

第 4 章 事 業 計 画

第4章 事業計画

A 事業の目的と構成

1 事業の目的

フィリピン国の平均1人当りの収入が895ペソであるのに対して、計画地区の平均1人当り収入は780ペソである事が示すように、計画地区ならびにその周辺の地域は経済発展のおくれた地域の一つであることがわかる。

これには色々の原因があると思われるが、主な原因の一つは現況のかんがい用水量が不足しているためと想定される。従って、雨期でも農地へ用水を安定的に補給出来ないのみならず、乾期には用水の絶対量の不足から乾期水稻の栽培面積はわずかの面積に限られている。

このように用水源の不足に加え、計画地区内には用排水組織および農業用道路も完備されておらず、特に計画地内と外との交通は困難を来たしている。以上に述べたように、計画地区周辺は水源施設、用排水路および道路網等農業施設の不備のため農業の生産性は低く、この事は農家所得の低さにつながっている。

計画地区周辺の土壌、気象ならびに地形等の自然的条件は、適切な施設が完備されれば耕作に適した地区であるため、高生産のかんがい農業を発展させる可能性を十分見出せると考えられる。本事業の目的は、ⅰ) 農業生産を安定的に高めること、ⅱ) 水力発電の産出、ⅲ) 地区周辺の住民に年間を通じて雇用の機会を与えること、ⅳ) 用排水施設、道路、農業技術普及組織を完備して、安定した農業生産の基盤と農村地域の生活環境を整備すること等である。これらの目的を達成し、早期に事業の効果を発揮させるためには、次の事項が本事業で推進されなければならない。

- ⅰ) 高収量品種による水稻の二期作ならびにタバコ、ニンニク等の換金作物の導入のため用排水組織の完備。
- ⅱ) かんがい農業および近代的な農業生産推進のため末端設備の完備
- ⅲ) 計画地区の生産目標達成のため、農民組織ならびに農業技術普及計画の樹立
- ⅳ) 末端整備完了に伴って農村地域の生活環境改善

2 事業の構成

本事業の構成（コンポーネント）は以下に述べるかんがい農業と水力発電である。

かんがい農業：水源施設、用排水路網、道路、末端施設および農業技術普及組織の完備のもとにかんがい農業の確立。

水力発電：アブラ州のバルシグアン川に建造されるバルシグアンダムの水を圧力導水トンネルでイロコス ノルテ州に導水し、両地点の落差を利用して水力発電の産出。

B 事業計画の策定

1 開発計画

イロコス ノルテ地区かんがい事業における開発計画は、全体開発構想の策定の中で、水資源開発の観点から、いくつかの比較案を作成し、技術的、経済的観点から比較検討をおこなった。その結果、本開発計画の最適案として、バルシグアンダム単独案が選出された。即ち、アブラ州のバルシグアン川に築造されるバルシグアンダムの水を主水源とし、補助水源として、域内を流れる河川の水を頭首工により取水する計画である。

全体受益地区 22,600haの開発は、水資源開発も含め二段階に分けた計画とした。第一段階開発は、ボンガ川右岸に位置する約10,200haを対象として、ラブガオン（Larbugaon）、ソルソナ（Solsona）、マドンガン（Madongan）、パバ（Papa）およびボンガ（Bonga）の各河川に頭首工を建設し、域内の河川水を取水する頭首工計画である。第一段階地区の開発計画の詳細は昭和54年度に実施した、イロコス ノルテかんがい計画報告書（Phase I）に示される。ここでは第二段階開発計画の構想について述べる。

第二段階地区のかんがい計画対象地区は、パタックおよびパドックを中心とした約12,400haの地区で、その水源は、先に述べたバルシグアンダムの水とマドパヤス（Madupayas）およびティバングラン（Tibangran）の両河川に建設される頭首工により取水された水である。バルシグアンダムの水は導水トンネルによりイロコス ノルテ州のボンガ川上流へ導水され、その標高差を利用し水力発電に利用される（ボンガ発電所）。発電後の放流水はヌエバエラ調整地で調整され、連結水路を通じて、第一段階地区ならびに第二段階地区へ、各河川の自流量の不足時に送水される。もちろん、連結水路は各頭首工およびその幹線水路と機能的に結合される。また、ヌエバエラ調整地の差落を利用して、発電所をダム直下に設けるダムタイプの発電計画（ヌエバエラ発電所）をおこなう。

地区内の用排水路組織は、用排水分離を原則として、用排水路の新設および既存の水路の改修をおこなう。また、末端施設についてもその組織の編成ならびに改修をおこなう。

2 かんがい計画

a) 計画作付面積および作付体系

第二段階開発計画におけるバルングアンダム掛りの受益面積は次のように要約される。また、図4-1は第一段階開発計画地区を含めたこれらの受益面積と用水系統図を示す。

		計 画 受 益 面 積		(単位：ha)
項 目	第二段階 開発地区	第一段階 ^{1/} 開発地区	計	
雨 期	12,400	2,120	14,520	
乾 期	12,400	7,240	19,640	

注) ^{1/}：第一段階地区の各河川流域の河川流量の不足から、これらの地区は第一段階開発計の受益面積として計上していない。

第二段階開発計画の作付体系はつきのとおりである。

バタック-バドック地区

雨 期	乾 期	作付割合
水 稻 + 水 稻		80 (%)
水 稻 + ニンニク		20
水 稻 + ニンニク + リョクトウ		20
水 稻 + タバコ		20
水 稻 + ワ タ		10

クラ-ヌエバエラ地区

水 稻 + 水 稻	90
水 稻 + 畑作物	10

b) かんがい用水量

1) 蒸発散量

蒸発散量 (ETp)の算定は、蒸発計蒸発量より算定する方法、また気象資料を用いた経験式によって算定する方法等種々の方法があるが、本計画における導入作物の蒸発散量の算定は、Penmanの方法^{1/}によっておこなう。なお、蒸発散量の算

