 1 の試験を検討中であり、結果によっては運転費用及び運転内容が村落給水向きである場合に普及対象のシステムとしてゆく。

比較的人口の大きい村落の場合は、濁度、色度の状況により、ケース 2、ケース 3 のシステムを導入することは可能と判断される。

5.4.3 溪流

5.1.2 に記述したとおり、ベニ県西側の Yucumo(No.83) - Rur r enabaque 方面では、溪流取水を利用し、自然流下による送配水が可能である。村落から数 km 離れた地点で湧水を起源とする溪流に、取水工を設置し、途中に貯水タンクを経ながら、PVC 管を用いて自然流下

式で村落まで送水するものである。

水源は、水需要に見合う流量を確保できる小流域に決定する。取水地点の流量は前述の流量観測で算出した比流量を、1/50,000 地形図を用いて小流域の流域面積を計算した結果に乗じて算出する。また、取水施設設置位置は、上流部での灌漑施設等による渓流水利用の有無の確認、家畜などの侵入による水質の悪化の検討等を実施したうえで決定する。

計画の例として、San Bernardo(No.44)の 水源開発計画案を図 5.4.2 および表 5.4.3 に示す。2008 年 6 月の観測データを用いて比流量を計算し、集落から約 3.5km 上流部の小流域に集水地点を計画した。この計画では、比流量から算出した流量が集落の最大水需要を十分に満たしていることがわかる。

ただし、季節によって地下への浸透（伏流）量が大きく変化すること考えられるので、乾期を通じての連続した流量観測を実施し、データを蓄積することにより精度を向上させることが望ましい。

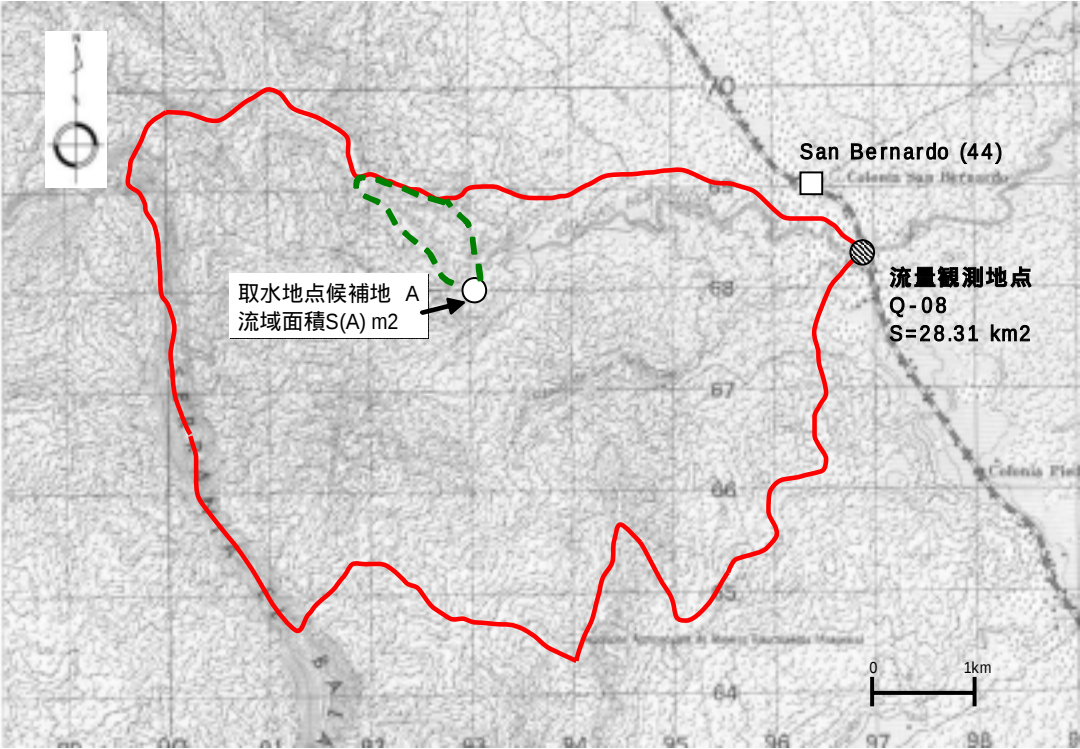


図 5.4.2 San Bernardo(No.44)における水源開発計画図(案)

表 5.4.3 San Bernardo (No.44) における水源開発計画(案)

流域番号	集落名	流域面積	実測流量 (6月)	比流量 (6月)	地点 A の 集水面積	地点 A の 流量	最大 水需要
		km ²	m ³ /秒	m ³ /秒/km ²	km ²	m ³ /秒 (m ³ /日)	m ³ /秒 (m ³ /日)
Q-08	San Bernardo(No.44)	28.31	0.49	0.0173	0.58	1.00×10^{-2} (866.9)	1.90×10^{-4} (16.8)

5.4.4 小川・湧水

小川および湧水は水量・水質が許す限り最も経済的な水源であるため、湧水の涵養域および取水地点の保護を行ったうえで利用可能である。

しかし、水量・水質に対する時系列的な調査結果および関連資料が不足している状態である。また、現地踏査の経験から、湧水の涵養域は比較的小さいケースが多く、村落規模の発展(人口の増加)に伴い、今後量的に足りなくなるケースも多くなると考えられる。既存湧水水源開発の検討フローを図 5.4.3 に示す。

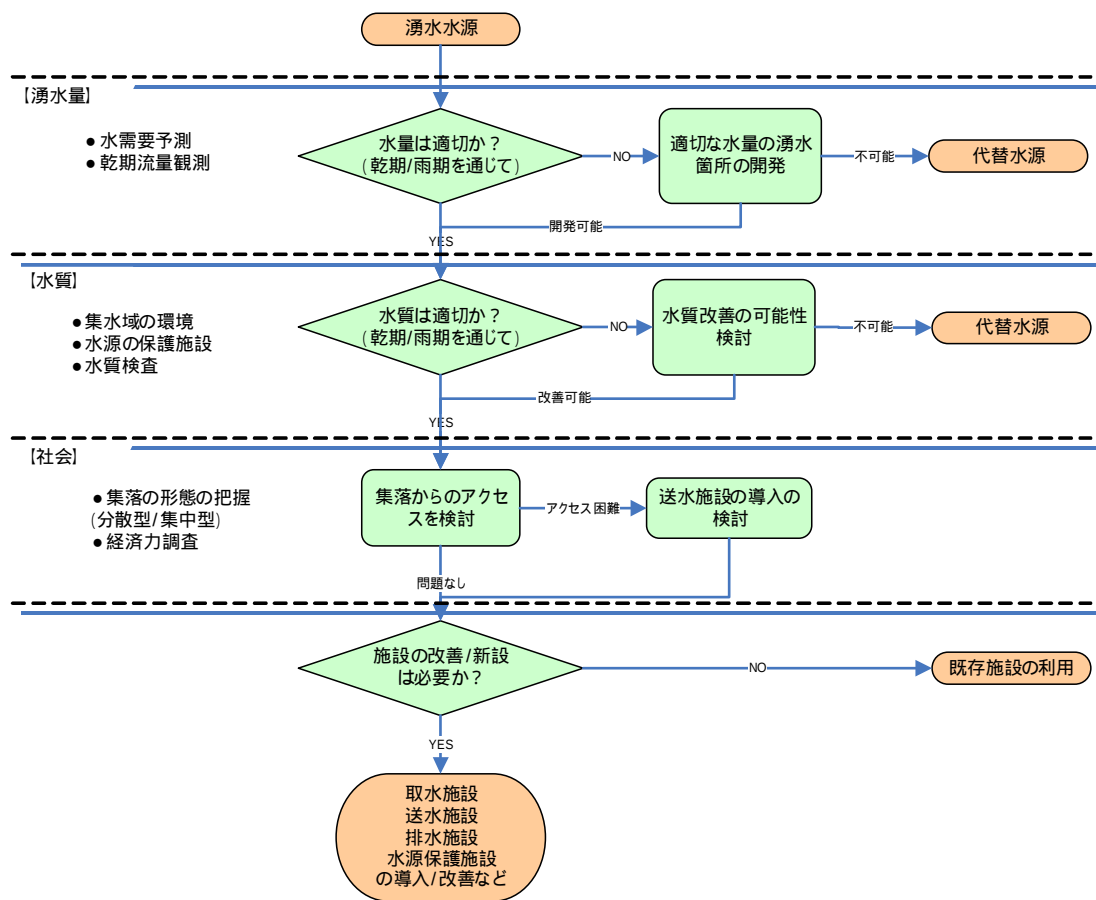


図 5.4.3 湧水水源開発の検討フロー

水源として湧水の利用を検討する場合、第一に湧水量の適否を検討する。ここでは、5.1.3(2) で記述した小川・湧水の利用パターンごとに観測および検討を行う。

1) パターン 1：一点の湧水箇所を水源とする集落

一点の代表湧水の流量観測を継続的に実施する。特に乾期の湧水量が集落の水需要を満たすか否かが重要になる。湧水量は、5.1.3(1)に述べたビニール袋またはバケツを利用する方法で調査を行うが、湧水箇所に栓などが設置されており、流出箇所での観測が困難な場合は、一定量を汲み上げて初期水位までの回復時間を計測する方法も利用でき

る。

表 5.4.4 にフェーズ 2 (2008 年 6 月) 調査でパターン 1 の湧水で観測した湧水量と最大水需要の比較例を示す。Tres Arroyos(No.22)では最大水需要を満たさないため、代替湧水箇所の検討が必要となる。反対に、Nueva Vida(No.10) では十分に水需要を満たしていることがわかる。前述のフローから、水質、社会条件を満たしている場合には、この湧水水源の開発が可能となる。

ただし、湧水量は季節変化が顕著であるため、乾期を通じての連続した流量観測を実施し、データを蓄積することにより精度を向上させることが望ましい。

表 5.4.4 1 点の湧水箇所における湧水量と最大水需要の比較表

パターン	Provincia	Municipio	Comunidad	観測日	湧水量 m ³ /秒 (m ³ /日)	最大水需要 m ³ /秒 (m ³ /日)
1	Nicolas Suares (Pando)	Bolpebra	Tres Arroyos (No.22)	2008/6/26	1.48×10^{-5} (1.28)	6.83×10^{-5} (5.9)
1	Nicolas Suares (Pando)	Bella Flor	Nueva Vida (No.10)	2008/6/22	4.69×10^{-4} (40.49)	4.98×10^{-5} (4.3)

2) パターン 2：複数の湧水群が小川を形成する集落

谷地形に湧水箇所が数ヶ所散在して小川を形成している場合は、パターン 1 と同様にある 1 点の湧水における湧水量と水需要を比較検討する方法に加えて、小川の流量をもとに、比流量から必要な湧水量を見込める湧水地点を探す方法が利用できる。

フェーズ 2 (2008 年 6 月) 調査で、Santa Rita (No.7)においてパターン 1 と同様の方法を用いて 1 地点の湧水量を観測した。表 5.4.5 に Santa Rita (No.7)における 1 点の湧水箇所での湧水量と最大水需要の比較を示す。

表 5.4.5 1 点の湧水箇所における湧水量と最大水需要の比較表 (Santa Rita)

パターン	Provincia	Municipio	Comunidad	観測日	湧水量 m ³ /秒 (m ³ /日)	最大水需要 m ³ /秒 (m ³ /日)
2	Nicolas Suares (Pando)	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	2008/6/22	2.36×10^{-4} (20.4)	2.23×10^{-4} (19.3)

本調査の観測結果からは最大水需要を満たす湧水量が確保できるが、湧水量の最小値のピークと考えられる 9 月のデータを補完した場合、水源として必要な湧水量を下回る可能性があり、その場合は他の湧水地点を探す必要がある。

5.1.3(2)【パターン 2】に述べたように、この地域に流下する小川が複数の湧水群が合流したものと考え、小川の流量から流域の比流量から最大水需要を満たす流域面積を算出する(図 5.1.4 参照)。表 5.4.6 に比流量から算出した水源に必要な流域面積を示す。

表 5.4.6 比流量から算出する水源に必要な流域面積 (Santa Rita)

Comunidad	流域面積	小川の 実測流量	観測日	比流量	最大水需要	最大水需要を満たす 流域面積
	km ²	m ³ /秒		m ³ /秒/km ²	m ³ /秒 (m ³ /日)	km ² (m ²)
Santa Rita (No.7)	1.14	0.0504	2008/6/22	0.0442	2.24 × 10⁻⁴ (19.3)	0.0051 (5,061)

この場合については、小川の流量観測地点から上流部に、最大水需要を満たす流域面積をもつ湧水地点を水源として開発できる。ただし、比流量算出の際、地形図で流域区分が困難な場合はこの方法は使用できないため、湧水量観測が可能な他の湧水地点を探し、パターン 1 と同様の手法で再度湧水量の観測を行う必要がある。

3) パターン 3：複数の湧水点が散在する集落

複数の湧水点が散在している場合は、代表する湧水地点を選び、パターン 1 と同様の手法で湧水量を観測して最大水需要に対する適否を判断する。湧水量が必要量を満たさない場合や、湧水起源の小川 (Arroyo) 等が存在しないなど、水源としての湧水の開発が困難と判断される場合は、溪流 (Quebrada) 取水や井戸等の代替水源の検討が必要となる。

