

12.2 工 事 費

本プロジェクトの工事費は、現時点に於ける技術レベルに従って、設計、施工方法及び資材等をベースに、更にプロジェクトの地理的条件及びサイトの地質状況を考慮して積算されたものである。建設工事費は下記に示すような条件を想定し、積算した。

- 土木工事の内、アクセス道路及びキャンプ設備はICE自身によって実施させるものとする。
- 上記を除く他の土木工事、水力機器及び発電機器設備工事（送電線を含む）等は、請負業者によって実施されるものとする。

積算時点は1995年1月時点とし、内・外貨の換算レートはUS\$1=168 Colonesとする。工事費はUSドルで表示する。

12.2.1 基本事項

(1) 工事費積算項目

(a) 土 木 工 事

- 河 流 処 理 : 仮排水トンネル、上・下流締切ダム
- ダ ム : ダム本体及び基礎処理（含む 洪水吐及び放流路）
- 水 路 : 取水口、導水路トンネル、調圧水槽
水圧管路及び放水路
- 発電所及び開閉所 : 土木及び建築工事
- アクセス道路 : ダム地点及び発電所・調圧水槽地点へのアクセス道路
(永久道路)
- キャンプ設備 : 事務所および宿泊設備等
- 工 事 用 電 源 : 工 事 用 送 電 線 等

(b) 水 力 機 器 : ゲート、水圧鉄管、放流設備等

(c) 電 気 機 器 : 水車・発電機、付属機器及び開閉所機器等

(d) 送 電 線 : 送電線建設に係わる一切の費用

(e) 技 術 管 理 費 : プロジェクト管理費、エンジニアリング費、その他

(f) 補 償 費 : 土地・家屋、付替え道路等

(g) 予 備 費 :

(h) 建 設 中 利 子 :

(2) 積算基準

(a) 土木工事

工事単価は、1995年1月時点における労務者賃金及び資機材の価格をベースにして、Costa Ricaにおいて現在スタディ中の本プロジェクトに類似のプロジェクト及び建設中の水力発電所の工事単価と比較・検討の上、また日本国内における類似地点の工事単価を参考にして決定した。

i) 労務者賃金及び資材単価

本工事においては、労務賃金及び資材単価はCosta Rica国内単価を適用した。
Table 12-3 及びTable 12-4 に労務及び資材単価を示す。

ii) 建設機械

主要な建設機械例えばダンプトラック、ブルドーザー、大型トラッククレーン、ケーブルクレーン、バッチャープラント、骨材プラント、冷凍プラント及びボーリング機械等は全て輸入するものである。これらの機械の単価は、日本国内市場価格をベースにして、Caldera 港でのC I F価格を仮定して計算した。

工事積算に際しては、機械損料は上記価格に基づいて求めた値と、I E Cの用いている機械損料との比較の上、調整し用いた。

iii) アクセス道路

ダム地点及び発電所地点までの道路は、永久的に使用するものであり、また重量物の交通に耐えられる構造を要するため、高速道路に準じた構造とした。

建設工事費の積算はI C Eの建設単価ベースにして行った。

発電所地点より調圧水槽に至る道路は、工事中及び完成後においても、重量物の搬入・搬出は少ないので、簡易舗装型の道路として積算した。

(b) 水力機器

ゲート、バルブ及び水圧鉄管等は全て輸入するものとした。これら水力機器の単価は、Costa Ricaで建設中の類似プロジェクトの単価及び日本国内の実績をベースにして積算した。

(c) 電気機器

電気機器類は全て輸入することとする。工事単価は、国際価格の実績を参考にして積算した。

(d) 送電線

資材・機器は全て輸入とした。工事単価は、ICE積算単価を参考にして、本プロジェクトの地形条件を考慮して計算した。

(e) キャンプ設備

キャンプ設備は直接土木工事費の6%を計上する。

(f) 技術管理費

技術管理費は直接工事費の18.5%を計上する。

(g) 補償費

補償費は貯水池湛水に伴う家屋、土地及び道路等の水没物件に対する補償、道路等の付け替え工事及び送電線用地等の費用並びに流域変更に伴うNaranjo川の減水による椰子園の灌漑取水量の減少に基づく収穫減の補償を含むもので、ICEの積算をベースにして検討し、積算するものとする。

(h) 予備費

予備費は、土木工事費の15%、水門機器、電気工事費、送電線工事費の5%及び技術管理費の10%を計上するものとする。

(i) 建設中利子

建設中利子は外貨ポーションに対し8.5%とし、内貨分は無利子とする。

(3) 内貨・外貨の区分

(a) 土木工事費

セメント、材木及びガソリン等の動力用燃料のみが国産品であり、これらは内貨とする。上記を除く全ての資材は輸入するもので、外貨とする。

建設用機械類は全て輸入で、外貨とする。

(b) 水力機器

全ての水力機器は外貨払いとなるが、荷揚港から工事地点までの陸上輸送費及び据付は内貨とする。

(c) 電気機器及び送電線

電気機器及び送電線鉄塔、ケーブルは外貨とする。国内輸送費及び機器組立・据付の費用は内貨とする。

(d) 技術管理費

技術管理費は内貨89%、外貨11%とする。

(e) 補償費

補償費は、内貨とする。

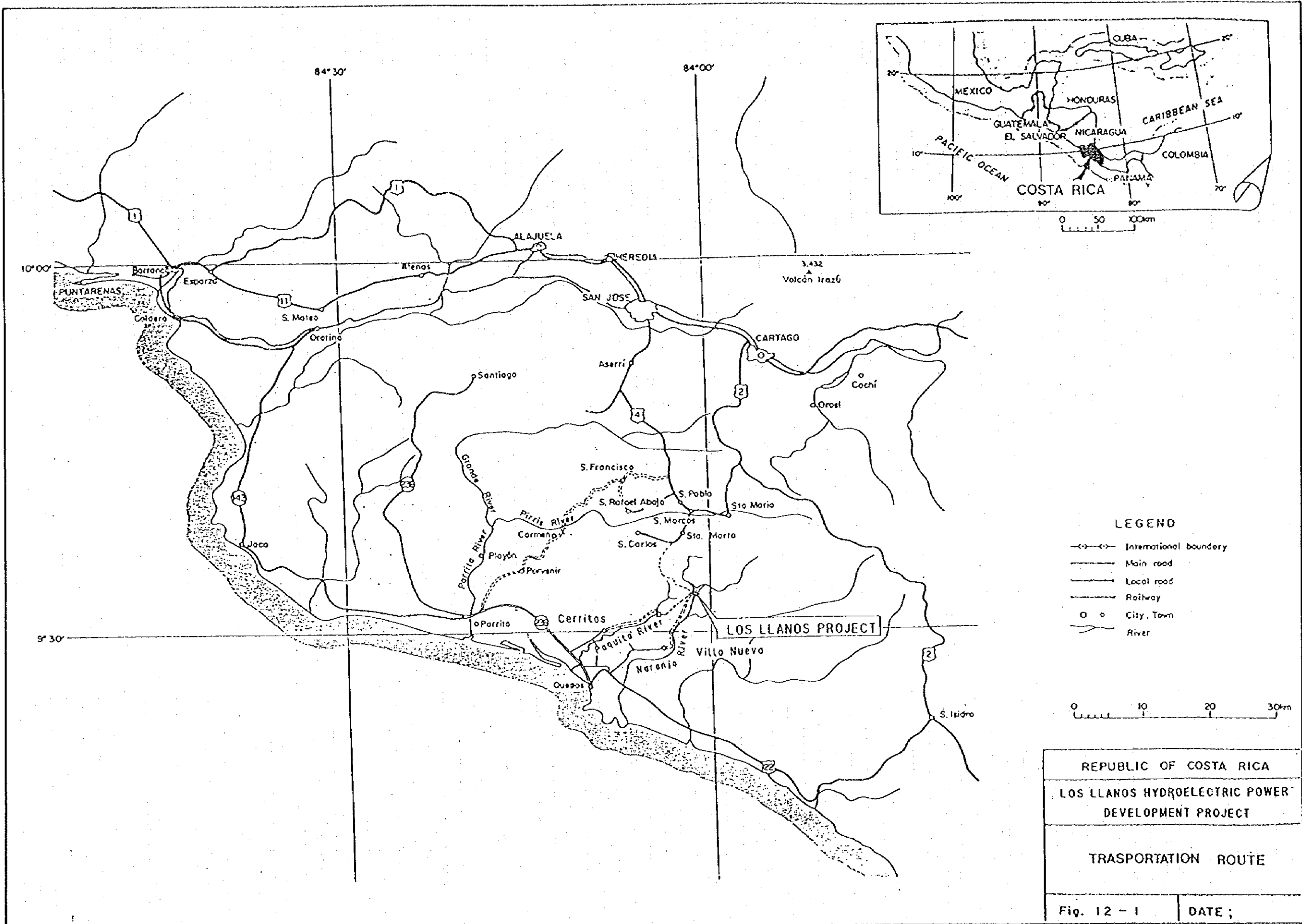
(f) 建設中利子

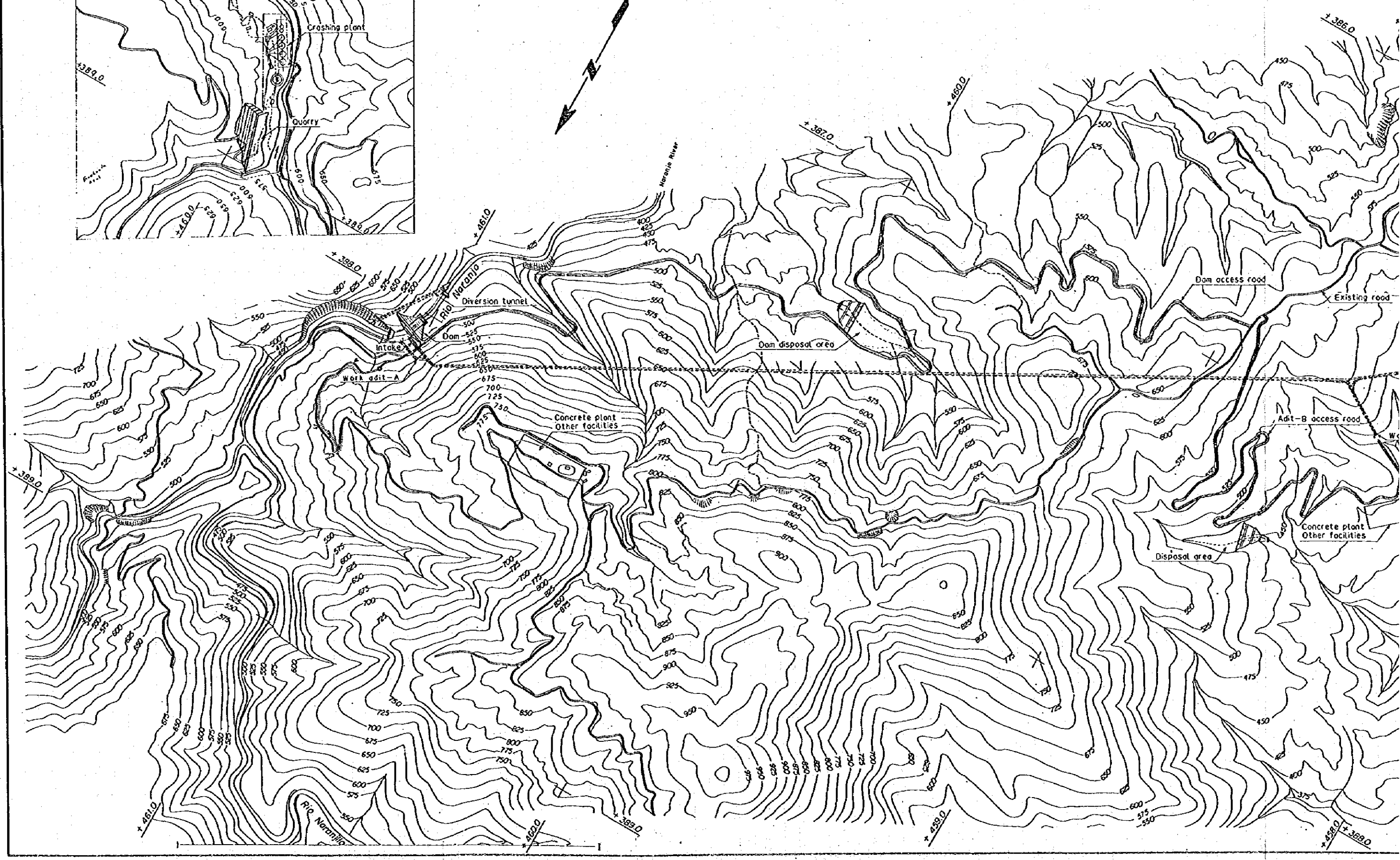
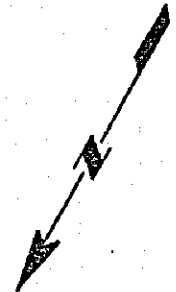
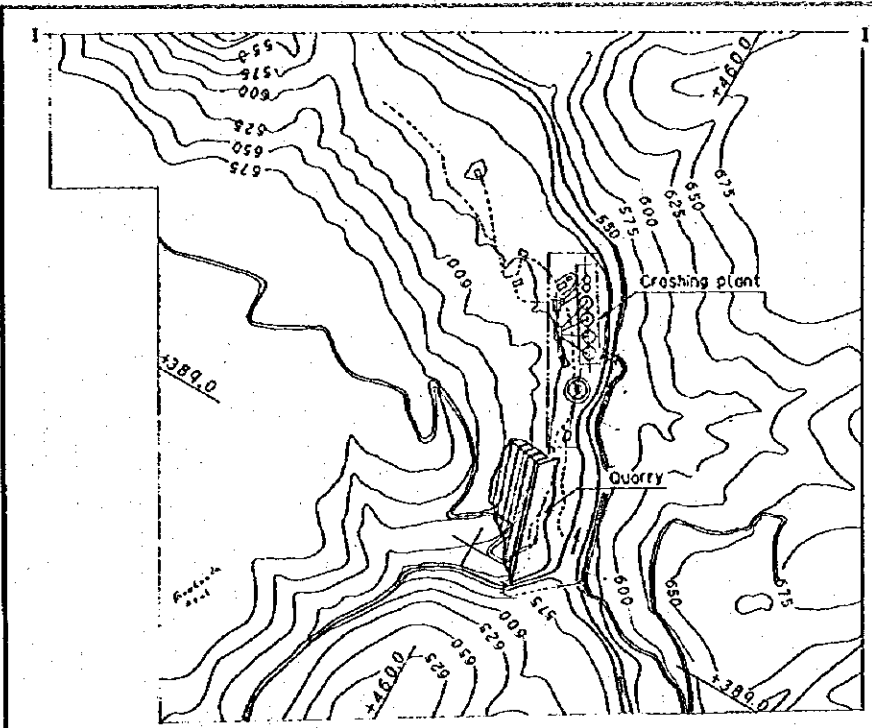
建設中利子は、内貨分は無利子であるので、外貨分についてのみ計上する。