^{1/}：Penmanの方法は、海岸からあまり離れておらず、植生により覆われた地域に適した経験的理論式である。

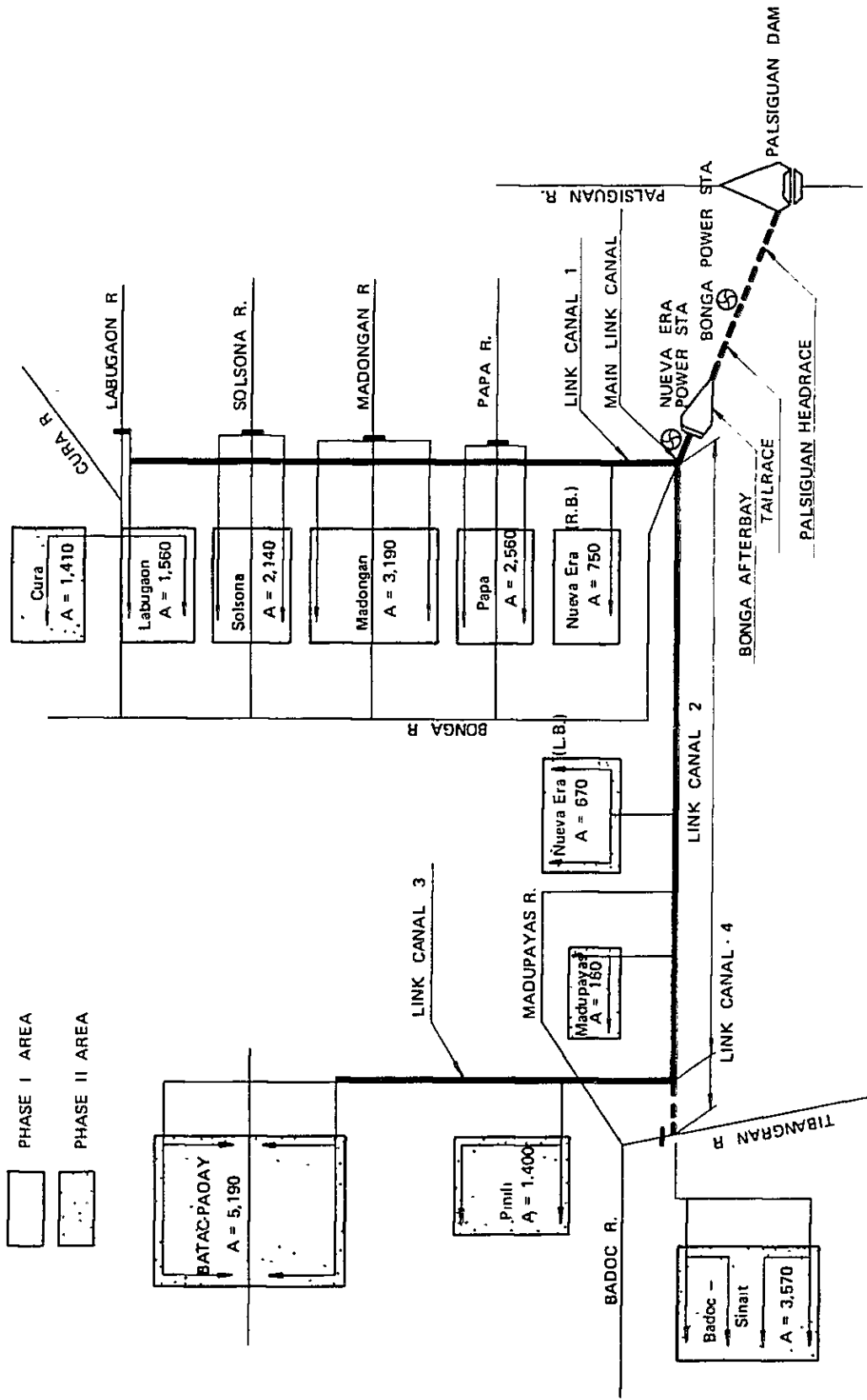


圖 4-1 計畫用水系統模式圖

定に用いる気象資料は、イロコス スール州のビガン (Vigan) で観測された資料を用いる (資料編 3 B - 2、表 3 B - 8 参照)。

2) 作物の消費水量

水 稻

水稻の消費水量 (ETa) は、作物の蒸発量と等値と仮定すると、消費水量の算定は先に求めた ETp に作物係数 (K) を乗じて求める。作物係数は作物の生育期によって異なる。しかしながら、計画地区周辺にはこの作物係数の資料がないので、水稻の消費水量 (ETa) は、ビガンとラオアグにおける実際の蒸発量比により計算値 (ETp) を修正した。

畑作物

計画地区の乾期に、水田の畑作化を計画した。即ち、バタック - バドック地区には乾期の畑作物としてタバコ、ニンニク、リュクトウおよびワタが、またクラーヌエバエラ地区にはニンニク、タバコ、オニオンがそれぞれ導入する計画とした。

これらの畑作物の消費水量は計算式により求めた ETp に以下に示す各作物別の作物係数を乗じて求めた。

畑作物の作物係数

期 別	<u>タバコ</u>	<u>ニンニク</u>	<u>リュクトウ</u>	<u>ワ タ</u>	<u>オニオン</u>
10月		0.30		0.30	
11月	0.70	0.35		0.50	0.70
12月	0.80	0.50		0.95	0.75
1月	0.70	0.25		0.90	0.65
2月				0.50	
3月			0.50		
4月			0.75		
5月			0.40		
6月					
平均	<u>0.73</u>	<u>0.35</u>	<u>0.55</u>	<u>0.63</u>	<u>0.70</u>

次表は以上に述べた算定方法によって求めた計画作物の消費水量を示す。

作物別消費水量

(単位：mm)

