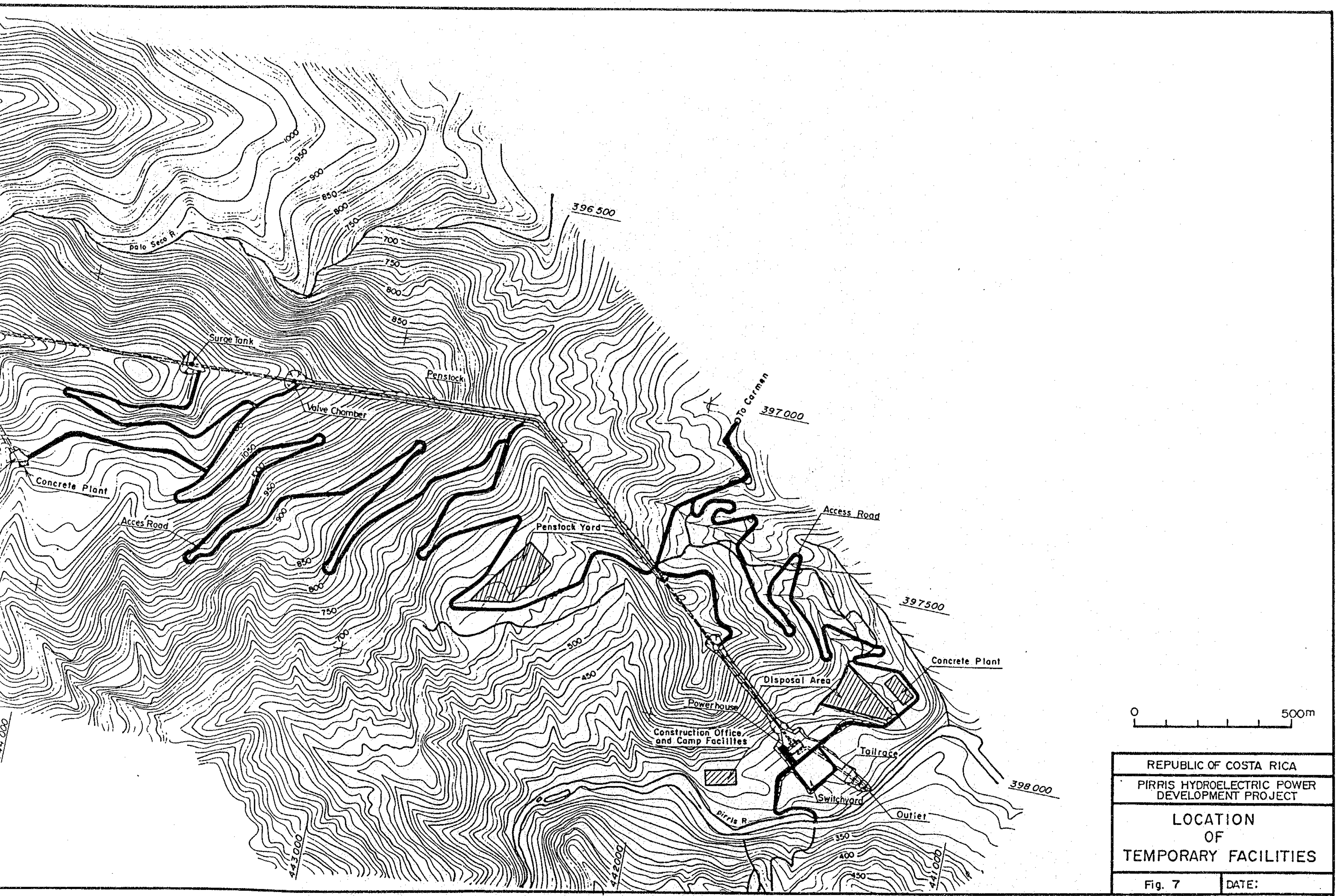
