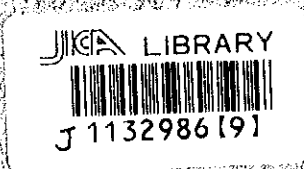


ペルー共和国
ビスカチャス高原地下水開発計画
簡易機材案件調査報告書

平成 7 年 3 月



(財)日本国際協力システム

9
8
F
ARY

無調一
CR4
95-201

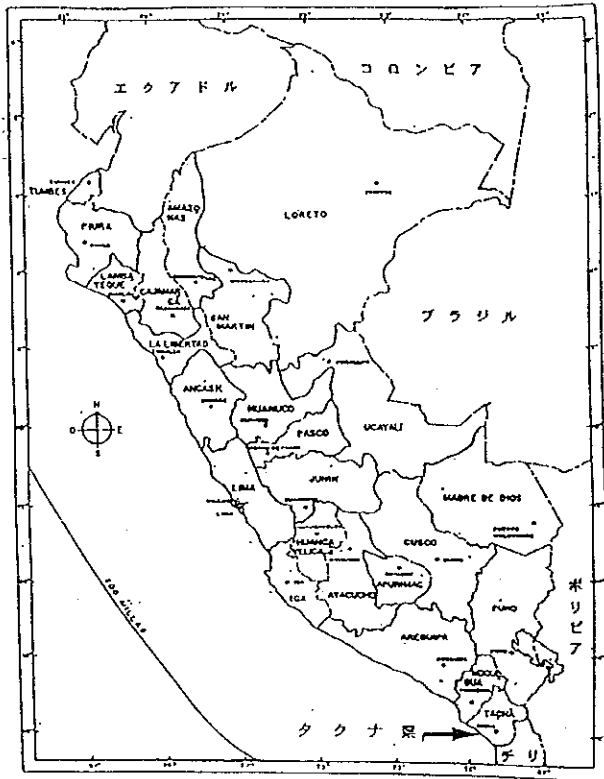
ペルー共和国

ビスカチャス高原地下水開発計画

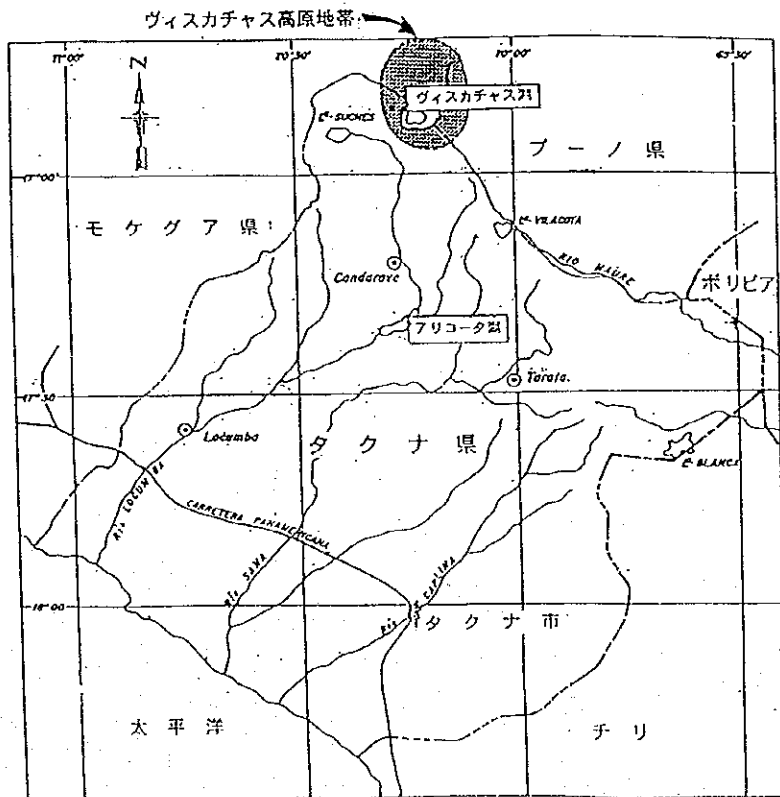
簡易機材案件調査報告書

平成7年3月

(財)日本国際協力システム



ペルー共和国位置図及び国内行政区分図



タクナ県及びサイト位置図



1132986 [9]

目 次

	ページ
1. 計画の背景と目的	1
1-1 背景	1
1-2 目的	2
2. 自然条件	6
2-1 地形	6
2-2 地質	7
2-3 気候	8
3. 実施体制	9
3-1 組織	9
3-2 予算	11
3-3 要員	11
3-4 要請内容	13
4. 要請内容の検討	14
4-1 前提条件	14
4-2 要請内容の検討	19
4-3 機材の調達案	22
5. 効果	24
6. 課題	25

添付資料

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 当該国の社会・経済事情
5. その他のデータ（井戸柱状図）
6. 参考資料リスト

1. 計画の背景と目的

1-1 背景

1986年、ペルー国（以下「ペ」国）政府は、湖の枯渇を避け、更には建設済の 2 水力発電所の能力を完全に発揮させるに十分な水量を確保するため、アリコータ湖水補給計画を策定した（図-1）。本計画は、①ヴィラコータ湖取水計画、②ビスカチャス高原地下水開発計画、③コビレ導水事業計画の 3 計画からなるアリコータ湖への導水事業であり、大統領府国家開発庁（Instituto Nacional de Desarrollo: INADE）の下部地方機関であるタクナ特別プロジェクト部（Proyecto Especial Tacna: PET）により、1988年から逐次実施されている。

①は、ヴィラコータ湖より 400ℓ/Sの水量をアリコータ湖へ導入して、同湖の流入量と流出量の不均衡の緩和に役立たせることを目的とし、1994年 3月に工事完了（我が国の平成 3年度無償資金供与額2.45億円）し、同月29日から導水を開始した。

②は、同湖の枯渇を避けるためアンデス高地（ビスカチャス高原）に賦存する地下水を引き出して、700ℓ/Sの水量を導入することを目的とし、1993年より実施に移され（工事完了予定96年末）、1994年11月現在深井戸 5本を掘削済である（掘削計画井戸本数10本）。「ペ」国は本計画の実施を日本政府に要請している。（図-2）

③は、アリコータ湖水の貯留水量復元を目指す主幹計画であり、タクナ水資源総合開発の中核計画となっており、水力発電所の能力をフルに発揮（最大使用水量 3,600ℓ/Sにて35,000KWの発電）するために必要な水量の確保を目的としている。同計画は、東隣のプーノ県内にあるロリスター湖を起点とし、8本の河川から順次取水増量しながら、合計 3,660ℓ/Sの水量を導入するもので、1994年11月現在、最大の施設であるコビレ隧道建設工事を約87%終了している（計画延長約 8,400m：建設済約 7,300m）。

今回の要請案件である②の「ビスカチャス高原地下水開発計画」については、計画の完全な実施のための財源確保が困難であり、しかもアリコータ湖の枯渇と、それによるタクナ及び隣接のモケグア両県の社会経済的な活動への重大な影響を避けるためには、早期実現が必要不可欠である。このため、同国政府は、日本がアリコータ湖水力発電所建設及びヴィラコータ湖取水計画に協力した経緯より、本計画実施のために

必要な機材の調達に係る無償資金協力を要請してきた。

1-2 目的

ビスカチャス高原地下水開発計画は、同地域の地下水を開発することによって、700ℓ/Sの水量をアリコータ湖へ導入し、コビル導水事業計画が完成されるまでの期間において、アリコータ湖の枯渇を防止するとともに、水力発電所の現発電量と下流農地への灌漑の維持を目的とする（図-3）。

