第14章　工 事 施 工 計 画

第１４章　工事施工計画

14.1　プロジェクト地域の工事施工条件 ……14－1

14.2　準備工事 ……14－13

14.3　国道付替工事と工事用アクセス道路 ……14－13

14.4　工事用仮設備 ……14－14

14.5　土木工事、機器据付工事の施工 ……14－23

14.6　工事工程と工事期間 ……14－25

FIGURE LIST

		Page
Fig. 14–1	Transportation Route Map	14–7
Fig. 14–2	Transportation Route of Heavy Machine and Equipment	14–8
Fig. 14–3	Transportation Route of Heavy Machine and Equipment	14–9
Fig. 14–4	Transportation Route of Heavy Machine and Equipment	14–11
Fig. 14–5	Transportation Route of Heavy Machine and Equipment	14–12
Fig. 14–6	Distribution Circuit for Construction Work	14–18
Fig. 14–7	Construction Administration Use Telecommunication Circuit	14–19
Fig. 14–8	Construction Administration Use Telecommunication Circuit	14–21

TABLE LIST

Table–14.1	Present Conditions of Bridges of Route 2	14–10
Table–14.2	Volume of Concrete	14–17

第14章　工事施工計画

14.1 プロジェクト地域の工事施工条件

El Siete No.1およびNo.2水力発電計画の工事施工の条件として以下の点について述べる。

(1) 道路事情

プロジェクト地点は Antioquia県の県都Medellin市から 120km、Choco 県のQuibdo市から80kmの距離にあり、その両都市は国道で連結され、プロジェクト地点はその国道沿いにある。その国道はプロジェクトの建設に必要とする資材機器、生活物資の運搬および労働者の移動を極めて容易にしている。

その国道は El Siete No.1ダム地点ではダムサイトの右岸を El Siete No.1発電所地点ではAtrato川をはさんでその対岸を、さらに El Siete No.2発電所地点ではその発電所側を通っており、交通上きわめて便利であり、路盤は舗装区間は少ないが良好な状態にある。

(2) 資材調達

プロジェクト地点の位置、道路条件からみて、建設期間を通じて主要資材（セメント、鉄筋、鋼材など）の調達はMedellin市において調達可能である。

セメントは国産品で質、量とも確保でき、プロジェクト地点から最も近いセメント工場はMedellin市の Argos社およびMontevelloのCemento El Cairo社である。鉄筋についても、セメント同様、Medellin市で調達可能である。しかし、品不足の場合もあり得るので、一部輸入品を考慮すべきである。建設機械の予備品についても特殊なものを除いてMedellin市で調達できるが品不足の心配は残る。

ガソリン、潤滑油などはMedellin市で一括して定期的に購入し、現地に保管して使用する必要がある。ガソリンスタンドはBolivar や El Siete 町にはあるが単なる補完的役割をはたすのみである。

(3) 建設材料

プロジェクト地点付近で砂、砂利などのコンクリート用骨材を自然河川および河岸段丘で入手することは困難である。

プロジェクト付近のAtrato川は最上流部にあり、河巾が狭く、しかも急流であるため、河川堆積物は巨石あるいは玉石が主体で、細石あるいは砂はプロジェクト付近に

は堆積していない。

したがって、プロジェクト地域内に骨材用の原石山を求め、一括して岩石を採掘し、骨材製造プラントで砕石、ふるい分け、粒度調整を行い、人工的に骨材を製造する必要がある。

(4) 工事用水の確保

工事用水は年間を通じて、清水であり、その量が十分確保される必要がある。プロジェクト地域における支流あるいは谷川を調査した結果、El Siete No.1ダム付近ではToro川およびShiberia川があり量的に心配はない。

El Siete No.1発電所ではAguila谷が、またNo.2取水ダムではGirardot川があり工事用水として使用できる。一方 El Siete No.2発電所では直上流に流入しているPiñon川があり工事用水として条件をみたしている。

(5) 工事用電力の受電

El Siete No.1およびNo.2発電所が同時に建設に入った場合、その必要とする工事用電力は最大6000kWである。

幸いにも、プロジェクト地域を経由してBolombolo-Quibdo 115kV 1-CCT送設線が設置されているので、工事用変電所を仮設することで直接受電することが可能である。また、Quibdoの電力需要からみて、その受電容量に問題はない。

(6) 建設用仮設備の用地

建設用仮設備としては、骨材製造プラント、コンクリート製造プラント、骨材貯蔵用地、用水処理プラント、事務所、宿舎、倉庫等の用地が必要である。

El Siete No.1ダムおよびNo.1補助ダム地区ではToro川の右岸に分布している台地が比較的緩斜面で広場も十分あるので、仮設備を設けるのには適地である。現在、その用地は放牧地として利用されている。

El Siete No.1発電所およびNo.2取水ダム地区ではAtrato川の右岸に広い台地が存在し、国道も通っているので、仮設備を容易に設けることができる。

El Siete No.2発電所地区では、発電所地点の下流約 1.0km付近に国道に沿って広い丘陵台地があり、仮設備の用地として利用できる。

但し、 El Siete No.1発電所ではその位置が国道からみてAtrato川本流をはさんで対岸にあるため、国道と発電所を連絡する永久橋が必要である。また、工事当初には仮設橋が必要となる。

ＩＣＥＬの工事管理事務所および宿舎はCarmen de Atrato町に設けることになる。その町は人口約2000人と小さな町であるが、プロジェクト地点にも近く、町としての機能をそなえている。また、両発電所の運転保守要員の永久宿舎も生活条件を考慮するとCarmen de Atorato 町に設けることが妥当である。

(7) 通信事情

現在、プロジェクト地域ではCarmen de Atrato町の庁舎内に電話局があり、BogotaやMedellin市などの主要都市と通話できるが回線数も少なく通信事情は極めて悪い。

緊急の場合、Bolivar de Antioquia町（Carmenから車で約40分）へ行き通話するのが現状である。また、無線による通信も西アンデス連山の影響をうけて良好ではない。

したがって、プロジェクトの建設にあたっては、電信事情の改善が必要である。

(8) 気象条件

この両プロジェクトの建設にあたり、最も支障となるのは、この地区の気象条件である。第８章水文解析でも詳細に記述した通り、この地区は極端な多雨、多湿地帯である。

雨量の記録をみると、 El Siete No.1ダム地点3000mm／年、 El Siete No.1発電所3500～4000mm／年、そして El Siete No.2発電所4000～4500mm／年と豪雨地帯で、年間を通じて連日雨が降る状態である。特に４月～10月の５ヶ月間は雨期で連日午後から深夜にかけて降雨があるのが通常で、比較的渇水期である11月～３月でも雨期と大差はなく、深夜には短時間ではあるが降雨がある。

したがって、両プロジェクトの建設、とくに明り工事、掘削法面の管理には降雨対策を十分留意して対処する必要がある。

一方、気温は平均15℃～20℃、最低10℃の地区であるので、コンクリートの製造および打設に影響を与えることはない。

(9) 労働力の調達

両プロジェクト建設の最盛期には労働者、工事関係者の最大人員は約4500人に達する。この労働力は Choco県の Quibdo 市およびAntioquie Medellin市周辺県で雇用することになる。Quibdo市は人口 6.5万人であるが就業率が低く一般労働者の大部分はこの町あるいはその周辺で雇用することになろう。一方、技能労働者については類似工事の経験者が多いMedellin市周辺で調達することになるだろう。

また、通勤可能な町村としてはCarmen de Artato町があるのみで、女子職員など事

務補助員はこの町で雇用することになる。

00 発電機器および重量物の運搬

両プロジェクトで必要とする発電機器等の輸入資機材はコロンビア国の代表的輸入港であるSanta Marta, Barrnaquilla, CartagenaおよびBuenaventuraで荷おろしされる。

これらの発電機器等の重量物をプロジェクト地点まで内陸輸送する手段としては以下に示す4つのルートがある。

ルート－①：Buenaventura港→Buga→Cartago → La Pintada →Cardas→Bolombolo(Cauca 川渡河) →Bolivar →Project 地点

ルート－②： Barranquilla港あるいはCartagena港→Sincelejo→Caucacia港→Medellin→Bolombolo →Bolivar →Project 地点

ルート－③：Barranquilla港→（バージ船に積変え）Magdalena 川舟運→Puerto Triunifo港→Medellin→Bolombolo→Bolivar→Project地点

ルート－④：Barranquilla港→（バージ舟に積かえ）Magdalena 川, Cauca 川舟運→Caucacia港→Medellin→Bolombolo→Bolivar→Project 地点

上記のルート－①およびルート－②は主要港からプロジェクト地点までトレーラーあるいはトラックによる道路輸送である。一方、ルート－③およびルート－④はBarranguilla港から Magdalena川およびCauca 川をバージ船による舟運でそのあと道路輸送に切り替える輸送方式である。

以下、各輸送ルートについて特性おらび輸送荷重制限について記述する。

1) ルート－①

Bvenaventura港は6万トン級の船舶が岸壁に横付けできる。また、最大45トン、クレーンも設備されている。したがって、荷おろし、積荷の問題はない。なおこの港はコロンビア国の輸入、輸出の50%を取り扱っているコロンビア国最大の港である。

Bvenaventura港からの道路はプロジェクト地点まで 542kmで、その巾員は7mである。また、大部分がコンクリート舗装され、路面は良好に維持されている。Cauca 川を4回渡る長大橋としてBuga橋、La Vigina 橋、La Pintada橋およびBolombolo 橋があるが、いずれも巾員 7.0m、荷重制限60トンである。しかし、Buenaventura港－Buga間にその長さ 100～400 mの道路トンネルが5ヶ所あり、そ

の巾 7.1m、高さ 6.0mの断面であり、積荷寸法に制限をうける。

Guatape, San Carlos, Jaguas, Guadalupe IV などのプロジェクトではこのルート－①で機器など重量物の道路輸送を行った実績がある。

ルート－①の道路の途中に存在する峠はBugaから 327km地点のAlto de Minas峠（標高2400m）と西アンデス山脈を越えるLa Manza峠（標高2000m）の2ヶ所がある。これらの峠では一部道路勾配が急であるため、他の重機による支援が必要である。(Fig.14-1,および Fig.14-2 参照)

2) ルート－②

Barranquilla港はカリブ海に面した港の中で、最も輸出、輸入取扱高が多く、整備された港である。港はMagdalena 川 の河口部を利用した河口港である。岸壁は河岸に沿って設けられているが、2～3万トン級の船舶を5隻横付けできるが、5～6万トン級の荷物船の荷役は沖荷役である。特に発電機器などの重量物の荷役は非能率的である。

道路はプロジェクト地点まで938kmあり、その巾員は7.0m、路面はBarranguilla～Cartagena 間はコンクリート舗装され良好であるが、Caucasia～Pto Valdivia間は補修が行きとどいていない。

また、ルート中には輸送上問題となる橋梁が9ヶ所ある。即ち、Suspinos橋、Canal de Digue橋、 San Jorge橋、Man 橋、Taraza橋、Raya橋、Pugi橋、Cauca 橋、およびBolombolo 橋である。（諸元および許荷重Table －14.1参照）

Canal de dique橋は延長 284.3mの最長大橋で、高さ制限 4.7m、最大荷重制限30ton である。また、San Jorge 橋は延長 164m、高さ制限 4.5m、荷重制限不明である。一方、Raya橋は延長50mのトラス橋で、高さ制限 4.2m、荷重制限60ton である。したがって、輸送制限は荷重30トン、高さ制限 4.2mであり、超重量物の輸送および大型荷造りの荷物輸送には制限をうける。

既在のプロジェクトでも、このルート－②を輸送道路として一部利用したが、前記の制限以内の荷物に限定して運搬した。

ルート上にある峠は Santa Rosa de Osos 峠（標高 2,580m）、Restaurante Monte Frio 峠（標高 2,460m）およびLa Manza峠（標高 2,000m）の3ヶ所である。また、Restaurante Monte Frio峠のValdivia～Yarumal 区間は25kmで、高底差が 1,350mもあり、しかも平均勾配 5.4%の登道になる。(Fig.14－1, Fig.14－3

参照)

3) ルート－③

Barranquilla港からPuerto Trinifo間には Magdalena川を利用する船舶が就航している。この船舶はタグボートで曳航する方式である。

しかし、定期運搬ではなく、積荷があるときに随時運航している状況にある。また、渇水期には Magdalena川の水位が低下するので、喫水の問題があり、運航に支障を来すこともある。

この舟運は超重量物、大型荷造り荷物の輸送には適しているが、通常はセメント、野菜、果物などのばら積み輸送に利用されているに過ぎない。

Trinifo 港からMedellin市に至る道路は延長約 200kmで、巾員 7.0m、荷重制限 60ton である。また、途中にあるSamana橋は高さ制限 4.2mで荷造り寸法に制限をうける。

Trinifo 港（標高 200m）からMedellin市（標高1,500 m）に至る途中にSantugo 峠（標高 2,300m）およびGuarne峠（標高2,460 m）があり、道路勾配に問題がある。また、それ以外の区間も登り下りの激しい道路である。（Fig-14.1. およびFig-14.4参照)

4) ルート－④

Barranquilla港からMagdalena 川およびCauca 川を利用してCaucasia港まで舟運を利用するルートであり、Caucasia港からプロジェクト地点まではルート－②と同様である。したがって、道路輸送に入ってからはルート－②と同じく橋の荷重制限 60ton で重量制限をうける。一方、ルート－③と同じく、渇水期にはMagdalena 川の水位低下で運航に支障をきたすこともある。

以上の４つのルートについて比較してみると、４者とも一長一短があるが、ルート－①が重量物の運搬道路として実績もあり、年間を通じて確実に運搬できるものと判断される。

したがって、 El Siete No.1およびNo.2プロジェクトではルート－①を主要輸送路として選定することが適切である。しかし、ルート－②、③、④についても輸入品が到着する港、その重量、荷造り寸法および到着する時期によってはこれらのルートも使用するものとし、ルート－①に対して補完的役割を果すことは可能である。（Fig. 14－1 および Fig.14 －5 参照)