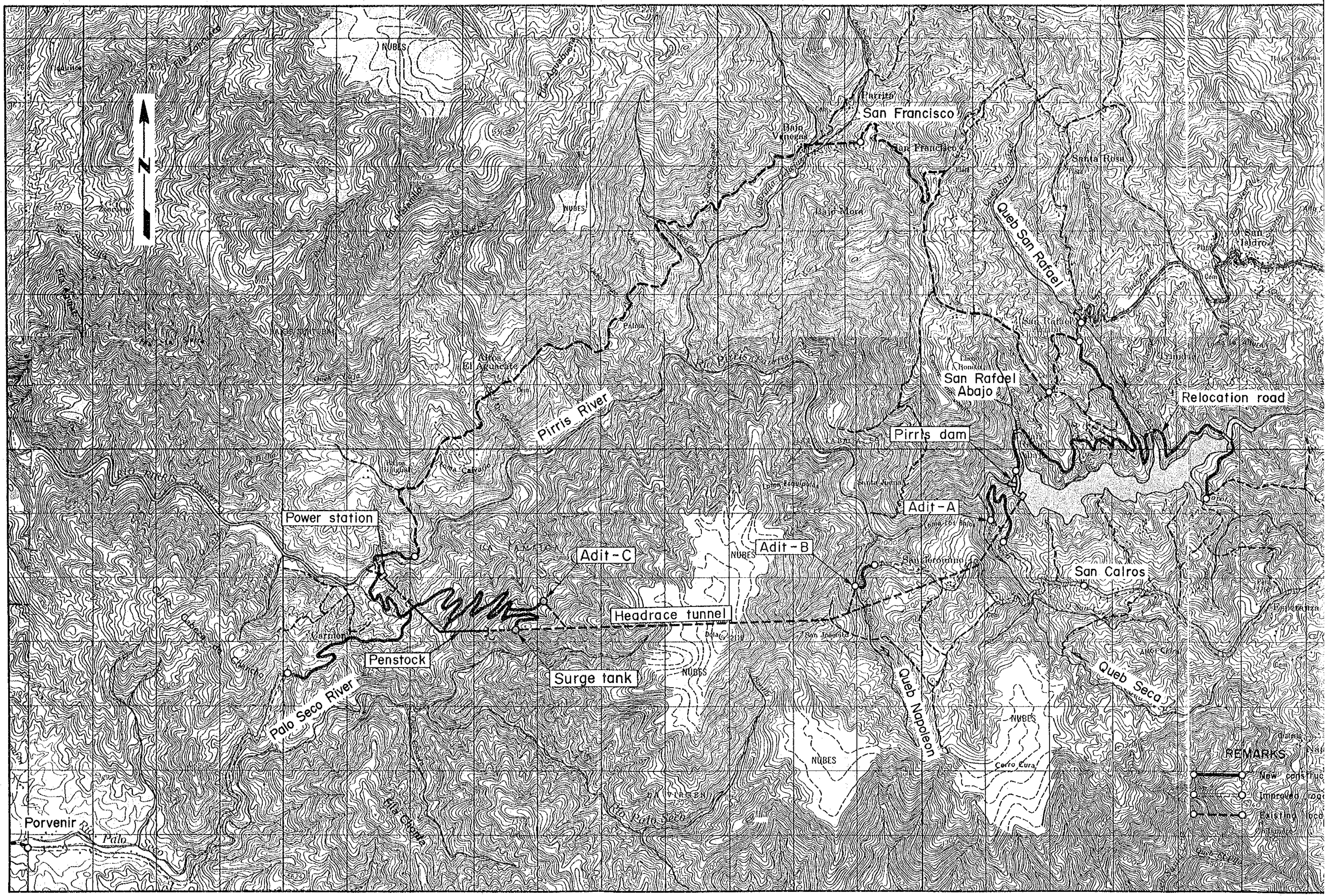