AFIANZAMIENTO HIDRICO LAGUNA ARICOTA Y REGULACION RIO SAMA Y REGULACION RIO SAMA

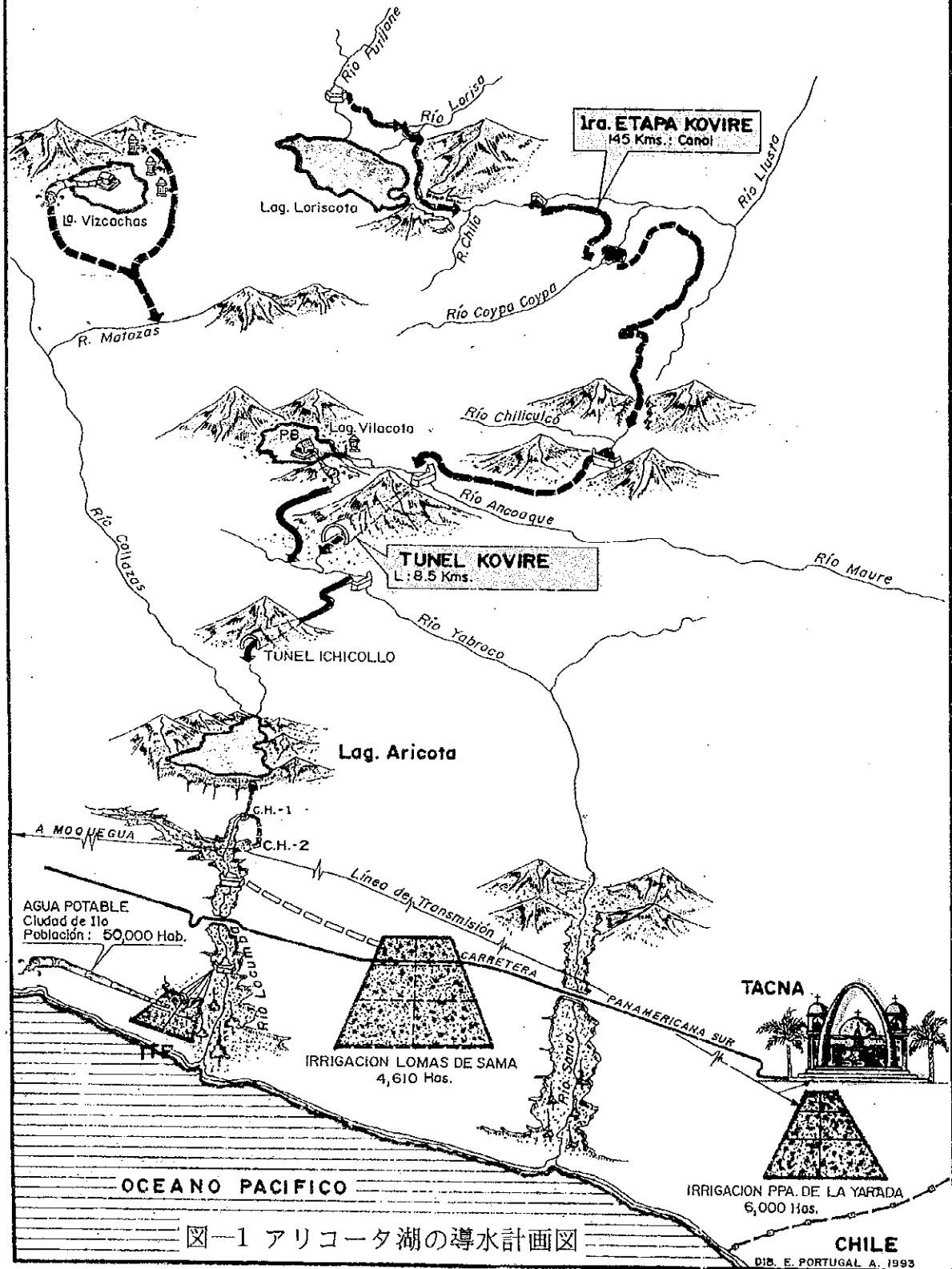
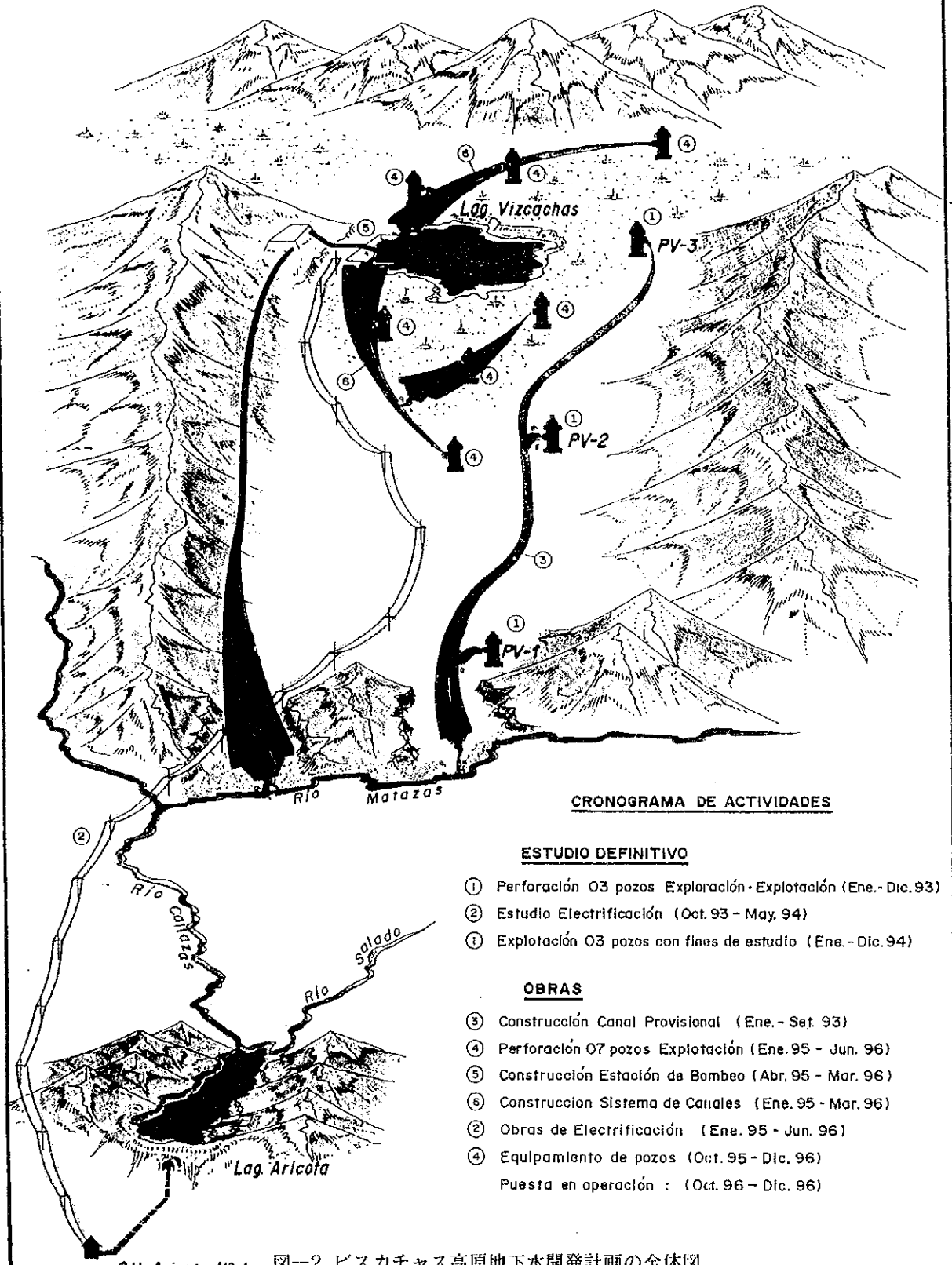


図-1 アリコタ湖の導水計画図

Explotación de Aguas Subterráneas Vizcachas



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ESTUDIO DEFINITIVO

- ① Perforación 03 pozos Exploración-Explotación (Ene.-Dic.93)
- ② Estudio Electrificación (Oct.93 - May.94)
- ③ Explotación 03 pozos con fines de estudio (Ene.-Dic.94)

OBRAS

- ③ Construcción Canal Provisional (Ene.-Set.93)
 - ④ Perforación 07 pozos Explotación (Ene.95 - Jun.96)
 - ⑤ Construcción Estación de Bombeo (Abr.95 - Mar.96)
 - ⑥ Construcción Sistema de Canales (Ene.95 - Mar.96)
 - ② Obras de Electrificación (Ene.95 - Jun.96)
 - ④ Equipamiento de pozos (Oct.95 - Dic.96)
- Puesta en operación : (Oct.96 - Dic.96)

C.H. Aricota N° 1 図-2 ビスカチャス高原地下水開発計画の全体図

DIB. E. PORTUGAL A. - FEB. '94

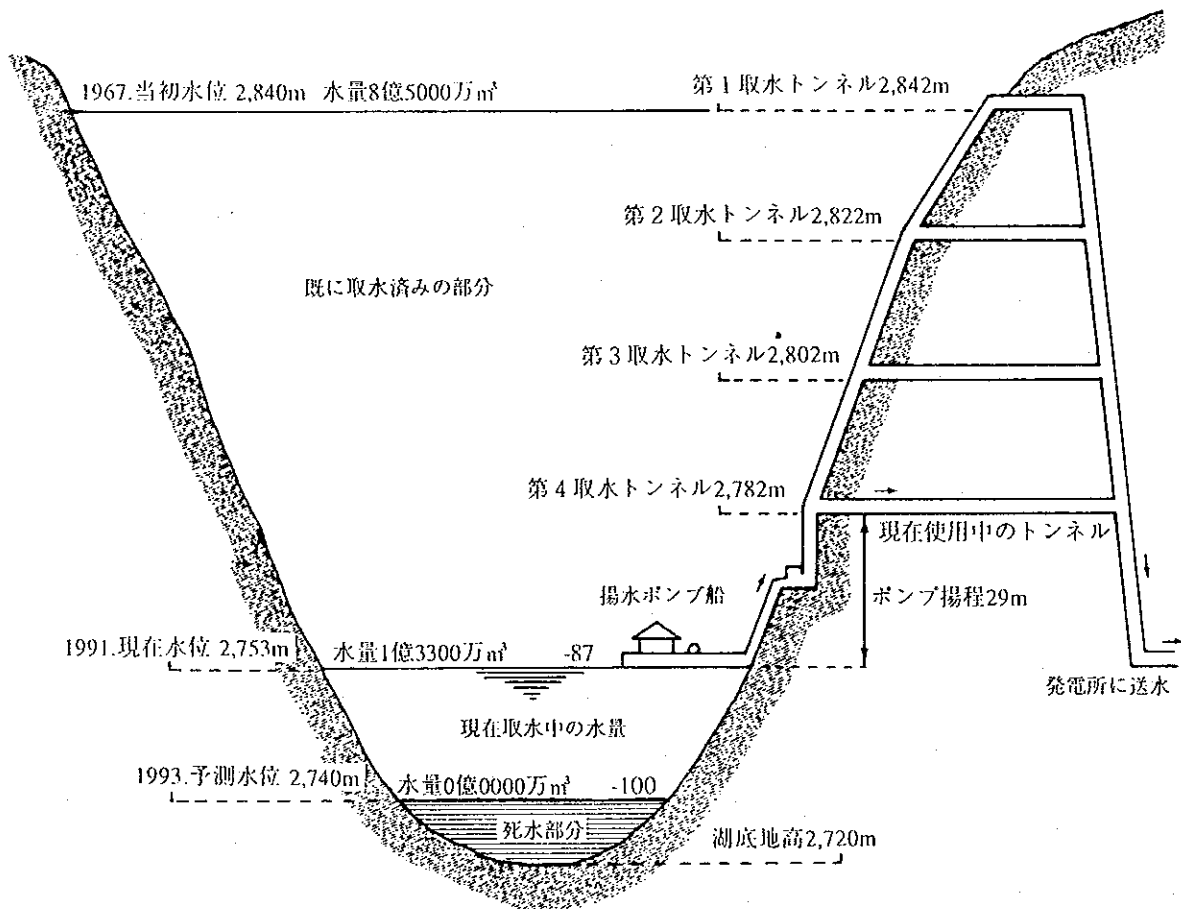


図-3 アリコータ湖の取水変動と水位図

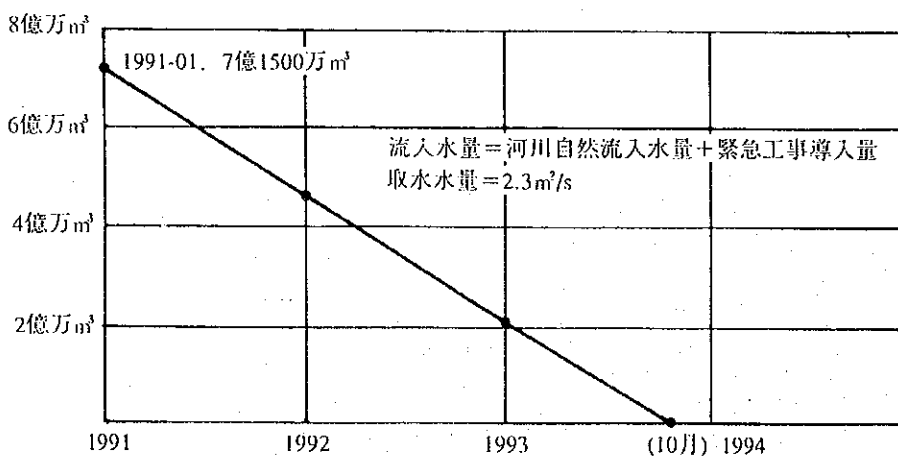


図-4 アリコータ湖の取水可能予測

2. 自然条件

2-1 地形

調査地域には、アンデス山脈中のオクシデンタル山脈とアルティプラノ（高原）の山脈と高原がある。

2-1-1 オクシデンタル山脈

オクシデンタル山脈は典型的なアンデス山脈の一部を形成しており、西側はアルティプラノと接している。これら一連の山々は、北西－南東の方向に走り、トコラ、パウカラニ、ユカマニ、トゥトゥバカ、ティクサニ等の死火山及び活火山が分布している。また、オクシデンタル山脈は、南アメリカ大陸の分水嶺となっており、山脈の西側の水系は、太平洋に注ぎ、東側はティティカカ湖に注いでいるが、ティティカカ湖からは最終的にはアマゾン川となって大西洋に注いでいる。