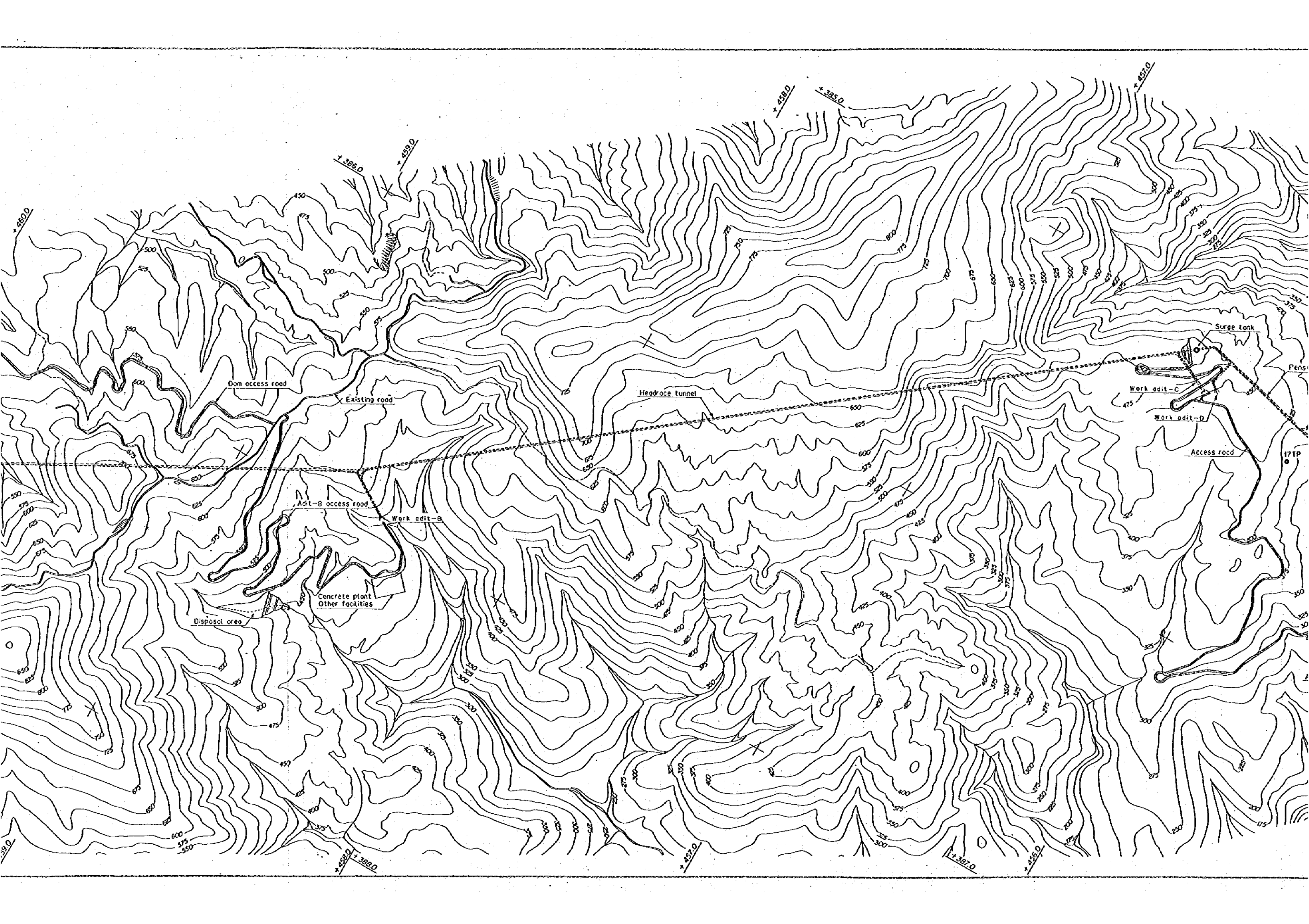
12.2.2 建設工事費

建設工事費の内貨、外貨区分また年度別工事費を Table 12-5 および Table 12-6 に示す。











REPUBLIC OF COSTA RICA
 LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

 LOCATION
 OF
 TEMPORARY FACILITIES

Fig. 12-2 Date:

Los Llanos Hydroelectric Power Development Project

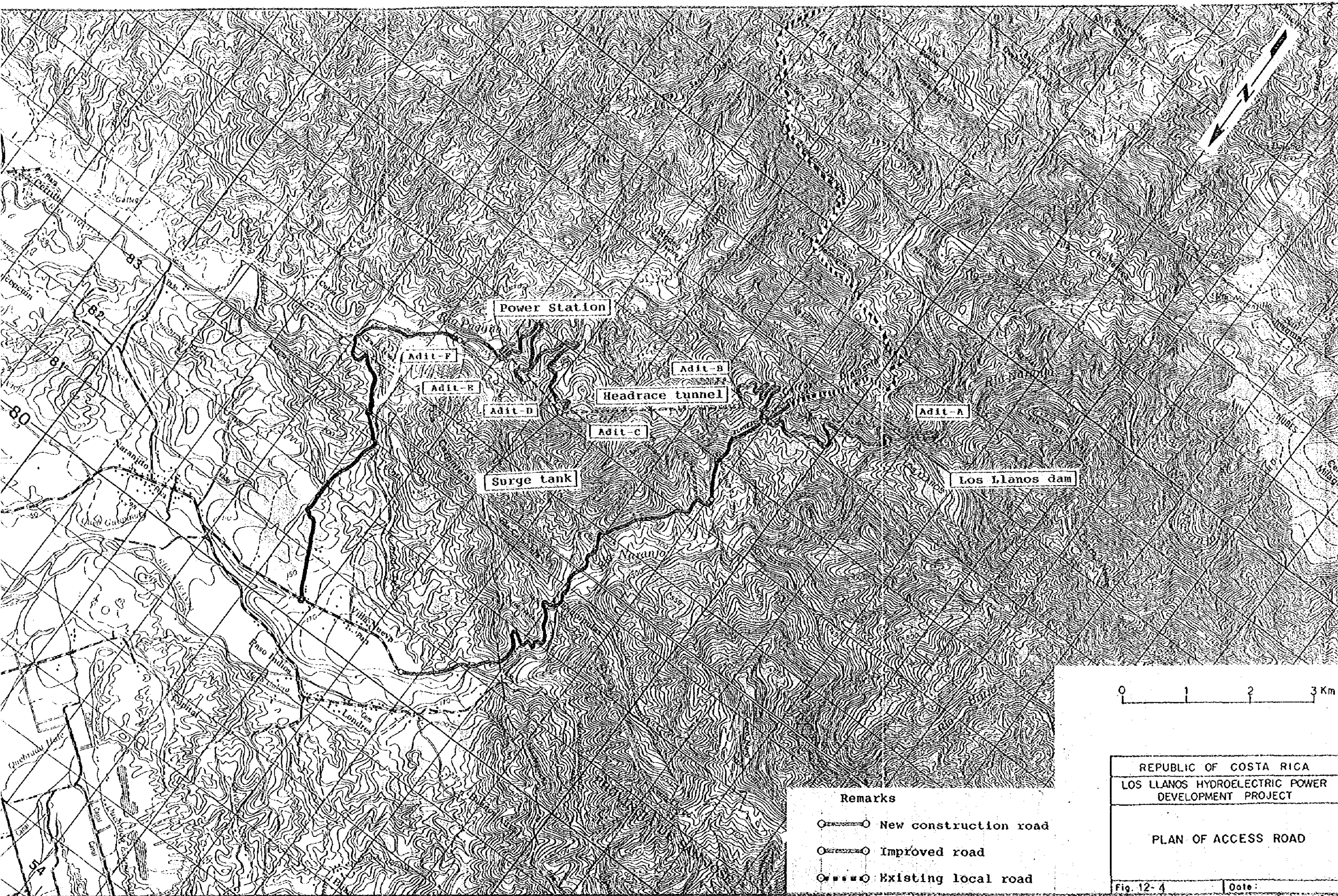
Fig. 12-3 Construction Schedule

Item	Quantity	- 1 st					1 st					2 nd					3 rd					4 th					Remarks		
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2		4	6
Preparatory works and Camp Facilities																													
Road Construction	Dam 6.0 Km, Power plant 0.9 Km Headrace tunnel 7.2 Km																					Comencement of Construction							
Care of River	Diversion Tunnel Coffer-dam																					Diverting River							
	D = 6.0 m, L = 225 m																					Ex. Conc.							
	Upstream h = 20.5 m, Conc. 3,430 m ³																												
	Downstream h = 11.5 m, Conc. 1,200 m ³																												
Dam	Excavation 58,030 m ³																												
Height 62.4m	Concrete 89,200 m ³																												
Crest length 114.0m	Drilling & Grouting 3,100 m																												
Power Intake	Excavation 9,250 m ³																												
	Concrete 1,000 m ³																												
Headrace Tunnel	D = 3.1 m L = 5,540 m (Maximum length 2,770 m)																					Adit							
																						Open Ex.							
Surge Tank	Shaft D = 8.0 m, h = 57.3 m																					Ex.							
	Shaft Ex. 3,640 m ³ , Conc. 1,100 m ³																					Glory Ex. Shaft							
Penstock	Horizontal tunnel ΣL=1,090 m																					Conc. Shaft							
Embedded type D=3.1 ~ 2.2m*1 line	Inclined tunnel ΣL= 508 m																					Ex. Conc.							
D=1.25m * 2 lines	After branch ΣL=26 m * 2																					Ex. Conc.							
Power-house & Switchyard	Excavation 69,500 m ³																					Ex.							
Outdoor type	Concrete 13,000 m ³																					Conc. Architecture							
Tailrace	Excavation 1,410 m ³																												
	Concrete 2,210 m ³																												
Hydraulic Equipment	Spillway Gate 10m * 12.5m * 2																												
	Outlet Gate & Conduit																												
	Intake Gate 4m * 4m * 1																												
	Draft Gate 2m * 4m * 2																												
	Penstock D=3.1 ~ 1.25 m, L=1,560 m																												
Electromechanical Equipment	No. 1 Unit																					Test							
	No. 2 Unit																					Test							
Switchyard																						Test							
Transmission Line																						Test							
Telecommunication																						Test							
																						Land acquisition							

Comencement of Filling Reservoir

Comencement of Power Operation





Power Station

Adit-F

Adit-B

Adit-E

Headrace tunnel

Adit-D

Adit-A

Adit-C

Surge tank

Los Llanos dam

Remarks

- - - - ○ New construction road
- - - - ○ Improved road
- · · · · ○ Existing local road



REPUBLIC OF COSTA RICA	
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	
PLAN OF ACCESS ROAD	
Fig. 12-4	Date:

Table 12-1 Principal Civil Works

Items	Description	Civil Works	
Care of River			
Diversion Tunnel	D=6.0 m, L=225 m	Tunnel Ex.	8.800 m ³
		Lining conc.	2.200 m ³
Cofferdam	Upsteam H=20.5 m Downstream H=11.5 m	Concrete	3.400 m ³
		Concrete	1.200 m ³
Dam	Concrete gravity dam H=62.4 m, L=114.0 m	Excavation	58.100 m ³
		Concrete	89.200 m ³
Power Intake	Inclined type Q _{max.} =27 m ³ /sec	Excavation	9.250 m ³
		Concrete	1.000 m ³
Headrace Tunnel	Pressure tunnel Q _{max.} =27 m ³ /sec D=3.1 m, L=5540 m	Tunnel Ex.	69.200 m ³
		Lining conc.	24.600 m ³
Surge Tank	Restrict Oriffice type Shaft D=8.0 m	Shaft Ex.	3.700 m ³
		Lining conc.	1.100 m ³
Penstock	Embedded type D=3.1~2.2 m L=1540*1 Line D=1.25 m L= 26*2 Lines	Tunnel Ex.	19.500 m ³
		Lining conc.	10.900 m ³
Powerhouse	Outdoor type W=21 m*L=39 m*H28.5 m	Excavation	60.200 m ³
		Concrete	6.800 m ³
Tailrace	Open channel W=20 m, L=43 m	Excavation	1.400 m ³
		Concrete	2.200 m ³
Switchyard	Out door type 40 m*120 m	Excavation	9.300 m ³
		Concrete	6.200 m ³

Table 12-2 Principal Machinery

1. Equipment for Dam Construction

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
Excavation works				
Bull dozer	20~30 ton class	160~290	20~40	4
Wheel loader	Bucket 2 m ³	155	12.4	4
Dump truck	20~30 ton class	290~430	20~30	8
Crawler drill	Drifter 180 kg Air consump. 17m ³ /min		5.1	2
Leg drill	Jack 40 kg class Air consump. 3 m ³ /min		0.04	8
Compressor	Discharge 21 m ³ /min	195	4.1	2
Water pump	Discharge 0.5 m ³ /min	3.7 KW	0.2	2
Concrete works				
1) Quarry				
Bull dozer	30 ton class	290	40	2
Wheel loader	Bucket 2 m ³	155	12.4	4
Dump truck	30 ton class	430	27	3
Crawler drill	Drifter 180 kg Air consump. 17m ³ /min			
Compressor	Discharge 9 m ³ /min	75 KW	2.6	1
Water pump	Discharge 0.5 m ³ /min	3.7 KW	0.2	1

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
2) Crashing plant	(50~130 ton/hr)			
Joe crusher	Entrance 100x120 cm	130 KW	90	1
Corn crusher	Mantle 130 cm	95 KW	29	2
Rod mill	Drum 210x360 cm	190	55	1
Vib. feeder		5	3	3
Apron feeder	150x400 cm	8	21	1
Belt-conveyer, others				1
Water pump	Q-4 m ³ /min, h=30 m	37	0.75	3
3) Batching plant	(60~100 m ³ /hr)			
Mixer	Automation, Forced mixing type 1.5 m 60 m ³ /hr	82 KW	63.4	1
Cement silo	500 ton	0.75KW	38	2
Water pump	Q-4 m ³ /sec, h=30 m	37 KW	0.75	2
4) Transportation	(60 m ³ /hr)			
Truck mixer	3.0 m ³	220	7.4	5
Incline	3.0 m ³			1
5) Placing (60 m ³ /hr)				
Diesel car	6 ton class	78	6	2
Dolly	Capa. 3 m ³	--	4.5	2
Cable crane	One tower swing Capa. 13.5 ton	514 KW	303	1
	Fixed type Capa. 3 ton	67 KW	33	1

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
Bucket	Capa. 3 m3	--	---	2
Vibrator	LS			
Water pump	Capa. 2 m3/min	110KW	1	2
6) Cooling works Cooling plant	Refrigerating plant Capa. 200 JRT	180 KW	5.4	1
7) Grouting works Boring machine	Capa. 27 m/min	5 KW	0.3	2
Grout pump	Capa. 30-70 lt/min	3.7 KW	0.2	2
Grout mixer	Mixer 200 liter	2	0.2	2

2. Equipment for Headrace Tunnel (For half section of the tunnel between Adit B and Adit-C)

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
Excavation Works				
(1) Drilling works				
Drill jambo, 2 booms, Rail type Air driving	Drifter 90 kg	49.3	7.0	1
Compressor	Stationary type 22 m ³ /hr	125 KW	--	1
(2) Mucking works				
Tractor loader, Rail type Air driving	Bucket 0.35m ³	18.0	8.5	1
Train loader	Capa. 15 m ³ Gauge 762 or 914mm	18 ps/or 24 KW	16.8	1
Cherry picker				1
(3) Transportation works (Inside of the tunnel)				
Battery car	10 ton car	54.4 KW	12.4	2
Trolley	Capa. 4.5 m ³	--	3.2	5
Chiplar				1
(4) Supporting works				
Shotcrete	Capa. 4 m ³ /hr	30.0	0.6	1
Concrete plant (NATM)	Portable type Capa. 10 m ³ /hr	20.4 KW	7.5	1
(5) Transportation works (Outside of the tunnel)				
Dump truck	Capa. 11 ton	240.00	11.00	2
(6) Disposal area				
Bull dozer	Capa. 20 ton	160.00	16.20	1

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
Lining concrete works				
Concrete plant	Capa. 10 m ³ /hr Tilting mixer	7.5 KW	7.4	1
Cement silo	Capa. 50 ton	0.75 KW	6.2	1
Concrete pump	Capa. 10 m ³ /hr	22 KW	1.4	1
Agitator car	Capa. 3 m ³ /hr	11 KW	4.0	1
Crashing plant	Capa. 120m ³ /hr	Common use		1
Consolidation grouting works (Around Tunne),				
Drilling	Boring machine	10.0	0.44	1
Grout pump				1
Grout mixer				1
Mortar injection works (Gap between lining conc. and rock)				
Grout pump	0.8-1.2 m ³ /hr	25.0	3.1	1
Grout mixer	---			1

Table 12-3 Labor Cost

Unit: U S \$

Name	Unit Price
Forman	4.39
Miner	2.26
Heavy Machine Operator (A)	2.34
Light Machine Operator (B)	2.00
Crane Operator	2.35
Mechanic	2.26
Steel Fixer	2.26
Plumber	2.26
Electrician	2.26
Carpenter	2.35
Driller	2.26
Ditto, Assist	2.00
Groutman	2.26
Labor	1.90