Fig. 14-1 Transportation Route Map

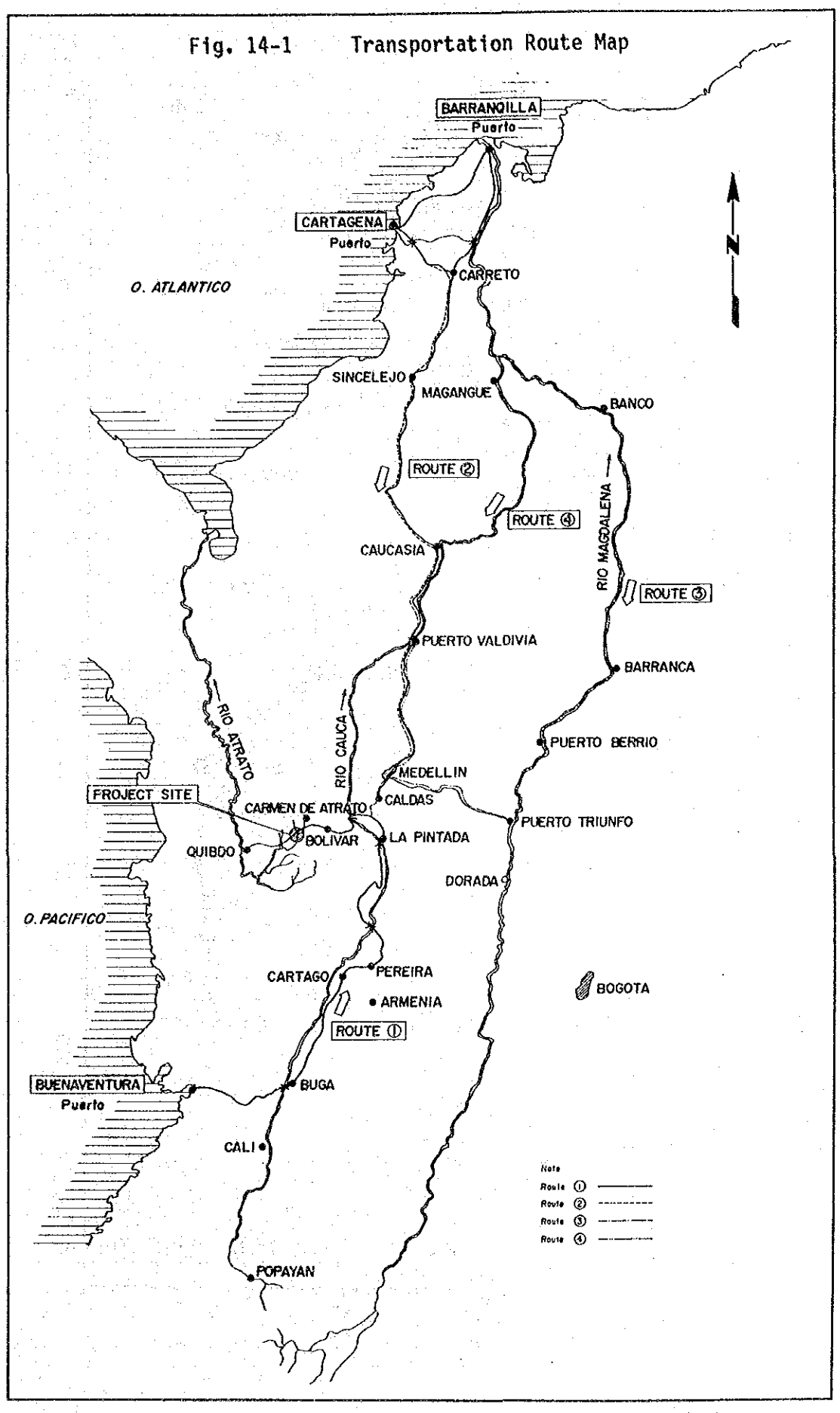


Fig. 14-2 Transportation Route of Heavy Machine and Equipment

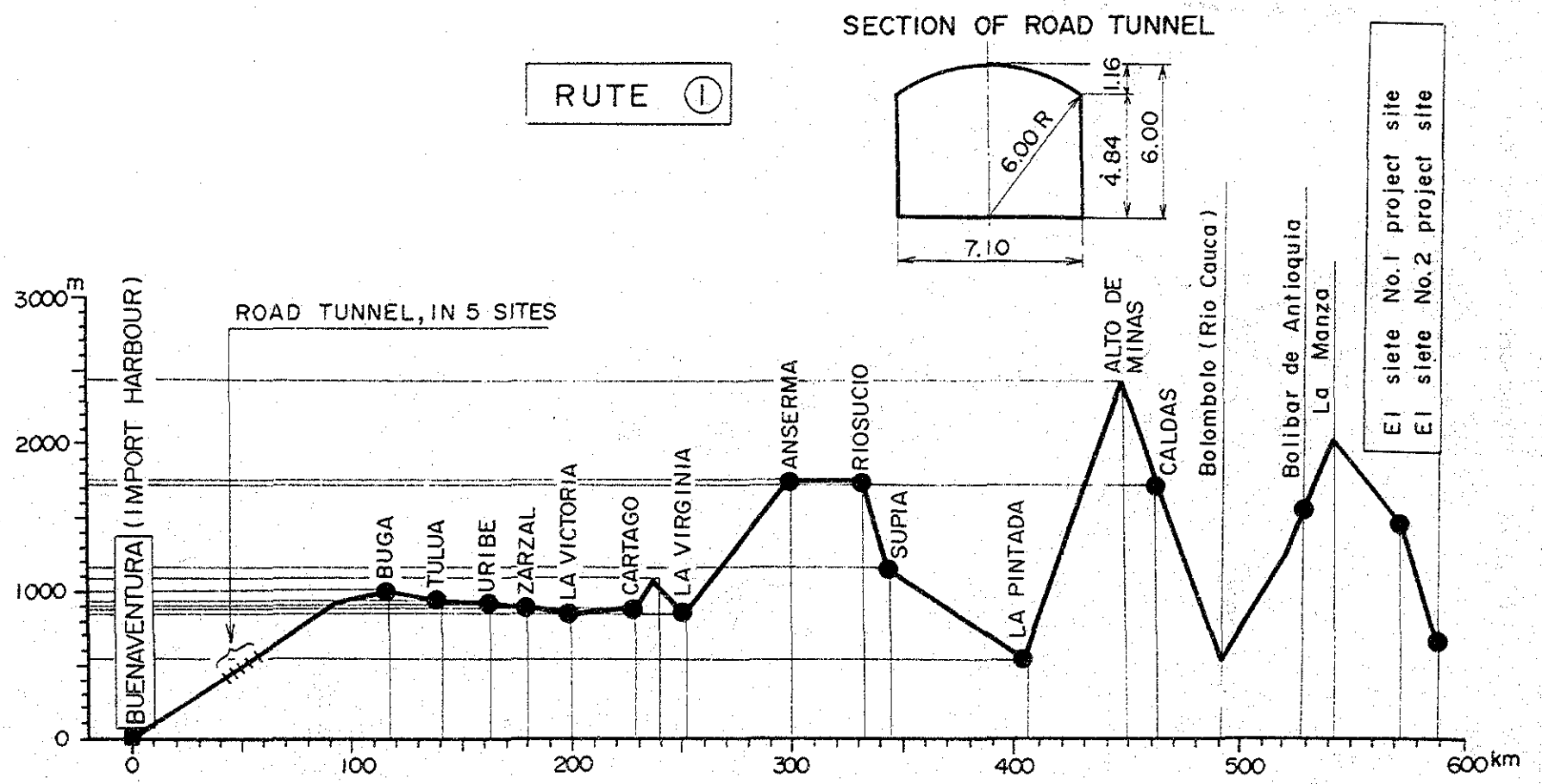


Fig. 14-3 Transportation Route of Heavy Machine and Equipment

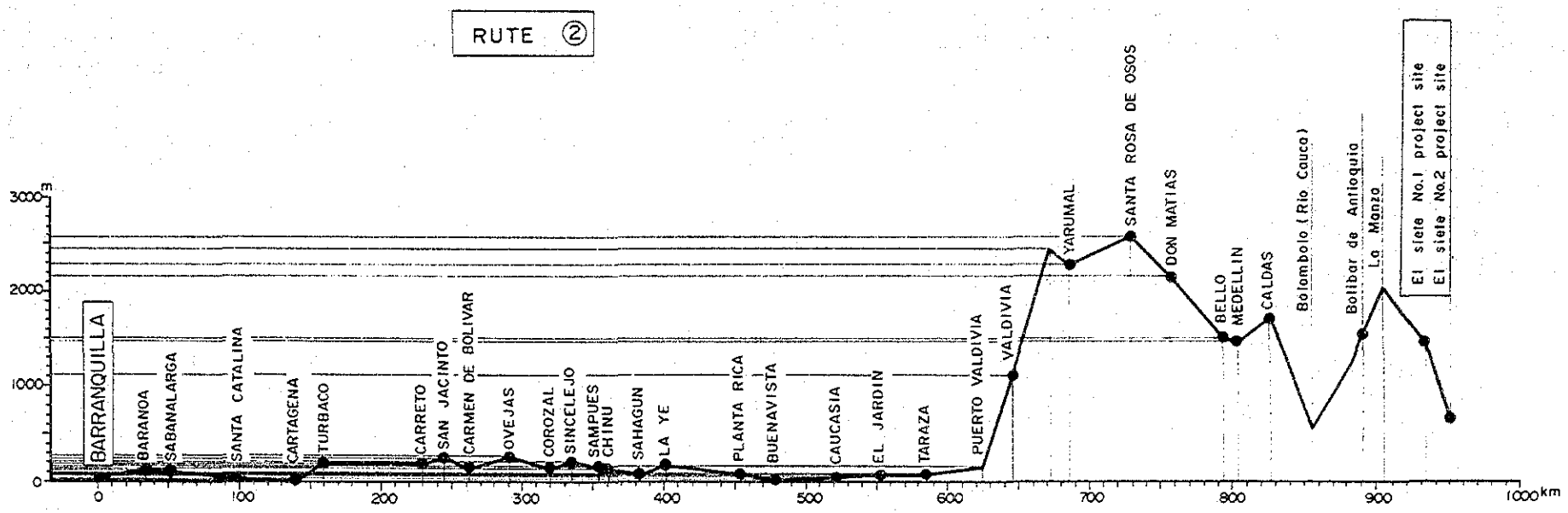


Table-14.1 Present Conditions of Bridges of Route 2

	Road					Bridge			Critical Bridge					
	Length (km)	Width (m)	Pave	Cap. (ton)	Condition	No.	Mater.	Length (m)	Name	Length (m)	Width (m)	Height Limit	Cap. (ton)	Mater.
Barranquilla Cartagena	142	7	Conc.	60	Good	15	Conc.	60-31	Suspiros	30.0	12.0		60	Conc.
Cartagena Sincelejo	188	7	Gravel	30	Common.	1	Steel	284.3	Canal de Dique	284.3	8.7	4.7	30	Steel
						33	Conc.	60-31						
Sincelejo Caucasia	184	7	Conc.	-	Good	1	Steel	164	Rio San Jorge	164	6	4.5		Steel
						25	Conc.	65-30						
Caucasia pto Valdivia	108	7	Conc.	60	Good	1	Steel	63-90						
						19	Conc.							
pto Valdivia Medellin	176	7	Conc.	60	Good	1	Conc.	9	Rio Man	61.6	6.0	4.5	60	Steel
						6	Steel	241	Rio Taraza	90	7.5	4.6	60	Steel
						9	Conc.	60-90	Rio Rayo	50	7.5	4.3	60	Steel
									Rio Pugl	63.0	4.6	4.6	60	Steel
									Rio Cauca	241.0				
Medellin Project Site									Bolombolo					

Fig. 14-4 Transportation Route of Heavy Machine and Equipment

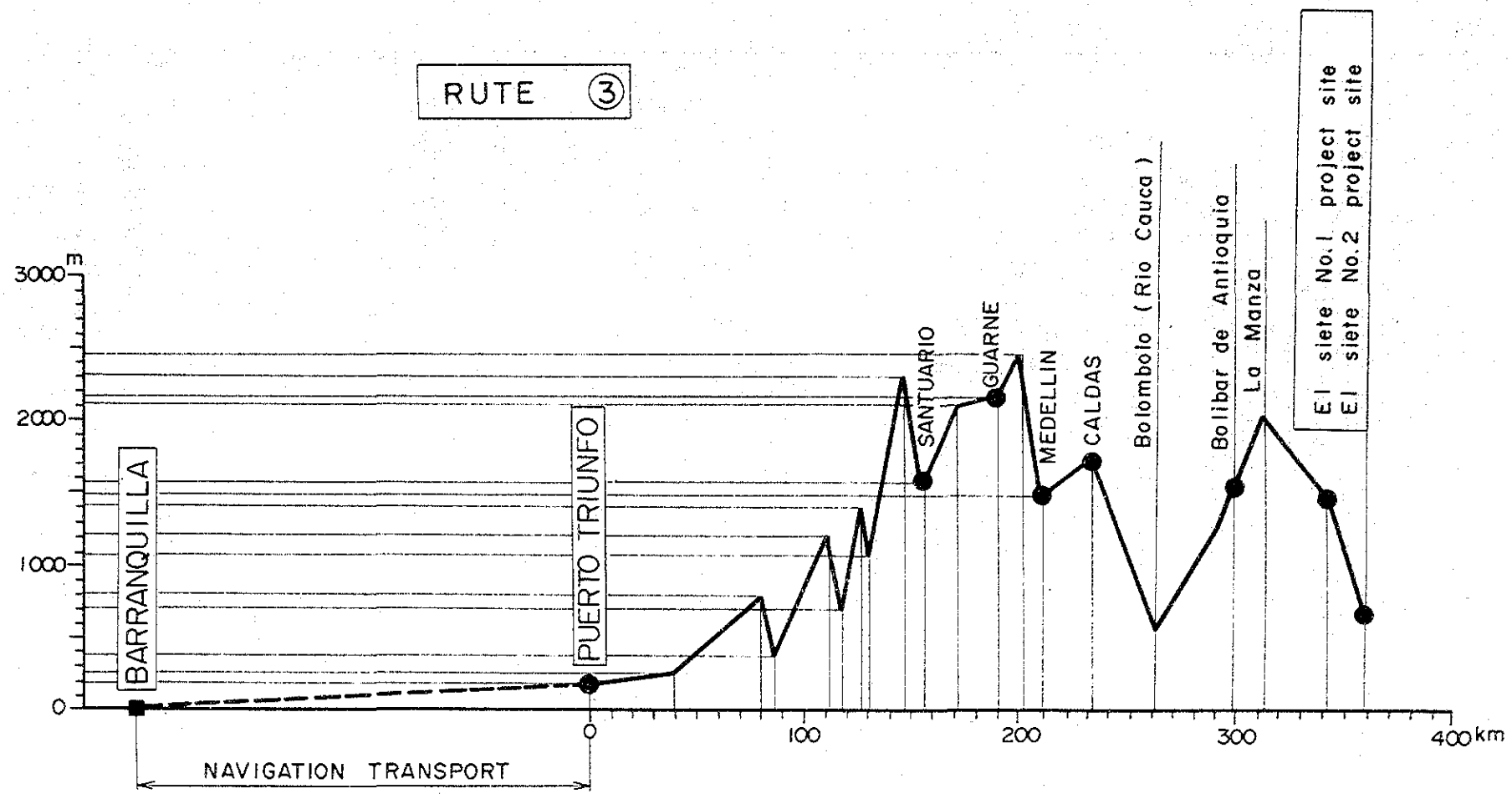
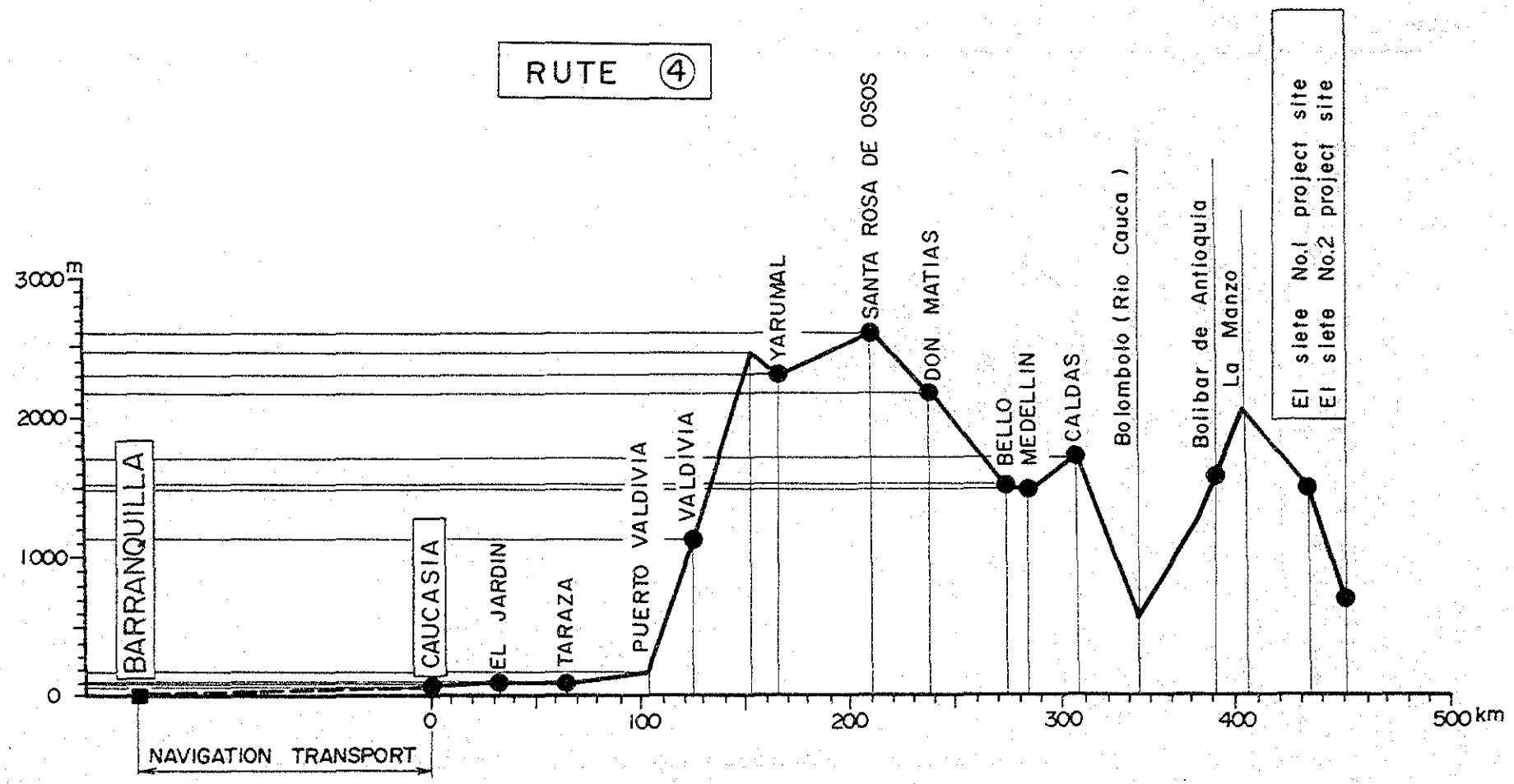


Fig. 14-5 Transportation Route of Heavy Machine and Equipment



14.2 準 備 工 事

El Siete No.1およびNo.2発電所建設の本工事を着工する前に、準備工事として完了しておくべき工事と処理事項は以下の通りである。

— 水没補償（水没用地の買収、水没家屋の移転など）

— 国道付替工事（ El Siete No.1ダム、No.1補助ダムの右岸および El Siete No.2発電所の水圧管路と直交する国道の付替工事）

— 主要構造物の用地買収

— 工事用変電、配電設備および通信設備の建設工事

— ＩＣＥＬ、工事管理事務所および宿舎の建設工事

— 追加調査工事の実施

以上の諸工事は本工事着手前にＩＣＥＬが前もって国内業者に入札発注して実施する必要がある。

14.3 国道付替工事と工事用アクセス道路

Medellin～Quibdo間を連結している国道が El Siete No.1およびNo.2発電所の主要構造物の用地内を通過しており、その国道の一部を付替える必要がある。

この国道付替工事は El Siete No.1ダム地点の右岸、No.1補助ダムの右岸および El Siete No.2発電所の水圧管路と直交する部分の３ヶ所で必要である。

(1) El Siete No.1ダム地点ではNo.1調整池の満水位を標高1,450 m、サーチャージ水位を 1,451mで計画したので、その右岸を通っている既設国道はその水位以下の標高にあるためダム完成後は水没することになる。したがって、No.1補助ダムの上流部を起点として、Atrato川の右岸台地を通り、Toro川を橋梁で渡り、 El Siete No.1ダム右岸明り掘削部を通り、Shiberia川の合流点付近で既設道路に取付ける新道を建設することになる。そのルートはDwg.－15に示す通りであり、延長は約 1.6km、巾員 7.0 mである。また、ダム取付部の前後はコンクリート舗装とする。

(2) El Siete No.2発電所の水圧管路は国道と交差するので付替える必要がある。その付替は地形からみてトンネル工事となる。その延長は 170mで、断面は巾 7.0m、高さ 6.0mとし、２車線の通行を可能なものとした。（Dwg.－38参照）

(3) 工事用アクセス道路の建設

El Siete No.1ダムおよびNo.1補助ダムの工事では、各ダムで河床におりるための

アクセス道路が必要である。また、対岸に渡るための仮設橋も必要である。その配置はDwg.－15に示してある。

El Siete No.1発電所では国道より分岐し、Atrato川で橋梁で渡るアクセス道路が必要である。この橋梁は永久橋として設計され、延長は95m、巾員は 5.0mとなり、設計荷重は60トンとした。このアクセス道路は完全舗装し、工事終了後は保守運転用の道路として使用される。

El Siete No.1発電所内では前記のアクセス道路を更に延長し、No.1水圧管路を経由して、No.1調圧水槽に至る工事用道路が必要である。その道路は調圧水槽まで取付けるため、高低差約 400mを登る必要があり、延長は 3,800mに達する。

No.2導水路トンネル工事のためのNo.4横坑へのアクセス道路は国道から分岐して容易に取付けることができる。

El Siete No.2発電所ではやはり国道からNo.2発電所およびNo.2屋外開閉所へのアクセス道路が必要である。この道路では峡谷を渡る必要があるので、延長10m、巾 5.0mのコンクリート橋を設けることにした。

また、El Siete No.2発電所内では国道からNo.2水圧管路及びNo.2調圧水槽およびNo.5横坑へ取付けるためのアクセス道路が必要である。

以上のレイアウトはDwg.－30、Dwg.－27、Dwg.－36およびDwg.－44に図示してある。

14.4 工事用仮設備

El Siete No.1およびNo.2発電所の建設工事に必要とする仮設備の主なものは骨材製造プラント、コンクリート製造プラント、用水処理プラント、工事用電力の変配電設備および仮設通信設備などである。

以下前記の各仮設備の概要について記述する。

(1) 骨材製造プラント

El Siete No.1およびNo.2発電所建設工事において各土木構造物を建造するために必要な原石山の岩体積は 562,000m³必要である。

（骨材所要量：1,016,000ton、地山の比重2.65トン／m³×空隙率0.95＝2.52トン／m³、地山不良分ロス10％、採取運搬ロス10％、骨材プラントロス15％、所要地山体積、V＝1,016,000トン×1.10×1.10×1.15／2.52トン／m³＝562,000m³）

第15章1項の工事条件でも記述した通り、地域内で河川堆積物より自然骨材として

前記の必要骨材量を確保することはできない。したがって、原石山で骨材用岩石を採掘生産し、人工的に砕石、細粒、分粒して骨材を生産する必要がある。（もし導水トンネル掘削の50％ズリを骨材に転用したとしても、約 100,000m³であり、補完的数量にしか過ぎない。）

骨材用原石山は第10章、6項でも記述した通り、その位置は El Siete No.1ダムサイトの下流のEl Copo 地区を選定した。その地質は玄武岩 Basaltoであり、骨材用原料として問題はない。（Dwg.－44参照）

また、ダム、トンネルなどコンクリート打設工程を検討してみると約 500トン／日の骨材製造プラントが必要である。

(2) コンクリート製造プラント

El Siete No.1およびNo.2発電所建設工事に必要とするコンクリート、モルタル注入、吹付コンクリートの総量は 480,000m³である。また、各土木構造物で使用されるコンクリート量は Table－14.2に示す通りである。 El Siete No.1ダムおよびNo.1補助ダムを中心とする地区（Area－①）では、全コンクリート量の51％に相当する 236,000 m³、 El Siete No.1発電所およびNo.2取水ダムを中心とする地区（Area－②）では33％に相当する 153,000m³、そして El Siete No.2発電所地区（Area－③）では16％の72,000m³のコンクリートが打設される予定である。