2-1-2 アルティプラノ（高原）

アルティプラノはペルーの南部山脈中にある高原であり、タクナ、ブレ、アレキパの各県及びチリ及びボリビア両共和国の北部を含み、コジャオ大地と接している。アルティプラノでは、円錐丘の火山と台地状の 2つの地形が主体となっている。

2-1-3 水系

調査地域水系は地形によって、円錐丘の火山から放射状に発達しているが、パンパの中は樹枝状の水系となっており、雨期に発生する表流水は全て、ピスカチャス湖に流入している。また、この湖は盆地外に流出できない閉塞湖であり、周囲から流入する表流水がピスカチャス湖と地下水を涵養している。

2-2 地質

2-2-1 基盤

本計画地域は火山岩が基盤を構成しており、その上に、調査地域の帯水層である砕屑物と堆積物が分布している。基盤岩は、それぞれポティフラカとウアイリジャス累層の粗面岩と凝灰岩で構成されている。

100～200mの厚さを持つレンズ状の一連の火山噴出物をポティフラカ粗面岩と呼び、これらはクアホネ鉱山の北部と南部に位置する火山平原の基盤を構成している。粗面岩の噴出は、トケバラ系の地層を褶曲し、同時に侵食された地層の上に堆積しており、これらは礫岩によって分離されている。

ウアイリジャス層は、ピンクから赤色で、厚さ50～300mの固結度の高い凝灰岩である。タカラヤ溪谷の南西のバンバには、この凝灰岩の広大な露頭があり、ここでは地層が水平に堆積している。ティティホネス川溪谷では、ポティフラカ層の粗面岩が流出した際に侵食した低地に凝灰岩が分布している。タクナ、ウアイリジャス、パチア、バルカ及びタラタの中には、凝灰岩の広大な露頭があり、種類によって、白色、サーモン・ピンク及びチョコレート色の凝灰岩が分布している。ビスカチャス高原では、ウアイリジャス層の露頭はないが、その分布は地下数100mの深度にあると考えられている。

2-2-2 氷河堆積物

この地域には、多量の氷河堆積物が分布している。氷河起源の堆積物は、側方及び末端部モレーン、平野の氷河堆積物、及び粘土堆積物から構成されている。モレーンは、粘土、シルト、細粒～粗粒砂、礫、及び巨礫で構成され、円錐丘の火山中腹から下方の麓に堆積している。溪谷の傾斜のゆるい斜面では、氷河堆積作用による平野が発達し、巨大な迷子石が分布している。

粘土が大部分の細かい氷河堆積物は、山間の平野の大部分を覆い、その堆積は、氷河の雪解け水で生成されたものである。モレーンは、パロソ層の岩石と比較すれば少量であるが、降雨の浸透を容易にし、下部層へ地下水の涵養をもたらしている。

アルティブラノのバンバにおける粘土質の堆積物は、地下水の賦存に非常に重要

であり、この粘土層によって帯水層が被圧されている。

2-2-3 河床

主な河川に沿って、河川を起源とする堆積物が蓄積され、これらは、粘土、シルト、砂及び礫から構成されている。本計画地域の水系は、湖水流域あるいは山間の盆地に流れ込み、扇状地性の堆積物によって構成されている。これらの堆積物の厚さは、20m以下である。

2-3 気候

計画対象地域は標高が非常に高く（海拔 4,400～4,600m）、しかも緯度が低い（南緯16°50′）、全般的に気温の変動は大きい。気温は年間を通して低く、夜間の最低気温は、通常、氷点下10～12℃まで低下し、一方、昼間の最高温度は、15～20℃の範囲まで上昇する。また、冬には土壌の凍結も発生する。

当地域の温度が低い主な理由は、標高が高く、しかもアルティブラノの希薄な空気を通して大気圏への急速な放射冷却により、熱が激しく失われるためである。この熱の損失は、日照時間の長い夏でも起こっている。

相対湿度は、日中は一般的に低く、20～40%の範囲を上下している。しかし、夜間は高くなり、しばしば相対湿度が飽和状態に達し、土壌や植物に霜を生じる。

最低気温は、冬期に記録されるが、夏期、即ち雨期には、東方からの湿った熱帯性の空団がしばしば侵入してくるため、湿度はかなり高くなる。夏の曇天とそれに付随する風と湿った空気が、大気の温度、特に夕方の温度をかなり下げる。

2-3-1 降水量

ビスカチャス湖に隣接したアルティブラノ地域の測候所における24年間の年間降水量は、1983年の最低140mmから、1984年の543mmまでの変化があり、この期間の平均は388mmであった。降雨量の多い月は、12月、1月、2月、3月であり、少ない月は6月、7月、8月である。

3. 実施体制

3-1 組織

実施機関は、大統領府管轄下の国家開発庁 (INADE) の地方実行機関の一つであるタクナ特別プロジェクト部 (PET) である。また、PET は技術的、経済的、運営的に独立した機関であるが、必要に応じ INADE と調整を図ることとなっている。国家開発庁及びタクナ特別プロジェクト部の組織図を図-1及び図-2に示す。

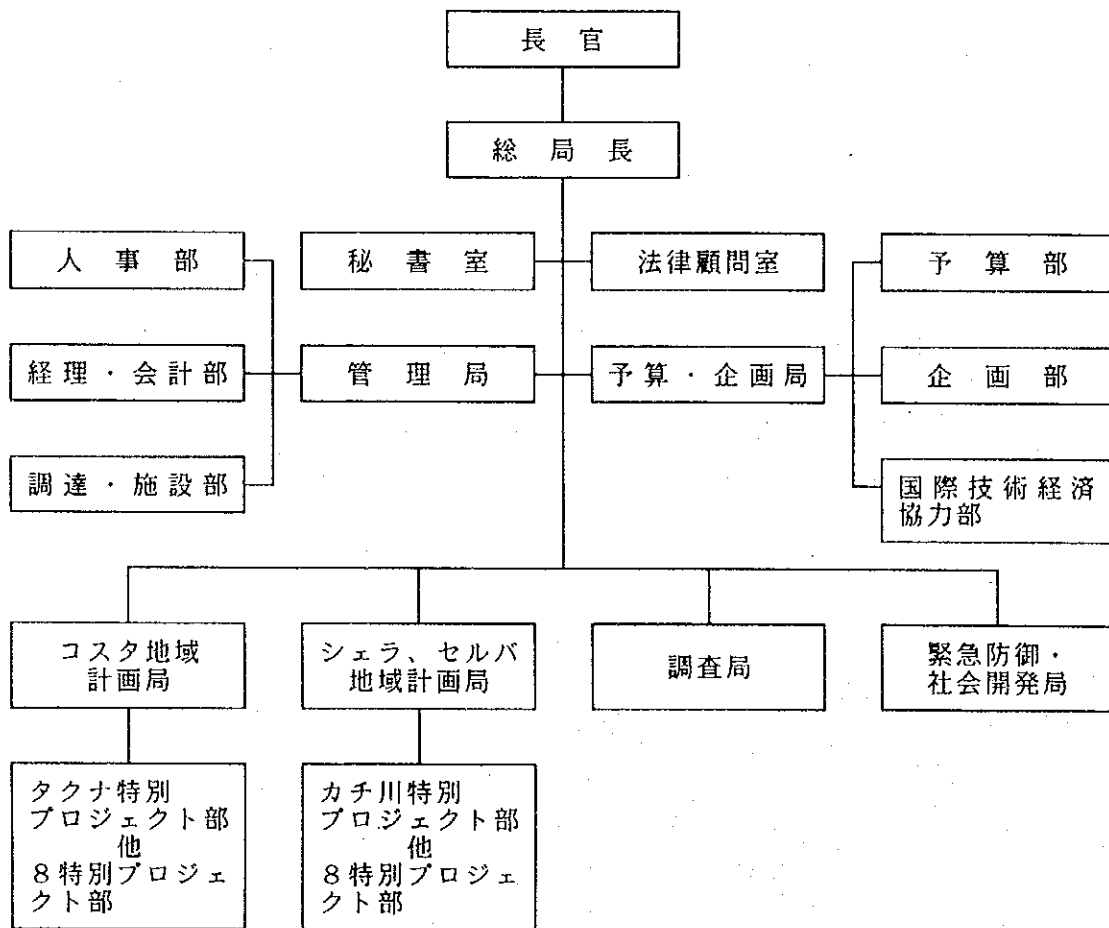


図-1 国家開発庁の組織図
(出典：94年12月 INADE提出資料「10周年誌」)

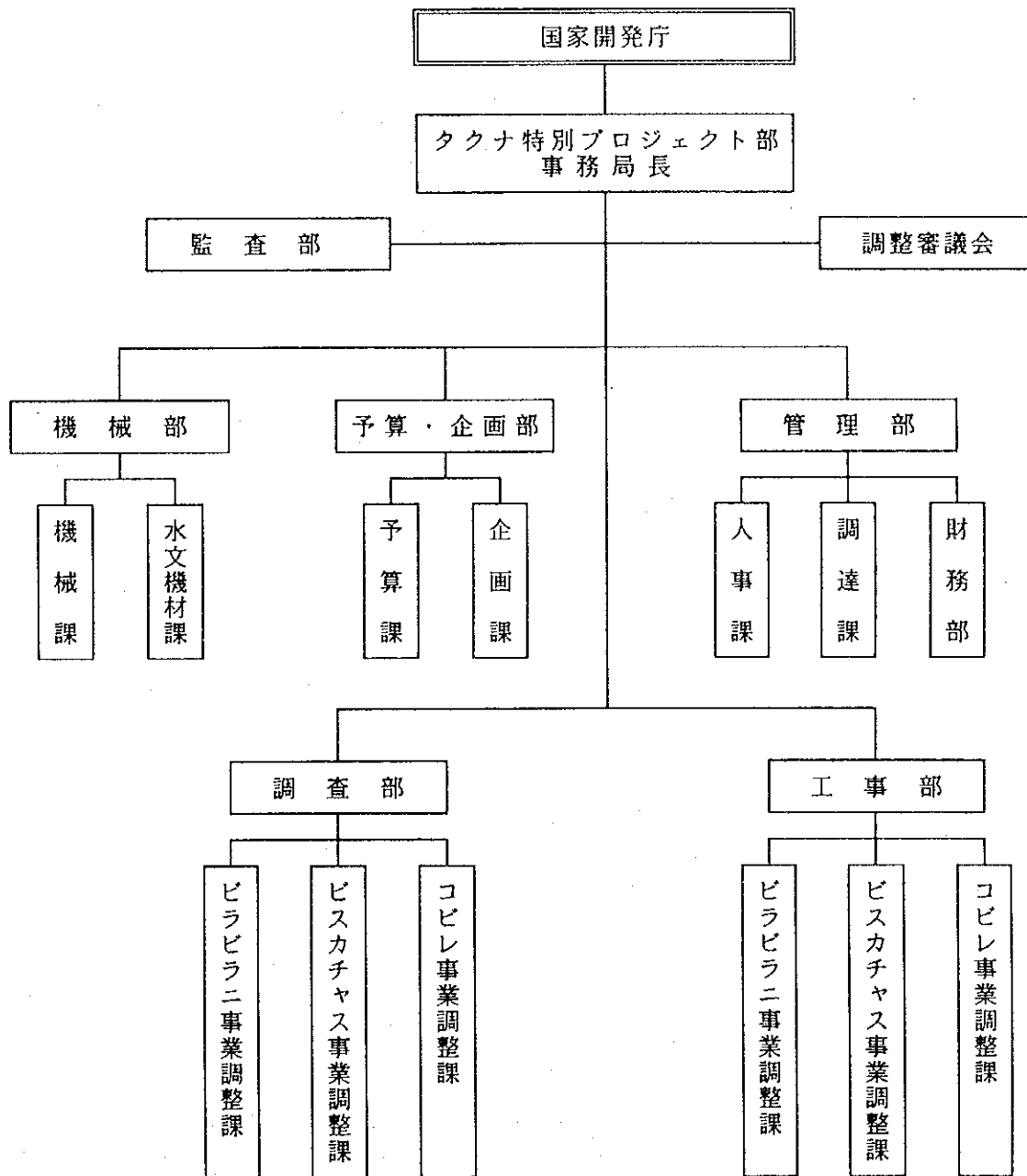


図-2 タクナ特別プロジェクト部の組織図
 (出典：要請書、94年12月PET 提出資料)