6 章 村落給水事業の基本方針

6 章 村落給水事業の基本方針

対象地域における両県の給水事業を立案するに当たって、主要な方針をまとめると以下の通りである。

6.1 水資源開発計画

6.1.1 優先順位

村落給水用水源について、水源の安全性、施設建設の経済性、運転の経済性、維持管理の簡易性を比較すると以下の傾向となる。

表 6.1.1 水源の比較

	湧水(取水 柵、防護工)	溪流(自然流 下方式)	浅層地下水 (手掘り)	深層地下水	河川、湖 (浄水場)
水質(安全性)				○	
水量		○		○	○
取水施設建設の経済性	○	○			
取水施設運転の経済性	○	○			
取水施設の運転、維持管理の容易性	○	○			

以上から、水源の選定方針は以下のとおりとする。

湧水、溪流、河川の開発の利用については、小規模村落で湧水及び湧水起源による溪流水の利用が継続的に可能で経済的に有利と判断される場合は、湧水／溪流水を主水源とする。これ以外の場合は、浅井戸（深度 10～20m）、深井戸（20～40m、50～100m、100～200m）の地下水利用とする。

深井戸建設の主体が県 UNASBVI であるのに対し、湧水及び溪流の給水事業実施主体は市役所と想定される。ただし、溪流取水に適する取水口が村落から離れるに従い送水管工事の負担が重くなるため、水源～送水管工事を部分的に県が負担する。また、計画や設計に必要な技術支援についても県が行うものとする。

河川水・湖水の利用は、上述の水源利用が困難である場合に必要であるが、村落規模がある程度大きくなって継続的な運転が可能な場合に始めて導入可能と判断される。緩速ろ過法、急速ろ過法といった浄水プラントを運転する村落は対象地域ではほとんどなく、両県 UNASBVI は村落給水に適応した施設内容を検討、試験を実施して導入を判断する。

6.1.2 地域毎の水資源開発方針

地域別の水資源開発方針は 5 章で検討した表流水の状況及び水理地質区分と開発ポテンシャルに基づき、以下のとおりとする。

表-6.1.2 ベニ県及びパンド県における水源開発の基本方針

	地域区分	地形、地質	主要対象地域	開発方針
I	Pando 丘陵 高位面	丘陵、第四紀層 ～ 第三紀層	Nicoras Suarez、 Manuribi	想定する可能(取水)揚水量 湧水:20m ³ /日 、 深井戸(50～100m): 510m ³ /日
II	Pando 丘陵 中位面	丘陵、第四紀層	Abuna, Madre de Diez, Manuripi 東部	想定する可能(取水)揚水量

		～第三紀層		湧水、小川:5～20m ³ /日
III	Pando 段丘低位面	河岸段丘、段丘礫層	Puerto Rico 等の河川沿い村落	想定する可能(取水)揚水量 浅井戸:1,360 m ³ /日
IV	Beni 平原北部丘陵	台地、第四紀層～第三紀層	Mamore, Itenez 郡の北部、Baca Diez 郡 Jose Barribian 郡中部、バンド県東部地域	深井戸(50～100m)を主要水源とする。 想定する可能(取水)揚水量:800 m ³ /日 (水質試験の結果に基づき、鉄/マンガンが水質基準を超える場合は必要な処理装置を設置して改善するか、井戸位置の変更を行うか、代替水源(河川/湖)を利用するか検討する。水質の改善は次節で記載)
V	Beni 平原中央低地帯	低地、沖積層(砂、粘土)	Cercado, Marban, Yacumo, Moxos 等	南部: 深井戸(100～200m)を主要水源とする: 想定可能揚水量 500 m ³ /日 中央部: 深井戸(50～100m)を主要水源とする:224 m ³ /日 東部: 浅井戸(20～40m)を主要水源とする: 138m ³ /日 (水質への対応は上記と同様。)
VI	Beni 山麓扇状地	扇状地、第四紀層	Jose Barribian 郡西部(Ycumo～Rurrenabaque 方面)	溪流(湧水起源)取水とする。 想定利用可能水量 20～100 m ³ /日

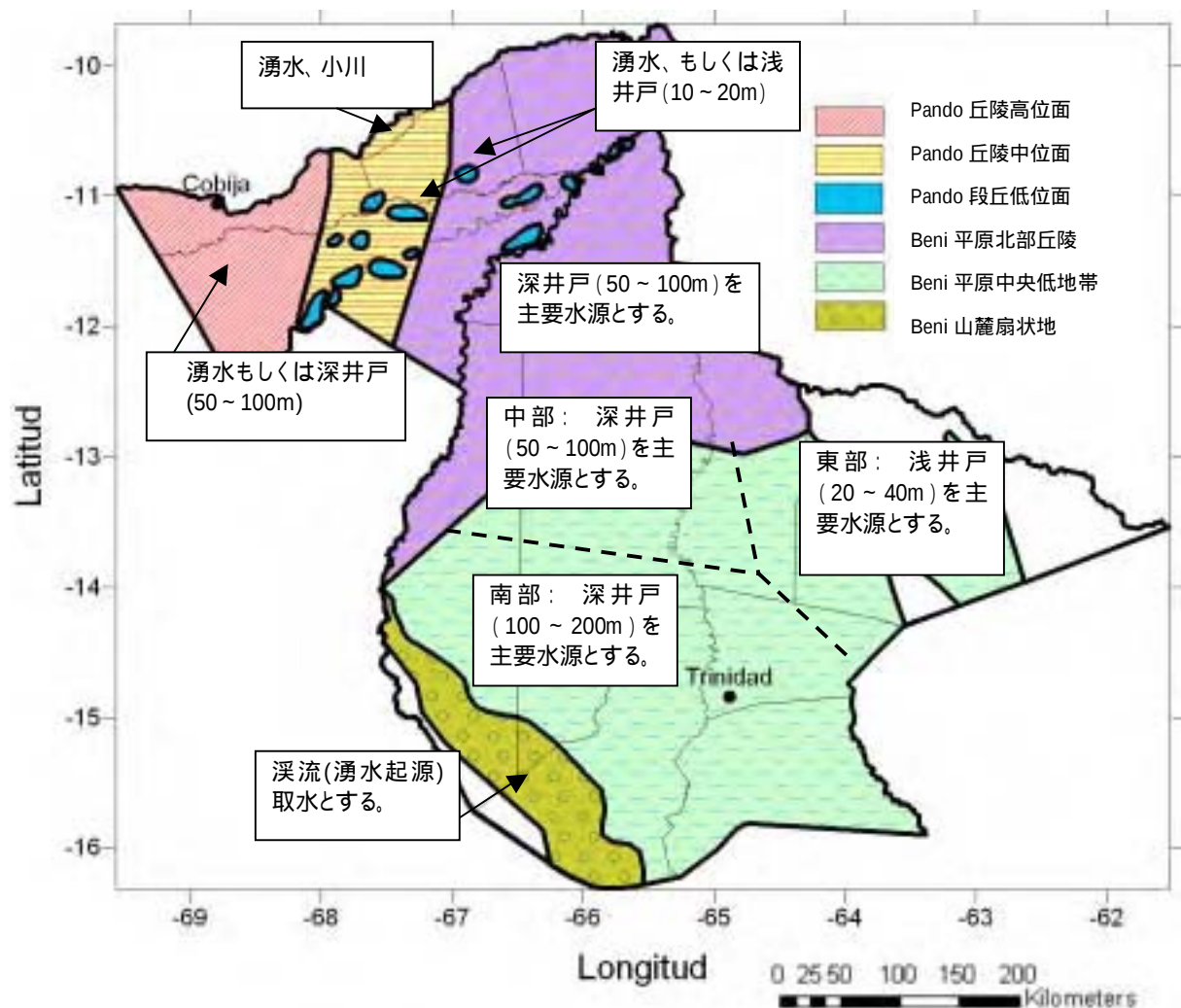


図 6.1.1 水源開発方針

6.1.3 水質への対応

対象地域で問題となるのは鉄及びマンガンであり、水質基準を超える場合は、以下の対応を行う。

- (1) 鉄だけが問題となる場合は、濃度が 1.0mg/L 程度までならば、ばっ気方式で処理可能であるが、それ以上の場合は塩素による酸化とろ過による。井戸から直接高架水槽へ送水する場合は、残存圧力を利用したフィルター式除去装置を用いる。
- (2) 鉄、マンガンが問題となる場合は、基本的に井戸直結の除去装置により浄水する。
- (3) 鉄、マンガン濃度が 5.0mg/L を超える場合、塩分濃度が高い場合は、再度深井戸の位置選定を行うか、井戸以外の代替水源として、河川 / 小川 / 湖水の緩速ろ過による浄水を行う。

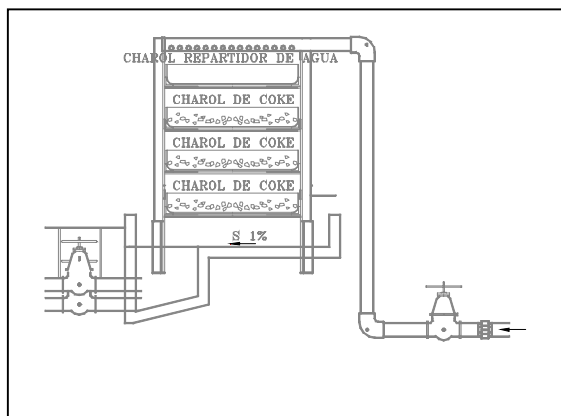


図 6.1.2 水質への対応 ばっ気式

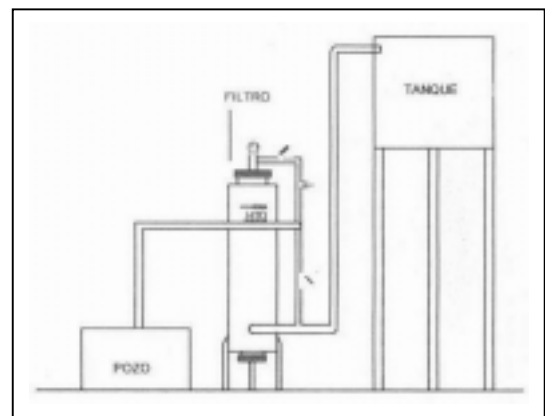


図 6.1.2 水質への対応 除マンガ、除鉄用装置

6.1.4 両県における井戸建設

井戸建設の実施方針は以下のとおりとする。

(1) ペニ県

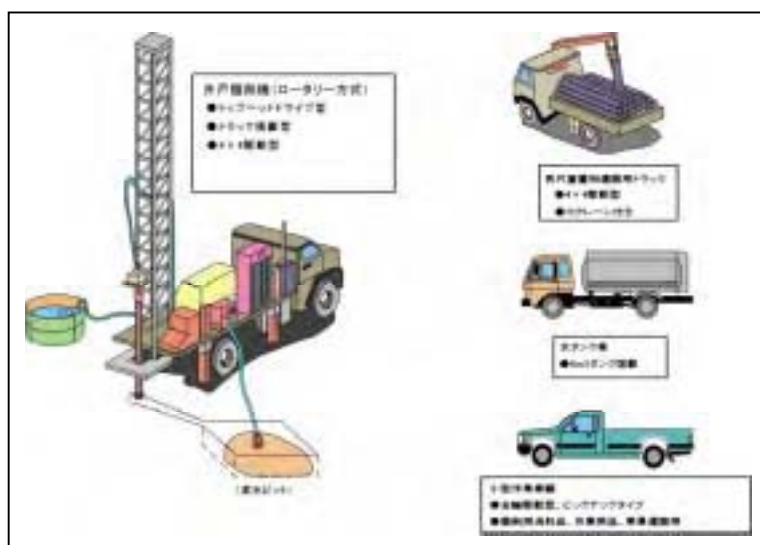
井戸深度 100 ~ 200m の深井戸工事はペニ県 UNASBVI による直轄工事とする。しかし、年間の工事数は 10 ~ 15 井と限られることから、技術的に掘削可能な井戸深度 50 ~ 80m (口径 4 インチ) については民間井戸業者による委託工事を実施する。 民間業者はペニ県内に 2 社、また、隣県のサンタクルスにも数社が委託可能である。

(2) パンド県

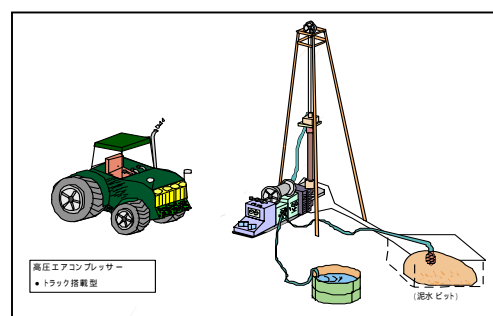
パンド県は民間井戸業者がなく、まとまった井戸数を頼まないと移動費が高み委託金額が割高になるため、 井戸深度 50 ~ 100m はパンド県 UNASBVI による直轄工事とする。一方、パンド県では 50 人未満の小村落や道路によるアクセスが出来ず河川を利用する地

域において、水源として河川水が飲用に不適であるため、手掘り井戸（Poza）を掘り、ロープとバケツを利用して採水している村落が多い。しかし、乾期に利用できないこと、井戸の建設技術が未熟であること、建機がなく事故が多いことなどを考慮して、浅井戸を建設し、ハンドポンプを取り付けて飲料水を確保する。

約 60 の村落が河川からのみアクセスが可能であり井戸深度 10～30m の浅井戸の需要が高い。このため、ボートでの運搬も可能な簡易型の掘削機を導入、パンド県 UNASBVI による直轄工事でこれらの村落への対応を図る。また、この簡易型掘削機では陸路のアクセスはあるものの大型トラックの通行が困難な村落への工事も対応する。