Table 12-4 Material Unit Price

Unit: U S \$

Name	Specification	Unit	Home Producton	Importa- tion
Cement	Portland	ton	77.0	
	Extra fine		95.0	
Flyash				52.0
Admixture	AE agent	Kg		6.0
	Water reducing	Kg		4.0
	Accelerator	Kg		2.0
Shape Steel	Angle	ton		940.0
	H-beem	ton		610.0
Pipe	Carbone S. pipe	ton		1.150.0
	Seam welded pipe	ton		
Rolled Steel	$6 \leq t \leq 20$ mm	ton		1.470.0
	$20 \leq t \leq 38$ mm	ton		1.500.0
	$38 \leq t \leq 50$ mm	ton		1.530.0
Steel Bar	Round bar (D=13 ~44 mm)	ton		1.065.0
	Deformed bar (D=13 ~44 mm)	ton		950.0
Rock-bolt	Deformed bar (D22×L3000 mm)	pc		19.5
	Deformed bar (D25×L3000 mm)	pc		24.0
	Deformed bar (D25×L5000 mm)	pc		29.3

Name	Specification	Unit	Home Producton	Importation
Rail	20 Kg class	ton		1.080.0
	30 Kg class	ton		1.150.0
Welded Metal	3.2 × 100 × 100	m ²		1.7
	4.0 × 100 × 100	m ²		2.4
Fuel and Oil	Gasoline	lt	0.37	
	Light oil	lt	0.30	
	Lubrication	lt	3.08	
	Grease	Kg		
Blasting	Dynamite	Kg		1.9
	ANFO	Kg		0.43
	Elec. Detonation	pc		1.41
	Elec. Leads	m		
	Detonating	m		
Aggregate	Sand	m ³	10.0	
	Gravel	m ³	20.0	
Bit and Rod General	Bit (D=30 ~ 44 mm)	pc		74.0
	Rod 22 mm × 2 m	pc		97.8
Rock-bolt	Bit (D=36 ~ 38 mm) (Metal crown)	pc pc		124.7
	Rod 3 m (D=33.5 ~ 50 mm)	pc		133.0
B. Machine	Bit (D=36 ~ 66 mm) (Metal crown)	pc		33.5
	Rod 3 m (D=33.5 ~ 50 mm)	pc		132.3

Name	Specification	Unit	Home Producton	Importa- tion
Wood	Boad	m ³	120.0	
	Balk	m ³		
	Planking	m ³		
Metal forms Flat type	150 × 1800 mm	pc		17.2
	300 × 1800 mm	pc		23.7
Water Stop Vinyl chloride	7 mm × 300 mm	m		16.0
	9 mm × 300 mm	m		18.7

Table 12-5 Estimated Construction Cost

As of Jan. 1995
 US\$ = 168 Colones
 Unit: 10³ US\$

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
1. Civil Works		63,522.9	34,620.3	28,902.6
	Care of River	1,929.4	908.8	1,020.6
	Dam	11,999.5	5,675.5	6,324.0
	Water way	31,558.6	17,696.9	13,861.7
	Power intake	409.3	239.8	169.6
	Headrace tunnel	23,435.5	13,198.9	10,236.6
	Surge tank	961.9	580.1	381.8
	Penstock	6,318.2	3,466.5	2,851.7
	Tailrace	433.8	211.6	222.1
	Powerhouse, Switchyard	5,172.1	3,000.5	2,171.6
	Powerhouse	1,962.9	1,174.7	788.2
	Control building	1,413.7	795.1	618.6
	Switchyard	1,795.5	1,030.7	764.8
	Disposal Area	1,998.7	1,213.4	785.2
	Preparatory Works	10,864.6	6,125.1	4,739.5
	Access road	6,381.1	3,336.4	3,044.7
	Camp facility	3,159.5	1,709.7	1,449.8
	Power supply	1,324.0	1,079.1	244.9
2. Hydraulic Equipment		8,970.1	7,426.1	1,543.9
	Gate & Valve	3,042.3	2,591.4	450.9
	Penstock & S. Liner	5,784.5	4,748.7	1,035.8
	Bridge	143.3	86.0	57.2

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
3.	Electromechanical Equipment	27,261.3	24,208.1	3,053.2
	Turbine	8,687.5	7,714.5	973.0
	Generator	7,472.5	6,635.6	836.9
	Transformer	1,100.0	976.8	123.2
	Crane etc	3,531.3	3,135.8	395.5
	Control equip.	2,650.0	2,353.2	296.8
	Switchyard	2,800.0	2,486.4	313.6
	Communication equip.	1,020.0	905.8	114.2
4.	Transmission Line	4,208.0	3,182.0	1,026.0
5.	Total Direct Cost (1+2+3+4)	103,962.3	69,436.6	34,525.8
6.	Project Control (Direct cost x 18.5 %)	19,233.0	2,115.6	17,117.4
7.	Compensation	673.2	0.0	673.2
	House, Relocation LS	361.9	0.0	361.9
	Land, Power Plant LS	90.0	0.0	90.0
	Land, Transmission LS	10.4	0.0	10.4
	Compensation under T. L	210.9	0.0	210.9

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
8.	Contingency	13,473.7	7,145.4	6,328.3
	Civil works x 15 %	9,528.4	5,193.0	4,335.4
	Hydraulic equip- ment x 5 %	448.5	371.3	77.2
	Electromecanical equip- ment x 5 %	1,363.1	1,210.4	152.7
	Transmission Line x 5 %	210.4	159.1	51.3
	Project controlling x 10 %	1,923.3	211.6	1,711.7
9.	Total Indirect Cost	33,379.9	9,261.1	24,118.9
10.	Total Construction Cost (Total direct cost + Total indirect cost)	137,342.3	78,697.6	58,644.6
11.	Interest During Construction	14,420.6	14,420.6	0.0
12.	TOTAL PROJECT COST (Investment Cost)	151,762.9	93,118.2	58,644.6

Table 12-6 Fund Requirement in Each Year

As of Jan. 1995
 US\$ = 168 Colones
 Unit: 10³ US\$

F. C: Foreign currency, L. C: Local currency, T: Total

Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	Total	Remarks
1. Civil Works								
Care of River	F. C		738.8	123.5	0.0	46.5	908.8	Coffer dam and Diversion tunnel
	L. C		776.8	159.2	0.0	84.7	1,020.6	
	T		1,515.5	282.7	0.0	131.2	1,929.4	
Dam	F. C		121.3	2,254.2	2,895.3	404.7	5,675.5	Dam, Spillway and Outlet works
	L. C		56.3	2,363.1	3,417.6	487.0	6,324.0	
	T		177.6	4,617.4	6,312.9	891.6	11,999.5	
Waterway	F. C		7,123.2	6,772.9	3,364.3	436.5	17,696.9	Intake, Headrace tunnel, Surge tank & Penstock
	L. C		4,873.8	5,613.7	3,130.6	243.7	13,861.8	
	T		11,997.0	12,386.5	6,494.9	680.2	31,558.6	
Powerhouse & Switchyard	F. C		956.2	1,481.5	562.8	0.0	3,000.5	
	L. C		621.3	1,105.1	445.2	0.0	2,171.6	
	T		1,577.5	2,586.7	1,008.0	0.0	5,172.1	
Disposal Area	F. C		709.2	504.2	0.0	0.0	1,213.4	Dam, Waterway and Powerhouse
	L. C		456.4	328.9	0.0	0.0	785.2	
	T		1,165.6	833.1	0.0	0.0	1,998.7	
Preparatory Works	F. C	5,615.8	127.3	127.3	127.3	127.3	6,125.1	Access road, Camp facilities, I. L for Const.
	L. C	4,230.1	127.3	127.3	127.3	127.3	4,739.5	
	T	9,845.8	254.7	254.7	254.7	254.7	10,864.6	
Civil Works Total		F. C	5,615.8	9,776.0	11,263.7	6,949.8	1,015.0	34,620.3
		L. C	4,230.1	6,911.8	9,697.3	7,120.7	942.8	28,902.7
		T	9,845.8	16,687.8	20,961.1	14,070.5	1,957.8	63,522.9
2. Hydraulic Equipment								
	F. C	0.0	0.0	5,123.9	654.0	1,648.2	7,426.1	Gates & Penstock
	L. C	0.0	0.0	1,099.4	111.3	333.2	1,543.9	
	T	0.0	0.0	6,223.4	765.3	1,981.4	8,970.1	

Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	Total	Remarks
3. Electromechanical Equipment	F.C	0.0	4,149.0	692.7	16,346.3	3,020.0	24,208.0	
	L.C	0.0	0.0	0.0	1,647.7	1,405.6	3,053.3	
	T	0.0	4,149.0	692.7	17,994.0	4,425.6	27,261.3	
4. Transmission Line	F.C	0.0	637.0	1,959.0	391.0	195.0	3,182.0	
	L.C	0.0	205.0	0.0	547.0	274.0	1,026.0	
	T	0.0	842.0	1,959.0	938.0	469.0	4,208.0	
5. Total Direct Cost (1+2+3+4)	F.C	5,615.8	14,562.0	19,039.4	24,341.1	5,878.2	69,436.4	
	L.C	4,230.1	7,116.8	10,796.8	9,426.7	2,955.6	34,525.9	
	T	9,845.8	21,678.8	29,836.1	33,767.8	8,833.8	103,962.3	
6. Project Control (T.D.C x 18 %)	F.C	200.4	441.2	607.2	687.2	179.8	2,115.6	
	L.C	1,621.1	3,569.4	4,912.5	5,559.9	1,454.5	17,117.4	
	T	1,821.5	4,010.6	5,519.7	6,247.0	1,634.2	19,233.0	
7. Compensation	F.C	673.2	0.0	0.0	0.0	0.0	673.2	
	L.C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	T	673.2	0.0	0.0	0.0	0.0	673.2	
8. Contingency Civil	F.C	842.4	1,466.4	1,689.6	1,042.5	152.3	5,193.0	
	L.C	634.5	1,036.8	1,454.6	1,068.1	141.4	4,335.4	
	T	1,476.9	2,503.2	3,144.2	2,110.6	293.7	9,528.4	
Hydraulic Equipment	F.C	0.0	0.0	256.2	32.7	32.4	371.3	
	L.C	0.0	0.0	55.0	5.6	16.7	77.2	
	T	0.0	0.0	311.2	38.3	99.1	448.5	
Electromecha. Equipment	F.C	0.0	207.5	34.6	817.3	151.0	1,210.4	
	L.C	0.0	0.0	0.0	82.4	70.3	152.7	
	T	0.0	207.5	34.6	899.7	221.3	1,363.1	
Transmission Line	F.C	0.0	31.9	98.0	19.6	9.8	159.1	
	L.C	0.0	10.3	0.0	27.4	13.7	51.3	
	T	0.0	42.1	98.0	46.9	23.5	210.4	
Project Controlling	F.C	20.0	44.1	60.7	68.7	18.0	211.6	
	L.C	162.1	356.9	491.3	556.0	145.4	1,711.7	
	T	182.1	401.1	552.0	624.7	163.4	1,923.3	
Total Contingency	F.C	862.4	1,749.8	2,139.1	1,980.8	413.4	7,145.4	
	L.C	796.6	1,404.0	2,000.8	1,739.4	387.5	6,328.3	
	T	1,659.0	3,153.8	4,139.9	3,720.1	800.9	13,473.7	

Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	Total	Remarks
9. Total Indirect Cost (6+7+8)	F.C	1,062.8	2,191.0	2,746.2	2,667.9	593.2	9,261.0	
	L.C	3,090.9	4,973.4	6,913.3	7,299.3	1,842.0	24,118.9	
	T	4,153.7	7,164.4	9,659.6	9,967.2	2,435.1	33,379.9	
10. Total Construction Cost (5+9)	F.C	6,678.5	16,753.0	21,785.6	27,009.0	6,471.4	78,697.5	
	L.C	7,321.0	12,090.2	17,710.1	16,726.0	4,797.5	58,644.8	
	T	13,999.5	28,843.2	39,495.7	43,735.0	11,268.9	137,342.3	
11. Interest During Construction (R=8.5%)	F.C	283.8	1,279.7	2,917.6	4,991.3	4,948.2	14,420.6	
	L.C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	T	283.8	1,279.7	2,917.6	4,991.3	4,948.2	14,420.6	
12. Grand Total (Investment Cost)	F.C	6,962.4	18,032.6	24,703.2	32,000.4	11,419.6	93,118.1	
	L.C	7,321.0	12,090.2	17,710.1	16,726.0	4,797.5	58,644.8	
	T	14,283.3	30,122.8	42,413.2	48,726.3	16,217.1	151,762.9	

Remarks: Figures in total and ground total do not necessarily correspond to the respective sum because fractions have been rounded off in the course of calculation.

第13章 環 境

第13章 環 境

目 次

	頁
13.1 計画内容	13- 1
13.1.1 計画地点	13- 1
13.1.2 計画地点の流域	13- 1
13.1.3 計画概要	13- 1
13.2 計画地点の環境特性	13- 1
13.2.1 自然環境保護	13- 1
13.2.2 地形・地質	13- 9
13.2.3 水 文	13-11
13.2.4 土 壌	13-15
13.2.5 水生生物	13-15
13.2.6 陸上動物・植物	13-18
13.2.7 景観的価値の高い場所およびリクリエーション地域	13-27
13.2.8 騒音・振動	13-27
13.2.9 人 口	13-28
13.2.10 産業・経済	13-29
13.2.11 収入・失業	13-32
13.2.12 土地利用	13-34
13.2.13 公共施設・サービス.....	13-36
13.2.14 河川の利用	13-37
13.2.15 海域利用	13-44
13.2.16 観光・レクリエーション	13-45
13.2.17 文化財	13-48
13.2.18 公衆衛生	13-48

13.3 環境への影響および講ずべき対策.....	13-49
13.3.1 用地の造成・整地、工事および据え付け段階の物理的 および生物学的影響と講ずべき対策	13-49
13.3.2 運用段階における物理的および生物学的環境におよぼ す影響と講ずべき対策	13-55
13.3.3 社会・経済環境への影響と講ずべき対策	13-70
13.4 補償	13-77
13.5 環境のコストベネフィット	13-80
13.6 モニタリング	13-82
13.7 総合評価	13-87

List of Figures

- Fig. 13-1 Location of Project Area
- Fig. 13-2 Basins of Naranjo and Paquita River
- Fig. 13-3 Location of Forest Protection Area
- Fig. 13-4 Location of Manuel Antonio National Park
- Fig. 13-5 Landsat Image of Project Area (April 3, 1992)
- Fig. 13-6 Distribution of Annual Precipitation
- Fig. 13-7 Location of Ground Water Level Measurements
- Fig. 13-8 Depth Distribution (m)
- Fig. 13-9 Characteristics of Sediment
- Fig. 13-10 (a) Flow Condition of Surface Water (Ebb Tide)
- Fig. 13-10 (b) Flow Condition of Surface Water (Rising Tide)
- Fig. 13-11 Artificial Hatching Facility of Sea Turtles near Naranjo River Mouth
- Fig. 13-12 Ecological Map of Project Area (CCT-1988)
- Fig. 13-13 Detailed Ecological Map in the Project Area
- Fig. 13-14 (a) Change of Air Temperature and Humidity
- Fig. 13-14 (b) Change of Air Temperature and Humidity
- Fig. 13-14 (c) Change of Air Temperature and Humidity
- Fig. 13-15 Distribution of Mangrove Trees in Estero Negro
- Fig. 13-16 Distribution of Channel Water
- Fig. 13-17 Location of Salinity Observation at Quepos Mangrove Area
- Fig. 13-18 (a) Horizontal Distribution of Salinity in Estero Negro and Naranjo River Mouth
- Fig. 13-18 (b) Horizontal Distribution of Salinity in Estero Negro and Naranjo River Mouth
- Fig. 13-19 Vertical Distribution of Salinity in Estero Negro and Naranjo River Mouth
- Fig. 13-20 Administrative Boundary of Project Area
- Fig. 13-21 Land Utilization Map
- Fig. 13-22 Present Situation of Land Utilization from Land Sat Image
- Fig. 13-23 Land Use Temporal Change (1987 - 1992)
- Fig. 13-24 Road Distribution in Project Area
- Fig. 13-25 Location of Water Sources for Potable Water
- Fig. 13-26 Location of Channel Water Survey
- Fig. 13-27 Change of Water Discharge from Channels
- Fig. 13-28 Change of TIN Load from Channels
- Fig. 13-29 Change of Phosphorous Load from Channels
- Fig. 13-30 Water Intaking to the Plantation at TOMA Point
- Fig. 13-31 Water Introducing to the Tributary of Channels