3-2 予算

タクナ特別プロジェクト部全体及び本計画（ビスカチャス高原地下水開発計画）の1991年～1996年の予算は、表-1の通りである。これらの予算には外国の援助機関による援助資金は含まれていない。また、本計画で調達される機材の維持管理は、工事期間中は本計画の予算にて実施されるとともに、工事完了後はINADEにより直接行われる。

表-1 タクナ特別プロジェクト部の予算

年度	全 体 予 算		本 計 画 の 予 算	
	千 US\$	千 円	千 US\$	千 円
1991	14,267.57		1,160.12	
1992	18,434.27		1,318.12	
1993	20,444.76		1,201.63	
1994	30,485.65	3,018,079	2,000.00	198,000
1995	33,442.72	3,310,829	2,019.45	199,926
1996	---	---	2,000.00	198,000
合計			9,700.00	

注) 1994年以降の換算レート：(2.13新ソル) = 1US\$ = ¥99

出典：要請書、94年12月PET 提出資料

3-3 要員

1994年11月時点での、タクナ特別プロジェクト部の職員は事務局長以下64人、このうち技術者は24人である。また各工事事務所では、合計 279人の契約労働者を雇用している。部署別職員数及び技術者別内訳は、表-2及び表-3に示す通りである。

表-2 部署別職員数

部署名	職員数	契約労働者数
執行部（局長、部長、弁護士、秘書）	14	
監査部	3	
予算・企画部	4	
管理部	13	
機械部	3	
調査部	6	
施工部	6	
小計	49	
ピラピラニ工事事務所	9	152
ピスカチャス工事事務所	4	77
コピレ工事事務所	15	50
合計	64	279

注：ヴィラコータ湖取水計画の完工に伴い、同事業調整課及び工事事務所は廃止され、現在機械の運転・保守要員として、4人の契約労働者がいる。

表-3 技術者内訳

資格	員数	資格	員数	資格	員数
土木技師	5	地質技師	5	農業技師	4
電気・機械技師	3	鉱山技師	2	地質物理技師	2
その他の技師	3				

備考：ピスカチャス工事事務所に配属されている技術者は、地質技師、電気・機械技師、農業技師、地質物理技師各1人の計4人となっている。

3-4 要請内容

本計画で要請された機材の概要は表-4に示すとおりである。

表-4 要請機材の概要

番号	機材名	仕様・内容	数量
1	井戸掘削機	掘削深 400m、ロータリー・パーカッション併用型、掘削径10~26"、循環水正逆可能、トラック搭載型、アクセサリーを含む	1式
2	トラック式クレーン	25t級	1台
3	深井戸用ポンプ	毎秒 100ℓ、揚程80~90m、揚水管90m付、制御盤、アクセサリー付	10台
4	水平型ポンプ	毎秒 300ℓ、揚水高30m、制御盤、アクセサリー付	2台
5	送水管 A	10" 径、両端つば付パイプ、パッキン・ボルト・ナット付、150級	1,100m
	送水管 B	12" 径、両端つば付パイプ、パッキン・ボルト・ナット付、150級	2,600m
6	牽引用トラック	重機運搬用特殊荷台付、40t積載	1台
7	深井戸用水中ポンプ (揚水試験用)	毎秒 150~200ℓ、揚水高80~90m、揚水管90m付、制御盤、アクセサリー付(揚水試験用)	1台
8	発電機	上記ポンプ用、440V、3φ、60Hz	1台
9	コンピューター	ノート型パソコン、プリンター付、486DXタイプ	3台
10	水質分析器	ポータブル型、温度・伝導度・pH測定	1台
11	孔内伝導度計	温度・伝導度測定、300mコード付	1台
12	電気検層器	自然電位・比抵抗・自然ガンマー線・温度測定	1台

4. 要請内容の検討

4-1 前提条件

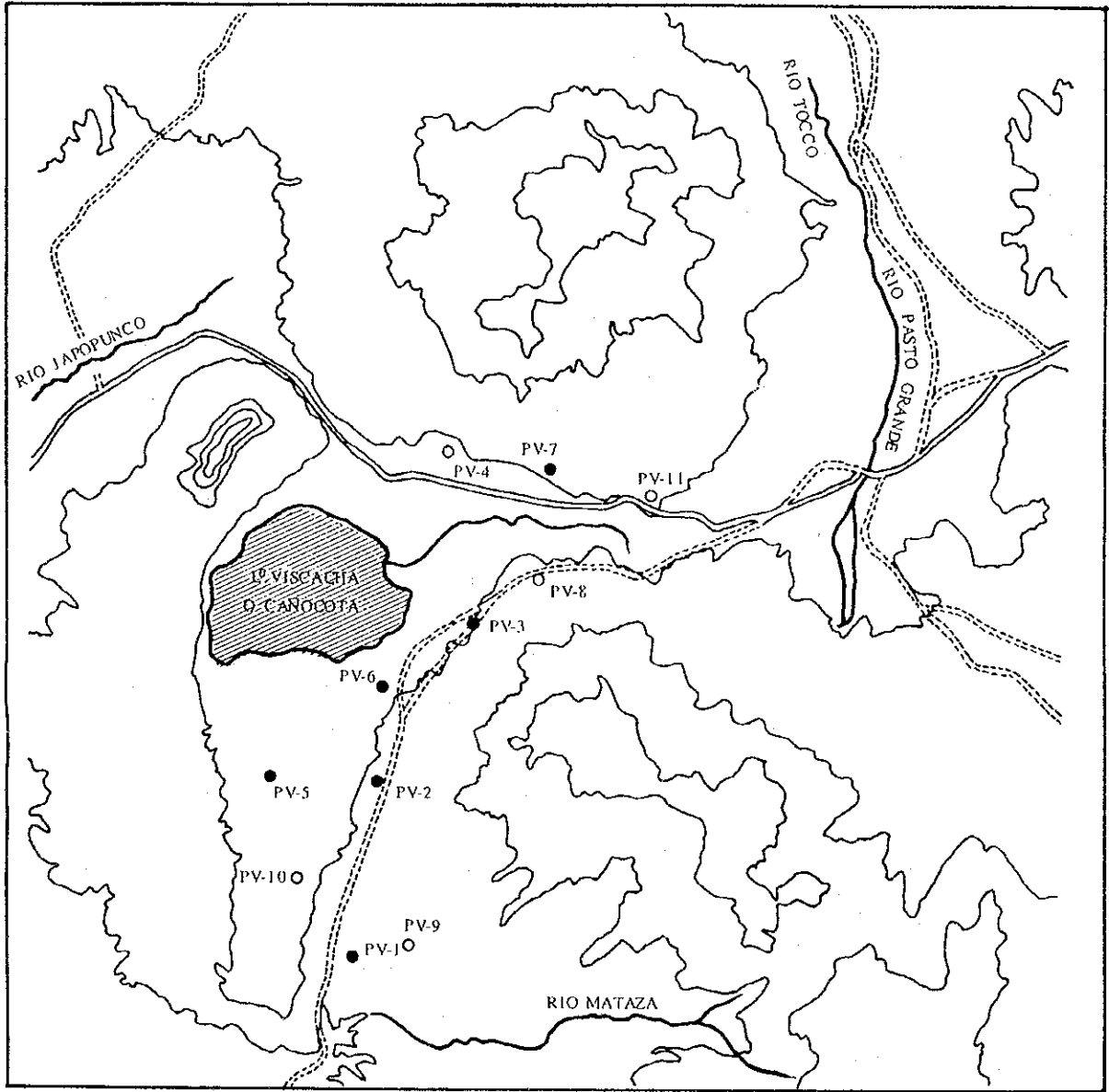
PET 側は、井戸本数について、特定の井戸からの過剰揚水を避けるために、10本の井戸を掘削し、それをローテーションしながら揚水したい意向を持っている。これは将来的に水不足が生じた時に地下水開発の可能性を残した水源開発計画を実施するためである。しかしながら、本案件の実施に際しては、下記の前提条件を明確にし、その対応策を検討した上でプロジェクトを実施する必要がある。

4-1-1 既設井戸の評価

PET が1973年からビスカチャス高原で掘削して来た井戸の現況は表4-1 に示すとおりである。この表からも明らかなように、PET はこれまで 6本の井戸を完成させている。ただし、TP-7については1973年に掘削され、しかも自噴している。

これらの井戸の特長は下記のとおりである。

- (1) 掘削された井戸の掘削深度はTP-7の 655mを除外すればほぼ 200～ 300mの範囲にある。
- (2) 井戸の構造は揚水量を多くするためにほぼオールスクリーンとなっており、全ての帯水層を取水の対象としている。
- (3) PET はケーシング及びスクリーンパイプを設置する前に、地下水検層を実施せずに、ケーシングプログラムを作成している。
- (4) 井戸の口径は 414mmと 276mmのパイプを用いた二段構造になっており、これは深度が増すことによって掘削が大口径で実施できなかったことを示している。
- (5) 静水位（自然水位）はTP-7を除き、地表から 6～32mの範囲にある。
- (6) ただし、動水位（揚水水位）は静水位に比べて16～61mと変動の幅が大きくなっている。このことは各井戸によって、揚水量が大きく異なることを意味している。
- (7) 揚水試験は段階、連続、回復の各ステップについて実施されているが、段階揚水試験がPET 所有ポンプの能力不足によって不十分な結果となっている。