期 別	水 稻	タ バ コ	ニ ン ニ ッ ク	リ ョ ク ト ウ	ワ タ	オ ニ オ ン
10月	6.9		2.1		2.7	
11月	6.1	4.3	2.1		3.0	4.3
12月	6.7	5.4	3.4		6.4	5.0
1月	6.4	4.5	1.6		5.8	4.2
2月	6.0				3.0	
3月	6.6			3.3		
4月	6.7			5.0		
5月	6.5			2.6		
6月	6.5					
7月	5.4					
8月	5.9					
9月	5.7					
平 均	<u>6.3</u>	<u>4.7</u>	<u>2.3</u>	<u>3.6</u>	<u>4.2</u>	<u>4.5</u>

3) ほ場用水量

水稻のほ場用水量は、計画作付体系に基づいて以下に述べる条件で10日単位で算定した。

- 水田のほ場浸透量は、水稻の生育期間を通じ2.0mm/日とする。現況水田における浸透量測定結果によると、水田の浸透量は第一段階地区では1.0mm/日 - 7.0mm/日の範囲にあるが、第二段階地区の浸透量は1.0mm/日前後であり、不透水性の値を示し、第一段階地区より小さい。
- 苗代および代かき用水量は以下のとおり決定した。

苗代および代かき用水量

項 目	雨期作 (mm)	乾期作 (mm)
代かき用水量 (第1回目)	175	150
〃 (第2回目、3回目)	75	80

注) 詳細は資料編4B-1、表4B-1に示す。

一方、10月以後に耕耘、準備作業をおこなう畑作物(タバコ、リュクトウ)の

用水量は、土壌の乾燥を考慮し40mmとする。しかし、10月以前に耕耘、準備作業をおこなう畑作物の用水量については、雨期明けの直後であり、土壌中の水分も相当高い事を考慮して見込まない計画とした。

各計画作物のほ場用水量は次表のとおり算定された。なお、詳細は資料編4B-1、表4B-2および図4B-1に示す。

<u>各作物のほ場用水量</u>	
<u>作物</u>	<u>ほ場用水量</u> (mm)
a) 雨 期	
水稲-1 (Jun/1 ~ Nov/6)	1,028
水稲-2 (May/21 ~ Oct./26)	1,031
水稲-3 (May/11 ~ Oct./26)	1,035
b) 乾 期	
水稲-4 (Oct./14 ~ Mar./21)	1,073
タバコ (Oct./14 ~ Apr./25)	319
ニンニク (Sep./28 ~ Mar./5)	223
リュクトウ (Feb./5 ~ Jun./18)	318
ワタ (Sep./23 ~ Apr./9)	579
オニオン (Oct./13 ~ Mar./10)	385

4) かんがい用水量

かんがい用水量は、ほ場用水量に作物への有効雨量と損失雨量を考慮して算定した。有効雨量および損失雨量の算定は、以下に示す基準によるものとする。

有効雨量

水稲の代かき期の有効雨量は、代かき用水の容量を考慮して250mmとする。生育期の最大有効雨量は常時冠水深20mmのほかに60mmとする（最大冠水深は80mmとなる）。

一方、畑作物の有効雨量は、作物別平均日消費水量に等しい3.7mm/日以下の雨は無効とする。また、総容易利用可能水量（TRAM）49.8mm以上の降雨については、表面流出すると考え無効とする。従って畑作物の有効雨量は3.7~49.8mmとする（後述d）畑地かんがい計画参照）。

かんがい効率

水稲のかんがい効率は、以下に示す算定基準から、雨期稲46.8%、乾期稲54.0%とする。

損失水量	損失水量割合	
	雨期稲 (%)	乾期稲 (%)
末端ほ場損失	35	25
送水損失	20	20
管理損失	10	10

畑作物のかんがい効率は、フィリピンにおける国営かんがい事業計画(NISIP-I)報告書を参照し60%とする。

上記の基準にもとづき、各作物別、計画地区別のかんがい用水量をほぼ10年確率に相当する基準年について算定した。次表にその結果を示す。

期別	基準年のかんがい用水量 (単位: mm)					
	バタック-バドック地区			クラ-ヌエバエラ地区		
	水稲	畑作物	平均	水稲	畑作物	平均
雨期	983.4	-	983.4	611.7	-	611.7
乾期	2,036.8	728.5	1,121.0 ^{1/}	1,923.0	806.5	1,837.6
計	<u>3,020.2</u>	<u>728.5</u>	<u>2,104.4</u>	<u>2,534.7</u>	<u>806.5</u>	<u>2,449.3</u>

注) 詳細は資料編4B-1、表4B-3~4B-4に示す。

^{1/} : 乾期の平均かんがい用水量は以下の作付割合の加重平均値である。

作物	バタック-バドック地区	クラ-ヌエバエラ地区
	(%)	(%)
水稲	30	90
畑作物	70	10

c) 用水路計画の単位用水量

1) 末端かんがい用水路

主小用水路および小用水路等の末端かんがい用水路の計画流量は以下の条件で計算

する。即ち、代かき期間中の主小用水路から小用水路への用水の配水は、同時かんがいであるが、小用水路から各ほ場へはローテーションかんがいとする。従って、標準 8 ha～6 ha（ローテーションユニット）を支配する小用水路の断面は、ローテーションブロック内では同一であるが、主小用水路の断面は、ローテーションユニットの数に比例して下流へなるにつれて小さくなる。

主小用水路および小用水路の設計は、作物の生育期の最大かんがい用水量で設計し、代かき期の後半に発生する代かき期最大用水量に対しては余裕高を含めた水路全断面で流下させる方針で水路計画をおこなう。

代かき期および生育期の最大かんがい用水量は以下のように要約される。

項目	最大かんがい用水量			
	バタック-パドック地区		クラ-ヌエバエラ地区	
	C.W.I ^{1/} (mm/日)	I.W.R ^{2/} (l/sec/ha)	C.W.I (mm/日)	I.W.R (l/sec/ha)
代かき期間	9.2	1.64	10.0	1.78
生育期間	8.2	1.46	7.9	1.40