- Fig. 13-32 Water Stored in Channel named the Queb Cacao
- Fig. 13-33 History on Coastal Topographical Movement at Paquita River Mouth
- Fig. 13-34 Aerophotographs of Paquita River Mouth from 1953 to 1982
- Fig. 13-35 Movement of Damas Sand Bank from 1947
- Fig. 13-36 Current Situation of Playa Coast near Quepos City
- Fig. 13-37 Fishing Ground in Quepos Area
- Fig. 13-38 Location of Prawn Breeding Pond near Naranjo River
- Fig. 13-39 (a) Seasonal Salinity Change Record at Shrimp Breeding Pond
- Fig. 13-39 (b) Seasonal Salinity Change Record at Shrimp Breeding Pond
- Fig. 13-40 Tourism Development Plan at Puntarenanse Area
- Fig. 13-41 Facility arrangement plan
- Fig. 13-42 Transmission Route
- Fig. 13-43 Influential Ratio of Water to be increased by Project to the Erosion in the Mouth of BOCA DAMAS
- Fig. 13-44 Diffusion Area of Paquita River Water to Sea
- Fig. 13-45 Supply of Organic Matter form Mangrove Leaves and Food Chains
- Fig. 13-46 Interrelationships between Major Physico-Chemical Factors and the Extent and Nature of the Mangrove Plant Cover
- Fig. 13-47 Scale on Salinity Tolerance
- Fig. 13-48 Growth of *Avicennia Marina* at various Sea Water Concentration
- Fig. 13-49 Results on Model Simulation of Florida Mangrove Ecosystems
- Fig. 13-50 Water Flow changes at St.4 and from Channels in Plantation
- Fig. 13-51 Relationships between Salinity in Estero Negro and Water Flow Rate from Channel
- Fig. 13-52 Relationships between Salinity in Naranjo River Mouth and Water Flow rate at Londres Point
- Fig. 13-53 Diffusion of River Water from Naranjo River

List of Tables

Table 13-1	Monthly Records of Precipitation (mm; from ICE)
Table 13-2	Detailed Data of Precipitation
Table 13-3	Monthly Average Inflow at Los Llanos Site
Table 13-4 (a)	Monthly Average Inflow at Londres Station
Table 13-4 (b)	Results on Water Flow rate Measurement
Table 13-5	Water Quality at P.H. Los Llanos Point
Table 13-6	Water Quality of Paquita River
Table 13-7	Concentration of Nutrients and BOD in river Water (mg/l)
Table 13-8	Groundwater Level Change and Water Quality
Table 13-9	Fish Species Found at Naranjo and Paquita River
Table 13-10	Classification of Sea Turtle Landing Site
Table 13-11	Endangered Species of Tree
Table 13-12	Flora in the Premontane Rain Forest (bp-P) Region
Table 13-13	Flora in the Tropical West Forest (bmh-t) Region
Table 13-14	Trees existing in the Reservoir Area
Table 13-15	Plant Types at Dam Site (from ICE)
Table 13-16	Plant Type at Power House Point (from ICE)
Table 13-17	Salinity of Water at Quepos Mangrove Area
Table 13-18	Salinity of Water at Savegre Mangrove Area
Table 13-19	Fauna Found at Dam Site (from ICE)
Table 13-20	Species of Fish and Reptiles Found at Dam Site (from ICE)
Table 13-21	Type of Insects at Dam Site (from ICE)
Table 13-22	Industrial situation in related County
Table 13-23	Socio-economical indicator of Aquirre and Parrita County
Table 13-24	SIS Rank of Aquirre and Parrita County
Table 13-25	Change of Agricultural Production
Table 13-26	Agricultural Production at Down Stream Area in Naranjo River Basin
Table 13-27	Outline of Local Community at Project Area
Table 13-28	Urbarization degree and occupational situation
Table 13-29	Attainment degree related to social needs Aquirre and Parrita
Table 13-30	Outline of Palm Plantation
Table 13-31	Composition of Water Quality of Channels
Table 13-32	Concentration of Nutrients and BOD in Channel Water
Table 13-33	Water Flow Rate and Nutrient Load in Channels
Table 13-34	Agricultural Production at Cerritos Village
Table 13-35	Catch in Fishing Zone (1993)

Table 13-36	Catch in Fishery at Quepos Area (Big Boat: 1993)
Table 13-37	Catch in Fishery at Quepos Area (Small Boat: 1993)
Table 13-38	Scale of Work
Table 13-39	Main equipment to be used
Table 13-40	Construction Schedule
Table 13-41	Project Items
Table 13-42	Change on Water Flow rate by Project Implementation
Table 13-43	Monthly Inflow at Cerritos Site without Project Implementation
Table 13-44	Monthly Inflow at Cerritos Site with Project Implementation
Table 13-45	Monthly Inflow at the Mouth of Paqueta River without Project Implementation
Table 13-46	Monthly Inflow at the Mouth of Paqueta River with Project Implementation
Table 13-47	Monthly Average Inflow at the River Mouth of Naranjo without Project Implementation
Table 13-48	Monthly Average Inflow at the River Mouth of Naranjo with Project Implementation
Table 13-49	Monthly Inflow at the Intake without Project Implementation
Table 13-50	Monthly Inflow at the Intake with Project Implementation
Table 13-51	Salinity Tolerance of Mangrove Species
Table 13-52	Water Nutrient Load from Intake to Mangrove Area
Table 13-53	Salinity changes at Estero Negro (1995)
Table 13-54	Salinity changes at Naranjo River Mouth (1995)
Table 13-55 (1)	Land Acquisition Cost
Table 13-55 (2)	Land Acquisition Cost
Table 13-56	Amount of Water to be used (m ³ /sec.)
Table 13-57	Summary of Impacts

第13章 環 境

13.1 計画内容

13.1.1 計画地点

計画地点の場所について Figure 13-1 とともに示す。計画地点はCosta Rica国の首都のSan Joseの南部の太平洋側にあるNaranjo川およびPaquita川の上流地点にある。行政区画としては計画地点はAguirre郡に含まれるが、Naranjo川下流域はPuntarenas郡に属している。

下流はなだらかな平野の構成であるが小さな集落が散在する農村である。最下流部の近傍にはこの地域で最も大きなQuepos市がある。

13.1.2 計画地点の流域

計画地点を含む流域の詳細図を、Figure 13-2 と共に示す。計画地点は山岳地域に位置しており、村や集落からは離れている。

Naranjo川中および下流域はなだらかな平野となっており小さな集落が散在し、農業が営まれている。Paquita川の地域も同様な構成となっている。

13.1.3 計画概要

当計画はNaranjo川とNaranjito川の合流点の直下に位置するLos Llanos地点に容量 653,000 m³の小規模な貯水池を設け、そこから389.7mの落差を利用して、Paquita川の中流地点に設けた発電所に毎秒最大273 m³の水を分水し、最大85MWの発電をしようとする流れ込み式水力発電所の建設である。

13.2 計画地点の環境特性

13.2.1 自然環境保護

(1) 環境影響評価ガイド

Costa Rica国の開発と環境保護に関わる環境影響評価での指針等については以下の内容のものが上げられる。

a) Guia para la evaluacion de impacto ambiental

工業、エネルギー、鉱山省のエネルギープロジェクト開発に係わる環境影響評価

を実施するためのガイドラインであり、以下の項目の配慮が求められている。

- 計画プロジェクトまたは行為の環境影響
- 避けられない環境影響
- 計画の中止を含む代替案
- 短期の局所的な利用と長期間の継続利用あるいは生産性の変化
- プロジェクトの実行と資源の消失

環境影響評価手法では以下の手法の分類がある。

<現況の把握>

- 環境の現況の記述
- プロジェクト要素の決定
- プロジェクトによって影響を受ける要素の決定

<影響予測>

- 重要な環境変化の把握
- 重要な空間的、時間的変化の質的予測
- 想定される環境変化と期間の予測

<影響評価>

- プロジェクトの実施での便益
- 代替案の便益と比較
- 勧告

影響評価項目には以下のものが含まれる。

- 大気質
- 水質
- 生態系
- 地形、景観
- 社会

土地の保有および使用形態、プロジェクトによる変化、人口への影響、移転、生産性の変化、雇用

- 生物学的資源、衛生、景観
- 工事での環境対策

環境基準、廃棄物の処理・処分

影響低減手法と費用

b) Guia basica para la elaboracion de los estudios de impacto ambiental para la actividad minera

このガイドは、鉱山開発における環境影響評価ガイドとして自然資源、エネルギー、鉱山省により、982年に法令6797として制定された。

影響評価書で必要とされる項目は以下のとおりとなっている。

<計画内容>

<環境の現況>

<工事中の環境に与える影響>

- 物理的、生物的環境への影響
- 社会環境への影響

<計画の環境に与える影響>

- 物理的、生物的環境
- 計画による影響

<分析と影響の緩和のために講じる対策>

<環境の回復計画>

<コストベネフィットの分析と比較>

<環境影響評価とその保障を行った行為の審査証明>

c) Guia para la elaboracion de estudios de impacto ambiental para proyectos de salinas en refugios de vida silvestre y humedales

塩田開発における環境影響評価ガイドの内容は以下のとおりである。

<計画内容>

<地域の環境の情報>

- 物理的環境
- 生物的環境
- 社会的環境

<環境に与える影響、汚染と損害>

<負の影響を防ぐふさわしい保護行為の方策とそのスケジュール>

<環境対策の実行宣言>

d) Guia basica para la elaboracion de estudios de impacto ambiental para proyectos de aprovechamiento de recursos naturales renovables

天然資源の改造の開発プロジェクトでの環境影響評価ガイドの内容が以示されている。

e) Guia para la elaboracion de estudios de impacto ambiental para proyectos de acuacultura en refugios de vida silvestre y humedales

森林および湿地の養殖プロジェクトにおける環境影響評価ガイドの内容は以下のとおりである。

<計画内容>

<地域の環境の情報>

- 物理的
- 生物的
- 社会的

<物理的、生物学的および社会的環境に与える影響、分析結果の評価と必要とされる対策>

<負の影響を軽減するための対策を実行するスケジュールと経費>

<環境回復のための方策を示した書類>

(2) 廃棄物処理 (De las obligaciones y restricciones relativas a la recoleccion y eliminacion de residuos solidos)

(3) 環境汚染防止 (De las deberes y restricciones a que quedan sujetas las personas para evitar la contaminacion del ambiente)

(4) 大気汚染防止(Programa de control de contaminacion del aire)

(5) 騒音、振動基準(Reglamento para el control de ruidos y vibraciones)

- 労働者の勤務する場所の騒音基準は85dBである。

(6) 生態系に関する法規 (Codigo ecologico)

a) 考古学的文化財産

- 中南米の国民の考古学的財産および芸術の保護条約

- 文化および自然の保護条約
- 国家の考古学的文化財産
- 脅威を受けている公共あるいは私的文化的財産の保護に関する勧告

b) 自然遺産

- 中南米の動植物と自然美の保護条約
- 動植物の商取引を禁ずる条約
- 水鳥等の生息に係わる国際的に重要な湿地に関する条約
- 国立公園事業の創設
- 野性生物の生命の保護の法律

c) 水域

- カリブ海地域等の中南米の海洋保護協定
- カリブ海地域等の油流失に対する協力
- 海洋へのゴミ等廃棄物による汚染防止協定
- 沖合の漁業の方法と保全協定
- 領海とその隣接域に関する条約
- 海洋と海岸法 (Marine and Coastal Law Regulations)

この法律は、1977年に法令6043として制定され、海洋と沿岸の開発での規則であるが流域管理行為も含まれ、流域の低地にも適用される。

すなわち、海岸線のプロジェクトの環境影響に対して考慮すべき法律である。

d) 森林

- 森林法 (Forestry Law Regulations)

この法律は森林保全区および保護区のみならず流域全体が適用範囲であるが、主な適用対象は保全、保護区および原始林と二次林の管理区である。これらの地域では農林業や持続的代替業が住民の参加のともに行われる。全てのこれらの諸活動は農村社会の人々に提示され、この観点から見ると水力開発は地域に利益をもたらすものの1つである。マングローブの保護については、森林保護の条項のなかに1992年に立法され、海岸に隣接した全てのマングローブと絶滅に瀕する公共のゾーンの河口域のマングローブが対象とされている。

e) 植物と動物の防疫

f) 健康

g) 環境行政

- 中央アメリカの環境と開発に関する協定
- 工業、エネルギー、鉱山省の自然資源、エネルギー、鉱山省への改変
- 領海法

(7) 土地開拓法 (Land and Colonization Law Regulations)

土地開拓法は1961年に法令2825として制定され、正式な開拓プロセスを規定している。これは土地の保有権の管理と衝突を解くのに極めて価値のあるものである。

この法律は、天然資源の保全と管理との関係において曖昧なところがない。

この法律で重要な所は、第1条、第4節、第7、68、87、133、136、153条である。

(8) 水資源法 (Water Management Law Regulations)

水資源法は1942年に法令276として制定された。この法律は水力開発にとって極めて有効な道具で、導水、灌漑、個人の利権を定めたものである。最も重要な章は、水力エネルギーの国家所有を示す第8章と天然水の減少を防ぐ森林の保全対策を定義している第9章である。

(9) 自然保護区および国立公園

Naranjo川のLondresより上流の北東域にはLos Santos森林保護区がありNaranjo川の流域面積の49.53%が含まれている。またその東側にはNara Mount保護区があり、流域面積の6.87%を占めている。またNaranjoおよびPaquitall川に挟まれる地域の海岸地区には、682haの国立公園がある。

a) Los Santos森林保護区

1975年10月に法令第5389-A号によって当該地区 62,000haが指定され、法令23260-MIRENEN によって1994年の4月に改定されている。

森林保護は森林法の35箇条に定義されている。森林保護および国立公園の保護に関しては、Thelen and Dalfell(1979)によって以下のように概念が詳説されている。

国の森は木材、水、飼料、野生生物とレクリエーションの生産に適したゾーンの森林に覆われた広大な地域である。森林保護は人間の居住と人類活動の確たる場である。この区の森林保護によって水力開発およびSan Joseへの新鮮な水の補給が確保されている。この区はSan Jose県のPerez郡に位置し、標高 500～3,491mにある。

保護区で最も代表的なゾーンは丘陵多雨林、低山多雨林、山地多雨林であり、一部に亜高山多雨パラモ（不毛の平野）が存在する。

管理区域の自然植生は農業と牛の牧畜の拡大によって変えられてきた。

この保護区は13,731haの生産的な森林、34,666haの保護林、13,603haのその他の利用からなる（Figure 13-3）。

b) Cerro Nara保護区

1984年12月に法令第6875号によって指定された。目的は森林の保水機能の保護である。面積は 2,280haでPuntarenas県のAguirre郡およびSan Jose県のData郡に属する。ここは、Los Santos森林保護区の南西に隣接し多雨林に含まれ、原生林が地区の80%を占める。森林法によれば、この区の管理目的は土壌の保全、水調整、環境と水系保護である。このゾーンは保水能力の面からみて重要である。

Thelen and Dalfelt (1979) によれば、この地区は水文資源生産地域と定義されており、主な目的は水の生産で、第二は生物の多様性保護である。

Aguirre郡のNaranjitoに飲料水を供給している泉はこの地区にある。

また、ここはBrujo川とNaranjo川の重要な表流水排水網（Surface Drainage Network）をも持つ（ICE 1994）。

両区とも計画地点の外側隣接しており、計画による減水の影響もまったく受けない。

c) Manuel Antonio国立公園

Naranjo川のLondresより下流の河口部右岸側に国立公園のManuel Antonio公園がある。この公園は1978年に法令7901-Aで創設された。

この公園はPuntarenas県に属し、陸側 682ha、海側 55,000haの面積をもつ熱帯湿樹林からなる（Figure 13-4）。

この公園には既に管理計画があり、National Park Service of Ministry of Natural Resources, Energy and Mines によって効果的な管理がなされている。

d) Fila Chonta proposed Protected zone

提案されている保護区の広さは30,000から40,000haである (Mattey and Salazar 1994)。この地点は極めて重要な水の地下浸透地点である。

同様な保護される地点は、Cerro Naraである。

e) Estero Boca Vieja and Estero Negro Mangrove System

この2つのマングローブ・システムは、Naranjo川とPaquita川の河口に位置している。これらは野性生物保全法 (Wildlife Conservation Law) 7317 で考慮および定義されているものである。一方、森林法ではマングローブは技術的に設計された管理計画によって管理されなくてはならないとされている。