深井戸用掘削機



パンド県用 浅井戸用掘削機

図 6.1.3 井戸掘削用機材

6.1.5 洪水への対策（ベニ県）

2007 年及び 2008 年に、ベニ県マモレ川周辺では洪水による湛水被害が発生しており、被害村落は周辺の都市部や村落へ 1～2 ヶ月間の緊急的に避難している。しかし、受け入れ側の村落でも十分な飲料水用の水源がないため、不衛生な溜池等の水を配水しているのが現状である。

よって、5 カ年計画の対象村落選定に当たっては、湛水被害に対応する拠点村落への給水施設整備への優先順位を高く設定する。

6.2 水需要計画と給水施設モデル

6.2.1 対象とする人口規模

2001 年度センサスによるベニ県全体における村落規模別の人口割合は 100-499 人規模、で 64%、500 人以上が 18%を占める。パンド県では、50-99 人規模の村落が占める割合は 34%と多く、100-499 規模の村落で 46%、500 人以上が 20%を占めている。

両県全体での村落給水を早急に進める観点から、ベニ県での対象村落は 100 人以上の村落規模を優先的に実施する。一方、パンド県では村落規模 50 人以上を優先的に実施する。しかし、50 人未満の村落と河川(水路)によるアクセス村落が 110 村落もあり、それらの生活環境、UNASBVI の要請、その緊急性を鑑み対象村落に加えることとする。

また、対象地域には、村落住居の配置が道路沿いに 5～10 k mに広がる分散型村落を含む。これらの村落で事業を実施する場合、少ない人口に比して送水管等の投資が大きくなる為、事業効率が悪くなり、実施が遅れる。一方、両県では分散型村落の中心部で住居建設をコアにした村落集中化事業を実施しており、これにより効率的に電気、学校、水道等住民のインフラストラクチャーの向上を図ろうとしている。

5 ヵ年計画の実施に際しては、このような集中事業実施村落での給水事業は優先的に取り組むこととする。

6.2.2 給水計画の基本事項と給水施設のモデル化

(1)水需要計画

1) 計画人口

ボリビア国における人口センサスは 1992 年、2001 年以降は実施されていないため、フェーズ 1 で実施した給水施設インベントリー及びフェーズ 1、フェーズ 2 で実施する村落踏査による結果を 2007 年人口として基本人口とする。計画年は 2017 年とし、基本人口に人口増加率を用いて推定するものとする。

1992 年および 2001 年に実施された人口センサスによる地方部人口の増加率は表 6.2.1 に示すとおりであり、ベニ県全体では年 2.17%、パンド県全体で 1.36%である。しかし、村落での人口増減は不安定な要因が多く、水省発行の給水計画指針においても、対象地区のデータが不足するときは地域を代表する市、県レベルの人口増加率を用いること、現データで人口減の傾向がある場合は最低増加率として 1%を用いることなどの規定がある。

こうしたことから、本 5 カ年計画は、INE (2006 年度版) で 2010 年の人口予測値として、両県で県平均増加率として提案されているベニ県で 1.74%、パンド県で 3.72%を用いる。(3 章 3.1 社会経済概況 3.1 人口 参照)

2) 水需要計画

給水原単位

対象村落の水需要は、水省基礎サービス次官室による「ボ」国給水施設設計基準(2004 年)に基づき、表 6.2.1 に示す給水原単位を用いる事とする。

表 6.2.1 1 人 1 日あたり平均給水量 (単位: リットル/人/日)

村落人口	湧水、ハンド ポンプ井戸	500 人以下	501 人 ~ 2000 人	2001 人 ~ 5000 人	5001 人 ~ 20000 人
水省設計基準 1 人 1 日当平均給水量		70 ~ 90	70 ~ 110	90 ~ 120	120 ~ 180
計画 1 人 1 日当平均給水量	30	70	90	90	120

給水量の決定条件

計画年: 2017 年

計画 1 人 1 日平均給水量: 表 6.3.1 による

計画 1 人 1 日最大給水量 = $K \times$ 計画 1 人 1 日平均給水量 $K = 1.20$

計画最大給水量 = 計画 1 人 1 日最大給水量 $\times$ 計画人口

洪水対策の給水量計画

洪水対策を含めた緊急用の給水量は、上記の常時給水量に対して、想定される避難民の 1 人 1 日あたり給水量を 20 リットルとして加算して求めることとする。

3) 給水サービスレベルの方向性

村落の住居分布と人口規模に応じた給水サービスレベルの策定においては、対象村落の住居の分布状況（現況及び将来計画）と現在及び将来のサービスレベルを考慮する必要がある。それぞれに対応する方向性は表 6.2.2、表 6.2.3 に示すとおりである。

表 6.2.2 フェーズ1調査における村落分布形態に対する方向性

	村落分布形態	対処法
1	集中型村落	村落規模により、給水施設のレベルを選定する。
2	準集中型村落	村落の住居集中ゾーンに対して給水施設の整備
3	分散型村落	県、市役所、村による集中型村落プロジェクト実施に合わせて村落全体を対象とした給水施設の整備を行う。(当面、学校、保健所のみを対象とした給水設備を導入する。)

表 6.2.3 人口規模とサービスレベル

No.	人口規模	サービスレベル	村落組織
	500 人以上	水道施設による各戸給水、全日、24 時間給水サービスの実施。塩素滅菌の実施と県・市役所からの定期的な検査体制。	水管理組合の設立、衛生教育の実施、水道料金の徴収、村民参加による運営・維持管理
	100 人 ~ 500 人	水道施設による各戸給水 / 共同水栓による全日給水サービスの実施。塩素滅菌の実施と県・市役所からの定期的な検査体制。	水管理組合の設立、衛生教育の実施、水道料金の徴収、村民参加による運営・維持管理
	50 人 ~ 100 人	湧水、ハンドポンプ等点水源利用する。塩素滅菌の実施と県・市役所からの定期的な検査体制。	水管理組合の設立、衛生教育の実施、村民参加による運営・維持管理

6.2.3 給水施設のモデル化

5 カ年計画の策定に当たって、概算事業費を算出する為に 5 カ年計画で検討する給水施設を想定し、概算の給水施設建設費を求めた。

(1) 水源の利用可能水量

1) 溪流、湧水

溪流及び湧水利用の対象村落はベニ県においては 500 人までの村落規模が大半であり、この場合の日最大給水量が約 50m³ 程度 (0.57 リットル/秒)、パンド県の湧水利用も村落規模が 200 人までで、利用可能な水量の範囲で計画した。

2) 井戸

井戸の想定揚水量は以下のとおりである。

表 6.2.4 井戸の想定揚水量

井戸の種類	計画揚水量(リットル/秒)	日揚水量(m ³ /日)
深井戸(20-40m)	1.0	29
深井戸(50-100m)	2.5	72
深井戸(100-200m)	5.0	144

深井戸(100-200m)の場合は人口が 1000 人規模となっても十分な揚水量を持つと想定されるが、深井戸(20-40m)、深井戸(50-100m)を水源とする場合は 1 井当たりの給水人口を其々 200 人、500 人までとする。帯水層の制約から村落規模が多いのにもかかわらず浅井戸及び深井戸(50-100m)を使わざるを得ない場合は、ここではモデルシステムを複数とすることで概算した。しかし、実際には複数井戸水源に対して市内中央部に大型の高架水槽を設置したり、代替水源としての河川水等を浄水システムを用いて水質改善する等実情にあった計画が検討されなければならない。

(2) モデル給水施設の内容と概算

想定する各施設的内容及び概算を表 6.2.5 に示す(詳細はサポータィングレポート参照)。

表 6.2.5 5 ヶ年計画におけるモデル給水施設(案)

給水システム	水源の種類	取水施設	想定	給水施設内容	建設費用算定の村落規模の想定	概算 (x 1,000 Bs.)	モデル No.
渓流取水	渓流/湧水	取水柵	取水口は村落より上流側にある。自然流下にて配水する。	沈殿池、導水管、配水池、送配水管、共同水洗(各戸給水栓)	200 人	Bs 1,276	1
					500 人	Bs 1,597	2
					1000 人	Bs 2,258	3
湧水取水 (各戸～複数戸)	湧水	取水柵	取水口は村落近傍の低地にある。取水柵から水汲み。	水源防護工	50 人	Bs 23	4
湧水取水 (村落)	湧水	取水柵	取水口は村落近辺、低位部にある。村落内に建設する高架水槽へ動力利用で送水する。	水源防護工、送水ポンプ工、高架水槽(簡易)、配水管、共同水栓(各戸給水)	200 人	Bs 290	5
					500 人	Bs 565	6
浅井戸(各戸～複数戸)	地下水	浅井戸	井戸深度が10-20m 程度、水質は飲料に適する。井戸周りで汚染浸透のない環境を確保できる。	井戸 + ハンドポンプ	50 人	Bs 39	7
深井戸 (20-40m)	地下水	浅井戸	井戸深度が 20-40m 程度、水質は飲料に適する。井戸周りで汚染浸透のない環境を確保できる。	井戸 + 水中モーターポンプ + 管理棟(ジェネレーター) + 簡易型高架水槽 + 配水管 + 共同水栓	200 人	Bs 286	8
深井戸 (50-100m) システム	地下水	深井戸	井戸深度が 50-100m のケース	井戸 + 水中モーターポンプ + 管理棟(ジェネレーター) + 簡易型高架水槽 + 配水管 + 共同水栓	50 人	Bs 92	9
					200 人	Bs 372	10
					500 人	Bs 372	11
深井戸 (100-200m) システム	地下水	深井戸	井戸深度が 100-150m のケース	井戸 + 水中モーターポンプ + 管理棟(ジェネレーター) + 高架水槽 + 配水管 + 共同水栓(各戸給水)	200 人	Bs 764	12
					500 人	Bs 907	13
					1000 人	Bs 1,518	14

各給水施設の概要は以下に示すとおりである（図 6.2.1 参照）。

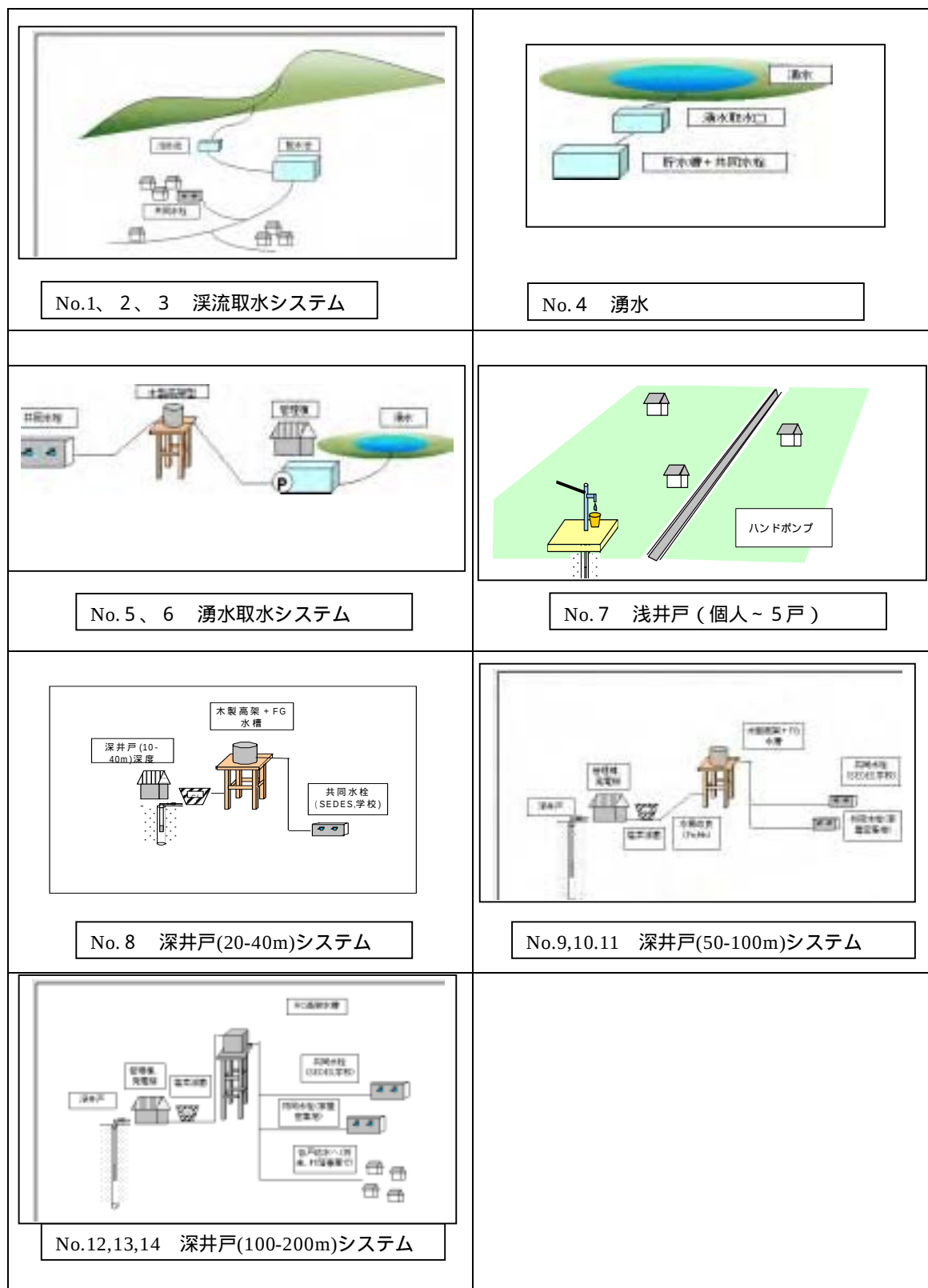


図 6.2.1 施設イメージ

6.3 村落の選定手法、優先順位

調査対象村落の現状を評価し、給水事業実施のためのランク付けを行った。選定の条件、フローは以下のとおりである。

6.3.1 選定条件

5 カ年計画対象村落の選定は以下の条件による。

表 6.3.1 対象村落の選定条件

項目	ベニ県	バンド県	
	100 人以上	50 人以上	50 人以下
村落の形態	基本的には集中型、準集中型を対象とする。分散型村落に対して県による集中型プロジェクトを実施する場合は特に優先度を高くする	同左	基本的には集中型、準集中型を対象とする。
アクセス	陸路のアクセスが可能である	同左	陸路、水路でのアクセスが可能
給水状況(水量、水質)	水量が不足する。家畜等の侵入で汚染される可能性が高い、ボリビア水質基準により飲料水に不適である。アクセスの問題(水源へのアクセスが 500m 以上、急勾配)。	同左	水量が不足する。家畜等の侵入で汚染される可能性が高い、ボリビア水質基準により飲料水に不適である。
他機関の援助	援助計画がない。	同左	同左
村落組織	支払能力がある。プロジェクトを受け入れる積極性がある。	同左	