注) ^{1/} ほ場用水量 (Crop Water Requirement)

^{2/} かんがい用水量 (Irrigation Water Requirement)

計算の詳細は資料編 4 B - 2 に示す。

上記計算結果から、バタック-パドック地区では、主小用水路および小用水路の計画流量は、それぞれ 13.12 l/sec、65.60 l/sec/ha - 13.12 l/sec と決定した。この流量には末端ほ場損失 35% を含み、単位面積当りでは 1.64 l/sec/ha に相当する。一方、クラ-ヌエバエラ地区の計画流量は、それぞれ 10.68 l/sec、53.40 l/sec - 10.68 l/sec (1.78 l/sec/ha に相当) と決定した。

2) 支線水路の計画流量

支線水路の計画流量は、計画作付体系にもとづき、バタック-パドック地区 2.16 l/sec/ha、クラ-ヌエバエラ地区 2.33 l/sec/ha とそれぞれ決定した。この最大単位計画流量から計画地区内の支線水路の計画流量を算定した。計算結果から支線水路の流量は 3.29 cu. m/sec ~ 0.09 cu. m/sec の範囲である。

3) パルシグアンダム下流の共同かんがい地区への補償水量

パルシグアンダム建造予定地点からティネグ (Tineg) 川の合流地点までに現在パルシグアン川より取水している3ヶ所の共同かんがい組織地区 323 *ka* が河道沿いに存在している。即ち、ラガヤン地区 255 *ka*、カランバット地区 29 *ka*、コラゴ地区 39 *ka* である。これらの地区に対して、事業完成後においては、現況既得水利権の補償を考慮し、パルシグアンダムの水をこれらの地区へ放流しなければならない。算定によるとその流量は 0.814 m^3/sec である。

d) 畑地かんがい計画

1) インテークレートの測定

畑地かんがい計画の検討のため、計画地区内の4ヶ所 (バタック-バオアイ地区で2ヶ所、バドック-シナイ地区で2ヶ所) で乾燥状態と湿潤状態の両ケースについてインテークレートの測定をおこなった。乾燥状態というのは用水補給のない状態を意味し、湿潤状態は土壌を湿潤にした後の24時間後のほ場状態を意味する。

インテークレートの測定は、円筒シリンダーをほ場にセットし、時間の経過に対するシリンダー内の水位の降下を初期の段階では5~10分間隔に、またほぼ1時間後には30分間隔に読み取り、降下速度を測定した。測定結果を資料編4B-3、図4B-2~図4B-5に示すように両対数グラフに示した。一般に両対数紙にプロットされた時間の経過に対する浸透量の関係は直線で示され、時間(T)と浸透量(D)の関係は $D = CT^n$ の式で表わされる。インテークレート測定時間が長くなると、 T と D の関係は $D = CT^n + b$ で示され、精度の高い測定結果が得られる。上記の式の中で、 n はマイナス(-)の数値で示されるので、積算浸入量(ΣD)は、時間の経過と共に減少し、最終的には浸透量は b の値に等しい一定値に近づく。この値がベーシック・インテークレート (IBi) である。このベーシック・インテークレートがかんがい方法等の畑地かんがい計画の基準となる。

次表は4ヶ所でのインテークレート測定結果から得られた湿潤状態のベーシック・インテークレートの算定結果を示す。

ベーシック・インテークレートの算定結果 (湿潤状態)

観測点	測定位置	ベーシック・インテークレート
No 1	Bario Aracua, Batac	4.2 (mm/hr)
No 2	Bario Linang Paoay	12.6
No 3	Bario Napo, Badoc	5.8
No 4	Bario Pactit, Badoc	20.9
平均		<u>10.9</u>

畑地かんがい方法の決定にあたっては、今後さらに調査、検討が必要であるが、平均ベシック・インタークレートが10.9 mm/hrであることから判断すると本計画の場合作物の生育期のかんがい方法は、うね間かんがいが適切な方法と想定される。

インタークレートの測定と同時に、インタークレート測定地点の土壌を深さ50 cmまで10 cm間隔で採土し、土壌の物理的性質（比重、間げき率、ほ場含水量、しおれ点等）を分析した。分析結果は以下のように示される。

土壌の物理的性質^{1/}

土層の深さ	真比重 (S _r)	仮比重 (S _a)	間げき率 (P) ^{2/}	ほ場 含水量 (F _c) ^{2/}	しおれ点 (W _p) ^{3/}
(cm)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)	(%)
10	2.61	1.21	53.9	42.7	20.8
20	2.63	1.22	53.8	39.4	19.0
30	2.64	1.18	54.9	38.7	18.7
40	2.62	1.19	54.9	40.4	19.6
50	2.62	1.17	55.4	41.1	19.9

注) ^{1/} : 4資料の平均値を示す（詳細は資料編4B-3、表4B-6に示す）。

^{2/} : $P = (S_r - S_a) \times 100 / S_r$

^{3/} : $W_p = 0.36 F_c^{1.08}$

2) 畑地かんがい用水量とかんがい日数

畑地かんがい用水量とかんがい日数の決定は次の手順で検討する。

- i) 有効根郡域の決定
- ii) 作物の水分吸収図型の決定
- iii) 有効根郡域の各層別の利用可能水分量、AM (Available Moisture) の決定
- iv) 総容易利用可能水分量、TRAM (Total Readily Available Moisture) の算出
- v) かんがい用水量およびかんがい日数の決定

以下にこれらの項目について記述する。

i) 有効根郡域の決定

計画導入作物の有効根郡域は、現地での調査結果から次のように決定した。

作物	有効根域の深さ
タバコ	50 (cm)
ニンニク	30
リョクトウ	50
ワタ	50

ii) 作物の水分吸収図型の決定

蒸発散による土壌水分の消費は土層の深さによって変化する。この土壌水分の消費割合は土壌水分吸収図と呼ばれ、現地での調査により決定される性質のものであるが、本計画においては資料が入手困難であったため、以下に示すような水分吸収割合を想定した。