Estero Negroマングローブ・システムは、Naranjo川の河口部から南東方向にラグーンがあり、それに沿って帯状に分布している (Figure 13-5)。

13.2.2 地形・地質

(1) 地形

a) 概況

Naranjo川は中央高地の南西端近くに源を発し、南西方向に流下して太平洋に流れ込む河川である。源流域の標高は約2500mであるが、Londresの北東までの約25kmの山間地では標高差約2000mを流れる非常に急峻な河川である。

ダム地点は、このような急峻な河川勾配を有する区間のやや下流側の標高約500mの地点に計画されており、両岸は崖をなしている部分が多い。

当河川はこのような急峻な上中流域を流下した後、Londresの北東からは太平洋岸沿いの沖積低地を流れ、河川勾配は緩やかとなり、河口までの約15kmでは200mの標高差があるのみである。この様に当河川の上中流域は急峻な地形を示すが、この流域には大規模な地滑りや崖崩れは認められていない。

Paquita川は中央高地の南西端の近くに源を発し、南西方向に流下して太平洋に流れ込む河川である。源流域の標高は約1,000mであるが、源流域から約10kmの間で標高差が約900mあり、この後は沖積平野に向かうが緩い河川勾配となっている。発電所地点は急峻地帯となだらかな地帯の中間地域にあり、小さいが不規則な起伏の多い地形を有している。この地点には、大規模な地滑りや崩壊地は認められていない。

b) 貴重な地形

計画地点には貴重な地形を有するものは認められていない。

(2) 地質

a) 概況

ダム地点では地質的にジュラ紀から古第三紀の堆積岩類のうち、礫岩及び粗粒の砂岩が分布する。礫岩を構成する礫は巨円礫が多く、単層の厚さは数mから数十mに及ぶがそれらの境界は明瞭でない。層理面の走向は北西-南東方向で、北東方向傾斜ではほぼ一定であるが、層理面に起因する組織地形は明瞭でない。

表層堆積物としては、一部の緩傾斜地において厚く分布する礫岩の強風化層が特徴的であり、特徴的な玉ねぎ状の風化を示すが、それ以外の場所では風化土壌

や崖錐堆積物、河床堆積物は発達していない。

従って、基盤岩類の露出が多く、特にダム軸付近では新鮮堅硬な礫岩が一部、オーバーハングを伴う急崖を形成している。また、大規模な断層は認められていない。

導水路ルートには、ジュラ紀から古第三紀の堆積岩のうち、礫岩或いは粗粒—細粒の砂岩が分布する。一部に軽微な不整合が認められるが、一般的に北西—南東方向の走向と北東方向の傾斜がルートのほぼ全域にわたって継続している。

大規模な断層や破碎帯は認められていない。また、地質構造に起因する組織地形も認められない。

表層堆積物としては、一部の地域、特に尾根の上部において厚く発達する強風化層が特徴的である。一方、崖錐堆積物や河床堆積物等は余り発達していない。

発電所地点のPaquita川流域にはジュラ紀から古第三紀の堆積岩類のうち、礫岩あるいは粗粒—細粒の砂岩が分布する。一方、発電所計画地点付近を境界として西側には石灰質の堆積物を伴う細粒の堆積岩が分布している。

この岩体中には、一部で、泥灰岩中に異地性岩体として石灰岩を伴っているのが観察される。泥灰岩はスレーキング特性を示す箇所もあるが、新鮮な部分は比較的塊状の露頭を示す箇所もある。また、大規模な断層は認められていない。

両者の境界は一部に風化或いは変質が発達する断層破碎帯状を示す箇所も認められているが、やや傾斜した不整合と考えることができる。

表層堆積物としては、不規則複雑な地形を示す箇所の強風化層が特徴的であり、また、崖錐堆積物も何箇所かで認められるが、大規模なものは認められていない。Paquita川沿いの段丘堆積物には、上下2段の段丘に該当する堆積物が認められ、また、現河床沿いには未固結の砂礫層からなる河床堆積物が発達している。

b) 貴重な地質

計画地点には貴重な地質は認められていない。

13.2.3 水 文

(1) 地表水

対象とする河川の水文環境は以下の通りである。

a) 流域面積

NaranjoおよびPaquita川の流域面積は以下のとおりである。

Basin	Naranjo River	Paquita River
Upper Basin	149.47	31.87
Mid-Stream Basin	68.73	35.98
Lower Basin	50.63	33.92
Basin Total	268.83	101.77
Total	327.90	

b) 気 象

太平洋側流域の降雨パターンは12月から4月にかけての明確な乾期と5月から11月にかけての雨期、そして7月から8月にかけての小夏季と呼ばれる一時的な乾燥期の存在で特徴づけられる。

海拔0 mから2,900mまでの高低のあるNaranjo川の流域は非常に短距離の間に明確な気候変化がある。

Koppenの分類によると、Naranjo流域は2種の明確な気候タイプを示している。1,500~2,900mの高度はRainy Moderate Climate (Cw'a) である。最も寒い月の平均気温は摂氏-3度から摂氏18度以下、最も暑い月の気温は摂氏20度以上である。

一方、海拔0~1,500mの高度は短い乾期で知られ、そのため雨によって熱帯林の発育に適したRainy Tropical Climate (Amw) である。最も乾燥した月では降水量は60mm以下である。最も寒い月の気温は摂氏18度以上ある。

降雨は、最も高度の高い地域（北東側）の2,400mmからLos Llanosダムサイトに近い中央地区の8,000mmの間で変化する（Figure 13-6）。降水量は下流に行くに従って減少し、海岸地区では4,000mmとなる。

この地域の降雨は乾期・雨期の差が著しく、乾期の12月から3月の月平均は100~200mmに対し、雨期の特に9、10月には月別平均で900~1,000mmとなっている。これは雨期の太平洋側からの貿易風と流域の構成する山斜面とが要因で

もたらされる地形性降雨 (Orographic regions) によるものであるが、流域内で洪水を引き起こす豪雨は大西洋側からのハリケーンによる非地形性降雨 (non-orographic regions) である。

Table 13-1 にNaranjo川流域の3地点における降水量の月平均値を示す。

Baltolo地点での過去22年間の月別降雨量のデータを Table 13-2 に示す。

c) 流 量

Naranjo川の源流は海拔 2,800mのPalananatliにあるQuebrade GemelasのGemelas泉にある。川はNaranjito川と合流するまでの間、名前も付けられていない多くの泉が流れ込んでくる。その間にある唯一の村はNaranjoであり、そこから流れは深い溪谷に流れ込んでいく。

もう一つの主流であるBrujo川の源流は海拔2700mにあるBayoneta Rangeにある。川はNara Mount保護区の北の境界線をほぼNaranjo川と平行に流れてNaranjo川に合流する。

さらに一つの主流であるNaranjito川の源流は海拔 2,160mのLa LagunaとDota Rangに端を発しており、Bajo Reyes村とNaranjillo村の近くを流れてNaranjo川に合流している。

Naranjo川の中流部にあるLondresの測水点の22年間の流量観測データから求めた年間平均流量は28 m^3/sec 、最大月平均流量 (23年間の10月平均は56 m^3/sec 、最小月平均流量は 5.7 m^3/sec である (Table 13-3)。

この地点との相関によって得られたLos Llanosダム地点の流量は、年間平均流量が15 m^3/sec 、最大月平均流量は 27 m^3/sec 、最小月平均流量は、4.3 m^3/sec と推定されている (Table 13-4 (a))。

また、Los Llanos, Londres, Brujo川の1994年~1995年の流量の実測データを Table 13-4 (b)に示す。

d) 浮遊砂および掃流砂

ICEの推定によると、Londres地点における浮遊漂砂の量は年間平均で 151,000トンである。また掃流砂の年間平均は Meyer-Peter式を用い49,000ton/year が得られ、Einstein-Brown式を用いると35,000ton/yearとなっている。

Londres地点におけるNaranjo川の浮遊漂砂と掃流砂の値は各々次のように報告されている (ICE 1994)。

年総浮遊砂量 掃流砂量	151,000 ton/year 42,000 ton/year
合計	193,000 ton/year

e) 水質

Naranjo, Brujo, Paquital川の水質は Table 13-5 ~ Table 13-7 のとおりである。

• Naranjo川

過去2年間のデータによれば、BODは最大 2.2mg/l、リン酸塩は最大 0.59mg/l、硝酸塩は 0.99mg/l であり、平均はそれぞれ 1 mg/l、0.2 mg/l、0.5mg/l でBODは低いものの、リン酸塩と硝酸塩で一時期高い値が出現する傾向がみられている。

Londres 地点の乾期の2月から3月の測定値によれば、BOD は0.8~1.7mg/l の間にあり、清浄である。リン酸塩は0.06~0.07mg/l、アンモニウム塩は 0.003~0.018mg/l、亜硝酸塩は 0.002~0.008mg/l、硝酸塩は 0.001mg/l以下でリン酸塩がやや多いものの窒素分は極めて低い値を示している。Los Llanos地点もBOD は0.5 ~1.2mg/l と低いが、アンモニウム塩は 0.007~0.063mg/l で、やや高い値も見られる。しかし他の窒素分は低く、リン酸塩も低く貧栄養の傾向にある。

• Brujo川

Brujo川のBODは 0.59~1.9mg/l で、リン酸塩や窒素分も低い。

• Paquital川

9月の河口に近い地点のデータによれば、BODは 0.7mg/l、リン酸塩 0.4mg/l、硝酸塩は 0.02mg/l でDOは 7.8mg/lである。

乾期の2～3月のBODは0.2～1.9mg/lで、リン酸塩は0.09mg/lを示しておりリン酸塩、硝酸塩ともに雨期に高いようである。

しかし、この水質はNaranjo川の水質と違いは見られない。

4月のBODは0.4 mg/lで清浄であるが、TINは0.087mg/lと他の時期と比較して高い傾向がある。この傾向はPaquita川のみならず、Naranjo川にも現れている。

(2) 地下水

OPIPLAN (1979)によれば、Naranjo川流域は地下水の豊かな地域であると評価されている。地下水は幾つかの井戸で上水等の水源として利用されているが、Naranjo川近くのQuepos市の病院に供給する井戸では、乾期には水位の低下が報告されている。Naranjo川下流域に分布する井戸 (Figure 13-7) の水位の調査結果を Table 13-8 に示す。

- 2月と3月を比較すると、水位が低下した地点は農業用水の取水地点近傍 (W-5)、Quebrada Estero Negro近傍地点 (W-6)、海側のEstero Negroの先端近傍地点 (W-1) で、逆に水位が高くなった地点は、Palmプランテーション南部の農耕地の地点 (W-4)、プランテーション南東部のDelicias地点 (W-3)、Estero Negroの海側の砂州にある地点 (W-2)である。

この時期の水位変化は海岸近くのW-1、W-2では0.3m未満と小さく、W-3、W-4、W-6では約1mの上昇、取水口近くのW-5では約1mの下降を示した。絶対水位についてみると乾期に入った2～3月でも、井戸天端から水面までの距離がほとんどの井戸で約2mであり、地表近くにまで水があることが把握される。

- 3月から4月の変化をみると、水位が変化した地点はW-3、W-4、W-5、W-6であるが、W-5を除いて水位の上昇が認められている。W-5では約0.65mの水位の低下が認められた。

13.2.4 土 壤

周辺地域を含めた計画地点の土壤の分布図によると、この地域には (Entisoles: E), (Inceptisoles: I), (Ultisoles: U) の土壤が分布している。貯水池やバム地点など計画に直接関係する地域の土壤は、Lithic Ustorthent の E 11 であり、この土壤は険しい土地に分布しており、表層土壤は深く、かつ細かい粒子によって構成されており、排水性が極めて良いため浸食性が強い特徴がある。

その下流域に分布する土壤は Typic Haplohumul 的 U 25 で、赤い土壤で排水性が良く、浸透性が強い肥沃土であるが浸食の危険がある性格のものである。

Palm plantation や Naranjo 川の最も下流域の分布するものは、I 173 や B16 の土壤で、それぞれ Fluvaquentic Ustropept や Typic Ustifluent の属する土壤で細かい粒子によって構成されており、いずれも透水性が良い。

13.2.5 水生生物

(1) 河 川

Naranjo 川のダム地点での観察 (ICE 1994) によれば、魚類ではボラ (Mugilidae)、メダカ (Poeciliidae) などの 4 種の魚類が観察されている (Table 13-9)。Naranjo 川および Paquital 川の生息魚類についての乾期での調査によれば、カダヤシ科 2 種、カリアナゴ科 3 種、ハゼ科 1 種、Haemulidae 科 1 種、カワスズメ科 3 種、カラシン科 4 種、ボラ科 1 種、タルミ科 2 種、アカメ科 1 種の合計 18 種が見出せた (Appendix 13)。Naranjo の河口部と Estero Negro にのみ見出された種類は、ボラ科、タルミ科およびアカメ科の合計 4 種であった。

なお、カダヤシ科の *Pocilliopsis turrubatrencis* は Paquital 川の下流にはみだせていない。

(2) 汽水域および沿岸

Manuel Antonio National Park と Naranjo 川河口域の前面の海域の等深線は、ほぼ海岸線の形に沿って走っているが、Naranjo 川河口部地先の Mogote Island 付近は浅くなっており、10m 水深線は約 2 km 先にある (Fig. 13-8)。Naranjo 川の河口部地先の底質 (CCT 1984) は、砂と粘土で構成されており、濃い茶色を呈している。

Mogote Island付近は、砂、貝殻、粘土で、灰色である。一方、Puerto海岸の先は、砂、貝殻によって構成されており、灰色で、この状況はその西側と変わらない (Figure 13-9)。

この水域の流れの調査 (CCT 1984) によれば、Naranjo川河口部の前面海域は西向きの流れが見られるが、上げ潮時に河口部に向かう流れも見出されている (Figure 13-10)。

CCT (1982) によるManuel Antonio公園内の生物調査によれば、以下の種類の生息が確認されている。

浅い水域に生息している魚類は、ハゼ科、ウバウオ科、スズメダイ科、ウミヘビ科、カタクチ科、イサキ科、ボラ科などである。

軟体動物類では、アメフラシ科、クロナマコ科、ヒザラガイ科、マキビガイ科、イガイ科、イモガイ科、タマキビガイ科、オニノツノガイ科、イトグルマガイ科、タカラガイ科、マクラガイ科、アマオブネガイ科、ウミニナ科等の生息が報告されている。節足動物類では、フジツボ類、ヤドカリ科、テッポウエビ科、イワガニ科、カニダマシ科、イセエビ科、シャコ科、クモガニ科、テナガエビ科、オオヤドカリ科、スナガニ科、クルマエビ科等の生息が報告されている。

刺皮動物類では、ナガウニ科、ガンガゼ科、フトザオウニ科、フサクモヒトデ科等の生息が報告されている (Appendix)。

7) 海洋動物類

Naranjo川からSavegre川にかけては約10kmにおよぶ砂浜が広がっている。人家も少なく観光客もほとんど訪れない。この砂浜はウミガメの産卵場になっているとされている。

ウミガメは3種来遊するとのことで、産卵期には一日3~50匹が上陸するとの情報もある。Naranjo川河口部の近傍の一角にはカメのふ化場も設けられている (Figure 13-11)。

この地域をカメの回遊産卵地として、その位置を評価すると、その重要度はCosta Rica大学の研究 (1990) によれば全体が4区分のランクの評価で2番目に位置している (Table 13-10)。カメの産卵場の情報によれば、その種類はOlive Ridley, Leatherback, Hawksbillの3種である。

Fundevi (1944)によれば、この地域の大型海洋動物について、次のように報告している。

Naranjo川とPaquita川の範囲では、Humpback whales (Megaptera ovaenglia, Balaenopteridae) が一般的な種類である。また、1月には Bottled nose dolphin (Tursiops truncatus, Delfinidae) が現れ、それらは岸に接近する。爬虫類では、ウミヘビ (Pelamis platurus, Blapidae) と上記の3種類のウミガメが見られる。ウミガメの接岸は太平洋岸の大部分の海岸に見られるが、その中にいくつかの特定場所がある。この地域では、SavegreとMatapalo海岸では、産卵期に一晚で10-15匹見られ、この地域の種類はHawksbill (Bretmochelys imbricata)や Olive (Lepidochelys olivacea), Leatherback (Dermochelys coriacea) である。Fundevi のNaranjoおよびPaquita川地域の現地見聞調査では、幾つかの地点で足跡のみが観察されているが、産卵期は6月から11月の間となっている。Appendix 10 にこの地域へ回遊する動物を示したが、ウミガメの他にイルカ、クジラ等の回遊がみられている。