REPUBLIC OF COSTA RICA

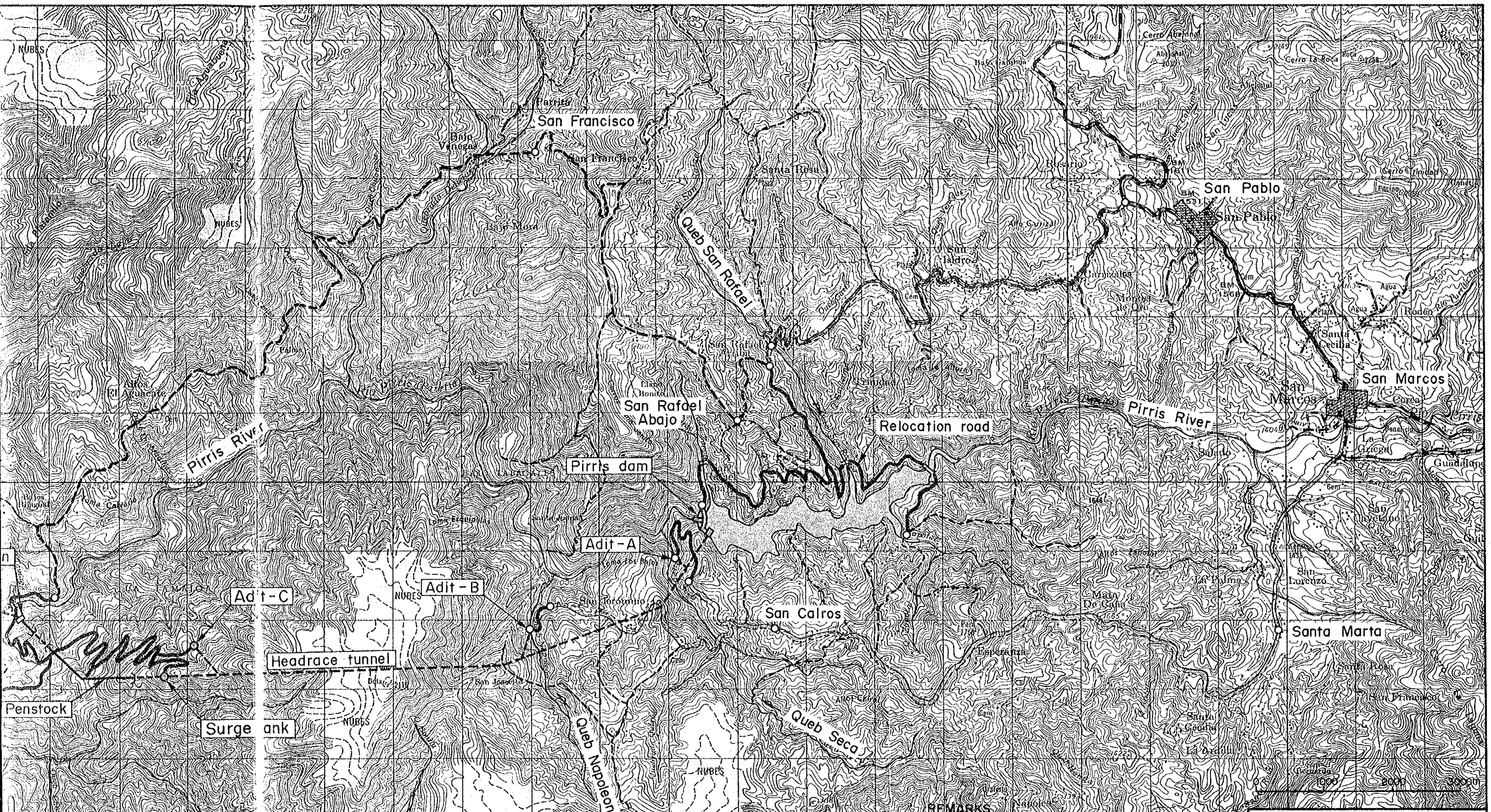
PIRRIS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOCATION OF TEMPORARY FACILITIES

Fig. 7 | DATE:



N
San Francisco
Queb San Rafael
San Rafael Abajo
Relocation road
Pirris River
Pirris dam
Power station
Adit-A
Adit-B
Adit-C
San Calros
Headrace tunnel
Penstock
Surge tank
Palo Seco River
Queb Napoleon
Queb Seca
Porvenir
REMARKS
NUBES