有効根域	水分吸収割合
1 - 10 (cm)	40 (%)
10 - 20	30
20 - 30	20
30 - 40	10

iii) 有効根域の各層別の利用可能水分量 (AM)

利用可能水分量 (AM) は次式により算定した。

$$A.M. = \frac{1}{100} \cdot (F_c - W_p) \cdot S_a \cdot D \text{ (mm)}$$

ここに； F_c : 24時間経場容水量 (重量%)

W_p : しおれ点 (%)

S_a : 仮比重 (g/cm^3)

D : 各層の土壌厚 (mm)

iv) 総容易利用可能水分量 (TRAM)

総容易利用可能水分量 (TRAM) は各土層別に以下のように算出する。

$$\text{当該層の水分消費を基準とした場合の消費水量 (mm)} = \frac{\text{当該層の利用可能水分量 (mm)}}{\text{当該層の作物水分吸収割合(\%)}}$$

上記の式に基づいて各土層ごとの消費水量を算定し、その値の最小値を示す層が制限層 (その層が最初に初期しおれ点に達する) となる。また、その値が総容易利用可能水分量 (TRAM) となる。計算結果から TRAM 値は各作物とも 49.8

mmと決定した（資料編4B-3、表4B-7～表4B-8参照）。

V かんがいの頻度

畑作物のかんがい頻度（1月断日数）は先に求めたTRAM値を各作物の最大日消費水量で除して求める。次表に示すように、本計画に導入される作物のかんがい頻度は7日～14日に一度の範囲であるが、水管理の容易さ、管理の簡略化のため、またローテーションブロック（一つのローテーションブロックは5つのローテーションユニットより構成されている）の関連から、計画間断日数を10日と決定する。

作物	作物別のかんがい頻度		
	TRAM値 (mm)	最大 日消費水量 (mm/日)	かんがい頻度 (日)
タバコ	49.8	5.4	9
ニンニク	49.8	3.4	15
リュクトウ	49.8	5.0	10
ワタ	49.8	6.4	8

3 貯水池計画

a) 水収支

イロコス ノルテかんがい事業は、段階開発により推進される。第二段階事業計画においては計画面積1,240,000haに対するかんがい用水の補給水源は、イロコス ノルテ州域内では4河川に限られる。この中で、ラブガオンおよびボンガ川の河川水量は既に第一段階地区（ラブガオンおよびヌエバエラ右岸地区）のかんがいに利用されている。従って、第二段階に含まれるクラおよびヌエバエラ左岸地区1,680,000haは、第一段階地区への取水後の余剰水のみが利用可能となる。

マドバヤス、ティバングラン川において、河川水は第一段階地区に利用されないため、その全量はマドバヤス、バタック、バオアイ、ピニリおよびバドック、シナイ地区1,032,000haのかんがいに使用可能である。しかし、「第二段階地区の水資源」で述べた様に、両河川の利用可能量はかんがい需要量を十分に賄えない。

従って、第二段階事業では第一段階を含む全地区の開発を達成するために必然的に貯水池築造を前提としたバルシグアン川の河川水に依存することになる。

第一段階事業計画で検討した様に、かんがい水の不足は頭首工を設置しても発生する。この第一段階地区不足水量を補うために、連絡導水路が計画され、これによりバルシグアン貯水池から、かんがい水を補給する。

水収支の検討過程において、まず第1に頭首工のみによる自然取水を行った場合発生する不足水量の把握を行った。

第2に、バルシグアン貯水池の流入、放流計算を基に、必要貯水容量を決定した。この場合、バルシグアンダム下流の既得用水は考慮に入れた。

・計画基準年

貯水池設置を前提としたかんがい計画の基準年は10年確率の渇水年を対象とした。水文年1968年(1968年5月～1969年4月)が確率および水収支計算結果から、これに相当する。

・代替案

2つの代替案、即ち、2期作、3期作の導入を対象とした場合について検討を行った。

項 目	検 討 対 象 計 画 面 積		(単位：ha)
	第一段階	第二段階	全 地 区
a 2期作			
雨 期	10,200	12,400	22,600
乾 期	10,200	12,400	22,600
計	<u>20,400</u>	<u>24,800</u>	<u>45,200</u>
b 3期作			
雨 期	10,200	12,400	22,600
乾 期	10,200	14,465 ^{1/}	24,665
計	<u>20,400</u>	<u>26,865</u>	<u>47,265</u>

注：^{1/} 乾期のリョクトウ作付面積は2,065ha

水文年1960～1969の水収支に基づき、基準年1968年における代替案検討結果を次表に示す。

バルシグアン河川水に依存するかんがい用水量は2期作の場合、年間278百万 m^3 、3期作の場合284百万 m^3 に達する。貯水容量に関しては、2期作で169百万 m^3 、3期作で175百万 m^3 となり、この場合貯水池からの蒸発量を含むかんがいのみの必

要貯水容量である。一方、バルシグアン圧力導水トンネルの最大送水量は、2期作で26.2m³/sec、3期作で28.2m³/secである。

発電計画において決定された最低水位WL. 275.0mを勘案すれば、各案の満水位はそれぞれWL. 330.0mおよびWL. 332.0mとなる。

建設工事費の観点から見れば、両案に大差はない。従って3期作を本計画案として採用した。

代替案検討要約

(単位：百万m³)