13.2.6 陸上動物・植物

Costa Ricaにおける各生物分布帯の概要によれば、各分布の境界には、自然条件に応じた移行帯も多く存在する。この中に 13,021種の植物が生息していると言われる。

Costa Ricaには外来種も積極的に導入されており、その数は主要な木材種だけでも Cipres, Pino, Casuarina等30種を越え、何もかも含めれば 200種以上にはなると推定されている。Costa Ricaで絶滅の危機にあると言われる樹木は Table 13-11 のように示されている。

Naranjoc川流域及びPaquita川流域は下流から上流に向かって概ね次の四つの環境に分類され (Figure 13-12)、計画地点やその周辺はそれぞれの特徴のある気候区から成り立っている。

- 丘陵湿潤林、山麓帯移行帯 (bmh-P ▽)

この区は過剰でなく、しかも豊富な降雨量によって土壌の開発に適しており、永年作物や牧草地開発に好適である。樹林の高さは30-40mで二つから三つの常緑木の階層からなるが、乾期の間は幾つかの広葉樹が含まれる。付着植物の量は中間から豊かな部類に入り、Londresより下流がこの区に相当する。

- 熱帯湿潤林 (bmh-l)

この区では過剰の降雨によって土壌のErosionに問題がある。しかしながら、この区は高い Biomass の生産性と森林活動を示しており、良く繁った高い *Ceiba* (*Ceiba pentandra*) などの熱帯樹林が育まれている。付着植物は豊かである。Londresからダムサイトまでの地域およびQueposの一部が含まれる。

- 丘陵多雨林 (bp-p)

この区では持続的な農業や家畜の放牧は、過剰の降雨と湿度によって制限される環境である。同様に人間もあまり住まない。この区の植物は常緑種で、付着植物が豊富で、高い生物の多様性、密度を持ち、樹木の高さは30-40mで三つの階層から成る。ダムサイトはこの区に入る。

- 低山湿性林 (bh-MB)

この区は園芸への土壌の利用活動に適しており、人間の居住も多い。Londresの東の丘陵地帯はこの区にはいる。

(1) 植物類

計画地域の植生分布は、Landsat衛星画像に示されるように、沿岸地域ではManuel Antonio国立公園を除くと農耕地が広がっており、自然林の分布はみられない。この中で、最も目立つものは海岸域にあるEstero Negroのマングローブであるが、Nefroforestal Lagoonは、陸生の草や灌木が繁茂している状態にあり、マングローブの樹種は見出されない。

一方、計画地域の山岳地では一部開発が行われており、草地が峰峰に散在しており、家畜のための草地や農耕地の切り開かれている。

計画地点は Figure 13-13 に示されるようにPremontane Rain Forest (bp-P) と Tropical Wet Forest (bmh-t) に占められており、Table 13-12, 13-13 の種類によって構成されている。

a) 貯水池

ダム地点は熱帯樹林に覆われた峡谷にあるが、ダム地点直下の下流側の右岸は樹林はなく、農耕を目的にした土地である。左岸は保護区につづく森林を形成されている。ダム本体が設置される場所には兩岸に岩が露出しており、植物相は比較的貧弱である。貯水池予定地域は樹林が繁茂しているが、右岸には峡谷の斜面に伐採跡地が分布している。

貯水池となる場所の面積は11.5haで、このうち2.1haは川の地域であり、のこり9.4haが林である。区画を定めて樹木の量を調査した結果によれば、16種類の樹木が認められ、11.5haで279.8m³の用材量となった。Table 13-14 は存在する木の名前であるが、このうちBatocarpus costariensis (Ojoche macho)はAランクに位置付けられる貴重種である。これらの用材の市場価格は1,073,000 Colonesと見積もられている。

b) ダム地点

調査によれば、クワ科、ボタン科、クスノキ科、フトモモ科、コショウ科、カンラン科など24科30種が見出された (ICB 1994)。

このうち、Papilionaceae 科 (マメ科) のPlatymiscium (Quira)は絶滅の危機にあり保護されている植物である。(Table 13-15)。

ダム地点の下流直下からおおよそ4 kmでNaranjo川とBrujo川の合流点がある。計画ではこの区間の水量が減少する予定である。ダム直下下流地点の標高別の

局地気象(気温と湿度)は、Figure 13-14 のとおりである。乾期で河川水量の減少する時期においても、標高の違う3地点とも湿度が低下することはなく、河川の水量の減少と局地気象変化との関係はみいだされていない。

c) 発電所地点

発電所地点には、コショウ科、クワ科、マメ科、サトイモ科、ナス科、フトモモ科、アカネ科、クスノキ科、トウダイグサ科など、29科107種の植物が見出された。(Table 13-16)

これらの中には、絶滅の危機にある植物はない。

d) Naranjo川河口域

• Naranjo川河口付近に見られるマングローブ林

Fundevi(1994)によれば、主水路に沿って Rhizophora racemosa が、また低塩分域には Avicennia germinans の分布が見られ、Rhizophora racemosa と Rhizophora harrisonia は、水の力によって堆積物が攪乱される場所に、Rhizophora mangle は堆積する場所に生育するものであると報告している。

その R. racemosa と R. harrisoni のベルトの背後には、A. germinans が混じったゾーンが見いだされている。つづくベルトは幅が極めて狭く、A. germinansによって構成されていると報告している。

次は A. germinans が混じった Acrostichum aureum のベルトであり、塩分耐性が小さい幾つかの種類のベルトの存在が報告されている。

Naranjo川河口からマングローブのあるEstero Negroの内部に至るまでの2月での踏査では、6種の構成種が見られている。

SaladoAvicennia germinans or A. nitida

Guateador Rhizophora harrisonii

Caballero Rhizophora mangle

Pinuela Pellicicra rhizophorae

Bijagua.....Heliconia latisphata

Manslevejuro...Acrostichum aureum

これらの種類の分布状況について、Figure 13-15 に示すが、Estero Negroでの観察によれば、水路の入口と奥の場所での種類の構成には大きな違いは見ら

れていない。鉛直的な分布構造では、Gateadorが見られずにPinuelaが生えている場合もみられており、Bijaguaが河口付近のみに生えていることを除くと、地形の凹凸によって、その水平および鉛直分布がもたらされているものと見られた。Naranjo川筋では河口からおよそ500mぐらい上流まで、左右の岸にもマングローブが分布している。マングローブから通常の陸生植物への遷移は非常に短い距離で起こっていることも観察された。

またEstero Negroの水路の先は陸化しており、単子葉植物やシダ類の繁茂が現在見られている。

Estero NegroにつながるCacao水路の西側の水際には、入口から約200m先まで一部にマングローブが分布している。

Estero Negroとこの水路の合流点の水の塩分は、4 mg/lであったが、Figure 13-16 に示す範囲は感潮域となっている。またこの図には、3月の調査時点でのPalmプランテーションとマングローブ域の接点地域での水路の水の分布状況も示してある。

Palmプランテーションに続く水路の両側は平地となっており、稲を栽培するための農耕地となっている。

◆ Manuel Antonio国立公園内のマングローブ

Pundevi (1994) によれば、公園内のマングローブの構成種は6種で、Rhizophora mangle L., Avicennia germinans L., Laguncularia racemosa, Pellicicra rhizophorae Triana & Planch., Acrosticum aureum, Boodleopsis verticillate Dawson である。

● マングローブ環境

INCU (1993) によるCosta Ricaの太平洋岸のマングローブに関する報告によれば、計画地点から西方にやや離れた場所のEstero DamasとEstero Palo Seco (Quepos; 9° 28N, 84° 13W) のマングローブ域の種類からみた重要度は以下の順となっている。

R. racemosa > P. rhizophorae > Agerminans > R. mangle > L. racemosa

この地域のマングローブの生育環境としての土壌の塩分濃度は 26-30%で、有機物濃度は 12.9-13.4%である。水の塩分の変動は、1-30の報告がある。

QueposとSavegre川の河口部のマングローブ地域の水質の測定結果は Figure 13-17, Table 13-17 に示すとおりである。

QueposのマングローブでのHigh Water時の測定によれば、塩分値は32～32.65 の間にあり、マングローブの入口と奥では大きな差は認められていない。このマングローブに流れ込む小河川は、少なくとも2 河川があるが、調査時期は乾期であり、極めて少ない流量しか見られていない。Mangroveの構成種は、Caballero, Pinuela, Salado, Mariquita, Manslevejuro, Phryganocidia phellospermaでそれぞれの群落としてマングローブ域内で散在している。

干潮時にはこの地域は干上がる状況にあり、木々が生育する場所はミオ筋から一段高くなったフラットな場所で、満潮時に約30cm程度、潮がかぶる程度の深さの環境である。

Savegre 川の河口部のマングローブの構成種は、Gateador, Saladoなどで、乾期の2月での塩分の測定では、表層では1～32.79の範囲にあり、水深0.5 mでは11.8～32.85、また1 mでは23.8～32.47の範囲にあった (Table 13-18)。Estero NegroおよびNaranjo川河口での水質について、Figure 13-18、Appendix 11 に示す。調査で得られた結果は以下のとおりである。

• 2月

High WaterとLow Water時に潮位差は、約2.5m～3 mの範囲にある。

塩分の変動範囲は以下のとおりであるが、潮況での塩分の水平分布には、明確な違いが認められ、水深が浅くなるLow Water時にはEstero Negro全域の塩分が低くなる。

また、Naranjo川河口部方面でも同様であるが、2月27日のデータでは両水域の下層の一部で、塩分の比較的高い水が取り残されている。

High Water時は、Naranjo川河口部で表層に塩分の低い水が停滞しているが、Estero Negroのほぼ全体に海水の侵入が見られ一様の塩分値を示している。

Tide	Depth(m)		Estero Negro	Naranjo
Low	0	(a)	2.3 ~27.5	2.2 ~13.7
		(b)	3.3 ~17.6	0.9 ~ 2
	0.5	(a)	2.3 ~29.5	26.7 ~32.4
		(b)	4 ~ 8.2	0.9
	1	(a)	27.9~31.2	29.7
		(b)	4.1	0.9
High	0	(a)	30.2 ~33	2.7 ~20.5
		(c)	29.8 ~32.7	2.1 ~15.3
		(a)	32.2 ~33	32.2 ~32.5
	0.5	(c)	31 ~32.7	28.4 ~31.7
		(a)	32.3 ~33	32.8
	1	(c)	31 ~32.7	31.7 ~32.4
		(a)	32.6 ~33	33.0
	2	(c)	31.2 ~32.7	---

* (a) is the data obtained on February,27,1995, (b) is the one obtained on March,1,1995. Data of (c) was obtained on February,28,1995.

* Data at N-5 is not included in this Table.

• 3月

塩分濃度は、以下のとおりである。

Tide	Depth(m)	Estero Negro	Naranjo
Low(Raising)	0	32.3 ~ 33.8	31.9~33.4
	0.5	32.8 ~ 34.3	31.9~34.2
	1	32.9 ~ 34.2	31.9
High	0	28.9 ~ 32.8	2.2~4.5
	0.5	30.6 ~ 32.8	30.4~32.7
	1	31.5 ~ 32.8	32.1~32.8
	2	32.1 ~ 32.8	32.7~32.8

Low Waterから上げ潮時の調査結果によれば、Estero Negroの塩分値は約33で、水路の入口や奥では33以下の値を示している (Figure 13-19)。High Water時は若干塩分が低いものの同じパターンにあるが、Naranjo川河口部およびEstero Negroの入口で塩分が低い状況にある。

• 4月

塩分濃度は以下のとおりである。

Tide	Depth(m)	Estero Negro	Naranjo
Low	0	0.0 - 2.5	0.0
	0.5	0.0 - 2.0	0.0
	1	0.0 - 2.5	0.7
High	0	1.2 - 11.0	0.7 - 1.0
	0.5	4.8 - 11.1	1.2 - 3.7
	1	4.5 - 14.7	1.2 - 10.0
	2	5.1 - 25.8	20.0 - 28.5

2月3月の状況と大きく異なり、満潮になっても30を越す値は認められず、表層では11以下である。観測時(4月26日)は降雨があり、河川流量も多かったため雨量(Naranjo川)と流量(Londres地点)を観測日の前後各一週間についてまとめてみると以下の様になる。

4月	観測日											5月			(Unit)	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3		
流量	13.3	15.3	16.1	18.7	20.3	18.7	16.9	18.8	20.0	20.0	20.9	20.0	17.6	17.7	20.2	(m ³ /sec)
雨量	27.9	19.0	22.2	18.1	46.0	32.7	17.5	27.9	8.8	29.7	68.6	17.3	10.6	61.1	75.0	(mm)

1971年から1993年までの4月におけるLondres地点の流量は最小が4.70m³/sec, 平均8.51m³/sec, 最大15.32m³/sec (Table 13-4(a))であり、観測日の流量の18.8m³/secは過去の観測記録を上回っている。

e) Manuel Antonio National Parkの植物

CCT (1982) によれば、公園には84科 346種の植物の生息が報告されている (Appendix 12)。このうち絶滅の危機にあるものは以下の構成となっている。

Adiantaceae	2 種
Cyatheaceae(カヤツリグサ科)	5
Dennstaedtiaceae	1
Schizaeaceae	1
Graminae	2
Orchidaceae(ラン科)	18
Palmae(ヤシ科)	1
Rhizophoraceae (ヒルギ科)	3
Gymnospermae	2
Verbernaceae (クマツヅラ科)	2
合計	37 種

この内、汽水性の環境に棲息し、mangroveを構成する植物で保護されているものは、Avicennia uninda, Avicennia racemosa, Rhizophora mangle L., R. harrisil, Cassipourea podantha Standl. である。

(2) 動物類

Costa Ricaの絶滅の危機にある動物についての報告 (Appendix 13) によれば、鳥類が 11種、両生類 1種、爬虫類 7種、哺乳類 16種が含まれている。また、数が減りつつあるものには、鳥類のAccipitridae (ワシタカ科)、Falconidae (ハヤブサ亜科) の種類のもと、Ara ambigua (インコの1種) である。爬虫類では Iguana iguana (イグアナ) が、また哺乳類ではアルマジロ科など9種がリストにあげられている。

ダム地点を調査したICB(1994) の報告によれば以下の種類が見出されている。

哺乳類では9種が観察された (Table 13-19)。この中には絶滅の危機にあるサル (Alouatta palliara)、アライグマ (Nasua narica)、パカ (Aquouli paca)、イタチ (Bira barbara) の4種が含まれている。鳥類では、13種が報告された。この中には絶滅の危機にあるオウム (Aratinga sp.) が含まれている。爬虫類では、10種類の爬虫類が観察された。この中には絶滅の危機にあるIguanna 類の2種が含まれる (Table 13-20)。

昆虫類では11種類の昆虫が観察された (Table 13-21)。

Fundevi (1994)によれば、Naranjo 川と Paquita 川に囲まれる海岸域を含めた地域に生息が認められる生物は、以下の構成となっている。

Aves	(鳥類)		
Pelecaniformes	(ペリカン類)	4	4
Ciconiformes	(コウノトリ類)	3	6
Anseriformes	(ガンカモ類)	1	1
Falconiformes	(ワシタカ類)	3	7
Gruiformes	(ツル類)	1	3
Charadriiformes	(チドリ類)	3	7
Columbiformes	(ハト類)	1	5
Cuculiformes	(ホトトギス類)	1	1
Caprimulgiformes	(ヨタカ類)	1	2
Apodiformes	(アマツバメ類)	1	1
Coraciiformes	(ブッポウソウ類)	1	3
Piciformes	(キツツキ類)	3	3
Passeriformes	(スズメ類)	10	24
Mammalia	(哺乳類)		
Carnivora	(食肉類)	1	1
Primates	(霊長類)	1	1
Amphibia	(両生類)		
Anura	(無尾類)	2	3
Reptilia	(爬虫類)		
Squamata	(ヘビ・トカゲ類)	3	4

種類は Appendix 14 に示すとおりであるが、これらの生物のうち絶滅の危機にある生物を Appendix 15 に示す。それらには鳥類が 8 種、哺乳類 2 種、爬虫類 1 種があり、このうち爬虫類では Green Iguana である。