図一5 既設及び建設予定井戸分布図

- : 既設井戸
- : 建設予定井戸

(8) したがって、連続揚水試験は井戸の限界揚水量のかなり安全側（通常は限界揚水量の70～80%）で実施されている。

(9) TP-7の自噴量を含めて、既存井 6本における揚水量の合計は 580ℓ/Sである。

これは目標とする 700ℓ/Sより 120ℓ/S少ない水量である。

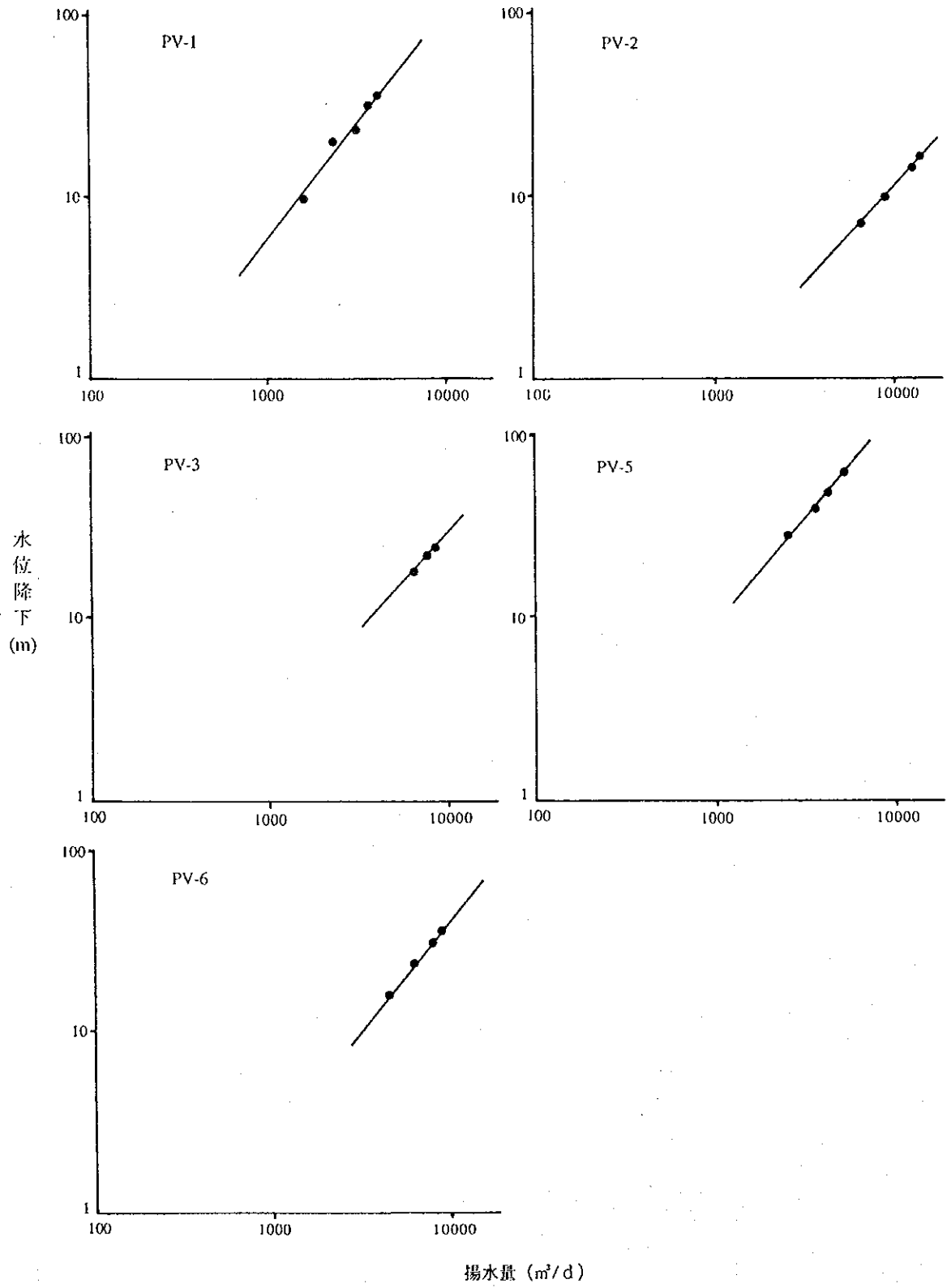
(10) ただし、表4-1 から明らかなように、PV-2とPV-3については、他の井戸よりも相当安全側で揚水しており、これらの揚水量を仮に45%上げると 350ℓ/Sとなる。つまり、6本の井戸の合計揚水量は 688ℓ/Sとなる。このことは、既存の井戸の揚水能力をそれぞれ20%アップしても 696ℓ/Sとなり、限界揚水量を求めることがいかに本件の実施に際して重要であることを示すものである。

表4-1 既存井戸の現況

井戸No.	PV-1	PV-2	PV-3	PV-5	PV-6	PV-7
掘削深度 (m)	260	245	308	308	217	655
井戸深度 (m)	250	245	300	300	213	475
スクリーン深度 (m)	4～186 189～250	12～208 208～245	10～140 160～300	30～200 205～300	30～213	29～96 96～334
掘削口径 (mm)	552	483/322	529/414	552/414	552/414	552/276
井戸口径 (mm)	414/276	414/276	414/276	414/276	414/276	431/276
静水位 (m)	9.67	6.89	18.71	32.32	15.57	自噴
動水位 (m)	35.86	16.62	25.76	60.90	36.31	+10.7
水位差 (m)	26.19	9.73	7.05	33.58	20.74	+10.7
揚水量 (ℓ/S)	49	149	95	105	97	87
井戸完成年	1993	1992	1992	1993	1993	1973

4-1-2 前提条件

(1) これまでの調査により、PET 側の技術力は高く評価できることが報告されている。しかしながら、技術力には総合力（人的、物的）が必要であり、PET の場合には物的な機材が不足している。例えば、本計画の揚水試験の実施に必要と考えられる大型水中モーターポンプ（能力：150～200ℓ/S）は所有しておらず、既



図一6 段階揚水試験結果

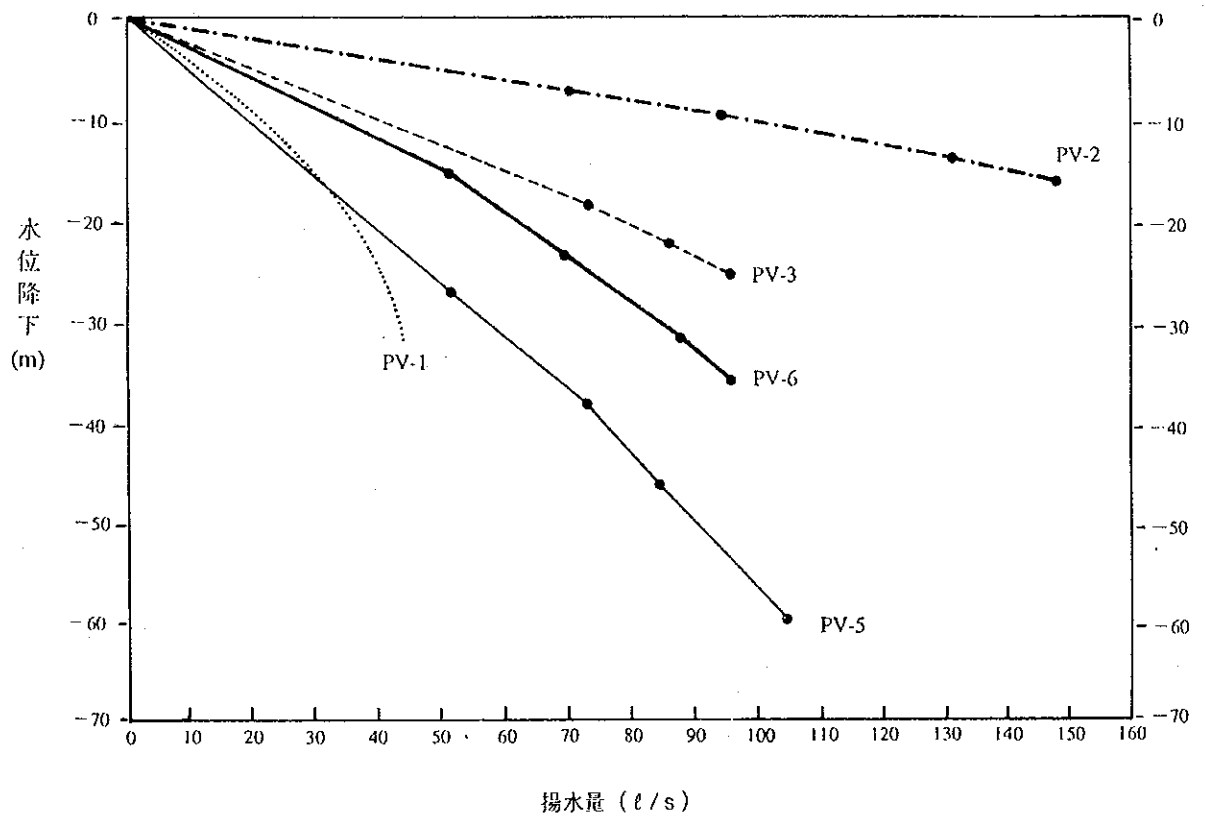


図-7 連続揚水試験結果

存のポンプは 100～130ℓ/Sの能力しかない。そのために、揚水試験によって得られたデータの信憑性が低く、調査結果を安全側とする過大設計となっている。したがって、本案件の実施に際しては、PET 側の当初要請した機材をそのまま調達するよりも、井戸試験器を最初に手配すべきであろう。

(2) 井戸試験器には大型水中モーターポンプ、自動観測用水位計及びデータ収録器、三角または四角ノッチ、発電機等が必要である。

(3) 自動観測用水位計とデータ収録器を導入する理由としては、これらの計測器が連続的にmm単位までの水位変動に対しても記録ができることである。このことは、本計画のように大口径の井戸における揚水を行う場合、それぞれの井戸の干渉をシュミレーションではなく、実際にデータとして把握することができ、このデータに基づき揚水量を決定できる。

(4) PET 側は揚水のための動力源をアリコータ湖からの送電線によって実施することとしているが、この送電工事には多額の費用と日数を必要とする。そのため、揚水施設建設は、送電施設計画を十分考慮して、その実施計画を検討する必要がある。

4-2 要請内容の検討

本計画の実施に際しては、井戸掘削機をはじめとする建設機械、ポンプ及び送水管等が必要とされている。しかしながら、PET から提出された各種調査報告書を検討した結果、当初の要請機材の大幅な見直しが必要となった。

以下要請機材の検討を行う。

(1) 井戸掘削機

PET 側が要請している10本の井戸から地下水を揚水するためには、少なくとも5本の井戸の新設が必要とされている。しかしながら、PET 側の井戸本数の設定はあくまでも井戸の能力を十分に評価した上での本数ではない。したがって、再度揚水

試験を実施した場合には、既存の井戸の活用だけで十分必要水量の揚水が可能なことも想定される。

今回PETが要請している井戸掘削機が大口径のしかも400mの掘削能力を有する機械であるために、掘削機の価格（標準付属品込み）が約3億円となっている。したがって、最終的な必要井戸本数が未確定である以上、高価な掘削機の導入は見送ることが望ましい。また、仮に1～2本の井戸が必要な場合にも、地元の掘削業者の活用を検討すべきであろう。