このように3地区が12kmの範囲に分散し、各地区で夫々相当量のコンクリートを製造しなければならない。

いずれかの地区にコンクリート製造プラントを集中して施設することは運搬にともなう品質管理の問題が生じる。したがって、各地区にコンクリート打設量に応じたコンクリート製造プラントを配置することにした。

(3) 工事用水処理プラント

この種の建設工事では工事用水は、骨材生産、コンクリート製造、コンクリート養生、建設機器のクリーニング、岩盤処理、清掃、グラウト、ウォーターシュートなどが必要であり、工事サイト近傍で得ることが経済的である。しかも、用水を近くの谷川で取水し、不純物の沈澱化学処理を行い、各必要プラントあるいは工事サイトへ配管給水することが必要である。

両プロジェクト地点では、第14章1項で記述した通り、用水の確保は極めて容易であり、年間を通じた給水の心配はない。

Area－(1)： El Siete No.1ダムおよびNo.1補助ダム地区では El Siete No.1ダム直上流でAtrato川本流と合流するToro川に取水ぜきを設け容易に取水できる。また、水圧も十分確保できる。工事用水は化学処理する必要はないが、事務所および労務者宿舎での飲料水はToro川の上流には放牧地が散在しているので、殺菌して使用する必要がある。

Area－(2)：El Siete No.2取水ダムおよび El Siete No.1発電所地区では、Girardot川で取水し配管給水することになる。Girardot川は流量は十分あり、年間を通じて安定している。しかも流域内は住家もなく、自然林で崩壊地もなく、極めて清水である。したがって、工事用水では自然水をそのまま使用できる。また、飲料水は簡易濾過処理で十分である。

Area－(3)：El Siete No.2発電所地区では Piñon谷で用水を十分確保できる。工事サイトへは自然圧送で給水できるが、宿舎など建設基地を施設するPiñon台地への給水は化学処理を行い、ポンプで圧送する必要がある。

Table-14.2 Volume of Concrete

El Siete No.1

(Unit: m^3)

No.	Description	Concrete	Mortar Injection	Shotcrete
II-1	Care of River	4,870	360	
II-2	No.1 Dam	143,510	40	1,310
II-3	Auxiliary Intake Dam	35,780		240
III-1	Intake	5,810	20	
III-2	Auxiliary Sedimentation Basin	18,640	10	370
III-3	Auxiliary Connection Tunnel	5,060	880	
III-4	Headrace Tunnel	18,640	3,170	
III-5	Surge Tank	1,890	100	60
III-6	Penstock Line	12,080		230
III-7	Power Station	11,500		
III-8	Tailrace Tunnel	1,440	190	
III-9	Sub Station	1,350		
	Sub Total	260,570	4,770	2,210
	Others = 10%	26,430	530	290
	Total	287,000	5,300	2,500

El Siete No.2

(Unit: m^3)

No.	Description	Concrete	Mortar Injection	Shotcrete
II-1	Intake Dam	60,070		250
III-1	Sedimentation Basin	9,950	30	
III-2	Headrace Tunnel	63,110	9,140	
III-3	Surge Tank	2,430	100	40
III-4	Penstock Line	9,610		
III-5	Power Station	9,420		300
III-6	Sub Station	3,340		
	Sub Total	157,930	9,270	590
	Others = 10%	16,070	930	110
	Total	174,000	10,200	700
Grand Total (No.1 + No.2)		461,000	15,500	3,200

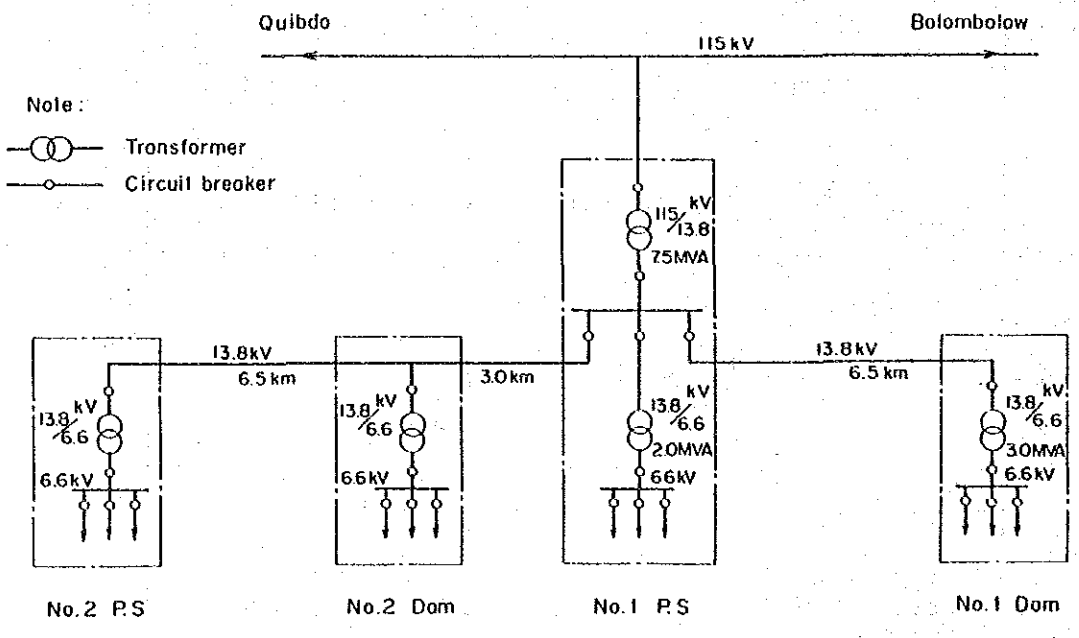
(4) 工事用電力の受電と配電設備

両プロジェクトを同時着工する場合、その工事規模、工事工程を考慮し、類似プロジェクトの実績からみると工事用電力は最大6000kWである。その電力は第14章1項で記述した通り、プロジェクト地域に 115/13.8kV工事用変電所を新設し既設 115kV、Bolombolo ～Quibdo送電線から受電するものとした。

115kV送電線から受電するための逓降変圧器の2次電圧は13.8kV又は 6.6kVの2案が考えられる。受電変電所から各工事地区へ配電する場合、配電圧についての電圧降下を算定すると、13.8kVでは 5.0%以内であるが、6.6kV では10%以上となる。このため、6.6kV は不適当であり、13.8kVを採用することにした。

工事用変電所の配置はFig.14-6 に示す通りである。

Fig. 14-6 Distribution circuit for Construction Work



(5) 工事用通信設備

本プロジェクトの建設工事の円滑な推進を図るため、工事現場～Medellin市間には、工事用資材の調達ならびに要員の確保等に関する密接な業務連絡が必要である。

また、工事期間中 Bogota 市のＩＣＥＬ本社との通信回線を確保する必要がある。

このため、工事用変電所に引き込まれる既設 115kV送電線のAtrato工事現場～Bolombolo 変電所～Ancon Sur 変電所間に電力線搬送設備を設置し、Atrato建設工事に必要な業務連絡用の電話回線を構成する。

工事現場内の電話回線については、Atrato工事現場に簡易形の電話交換機を設置す

るとともに、工事現場構内及び建設所並びに宿舎の置かれるCarmen地区を通信線で結び構成する。

以上工事用に設けられた通信設備は、発電所運開後、以下により 115kV系統の保守運用に必要な通信回線として使用する。

— 工事現場～Bolombolo 変電所間

電力線搬送装置を El siete No.2 発電所～Quibdo変電所間に移設し、この間の保安用電話回線を構成する。

— Bolombolo 変電所～Ancon Sur 変電所間

Bolombolo 変電所～Ancon Sur 変電所間の保安用電話回線を構成する。

Fig. 14-7 Construction Administration Use Telecommunication Circuit

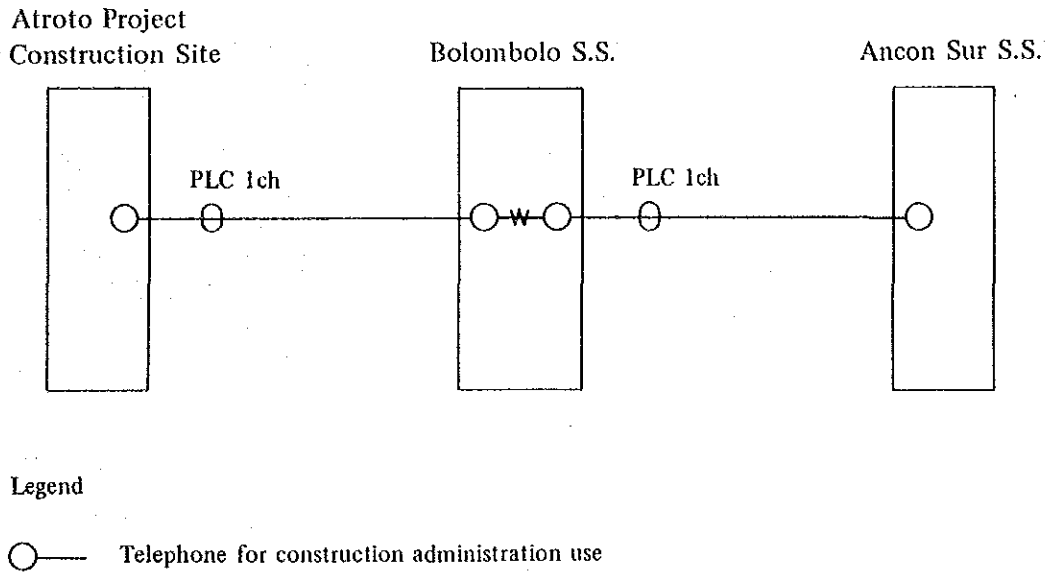
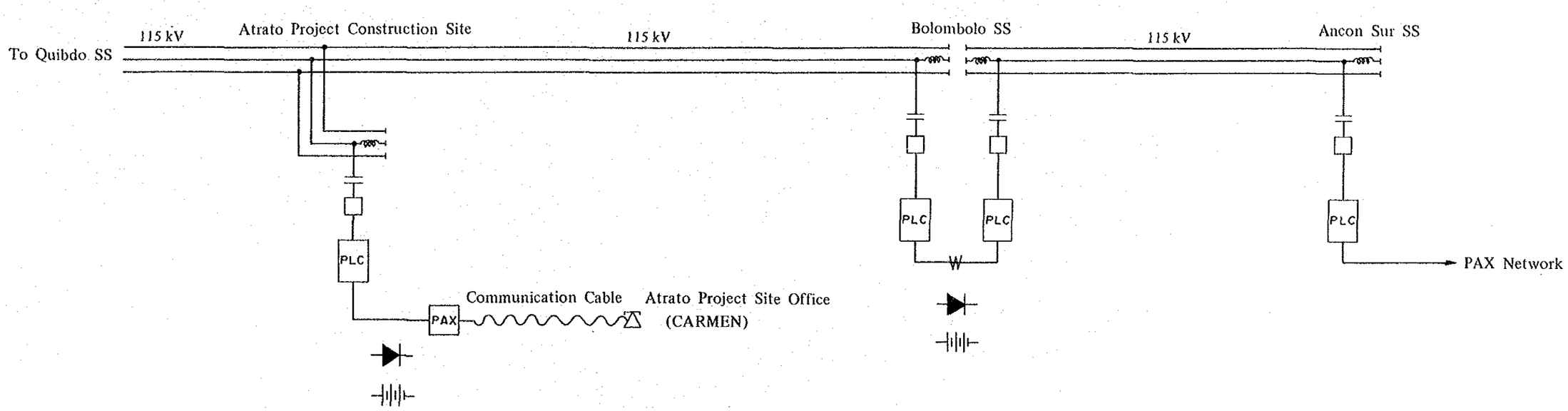


Fig. 14-8 Construction Administration Use Telecommunication Circuit



Legend

- Line trap
- Coupling capacitor
- Phase to earth coupling device
- PLC — Power line carrier equipment
- PAX — Private automatic telephone exchange
- Charging rectifier
- Battery

Note

1. The equipment to be installed between Atrato Project Construction Site and Bolombolo SS will be removed to El Siete No.2 PS and Quibdo SS for the purpose of power system maintenance
2. The equipment to be installed between Bolombolo SS and Ancon Sur SS will be available for power system maintenance use.

14.5 土木工事、機器据付工事の施工

本プロジェクトに関する土木工事機器据付工事施工の留意事項について以下に記述する。

(1) 明り掘削

明り掘削工事は土砂、岩を合わせて El Siete No.1プロジェクトでは合計 1,065×10^3m³、一方 El Siete No.2プロジェクトで431×10^3m³と総計1,496×10^3m³に達する。施工は通常の段切り工法で行うことができるが、第14章1項でも記述した通り、気象条件からみて多雨地帯での掘削であるため、法肩に必ずドレン溝を前もって施工し、法面の保護に留意すべきである。また、長期間放置することなく、法面の落ち着いた部分から吹付コンクリートを施工し、強雨による浸蝕を防ぐべきである。

(2) トンネル掘削

トンネル掘削工事は El Siete No.1ダムのバイパストンネル、導水路トンネル、ペンストックの上部、放水路トンネルで施工され、その総延長は13,120mにおよぶ。そのうち各横坑で分担する最長区間はNo.4横坑の下口部であり、その延長は2,300 mである。また、トンネル内径はNo.1トンネル 3.4m、No.2トンネル 3.6mである。

工事工程上のクリティカル・パスは水圧管路および発電所工事であるので、トンネルの施工にあたってはトンネル・ボーリング・マシン（ＴＢＭ）による掘削工法を採用して掘削進行を早める必要はなく、通常の掘削工法を採用すれば良い。

トンネル掘削のためNo.1～No.5横坑を設け、掘削切羽は6ヶ所になり、掘削作業は同時平行して行うことになるので、掘削機器グループや、コンクリート巻立てスチール・フォームは6セット必要である。

(3) ダム・マスコンクリート

El Siete No.1ダムのダム高は55m、体積は 143,000m³であり、コンクリート打設間隔は15mとした。また、打設リフトは 1.5mが適当である。したがって、最大打設量は約1,200 m³である。

当地の気温からみて、製氷を混入するプレクーリングが必要である。何故なら、El Siete No.1ダムに重力式でマスコンクリートで構成されるが、調整池内堆積土砂の排砂用ダクトおよびゲート室を堤内に設けることによるので、良質のコンクリートを得る必要があるからである。

横継手には遮水板（エスロン）を入れ、更にコンタクトグラウトを施工すべきであ

る。また、型枠は鋼製フォームを適用し、コンクリート表面部のコンクリート品質に留意するものとする。

(4) 構造物コンクリート

El Siete No.1およびNo.2プロジェクトにおけるコンクリート構造物のでは通常の工事方法で問題はないが、サイトの気象条件からみて、コンクリートを昼間に打設したとしても、夜間には降雨があると予想しなければならない。したがって、コンクリート養生、降雨による影響には留意しなければならない。

(5) 水圧鉄管・ゲートの据付

El Siete No.1発電所の水圧鉄管は延長が 1,301mと長く、そのうち 178mはトンネル部であり、単管を調圧水槽側より順次据付け、現場熔接で6mに接続し、そのあとにコンクリート打設して埋設するものとする。

残る1,213 m区間の据付はNo.3アンカーブロック、No.7アンカーブロック、No.10アンカロブロック、No.12アンカーブロック（終端）の4ヶ所から順次、上方に向けて据付ける。（Dwg.－27、Dwg.－28参照）

El Siete No.2発電所の水圧鉄管は延長が1,045mと前者と同規模である。そのうち67mはトンネル部に据付埋設する。残る 978m区間は地表の小支台上に据付けることになる。

したがって、トンネル部埋設は El Siete No.1同様単管を調圧水槽側より順次据付け、現場溶接で接続し、そのあとコンクリートを打設して埋設するものとする。

一方、地表での据付は、No.12アンカーブロック、No.8アンカーブロック、No.5アンカーブロックの3ヶ所から順次上方に向けて据付け、現場溶接で接続するものとする。（Dwg.－38、Dwg.－39参照）

両者いずれの場合も鉄管は3m単管でトレーラー輸送し、現地（仮設用地）で2本の単管を溶接し、6m単管としてアクセス道を通じて据付現場まで搬送、クレーンで吊込み、鉄管路に沿って設けるレール上を台車で走行させ据付場所にセットするものとする。

また、溶接作業は、雨および湿気が溶接効率に影響するものであり、両プロジェクト地点の気象条件からみると対策を講ずる必要があるし、溶接面はX線検査を実施することが必要である。

ゲートの寸法は各ダムの洪水吐ゲートが高さ12m、巾10mが最大であり、工場で3

分割して船積み、さらにプロジェクト地点へトレーラー輸送される。現場では3ブロックを順次クレーンで吊込み据付部へセットし、一体化する。

14.6 工事工程と工事期間

工事工程検討の基本事項は以下の通りである。

(1) 運開年次

El Siete No.1およびNo.2は両発電所が1992年末には完成し、1993年頭初から電力供給ができるよう、EL Siete No.1発電所は1992年8月末営業運転に、El Siete No.2発電所は同年12月末に運転に入れるものとした。

(2) 工事工程のクリティカル・パス

工事工程の期間を支配するクリティカル・パスとなる工事はEl Siete No.1プロジェクトでは発電所工事と水圧管路の工事であり、一方、El Siete No.2プロジェクトでは発電所工事か、あるいは導水路トンネルの掘削の進行が地質その他の原因でおくれた場合は導水路トンネル工事となる。

(3) 準備工事

準備工事はＩＣＥＬにより本工事（国際入札で発注され、請負業者が担当する工事）の着工以前に完了しているものとしたがこの期間は10ヶ月間とした。

(4) 詳細設計および入札見積書類の準備期間：

このための期間として12ケ月間を考慮したが、この期間には本工事の設計・入札書類の準備も同時に平行して実施するものとした。

(5) 本工事の入札・契約

入札公示後の見積期間は3ヶ月間、入札見積書提出後のエバリエーションおよび契約交渉期間は4ヶ月間とした。

以上の諸条件項を基に各工事につき、工事工程の検討を行った。その結果はEl SieteNo.1プロジェクトについてはDwg.－45、El Siete No.2はDwg.－46に示す通りである。

工事工程表はＩＣＥＬの希望を考慮し、棒グラフで示した。1986年以降、1992年末両発電所が運開するまでの年別の主要工事およびその内容を記述すれば以下の通りである。

— 1986年

1986年5月、ＪＩＣＡよりEl Siete No.1およびNo.2プロジェクトに関するフ

ィジビリティ調査報告書が日本政府より外交ルートを通じて、コロンビア国政府およびＩＣＥＬに提出される。ＩＣＥＬは直ちに同報告書の検討を行うとともに、鉱山エネルギー省に対し、電力開発中長期計画での開発プロジェクトとしてのプライオリティと運開時期の決定および着手の許可を得る。

— 1987年

ＩＣＥＬは年頭にＪＩＣＡ報告書の勧告事項に配慮しながら、本プロジェクトに関する補足調査工事を含む詳細設計および入札書類準備業務に着手し、年末までの12ヶ月間で終了を図る。一方、ＪＩＣＡ報告書およびＩＣＥＬの補足書類を国際金融機関に提出するとともに、同国政府にも提出し、本プロジェクトの遂行に必要とする資金の準備、調達を図るり同年末までには本プロジェクトに関する資金調達の見通しを得る必要がある。

— 1988年

ＩＣＥＬは前年末に完了している入札書類に基づき本工事の入札準備に入り、５月には入札公示し、８月には請負業者から入札見積書を提出させる。その結果を検討し、年末までに請負業者の決定を行う。