6.3.2 村落の選定

(1) 対象村落の選定、選定フロー

村落の選定は、図 6.3.1 のフローに示すとおりである。

村落の状況は、給水施設インベントリー調査の結果及び村落の詳細踏査結果に基づく。

1) 給水施設インベントリー調査評価項目

- ・ 村落人口
- ・ アクセスが可能
- ・ 水源の種類（溜池、河川、湖、小川）を利用
- ・ 村落の代表者が水量不足と判断している
- ・ 村落の代表者が水質（色、臭い等）に問題があると判断している
- ・ 調査で濁度、色度等に問題があった

2) 村落踏査評価項目

- ・ 村落の形態（集中型、準集中型、分散型）
- ・ 水源の評価（流量の測定、水質検査）
- ・ 既存給水施設の稼働状況
- ・ 村落の社会、経済状況

上記の結果を合わせて、対象村落(案)を決定する。

以上の対象村落は、フェーズ2の調査結果も合わせて再度調整されるものである。

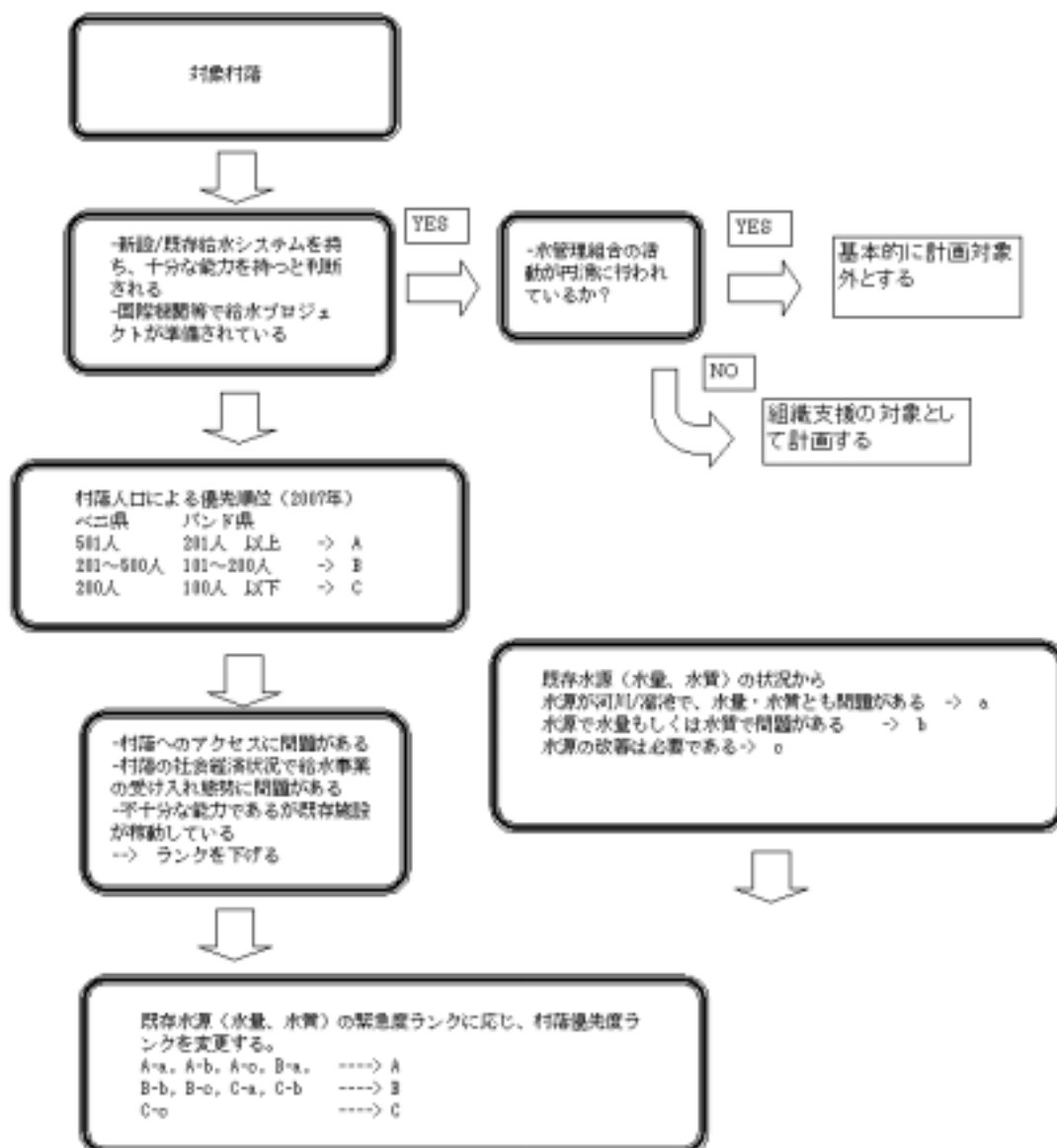


図 6.3.1 対象村落選定フロー

(2) 選定結果

対象村落の選定手法に基づき、両県 UNASBVI と協議をした結果、選定された村落数は以下のとおりである（表 6.3.2 参照）。また、協議時に、両県からフェーズ1 調査対象村落以外で給水施設整備が必要と判断される村落のリストが提出されている。

表 6.3.2 ベニ県及びバンド県の選定村落数

	ベニ県	バンド県
選定村落数	220	68
追加要請村落	30	110

表6.3.3(1) ペニ県調査村落 優先ランクリスト

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad según Cantidad y Calidad de Agua	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada o 2017	Tipo Fuente de agua por mapa	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/day)	No. de Modelo de sistema de agua potable	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
1	10	Cercado	Trinidad	Trinidad	A	677	0.0174	800	POP2	90	86.4	14	Bs 1,518
2	35	JoseBallivian	Reyes	Santa Rosita El Cozar	A	251	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
3	37	JoseBallivian	Reyes	San Jose	A	545	0.0174	650	POP2	90	70.2	13	Bs 907
4	45	JoseBallivian	Rurrenabaque	Nuevos Horizontes	A	395	0.0174	470	Qubrada	70	39.5	2	Bs 1,597
5	57	JoseBallivian	Rurrenabaque	La Asunta	A	236	0.0174	280	Qubrada	70	23.5	1	Bs 1,275
6	60	JoseBallivian	SanBorja	Cara Cara	A	303	0.0174	360	Qubrada	70	30.2	2	Bs 1,597
7	61	JoseBallivian	SanBorja	El Carmen de Maniqui	A	316	0.0174	380	POP2	70	31.9	13	Bs 907
8	70	JoseBallivian	SanBorja	Maraca	A	891	0.0174	1060	Qubrada	90	114.5	3	Bs 2,258
9	71	JoseBallivian	SanBorja	Mision Fatima de Chimane	A	480	0.0174	570	POP2	90	61.6	13	Bs 907
10	79	JoseBallivian	SanBorja	Villa Fatima	A	313	0.0174	370	POP2	70	31.1	13	Bs 907
11	95	JoseBallivian	San Borja	El Palmar	A	446	0.0174	530	POP2	90	57.2	13	Bs 907
13	105	JoseBallivian	Santa Rosa	Australia	A	281	0.0174	330	POP2	70	27.7	12	Bs 764
14	123	Mamore	San Joaquin	San Joaquin	A	852	0.0174	1010	POP1	90	109.1	11	Bs 744
15	135	Marban	San Andres	Carmen del Dorado	A	208	0.0174	250	POP2	70	21.0	12	Bs 764
16	140	Marban	San Andres	Somopae	A	288	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	Bs 764
17	148	Marban	San Andres	Santa Rosa	A	445	0.0174	530	POP2	90	57.2	13	Proyecto Piloto
18	150	Marban	San Andres	Villa Banzer	A	440	0.0174	520	POP2	90	56.2	13	Bs 907
19	165	Moxos	San Ignacio	Fatima	A	396	0.0174	470	POP2	70	39.5	13	Bs 907
20	171	Moxos	San Ignacio	Rancho Santa Clara	A	697	0.0174	830	POP2	90	89.6	14	Bs 1,518
21	176	Moxos	San Ignacio	Santa Rosa Apere	A	300	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
22	183	Moxos	San Ignacio	Berneio	A	203	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
23	194	Vaca Diez	Guayara	Rosario del Yata	A	1078	0.0174	1280	POP1	90	138.2	11	Bs 1,116
24	209	Vaca Diez	Riberalta	San Juan	A	342	0.0174	410	POP1	70	34.4	11	Bs 372
25	211	Vaca Diez	Riberalta	Wames	A	311	0.0174	370	POP1	70	31.1	11	Bs 372
26	216	Vaca Diez	Riberalta	Santa Maria	A	326	0.0174	390	POP1	70	32.8	11	Bs 372
27	230	Yacuma	Exaltacion	Alto Ivon	A	386	0.0174	460	POP1	70	38.6	11	Bs 372
28	231	Yacuma	Exaltacion	El Carmen del Iruane	A	644	0.0174	770	POP1	90	83.2	11	Bs 744
30	3	Cercado	SanJavier	San Javier	B	491	0.0174	580	POP2	90	62.6	13	comunitario
31	4	Cercado	SanJavier	San Pedro Nuevo	B	282	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	comunitario
32	5	Cercado	Trinidad	Casarabe	B	894	0.0174	1060	POP2	90	114.5	14	Bs 1,518
33	6	Cercado	Trinidad	Ibiato	B	404	0.0174	480	POP2	70	40.3	13	Bs 907
125	7	Cercado	Trinidad	Loma Suarez	B	817	0.0174	970	POP2	90	104.8	14	Tanque
34	8	Cercado	Trinidad	Puerto Varador	B	632	0.0174	750	POP2	90	81.0	14	Bs 1,518
35	9	Cercado	Trinidad	San Juan de Aguas Dulces	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
36	11	Cercado	Trinidad	Villa Mayor Pedro Vaca Diez	B	329	0.0174	390	POP2	70	32.8	13	Bs 907
37	13	Itenez	Baures	Alta Gracia	B	342	0.0174	410	POP0	70	34.4	8	Bs 562
38	15	Itenez	Baures	Jaquaguiri	B	567	0.0174	670	POP0	90	72.4	8	Bs 843
127	17	Itenez	Baures	Remanzo	B	615	0.0174	730	POP0	90	78.8	8	Bs 843
39	20	Itenez	Huacaraje	Carmen del Itenez	B	1185	0.0174	1410	POP0	90	152.3	8	Bs 1,404
40	21	Itenez	Huacaraje	Huacaraje	B	2342	0.0174	2780	POP0	105	350.3	8	Bs 2,808
41	24	Itenez	Magdalena	Nueva Calama	B	402	0.0174	480	POP0	70	40.3	8	Bs 562
42	25	Itenez	Magdalena	Orobayaya	B	682	0.0174	810	POP0	90	87.5	8	Bs 843
43	30	JoseBallivian	Reyes	Candelaria	B	241	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
44	32	JoseBallivian	Reyes	Puerto Cavinass	B	305	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
45	33	JoseBallivian	Reyes	Ratije	B	286	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	Bs 764
46	36	JoseBallivian	Reyes	Gualaguagua	B	200	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
47	40	JoseBallivian	Reyes	Baichuje	B	226	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
48	44	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Bernardo	B	165	0.0174	200	Qubrada	70	16.8	1	Bs 1,275
49	46	JoseBallivian	Rurrenabaque	Piedras Blancas	B	273	0.0174	320	Qubrada	70	26.9	1	Bs 1,275
50	47	JoseBallivian	Rurrenabaque	PuertoYumani	B	324	0.0174	390	Qubrada	70	32.8	2	Bs 1,597
51	48	JoseBallivian	Rurrenabaque	Villa del Carmen	B	338	0.0174	400	Qubrada	70	33.6	2	Bs 1,597
52	49	JoseBallivian	Rurrenabaque	Playa Ancha	B	184	0.0174	220	Qubrada	70	18.5	1	Bs 1,275
53	53	JoseBallivian	Rurrenabaque	Alto Colorado	B	202	0.0174	240	Qubrada	70	20.2	1	Bs 1,275
54	55	JoseBallivian	Rurrenabaque	Ticala Linares	B	373	0.0174	440	Qubrada	70	37.0	2	Bs 1,597
55	59	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Silvestre	B	110	0.0174	130	Qubrada	70	10.9	1	Bs 1,275
56	62	JoseBallivian	SanBorja	Cedral	B	320	0.0174	380	POP2	70	31.9	13	Bs 907
57	63	JoseBallivian	SanBorja	Charal	B	228	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
58	64	JoseBallivian	SanBorja	El Triunfo	B	288	0.0174	340	Qubrada	70	28.6	1	Bs 1,275
59	68	JoseBallivian	SanBorja	La Embocada	B	257	0.0174	310	Qubrada	70	26.0	1	comunitario
60	72	JoseBallivian	SanBorja	Monda	B	360	0.0174	430	POP2	70	36.1	13	Bs 907
61	76	JoseBallivian	SanBorja	San Miguel de Charapina	B	198	0.0174	240	Qubrada	70	20.2	1	Bs 1,275
62	77	JoseBallivian	SanBorja	San Miguel de Martirio	B	253	0.0174	300	Qubrada	70	25.2	1	Bs 1,275
63	78	JoseBallivian	SanBorja	Tacuara de Mattos	B	277	0.0174	330	POP2	70	27.7	12	Bs 764
64	82	JoseBallivian	SanBorja	Yacumita	B	171	0.0174	200	Qubrada	70	16.8	1	Bs 1,275
65	87	JoseBallivian	San Borja	Villa Borijana	B	187	0.0174	220	Qubrada	70	18.5	1	comunitario
66	88	JoseBallivian	San Borja	El Palmar	B	179	0.0174	210	Qubrada	70	17.6	1	Bs 1,275
67	91	JoseBallivian	San Borja	Alta Gracia	B	192	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
68	97	JoseBallivian	San Borja	Asunta	B	159	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
69	98	JoseBallivian	San Borja	San Antonio	B	164	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
70	100	JoseBallivian	San Borja	Amproca	B	146	0.0174	170	Qubrada	70	14.3	12	Bs 764
71	104	JoseBallivian	San Borja	Chaco Brasil	B	185	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
72	106	JoseBallivian	Santa Rosa	El Candado	B	460	0.0174	550	POP2	90	59.4	13	comunitario
73	108	JoseBallivian	Santa Rosa	El Cerrito	B	346	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
74	112	JoseBallivian	Santa Rosa	Picaflones	B	171	0.0174	200	POP2	70	16.8	12	Bs 764
75	113	JoseBallivian	Santa Rosa	Puerto Teresa del Yata	B	302	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	comunitario
76	114	JoseBallivian	Santa Rosa	Palma Flor	B	245	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
77	118	JoseBallivian	Santa Rosa	San Cristobal	B	227	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
78	124	Mamore	San Joaquin	7 Esquinas	B	195	0.0174	230	POP1	70	19.3	12	Bs 764
79	125	Mamore	San Joaquin	Monte Azul	B	136	0.0174	160	POP1	70	13.4	12	Bs 764
80	127	Mamore	San Ramon	El Calmen de Guacayane	B	181	0.0174	220	POP1	70	18.5	12	Bs 764
81	132	Marban	Loreto	Gundonovia	B	205	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
82	134	Marban	Loreto	San Antonio de Lorass	B	167	0.0174	200	POP2	70	16.8	12	Bs 764
83	136	Marban	San Andres	4 de Julio	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764