項 目	2 期 作			3 期 作		
	雨 期	乾 期	計	雨 期	乾 期	計
	(5~10)	(11~4)		(5~10)	(11~4)	
A 頭首工のみの場合 ^{1/}						
1. 河川流出量	455	10	465	455	10	465
2. かんがい用水量	123	138	261	123	144	267
3. 水 利 用						
3-1. 河川水利用分	70	3	73	70	3	73
3-2. 河川余剰水	385	7	392	385	7	392
3-3. 不足水	53	135	188	53	141	194
B バルシグアン貯水池計画						
1. 貯水池流入量						
1-1. 河川流出量	291	75	366	291	75	366
1-2. 補償用水	3	6	9	3	6	9
1-3. 利用可能水量	288	69	357	288	69	357
2. 貯水池依存かんがい水量	54	224	278	54	230	284
2-1. 第二段階地区	53	135	188	53	141	194
2-2. 第一段階地区	1	89	90	1	89	90
3. かんがいのみの必要貯水量	-	-	169	-	-	175
3-1. 必要貯水量	-	-	166	-	-	172
3-2. 蒸発量	-	-	3	-	-	3
4. 最大送水量 (m ³ /sec)	-	-	26.2	-	-	28.2

注：^{1/} 第一段階地区のかんがい用水取水後（ラブガオン、ボンガ川—ヌエバエラ）の余剰水を含む。

b) 貯水池操作

発電用水を考慮した場合、前記代替案に対する貯水池容量は次のように決定される。

・貯水池からの蒸発損失を含む有効貯水容量	189 百万 m^3
・低水位 WL. 275.0 m における死水量	43
・総貯水量	232
・満水位	WL. 334.5 m

貯水池操作は原則として、かんがい用水および有効な発生電力を生み出すため以下の条件に従って行う。

i) 貯水池が農業用水必要量を取水しても満水を超えるとき。

i-1 ダムの満水を維持し、余剰水を発電のために取水する。

i-2 但し、最低取水量は、ピークに必要な量 $4.70 m^3/s$ は確保する。

ii) 貯水池が必要量を取水しても、最低水位を確保出来ないときは、無条件で貯水池流入量を取水する。

iii) その他のとき

貯水池を10月末に満水確保する目的と、かつ、発電無効放流をさけるため、以下2つの制限水位（貯水量）に基づき貯水池を操作する。

iii-1 上限水位（貯水量）の維持

資料編4B-4、表4B-9に示す旬別貯水量を超えるものはヌエバエラ取水量が最大設計水量 $29.27 m^3/s$ を超えない範囲で、その旬別貯水限度まで取水するものとする。

iii-2 下限水位（貯水量）の維持

資料編4B-4、表4B-9に示す旬別貯水量を超えるときはヌエバエラ取水量が最低発電使用水量 $8.00 m^3/sec$ を維持するまで取水するものとする。旬別下限貯水量以下になるときはピーク必要量 $4.70 m^3/s$ を限度とする。

上記の貯水池操作により、貯水池放流計画検討を1959年11月～1969年10月まで行い、年間発生電力量を有効に生産する様にした。

c) 連絡導水路組織の水配分

連絡導水路網によるパルシングダムからの第一および第二段階地区への水配分は年々変動する。

連絡水路の設計流量は、頭首工のみの利用における不足量を基本とする。この不足量の最大値は次の様である。

かんがい用水最大不足量

(単位： m^3/sec)

水文年 ^{1/}	期 間	流 量
1960	1961 1月3旬	28,225
1961	1962 1月2旬	25,972
1962	1962 12月3旬	28,188
1963	1964 1月2旬	26,421
1964	1964 6月3旬	17,166
1965	1966 1月2旬	28,611
1966	1966 6月3旬	18,889
1967	1968 1月3旬	25,973
1968	1968 11月2旬	27,094
1969	1970 1月3旬	26,614

注：^{1/} 1960年は1960年5月～1961年4月を意味する。

水文年1965、1966年は、水収支計算から理解出来る様に、連続渇水年で、特に1965年は異常渇水年と考えられる。従って、前表に見られる様に、第2位に相当する1960年の $28.225m^3/sec$ をパルシグアン圧力導水トンネルの設計流量とする。

ヌエバエラダムに関しては、設計取水量は以下の通りとする。

パルシグアン貯水池 からの最大送水量	$28.225m^3/sec$
ヌエバエラダム自己流域 からの流入量(=取水量)	1.048
計	29.273

連絡水路網の設計流量については、各地区毎の作付体系および頭首工による利用水量の相異により、不足量は各地区によって異なる。従って、1960～1969年の水収支に基づき、乾期における最大不足水量を各水路網の設計流量とする。但し、ヌエバエラダム地点では、 $29.273m^3/sec$ を超えないものとする。(図4-2参照)。