一方、準備工事に関して少なくとも同年２月には国内請負業者に発注して着工し、年末までには完了させる必要がある。準備工事の主なものは水没補償、国道付替工事、主要構造物の用地買収、仮設変電・配電通信設備工事およびＩＣＥＬの工事管理事務所、宿舎などの建設である。

— 1989年

1989年年頭の１月には本工事に関する請負業者との契約調印を行い、ＩＣＥＬは理事会での承認、直ちに本工事に着手できるようにする。請負業者は１ヶ月の準備期間をおいて現地で本工事を開始するものとする。

国道付替工事、国道からのアクセス道路、El Siete No.1ダムでのバイパストンネル工事、防災工事、その他工事地点では各トンネル横坑へのアクセス道路と横坑掘削、コンクリート巻立工事および補助ダム、No.1取水口、No.1補助沈砂池、No.1発電所およびNo.2発電所、および屋外開閉所で明り掘削工事が実施される。

一方、同年２月には発電機器のうち、水車、発電機の入札契約を終了し、工場製作を開始する必要がある。

El Siete No.1発電所地点ではＩＣＥＬは国内業者に発注して、発電所へ

のAtrato川を渡河するための永久橋（橋長95m、巾員5m）の鋼橋を建設し、少なくとも1989年3月までには完成させる必要がある。もし、この工事が本工事期間の1989年からの着手とすれば、El Siete No.1発電所地点に請負業者によって仮設用橋梁を架設する必要がある。

また、同年10月にはNo.1発電所天井走行クレーンおよび送電線資材の製作開始が必要である。

— 1990年

No.1ダム、No.1補助ダムの左岸部、No.1補助沈砂池では年頭に基礎処理グラウト工事を終了し、構造物コンクリートの打設を開始し、60%の打設を終了させる。一方、No.1導水路トンネルでは横坑掘削を終了、50%の導水路トンネル掘削を進行させるものとする。No.1発電所では基礎コンクリートの打設を年前半に終了させ、同年8月には天井走行クレーンの据付を完了させ、水車の据付を開始する。また、No.1放水路トンネルの掘削を終了させる。No.1屋外開閉所では明り掘削と掘削土転用による盛土工事の大部分を終了させるものとする。

同年8月には送電線工事を開始する。

No.2取水ダムでは左岸構造物のコンクリート打設を終了し、Atrato川を付替え、右岸の明り掘削に入る。No.2導水路トンネルでは本坑のトンネル掘削が本格化し、年内に約70%の掘削工事を終了させる。

No.1、No.2調圧水槽では、年内に立坑掘削・コンクリート巻立工事の大部分を終える。

No.1、No.2水圧管路ではトンネル掘削、明り掘削を終了させ、一部基礎部コンクリートの打設に入る。また、同年1月からペンストック鋼管の工場製作に入るものとする。

一方、No.2発電所では基礎コンクリートの打設を終了させ、同年12月には天井走行クレーンの据付を完了させる。

同年7月には各ゲート・トラッユラックなどの工場製作に入るべく発注契約する。

— 1991年

No.1ダムでは年中期までにダム本体コンクリートの打設を終了、後半はカーテングラウト工事および洪水吐ゲートの据付、土砂吐ゲートの据付を実施する。

No.1 補助ダムでは右岸の掘削・基礎処理コンクリート打設を終了させる。

No.1補助沈砂池では、構造物を完了し、年後半には，付帯ゲートの据付を完了、すべての構造物を完成する。

No.1導水路トンネルでは、年前半はトンネル掘削工事であるが年中期にはトンネルを貫通させ、年後半はコンクリート巻立工事を実施し、その大部分を完了する。

No.1調圧水槽ではグラウトなど仕上げ工事を年前半で終了させる。

No.1水圧管路では年頭よりペンストックの据付を開始し、その70%の据付工事を終了させる。

No.1発電所では年頭から発電機の据付を開始する。一方、建物の仕上工事を年前半で終了させる。

No.1屋外開閉所では同年10月から機器据付を開始する。

送電線は年間を通じて現地据付工事が実施される。

他方、No.2取水ダムでは右岸部のコンクリート打設を実施し、年末までには完了させる。ダムに付帯するNo.2沈砂池の構造物も年末までに完了させる。

No.2導水路トンネルでは前年に引き続き、トンネル掘削工事を実施するが、同年10月には掘削工事を終了、各横坑とも全線を通じて貫通させる。その後直ちにコンクリート巻立工事に入る。

No.2調圧水槽では、年前半は立坑掘削であるが、年後半にはコンクリート巻立工事に入る。

No.2水圧管路では同年6月からペンストック鋼管の据付を開始する。年内に約70%終了する。

No.2発電所では年頭より発電機の据付を開始する。同時に建物の仕上げ工事を実施、同年中期には完了する。

— 1992年

El Siete No.1プロジェクトでは年頭3ヶ月間に各構造物ではゲートの据付、グラウト工事、ペンストック鋼管据付の残り部分、発電機の据付、No.1屋外開閉所の機器据付を完了。同年4月から順次機器のテストに入る。テスト期間は4ヶ月間とし、平行して土木構造物の仕上げ工事が実施され、同年9月からEl Siete No.1発電所は運転に入るものとする。

一方、 El Siete No.2プロジェクトでは、No.2取水ダムで洪水吐ゲート据付工事は年前半で終了。No.2沈砂池でもゲート据付工事を平行して実施し、年前半で終了させる。

No.2導水路トンネルでは、コンクリート巻立工事およびグラウト工事を同年8月までに終了、No.2調圧水槽も同年5月末までに工事を完成させる。No.2水圧管路ではペンストック鋼管の据付工事を同年8月末までに完了し、No.2発電所およびNo.2屋外開閉所では同年7月末までに機器の据付を完了させる。送電線は同年5月末までに完了させる。

同年9月からは El Siete No.1発電所でテストを終了した技術グループが El Siete No.2に移動し、機器のテストに入る。

テスト期間は4ヶ月間とし、1993年1月から El Siete No.2発電所は運転に入るものとする。(各工事工程についてDwg.-45、Dwg.-46参照)

以上、工事工程につき記述した通り、本工事に関する工事期間は El Siete No.1発電所では44ヶ月間(3年8ヶ月間)、一方、 El Siete No.2発電所では48ヶ月間(4年間)である。但し、両者とも1989年1月に本工事に着手し、完成は前者1992年8月末、後者1992年12月末となる。

第15章　概 算 工 事 費

第15章　概　算　工　事　費

15.1　積算の基本条件 ……15－1

15.2　工　事　単　価 ……15－6

15.3　工　事　数　量 ……15－9

15.4　概算工事費の算定 ……15－9

15.5　年度別、工事費 ……15－9

TABLE LIST

		Page
Table–15.1	Transportation Insurance	15–4
Table–15.2	Materials Unit Price	15–5
Table–15.3	Labor Wages	15–6
Table–15.4	Principal Unit Price of Civil Works	15–7
Table–15.5	Unit Land Cost	15–7
Table–15.6	Unit Compensation Cost for Forest Tree	15–7
Table–15.7	Unit Compensation Cost for Agricultural Crops	15–8
Table–15.8	Unit Compensation Cost for Timber Tree	15–8
Table–15.9	Unit Compensation Cost for Pasturage	15–8
Table–15.10	Unit Construction Cost for Road	15–9
Table–15.11	El Siete No.1 Project	15–10
Table–15.12	El Siete No.2 Project	15–11
Table–15.13	Preparation Works and Land and Compensation	15–12
Table–15.14	No.1 Dam Care of River	15–13
Table–15.15	No.1 Dam	15–14
Table–15.16	No.1 Auxiliary Intake Dam and Intake	15–15
Table–15.17	No.1 Intake	15–16
Table–15.18	No.1 Auxiliary Sedimentation Basin	15–17
Table–15.19	No.2 Auxiliary Connection Tunnel	15–18
Table–15.20	No.2 Headrace Tunnel	15–19
Table–15.21	No.1 Surge Tank	15–20
Table–15.22	No.1 Penstock Line	15–21
Table–15.23	No.1 Powerstation	15–22
Table–15.24	No.1 Tailrace Tunnel	15–23
Table–15.25	No.1 Sub-station	15–24
Table–15.26	Preparation Works and Land and Compensation	15–25
Table–15.27	No.2 Intake Dam and No.2 Intake	15–26

		Page
Table–15.28	No.2 Sedimentation Basin	15–27
Table–15.29	No.2 Headrace Tunnel	15–28
Table–15.30	No.2 Surge Tank	15–29
Table–15.31	No.2 Penstock Line	15–30
Table–15.32	No.2 Power Station	15–31
Table–15.33	No.2 Sub-station	15–32
Table–15.34	Cost of Hydraulic Equipment, Electrical Equipment, Telecommunication Equipment and Transmission Line	15–33
Table–15.35	Annual Construction Cost	15–35
Table–15.36	Annual Construction Cost	15–37

第15章　概　算　工　事　費

15.1　積算の基本条件

(1)　積算方式

El Siete No.1およびNo.2プロジェクトに関する概算工事費の積算には以下の方式が適用される。土木工事に関しては各種工事数量×単価、機器装置にはＣＩＦコスト＋内陸輸送費＋据付費、その他についてはランプ・サム積算とした。

土木工事の数量はDwg-15～Dwg-44、および補完図面より積算した。一方、発送変電機器についてはその定格値、特性、寸法よりＣＩＦコストを積算した。また準備工事、予備費、技術管理費にはランプ・サム積算を適用した。

(2)　工事の分類

El Siete No.1およびNo.2プロジェクトを構成する構造物を以下の項目に分類し、その項目単位で積算するものとした。

- No.1準備工事（用地、補償、建設用道路、橋梁、工事用動力設備、工事用キャンプ、工事用通信設備、その他）
- No.1ダム（河道処理）
- No.1ダム（明り掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、法面保護、橋梁、その他）
- No.1補助ダムおよび補助取水口（明り掘削、コンクリート、金物、法面保護、橋梁、河道処理、その他）
- No.1取水口（掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、その他）
- No.1補助沈砂池（掘削、コンクリート、金物、法面保護、その他）
- No.1補助連絡トンネル（トンネル掘削、コンクリート、金物、その他）
- No.1導水路トンネル（トンネル掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、その他）
- No.1調圧水槽（掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、法面保護、その他）
- No.1水圧管路（掘削、コンクリート、金物、その他）
- No.1発電所（掘削、コンクリート、金物、法面保護、建物、沢水処理水路、橋梁、その他）

- No.1放水路トンネル（掘削、コンクリート、金物、その他）
- No.1変電所（掘削、コンクリート、金物、その他）
- No.2準備工事（用地、建設用道路、橋梁、工事用動力設備、工事用キャンプ、補償、工事用通信設備、その他）
- No.2取水ダムおよび取水口（掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、法面保護、河道処理、橋梁、その他）
- No.2沈砂池（掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、その他）
- No.2導水路トンネル（トンネル掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、その他）
- No.2調圧水槽（掘削、コンクリート、グラウト、金物、ボーリング、法面保護、その他）
- No.2水圧管路（掘削、コンクリート、金物、その他）
- No.2発電所（掘削、コンクリート、金物、法面保護、河道緒切、その他）
- No.2変電所（掘削、コンクリート、金物、その他）

また、発電機器については以下の通り分類した。

- No.1水車・発電機および付属機器
- No.1水門・鉄管
- No.1変電開閉機器
- No.1送電線
- No.2水車・発電機および付属機器
- No.2水門・鉄管
- No.2変電・開閉機器
- No.2送電線

以上の工種による分類は通常水力プロジェクトに適用するものであり、ＩＳＡの内規にも合致するものである。

(3) 積算年次

工事費の積算にあたり、資材物価、労働賃金、労働基準、法規、機器価格、輸送単価、外資との交換レート、などにつき、積算年次を固定する必要がある。

本調査団は1985年1月16日から同年2月25日に至る期間、Colombia国に滞在し、前記の価格・物価につき調査を実施した。一方、ＩＣＥＬとの打合せの結果、積算年次

は“1984年12月”時点で積算するものとした。

(4) 積算に適用する通貨単位

積算に適用する通貨単位は世界経済に通用し、しかも、Colombia経済に最も強い影響を与え、極めて安定しているＵＳドルを使用することにした。工事費の内貨、外貨ともUSドルで表示することにした。したがって、国産資材、労務単価については COL ペソをUSドル通貨に1984年12月時点の交換レートで換算して使用した。

(5) 工事数量の単位

コロンビア国で通常適用され、しかも世界的にも広く使用されているメートル・トン単位を使用した。

(6) 予備費、技術管理費

予備費、技術管理費はＩＳＡが通常水力プロジェクトに適用している直接工事費に対する比率（％）で算定するものとした。

- 予　備　費：土木工事費×15％
  機器　〃　×10％
- 一般技術費：
  （土木工事費＋予備費）×10％
  （機器　〃　＋予備費）×８％

注）技術管理費はプロジェクトの踏査、プレ F/S 、 F/S 設計、工事に関するアドバイザー、検査、企業者（ＩＣＥＬ）の管理費などを含んだものである。

(7) 輸入品に関する関税

関税はＣＩＦ価格に対する比率で表示され、1984年12月時点で適用されている比率は以下の通りである。

Empocol	：	ＣＩＦ×４％
Ley　68	：	〃　×２％
Ley　50	：	〃　×10％
その他諸経費	：	〃　×４％
合　　計	：	ＣＩＦ×20％

上記の比率はＩＳＡも水力プロジェクトに適用している関税率であり、本プロジェクトでも適用するものとした。

(8) 輸送保険

Colombiaで適用されている現行輸送保険料率は以下の通りであり、内陸輸送、海上輸送費の積算に適用するものとした。

Table-15.1 Transportation Insurance

	Actual Insurance Costs	
	Inland transport	Marine transport
Common material	CIF x 0.276%	C&F x 0.225%
Machine and equipments	CIF x 0.276%	C&F x 0.225%
Steel materials	CIF x 0.276%	C&F x 0.225%
Detonator	CIF x 3.44%	C&F x 1.700%
Dynamite	CIF x 4.74%	C&F x 1.700%

上記の輸送保険料は各工事の単価、機器輸送コストに含められる。

(9) 内陸輸送単価

建設資材および輸入機器のプロジェクト地点までの内陸輸送費は以下の現行単価を適用した。

建設資材　0.1 USドル／ton ／km,

機　　器　0.24USドル／ton ／Km,

以上の輸送費は各工事単価に含められるものとした。

(10) 内貨、外貨

- 土木工事；土木工事費は労務費、資材費、工事用機器費、燃料費、管理費、利益で構成される。労務費では外国人技師は外貨分に相当し、他の大部分は内貨である。資材費では掘削工事で内貨外貨費１：１、コンクリート工事で同比　2.5 ： 1.0である。一方、工事用機器では外貨分が大部分である。

  本プロジェクトの土木工事でみると外貨分36.8％、内貨分63.2％となる。（各単価の内貨、外貨配分はTable-15.13 、からTable-15.34参照）

- 機　　器；機器および水門、鉄管ではＦＯＢコストはすべて外貨分、海上輸送、保険、内陸輸送はすべて内貨分、据付工事の20％が外貨分（据付指導）として内貨

・外貨に配分した。機器では外貨73％、内貨27％、水門・鉄管では外貨47％、内貨53％となる。

(1) 建設資材費

コロンビア国での調査；積算に適用した建設資材単価は以下の通りである。

Table-15.2 Materials Unit Price

unit: US$

Materials	Units	Adopted unit price
Cement (50kg/sack)	sack	3.6
Reinforcement steel bar PDR60	ton	700
Reinforcement steel bar D-37	ton	650
Gasoline	lit.	0.25
Diesel oil, lubricating oil	lit.	2.8
Light oil	lit.	2.5
Dynamite	kg	3.2
Steel support	ton	2,800
Wooden form	m^2	6.0

- セメントはMedellin市の ARGOS社セメント工場の購入単価に輸送距離 119kmの輸送費を加算して現地価格とした。
- 鉄筋はMedellin市のSIMESA社の購入価格に輸送費を加算して現地価格とした。
- ガソリン、ヂーゼル油、潤滑油、軽油、ダイナマイトの価格はＩＣＥＬおよびＥＰＭが実施段階にある類似プロジェクトに適用している単価を参考にして求めた。
- 鋼支保工、木製型枠はＩＣＥＬが現在実施している類似プロジェクトの価格を参考にして求めた。

(2) 労務単価

コロンビア国で調査、積算に適用した労務単価は、以下の通りである。この単価は直接人件費に間接費、社会保障費などを加算したもので、 COLペソからUSドルへの交換レートは103 COLペソ／USドル、直接人件費×2.33で算定した。

なお、直接人件単価はＩＣＥＬが実施準備に入っている類似プロジェクト；Miel-1プロジェクトの積算単価を参考にして求めた。

Table-15.3 Labor Wages

Unit: US$

Classification	Labor Wages
Foreign foreman	51.5
Foreman	44.3
Tunnel worker	23.3
Earth worker	18.7
Carpentor	23.3
Mason	23.3
Black smith	23.3
Operator A	32.7
Operator B	19.8
Mechanic	35.0
Electric	35.0
Reinforging bar worker	14.0
Assistant technician	23.3
Welder	14.0
Handy man	14.0
Common	14.0

Note: unit price as of Dec. 1984

15.2 工事単価

(1) 土木工事単価

土木工事の単価は（A）直接費（労務人件費＋資材費＋工事用機械費＋その他）と（B）間接費（管理費＋利益）の和で構成される。その他の中には工事用動力費も含まれている。

本調査団は土木工事の各工種に応じ、類似プロジェクトの労務歩掛り、単位当り資材費、工事用機器の単位価格、間接費の比率を考慮して、積算単価を求めた。一方コロンビア国における近年の類似水力プロジェクトの工事単価も参考にした。

本プロジェクトに適用した主要工事の単価は以下の通りである。

Table-15.4 Principal Unit Price of Civil Works

unit: US$

Work item	Unit price
Open excavation (earth)	5.0/m^3
Open excavation (rock)	12.0/m^3
Tunnel excavation	85.0/m^3
Dam massive concrete	93.0/m^3
Tunnel linning concrete	158.0/m^3
Shotcreate (t: 10 cm)	250.0/m^3
Reinforcement steel bar	1,540.0/ton

(2) 用地単価

ＩＣＥＬが類似プロジェクトの積算に適用している用地単価は以下の通りである。この単価を本プロジェクトにも適用して用地費を積算した。

Table-15.5 Unit Land Cost

unit: COL$/ha

Land classification	Unit price
Plain less 12 deg. inclined	80,000
Inclined A 12 deg. to 25 deg.	65,000
Inclined B more 25 deg. inclined	45,000

(3) 補償単価

補償物件は山林、農産物、樹木、牧草、水没家屋であり、ＩＣＥＬが類似プロジェクトで適用している単価は以下の通りである。この単価を本プロジェクトにも適用し、補償費を算定した。

Table-15.6 Unit Compensation Cost for Forest Tree

Unit: US$/piece

Classification	Quality		
	good	common	low
Forested trees Young forest	0.6	0.45	0.23
Glowing forest	1.4	1.05	0.53
Adoptable wooden forest	4.0	3.0	1.5

Table-15.7 Unit Compensation Cost for Agricultural Crops

unit: US$/ha

Production kinds	Quallity	
	crowing	product
Corn	180	400
Toro, Poteto	300	700
Kidney bean	180	400

Table-15.8 Unit Compensation Cost for Timbe Tree

unit: US$/piece

Classification	Quality		
	good	common	low
Pine, Rose wood	50	35	15
Furniture wood	40	30	12
Log	5	3.5	2
Board wood	20	15	10