REPUBLIC OF COSTA RICA

PIRRIS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

PLAN OF ACCESS ROAD

Fig. 8

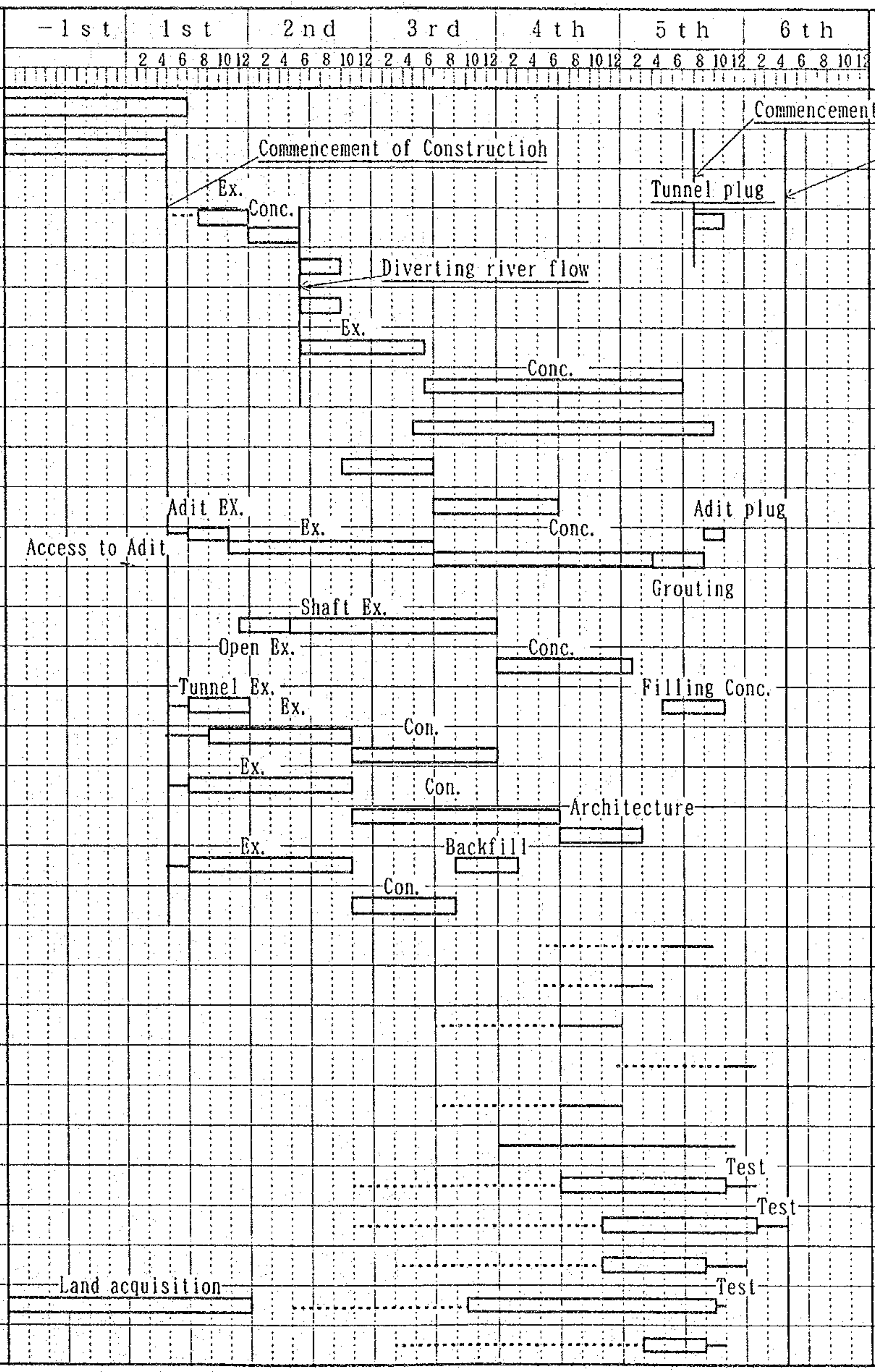
Nationality :

Name of Project : Pirris

Fig-9 Construction Schedule

Revisions	
Rev. 1	
Rev. 2	
Rev. 3	

Item	Quantity	Remarks
Preparatory works and Camp Facilities		
Road of Construction	Dam 6.5km, Power plant 15km	
Care of River		
Diversion Tunnel	D=6.5m L=330m	
Coffer-dam	Upsteam h=20m conc. 3,300m³	
	Downstream h= 5m conc. 600m³	
Dam (H=120.0m)	Ex. = 350,000 m³	
	Conc. = 390,400 m³	
	Drilling & Grouting 14,600m	
Power Intake	Ex. = 63,000 m³	
	Conc. = 5,100 m³	
Headrace Tunnel	D.=2.8m EL= 8,690m	Grouting 13,000m
	(Max. Length 4,150m)	
Surge Tank	Upper Chamber D_1=10m h_1=15.00m	
	Shaft D_2= 5m h_2=88.50m	
Penstock	Tunnel D=2.8m L=334m D=3.6m L=290m	
	Open D=2.8m L=1.0m L=2,024m	
Power-house	Ex. 232,000 m³	
	Conc. 24,000 m³	
Tailrace	Ex. 164,000 m³	Backfill 151,300m³
	Conc. 2,400 m³	L = 265m
Hydraulic Equipments	Spillway Gate 11m×11.5m×2	
	Outlet Gate & Conduit	
	Intake Gate 4.2m×3.9m×1	
	Penstock Valve φ2.8m	
	Draft Gate 3.2m×3.20m×2	
	Penstock D=2.8~1.0m L=2,650m	
Electromechanical Equipment	No.1 Unit	
	No.2 Unit	
Switchyard		
Transmission Line		
Telecommunication		