表6.3.3(1) ベニ県調査村落 優先ランクリスト

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad según Cantidad y Calidad de Agua	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada o 2017	Tipo Fuente de agua por mapa	Dotación (l/día a/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/day)	No. de Modelo de sistema de agua potable	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
84	137	Marban	San Andres	Elvira	B	405	0.0174	480	POP2	70	40.3	13	Bs 907
85	138	Marban	San Andres	Miraflores	B	194	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
86	139	Marban	San Andres	Naranjitos	B	328	0.0174	390	POP2	70	32.8	13	Bs 907
87	141	Marban	San Andres	Union Y Fe	B	245	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
88	147	Marban	San Andres	San Juan de Mocovi	B	157	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
89	149	Marban	San Andres	Villa Alba	B	304	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
90	158	Marban	San Andres	Primavera	B	146	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
91	160	Marban	San Andres	Nueva Palestina	B	175	0.0174	210	POP2	70	17.6	12	Bs 764
92	164	Moxos	San Ignacio	Las Mercedes	B	302	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
93	167	Moxos	San Ignacio	Monte Grande	B	268	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
94	168	Moxos	San Ignacio	San Ambrocio	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
95	169	Moxos	San Ignacio	San Antonio de Imose	B	255	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
183	170	Moxos	San Ignacio	San Francisco	B	728	0.0174	870	POP2	90	94.0	14	Bs 1,518
96	172	Moxos	San Ignacio	San Jose del Cabitu	B	467	0.0174	550	POP2	90	59.4	13	Bs 907
184	173	Moxos	San Ignacio	San Lorenzo de Moxos	B	1137	0.0174	1350	POP2	90	145.8	14	Bs 1,518
97	175	Moxos	San Ignacio	Santa Rita	B	246	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
98	179	Moxos	San Ignacio	Villa Esperanza	B	206	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
99	180	Moxos	San Ignacio	La Argentina	B	231	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
100	181	Moxos	San Ignacio	Nueva Trinidad	B	203	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
101	185	Moxos	San Ignacio	Trinidadito	B	141	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
190	187	Vaca Diez	Guayara	Cachue la Esmeranza	B	1364	0.0174	1620	POP1	90	175.0	11	Bs 1,116
102	188	Vaca Diez	Guayara	14 De Septiembre	B	244	0.0174	290	POP1	70	24.4	10	Bs 372
103	189	Vaca Diez	Guayara	1ro De Mayo	B	210	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
104	190	Vaca Diez	Guayara	Firmeza	B	218	0.0174	260	POP1	70	21.8	10	comunitario
105	192	Vaca Diez	Guayara	San Agustín	B	221	0.0174	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
106	193	Vaca Diez	Guayara	Santa Fe	B	203	0.0174	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
107	197	Vaca Diez	Guayara	Santa Anita	B	213	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
108	202	Vaca Diez	Riberalta	Alto Ivon	B	371	0.0174	440	POP1	70	37.0	11	Bs 372
109	204	Vaca Diez	Riberalta	Ivarenda	B	321	0.0174	380	POP1	70	31.9	11	Bs 372
110	205	Vaca Diez	Riberalta	Popechi	B	250	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
111	207	Vaca Diez	Riberalta	San Antonio	B	237	0.0174	280	POP1	70	23.5	10	comunitario
112	208	Vaca Diez	Riberalta	San Francisco	B	286	0.0174	340	POP1	70	28.6	10	Bs 372
113	210	Vaca Diez	Riberalta	Tumichucua	B	554	0.0174	660	POP1	90	71.3	11	Bs 372
114	212	Vaca Diez	Riberalta	Florida	B	256	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
115	215	Vaca Diez	Riberalta	Pena Amarilla	B	333	0.0174	400	POP1	70	33.6	11	Bs 372
116	222	Vaca Diez	Riberalta	Antofagasta	B	184	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
117	226	Vaca Diez	Riberalta	Nazareth	B	214	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
118	233	Yacuma	Exaltacion	Paraiso	B	254	0.0174	300	POP1	70	25.2	12	Bs 764
119	236	Yacuma	Exaltacion	Coquinal	B	583	0.0174	690	POP1	90	74.5	13	Bs 907
120	239	Yacuma	Exaltacion	Santa Rosa del Tado	B	215	0.0174	260	POP1	70	21.8	12	Bs 764
121	242	Yacuma	Exaltacion	18 De Noviembre	B	294	0.0174	350	POP1	70	29.4	13	Bs 907
122	246	Yacuma	Santa Ana	San Joaquin del Maquini	B	432	0.0174	510	POP1	90	55.1	13	Bs 907
123	248	Yacuma	Santa Ana	Santa Ana de Yacuma	B	1046	0.0174	1240	POP1	90	133.9	11	Bs 744
124	249	Yacuma	Santa Ana	Carmen del Matto	B	256	0.0174	300	POP1	70	25.2	12	Bs 764
29	250	Yacuma	Santa Ana	Puerto San Borja	B	156	0.0174	190	POP1	70	16.0	12	Proyecto Piloto
12	251	Cercado	Trinidad	Puerto Almacén	B	125	0.0174	150	POP2	70	12.6	12	Bs 764
126	16	Itenez	Baures	Puerto Villazon	C	300	0.0174	360	POP0	70	30.2	8	Bs 281
128	18	Itenez	Baures	El Cairo	C	342	0.0174	410	POP0	70	34.4	8	Bs 562
129	19	Itenez	Baures	Mategua	C	129	0.0174	150	POP0	70	12.6	8	Bs 281
130	22	Itenez	Magdalena	Buena Vista	C	203	0.0174	240	POP0	70	20.2	8	Bs 281
131	23	Itenez	Magdalena	Cayoba	C	234	0.0174	280	POP0	70	23.5	8	Bs 281
132	26	Itenez	Magdalena	San Borja	C	193	0.0174	230	POP0	70	19.3	8	Bs 281
133	27	Itenez	Magdalena	Versalles	C	162	0.0174	190	POP0	70	16.0	8	Bs 281
134	31	JoseBallivian	Reyes	Carmen Alto	C	221	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
135	34	JoseBallivian	Reyes	San Marcos	C	201	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
136	38	JoseBallivian	Reyes	San Pedro	C	232	0.0174	280	POP2	70	23.5	12	Bs 764
137	39	JoseBallivian	Reyes	San Miguel De Soraida	C	223	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
138	41	JoseBallivian	Reyes	Villa Coacabana	C	191	0.0174	230	Qubrada	70	19.3	1	Bs 1,275
139	42	JoseBallivian	Reyes	SanMiguel RioViejo	C	127	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
140	43	JoseBallivian	Rurrenabaque	Cauchal	C	221	0.0174	260	Qubrada	70	21.8	1	Bs 1,275
141	50	JoseBallivian	Rurrenabaque	Uncallamaya	C	134	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
142	51	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Juan	C	125	0.0174	150	POP2	70	12.6	12	Bs 764
143	52	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Martin	C	128	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
144	54	JoseBallivian	Rurrenabaque	Colonia Canan	C	150	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
145	56	JoseBallivian	Rurrenabaque	Carmen Soledad	C	147	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
146	58	JoseBallivian	Rurrenabaque	Colorado Bajo	C	128	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
147	65	JoseBallivian	SanBorja	Galilea	C	347	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
148	66	JoseBallivian	SanBorja	San Jose de Yaranda	C	297	0.0174	350	Qubrada	70	29.4	2	Bs 1,597
149	67	JoseBallivian	SanBorja	Junrenno	C	265	0.0174	310	POP2	70	26.0	12	Bs 764
150	69	JoseBallivian	SanBorja	Las Habras	C	270	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
151	73	JoseBallivian	SanBorja	Villa Arbores Villa Aroma	C	268	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
152	74	JoseBallivian	SanBorja	Pueblo Nuevo	C	240	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
153	75	JoseBallivian	SanBorja	Charaton	C	225	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
154	80	JoseBallivian	SanBorja	Villa Gonzales	C	193	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
155	81	JoseBallivian	SanBorja	Villa Ingavi	C	300	0.0174	360	Qubrada	70	30.2	2	Bs 1,597
156	85	JoseBallivian	San Borja	Santa Elena Del Caripo	C	272	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
157	86	JoseBallivian	San Borja	Tierra Santa	C	229	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
158	89	JoseBallivian	San Borja	SanJuan	C	139	0.0174	170	Qubrada	70	14.3	1	Bs 1,275
159	90	JoseBallivian	San Borja	21 De Septiembre	C	131	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
160	92	JoseBallivian	San Borja	San Pedro	C	154	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
161	93	JoseBallivian	San Borja	Oriente	C	163	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
162	96	JoseBallivian	San Borja	Tacuara del Matto	C	104	0.0174	120	Qubrada	70	10.1	1	Bs 1,275
163	99	JoseBallivian	San Borja	La Cruz	C	221	0.0174	260	Qubrada	70	21.8	1	Bs 1,275
164	101	JoseBallivian	San Borja	Villa Pucara	C	99	0.0174	120	Qubrada	70	10.1	1	Bs 1,275