Table-15.9 Unit Compensation Cost for Pasturage

unit: US$/ha

Quality	Unit price
Good	300 - 400
Common	200 - 300
Low	120 - 200

- 水没家屋補償

家屋の水没、あるいは工事用地のため移転させる補償であり、ＩＣＥＬが適用している算定方法を使用した。本プロジェクト地域での家屋は算定方式の点数は37で㎡当たり単価49 US ドル／m²、一戸当り床面積平均80m²として、算定すると一戸当たり補償単価は4000USドル／戸である。

El.Siete No.1 ダムで水没あるいは工事のために補償する戸数は、標高1455mまで補償すると８戸である。

(4) 付替道路およびアクセス道路工事単価

本プロジェクトに適用した付替道路およびアクセス道路の建設標準単価は以下の通りである。

Table-15.10 Unit Construction Cost for Road

unit: US$/m

Topografical condition	Unit Construction cost (7 m in width)
Ground gradient 10 deg.	280
Ground gradient 20 deg.	410
Ground gradient 30 deg.	720

15.3 工事数量

土木工事の工事数量は添付したDwg-15～Dwg-44、を基本に補助図を作成して、ＩＳＡ規定の工事項目に準じて算定した。その工事数量は積算内訳表Table-15.13 ～Table-15.34 中の数量の項に記述してある。

15.4 概算工事費の算定

15.1積算の基本条件のもと、15.2工事単価、15.3工事数量を使用し、ユニットプライス方式を適用して概算工事費を算定した。その結果は以下の通りである。

また、算定内訳表はTable-15.13～Table-15.34 に示す通りである。

15.5 年度別工事費

14.6工事工程および工事期間、Dwg-45、Dwg-46、工事工程表に基づき、外貨、内貨別に年度別工事費を以下の基準で算定した。

土木工事については契約時の前途金を10％とし、出来高に応じて、個別に支払うものとした。なお、最終保留金は５％とした。機器装置については契約時の前途金を10％、機器の最終船積時にFOB 価格の支払い、輸送費はその終了時、据付工事は個別出来高支払とした。なお最終保留金は10％とした。

算定結果は以下のTable-15.35～Table-15.36示す通りである。

Table-15.11 El Siete No.1 Project

Item	Description	Measure	Cost (10^3 U.S.$)		
			Total	F.C	L.C
I	Preparation works Land and compensation		6,165	123	6,042
II			32,300	13,171	19,129
II-1	No.1 Dam Care of River		2,680	1,053	1,627
II-2	No.1 Dam		23,360	9,665	13,695
II-3	No.1 Auxiliary Intake Dam and Intake		6,260	2,453	3,807
III			32,500	12,817	19,683
III-1	No.1 Intake		1,650	507	1,143
III-2	No.1 Auxiliary Sedimentation Basin		4,640	1,507	3,133
III-3	No.1 Auxiliary Connection Tunnel		2,510	941	1,569
III-4	No.1 Headrace Tunnel		10,160	3,943	6,217
III-5	No.1 Surge Tank		1,490	556	934
III-6	No.1 Penstock Line		3,000	1,113	1,887
III-7	No.1 Power Station		7,480	3,563	3,917
III-8	No.1 Tailroce Tunnel		690	258	432
III-9	No.1 Sub-station		880	420	451
	Sub - Total	(I - III)	70,965	26,111	44,854
IV	Hydraulic Equipment		16,112	7,533	8,579
V.	Electric-Mechanical Equipment		21,000	15,300	5,700
VI	Telecommunication Eq.		740	590	150
	Sub - Total	(I - VI)	108,817	49,534	59,283
VII	Contingency		14,431	6,260	8,171
VII-1	Civil works		10,645	3,917	6,728
VII-2	Bydraulic & Electric Eq.		3,712	2,284	1,428
VII-3	Telecommunication Eq.		74	59	15
	Sub - Total	(I - VII)	123,248	55,794	67,454
VIII	Engineering and Administration		11,492	5,064	6,428
VIII-1	Civil works		8,161	3,003	5,158
VIII-2	Hydraulic & Electric Eq.		3,331	2,061	1,270
	Sub - Total	(1-VIII)	134,740	60,858	73,882
IX	Transmission Line		16,862	9,723	7,139
IX-1	CIF + Transp + Install		14,194	8,185	6,009
IX-2	Contingency		1,419	818	601
IX-3	Engineering and Administration		1,249	720	529
	Grand - Total		151,602	70,581	81,021

Table-15.12 El Siete No.2 Project

Item	Description	Measure	Cost (10^3 U.S.$)		
			Total	F.C	L.C
I	Preparation works Land and compensation		5,620	123	5,497
II			10,150	4,143	6,007
II-1	No.2 Intake Dam & Intake		10,150	4,143	6,007
III			49,750	18,569	31,181
III-1	No.2 Sedimentation Basin		1,360	471	889
III-2	No.2 Headrace Tunnel		38,240	13,815	24,425
III-3	No.2 Surge Tank		1,810	667	1,143
III-4	No.2 Penstock Line		2,210	807	1,403
III-5	No.2 Powwer Station		4,940	2,297	2,643
III-6	No.2 Sub-station		1,190	512	678
	Sub - Total	(I - III)	65,520	22,835	42,685
IV	Hydrualic Equipment		12,271	4,872	7,399
V	Electric-Mechanical Equipment		13,840	10,080	3,760
VI	Telecommunication Eq.		730	590	140
	Sub - Total	(I - VI)	92,361	38,377	53,984
VII	Contingency		12,513	4,980	7,533
VII-1	Civil works		9,828	3,425	6,403
VII-2	Hydraulic & Electric Eq.		2,612	1,496	1,116
VII-3	Telecommunication Eq.		73	59	14
	Sub - Total	(I - VII)	104,874	43,357	61,517
VIII	Engineering and Administration		9,897	3,994	5,903
VIII-1	Civil works		7,535	2,626	4,909
VIII-2	Hydraulic & Electric Eq.		2,362	1,368	994
	Sub - Total	(I-VIII)	114,771	47,351	67,420
IX	Transmission Line		1,350	779	571
IX-1	CIF + Trnsp + Install		1,136	655	481
IX-2	Contingency		114	66	48
IX-3	Engineering and Administration		100	58	42
	Grand - Total		116,121	48,130	67,991

Table-15.13 Preparation Works and Land and Compensation

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
I - 1	Land		L.S	1	-	-	-	9	-	9
I-2	Construction road									
	Relocation road	Open	km	1.6	300,000	-	300,000	480	-	480
	"	Tunnel	m	-	0	-	-	0	-	-
	Access road	Open	km	9.2	180,000	-	180,000	1,656	-	1,656
	Sub-total									2,145
I-3	Bridge									
	Temporary bridge		m	60	2,000	-	2,000	120	-	120
	Parmanent bridge		m	0	6,000	-	6,000	0	-	0
	Sub-total									120
I-4	Electric power supply equipment for construction									
	Transmission line	115 KV	L.S	1	-	-	-	144	-	144
	"	13.2 KV	L.S	1	-	-	-	1,260	-	1,260
	Switch yard		L.S	1	-	-	-		-	
	Sub-total							1,404	-	1,404
I-5	Temparary construction camp		L.S	1	-	-	-	1,732	-	1,732
I-6	Compensation housing		L.S	1	-	-	-	52	-	52
I-7	Temporary communication equipment		L.S	1	-	-	-	151	112	39
	Total	(I-1 - I-7)			-	-	-	5,604	112	5,492
I-8	Others	10%	L.S	1	-	-	-	561	11	550
	Grand-total	(I-1 - I-8)						6,165	123	6,042

Table-15.14 No.1 Dam Care of River

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
II-1.1	Excavation, Embankment									
	Open excavation	Common	m^3	1,560	4.5	2.9	1.6	8	5	3
	"	Rock	"	5,200	10	5.0	5.0	52	26	26
	"	River bed	"	2,940	9	5.8	3.2	27	17	10
	Tunnel excavation		"	10,460	88	35.2	52.8	921	369	552
	Coffer dam	Core	"	2,740	12	7.2	4.8	33	20	13
	"	Filter	"	1,680	12	7.2	4.8	21	13	8
	"	Rock	"	6,060	10	6.0	4.0	61	37	24
II-1.2	Concrete	River diversion tunnel								
	Concrete	Inlet, Outlet	m^3	330	108	32.4	75.6	36	11	25
	"	Lining	"	4,020	182	74.7	107.3	732	301	431
	"	Plug	"	520	93	27.9	65.1	49	15	34
	Motor injection		"	360	150	43.5	106.5	54	16	38
	Cement grouting		Sack	560	46	17.1	28.9	26	10	16
II-1.3	Metal work									
	Steel rib support	for diversion tunnel	t	60	2,600	494	2,106	156	30	126
	Reinforcement	"	t	150	1,540	293	1,247	231	44	187
II-1.4	Drilling									
	Consolidation		m	200	30	17.1	12.9	6	4	2
	Curtain		m	200	75	42.8	32.2	15	9	6
	Sub-total	(II-1.1 - II-1.4						2,428	927	1,501
II-1.5	Others	10%	L.S	1	-	-	-	252	126	126
	Sub-total	(II-1.5)						252	126	126
	Total	(II-1)						2,680	1,053	1,627

Table-15.15 No.1 Dam

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
II-2.1	Excavation, Embankment									
	Open excavation	Common	m^3	423,800	5	3.2	1.8	2,119	1,357	762
	"	Rock	"	91,900	12	6.0	6.0	1,103	552	551
	"	River bed	"	38,700	9	5.8	3.2	349	225	124
	"	Cut off (common)	"	650	7	4.5	2.5	5	3	2
	"	" (Rock)	"	2,670	15	7.5	7.5	41	21	20
	Tunnel excavation	" (common)	"	740	65	28.0	39.0	49	20	29
	Embankment	Rock	"	3,320	10	6.0	4.0	34	20	14
	Backfill		"	1,930	3	1.5	1.5	6	3	3
II-2.2	Concrete									
	Concrete	Dam	m^3	127,300	93	35.4	57.6	11,839	4,507	7,332
	"	Structure	"	16,000	125	45.0	80.0	2,000	720	1,280
	"	Lining (Cut off)	"	210	182	74.7	107.3	39	16	23
	Mortar injection			40	150	43.5	106.5	6	2	4
	Cement grouting		Sack	12,000	46	17.1	28.9	552	206	346
II-2.3	Metal work									
	Steel rib support		t	10	2,600	494	2,106	26	5	21
	Reinforcement		"	1,230	1,540	293	1,247	1,895	361	1,534
II-2.4	Drilling									
	Consolidation		m	6,360	30	17.1	12.9	191	109	82
	Cuatain		"	3,270	75	42.8	32.2	246	140	106
	Sub-total	(II-2.1 - II-2.4)						20,500	8,267	12,233
II-2.5	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	1,310	250	87.5	162.5	328	115	213
II-2.6	Bridge	B-500 m	m	68	6,000	3,240	2,760	408	221	187
II-2.7	Others	10%	L.S	1	-	-	-	2,124	1,062	1,062
	Sub-total	(II-2.5 - II-2.7)						2,860	1,398	1,462
	Total	(II-2)						23,360	9,665	13,695

Table-15.16 No.1 Auxiliary Intake Dam and Intake

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
II-3.1	Excavation, Backfill									
	Open excavation	common	m^3	69,100	5	3.2	1.8	346	222	124
	"	Rock	"	28,200	12	6.0	6.0	339	170	169
	"	River bed	"	15,500	9	5.8	3.2	140	90	50
	Backfill		"	420	1.5	0.8	0.7	1	1	0
II-3.2	Concrete									
	Concrete	Dam	"	28,100	93	35.4	57.6	2,614	995	1,619
	"	Structure	"	7,680	125	45.0	80.0	960	346	614
II-3.3	Metal work									
	Reinforcement		t	370	1,540	293	1,247	570	109	461
II-3.4	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	240	250	87.5	162.5	60	21	39
II-3.5	Bridge	B = 500 m	m	39	6,000	3,240	2,760	234	127	107
II-3.6	Care of river		L.S	1	-	-	-	420	84	336
II-3.7	Others	10%	L.S	1	-	-	-	576	288	288
	Total	(II-3)						6,260	2,453	3,807
	Grand total	(II-1 - II-3)						32,300	13,171	19,129

Table-15.17 No.1 Intake

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-1.1	Excavation, Backfill									
	Open excavation	Note: Included in	m^3	0	-	-	-	-	-	-
	Tunnel excavation	No.1 Dam	"	600	75	30.0	45.0	45	18	27
	Shaft excavation		"	310	92	36.8	55.2	29	12	17
	Backfill		"	2,710	1.5	0.8	0.7	5	3	2
III-1.2	Concrete									
	Concrete	Structure	"	5,200	175	52.5	122.5	910	273	637
	"	Tunnel lining	"	610	158	64.8	93.2	97	40	57
	Mortar injection		"	20	150	43.5	106.5	3	1	2
	Cement grouting		Sack	540	46	17.1	28.9	25	10	15
III-1.3	Metal work									
	Steel rib support		t	20	2,600	494	2,106	52	10	42
	Reinforcement		"	220	1,540	293	1,247	339	65	274
III-1.4	Drilling									
	Consolidation		m	600	30	17.1	12.9	18	11	7
III-1.5	Others	8%	L.S	1	-	-	-	127	64	63
	Total	(III-1)						1,650	507	1,143

Table-15.18 No.1 Auxiliary Sedimentation Basin

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-2.1	Excavation, Backfill									
	Open excavation	Common	m^3	57,700	5	3.2	1.8	289	185	104
	"	Rock	"	25,200	12	6.0	6.0	303	152	151
	Tunnel excavation		"	140	65	26.0	39.0	10	4	6
	Backfill		"	5,500	1.5	0.8	0.7	9	5	4
III-2.2	Concrete									
	Concrete	Semi structure	"	9,340	125	37.5	87.5	1,168	351	817
	"	Structure	"	9,210	175	52.5	122.5	1,612	484	1,128
	"	Lining	"	90	182	74.7	107.3	17	7	10
	Mortar injection		"	10	150	43.5	106.5	2	1	1
III-2.3	Metal work									
	Steel rib support		t	2	2,600	494	2,106	6	1	5
	Reinforcement		"	590	1,540	293	1,247	909	173	736
III-2.4	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	370	250	87.5	162.5	93	33	60
III-2.5	Others	5%	L.S	1	-	-	-	222	111	111
	Total	(III-2)						4,640	1,507	3,133

Table-15.19 No.2 Auxiliary Connection Tunnel

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-3.1	Excavation									
	Tunnel excavation		m^3	12,730	75	30.0	45.0	955	382	573
	Inclined excavation		"	650	95	38.0	57.0	62	25	37
III-3.2	Concrete									
	Concrete		m^3	5,060	175	71.8	103.2	886	364	522
	Mortar injection		"	880	150	43.5	106.5	132	39	93
III-3.3	Metal work									
	Steel rib support		t	80	2,600	494	2,106	208	40	168
	Reinforcement		"	90	1,540	293	1,247	139	27	112
III-3.4	Others	5%	L.S	1	-	-	-	128	64	64
	Total	(III-3)						2,510	941	1,569

Table-15.20 No.1 Headrace Tunnel

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-4.1	Excavation									
	Open excavation	Common (Adit)	m^3	3,300	4.5	2.9	1.6	15	10	5
	"	Rock (")	"	320	10	5.0	5.0	4	2	2
	Tunnel excavation	Adit	"	2,390	143	57.2	85.8	342	137	205
	"	Headrace	"	46.080	75	30.0	45.0	3,456	1,383	2,073
	Inclined excavation	"	"	350	95	38.0	57.0	34	14	20
III-4.2	Concrete									
	Concrete	Lining (Headrace)	m^3	17,880	175	71.8	103.2	3,129	1,284	1,845
	"	" (Adit)	"	540	230	94.3	135.7	125	51	74
	"	Plug (")	"	220	125	37.5	87.5	28	9	19
	Mortar injection		"	3,170	150	43.5	106.5	476	138	338
	Cement grouting		Sack	12,800	46	17.1	28.9	589	219	370
III-4.3	Metal work									
	Steel rib support	30%	t	180	2,600	494	2,106	468	89	379
	Reinforcement	50%	"	360	1,540	293	1,247	555	106	449
III-4.4	Drilling									
	Consolidation		m	14,950	30	17.1	12.9	449	256	193
III-4.5	Others	5%	L.S	1	-	-	-	490	245	245
	Total	(III-4)						10,160	3,943	6,217

Table-15.21 No.1 Surge Tank

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-5.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	3,900	5	3.2	1.8	20	13	7
	"	Rock	"	5,900	12	6.0	6.0	71	36	35
	Tunnel excavation		"	1,110	75	30.0	45.0	84	34	50
	Shaft excavation		"	3,050	110	44.0	66.0	336	135	201
III-5.2	Concrete									
	Concrete	Lining (Tunnel)	m^3	750	175	71.8	103.2	132	54	78
	"	" (Shaft)	"	1,140	230	94.3	135.7	263	108	155
	Mortar injection		"	100	150	43.5	106.5	15	5	10
	Cement grouting		Sack	930	46	17.1	28.9	43	16	27
III-5.3	Metal work									
	Steel rib support		t	40	2,600	494	2,106	104	20	84
	Reinforcement		"	100	1,540	293	1,247	154	30	124
	Steel liner		"	50	3,000	900	2,100	150	45	105
III-5.4	Drilling									
	Consolidation		m	930	30	17.1	12.9	28	16	12
III-5.5	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	60	250	87.5	162.5	15	6	9
III-5.6	Others	5%	L.S	1				75	38	37
	Total	(III-5)						1,490	556	934

Table-15.22 No.1 Penstock Line

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-6.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	90,490	5	3.2	1.8	453	290	163
	"	Rock	"	10,060	12	6.0	6.0	121	61	60
	Tunnel excavation		"	3,420	75	30.0	45.0	257	103	154
III-6.2	Concrete									
	Concrete	Around penstock	m^3	2,220	160	48.0	112.0	356	107	249
	"	Structure	"	9,860	125	37.5	87.5	1,233	370	863
III-6.3	Metal work									
	Steel rib support		t	40	2,600	494	2,106	104	20	84
	Reinforcement		"	160	1,540	293	1,247	247	47	200
III-6.4	Others	8%	L.S	1				229	115	114
	Total	(III-6)						3,000	1,113	1,887

Table-15.23 No.1 Powerstation

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-7.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	42,660	6.2	4.0	2.2	266	172	94
	"	Rock	"	81,630	12	6.0	6.0	980	490	490
	Backfill		"	3,920	1.5	0.8	0.7	6	3	3
III-7.2	Concrete									
	Concrete	Foundation	m^3	2,350	98	37.3	60.7	231	88	143
	"	Semi structure	"	3,670	159	57.3	101.7	616	222	394
	"	Structure	"	2,200	173	62.3	110.7	381	137	244
	"	Architecture	"	3,080	250	150	100	770	462	308
III-7.3	Metal work									
	Reinforcement		t	710	1,540	293	1,247	1,094	208	886
III-7.4	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	230	250	87.5	162.5	58	21	37
III-7.5	Architecture	20.0mx55.5mx30.8m	L.S	1	(85)	-	-	1,963	1,178	785
III-7.6	Qda Aquila diverting cannel		L.S	1	-	-	-	51	21	30
III-7.7	Bridge	B = 5.00 m	m	95	7,400	3,996	3,404	703	380	323
III-7.4	Others	5%	L.S	1				361	181	180
	Total	(III-7)						7,480	3,563	3,917