5. 結　論

本計画はCosta Rica共和国首都San Jose市の南約30kmの地点に位置し、Pirris川中流部に建設されるPirris水力発電開発計画である。

現在までの入手資料に基づく検討結果によれば、本計画は技術的および経済的観点からフィージブルであると結論づけられる。以下に結論の内容につき述べる。

(1) 本計画はCosta Rica国内の資源の一つである水力資源を有効活用した水力発電所を建設し、電力需要に対し豊富な安定した電力を供給することを目的とする。

(2) Costa Rica共和国における電力需要は毎年着実に伸びており、1980年から1990年までの発生電力量の平均年伸び率は5.1%を記録している。また1990年の発生電力量は3,544GWh（ピーク電力682MW）となっている。一方1990年現在の電力設備は約890MWである。Costa Rica政府は電力需要を賄うために、現在国内資源を活用した水力および地熱発電所の建設を進めている。

ICEが実施した1990年8月付け需要想定によれば、1995年に933MW（4,852GWh）、2000年に1,261MW（6,550GWh）、2005年に1,644MW（8,561GWh）、2010年に2,031MW（10,649GWh）に達するものと想定される。

(3) 本計画が全国電力系統に投入される時期は、追加調査、詳細設計および建設に必要とされる期間を考慮して、2001年頃運転を開始することが妥当であると判断される。

(4) Pirrisダム地点からQ.Sonzapote付近までの総落差の開発について1段および2段開発（2案）とする3つの比較案を検討した結果、最も経済性で優れている1段開発が基本開発計画案とした選定された。

(5) 本計画におけるダム地点はPirris峡谷の入口地点（下流ダム地点）とこれより上流約500mの地点（上流ダム地点）の2ヶ地点が考えられた。

上流ダム地点の地形は緩いU字型地形をなしており、下流ダム地点はV字型地形をなしている。上流ダム地点の基盤の地質は主に砂岩と部分的にそれに挟在される頁岩、シルト岩および礫岩からなっている。また基盤岩を覆う未固結の表層堆積物として、

河床堆積物、段丘堆積物および崖錐が存在している。

一方、下流ダム地点の基盤の地質は、右岸尾根頂部の極く一部にシルト岩が分布する以外は、全体にDolerite～Basaltからなっている。ダム基礎に分布するDolerite～Basaltは、岩質的には堅硬であるが部分的には亀裂ないしは節理が発達している。また左岸側より右岸側の方が岩盤表面の緩みの程度が大きいことと右岸山体は標高が高くなるにつれて山体全体が小さくやせてくる。従って中腹以上の岩盤の力学的特性を今後充分慎重に解明する必要がある。

(6) 上、下流ダム地点について地形、地質、洪水量、建設材料等を総合的に考慮して以下のダム型式を選定して検討した。上流ダム地点のダムはロックフィルダムを、下流ダム地点のダムはコンクリート重力ダム、コンクリートアーチ重力ダム、コンクリートアーチダムを選定して比較検討を実施した。

検討の結果によると、下流ダム地点でコンクリートアーチダムを建設した場合が見掛上最も経済的であり、コンクリートアーチ重力ダムがこれに次ぎ経済的である。しかし下流ダム地点の右岸の地形および地質は、当初の予想よりやせ尾根で亀裂やジョイントが多く悪いことが判明した。下流ダム地点でコンクリートアーチダムを採用するわずかな可能性は将来さらに今後の地質調査と地質評価の結果により判断する必要がある。