過去からの記録でこの地域で絶滅の危機にある、あるいは、あった生物を Appendix 16 に示す。水に関係する種類としての両生類では、Oedipina carablanca (Salamander; イモリ科), Eleutherodactylus (Mountain toad), Agalychnis callidryas (Gaudy leaf frog), Centrolenella spinosa (Grass flog), Centrolella virovittata (Grass flog), Atelopus varius (Harlequin frog), Dendrobates granuliferus (Poison frog), Phyllobates vittatus (Poison frog) である。爬虫類では、Anole, Green iguana, Rainbow boa, Boa, Musarana, Bicolored moca, Eyelash viper, Cayman, Crocodile があげられる。

Naranjo川下流域のマングローブ林での観察によれば河口部における踏査でマングローブ林内においてサルやワニや数種の鳥類などが見かけられている。Pundevis (1994) の調査によれば、以下の鳥類が見られている。

Mangrove vireo Vireo pallens, Vireonidae (モズモドキ科)

Mangrove Hummingbird Amazilia boucardi, Trochilidae (ハチドリ科)、

Yellow mangrove warbler Dendroica erithachoridws, Parulidae

(アメリカムシクイ科)

Great egret Casmerodius albus, Ardeidae (サギ科)

Little blue heron Egretta caerulea, Ardeidae

White ibis Eudocimus albus, Threskiornithidae (トキ科)

Boat-billed heron Cochlearius cochlearius, Ardeidae

Yellow-crowned night heron Nyctanassa violacea, Ardeidae

Manuel Antonio National ParkのなかのNaranjo川側にあるVegeta lagoonは、立地している場所とNaranjo川の位置との高低差によってNaranjo川の川水の影響を受けない。

公園には絶滅の危機があると言われるSaimiri Oersteoi Citrinellusという猿が約 2,000匹居り、その内 500匹しか公園内に居らず、残りはその外側に生息しているとの情報もある。

13.2.7 景観的価値の高い場所およびリクリエーション地域

計画地域は山間地にあり、ダムおよび貯水池地点は深い峡谷内にある。この地点の近傍には林道が走っているが、道路は住民の交通の目的でしかも交通量は極めて少ない。ダムおよび貯水池周辺の景観は普通の山地の景観である。発電所地点も同様であり、いずれも道路から見にくい場所となっている。

計画地点付近のリクリエーション地点は、ダム地点下流の中流域のLondresの水遊び場や釣り場および川下りである。また、海岸地域ではManuel Antonio国立公園である。

13.2.8 騒音・振動

ダム地点および発電所地点には騒音および振動源はない。

13.2.9 人口

1990年現在のCosta Ricaの人口は約 3,000,000人である。Los Llanos計画に関連する地域の人口分布は以下の通りである。

計画の対象とするNaranjoおよびPaquital川は、Puntarenas県とSan Jose県の2県の行政区に含まれる。このうち、直接関係する郡はTarrazu, DotaおよびAguirre郡で、それぞれSan Carlos, San Lorenzo, San Marcos地区, Quepos, Savegre, Naranjito地区が含まれる (Figure 13.20)。

1984年および1990年の人口データによれば、各郡の人口ともに約10%程度の増加が見られる。1984年での農村部の人口の割合は、San Marcos 88%, San Lorenzo 100%, San Carlos 100%, Quepos 48%, Savegre 100%, Naranjito 100%で、Quepos区を除き農村としての構成となっている。

Province	County	District	Population	Area (km ²)	Density (/km ²)	
San Jose	Tarrazu	San Marcos	5,381	42.07	127.9	
			6,097		144.9	
			7,236		172.0	
	San Lorenzo	San Lorenzo	2,391	191.12	12.5	
			2,990		15.6	
			3,114		16.3	
			1,073		61.31	17.5
			1,434			23.4
			1,510			24.6
Puntarenas	Aguirre	Quepos	9,093	222.89	40.8	
			12,279		55.1	
			13,929		62.5	
	Naranjito	Naranjito	Naranjito	2,466	104.64	11.4
				3,113		14.4
				3,200		14.8
				1,760		16.8
				2,076		19.8
				2,136		20.4

* Upper column in the population is the data on 1984, middle is the data on 1990, lower is the data on 1994.

District	Name	Number	Remarks
San Lorenzo	Naranjo	10 (?)	2 家族常駐、4 家族季節的移動 コーヒー収穫期に一時的増加
	San Joaquin	60	
	Napoles	133	コーヒー収穫期に一時的増加 人口は変化無し 人口は変化無し
	Santa Celilia	22	
	Naranjillo	120	
	Esquipulas	50	
Naranjito	Villa Nueva	300	人口微増傾向
	Paso Real	100	人口減少傾向
	Londres	1,500	人口増加傾向
	Naranjito	600-650	人口微増傾向
Quepos	Cerritos	200	

Naranjo川の流域の主な村や集落の人口の合計は、約28,000人で、これはCosta Rica国の人口の約1%に相当する。

流域内には23の集落があるが、その主だった村や集落の人口の現況（聞き取りによる）は上記の表のようである。なおSan Lorenzoで調査対象とした6部落の人口の合計は400人程度である。

一方、Naranjitoでは、聞き取り調査の合計値が国勢調査の2,076人を上回ったが、この結果はLondresに人口が集中しているということを示唆する。

なお、Villa Nueva, LondresおよびNaranjitoの各町はバスの便がよく、海岸部の中央都市のQueposに働きに出ている人も多い。

Naranjo川上流地区では、コーヒー栽培が行われており、収穫時期を中心に人口の変動が見られている。

13.2.10 産業・経済

(1) 産業・経済の開発状況

a) Naranjo 川上流域

NaranjilloとNaranjo川の上流域にはコーヒー産業があり、大部分の栽培地は傾斜45°以上の地域である。コーヒー産業はLos Santosからの入植によって行われて来ている。現在のコーヒーの生産は入植により持ち込まれたミルによって行われており、将来の川水の汚染の要因の一つになる可能性がある。

Naranjo 川の左岸は自然林が保存されているが、入植による森林の減少が予想

される。将来のこの地域の開発内容は、コーヒー産業と自家用や生計のための家畜の飼育、外国種の植林である。

b) Naranjo 川中流域

この地域は現在、経済活動や雇用は低い状況にある。Naranjo川の左岸のストロープは森林があり自然とのバランスが取れている。右岸はAnnatto treeの栽培があるが、Gracias A Dios 峡谷の近くには未改良の牧場が分布している。

c) Naranjo 川下流域

この地域は高い人口密度を持つ地域の一つである。Palm栽培や観光、漁業などがある。これらの産業は、Savegre 海岸の方向に拡大傾向がある。

d) Paquita 川上流域

この地域の産業は、Valle de los Santos からの入植によるコーヒー栽培である。最近の開拓では、Santa Juana 付近からSan Joaquin やEl Rodeoへ通じる道路による寄与が大きく、この道路は傾斜が急で地盤が不安定でありエロージョンの要因の一つである。

e) Paquita 川中流域

この地域の主要産業は、家畜(ウシ)の飼育とイネ等の大規模農業である。

f) Paquita 川下流域

この地域はPalm産業、イネ栽培、Teak等の栽培が盛んであるが、高い都市化の状況にある。また、Naranjo川中流域以上の観光産業が盛んで、Quepos市とManuel Antonio国立公園をむすぶ要衝に位置している。

(2) 計画地点を含む地域の産業構造

計画地点が含まれる地域の産業構造はTable 13-22 に示されるように、第一次産業は農業でCosta Rica全国の値の約2 倍の60%を占め、ついで観光業を含めた第三次産業となっている。

商業ではTarrazu郡ではCoopesantos、Aguirre郡では ICBがある。Aguirre およびParrita郡の社会経済的評価(SIS:Table 13-23) によれば、人口密度と土地開発力は上位にあるが、社会経済指標、土地開発状況、住民の組織化度、社会基盤の整備などは極めて低い状況にある。また、Quepos, Savegre, Naranjito, Parrita のSIS 値(Table 13-24) は、それぞれ5.13, 9.13, 8.63, 8.00で、

最低値が10であるので、Savegre, Naranjito, Parrila 地区は最貧地区に位置付けられている。Quepos市では人口の集中が著しいが、中程度でいずれも豊かではない。これらの地域は農業基盤の整備と観光開発および自然保護を包括した地域経済開発と一層の整備が望まれている。

(3) 計画地域の農業生産

Table 13-25 にAguirre郡の農業生産の変化を示す。Aguirre郡の栽培による農業生産物の種類は、Palm, Achiote, Vanilla, Pepper, Cacao, Rice, Maize, Kidney bean, Papaya, Banana, PineでPalmとRiceが主産物である。これらの生産額は近年増加の傾向にあり、1994年には合計 14,132,000,000 Colones となっている。

計画地点の下流での農耕地の面積はPaquita 川側を含めて8,686 haで、主産物以外の産物の面積は、Achiote:5 ha, Vanilla:2 ha, Pepper:2 ha, Cacao:10 ha, Papaya:5 ha, Banana:11 ha, Pine:1 haとなっている。このうち、Achiote, Pepper などは山岳地で栽培されている(Table 13-26)。

(4) 集落の主な産業

Naranjo川筋に沿った集落の産業と飲料水等の生活用水や河川水利用の現状について聞き取り調査を行った結果を Table 13-27 に示す。

コーヒー栽培を主な産業とする集落は、San Joaquin, Santa Celilia, Napoles, Naranjillo で、Cattle breeding が行われている集落はNaranjillode、耕作農業とStock raising を行う集落は Paso Real, Londres, Naranjoである。耕作農業が主産業の集落は、Esquipulas や Villa Nueva などである。

産業での河川利用は、LondresやEsquipulasでのレジャー産業としての川下りがあるが、産業としての漁業は見られない。下流部ではPalm栽培とエビ養殖業がある。

Palm産業はNaranjo川とPaquita川にまたがった地域にある。Palm栽培ではフレッシュな水が必要とされ、これらの栽培地には小さな水路が縦横に分布している。Palm栽培地と生産高は以下のとおりである。

Owner	Fruit (MT)	Ha	Output by Ha
Jan 94- Nov 94			
• Palma Tica	102,430	7,455	13.7
• Independent Producers	41,244	2,704	15.3
Total	143,674	10,159	14.1
.....
1995 (Estimated)			
• Palma Tica	124,044	7,614	16.3
• Independent Producers	50,847	2,704	18.8
Total	174,891	10,318	17.0

計画地点の川に沿った集落のローカル産業の生産物の主なものは、特に集落によって大きく種類が変わっている傾向はない。

観光産業はManuel Antonio国立公園が中心で、公園とQuepos市を結ぶ道路にそってホテルが多数分布している。しかし、公園の東部のNaranjo川河口や川筋にはホテル等は見られない。

13.2.11 収入・失業

計画地点を含む地域の都市化の割合と就業率についての報告によれば、Tarrazu郡では人口の増加とともに、労働可能人口の割合も増加してきている。労働可能人口のうち、就業人口も増加しており全労働可能人口の96%(1984)が職業を持っており、失業者率はわずかに4%である。

就業者の職業の内訳は、給与労働者が最も多く約半分の53%の割合で、次いで、個人企業者の32%であるが、雇用主はわずかに2%である。

Aguirre郡では、全人口は若干減少(1984)したが、労働可能人口は増加して来ている。しかし、労働可能人口は約50%で変わりがない。そのうち就業人口は約90%で、失業者は約10%とTarrazu郡と比較して高い割合となっている。

職業の内訳は、給与労働者が約73%、次いで個人企業者で約18%、雇用主は3%で給与労働者の割合が高い(Table 13-28)。

これらを総合すると、これらの地域では農業などの第一次産業が主体となっており、一部の雇用主に雇われた労働者が大勢を占めていることが言える。

Londres の Aguirre 郡の農業事務所での聞き取りによれば、この地域では出稼ぎをする人達も多く、平均の月収は 15,000colones/family で貧しい状況にある。

Savegre地区やNaranjito地区はCosta Ricaで最も貧しい地区であると言われ、Parrita郡でも農村地区は同様な状態にあり、これらの地区の社会経済状況は危機的であると言われる。

Aguirre郡とParrita郡の社会、経済は従来よりBanana栽培やPalm栽培、粗放的牧畜業、米栽培、木材生産などの第一次産業の発達の影響を受けており、農業生産者の80%は、森林や保護区とされるべき地区に住居し、自給自足の生活を営んでいる。一方、平野部の土地は大半が少数の所有者の私有地となっており、利用されていない面積も多い。

対象地域では漁業も重要な経済活動の一つであるが、技術水準が低く、行政的支援が少なく、金融機関からの借入が困難であると言われる。

13.2.12 土地利用

(1) 土地利用の現況

Costa Ricaの土地利用図 (Figure 13-21: Instituto Geografico Nacional Departamento de Geografia) によると、Naranjo川流域ではLondresより下流、Paquita川流域ではCerritos より下流に牧草地、アフリカヤシのプランテーションが大きな面積を占め、その間に季節作物の農地、森が点在している。海岸近くにはマングローブ林が広がっている。両河川の川沿いには耕作地、稲作地、牧場、牧草地、粗な森の分布が見られるが、ほぼ平地が形成されている。

これらの地域の上流域は森林となっているが、現地踏査によれば、森林の伐採後の牧草地や畑が各峰々の頂上の下部や斜面に不規則に散在しているのが見られた。ダム地点の下流側の一部は既に農業開発のために伐採されており、また発電所地点の近辺も家畜の飼育のために一部は森林が伐採されている。

流域の上下流の状況は以下のとおりである。ランドサットの画像をFigure 13-22 ~13-23 に示した。

a) Naranjo 川上流域

この地域の特徴は牧場とコーヒー栽培が広く行われている。西側のスロープでは狭い道路が密集しており、山々の頂上や中腹の一部の森林を残して農業や放牧が行われている。

農業は栽培でCypress (Cupressus sp.), Jaul (Alnus juralensis), Poro (Poro poro) などの中に coffee (Coffee arabiga) が広く行われている。

ウシの放牧は自然林や移入植物のCypressnなどの植林地に囲まれた地点で営まれている。

この地域では、土地利用状況の変化がある。つまり牧草地からコーヒー栽培地に変化しつつある。

San Lorenzo の近くではコーヒー栽培が主役で、San Martinでは牧場とコーヒー栽培に土地が利用されているが、土地が急峻で不安定である。

この地域ではまた、Corn (Zea maiz), Beans (Phaseoulus vulgaris), Sugar (Sachacarun officinarum) の小規模のプランテーションがある。

Milagro hillの方向のNaranjo川の北部に位置する峡谷は、濃密な森林が分布しており、この森林は天然水の貯蔵の意味でNaranjo 川の水量を確かなものとし

ている。Naranjo 川の東側はLos Santos森林保護区があり、最も良い環境が保持されており、Naranjo 川に大きな割合の水が供給されている。

b) Naranjo 川中下流域

中流域では盛んな土地利用がみられる。その内容は牧畜とAchoite の栽培で、小規模の Citrics, Poppy, Pepper も見られる。また、下流域では土地はコメの一期作と大規模なパームの栽培に使われている。

c) Paquita 川上流域

上流域は、活発な土地利用の変化の状況が見られるが、ある地域では改良されていない牧場とともに山崩れがみられ、見捨てられている。

この地域は、Naranjo 川の上流域の西側のように、小さい森によって覆われている。また降雨の直接的流失が活発で土砂の堆積も多く、La Gallega村のある中流域や下流域に影響が与えられており、イネやPalm栽培に使われている。

d) Paquita 川中下流域

Paquita 川の右岸河口にはMangroveと河岸植物が分布している。マングローブの Rizophora mangle は高い塩分耐性をもっている。また泥状の環境が作り出されている。河口近くの左岸は、堆積土が厚く植生は現在見られない。

しかし、砂や木の幹等が散乱していることから、Paquita 川の流出過程に物を引きずる力の存在が明らかである。

コメ栽培地は中流域、Palmプランテーションは下流域にある。Cerritosから下流では河口右岸にはPalmが、また左岸に Teak (Tectona grandis) の森がある。

La Gallega村の近くでは、川の流れは下流の右岸Bankを浸食している。

(2) 土地利用の変化(1987 ~1992)