Table-15.24 No.1 Tailrace Tunnel

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-8.1	Excavation									
	Tunnel excavation		m^3	3,430	75	30.0	45.0	258	103	155
III-8.2	Concrete									
	Concrete	Tunnel lining	m^3	1,440	175	71.8	103.2	252	104	148
	Mortar injection		"	190	150	43.5	106.5	29	9	20
III-8.3	Metal work									
	Steel rib support		t	18	2,600	494	2,106	47	9	38
	Reinforcement		"	40	1,540	293	1,247	62	12	50
III-8.4	Others	5%	L.S	1	-	-	-	42	21	21
	Total	(III-8)						690	258	432

Table-15.25 No.1 Sub-station

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-9.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	55,680	5	3.2	1.8	279	179	100
	"	Rock	"	6,190	10	5.0	5.0	62	31	31
	Embankment	Common	"	51,300	3	1.5	1.5	154	77	77
III-9.2	Concrete									
	Concrete	Structure	m^3	1,350	193	69.5	123.5	261	94	167
III-9.3	Metal work									
	Reinforcement		t	50	1,540	462	1,078	77	24	53
III-9.4	Others	5%	L.S	1	-	-	-	47	24	23
	Total	(III-9)						880	429	451
	Grand total	(III-1 - III-9)						32,500	12,817	19,683

Table-15.26 Preparation Works and Land and Compensation

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
I - 1	Land		L.S	1	-	-	-	4	-	4
I-2	Construction road									
	Relocation road	Open	km	0.1	300,000	-	300,000	30	-	30
	"	Tunnel	m	170	5,500	-	5,500	935	-	935
	Access road	Open	km	8.1	180,000	-	180,000	1,458	-	1,458
	Total							2,423	-	2,423
I-3	Bridge									
	Temporary bridge	Access road	m	20	2,000	-	2,000	40	-	40
	Parmanent bridge	" "	m	0	6,000	-	6,000	0	-	0
	Total							40		40
I-4	Electric power supply equipment for construction									
	Transmission line	115 KV	km	10	24,000	-	24,000	240	-	240
	"	13.2 KV	L.S	1	-	-	-	1,260	-	1,260
	Switch yard		"	1	-	-	-			
	Total							1,500	-	1,500
I-5	Temparary construction camp		L.S	1	-	-	-	990	-	990
I-6	Compensation housing		L.S	0	-	-	-	-	-	-
I-7	Temporary communication equipment		L.S	1	-	-	-	151	112	39
	Sub-total	(I-1 - I-7)						5,108	112	4,996
I-8	Others	10%	L.S	1	-	-	-	512	11	501
	Grand-total	(I-1 - I-8)						5,620	123	5,497

Table-15.27 No.2 Intake Dam and No.2 Intake

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
II-1.1	Excavation, Backfill									
	Open excavation	Common	m^3	178,080	5	3.2	1.8	891	570	321
	"	Rock	"	45,740	12	6.0	6.0	549	275	274
	"	River bed	"	2,770	9	5.8	3.2	25	16	9
	Tunnel excavation		"							
	Backfill		"	3,400	1.5	0.8	0.7	6	3	3
II-1.2	Concrete									
	Concrete	Dam	m^3	55,190	93	35.4	57.6	5,133	1,954	3,179
	"	Structure	"	4,880	125	45.0	80.0	610	220	390
	Cement grouting		Sack	7,350	46	17.1	28.9	339	126	213
II-1.3	Metal work									
	Reinforcement		t	470	1,540	293	1,247	724	138	586
II-1.4	Drilling									
	Consolidation		m	4,620	30	17.1	12.9	139	79	60
	Curtain		"	1,520	75	42.8	32.2	114	65	49
II-1.5	Excavation surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	250	250	87.5	162.5	63	22	41
II-1.6	Care of river		L.S	1	-	-	-	380	76	304
II-1.7	Bridge		m	40	6,000	3,240	2,760	240	130	110
II-1.8	Others	10%	L.S	1	-	-	-	937	469	468
	Grand total	(II-1.1 - II-1.8)						10,150	4,143	6,007

Table-15.28 No.2 Sedimentation Basin

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-1.1	Excavation									
	Open excavation	Include in No.2 Intake Dam								
	Tunnel excavation		m^3	270	75	30.0	45.0	21	8	13
	Shaft excavation		"	150	160	64.0	96.0	24	10	14
III-1.2	Concrete									
	Concrete	Mass concrete	m^3	8,150	93	35.4	57.6	758	289	469
	"	Structure	"	1,550	125	37.5	87.5	194	58	136
	"	Lining (Tunnel)	"	170	175	71.8	103.2	30	12	18
	"	" (Shaft)	"	80	230	94.3	135.7	19	8	11
	Mortar injection		"	30	150	43.5	106.5	5	2	3
	Cement grouting		Sack	120	46	17.1	28.9	6	2	4
III-1.3	Metal work									
	Steel rib support		t	10	2,600	494	2,106	26	5	21
	Reinforcement		"	120	1,540	293	1,247	185	35	150
	Steel liner		"	6	3,000	900	2,100	18	5	13
III-1.4	Drilling									
	Consolidation		m	120	30	17.1	12.9	4	2	2
III-1.5	Others	5%	L.S	1	-	-	-	70	35	35
	Total	(III-1.1 - III-1.5)						1,360	471	889

Table-15.29 No.2 Headrace Tunnel

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-2.1	Excavation									
	Open excavation	Common (Adit)	m^3	4,950	4.5	2.9	1.6	23	15	8
	"	Rock (")	"	500	10	5.0	5.0	5	3	2
	Tunnel excavation	Adit	"	5,300	143	57.2	85.8	758	304	454
	"	Headrace	"	154,120	75	30.0	45.0	11,559	4,624	6,935
III-2.2	Concrete									
	Concrete	Lining (Headrace)	m^3	61,460	175	71.8	103.2	10,756	4,413	6,343
	"	(Adit)	"	1,200	230	94.3	135.7	276	114	162
	"	Plug (")	"	450	125	37.5	87.5	57	17	40
	Mortar injection		"	9,140	150	43.5	106.5	1,371	398	973
	Cement grouting		Sack	36,660	46	17.1	28.9	1,687	627	1,060
III-2.3	Metal work									
	Steel rib support		t	1,770	2,600	494	2,106	4,602	875	3,727
	Reinforcement		"	2,600	1,540	293	1,247	4,004	762	3,242
III-2.4	Drilling									
	Consolidation		m	43,970	30	17.1	12.9	1,320	752	568
III-2.5	Others	5%	L.S	1	-	-	-	1,822	911	911
	Total	(III-2.1 - III-2.5)						38,240	13,815	24,425

Table-15.30 No.2 Surge Tank

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-3.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	1,990	5	3.2	1.8	10	7	3
	"	Rock	"	2,980	12	6.0	6.0	36	18	18
	Tunnel excavation		"	1,210	75	30.0	45.0	91	37	54
	Shaft excavation		"	4,500	110	44.0	66.0	495	198	297
III-3.2	Concrete									
	Concrete	Lining (Tunnel)	m^3	800	175	71.8	103.2	140	58	82
	"	(Shaft)	"	1,630	230	94.3	135.7	375	154	221
	Mortar injection		"	100	150	43.5	106.5	15	5	10
	Cement grouting		Sack	930	46	17.1	28.9	43	16	27
III-3.3	Metal work									
	Steel rib support		t	50	2,600	494	2,106	130	25	105
	Reinforcement		"	130	1,540	293	1,247	201	39	162
	Steel liner		"	48	3,000	900	2,100	144	44	100
III-3.4	Drilling									
	Consolidation		m	970	30	17.1	12.9	30	17	13
III-3.5	Excavated surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	40	250	87.5	162.5	10	4	6
III-3.5	Others	5%	L.S	1	-	-	-	90	45	45
	Total	(III-3)						1,810	667	1,143

Table-15.31 No.2 Penstock Line

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-4.1	Excavation									
	Open excavation	Common	m^3	65,400	5	3.2	1.8	327	210	117
	"	Rock	"	7,270	12	6.0	6.0	88	44	44
	Tunnel excavation		"	1,480	75	30.0	45.0	111	45	66
III-4.2	Concrete									
	Concrete	Around penstock	m^3	920	160	48.0	112.0	148	45	103
	"	Structure	"	8,690	125	37.5	87.5	1,087	326	761
III-4.3	Metal work									
	Steel rib support		t	20	2,600	494	2,106	52	10	42
	Reinforcement		"	150	1,540	293	1,247	231	44	187
III-4.5	Others	8%	L.S	1	-	-	-	166	83	83
	Total	(III-4.1 - III-4.4)						2,210	807	1,403

Table-15.32 No.2 Power Station

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-5.1	Excavation, Backfill									
	Open excavation	Common	m^3	39,100	6.2	4.0	2.2	243	157	86
	"	Rock	"	32,400	12	6.0	6.0	389	195	194
	Backfill		"	3,400	1.5	0.8	0.7	6	3	3
III-5.2	Concrete									
	Concrete	Foundation	m^3	3,690	98	37.3	60.7	362	138	224
	"	Semi structure	"	1,920	159	57.3	101.7	306	111	195
	"	Structure	"	1,280	173	62.3	110.7	222	80	142
	"	Architecture	"	2,530	250	150.0	100.0	633	380	253
III-5.3	Metal work									
	Reinforcement		t	490	1,540	293	1,247	755	144	611
III-5.4	Excavation surface protection									
	Shotcrete	t = 10 cm	m^3	300	250	87.5	162.5	75	27	48
III-5.5	Architecture	18.0mx52.0mx18.8m	L.S	1	-	-	-	1,496	898	598
III-5.6	Care of river		"	1	-	-	-	210	42	168
III-5.7	Others	5%	L.S	1	-	-	-	243	122	121
	Total	(III-5.1 - III-5.7)						4,940	2,297	2,643

Table-15.33 No.2 Sub-station

Item	Description	Measure	Unit	Quantity	Unit Price (U.S.$)			Cost (10^3 U.S. $)		
					Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local
III-6.1	Excavation, Embankment									
	Open excavation	Common	m^3	44,600	5	3.2	1.8	223	143	80
	"	Rock	"	5,000	10	5.0	5.0	50	25	25
	Embankment	Common	"	28,200	3	1.5	1.5	85	43	42
III-6.2	Concrete									
	Concrete	Structure	m^3	3,340	193	69.5	123.5	645	232	413
III-6.3	Metal work									
	Reinforcement		t	80	1,540	462	1,078	124	37	87
III-6.4	Others	5%	L.S	1	-	-	-	63	32	31
	Total	(III-6.1 - III-6.4)						1,190	512	678
	Grand total	(III-1 - III-6)						49,750	18,569	31,181

Table-15.34 Cost of Hydraulic Equipment, Electrical Equipment, Telecommunication Equipment and Transmission Line

Description	Cost			F.O.B	C.I.F	Tax	Tr	Install	
	Total	F.C	L.C	F.C	F.C	L.C	L.C	F.C	L.C
El Siete No.1									
IV Hydraulic Equipment	16,112	7,533	8,579	6,848	685	1,508	243	-	6,828
Gate	8,566	5,513	3,053	5,012	501	1,103	235	-	1,715
Trashrack	361	128	233	116	12	26	8	-	199
Penstock	7,185	1,892	5,293	1,720	172	379	-	-	4,914
V Electric-Mechanical Eq.	21,000	15,300	5,700	13,640	1,360	3,000	1,500	300	1,200
VI Telecommunication Eq.	740	590	150	465	45	103	26	80	21
VIII Transmission Line	15,330	8,840	6,490	7,600	1,240	1,670	420	-	4,400
El Siete No.2									
IV Hydraulic Equipment	12,271	4,872	7,399	4,428	444	976	131	-	6,292
Gate	4,331	2,780	1,551	2,527	253	556	130	-	865
Trashrack	18	6	12	5	1	2	1	-	9
Penstock	7,922	2,086	5,836	1,896	190	418	-	-	5,418
V Electric-Mechanical Eq.	13,840	10,080	3,760	8,980	900	1,980	990	200	790
VI Telecommunication Eq.	730	590	140	465	45	97	24	80	19

Table-15.35 Annual Construction Cost

El Siete No. 1 Power Station

Item	Description	Measure	Cost (10^3 US$)			1988						1989								
						1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6		
			Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.
I.	Preparation Works, Land and Compensation		6,165	123	6,042	554	0	554	3,769	123	3,646	1,842	0	1,842						
II.			32,300	13,171	19,129							2,190	977	1,213	4,736	2,444	2,292	7,206	2,881	4,32
II-1	No.1 Dam Care of River		2,680	1,053	1,627							988	395	593	1,586	615	971			
II-2	No.1 Dam		23,360	9,665	13,695							881	515	366	2,725	1,575	1,150	5,795	2,355	3,44
II-3	No.1 Auxiliary Intake Dam and Intake		6,260	2,453	3,807							321	67	254	425	254	171	1,411	526	885
III.			32,500	12,817	19,683	185	100	85	369	200	169	723	388	335	2,512	1,208	1,304	7,178	2,776	4,402
III-1	No.1 Intake		1,650	507	1,143													105	32	73
III-2	No.1 Auxiliary Sedimentation Basin		4,640	1,507	3,133							78	45	33	471	273	198	1,286	396	890
III-3	No.1 Auxiliary Connection Tunnel		2,510	941	1,569															
III-4	No.1 Headrace Tunnel		10,160	3,943	6,217										170	68	102	1,183	448	735
III-5	No.1 Surge Tank		1,490	556	934										58	32	26	661	240	421
III-6	No.1 Penstock Line		3,000	1,113	1,887							48	30	18	681	318	363	291	181	110
III-7	No.1 Power Station		7,480	3,563	3,917	185	100	85	369	200	169	597	313	284	1,132	517	615	3,422	1,366	2,056
III-8	No.1 Tailrace Tunnel		690	258	432													120	45	75
III-9	No.1 Sub-station		880	429	451													110	68	42
	Sub-total	(I-III)	70,965	26,111	44,854	739	100	639	4,138	323	3,815	4,755	1,365	3,390	7,248	3,652	3,596	14,384	5,657	8,727
IV.	Hydraulic Equipment		16,112	7,533	8,579													1,165	471	694
V.	Electric - Mechanical Equipment		21,000	15,300	5,700							2,100	1,530	570				7,650	6,375	1,275
VI.	Telecommunication Equipment		740	590	150							74	59	15						
	Sub-total	(I-VI)	108,817	49,534	59,283	739	100	639	4,138	323	3,815	6,929	2,954	3,975	7,248	3,652	3,596	23,199	12,503	10,696
VII.	Contingency		14,431	6,260	8,171	111	15	96	621	49	572	930	364	566	1,087	548	539	3,040	1,534	1,506
VII-1	Civil Works		10,645	3,917	6,728	111	15	96	621	49	572	713	205	508	1,087	548	539	2,158	849	1,309
VII-2	Hydraulic & Electrical Equipment		3,712	2,284	1,428							210	153	57				882	685	197
VII-3	Telecommunication Equipment		74	59	15							7	6	1						
	Sub-total	(I-VII)	123,248	55,794	67,454	850	115	735	4,759	372	4,387	7,859	3,318	4,541	8,335	4,200	4,135	26,239	14,037	12,202
VIII.	Engineering and Administration		11,492	5,064	6,428	85	12	73	476	37	439	738	297	441	834	420	414	2,430	1,253	1,177
VIII-1	Civil Works		8,161	3,003	5,158	85	12	73	476	37	439	547	157	390	834	420	414	1,654	650	1,004
VIII-2	Hydraulic & Electrical Equipment		3,331	2,061	1,270							191	140	51				776	603	173
	Sub-total	(I-VIII)	134,740	60,858	73,882	935	127	808	5,235	409	4,826	8,597	3,615	4,982	9,169	4,620	4,549	28,669	15,290	13,379
IX.	Transmission Line		16,862	9,723	7,139													1,686	972	714
IX-1	CIF + Transp + Install		14,194	8,185	6,009													1,419	818	601
IX-2	Contingency		1,419	818	601													142	82	60
IX-3	Engineering and Administration		1,249	720	529													125	72	53
	Grand-total		151,602	70,581	81,021	935	127	808	5,235	409	4,826	8,597	3,615	4,982	9,169	4,620	4,549	30,355	16,262	14,093

(Unit: Thousand US$)

7 - 12		1989						1990						1991						1992					
		1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12		
F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.
123	3,646	1,842	0	1,842																					
		2,190	977	1,213	4,736	2,444	2,292	7,206	2,881	4,325	7,097	2,605	4,492	7,558	2,791	4,767	2,567	1,064	1,503	946	409	537			
		988	395	593	1,586	615	971										93	37	56	13	6	7			
		881	515	366	2,725	1,575	1,150	5,795	2,355	3,440	6,479	2,354	4,125	6,479	2,354	4,125	866	448	418	135	64	71			
		321	67	254	425	254	171	1,411	526	885	618	251	367	1,079	437	642	1,608	579	1,029	798	339	459			
200	169	723	388	335	2,512	1,208	1,304	7,178	2,776	4,402	5,759	2,270	3,489	6,941	2,579	4,362	7,006	2,556	4,450	1,827	740	1,087			
								105	32	73	45	21	24	1,458	433	1,025	42	21	21						
		78	45	33	471	273	198	1,286	396	890	1,291	364	927	860	241	619	654	188	466						
											399	150	249	668	247	421	1,185	456	729	258	88	170			
					170	68	102	1,183	448	735	1,547	597	950	1,511	582	929	4,265	1,619	2,646	1,484	629	855			
					58	32	26	661	240	421	583	210	373	188	74	114									
		48	30	18	681	318	363	291	181	110	504	147	357	888	267	621	503	147	356	85	23	62			
200	169	597	313	284	1,132	517	615	3,422	1,366	2,056	890	535	355	885	532	353									
								120	45	75	205	77	128	365	136	229									
								110	68	42	295	169	126	118	67	51	357	125	232						
323	3,815	4,755	1,365	3,390	7,248	3,652	3,596	14,384	5,657	8,727	12,856	4,875	7,981	14,499	5,370	9,129	9,573	3,620	5,953	2,773	1,149	1,624			
								1,165	471	694	910	282	628	7,562	4,964	2,598	4,599	1,439	3,160	1,876	377	1,499			
		2,100	1,530	570				7,650	6,375	1,275	8,306	6,441	1,865	874	87	787	801	80	721	1,269	787	482			
		74	59	15										575	467	108	54	34	20	37	30	7			
323	3,815	6,929	2,954	3,975	7,248	3,652	3,596	23,199	12,503	10,696	22,072	11,598	10,474	23,510	10,888	12,622	15,027	5,173	9,854	5,955	2,343	3,612			
49	572	930	364	566	1,087	548	539	3,040	1,534	1,506	2,849	1,403	1,446	3,077	1,358	1,719	1,981	698	1,283	735	291	444			
49	572	713	205	508	1,087	548	539	2,158	849	1,309	1,928	731	1,197	2,175	806	1,369	1,436	543	893	416	171	245			
		210	153	57				882	685	197	921	672	249	844	505	399	540	152	388	315	117	198			
		7	6	1										58	47	11	5	3	2	4	3	1			
372	4,387	7,859	3,318	4,541	8,335	4,200	4,135	26,239	14,037	12,202	24,921	13,001	11,920	26,587	12,246	14,341	17,008	5,871	11,137	6,690	2,634	4,056			
37	439	738	297	441	834	420	414	2,430	1,253	1,177	2,289	1,152	1,137	2,460	1,103	1,357	1,581	553	1,028	599	237	362			
37	439	547	157	390	834	420	414	1,654	650	1,004	1,478	560	918	1,667	617	1,050	1,101	416	685	319	134	185			
		191	140	51				776	603	173	811	592	219	793	486	307	480	137	343	280	103	177			
409	4,826	8,597	3,615	4,982	9,169	4,620	4,549	28,669	15,290	13,379	27,210	14,153	13,057	29,047	13,349	15,698	18,589	6,424	12,165	7,289	2,871	4,418			
								1,686	972	714	11,329	8,265	3,064	1,804	-	1,804	2,043	486	1,557						
								1,419	818	601	9,537	6,958	2,579	1,518	-	1,518	1,720	409	1,311						
								142	82	60	953	695	258	152	-	152	172	41	131						
								125	72	53	839	612	227	134	-	134	151	36	115						
409	4,826	8,597	3,615	4,982	9,169	4,620	4,549	30,355	16,262	14,093	38,539	22,418	16,121	30,851	13,349	17,502	20,632	6,910	13,722	7,289	2,871	4,418	-	-	-