表6.3.3(1) ベニ県調査村落 優先ランクリスト

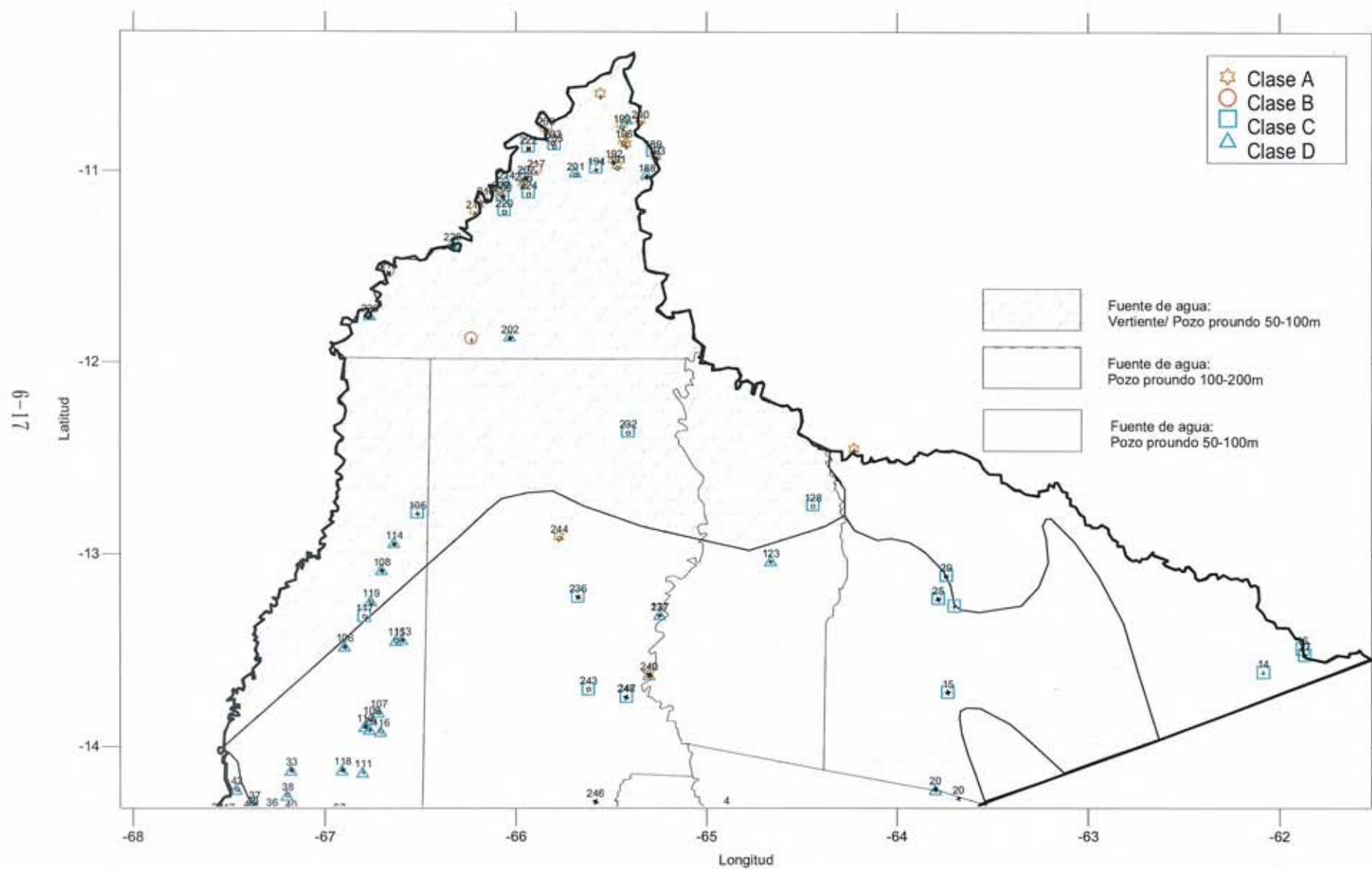
NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad según Cantidad y Calidad de Agua	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada o 2017	Tipo Fuente de agua por mapa	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/day)	No. de Modelo de sistema de agua potable	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
165	102	JoseBallivian	San Borja	Libertad Unida	C	136	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
166	103	JoseBallivian	San Borja	21 de Abril	C	109	0.0174	130	Qubrada	70	10.9	1	Bs 1,275
167	107	JoseBallivian	Santa Rosa	El Rosario	C	320	0.0174	380	POP2	70	31.9	13	Bs 907
168	110	JoseBallivian	Santa Rosa	Espiritu	C	259	0.0174	310	POP2	70	26.0	12	Bs 764
169	115	JoseBallivian	Santa Rosa	Puerto Yata	C	205	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
170	116	JoseBallivian	Santa Rosa	Awaisal	C	241	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
171	117	JoseBallivian	Santa Rosa	Tacuara	C	150	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
172	119	JoseBallivian	Santa Rosa	El Encercado	C	158	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
173	120	Mamore	Puerto Siles	Aleandria	C	199	0.0174	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
174	128	Mamore	San Ramon	Buena Vista de Machupo	C	170	0.0174	200	POP1	70	16.8	8	Bs 281
175	142	Marban	San Andres	La Isiga	C	256	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
176	151	Marban	San Andres	Villa San Pedro	C	188	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
177	153	Marban	San Andres	Estrella de Belen	C	21	0.0174	20	POP1	70	1.7	9	Bs 91
178	155	Marban	San Andres	Nueva Aurora	C	155	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
179	156	Marban	San Andres	Tajibote	C	18	0.0174	20	POP1	70	1.7	9	Bs 91
180	162	Marban	San Andres	Pozo Honda	C	146	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
181	163	Marban	San Andres	Caimanes	C	187	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
182	166	Moxos	San Ignacio	Los Puentes	C	398	0.0174	470	POP2	70	39.5	13	Bs 907
185	174	Moxos	San Ignacio	San Miguel del Apere	C	34	0.0174	40	POP1	70	3.4	9	Bs 91
186	178	Moxos	San Ignacio	Oromomo	C	176	0.0174	210	POP2	70	17.6	12	Bs 764
187	182	Moxos	San Ignacio	Puerto San Lorenzo	C	193	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
188	184	Moxos	San Ignacio	Natividad del Retiro	C	199	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
189	186	Vaca Diez	Guayara	Barranco Colorado	C	206	0.0174	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
191	191	Vaca Diez	Guayara	La Union	C	278	0.0174	330	POP1	70	27.7	11	Bs 372
192	195	Vaca Diez	Guayara	Villa Bella	C	408	0.0174	480	POP1	70	40.3	11	Bs 372
193	196	Vaca Diez	Guayara	San Miguel	C	190	0.0174	230	POP1	70	19.3	10	Bs 372
194	198	Vaca Diez	Guayara	San Lorenzo Rio Mamore	C	175	0.0174	210	POP1	70	17.6	10	Bs 372
195	199	Vaca Diez	Guayara	Santa Lucia	C	182	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
196	200	Vaca Diez	Guayara	Cachuela Mamore	C	136	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
197	203	Vaca Diez	Riberalta	Buena Vista	C	306	0.0174	360	POP1	70	30.2	10	Bs 372
198	206	Vaca Diez	Riberalta	Puerto Roman	C	355	0.0174	420	POP1	70	35.3	10	Bs 372
199	213	Vaca Diez	Riberalta	Ivon(Candelaria)	C	150	0.0174	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
200	219	Vaca Diez	Riberalta	El Recreo	C	128	0.0174	150	POP1	70	12.6	10	Bs 372
201	220	Vaca Diez	Riberalta	Berlin	C	112	0.0174	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372
202	221	Vaca Diez	Riberalta	Santa Fe	C	132	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
203	224	Vaca Diez	Riberalta	Santa Maria	C	157	0.0174	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
204	225	Vaca Diez	Riberalta	Palmira	C	184	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
205	227	Vaca Diez	Riberalta	Siglo Xx	C	133	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
206	228	Vaca Diez	Riberalta	La Eseranza VeinteSeis	C	124	0.0174	150	POP1	70	12.6	10	Bs 372
207	229	Vaca Diez	Riberalta	Buen Destino	C	197	0.0174	230	POP1	70	19.3	10	Bs 372
208	232	Yacuma	Exaltacion	Las Abras	C	249	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
209	234	Yacuma	Exaltacion	San Carlos	C	274	0.0174	330	POP1	70	27.7	12	Bs 764
210	235	Yacuma	Exaltacion	San Juan	C	371	0.0174	440	POP1	70	37.0	13	Bs 907
211	240	Yacuma	Exaltacion	20 De Enero	C	284	0.0174	340	POP1	70	28.6	12	Bs 764
212	241	Yacuma	Exaltacion	Rancho Ginebra	C	183	0.0174	220	POP1	70	18.5	12	Bs 764
213	243	Yacuma	Exaltacion	Miraflores	C	229	0.0174	270	POP1	70	22.7	12	Bs 764
214	244	Yacuma	Exaltacion	Las Maravillas	C	161	0.0174	190	POP1	70	16.0	12	Bs 764
215	2	Cercado	SanJavier	Monte Azul	D	500	0.0174	590	POP2	90	63.7	13	Bs 907
216	28	Itenez	Magdalena	La Salud	D	155	0.0174	180	POP0	70	15.1	8	Bs 281
217	29	Itenez	Magdalena	Puerto Chavez	D	142	0.0174	170	POP0	70	14.3	8	Bs 281
218	201	Vaca Diez	Riberalta	12 de Octubre	D	317	0.0174	380	POP1	70	31.9	11	Bs 372
219	214	Vaca Diez	Riberalta	La Esperanza	D	408	0.0174	480	POP1	70	40.3	11	Bs 372
220	223	Vaca Diez	Riberalta	Alto Ivon	D	479	0.0174	570	POP1	90	61.6	11	Bs 372

表6.3.3(2) パンド県調査村落 優先ランクリスト

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad total	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada 2017	Tipo Fuente de agua (por Mapa)	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/d ay)	No. Modelo de sistema de agua	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
1	16	Nicolas Suarez	Bolpebra	Mukden	A	365	0.0372	530	POP1	90	57.2	11	Bs 372
2	20	Nicolas Suarez	Bolpebra	Veracruz	A	249	0.0372	360	POP1	70	30.2	11	Bs 372
3	24	Nicolas Suarez	Cobija	Bajo Virtudes	A	109	0.0372	160	POP1	70	13.4	11	Bs 372
4	34	Nicolas Suarez	Cobija	Avaroa	A	300	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Bs 372
5	46	Nicolas Suarez	Porvenir	San José	A	245	0.0372	350	POP1	70	29.4	11	Bs 372
6	50	Manuripi	Filadelfia	Filadelfia	A	310	0.0372	450	POP1	70	37.8	11	Bs 372
7	57	Manuripi	Filadelfia	Curichon	A	240	0.0372	350	POP1	70	29.4	11	Bs 372
8	58	Manuripi	Filadelfia	Luz de America	A	300	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Proyecto Piloto
9	65	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Rico	A	2103	0.0372	3030	POP1	105	381.8	11	Bs 372
10	88	Madre Diso	San Lorenzo	Naranjal	A	217	0.0372	310	POP1	70	26.0	10	Bs 372
11	101	Madre Diso	San Lorenzo	Sinai	A	225	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
12	105	Madre Diso	Gonzalo Moleno	Gonzalo Moleno	A	970	0.0372	1400	POP1	90	151.2	10	Bs 372
13	125	Federico Roman	Villa Nueva	Loma Alta	A	600	0.0372	860	POP1	90	92.9	11	Bs 372
14	127	Federico Roman	Villa Nueva	Santa Crucito	A	295	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Bs 372
15	129	Federico Roman	Nueva Esperanza	Arca de Israel	A	224	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
16	132	Federico Roman	Villa Nueva	Santa Fe	A	230	0.0372	330	POP1	70	27.7	10	Bs 372
17	133	Federico Roman	Santos Mercado	Reserva	A	307	0.0372	440	POP1	70	37.0	11	Bs 372
18	136	Abuna	Humaita	Humaita	A	280	0.0372	400	POP1	70	33.6	11	Bs 372
19	6	Nicolas Suarez	Bella Flor	Villa El Carmen	B	130	0.0372	190	Vertiente	30	6.8	5	Bs 289
20	7	Nicolas Suarez	Bella Flor	Santa Rita	B	160	0.0372	230	Vertiente	30	8.3	5	Bs 289
63	10	Nicolas Suarez	Bella Flor	Nueva Vida	B	80	0.0372	120	Vertiente	30	4.3	5	Proyecto Piloto
21	12	Nicolas Suarez	Bella Flor	Karamanu	B	60	0.0372	90	Vertiente	30	3.2	5	Bs 289
22	13	Nicolas Suarez	Bella Flor	San Antonio	B	134	0.0372	190	Vertiente	70	16.0	5	Bs 289
23	18	Nicolas Suarez	Bolpebra	Nareuda	B	190	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Bs 372
24	19	Nicolas Suarez	Bolpebra	Bioceanica	B	140	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
25	21	Nicolas Suarez	Bolpebra	Canaán	B	87	0.0372	130	Vertiente	30	4.7	4	Bs 22
26	22	Nicolas Suarez	Bolpebra	Tres Arroyos	B	50	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 91
27	25	Nicolas Suarez	Cobija	Villa Rosario (Barzola)	B	165	0.0372	240	POP1	30	8.6	10	Bs 372
28	26	Nicolas Suarez	Cobija	Alto Bahia	B	120	0.0372	170	POP1	30	6.1	10	Bs 372
29	32	Nicolas Suarez	Cobija	Sujal	B	180	0.0372	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
30	40	Nicolas Suarez	Porvenir	Villa Marieta	B	55	0.0372	80	Vertiente	30	2.9	4	Bs 22
31	47	Nicolas Suarez	Porvenir	Agua Rica	B	73	0.0372	110	Vertiente	30	4.0	4	Bs 22
32	53	Manuripi	Filadelfia	Empresiaña	B	125	0.0372	180	Vertiente	70	15.1	5	Bs 289
33	55	Manuripi	Filadelfia	Florida	B	140	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
34	56	Manuripi	Filadelfia	Purísima	B	50	0.0372	70	Vertiente	30	2.5	4	Bs 22
35	59	Manuripi	Filadelfia	Buyuyo	B	148	0.0372	210	POP1	70	17.6	10	Bs 372
36	60	Manuripi	Filadelfia	Petronila	B	150	0.0372	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
37	64	Manuripi	Filadelfia	Espiritu	B	130	0.0372	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
38	74	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Madre de Dios	B	93	0.0372	130	POP1	30	4.7	9	Bs 91
39	76	Manuripi	Puerto Rico	Deslinda	B	32	0.0372	50	POP1	30	1.8	9	Bs 91
40	79	Manuripi	San Pedro	Tres Estrellas	B	191	0.0372	280	POP1	70	23.5	10	Bs 372
41	82	Manuripi	San Pedro	El Pallar	B	90	0.0372	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372