従ってフィージビリティスタディ段階では下流ダム地点でコンクリートアーチ重力ダムを採用しておくことが適当であると判断される。

(7) Pirris貯水池の開発規模は、貯水池内の地質、堆砂量、有効貯水量を考慮して、貯水池有効容量$10\times10^6m^3$, $20\times10^6m^3$, $30\times10^6m^3$, $40\times10^6m^3$ および$50\times10^6m^3$ とした場合の5ケースについて比較検討した。

これら開発規模の検討は、(6)項で述べたダム地点とダム型式の検討の過程で貯水池規模を変化させて同時に実施した。検討結果によれば、下流ダム地点においてコンクリートアーチ重力ダムを採用した場合、見掛上、開発規模として貯水池有効容量30～$40\times10^6m^3$ が経済的に適当と考えられる。しかし(5)および(6)項で述べた通り下流ダム地点右岸の地形および地質の状況から判断して、貯水池規模は有効容量約$30\times10^6m^3$ および満水位約1,195mが適当と判断される。このようにして選定されたダムの高さ

および体積はそれぞれ120mおよび390,000m³となる。洪水吐はダム堤体のほぼ中央に位置し、可能最大洪水量1,670m³/secを放流可能な幅11.50m、高さ11.00mのラジアルゲート2門を設置する。

(8) Pirris発電所の最適規模については、貯水池規模を有効容量30×10⁶m³とし、最大使用水量を12～24m³/secまで変化させた5ケース、またピーク継続時間を5,7および9時間の3ケースについて比較検討した。検討の結果、最大使用水量18m³/sec、設備出力128MWが最も有利である。

(9) 取水口はダムより約90m上流の左岸に設ける。型式は傾斜型(Ⅰ)、(Ⅱ)と塔型を比較検討した結果、傾斜型(Ⅰ)を選定した。導水路トンネルは充分な土かぶりと作業横坑が取付け易いという条件を満たす範囲で取水口地点と調圧水槽地点を最短距離で結ぶように選定した。導水路の延長および内径はそれぞれ約8.7kmおよび2.8mである。調圧水槽は単働式と制水口式を比較検討した結果、制水口式を選定した。立坑内径および制水口径はそれぞれ5.0mおよび1.20mである。

水圧管路のルートは調圧水槽から発電所までの区間について明り案とトンネル案(Ⅰ)と(Ⅱ)について比較検討した。検討の結果、明り案を選定した。本水圧鉄管は延長約2.6kmで、末端部において2条に分岐する。水圧管の内径は、調圧水槽接続点で2.8m、最下段の分岐点で2.1m、分岐後水車で接続する地点で1.0mとした。

(10) 発電所の位置は水圧管路の延長上において、標高330m前後の平坦地に設置した。この平坦地は段丘堆積物で覆われていて、岩盤線が深いこと、また発電所建物、屋外開閉所などの屋外構造物の配置を考慮して最も山側に設置することとした。

発電所からPirris川までは放水路を設ける構造とした。発電所建物寸法は幅24.50m、長さ45.00m、高さ32.60mとした。電気主機台数は2台とし、水車型式および発電機はそれぞれ立軸6ノズル、ペルトン水車(65MW)および三相交流同期発電機(71,000kVA)とした。開閉所は発電所の川側に幅86.00m、長さ100mの敷地を造成し、その外周に保守点検用道路を配置した。

Pirris発電所で発電する電力はPirris開閉所から230kV、2回線(延長約44km)送電線によりEscazu変電所まで送電される。

(11) 計画地点には、自然公園、保護森林等の指定地域はない。ダムの建設により約1.10k㎡の貯水池がPirris川に出現するが、水没地域は畑、牧草地として利用されており、数軒の家屋を除いて移転の必要はない。また、水没面積が地域の畑、牧草地全体に占める割合はごく僅かであることから、地域の産業に与える影響はほとんどない。ダムから発電所までのPirris川は、深い渓谷を連続する滝となって流下しており、河川の利用は全く行われていない。従って、本計画は周辺地域の産業と拮抗することなく共存することが可能であり、その建設・運転を通じてCosta Rica国および地域の発展に大きく貢献するものと考えられる。