Table-15.36 Annual Construction Cost

El Siete No. 2 Power Station

Item	Description	Measure	Cost (10^3 US$)			1988						1989								
						1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6		
			Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.
I.	Preparation Works, Land and Compensation		5,620	123	5,497	330	-	330	2,011	123	1,888	2,394	-	2,394	885	-	885			
II.			10,150	4,143	6,007							311	64	247	1,234	699	535	2,541	1,003	1,538
II-1	No.2 Intake Dam & Intake		10,150	4,143	6,007							311	64	247	1,234	699	535	2,541	1,003	1,538
III.			49,750	18,569	31,181							867	340	527	2,945	1,211	1,734	6,421	2,300	4,121
III-1	No.2 Sedimentation Basin		1,360	471	889													94	30	64
III-2	No.2 Headrace Tunnel		38,240	13,815	24,425							362	130	232	2,281	829	1,452	4,362	1,519	2,843
III-3	No.2 Surge Tank		1,810	667	1,143										14	8	6	422	146	276
III-4	No.2 Penstock Line		2,210	807	1,403										77	47	30	227	142	85
III-5	No.2 Power Station		4,940	2,297	2,643							386	137	249	333	185	148	1,295	452	843
III-6	No.2 Sub-station		1,190	512	678							119	73	46	240	142	98	21	11	10
	Sub-total	(I-III)	65,520	22,835	42,685	330	-	330	2,011	123	1,888	3,572	404	3,168	5,064	1,910	3,154	8,962	3,303	5,659
IV.	Hydraulic Equipment		12,271	4,872	7,399													792	208	584
V.	Electric - Mechanical Equipment		13,840	10,080	3,760							1,384	1,008	376						
VI.	Telecommunication Equipment		730	590	140							73	59	14						
	Sub-total	(I-VI)	92,361	38,377	53,984	330	-	330	2,011	123	1,888	5,029	1,471	3,558	5,064	1,910	3,154	9,754	3,511	6,243
VII.	Contingency		12,513	4,980	7,533	50	-	50	302	19	283	681	168	513	760	287	473	1,423	516	907
VII-1	Civil Works		9,828	3,425	6,403	50	-	50	302	19	283	536	61	475	760	287	473	1,344	495	849
VII-2	Hydraulic & Electrical Equipment		2,612	1,496	1,116							138	101	37				79	21	58
VII-3	Telecommunication Equipment		73	59	14							7	6	1						
VIII.	Engineering and Administration		9,897	3,994	5,903	38	-	38	231	14	217	539	141	398	582	220	362	1,101	398	703
VIII-1	Civil Works		7,535	2,626	4,909	38	-	38	231	14	217	411	47	364	582	220	362	1,031	380	651
VIII-2	Hydraulic & Electrical Equipment		2,362	1,368	994							128	94	34				70	18	52
	Sub-total	(I-VIII)	114,771	47,351	67,420	418	-	418	2,544	156	2,388	6,249	1,780	4,469	6,406	2,417	3,989	12,278	4,425	7,853
IX.	Transmission Line		1,350	779	571													136	79	57
IX-1	CIF + Transp + Install		1,136	655	481													114	66	48
IX-2	Contingency		114	66	48													12	7	5
IX-3	Engineering and Administration		100	58	42													10	6	4
	Grand-total		116,121	48,130	67,991	418	-	418	2,544	156	2,388	6,249	1,780	4,469	6,406	2,417	3,989	12,414	4,504	7,910

(Unit: Thousand US$)

7 - 12		1989						1990						1991						1992					
		1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12			1 - 6			7 - 12		
F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.
123	1,888	2,394	-	2,394	885	-	885																		
		311	64	247	1,234	699	535	2,541	1,003	1,538	1,236	494	742	1,980	766	1,214	2,399	884	1,515	449	233	216			
		311	64	247	1,234	699	535	2,541	1,003	1,538	1,236	494	742	1,980	766	1,214	2,399	884	1,515	449	233	216			
		867	340	527	2,945	1,211	1,734	6,421	2,300	4,121	6,745	2,504	4,241	6,472	2,492	3,980	9,847	3,601	6,246	14,402	5,275	9,127	2,051	846	1,205
								94	30	64	233	89	144	420	160	260	453	148	305	160	44	116			
		362	130	232	2,281	829	1,452	4,362	1,519	2,843	4,362	1,519	2,843	4,362	1,519	2,843	7,615	2,702	4,913	12,921	4,786	8,135	1,975	811	1,164
					14	8	6	422	146	276	322	123	199	297	114	183	340	120	220	339	121	218	76	35	41
					77	47	30	227	142	85	476	198	278	448	130	318	608	181	427	374	109	265			
		386	137	249	333	185	148	1,295	452	843	1,352	575	777	945	569	376	629	379	250						
		119	73	46	240	142	98	21	11	10							202	71	131	608	215	393			
123	1,888	3,572	404	3,168	5,064	1,910	3,154	8,962	3,303	5,659	7,981	2,998	4,983	8,452	3,258	5,194	12,246	4,485	7,761	14,851	5,508	9,343	2,051	846	1,205
								792	208	584	435	279	156	3,152	1,774	1,378	3,591	1,657	1,934	3,109	710	2,399	1,192	244	948
		1,384	1,008	376							5,183	4,212	971	5,523	4,249	1,274	577	58	519	779	296	483	394	257	137
		73	59	14										568	467	101	52	34	18	37	30	7			
123	1,888	5,029	1,471	3,558	5,064	1,910	3,154	9,754	3,511	6,243	13,599	7,489	6,110	17,695	9,748	7,947	16,466	6,234	10,232	18,776	6,544	12,232	3,637	1,347	2,290
19	283	681	168	513	760	287	473	1,423	516	907	1,759	899	860	2,193	1,139	1,054	2,259	848	1,411	2,621	930	1,691	465	174	291
19	283	536	61	475	760	287	473	1,344	495	849	1,197	450	747	1,268	489	779	1,837	673	1,164	2,228	826	1,402	306	125	181
		138	101	37				79	21	58	562	449	113	868	603	265	417	172	245	389	101	288	159	49	110
		7	6	1										57	47	10	5	3	2	4	3	1			
14	217	539	141	398	582	220	362	1,101	398	703	1,412	740	672	1,785	946	839	1,779	670	1,109	2,053	724	1,329	377	141	236
14	217	411	47	364	582	220	362	1,031	380	651	918	345	573	972	375	597	1,408	516	892	1,708	633	1,075	236	96	140
		128	94	34				70	18	52	494	395	99	813	571	242	371	154	217	345	91	254	141	45	96
156	2,388	6,249	1,780	4,469	6,406	2,417	3,989	12,278	4,425	7,853	16,770	9,128	7,642	21,673	11,833	9,840	20,504	7,752	12,752	23,450	8,198	15,252	4,479	1,662	2,817
								136	79	57	906	661	245	144	-	144	164	39	125						
								114	66	48	763	556	207	121	-	121	138	33	105						
								12	7	5	76	56	20	12	-	12	14	3	11						
								10	6	4	67	49	18	11	-	11	12	3	9						
156	2,388	6,249	1,780	4,469	6,406	2,417	3,989	12,414	4,504	7,910	17,676	9,789	7,887	21,817	11,833	9,984	20,668	7,791	12,877	23,450	8,198	15,252	4,479	1,662	2,817

第16章　財務および経済分析

第１６章　財務および経済分析

16.1　評価のフロー ……16－1
16.2　財務分析 ……16－3
16.2.1　財務評価の認識の立場 ……16－3
16.2.2　財務分析のための計算条件 ……16－4
16.3　経済分析 ……16－5
16.3.1　コロンビア国内で調達される資機材と労働力の変換係数 ……16－6
16.3.2　コロンビア電力系統の長期限界コスト ……16－7
16.4　結　　論 ……16－8
16.4.1　財務的な収益性 ……16－8
16.4.2　国民経済からみた本プロジェクトの収益性 ……16－9
16.4.3　感度分析 ……16－10

FIGURE LIST

		Page
Fig. 16–1	Sensitivity Analysis	16–11

TABLE LIST

Table–16.1	Construction Cost of the Project	16–3
Table–16.2	Financial & Economic Costs Comparison	16–12
Table–16.3	Financial & Economic Benefits Comparison	16–13
Table–16.4	Financial & Economic Cost Flow	16–14
Table–16.5	Financial Internal Rate of Return (FIRR)	16–15
Table–16.6	Economic Internal Rate of Return (EIRR)	16–16

第16章　財務および経済分析

Atrato川水力発電計画は（設備出力 160MW）1993年にコロンビア国の全国連系電力系統（1993年時点の最大電力需要は 8,072MW）に組込まれる予定である。この場合、全電力系統の経済性の観点からみれば他の代替水力との競合関係において電力系統の総費用の現在価値が最小となるプロジェクトとしてAtrato川水力が開発されているかどうかは明確ではない。しかしながら調査団は本プロジェクトが他の開発予定の水力と比較し、平均発電コストでは最も低廉なプロジェクトの一つであり、したがって下記に示す評価手法によって本プロジェクトを財務的、経済的に評価しても何んら問題はないと考える。

なお本プロジェクトは El Siete No.1 発電所（75MW）と El Siete No.2 発電所（85MW）とからなるが、その水路系から両発電所を夫々単独で建設することは経済性を著しく欠くことになる。すなわち、本プロジェクトの最上流に位置する主ダムは El Siete No.1 および El Siete No.2 発電所で共有されるべき性格のもので El Siete No.1 発電所単独で建設されるべきものではない。一方 El Siete No.2 発電所だけを単独で建設することも水路構造物との関係で単独では存在しえない。

一方電力需要の観点からみれば、全国連系電力系統の1993年の電力需給バランスからみて、El Siete No.1 および No.2 両発電所の同時運転開始は必要条件となっている。

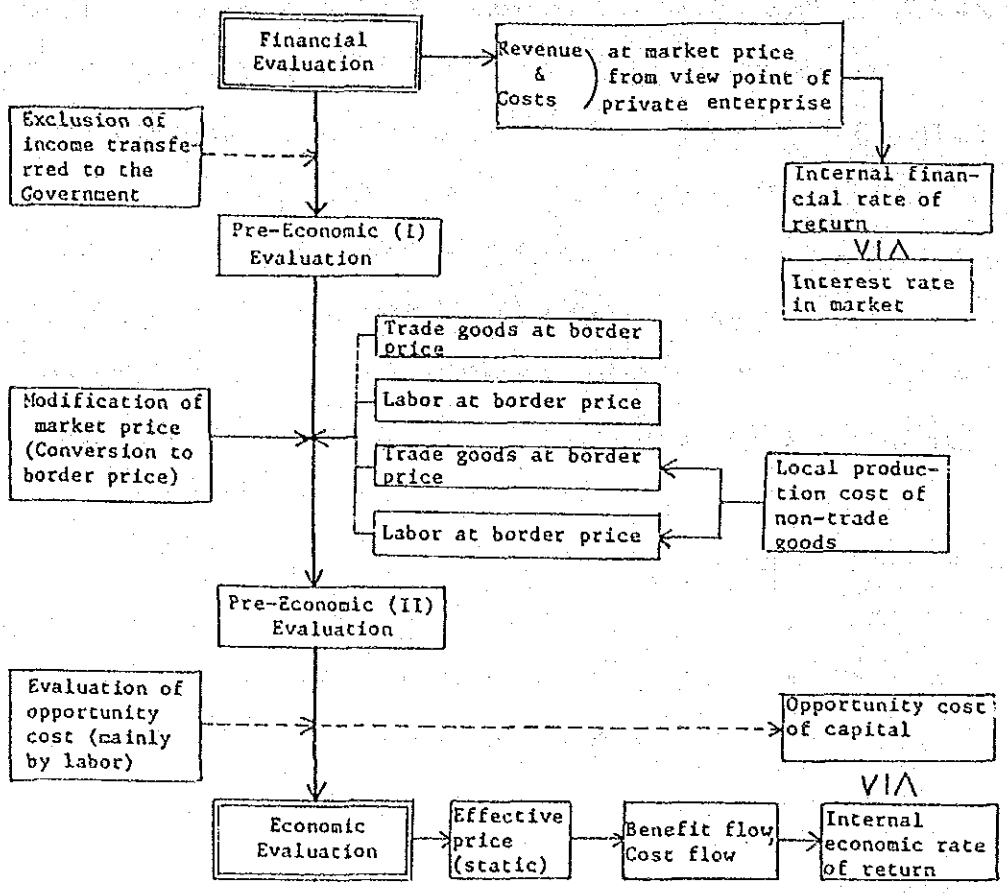
このように、本プロジェクトの水路系および電力需要バランスからみて夫々単独にプロジェクトの評価を実施するのは適切ではなく一つの水力発電計画として評価するのが妥当である。

16.1　評価のフロー

水力電源開発は対象地域のみならず国全体の社会・経済にまで大きな影響を及ぼす。すなわちコロンビア・ペソで支払われる工事費の支出は資機材需要を発生させ、地域の所得向上、雇用機会の創出、インフレの影響を受けることが少ないことによる電気料金の長期安定、石油又は石炭等の化石燃料の節減、さらにはプロジェクト関連地域の道路の整備等の間接的な波及効果も生じせしめる。

このような効果を計測するため調査団は世界銀行（ＩＢＲＤ）等の国際金融機関が推奨しているプロジェクト評価手法に出来るだけ近づけるものとし、下記のような評価軸によって評価のプロセスを進めるものとする。

[Flow Chart of Economic Evaluation of Project]



16.2 財務分析

電力プロジェクトは一般的に公共財として扱われ、国の安定供給政策の中で政策的低価格で電気料金が決められている場合が多い。コロンビア国も電気料金は他の物価と比較し、低価格でありその是正を国際金融機関からもとめているのが現状である。調査団はこのような現状認識の上に立って、本プロジェクトが必要とし、コロンビア国内で調達される資機材、サービス等については競争的な市場価格で評価するものとし、又本プロジェクトの産出物である電気の卸売料金については、1985年2月に現地調査時においてＩＳＡが各電力会社に統一的に決めている料金でもって評価するものとした。

なお水車発電機、屋外開閉所機器、230kV送電線用の鉄塔、がいし、電線（アルミ電線）、さらにゲート・ペンストック等については国際的な競争価格を想定し、これら資機材については一律ＣＩＦ価格に対し20％課税されるものとした。

これらプロジェクトの市場価格による工事費（投資額）については1984年末の国際市場価格およびコロンビア国内の市場価格によるものである。本プロジェクトの財務評価の対象となる工事費をTable －16.1に示す。

Table-16.1 Construction Cost of the Project

	Foreign Currency (10^3U.S.$)	Local Currency (10^3U.S.$)	Total (10^3U.S.$)
1) Civil Works	77,063	129,312	206,375
2) Electrical & Mechanical Equipment	29,847	11,672	41,519
3) Communication Equipment	1,299	318	1,617
4) Transmission Lines	10,502	7,710	18,212
Total	118,711	149,012	267,723

16.2.1 財務評価の認識の立場

財務的評価を実施するに当っては競争的な市場価格によるものとすることについては既に述べた通りであるが、財務的健全性の評価に当たっては総資本の立場からみた評価と公的企業の立場からみた評価の２つの側面からの評価を行うものとする。この場合、公的企業の立場での評価においては外貨分は外国からの借款によるものとし、

内貨分については国からの出資金を前提に評価するものとする。

16.2.2 財務分析のための計算条件

(1) 資金調達

1) 内貨分については全額コロンビア国政府の出資によるものとする。

2) 外貨分については、金利7％とし、建設期間中は据置き、10年元利均等払いとする。

(2) プロジェクト・コスト

コロンビア国内での他の水力プロジェクトの実績を参考にし、輸入資機材および国内調達資機材および労務費等のサービス・コストについても市場価格を採るものとした。なお輸入資機材についてはＣＩＦ価格に対し20％が課税されるものとし、これらは内貨分で負担されるものとする。

(3) 投資額の年度別キャッシュ・フロー

第15章の年度別工事資金（投資額）をもとに年度別に展開するとともに建設期間中の金利については、別途加算を行った。

(4) 本プロジェクト運転開始後の運転保守維持費

運転保守維持費の算定にあたっては、本プロジェクトの立地条件および発電所運転条件の特殊性を考慮し次の比率をとるものとする。

		工事費（投資額）に対する係数
1) 土木構造物（ゲート・ペンストックを含む）	:	0.011
2) 電気機械設備	:	0.025
3) 通信設備	:	0.020
4) 送電線	:	0.015

上記係数はそれぞれの項目別の工事費（投資額）に対する比率であり、通常水力発電所の運転保守費との対比においても妥当な係数である。

(5) 財務的な便益

コストのキャッシュ・フローに対応する便益のキャッシュ・フローを作成するに当たっては次の点について考慮した。

1) ＩＳＡが全国連系電力系統に連系している各電力会社に卸売にしている電気料金は1985年２月現在次のとおりである。

ａ）従量電力料金

ＵＳ＄14.7／MWh (Col＄1,675／MWh)

ｂ）デマンド料金

ＵＳ＄ 3,963.1／MW／month

(Col＄ 451,360／MW／month)

これらの電気料金は各社に対し、統一的に決められており、したがって本プロジェクトが全国連系電力系統に連系されたならば、本プロジェクトの受電発電所である Ancon Sur変電所230kV母線において適用されるべき電気料金である。

2) 本プロジェクトの２次電力量に対応する電気料金

本プロジェクトは日間調整池式の発電所である、Firm流量以上の流量に起因する電力量は２次電力量とみなされる。この電力量は電力需要の負荷曲線に対応しない電力量であり、上記1)の電気料金を適用するのは好しくない。しかし、本プロジェクトの２次電力量は電力系統内の火力発電所の燃料費の低減には寄与するので、新鋭石炭火力発電所の燃料費相当額である下記数値で発電可能であると判断した。

ａ）２次電力量料金

ＵＳ＄22.3／MWh (Col＄ 2,541.0／MWh)

なおこの電気料金もAncon Sur 変電所地点で適用されるべき数値である。

１6.3 経済分析

プロジェクトの経済評価は国民経済の立場からみたプロジェクト実施の可否を判定するものである。このため上述の財務分析とは異なりプロジェクトを実施する上での市場価格を全て国境価格に換算することによってプロジェクトに必要な財およびサービスの真の価格を算定しようとするものである。

調査団は、コロンビア国内で調達される資機材および労働力等を国境価格に換算するための変換係数については世界銀行が1979年９月に作成した“Estimating Shadow Prices for Colombia in an Input-Output Table Framework”によるものとした。この