(2) トラック式クレーン

このトラック式クレーンは25トンの能力の機種が要請されている。しかしながら、使用目的が不明確であり、再度その目的を調査した上で導入することが望ましい。

(3) 深井戸用ポンプ

10台の深井戸用ポンプが要請されているが、この本数は再度の揚水試験実施後に決定すべきである。また、既存の井戸の揚水量もPV-1の49ℓ/SからPV-2の149ℓ/Sまで広範囲にわたっているために、ポンプの仕様はそれぞれの井戸の能力に応じて決定すべきである（現況は100ℓ/S×10台となっている）。

ケーシング及びスクリーンについては、要請されていないが、必要な井戸本数が決定された後には、調達することが望ましい。ただし、「ベ」国での現地調達の可能性についても調査する必要がある。

(4) 水平型ポンプ

このポンプは、地下水を汲み上げた後ビスカチャス湖に集められた水を管水路に導水するためのものであり、必要不可欠なポンプである。ただし、数量は2台となっている。その必要数、仕様については導水計画を調査した上で検討する必要がある。

(5) 送水管

送水管には10"と12"の2種類があり、それぞれの配管長は1,100mと2,600mとなっている。この送水管も必要な資材である。

(6) 牽引用トラック

このトラックは掘削機やブルドーザー等の建設機械を運搬するために要請されたものである。しかしながら、40トンの大型トラックが要請されているために、再度使用目的の確認が必要である。

(7) 深井戸用水中ポンプ

このポンプは揚水試験用として要請されたものであるが、新規の井戸掘削がなければ必要なくなる。したがって、正確な井戸本数決定後に調達すべきである。

(8) 発電機

当発電機も揚水試験用として1台要請されたものであるが、送電線工事の遅れが予想されることから、全てのポンプ（水中及び水平型）を対象とした台数の調達も検討すべきであろう。

(9) コンピューター

プリンター付のノート型パソコン3台が要請されている。このパソコンの導入によって地下水位や水質の分析が可能となり、調達することが望ましい。

(10) 水質分析

ポータブル型で、温度、伝導度、pHの測定を目的としている。必要性は高い。

(11) 孔内伝導度計

孔内伝導度計単品を調達するよりも、地下水位、水温、伝導度計を同時に計測できる測定器があるために、この測定器の導入が望ましい。

(12) 電気検層器

PET はこれまで電気検層を実施せずに、ケーシングプログラムを作成した。井戸の深度が大きければ大きい程正確な帯水層の深度分布が必要であり、導入すべき器材である。

4-3 機材の調達案

本計画の実施に必要な機材の調達に関しては下記の 2案がより現実的な対応策となる。

(1) ケースー I

ケースー I では、既存井戸の再評価のための機材を調達し、その後の機材の調達方針に関する判断材料を決定することを目的に行う。

表4-1 機材調達計画（ケース I）

機 材 名	仕 様 ・ 内 容	数 量
1. 水中ポンプ	150～ 200φ/S、揚程90m	2台
2. 発電機	440V、三相、60Hz	2台
3. 自記水位計	データ収録器及びセンサー付 水位、温度、導電率同時に測定	6台
4. コンピューター	ノート型パソコン、プリンター付 486DXタイプ	3台

(2) ケースー II

本ケースにおいては、プロジェクト実施の緊急性に鑑み、ケースー I の評価及び既存井戸からの取水を行うための機材の調達を行う。ただし、この場合、アリコータ湖水力発電所から動力源を得るため、送電計画についてあわせて調査を行う必要がある。

表4-2 機材調達計画（ケースⅡ）

機材名	仕様・内容	数量
1)トラック式クレーン	25トンクラス	1台
2)深井戸用ポンプ	100～200ℓ/S、揚程90m	6台
3)水平型ポンプ	300ℓ/S、揚程30m	2台
4)送水管 Aタイプ Bタイプ	10" 12"	1,100m 2,600m
5)牽引用トラック	40トンクラス	1台
6)電気検層器	自然電位、比抵抗、自然ガンコー 線、温度測定	1台
7)送電施設用資材	アリコータ湖水力発電所よりビス カチャス湖まで	1式

5. 効果

本計画は「ベ」国南部のタクナ地方における電力と飲料水及び灌漑用水の水源であるアリコータ湖の枯渇防止と同湖の貯水量増加を目的とした国家開発計画の一つとなっている。したがって、本計画の重要性と緊急性は非常に高いものがある。

本計画の実施に伴う効果は下記のとおりである。

- (1) ロクンバ盆地及びイテ盆地に広が 3,500haの農地に対する灌漑用水の確保。
- (2) アリコータ湖の水力発電所で生産された電力によって、ヤラダ地区の98基の井戸用ポンプが継続的に作動し、同地区の灌漑農業が維持される。
- (3) アリコータ湖の枯渇防止と水質の改善。
- (4) 現在の水力発電量である10,500KW発電の維持。
- (5) タクナ及びイロ両市民への飲料水の確保。

6. 課題

本計画は、①地下水開発部分と②電力（送電・変電・配電）部分から構成されているが、今回の調査は全体計画の概要を調査すると共に、特に①に係る必要資機材の品目・数量・仕様の決定に必要な調査を実施することとした。

同国は、基本的に農・鉱業国であり、鉱山関連技術であるトンネル掘削、地質調査、地球物理調査、ボーリング技術等は、世界的に高いレベルにある。同国政府は、本計画に基づく日本政府の協力を機材の調達に係るもののみとし、工事は全て同国が行うとしているが、鉱山関連技術レベル及び実施機関であるタクナ特別プロジェクト部所属技術者の質・量等から、十分にその能力はあるものと判断される。

しかしながら、本計画の実施に際しては下記の課題とリスクが残されている。

- (1) 既存の井戸の能力を正確に把握し、それによって必要な井戸本数を決定する。
- (2) 上記井戸の能力を調査するためには、日本より大型の水中モーターポンプと発電機及び自記水位計の調達が必要である。
- (3) 既存の井戸の能力を最大限活用した場合、最終的な井戸掘削本数は当初の予定よりも減少する可能性がある。井戸本数が減少した場合には、日本から大型の掘削機の導入は見送り、現地掘削業者の活用を検討すべきであろう。
- (4) 本計画の運営・管理体制及び機材の維持管理については、人員・予算共に問題はないと考えられるが、監督官庁である国家開発庁の所在するリマ市とタクナ特別プロジェクト部の本拠地であるタクナ市、更には同部ビスカチャス工事事務所間の距離が相当にあるので、連絡面での不備が懸念される。各機関間の意志の疎通を十分に図ることが不可欠である。
- (5) 通常の状態における井戸掘削工事施行については、PETの現体制で十分であるが、異常事態が発生した場合、必要に応じ速やかに他部門（調査部各課、他の工事事務所等）からの技術応援が可能であるよう配慮することが必要である。

(6) ビスカチャス高原地方の地下水の水収支については、綿密な調査、解析が行われており、余裕のある採水計画であると考えられる。しかし、採水中においても地下水の状況（採水量とそれに伴う地下水の変動）を観察し、可採水量の見直しの解析を行うことが望ましい。

(7) 生産井の掘削は、観測孔の掘削終了後その孔において必ず電気検層を行い、その結果により最終決定するものとする。このことは、従来の地質学的調査に地球物理的探査を加味することになり、地質条件の不均一性によるばらつきをチェックし、生産井位置選定精度を向上することができる。

(8) 掘削された各井戸からの取水活動実施のため、今回調査対象外とした電力関連資機材を含めた調査を出来るだけ早い機会に行うことが望ましい。

[添付資料]

1. 調査団員氏名、所属

細川 秀夫：（資機材計画Ⅰ） 日本国際協力システム業務第二部計画調査課
 石橋 哲夫：（資機材計画Ⅱ） 日本国際協力システム業務第二部計画調査課

2. 調査日程

日数	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容	宿泊地
1	12, 05	月	東京→	移動 (RG833), 19:00発→	リマ
2	12, 06	火	→リマ	→00:30 着、JICA表敬・打ち合せ	リマ
3	12, 07	水		夕方 特別加算外(PET) 表敬・打ち合せ	リマ
4	12, 08	木		PET 打ち合せ	リマ
5	12, 09	金		JICA打ち合せ・資料整理	リマ
6	12, 10	土		PET 打ち合せ	リマ
7	12, 11	日		団内打ち合せ・資料整理	リマ
8	12, 12	月		PET 打ち合せ、大使館（山倉理事官）表敬	リマ
9	12, 13	火		PET 打ち合せ	リマ
10	12, 14	水		国家開発庁(INADE) 表敬、PET 打ち合せ	リマ
11	12, 15	木		PET 打ち合せ、団内打ち合せ・資料整理	リマ
12	12, 16	金		PET 打ち合せ、ミニッツ案作成	リマ
13	12, 17	土		PET 打ち合せ、	リマ
14	12, 18	日		団内打ち合せ・資料整理	リマ
15	12, 19	月		ミニッツ案協議 (INADE, PET)、資料整理、大使館（青木大使）表敬	リマ
16	12, 20	火		ミニッツ署名	リマ
17	12, 21	水		大使館・JICA事務所報告	リマ
18	12, 22	木	リマ→キシソシティ	移動 (AM961) 13:30→19:00	キシソシティ
19	12, 23	金	キシソシティ →	移動 (JL011) 09:10	機中泊
20	12, 24	土	→東京	→16:55	

3. 相手国関係者リスト

○ Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) : 国家開発庁

Dr. Alberto Yamamoto Miyakawa	Jefe de INADE
Ing. Plinio Gutierrez del Pozo	Gerente de Estudios

○ Proyecto Especial TACNA (PET) : タクナ特別プロジェクト部

Ing. Juan Sevilla Gildemeister	Director Ejecutivo
Ing. Eduardo Abraham C. Velarde	Responsable del Area de Hidrología
Ing. Corpus Manrique Núñez	Responsable Proyecto Vizcachas
Ing. Hugo Zegarra Franco	Ing. Mecanico Electricista
Dr. Nicolás Echevarría Morales	Asesor Espectos Hidrogeología

○ 在ペルー日本国大使館

青木盛久	大使
久保光夫	公使
小倉英敬	一等書記官
山倉良輔	理事官

○ 国際協力事業団ペルー事務所

加藤 進	所長
西山甲子男	次長
Augusto Choy Zambrano	所員

4. 当該国の社会・経済事情

① 正式国名	(和文) ペルー共和国 (英文) Republic of Peru
② 独立年月日 旧宗主国	1821年7月28日 スペイン
③ 政 体	立憲共和制
④ 元首の名称	アルベルト・ケンタ・フジモリ大統領 (1995年7月再任、任期 5年)
⑤ 位置・面積	南緯0度1分48秒～18度21分 西経68度39分～81度21分 1,285千平方キロメートル (注1)
⑥ 首 都	リマ
⑦ 総 人 口	22.9百万人 (1993年) (注1)
⑧ 民 族 等	インディオ (45%)、混血 (37%)、白人 (15%)、その他 (3%)
⑨ 公 用 語	スペイン語、ケチュア語、アイマラ語
⑩ 宗 教	カトリック
⑪ 暦	<日本との時差> -14時間 <祝祭日> (1996年) (注2) 1月1日 新年 4月4日 洗足聖木曜日 4月5日 聖金曜日 5月1日 メーデー 6月24日 農民の日 (半日のみ) 6月29日 聖ペドロと聖パブロの日 7月28、29日 ペルー独立記念日 8月30日 サンタ・ロサの日 11月1日 万聖節 12月8日 無原罪懐胎の日 12月25日 クリスマス