Landsat image による過去5年間での土地利用のうち、Palm Forest と grasslandの変化について、Figure 13-23 に示す。PalmではSavegre区と Parrita地区で変化が大きい。Naranjo川に沿ったPalm林ではTOMA地区から南部に走る水路に沿った地域での増加傾向がみられている。1995年でのこの地区の視察によれば、国道より北のものは一般に樹高が低く、成木への成長過程にあるものが多かった。

Grassland の変化は広範囲に起きており、特に、Naranjo川上流地域やPaquita川中流地域および上流の山岳地域で著しい。

(3) 将来の土地利用

Fundevi (1994) によれば、将来の土地利用について以下の報告がある。

Costa Ricaの農業生産における土地利用は安定した変遷をしている。1960年の穀物の生産量は総生産量の9%、1980年は10%、1990年には10.32%である。畜産物は1960年が19%、1980年は31%と増加している。森林は1960年の面積は国土の56%であり、1990年には32%と減少している。森林の減少は牧場などの畜産業と関係がある。

この状況は国全体のみならず、Naranjo川およびPaquita川流域内についても言える。

Costa Ricaには土地と水資源計画管理を規定した土地利用に関する総括的な法律はない。自然の資源やエコシステムに関する法律は、現在唯一のものである。土地利用計画に関しては、Soil Conservation Service がExecutive Decree No. 18564-MAG (Nov. 6, 1988) で作られ、Land Use Capacity Determination Methodology が1991年に公的なものとなったが、これらの全ては使用を特定していない地域の計画管理での技術的道具の意味合いのものであるとされている。

このような全ての法的な道具はもし流域の計画、管理策定過程でシステムチックに考えられれば、流域の天然資源をベースとした利用を助長すると言える。

13.2.13 公共施設・サービス

(1) 社会的ニーズの充足度

AguirreおよびParrita 両郡の社会基盤についての報告によれば、保健栄養状態は中程度、教育、住宅の充足度は低く、これらの総合的な基本的ニーズの満足度は中程度である(Table 13-29)。一方、基本的ニーズの対応率は、Aguirre郡が約65%、Parrita 郡が39%で大きな開きがある。Aguirre郡での満足度は中程度であるが、住宅、教育、保健、栄養面ではまだ充分ではなく、さらに農村から市街地への移住人口も多く、失業率や、半失業率も高い。しかし、Aguirre郡が中程度にランク付けされている背景には、Manuel Antonio国立公園の観光開発や、Quepos市の商

業・サービス部門が比較的発達していることにある。

農村部のインフラストラクチャーとして、Aguirre郡には国内で唯一の、他州からの舗装道路が整備されている。Aguirre郡とParrita郡には、現在延長913kmの道路が整備されているが、このうち63%は土の道、37%が砂利道、1%が舗装道路である。

(2) 交通

計画地域の道路網はFigure 13-1, Figure 13-24 に示すように、中央からのルートはSan JoseからSan Marcosを経由するもの、海岸沿いのQueposを経由するものの主要ルートがある。港湾からのルートは国道17, 143, 239, 22号線で太平洋側の主要港湾のCaldera港からQuepos市に通じている。この道路は舗装されているが、各一車線で住民の交通や主要都市からの物資輸送に使われている。また、Quepos周辺はManuel Antonio国立公園を中心とした観光地であり、シーズンともなれば大型バスの往来が活発である。

計画地点は山間地にあり、地点に通じる道路は林道で狭く、勾配も急で大型車両の交通は困難である。しかし、平野部のVilla Nueva, Londres, Naranjoto, Junta Naranjotoに通じる道路は砂利道で、小型車両の往来も見られる。

(3) 教育

計画地点の周辺の大部分の町や村には学校があり、Londres, Villa Nueva, Esquipulas, Naranjito, Pascua, Paso Realにも教育施設があるが、中等教育以上の教育施設はない。

13.2.14 河川の利用

(1) 上水

ダムサイトより下流部のNaranjito川沿いでは、東側の保護区のNaraに2箇所の泉がある。その1系統(湧水量 33L/sec)はEsquipulas, Villa NuevaおよびNaranjitoに、また別の系統(湧水量 6.5L/sec)はLondresおよびPaso Indiosに供給されているが、Londresの町の一部は勾配の関係で個別に井戸を掘るか、別の泉を使うようであり、乾期には水不足が生じている。

中流のPaso Realでは上流域と同様に各家庭で泉からの水を利用している。

Quepos市では現在、Ceritosの西南西の約 1.5kmのPaquita川沿いに設けた 2 本の井戸（ポンプ能力はそれぞれ、18L/sec, 28L/sec：実際の取水量は 45 L/sec）と La Gallegaの泉（平均湧水量 10L/sec）およびNaranjo川の下流のLlamaron付近に設けた井戸（ポンプ能力は 24L/secであるが、実際の取水量は15L/sec）の三箇所から取水されている。

Quepos市の上水整備の将来計画では、現在の 2 本の井戸の地点を増強して 80L/secの水を、またCanus川の上流の泉から28L/secの水を、さらにNaranjo川下流（現在の取水井の川を挟んで反対側）に井戸を掘り、30L/secの取水を行う予定である（Figure 13-25）。

これらの調査結果によれば上水への河川水の直接利用はないが、Naranjo川の伏流水を採取する井戸の存在が明らかである。

現在のQueposの人口は 12,000人程度である。観光客は年間 200,000人程度であり、乾期の最盛期に仮に 30,000人が訪れるとし、一人当たり200L/dayとすると、8,400,000L/Dayの水が必要となる（毎秒 97.2L/Sec）。

これは、現在の取水量に将来計画量を加えてほぼ達成できる量であり、将来の観光開発の規模によっては、これらの地域で新しい水源の確保が必要となる可能性もある。

一方、Palmのプランテーション内にも住民の飲料水の確保の目的の井戸が現在、三箇所ある。

Estero Garitaの西端付近にある家では、海岸の満潮線から約15mの所に、深さ 4mの井戸があり、3 m下に水面が見られる（地表面は満潮位から約 1.5mの高さにある）。水質は若干塩辛く、500~1,000ppm程度の塩分が含まれている。なお、12月から 2月の間は井戸は空になるが、井戸の底を 1 m程度掘れば水が取れるらしい。

井戸の水位と水質の季節的変化（Table 13-8）を見ると、以下のとおりである。

- ・Naranjo 川河口(W-1): 2月、3月、4月の間で大きな推移の変化はないが塩分がやや高くなる。
- ・Estero Negroの海岸側(W-2): 水位変化は小さい。
- ・Negraforestal Lagoonの北側(W-3): 水位変化は小さいがやや増加傾向がある。

- ・Palma Tica プランテーション南端の稲作地帯(W-4) : 増加する。
- ・農業用水取水地点近傍(W-5) : 水位は上下変動があるが低下の傾向にはない。
- ・Quebrada Estero Negro(W-6) : 増加傾向が見られる。

(2) 農業用水

a) Palma Ticaプランテーション

河川から直接取水 (Figure 13-26) はNaranjo川下流の左岸にあるプランテーション (Table 13-30)に対するもので、全体の面積の 3,500haのうち、600haに灌漑を行っている。灌漑のための取水は乾期にみに行われており、1月から始まり4月まで行われ、その期間の取水量は平均1.43m³/secである。ちなみに水利権としては1.8m³/secが認められている。この灌漑された土地で収穫された椰子の品質は良く、1996年にはさらに0.5m³/secの増加が計画が出されている。一方、Palma Ticaプランテーションの南端では近い将来に灌漑が計画されており、こちらはSavegre川から取水である。

Palmプランテーションは、Figure 13-26 のようにNaranjo川水を灌漑目的に取水しているが、その水はプランテーションに網の目状にある水路を通じて Estero Negroのマングローブ域に達している。

それらのうち、代表的な水路について乾期から雨期の期間での流量と水質について測定した結果を Table 13-31~13-32 に示す。

水質の測定は水路の水の起源を把握すること、マングローブへの水の供給量の変化と共に栄養分の補給状況を知る目的にある。

調査によって以下の結果が得られた。

調査は取水点 (TOMA) とプランテーション内の 6 水路で合計 7 点を設定して行われた。このうち、St. 4を設置した水路は、Estero Negroのマングローブ域には通じておらず、南部のSavegre 川河口に向かう水路である (Figure 13-26)。なお、調査は乾期の始まる前から雨期にかけて行われた。また水路の調査地点は、国道の海側のEstero Negroまでの間の水路図から、水路の集合状況と、感潮現象を考慮し、その影響を省けるであろう地点として設定された。結果は以下に要約される (Table 13-33, Figure 13-27~13-29)。

i) 流量の変化

- 取水地点(TOMA)

流量の変化について、Figure 13-27 に示す。取水地点の流量は、調査の開始の9月の時点で $0.2\text{ m}^3/\text{sec}$ であったが、12月には川底を見せており、取水の実施の事実は見られていない。

年を越した1月6日には取水が行われていなかったが、1月19日には $1.44\text{ m}^3/\text{sec}$ の取水が観測されており、この間に取水が開始されたことが分かる。農業用水の取水はこれ以後も継続され、4月6日まで行われたことが確認されている。取水の終了日は現地では確認していないが、聞き取り調査によれば、防災上の理由から4月中に取水は中止されている。

- St. 6

この地点では調査当初の9月には約 $1.8\text{ m}^3/\text{sec}$ とかなりの流れを示していたが、3月下旬迄は月を経るごとに流量を減じ、一時上流に水が遡上することもあった。3月下旬からは $0.5-0.7\text{ m}^3/\text{sec}$ の流量を示した。調査期間中、水が欠如することはなかった。

- St. 7

この地点は調査期間をとおして流量は小さく、12月の時点で水の流れは停止し、1月には干上がった。この状況は観測期間中(6月末まで)継続した。

- St. 8

この水路も流量が小さく、12月に一時流れは停止した。また2月から以後観測期間中流れの停止した状況にあった。

- St. 9

この水路は最も水の供給が活発な水路であるが、当初 約 $1.8\text{ m}^3/\text{sec}$ と、St. 6のある水路と同様に取水地点の流量を遙かに越えた数値を示していた。Naranjo川からの取水路が干上がり、水の供給が停止している状況下でも水は流れていた。1月中旬から3月上旬迄は $0.4-1.3\text{ m}^3/\text{sec}$ の間を変動し、3月下旬から4月上旬の間は 約 $1.5-1.3\text{ m}^3/\text{sec}$ と多い流量を示し、水の供給が途切れることはなかった。

- St. 10

この水路もSt. 7のある水路と同様に水の供給の少ない水路で1月の時点で干上がり、以降観測期間中同様の状況にあった。

• St. 4

この水路の流れは概ね $0.2-0.8\text{m}^3/\text{sec}$ の間を変動し、殆ど水が途切れることはなかった。

まとめると、水路には幾つかの水の存在の形があり、St. 4やSt. 9のある水路のように、取水路が干上がった状況でも水の流れる水路と取水の有無にかかわらず水の停滞するSt. 8の形の水路、またある時点から水が涸れ、以後、取水が始まっても水が流れない水路などにわけられた。

1~4月の時点では取水が行われているのであるが、水路での水の存在域は Figure 13-16 に示される範囲にあり、水のない水路と Estero Negroからの潮汐の影響を受けている地域は Figure 13-16 に示される状況にあった。

水路が合流した Queb Cacao 水路は整備された水量の豊かな感潮水路である。Estero Negroの近い水路際にはマングローブの構成種の分布が見られる。また乾期でもこれに続く水路と共に干上がる状況はみられない。

他方、Laguna Negraforestalに入る水路は現在、堆積物によって埋没した状況にあり、水の供給は極めて少ない。

ii) 水路の水の性質

取水された水と水路の水の水質から、乾期における別の水の影響の有無について知るため調査を行った。

結果は以下に要約される。

- St. 4では海の水の影響が現れているが、他の地点では海の影響はない。
- St. 6, 7, 8, 9, 10 の水は地表水であり各時期とも類似性が高く、地下水の混入はない。

iii) 栄養物の供給

• TIN

TIN の供給量の変化について Figure 13-28 に示す。供給の最も大きな水路は No. 9のある水路で、1月から2月のかけてその量は減少したが、3月の時点では回復した。他の水路での似た傾向にあるが、その変動の大きさは小さく、他方、水量の小さいSt. 6のような水路の供給が比較的大きく、また水

の停滞傾向が強かったSt. 8のある水路の供給は小さかった。

• PO₄-P

PO₄-P は水路のうちTIN と同様にSt. 9のある水路で最も大きく、次いでSt. 6のある水路となっている。取水路が干上がった時点での状況はSt. 9を除いて減少傾向にあるが、取水開始後、約一箇以内にはSt. 9とSt. 6でPO₄-P の供給量が極めて増加した (Figure 13-29)。

iv) 乾期でのNaranjo川からの取水方式

取水方式は、Figure 13-30 のようにNaranjo川の上流対岸に向かって、石積みの導水堤を築く方法を採用しており、取水された水は取水路から枝わかれした状況の中でプランテーション内に導入されている (Figure 13-31)。水の供給地域は3月の時点では Figure 13-16 のように検分あるいは推定されたが、Estero Negroからの入口に近い場所にあるエビ養殖場続く北部からのQueb. Bartolo水路では底石への藻の繁茂が少ないことから比較的新しい流水状況が起きたことが推定された。

v) Estero Negroへの流出

各水路から下流の Queb. Cacao 水路に合流、貯溜された水は (Figure 13-32) 潮汐による上下運動と水が溜められることによる流下力によってEstero Negroへの合流点にある堰を越えるが、水路に水が比較的少ない時期は潮汐作用が卓越し、特に乾期では潮位変動と貯溜水量とのバランスによって流出が与えられている。

b) Luz 農場のPalm プランテーション

他方、Naranjo川河口域に沿った場所には、170haのPalmを栽培する農家 (FINCAS)があるが、ここでは12月から4月迄は水路をせき止めることにより灌漑を行っている。

c) 稲栽培他

現地視察およびランドサット画像によれば、Paquita 川およびNaranjo川中下流域の川筋には整備された牧場、牧草地、粗な林と草地の混在地、水田や農耕等の耕作地が広がっている (Figure 13-22)。

Paquita川の中流域のCerritos村では川の湾曲部の低地を中心に河川水を利用

していると見られる水田がある。この地域の主要農作物は米で、そのほか、豆類、トウモロコシ、芋類、ミカン類、バナナ等であるが、家畜の飼育も行われている (Table 13-34)。

湾曲部の低地では、住民の説明によれば、3～4年に一回の頻度で、特にハリケーン時や山岳地の豪雨時に地上2 m程度まで冠水した過去の経緯がある。

ハリケーンによる冠水は10～20年に一回の程度であるが、その時には Quepos からの救助活動が行われている。

通常の時、大雨の時等の水田と川面の高さの差は不明であるが、水田と住民の住む高台の高さの差は、約14mで、住宅や人命に対する被害は現在はないと言われる。

洪水に対する住民側の対策として、ハリケーン時や山岳地での強い豪雨は主に10月に起きるため、事前対策として予報によって稲刈りを行なってしまうことが上げられており、災害による金銭的な被害は生じていない。しかし、冠水後は堆積した木や石の除去作業が必要で、労力での出費が過去求められてきた。

一方、Paquita川河口部では1978年に流路が変わり、道路、家屋、農場に大きな被害が起きた。これに対して日本のコンサルタントが川筋を直線にする案を出したが、経費が膨大であったため、住民の移住が行われた。

Paquita 川の河口部での問題には、自然地、農地や宅地を含む土地の浸食問題がある。1947年から1981年にかけての国土地理院の地図 (Figure 13-33)、およびこれのもととなる航空写真の記録 (Figure 13-34) によれば、Damasの砂州の伸長と対岸の土地の浸食の関係が明らかとなっている。これらの調査結果を整理した報告 (Katou) によれば、海岸の浸食域は毎年、6 mの速さ (Figure 13-35) でQuepos市方向に移動しているとされ、浸食の先端はすでにPaquita 河口を通過し、現在はPaquita川の対岸のCocal海岸が浸食されつつあると言われる (Figure 13-36)。この浸食の原因についてKatouは、Damas 砂州の内外の特異な水利条件にあると言い、強い沿岸流による砂の輸送と潮汐によるDamas入江に流入する水のエネルギーによって、砂州の伸張と陸の浸食が共存する現象によるものと説明している。この浸食現象に対する対策として、浸食を止める海岸構造物の設置が過去に提案されている。