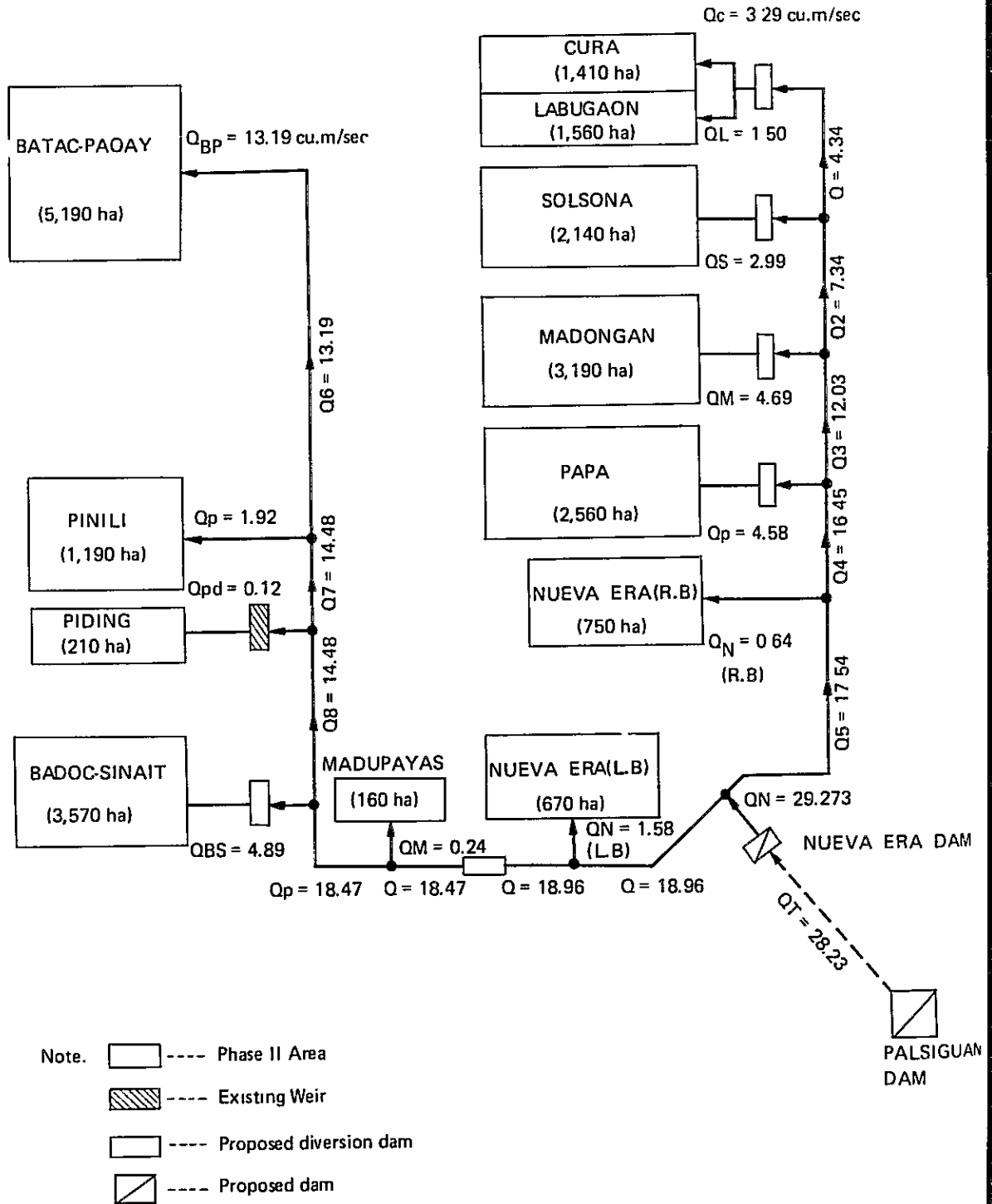
4 排水計画

a) 水田の排水路計画の排水量

1) 計画降雨

排水計画に用いる計画降雨を決定するため、イロコス ノルテ州のラオアグ観測所で観測さらに長期の資料(1955-1979年)に基づいて、降雨の確率計算をおこなった。計画降雨は計画基準年を $1/5$ 確率にとり、3日連続雨量 $493.3mm$ を採

図 4-2 連絡水路の計画設計流量



用した。この計画降雨に対する日および時間分布は、イロコス ノルテ地域の時間および日降雨分布の特性から、第一日目 122.6 mm、第二日目 313.5 mm、第三日目 57.2 mm と決定した（資料編 4 B - 5 参照）。

2) 単位排水量算定の方法

第一段階開発計画の地区は、ボンガ川右岸の扇状地に位置し、比較的地形勾配がある地区である。このような地形の水田地帯の排水解析は、降雨による余剰水が水田を越流して流出するものと想定し、簡便法を用いておこなったが（第一段階開発計画、第 4 章 B . 3 参照）、第二段階開発計画地区は比較的平坦な低平地に位置するため、水田は降雨を貯留する貯水池の機能を有している。

そのような貯留能力を有する水田からの流出機構は以下のように説明されよう。即ち、田面に貯留された降雨による余剰水は各ほ場に設けられた欠口を通じて、ほ場内に設けられた末端排水路に排水される。末端排水路は末端排水路の下流端に設けられたパイプの暗渠を通じて主小排水路に連結される。従って水田からの余剰水は各ほ場ごとに設けられた欠口と末端排水路の下流端に設けられた暗渠によって規制されよう。

以上に述べた排水機構を考慮した水田からの排水計算は、次式に示すエクダール (Ek Dahl) の方法によって算定出来る。

$$1/2 (I_1 + I_2) \Delta t - 1/2 (O_1 + O_2) \Delta t = S_2 - S_1$$

ここに； I_1 : 時刻 t_1 における流入量

I_2 : 時刻 t_2 における流入量

O_1 : 時刻 t_1 における流出量

O_2 : 時刻 t_2 における流出量

S_1 : 時刻 t_1 における田面貯留量

S_2 : 時刻 t_2 における田面貯留量

上記の式を適用し、1/5 年確率の時間雨量を用いて、田面からの流出量 q (mm/hr)、田面湛水深 H (mm) および田面湛水時間を算定した。

一般に、水稻は田面上に 25 cm 以上の湛水が生じても、その湛水時間が 3 日以内の場合は水稻への被害はないと言われている。従ってこの条件に見合うように欠口および末端排水路の下流端に設けられる暗渠 (パイプ) の規模を変化させることにより、田面からの流出量を試算し、田面貯留を考慮した単位排水量を決定した。流出解析は 100 年をモデルとして用い、上記の方法によりおこなった（資料編 4 B - 6、図 4 B - 15 参照）。次表は排水の解析結果を示す。

田面からの排水計算結果

項 目	諸 元
1. 降雨による最大流出量	
q (mm/hr)	4.44
Q_0 ($m^3/sec/sq. km$)	1.233
2. 降雨による排水路計画流量	
$Q_1 = Q_0 \times 0.686 \frac{1}{/}$ ($m^3/sec/sq. km$)	0.846
3. 基底流量、 Q_b ($m^3/sec/sq. km$)	0.020
4. 排水路計画流量	
$Q_t = Q_1 + Q_b$ ($m^3/sec/sq. km$)	0.866
5. 最大田面湛水深、 H (cm)	38.6
6. 田面湛水深 25cm 以上の湛水時間、 T (hr)	59 (2.5日)