表6.3.3(2) パンド県調査村落 優先ランクリスト

NO.	No. de Comu- ni- dad	Provincia	Municipio	Comunidad	Priori- da- d total	Población total en2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificado 2017	Tipo Fuente de agua (por Mapa)	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/d ay)	No. Modelo de sistema de agua	Costo de construccion total (x 1000 Bs.)
42	85	Madre Diso	San Lorenzo	Trinidadcito	B	345	0.0372	500	POP1	70	42.0	11	Bs 372
43	86	Madre Diso	San Lorenzo	Exsaltación	B	136	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
44	89	Madre Diso	San Lorenzo	Palestina	B	225	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
45	90	Madre Diso	San Lorenzo	Puerto Copacabana	B	184	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Proyecto Piloto
46	92	Madre Diso	San Lorenzo	Santa Elena	B	150	0.0372	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
47	96	Madre Diso	San Lorenzo	Iberia	B	170	0.0372	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
48	97	Madre Diso	San Lorenzo	San Lorenzo	B	67	0.0372	100	POP1	30	3.6	9	Bs 91
49	99	Madre Diso	San Lorenzo	Vista Alegre	B	190	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Bs 372
50	102	Madre Diso	San Lorenzo	Loreto	B	111	0.0372	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
51	107	Madre Diso	San Lorenzo	Galilea	B	290	0.0372	420	POP1	70	35.3	11	Bs 372
52	124	Madre Diso	El Sena	Las Mercedes	B	127	0.0372	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
53	140	Abuna	Humaita	San Javier	B	115	0.0372	170	POP1	70	14.3	10	Bs 372
54	143	Abuna	Santa Rosa del Abuna	Las Abejas	B	80	0.0372	120	Vertiente	30	4.3	4	Bs 22
55	152	Pando	Bella Flor	Florida	B	36	0.0372	50	Vertiente	30	1.8	4	Bs 22
56	153	Pando	Santa Rosa del Abuna	1º de Mayo	B	192	0.0372	280	Vertiente	70	23.5	5	Bs 289
57	155	Pando	Puerto Rico	Los Mandarinos	B	127	0.0372	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
58	156	Pando	El Sena	El Tury	B	51	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 91
59	157	Pando	Santos Mercado	Santa Tereza	B	118	0.0372	170	POP1	70	14.3	10	Bs 372
60	159	Pando	Nueva Esperanza	Puerto Consuelo	B	165	0.0372	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
61	1	Nicolas Suarez	Bella Flor	Villa Amazonica	C	98	0.0372	140	POP1	70	11.8	10	Bs 372
62	8	Nicolas Suarez	Bella Flor	Santa Maria	C	60	0.0372	90	Vertiente	30	3.2	4	Bs 22
64	30	Nicolas Suarez	Cobija	Mejillones	C	97	0.0372	140	POP1	70	11.8	10	Bs 372
65	80	Manuripi	San Pedro	Cayusal	C	80	0.0372	120	POP1	30	4.3	9	Bs 91
66	91	Madre Diso	San Lorenzo	San Martin	C	56	0.0372	80	POP1	30	2.9	9	Bs 91
67	98	Madre Diso	San Lorenzo	Viña del Rio	C	129	0.0372	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
68	100	Madre Diso	San Lorenzo	Lituania	C	50	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 91
69	122	Madre Diso	El Sena	Canada	C	70	0.0372	100	POP1	30	3.6	9	Bs 91
70	123	Madre Diso	El Sena	Villa Cotoca	C	65	0.0372	90	POP1	30	3.2	9	Bs 91
71	126	Federico Roman	Villa Nueva	Enarevena	C	74	0.0372	110	POP1	30	4.0	9	Bs 91
72	128	Federico Roman	Villa Nueva	Bella Brisa	C	180	0.0372	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
73	158	Pando	Santos Mercado	San Jose	C	88	0.0372	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372



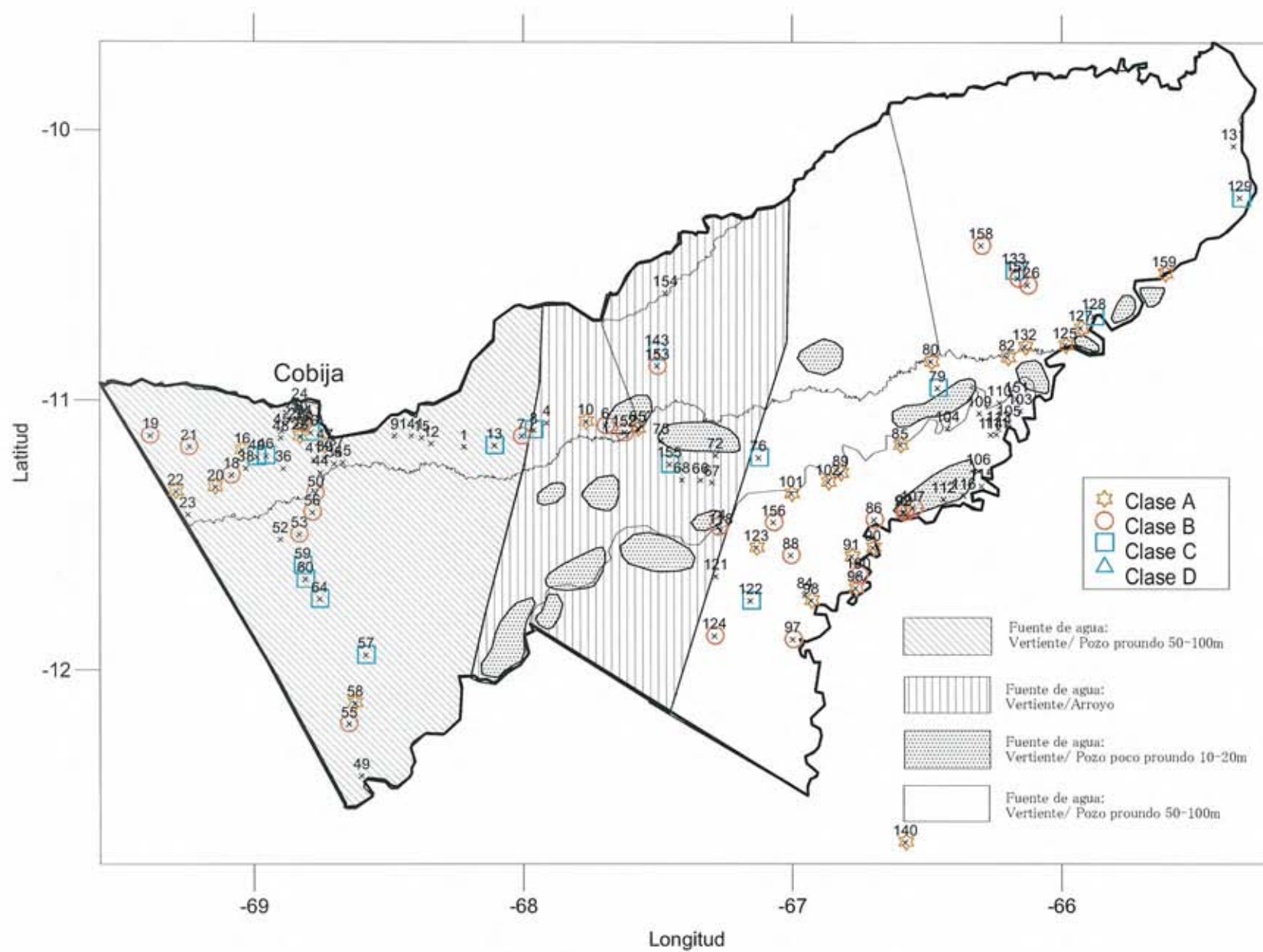


図 6.3.2(2) 選定村落分布図 (パンド県)

6.3.3 5 ヶ年計画への村落選定

5 ヶ年計画への村落選定は、以下の方針に基づく。

- (1) 5 ヶ年計画実施を全県的な運動とするため、初期工事には可能な限り多くの郡、市が入るように村落を選定する。本来的には、各郡、各市等の地区ごとに井戸工事を集中して行ったほうが掘削機及び関連機材の移動が少なく、工程的にも経費の点でも効率的であるが、県 UNASBVI が実際に掘削機を所有して直接工事を行っていることを県内で宣伝することにより給水事業に対する県と市役所の連携が進むと考えられるため、当初の5年間は移動を大きくしても多様な地区、市役所が入るように計画する。
- (2) ベニ県においては、洪水対策村落の優先度を高くする。特にトリニダ周辺地区と村落は雨期での工事も可能なため、5 ヶ年計画の初期に避難民用井戸の工事を実施する。
- (3) 上記の条件のもと、A、B、C ランクの条件を考慮して5 ヶ年計画の村落とする。すでに記述のとおり、パンド県は河川からのアクセスのみが可能な村落、道路はあるもののトラック等の重機はアクセス困難な村落が多いため、一般的な掘削機材とは別途に悪路用の井戸建設機材を検討し、このような村落を計画対象とする。

6.4 対象地域の給水サービス率と今後の目標

6.4.1 基礎衛生国家計画(2001-2010)と 2001 年センサス結果

現在、「ボ」国の上水道セクターの国レベルでの計画は「基礎衛生国家計画 2001-2010」であり、「ボ」国全体として、普及率は 2010 年までの目標値は都市部で給水率 94%、下水道・衛生施設 89%、地方部で給水率 82%、衛生施設 66%を目指している。

同計画では、2000 年のベニ県及びバンド県の給水状況は以下のとおりであり、地方部の給水サービス人口はベニ県で 21,895 人（約 20%）、バンド県で 4,681 人（8%）とされている。

表 6.4.1 2000 年の給水状況

	都市部	地方部	計
ベニ県 人口	251,619	110,355	361,974
サービス人口	213,728(85%)	21,895(20%)	65%
バンド県 人口	14,776	62,164	76,940
サービス人口	13,298(90%)	4,681(8%)	23%

資料：「基礎衛生国家計画 2001-2010」

一方、2001 年 INE センサスによると、両県地方部の利用水源は表 6.4.2 に示すとおりである。本調査における既存給水施設の踏査結果も考慮すると、管接続と公共水栓は井戸もしくは渓流水源を利用した給水システムをとっており、これによる給水率はベニ県で 9.2%、バンド県で 13.5%である。一方、機械掘り井戸は多くの場合深度 20～30m のハンドポンプ付き井戸で、第 4 章でも記述したように廃棄もしくは飲料水としては未使用である場合が多く、給水サービスは約 10%のみで行われると仮定すると、全体での給水率はベニ県で約 13%、バンド県で 16%と想定される。

表 6.4.2 ベニ県及びバンド県地方部の利用水源別戸数

水源	ベニ県	(%)	バンド県	(%)
管接続	1244	6.3	690	11.6
公共水栓	563	2.9	110	1.9
給水車	13	0.1	2	0.0
手掘り井戸	2420	12.3	256	4.3
機械掘り井戸	6950	35.2	1534	25.8
河川・湧水	5943	30.2	2712	45.7
湖	2141	10.9	487	8.2
その他	435	2.2	145	2.4
戸数 計	19709	-	5936	-
村落数	837	-	364	-

資料：2001 年センサス

6.4.2 本調査による給水サービス率

調査を実施した対象村落における給水サービス率は表 6.4.3 に示すとおりである。ここでは、最近の UNASBVI、FIS、PRASPANDO、ベネズエラ等第 3 国及び NGO による事業によって給水事業が実施されている村落を給水サービス村落としてカウントした（ただし、給水事

業が実施された村落のすべての住民家屋に水道が接続されているわけではない。

表 6.4.3 対象村落における給水サービス率

	ベニ県	パンド県
調査村落数	197	114
戸数	19,521	6,571
人口	92,074	29,400
給水サービス村落数	21	14
給水サービス人口	28,586	9,472
給水サービス率	31%	32%

資料：2007 年インベントリー調査結果

6.4.3 対象地域の計画人口と 5 カ年計画の試算

(1) 対象地域の計画人口

1992 年および 2001 年に実施された人口センサスによる地方部人口の増加率は 2010 年までが推定されている（3 章 3.1 参照）。両県はともに他県（Alti Plano 地域）からの移住があり、特にパンド県ではブラジルからの移住が多い状況である。

計画人口としては 2010 年までは INE の増加率を用い、その後はベニ県は 1.74% で一定、パンド県は 1.78% まで漸減させてその後は一定とする。2027 年までの両県の人口推定は以下のとおり。