出所 (注1) World Development Report 1995 1995 The World Bank

(注2) The Europa World Yearbook 1995 1995 Europa Publications

1) 主要経済指標の推移	年	(1991)	(1992)	(1993)
	G D P (百万ソル) (注1)		33,598	56,380
一人当たりGNP (ドル) (注2)		1,070	950	1,490
実質GDP成長率 (%) (注1)		2.8	-2.3	6.4
消費者物価上昇率 (%) (注1)		409.5	73.5	48.6
失業率 (%) (注3)		5.8	9.4	N.A.
貿易収支 (百万ドル) 輸出額 (fob) 輸入額 (fob) (注1)		-165 3,330 3,495	-565 3,485 4,050	-580 3,463 4,043
主要輸出入相手国 (注4)		輸出 (1993年) 輸入 (1993年)	米国 (20.9%) 米国 (27.6%)	
経常収支 (百万ドル) (注1)		-1,331	-1,710	-1,775
対外債務残高 (百万ドル) (注5)		20,720	20,293	20,328
債務返済比率 (%) (注5)		27.7	23.8	63.7
外貨準備高 (百万ドル) (注2)		3,090	3,456	3,918
2) 通貨 (1995年 5月31日) (注6)	通貨単位:ヌエボ・ソル 1ドル = 2.245ヌエボ・ソル			
3) 会計年度	1月1日~12月31日			

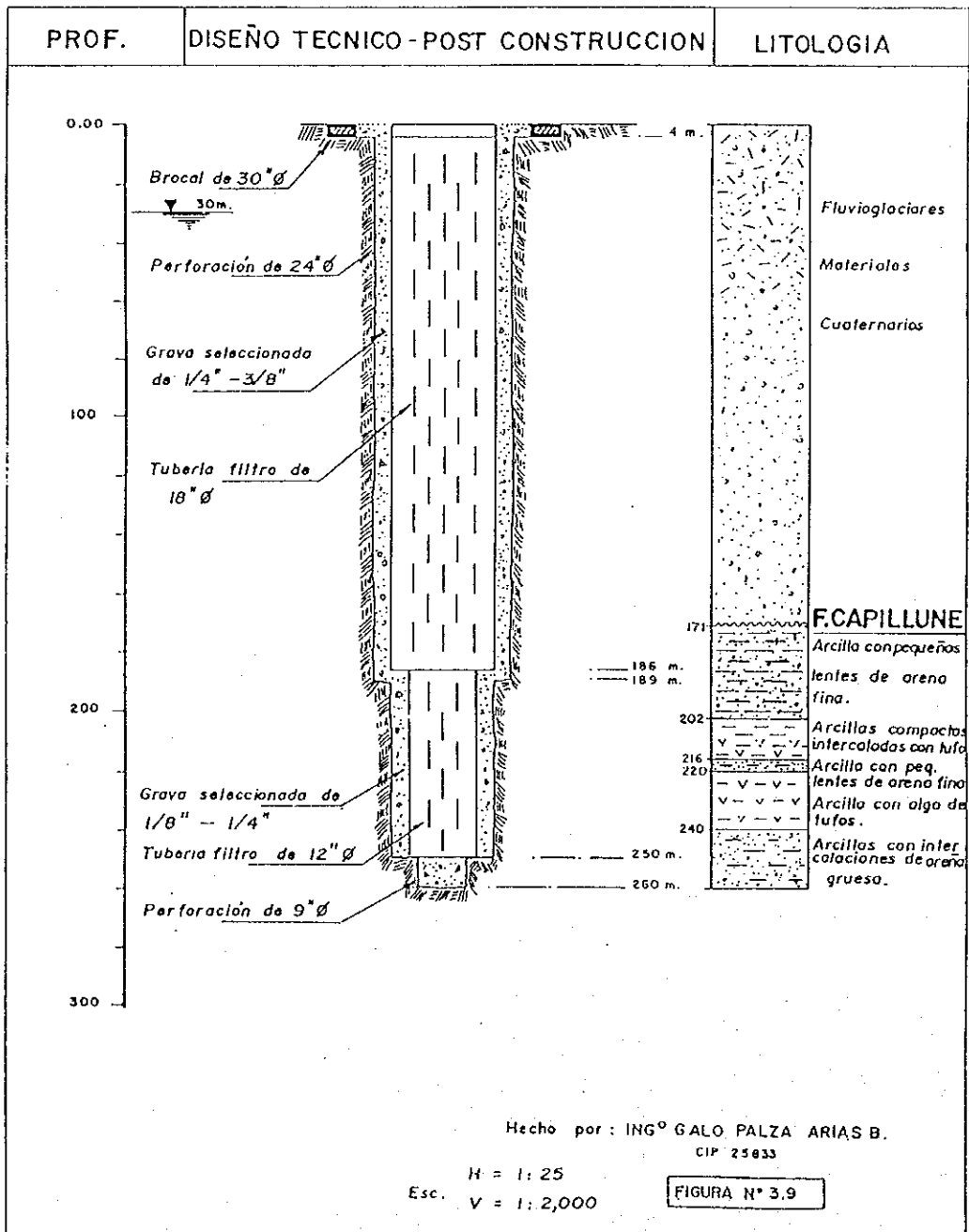
注) **: リマにおける14歳以上の人口についての数値。

- 出所 (注1) International Financial Statistics Yearbook 1994 IMF
(注2) World Development Report 1993, 1994, 1995 The World Bank
(注3) Year Book of Labour Statistics 1994 ILO
(注4) Country Report: Peru 2nd quarter 1995 EIU
(注5) World Debt Tables 1994-95 1994 The World Bank
(注6) 『東銀経済四季報』 夏号 1995 東京銀行

5. その他のデータ (井戸柱状図)

PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-1



Hecho por : ING° GALO PALZA ARIAS B.
 CIP 25833

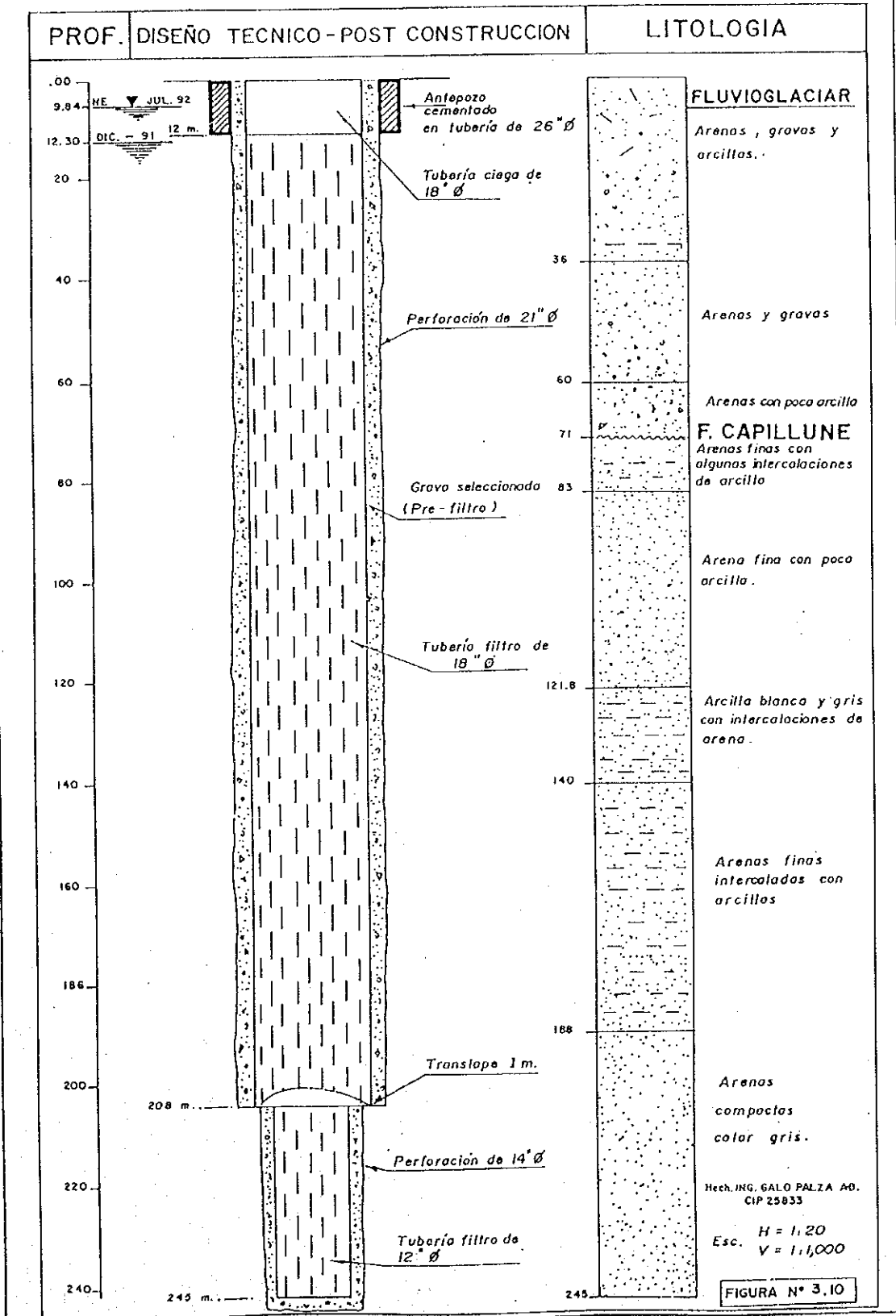
H = 1:25
 Esc. V = 1:2,000

FIGURA N° 3.9

DIB. A.D.V.