報告書は世界銀行のスタッフ・ワーキング・グループによって作成されたもので、コロンビア国のプロジェクトの経済評価にあたっては、この報告書の積極的な利用を奨めている。

なお外国から輸入される資機材についてはＣＩＦ価格に対し20％の税金が課税されるが、この税金はコロンビア国政府への移転所得項目であるのでプロジェクト・コストからは除かれることになる。

16.3.1 コロンビア国内で調達される資機材と労働力の変換係数

本プロジェクトの総工事費（投資額）267,723千ＵＳドルのうち内貨分は149,012 千ＵＳドルである。この内貨分には輸入資機材に対する税金が含まれており、この税金を除いた139,451 千ＵＳドルが、コロンビア国内で調達される資機材および労働力であり、この工事費に対し変換係数が適用されることになる。

(1) 変換係数

経済コスト算定のための変換係数は次のとおりである。

	社会的価格
a．標準変換係数	1.00
b．労働力の影の価格（石油への補助金が高いケース）	
－ 都市の未熟練労働者	0.61
－ 農村の未熟練労働者	0.46
－ 準および熟練技術者	0.81
－ 技術者および管理者	0.94
c．資機材の国境価格への変換係数（石油への補助金が高いケース）	
c-1 貿易財	
－ 鉄筋等の鋼材	0.89
－ セメントおよびその他	0.83
－ 石油精製品	3.00
c-2 非貿易財	
－ 仮設備、アスセス道路等の建設工事	0.87
－ 国内輸送	1.09
－ 非金属製品	0.94

(2) 変換係数の適用対象区分

1) 標準変換係数

標準変換係数の適用範囲はコロンビア国内で調達される資機材および労働力のうちＩＣＥＬ自身の分担関連費および施工管理費とする。又内貨を国境価格である外貨に変換するに当っても適用するものとした。

2) 土木工事費の内訳

本プロジェクトの工事費のうち土木工事費の内訳は次の如くなる。

	配分比率（％）
労　務　費	12.7
資　　材（セメント、鉄筋等）	41.9
工業用機械	13.9
燃　料　費	1.5
管理費および利益※	30.0
計	100.0

※
Note：土木請負業者の管理費および利益である。

3) 労働賃金の影の価格の算定

労働賃金の影の価格の算定にあたっては各工事種目別（土木工事、電気機械設備工事、通信設備工事、送電線工事の４項目）に必要な労働力を算定し、加重平均の標準変換係数を算定した。これらの計算結果はAppendix-Vに記述されている。

16.3.2 コロンビア電力系統の長期限界コスト

本プロジェクトの産出物である電気の価値を評価するにあたっては、コロンビア国の電力系統の長期限界コストによるものとした。これは現行料金体系や、支払い意志額等による便益の計測が現状では困難なことによる。ＩＳＡは新規電源開発計画を見直すに当って、2000年までの電源開発計画を策定したが、この際に計算された長期限界コストが40.0USドル/MWhである。この限界コストの中には発電限界コスト以外にＩＳＡが建設する送電線および変電所の限界コストも含まれている。

したがって、調査団は本プロジェクトの経済便益の算定にあたっては、この単価を

採用するものとしたが、本プロジェクトの２次電力量に関しては財務分析の場合と同様、新規石炭火力発電所の燃料費相当額である22.3USドル/MWhで評価するものとした。

16.4 結　論

財務分析と経済分析との相互関係を明確にするため、作表にあたっては出来るだけ財務・経済コトスおよび財務・経済便益を併記するよう努力した。

Table－16.1に財務コストと経済コストの工事種目別が記載されているが、その大要は次のとおりである。

単位：10^3USドル

	F．C	L．C	計
A．プロジェクトの財務コスト（投資額）	118,711	149,012	267,723
B．プロジェクトの経済コスト（投資額）	118,711	124,751	243,462
差　引（A－B）	0	24,261	24,261

すなわち本プロジェクトを経済コストでみるならば財務コストに比し、９％小さい。

16.4.1 財務的な収益性

すでに述べた如く財務的な収益性を検討するにあたっては、総資本の立場からみた場合の評価と企業の立場でみた場合の２つに別けて評価を行った。

(1) 総資本の立場からみた本プロジェクトの評価

借入金の貸付条件すなわち金利条件、元本返済条件、据置期間といった条件はすべて排除し評価した結果、その財務的な収益性は7.3％の結論を得た。（Table－16.5参照）

この収益性はコロンビア国内の銀行が優良企業に貸付けている金利26～28％に比較し著しく低い。しかし、コロンビア国の電気事業が外国からの借款と政府の出資によって行なわれている現状からみるとコロンビア国内の市場金利との間で比較することはあまり意味がないものと思われる。

一般的に云って財務的な収益性7.3％はやや低いが、これは現行のＩＳＡの卸売料金が低いことに起因している。

(2) 企業の立場からみた本プロジェクトの評価

外貨分については外国からの借款によるものとしたが、この場合の貸付条件は次のとおりである。

－金利７％

－10年元利均等償還（据置期間５年）

なお内貨分については、コロンビア政府の出資によるものとした。以上の条件のもとで計算した結果は Table－16.5に示されているが、総資本の立場で計算された財務的収益性と同じ値である7.３％を得た。これはプロジェクト完成後、比較的短期間で返済することに起因する。

すなわち本プロジェクトは結論的に云って、ＦＩＲＲは7.３％であると云って良い。

16.4.2 国民経済からみた本プロジェクトの収益性

コロンビア国内で調達される資機材および労働力を国境価格に変換すると共に、本プロジェクトの産出物である電気の価値評価にあたっては世銀等の国際金融機関が奨めている長期限界費用によっている。この計算結果は Table－16.6に示すとおりであるが、経済的内部収益率（ＥＩＲＲ）は11.1％である。

この値は資本の機会費用との間で比較されるが、国際金融機関の資本の機会費用は10％と云われており、本プロジェクトは国民経済的にみれば、フィジィブルなプロジェクトであると云える。

16.4.3 感度分析

本プロジェクトの感度分析を行うにあたっては、プロジェクトのコストが10%増加した場合と減少した場合の2つのケースについて実施した。

その結果は次のとおりである。(Fig.16-1 を参照)

財務コスト (10^3US$)	FIRR(1) (%)	FIRR(2) (%)	FIRR (%)
240,951 (90%)	8.8	8.2	12.2
267,723 (100%)	7.3	7.3	11.1
294,495 (110%)	6.0	6.5	10.1

Note : FIRR(1) : Retrun on Eguity

FIRR(2) : Retrun on Investment Capital

Fig. 16-1 Sensitivity Analysis

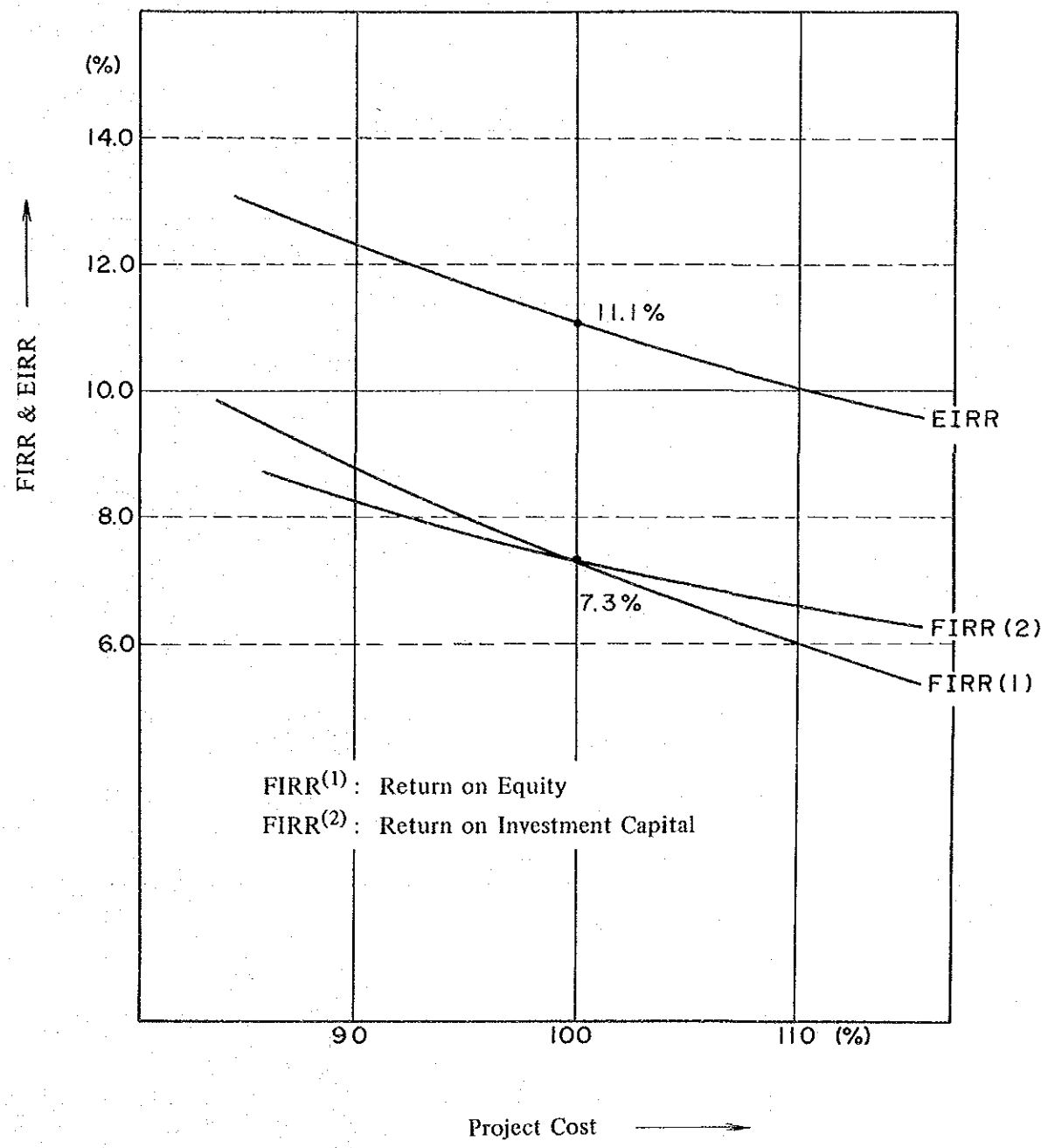


Table-16.2 Financial α Economic Costs Comparison

Unit: Thousand US$

	El Siete No.1 P.S.			El Siete No.2 P.S.			Total			Remarks
	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	
A. Financial Cost										
1) Civil Works										O&M Cost Factor:
Civil Structure	89,771	33,031	56,740	82,883	28,886	53,997	172,654	61,917	110,737	Civil Works : 0.010
Hydraulic Equipment	19,223	9,213	10,010	14,498	5,933	8,565	33,721	15,146	18,575	E&M Equip. : 0.025
										Telecom. Equip.: 0.020
2) Electrical & Mechanical Equipment	24,932	17,965	6,967	16,587	11,882	4,705	41,519	29,847	11,672	Trans. Line : 0.015
3) Telecommunication Equipment	814	649	165	803	650	153	1,617	1,299	318	Unit: 10^3US$
4) Transmission Line	16,862	9,723	7,139	1,350	779	571	18,212	10,502	7,710	O&M Cost
Total	151,602	70,581	81,021	116,121	48,130	67,991	267,723	118,711	149,012	Civil Works : 2,064
										E&M Equip. : 1,038
										Telecom. Equip.: 32
B. Economic Cost										Trans. Line : 273
										Total 3,407
1) Civil Works										
Civil Structure	83,481	33,031	50,450	76,898	28,886	48,012	160,379	61,917	98,462	F.C. L.C. Total
Hydraulic Equipment	17,184	9,213	7,971	12,753	5,933	6,820	29,937	15,146	14,791	1,030 2,377 3,407
2) Electrical & Mechanical Equipment	21,871	17,965	3,906	14,519	11,882	2,637	36,390	29,847	6,543	
3) Telecommunication Equipment	691	649	42	689	650	39	1,380	1,299	81	Refer to Appendix V.
4) Transmission Line	14,236	9,723	4,513	1,140	779	361	15,376	10,502	4,874	
Total	137,463	70,581	66,882	105,999	48,130	57,869	243,462	118,711	124,751	
5) O&M Costs	1,294	531	763	1,903	499	1,404	3,197	1,030	2,167	

Table-16.3 Financial α Economic Benefits Comparison

Order	Year	Generating End			Receiving End			Financial Benefit				Economic Benefit			Remarks
		Power (MW)	P.Energy (GWh)	S.Energy (GWh)	Power (MW)	P.Energy (GWh)	S.Energy (GWh)	Power (10^3US$)	P.Energy (10^3US$)	S.Energy (10^3US$)	Total (10^3US$)	P.Energy (10^3US$)	S.Energy (10^3US$)	Total (10^3US$)	
-4	1988														Financial Benefit:
-3	1989														US$14.7/MWh
-2	1990														(Col$1,675/MWh)
-1	1991														US$3,963.1/MW/Month
0	1992														(Col$451,360/MW/Month)
1	1993	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	Economic Benefit:
2	1994	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	Primary Energy (L.T.M. Cost) US$40.0/MWh
3	1995	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
4	1996	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	Secondary Energy:
5	1997	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	US$22.3/MWh
6	1998	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
7	1999	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
8	2000	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
9	2001	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
10	2002	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
⋮	⋮	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	
46	2038	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
47	2039	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
48	2040	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
49	2041	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	
50	2042	160	675	388	158	669	385	7,514	9,834	8,586	25,934	26,760	8,586	35,346	

Table-16.4 Financial and Economic Cost Flow

Unit: Thousand US$

Order	Year	Financial Cost Flow							Economic Cost Flow				
		Investment			Interest F.C.	O&M Cost	(A) Total w. interest	(B) Total w/o interest	Investment			O&M Cost	Total
		Total	F.C.	L.C.					Total	F.C.	L.C.		
-4	1988	9,132	692	8,440	17		9,149	9,132	7,758	692	7,066		7,758
-3	1989	30,421	12,432	17,989	455		30,876	30,421	27,492	12,432	15,060		27,492
-2	1990	98,984	52,973	46,011	2,573		101,557	98,984	91,493	52,973	38,520		91,493
-1	1991	93,968	39,883	54,085	6,206		100,174	93,968	85,162	39,883	45,279		85,162
0	1992	35,218	12,731	22,487	8,029		43,247	35,218	31,557	12,731	18,826		31,557
1	1993					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
2	1994					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
3	1995					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
4	1996					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
5	1997					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
6	1998					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
7	1999					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
8	2000					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
9	2001					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
10	2002					3,407	3,407	3,407				3,197	3,197
⋮	⋮					↓ ditto	↓ ditto	↓ ditto				↓ ditto	↓ ditto
46	2038					3,407	3,407	3,047				3,197	3,197
47	2039					3,407	3,407	3,047				3,197	3,197
48	2040					3,407	3,407	3,047				3,197	3,197
49	2041					3,407	3,407	3,047				3,197	3,197
50	2042					3,407	3,407	3,047				3,197	3,197
Total		267,723	118,711	149,012	17,280	170,350	455,353	438,073	243,462	118,711	124,751	159,850	403,312

Table-16.5 Financial Internal Rate of Return (FIRR)

Order	Year	Financial Benefit							Financial Cost							
		Energy Sale (B) (10^3US$)	Borrowing (10^3US$)	Total (A) (10^3US$)	Discount rate i=7.3%	Present value(A) (10^3US$)	Discount rate i=7.3%	Present value(B) (10^3US$)	W/ Interest (A) (10^3US$)	Repayment F.C. (10^3US$)	Total (A') (10^3US$)	Discount rate i=7.3%	Present value(A') (10^3US$)	W/O Interest (B) (10^3US$)	Discount rate i=7.3%	Present value(B) (10^3US$)
-4	1988		692	692	1.325	693	1.325		9,149		9,149	1.325	12,122	9,132	1.325	12,100
-3	1989		12,432	12,432	1.235	15,353	1.235		30,876		30,876	1.235	38,132	30,421	1.235	37,570
-2	1990		52,973	52,973	1.151	60,972	1.151		101,557		101,557	1.151	116,892	98,984	1.151	113,930
-1	1991		39,883	39,883	1.073	42,794	1.073		100,174		100,174	1.073	107,487	93,968	1.073	100,828
0	1992		12,731	12,731	1.000	12,731	1.000		43,247		43,247	1.000	43,247	35,218	1.000	35,218
1	1993	25,934		25,934			0.931	24,145	3,407	16,856	20,263			3,407	0.931	
2	1994	25,934		25,934			0.868	22,511	3,407	16,856	20,263			3,407	0.868	
3	1995	25,934		25,934			0.809	20,981	3,407	16,856	20,263			3,407	0.809	
4	1996	25,934		25,934			0.754	19,554	3,407	16,856	20,263			3,407	0.754	
5	1997	25,934		25,934			0.703	18,232	3,407	16,856	20,263		20,263 x 6,927 = 140,362	3,407	0.703	
6	1998	25,934		25,934			0.655	16,987	3,407	16,856	20,263			3,407	0.655	
7	1999	25,934		25,934			0.610	15,820	3,407	16,856	20,263			3,407	0.610	
8	2000	25,934		25,934			0.569	14,756	3,407	16,856	20,263			3,407	0.569	
9	2001	25,934		25,934			0.530	13,745	3,407	16,856	20,263			3,407	0.530	
10	2002	25,934		25,934			0.494	12,811	3,407	16,856	20,263			3,407	0.494	
⋮	⋮										3,407					
⋮	⋮										3,407					
⋮	⋮	ditto		ditto		25,934 x 13.294 = 344,766			ditto		ditto		3,407 x 0.494 x 12.880 = 21,677	ditto		3,407 x 13.294 = 45,293
46	2038	25,934		25,934			0.039	990	3,407		3,407			3,407	0.039	
47	2039	25,934		25,934			0.036	914	3,407		3,407			3,407	0.036	
48	2040	25,934		25,934			0.033	855	3,407		3,407			3,407	0.033	
49	2041	25,934		25,934			0.031	804	3,407		3,407			3,407	0.031	
50	2042	25,934		25,934			0.029	752	3,407		3,407			3,407	0.029	
			118,711			477,309		344,766		168,560			479,919			344,939

Table-16.6 Economic Internal Rate of Return (EIRR)

Order	Year	Discount Rate i=11.1%	Economic Benefit		Economic Cost	
			Net Value (10^3US$)	Present Value (10^3US$)	Net Value (10^3US$)	Present Value (10^3US$)
-4	1988	1.523			7,758	11,815
-3	1989	1.371			27,492	37,692
-2	1990	1.234			91,493	112,902
-1	1991	1.111			85,162	94,615
0	1992	1.000			31,557	31,557
1	1993	0.900	35,346		3,197	
2	1994	0.810	35,346		3,197	
3	1995	0.729	35,346		3,197	
4	1996		35,346		3,197	
5	1997		35,346		3,197	
6	1998		35,346		3,197	
7	1999		35,346		3,197	
8	2000		35,346		3,197	
9	2001		35,346		3,197	
10	2002		35,346		3,197	
⋮	⋮		ditto	35,346 x 8.962 = 316,771	ditto	3,197 x 8.962 = 28,651
46	2038		35,346		3,197	
47	2039		35,346		3,197	
48	2040		35,346		3,197	
49	2041		35,346		3,197	
50	2042		35,346		3,197	
Total				316,771		317,232