表 6.4.4 ベニ県及びパンド県の推定人口

年	Beni		Pando	
	人口	増加率	人口	増加率
2001	362,521	2.94	52,525	3.48
2005	406,982	-	66,689	-
2006	414,758	1.91	69,541	4.28
2007	422,434	1.85	72,427	4.15
2008	430,038	1.80	75,331	4.01
2009	437,606	1.76	78,247	3.87
2010	445,221	1.74	81,157	3.72
2011	452,968	1.74	84,068	3.59
2012	460,849	1.74	86,965	3.45
2017	502,363	1.74	100,943	3.03
2022	547,616	1.74	113,242	2.33
2027	596,946	1.74	123,676	1.78

資料：2006 年 INE 人口統計

このうち、Trinidad 市、Riberalta 市、Cobija 市等の都市を除いた地方部の人口はベニ県で約 40%、パンド県で約 60% とすると、水需要の計画年である 2017 年ではベニ県で約 20 万人、パンド県で約 6 万人が本計画の対象と考えられる。

(2) 5 カ年計画の試算

両県の水道事情を改善するため、本調査では JICA の予備調査で選定された 400 村落へ

の現地調査を実施し、優先村落を選定して水供給 5 ヶ年計画を策定する。

調査対象村落でありながら詳細踏査が困難であった村落及び今回は調査対象外であった村落等については、今後両県 UNASBVI が 5 ヶ年計画の実施と併行して給水状況を調査し、第 2 次以降の 5 ヶ年計画の策定に加えるものとする。

一方、今後 5 ヶ年計画で両県の UNASBVI が実施する給水事業を以下のように想定している（詳細は 7 章 5 ヶ年計画参照）。

表 6.4.5 水供給 5 ヶ年計画

年		2008	2009	2010	2011	2012
ベニ県	PP 及び UNASBVI による地区数	2	-	-	-	-
	逕流水源工事地区数	0	2	4	3	3
	深井戸工事地区数(民間井戸業者)	0	3	2	2	2
	深井戸工事地区数(直接工事)	0		4	10	10
	計	2	5	10	15	15
バンド県	PP 及び UNASBVI による地区数	-	-	-	-	-
	湧水水源による地区数	1	5	4	2	2
	深井戸工事地区数(直接工事)	2	0	4	10	10
	浅井戸工事地区数(直接工事)	-	-	-	10	10
	計	3	5	8	22	22

* 浅井戸地区は村落当たり人口を 50 人とした

今回の調査対象村落以外の村落の給水状況ははまだ明確でなく、今後 UNASBVI と全市役所との連携を強化する中で実際の給水サービス率は明らかになると考えられるが、現状調査で確認された村落だけをカウントすると、県全体の給水サービス率は以下のとおりである。ただし、これは県 UNASBVI が主体となる給水事業であり、市役所及び村落が主体の逕流取水、湧水取水による整備は含まれておらず、実際の給水サービス率はこれよりも若干高いものと考えられる。

表 6.4.6 ベニ県全体の給水サービス率

	県内村落数	村落人口	調査対象村落数	給水サービス村落数	給水サービス人口	給水サービス率
(2001 年 センサス)	837	113,369	-	-	-	-
2007 年推定	-	約 170,000	199	21	28,586	約 17%
2012 年	-	約 184,000		47	55,656	約 30.2%
2017 年	-	約 200,000	-	-	-	-

表 6.4.7 バンド県全体の給水サービス率

	県内村落数	村落人口	調査対象村落数	給水サービス村落数	給水サービス人口	給水サービス率
(2001 年 センサス)	364	20,820	-	-	-	-
2007 年	-	43,000	114	14	9,472	約 22%
2012 年	-	52,000		40	24,392	約 46.9%
2017 年	-	72,000	-	-	-	-

6.5 県、市役所の連携とキャパシティーデベロップメント

(1) UNASBVI の能力向上

両県の UNASBVI は現時点においても、村落給水事業を実施する能力は持っているが、今後 5 年計画に沿ってより効果的・効率的に事業を実施し、両県地方部の給水率を向上させる必要がある。このためには現在抱えている組織としての課題を解決し、地下水開発技術、水道技術、CAPyS の結成運営手法を始めとしてロジスティックなどのプロジェクトの運営、他県との連携、市および村落との連携など包括的な能力の向上が求められる。以下の表に 2007 年 10 月に開催された UNASBVI 全国集会で取りまとめられた UNASBVI が抱える現在の問題点と今後の方針を取りまとめた。表に示された問題点と方針は、両県の UNASBVI にもそのままあてはまり、組織の能力向上のためには、方針に示されている内容を実施していく必要がある。

表 6.5.1 UNASBVI 全国集会で取りまとめられた課題と方針

UNASBVI が抱える現在の問題点	UNASBVI が取るべき今後の方針
・キャパシテーション後の技術者が、ITEM（正式雇用）がないために辞める、辞めさせられてしまう。技術者へのしっかりした評価が必要。技術者が少ない。 ・技術マニュアル、情報、機械類のマニュアルなどが保管されていない。技術データ社会情報が紛失されている。このために水源、衛生関連の現在の状況が分からない。 ・新しい水源開発に関して県と中央政府のビジョンの一貫性が低い。 ・能力開発に関するビジョンが重要である。資機材に関して運営、オペレーションと資機材のメンテナンスに関わる問題を解決する能力の有る人が必要である。 ・井戸建設のための UNASBVI の政策が明確になっていない。 ・県と UNASBVI のコーディネーションに問題があるために計画が旨く動かない。 ・井戸建設が少ない。市に井戸建設のための能力が不足している。 ・水セクターのプロジェクト実施への融資が不足している。さらに県の間で競合が発生している。	・全国 9 県の政策実施に向けた連携が必要である。 ・県どうしの協力を進める。（部品の運営・管理、人材育成、等） ・プロジェクトの実施を早めるために各県の UNASBVI に予算権とマネージメントの権利を与える必要がある。 ・水セクターの現状を改善する重要な人材を育成、雇用する。 ・安全な水の供給のための技術革新を行う。 ・飲料水が不足している地方部に適切な飲料水供給プロジェクトを遂行する。 ・将来のプロジェクト遂行強化のために、市との合意をおこなう。 ・掘削機の部品消耗品を保管・一括管理、配送する全県で協定を結んだ、保管・配送機能を持った施設が必要である。 ・村落に提供する水セクターに関する情報が不十分である。 ・Municipio の予算の執行が確実になるような仕組みを考慮する。 ・時間をかけて住民の信頼を確保する。 ・井戸データの整備 ・情報のコントロール管理、透明性の確保 ・モニタリング、評価のための予算枠の確保 ・必要性和需要からの要求に基づいた申し入れに対して支援を行う。 ・環境に関する取り決めに遵守する。

組織の能力を向上させるための活動は、両県 UNASBVI の単独実施では限界があり、国レベルでの活動が必要になる。現在 JICA の協力で実施されている生命の水プロジェクトでは、全国レベルで各県 UNASBVI の能力向上のための活動を行っており、本計画の UNASBVI の能力向上は生命の水プロジェクトを通じて行う。

生命の水プロジェクトは現在ベニ・パンド県を含んだ全国の 9 県を対象にフェーズ 2 が実施されており、フェーズ 1 は既に終了している。フェーズ 1 において達成した成果

とその具体的な内容を以下の表に取りまとめる。フェーズ1においてベニ・パンド両県はプロジェクトの対象外であったため、これらの成果を得るために行われたワークショップやセミナーなどの出席は行われていない。しかしながら成果の内容は5カ年計画の実施に必要な能力向上の内容であり、生命の水プロジェクトに依頼して、両県を対象にしたセミナーの開催を要請する。

表 6.5.2 生命の水プロジェクトフェーズ1の成果とその内容

成果	内容
県の体制・能力の向上	給水事業への予算増加 適切な人員配置 県と市の連携強化
ドナー連携の進展	IDB プロジェクト PUROAGUAS や UNICEF を通じた給水施設の整備 県主催による大学、ドナー、NGO 等の定期的な会議の開催
村落開発モデル (DESCOM-P) の実施	水管理委員会への水道システムの維持管理技術移転 衛生教育の普及 経済活動の活性化による持続的な維持管理体制の確立
維持管理技術の移転	UNASBVI 技術者のための技術セミナー開催 市技術者への技術セミナー開催

現在生命の水プロジェクトフェーズ2はフェーズ1の成果をもとに、活動を実施している。以下の表に同プロジェクト PDM から抜粋した成果とベニ・パンド UNASBVI に直接関係のある活動を示す。県（UNASBVI）、市、村落の協働体制の構築が成果に揚げられており、本プロジェクトも生命の水フェーズ2の活動に併せて協働体制を構築する。またニーズに沿った UNASBVI 職員の技術向上のための研修の実施が予定されており、研修テーマの選定時から積極的な参加をする必要がある。既にベニ・パンドの UNASBVI 職員は生命の水プロジェクト主催の会議やセミナーに出席しており、今後とも継続的に参加して能力の向上を図る。

表 6.5.3 生命の水プロジェクトフェーズ2の成果と主な活動

成果	活動
生命の水技術センターが機能強化される	半年毎に定期会議を開く（全国水セミナー） 研修、市等への支援、調査研究の3つのテーマにそれぞれ技術部会を組織し、県レベルおよび国レベルの水審議会を通じ研修テーマ・支援方法・調査研究テーマ等を決定する体制を作る
VSB、9県の UNASBVI、市、水道事業体（EPSAs）に対する、研修実施体制が確立する	研修部会が研修実施のための研修テーマを案を策定する 講師を選定し、研修の教え方の研修を行う 研修ニーズに沿って研修を運営する。必要な研修機材を作成する 研修参加者による研修参加後の活動への支援を行う 日本・第3国で実施する JICA の研修に関して広報し、適切な候補者に対し応募を支援する。研修内容共有のためのセミナーを実施する
井戸掘削・給水施設設計段階から県・市・村落の協働体制が構築・継続されるとともに（全国9県によって）市・村落・CAPySでの給水施設の維持管理状況・水質状況の確認、生産活動、緊急対応の体制が出きる	県による市・村落に対する支援体制の構築・継続 県が各市に水担当技師を確保し、県と市による給水施設の維持管理状況の確認および緊急時に対応できる体制を作る 市の技師対象のワークショップを行う 各県が水源を開発した給水施設について、統一したフォーマットでのデータベースを作成する 必要に応じ、県が生産活動の実施を推進する 県が村落間の情報共有の場を提供する

成果	活動
	県が村落への定期的な水質分析サービスを実施する（サツル入、初で最初に設立、その後他県に拡大する） 他の団体が作った給水施設を含めたデータベースを県レベルで設立する 水省が9県分のデータを取りまとめ、発行する
技術センターが地域適正技術開発のために調査研究を実施できるようになる	調査研究部会が調査研究ニーズを調査し、研究の計画を立てる 調査研究ニーズに沿って新規技術開発を行う 優先的な地区で上記も技術に関するパイロットプロジェクト調査を行う 調査結果を関係者と共有する。報告書を作成する
県レベル国レベルの水審議会が強化される	各県 UNASBVI をセクター長として、県レベル審議会の組織規則、名簿が作成される 各県の UNASBVI が関係団体の活動概要資料を作成・更新し、活動を調整する 定期会議が行われ、技術センターでの活動についての情報交換が行われる

(2) 市の能力向上

ベニ・パンド両県の市は既に水道技術者や村落開発専門家が所属している市と所属していない市がある。しかしながら、5ヵ年計画を進める上で市の役割として水道施設の整備が求められるため、今後 UTIM を設立し施設担当者と村落開発専門家を配置することが必要となる。しかしながら新規で配置された市の担当者は技術レベルが低いことが予想され UNASBVI が技術研修会を開催する。また効果的、効率的な事業の実施のために、各市の水道整備に関する情報も併せて発表することで情報の共有化を図る。研修の内容は市の要望を受けて決定するが、当面の主な研修内容は以下ようになる。

- 技術研修 ： ・ 水道施設の設計、施工管理技術
 ・ 水道施設の維持管理技術
 ・ CAPyS の結成、運営
- 情報の共有化 ： ・ 成功事例の紹介と分析
 ・ 失敗事例の紹介と教訓
 ・ 事業実施体制と予算

(3) 村落（CAPyS）の能力向上

CAPyS は村落給水事業の実施にあたり水道システムの維持管理を担当するため、ワークショップ等を通じ施設と組織の技術研修を実施するが、その後も UNASBVI が能力向上のために維持管理に関する講習会や情報の交換会を開催する。また対象地域では水があるにも関わらず、特に衛生的な問題から飲料水としては不適格な場合がある。現地調査で明らかになったように、安全な水に対する意識が低く、継続的な衛生改善活動の実施が不可欠と判断される。なお村落の衛生改善についての能力向上は「7.5 衛生改善計画」で後述する。

(4) 給水事業実施における県、市役所、村落の連携

給水事業を実施するうえで、県、市役所、村落の連携は不可欠であり、生命の水プロジェクトフェーズ2の枠組みで協働体制を構築する。しかしながら、対象地域は広く、道路状況も不良で、通信にも問題があることから、現時点で県全体の村落の給水状況は

UNASBVI で十分に把握されていない状況である。5 ヶ年計画を実施するにあたり市役所の予算措置と技術者の配置が重要になり、計画段階から UNASBVI と全市役所の担当者レベルは対象村落の状況について情報を共有するとともに、水源開発と給水施設建設に関わる負担区分を明確化する。今後村落給水施設の整備・維持管理は、県が水源施設、市が水道施設と住民支援、村落が施設の維持管理に役割が分担される。しかしながら村落給水事業の経験と知識を十分に持っていない市もあり、事業実施にあたり UNASBVI の技術支援が不可欠である。