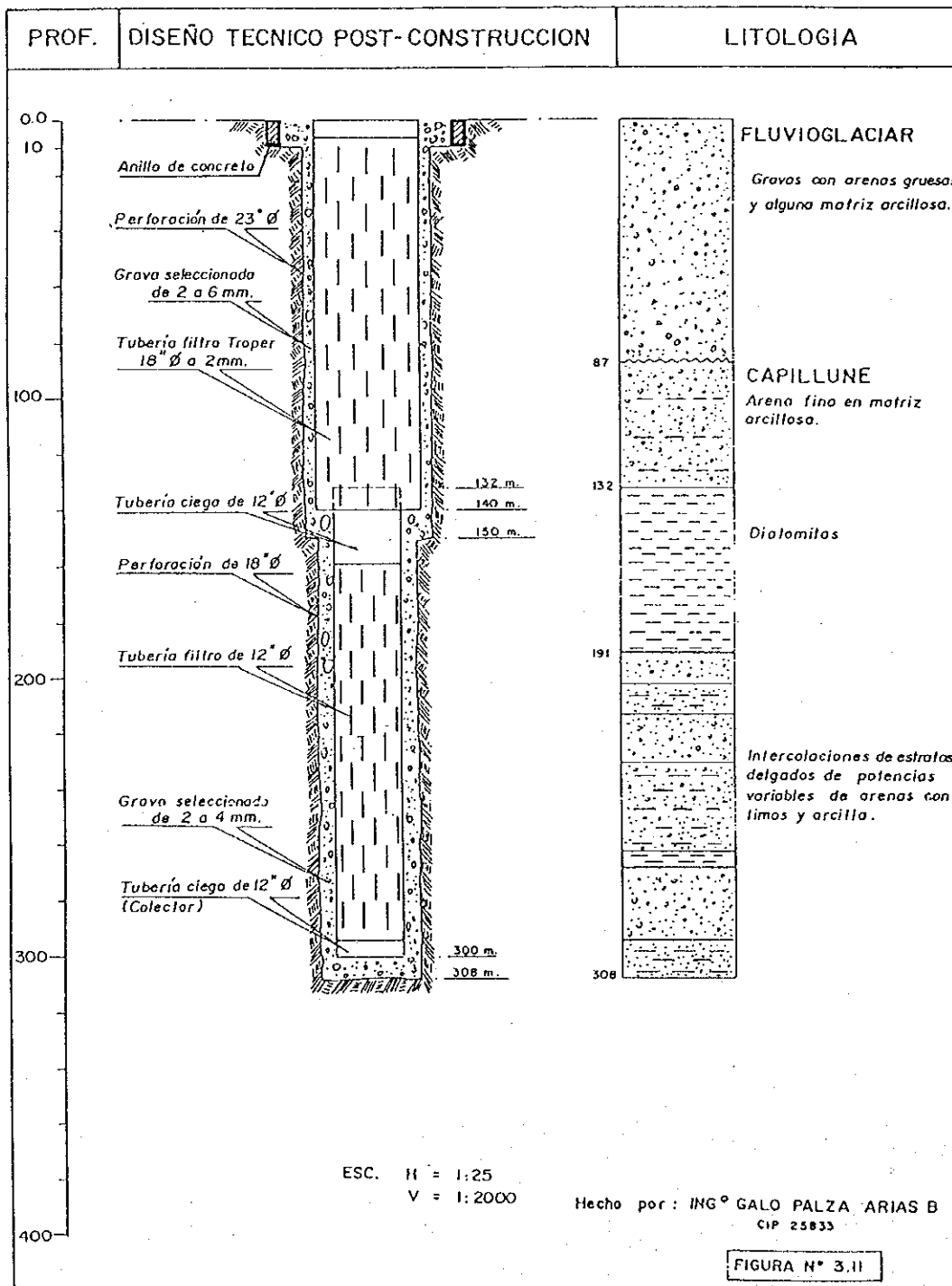
PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-2



Proyecto : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 Sub-Proyecto : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-3



ESC. H = 1:25
 V = 1:2000

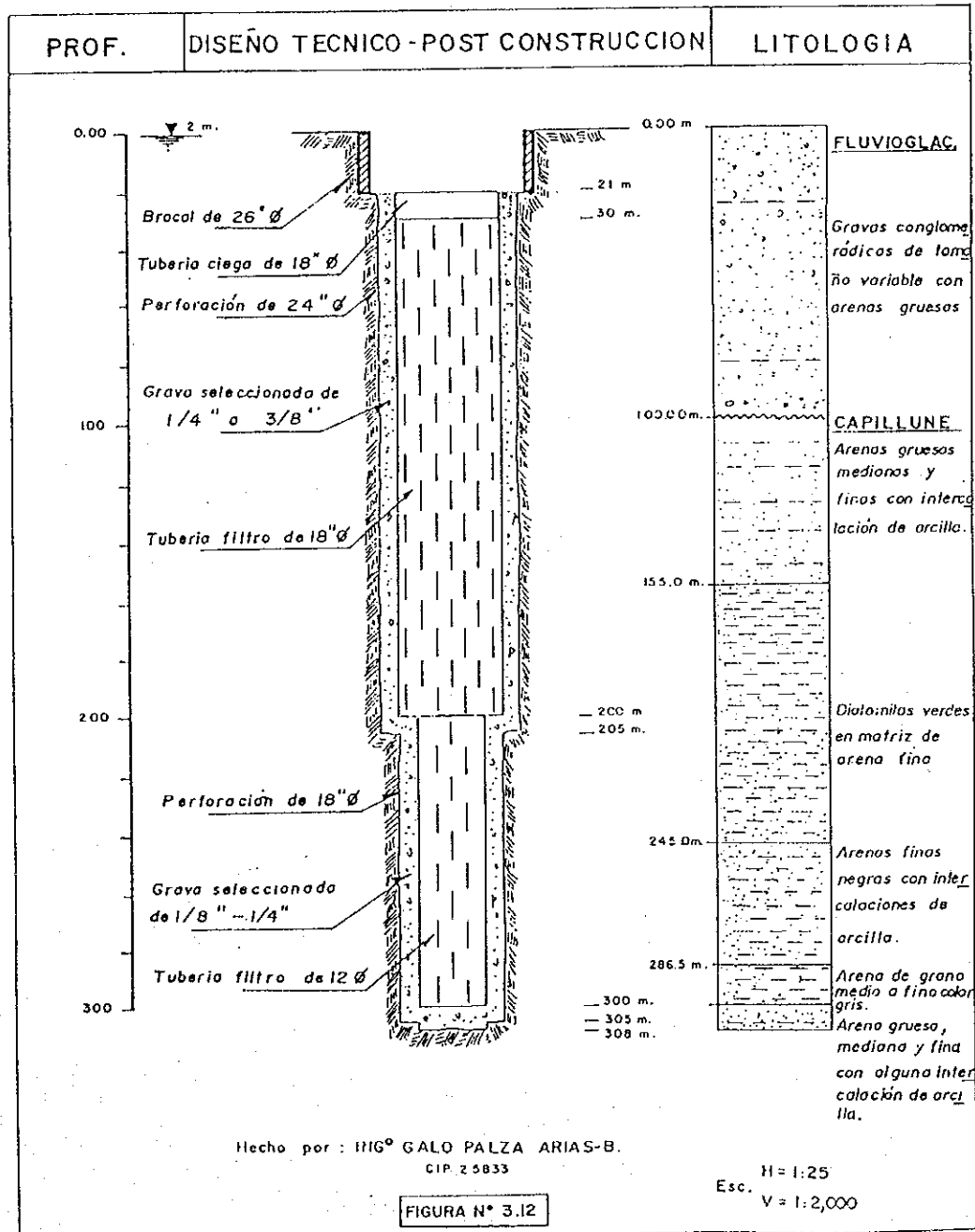
Hecho por: ING^o GALO PALZA ARIAS B
 CIP 25833

FIGURA N^o 3.11

DIB. A.D.V

PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

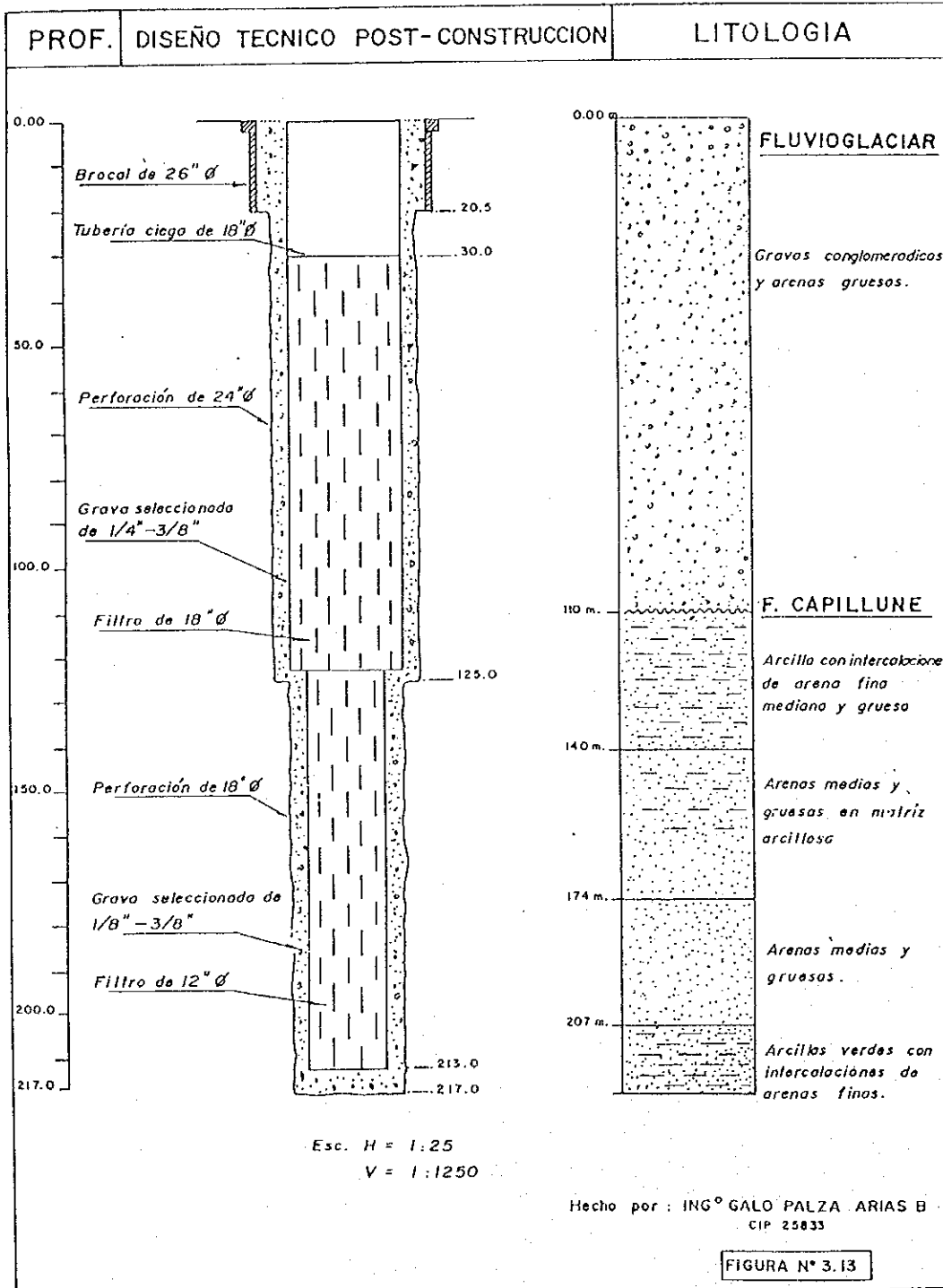
POZO PV-5



CIB. A.D.V.

PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-6



DIB. A.D.V.

6. 参考資料リスト

- 1) カピジュネ・スチェス帯水層の電気探査による地球物理学的調査 (1973)
- 2) 地下水資源の調査、研究及び開発と給水の計画システム (1974)
- 3) ビスカチャス・カピジュネ帯水層の電気探査による地球物理学的調査 (1975)
- 4) PV-3井戸の電気検層報告書 (1992)
- 5) ビスカチャス高原地下水開発計画最終調査 (1993)
- 6) ビスカチャス湖地下水開発計画水文地質調査 (1994)
- 7) ビスカチャス湖地下水開発計画水文地質調査添付資料 (1994)

JICA