Costa Ricaでは、同国の主要産業であるコーヒーの加工工場から排出される有機物による河川汚濁が全国的な環境問題となっているが、Pirris川も例外ではない。水質調査および貯水池が水質に与える影響の予測結果によれば、有機物の排出規制を強化しない限り、貯水池の水質悪化は避けられないものと考えられる。従って上記の規制に加えて直接貯水池に排出しないような対策を検討する必要がある。

貯水池下流において利水が行われていないこと、近傍の村落まで数km離れていることなどを考慮すれば、水質悪化が直接社会問題となることは考えにくい。しかし、有害ガスによる発電施設の劣化、貯水池内の有害植物の異常発生などが起こる可能性があることから、貯水池の水質等のモニタリングを実施し環境の変化を把握して行く必要がある。

コーヒーの加工工場から排出される有機物を有効利用する研究が、日本政府の技術協力により進められている。廃棄物から付加価値の高い生分解性プラスチックを製造する技術が、実用化の段階に近づきつつある。法律による廃棄物投棄の規制は今後も効果を期待できないが、廃棄物に付加価値を付け利益を産業に還元することにより、結果的に環境対策の効果を上げることが可能となろう。コーヒーを生産する中米、南米およびアフリカ諸国は全て同様の水質汚濁問題を抱えており、この新技術は世界的な環境改善に寄与するものと予想される。

(12) Pirris計画の開発に要する初期総投資額は1991年１月時点でUS$218,915,500であり、その内訳は以下の通りである。

ダム、水路、発電所および付属設備

内　貨	US$ 81,670,500
外　貨	US$ 123,006,700
計	US$ 204,677,200

送電線設備

内　貨	US$ 4,209,800
外　貨	US$ 10,028,500
計	US$ 14,238,300

合　計

内　貨	US$ 85,880,300
外　貨	US$ 133,035,200
計	US$ 218,915,500

Pirris発電所のkWおよびkWh当りの建設費は以下の通りである。

	US$/kW	US$/kWh
発 電 端	1,599.0	0.336
送電端（変電所入口）	1,710.3	0.359

またPirris発電所のエネルギー単価はEscazu変電所入口で0.0255$/kWhと想定される。なお本計画の建設期間は約５ヶ年と想定した。

(13) 本計画の代替発電設備としてガスタービンとディーゼル（スロースピードエンジン）のコンバイン発電所を想定し、本計画と比較した。その結果、本計画の純現在価値額（B-C）および便益・費用比率（B/C）はそれぞれUS$ 64,216,000および1.47である。

(14) 本計画の評価として、まず市場価格に基づく財務的内部収益率（FIRR）と本計画で予想している借入利子率との対比で財務的健全性を評価した。本計画の財務的内部収益率は 12.02%であり、この値は予想借入利子率8.5%に比べ有利である。次に財務的評価に用いた市場価格に対して価格修正により経済価格を算出し、この価格に基づいて本計画の経済的内部収益率（EIRR）を求めた。この経済的内部収益率とCosta Rica共和国における資本の機会費用との比較で経済性の評価を行った。本計画の経済的内部収益率は12.85%であり、この値はCosta Rica国の資本の機会費用12%を超えている。従って、本計画は財務的および経済的見地からもフィージブルな計画であると結論づけられる。

6. 勧　告

Pirris水力発電開発計画は技術的および経済的にフィージブルであるので、実施するよう勧告する。本計画を遂行するためには、以下の事項を実施する必要がある。

(1) 詳細設計および入札書類の作成等建設に必要な諸準備を実施する必要がある。

(2) 詳細設計を行うためには本報告書第16章「今後の調査」に示すような項目について追加調査および試験を行い、その結果は詳細設計に十分反映されなければならない。

(3) 本計画の発電所が2001年に運転開始するためには、工事資金の準備、工事の入札およびコントラクターの選定を行い、1996年初め本工事に着工する必要がある。また本工事着工までに、ダムおよび発電所に至る新設道路の建設および既設道路の改修工事を完了しておく必要がある。

(4) 本計画の実施により影響を受ける地域内には植生、水・陸生動物、遺跡、文化財等、問題となるものは存在しない。しかし現在の自然状況から判断して大きい問題とは考えられないが、貯水池の築造による水質の変化等についてCosta Ricaの既存の貯水池の実態を参考資料として今後、検討する必要がある。

(5) 本計画の実施により影響を受ける道路の付替、土地、家屋等の補償を行い、本計画の実施を円滑に進める必要がある。

JICA