注) $\frac{1}{/}$: 地域平均降雨による、平均流出量に対する拠点降雨による最大流出量の比率、この比率は 1976 年 NIA の作成した NISIS-I の水文編より引用した。

この算定結果に見られるように、基底流量 $0.020 m^3/sec/sq. km$ を見込み、水田の単位排水量は $0.866 m^3/sec/sq. km$ ($8.66 l/sec/ha$) と決定した。

計画単位排水量 $q = 8.66 l/sec/ha$ は排水面積 $400 ha$ 以下の地区に適用する計画とした。しかし、排水面積が $400 ha$ 以上の場合には、降雨の局地性、即ち広域の排水面積になるに伴って降雨強度が小さくなることを考慮し、排水面積に応じた減少率を乗じた単位排水量とする。排水面積と減少率の関係は対数曲線で示され、資料編 4B-6、図 4B-16 に示す。次表は排水面積の区分による単位排水量を示す。

流域区分による単位排水量

排 水 面 積	単 位 排 水 量
(ha)	(l/sec/ha)
0 - 400	8.66
400 - 1,000	8.33
1,000 - 3,000	7.60
3,000 - 5,000	7.10

b) 山地および丘陵地からの流出

山地や丘陵の流域をもつ数多くの小河川やクリークが計画地区の上流端で地区内に流れ込んでいる。これらの小河川やクリークの流域面積は100 km² 未満で、その流出機構ならびに流出量は平地（水田）のそれらと全く異なっている。本節では以下に山地や丘陵地からの流出について述べる。

一般に、山地や丘陵地からの流出の算定にはいくつかの方法があるが、NIAが現在進めている計画ではMcmathまたはRational式が一般に適用されている。これらの方法のうち、Mcmathの方法は流域が大きく（100 km²以上）、洪水の致達時間が1時間以上の流域に適用可能であるので、本計画ではRational式により流出量の算定をおこなう。Rational式は次のように示される。

$$Q = 0.2778 \cdot f \cdot \gamma t \cdot A$$

ここに； Q : ピーク流出量 (m³/sec)

f : 流出率

γt : 平均時間降雨強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km²)

上記算式において、流出率 (f) および平均時間降雨強度 (γt) については、現在NIAが進めているNISIS-Iの水文編を参考にし、 $f = 0.269$ 、 $\gamma t = 41.0 \text{ mm/hr}$ (1/5年確率)とした。これらの諸数値に基づく単位流域面積当りの流出量は $q = 3.06 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{sq. km}$ となる（資料編4B-7参照）。

5 道路計画

計画地区内の道路は次の二種類に分類される。

管理用道路

連絡水路および幹支線用水路に沿って、これらの水路の維持管理と生産資材および生産物の搬入・搬出用に管理用道路を計画した。管理用道路の幅員は建設される水路の種類により、2タイプを計画した。即ち連絡水路および幹線水路沿いの管理用道路は6.0 mの幅員とし、支線水路沿いの道路は4.0 mの幅員とした。いずれの道路も、路面は砂利舗装をおこなう。

末端耕作道路

地区内の末端道路として営農用に主小用水路沿いに幅員2.0 mの耕作用道路を計画す

る。この耕作道路の舗装はおこなわない。

6 末端施設計画

末端用排水路および農道等の末端施設の拡充は、農業の機械化を含むかんがい農業の推進には、必須条件と考えられる。さらに、農民の協力を得て、区画整理や土地の交換分合を伴う末端施設の整備が進めば、用排水管理および農業機械の使用が合理的なものとなり、高水準の稲作技術体系をより早期に普及させる効果が得られる。

a) 末端整備計画の前提条件

末端用水管理

計画の戸当り耕作面積は、クラヌエバエラ地区が1.7 ha、バタックーバドック地区で1.0 haである。Irrigators' Group の最小単位は、1つの分水工 (Turn-out) が支配している耕地面積とする。すなわち、クラヌエバエラ地区で標準30 ha、バタックーバドック地区のそれは40 haである。末端の農道、用排水路施設の利用および維持管理は、すべてこのIrrigators' Group が行う。特に、かんがいに当っては、ローテーションエリア毎に、計画的に用水の配分を行う。

作物

年二作の水稻、あるいは雨期水稻、乾期に一作ないし二作の畑作物を作付し、将来の土地利用度を全体で233% (内訳は下記の通り) に上げる事を目標とする。

地区別土地利用度

<u>地区名</u>	<u>土地利用度</u>
	(%)
クラヌエバエラ地区	200
バタックーバドック地区	220
全 体	217

農作業

稲作農作業は、将来機械化一貫体系を目指すものである。しかしながら当面は耕起、整地作業はハンドトラクター、脱穀作業はスレジャー、乾燥は乾燥機による機械作業とし、他の作業は人力と畜力を主とする。

畑地農作業は、稲作農作業用に投入されるハンドトラクターを出来るだけ流用し、整地作業等に用い、他は手作業とする。

b) 区画割計画

1) 区画割計画の基本事項

現況地形を考慮した区画割計画は、前記の前提条件を満足しなければならない。このための重要な点は、ⅰ) 営農計画と密接に関連した区画割、ⅱ) 用水管理が適格で、しかも容易におこなわれる区画割、ⅲ) 稲作栽培管理が適格で、しかも容易におこなわれる区画割等である。以下にこれらについて説明する。

ⅰ) 営農計画との関連から、区画割計画の骨子は60ha～300haの面積を単位とする営農グループであるIrrigators' Associationを基本として、幹線道路、支線道路を配置する。この場合、集落整備や公共施設配置計画も十分考慮する必要がある。

ⅱ) 用排水管理の観点から、現況の地形条件、用排水分離を考慮した用排水路の配置、末端用排水路の長さ、かんがいローテーション等を考慮した区画割とする。クラヌエバエラ地区は2つのローテーションエリアに1つの分水工、また、バタック-パドック地区は、1つのローテーションエリアに1つの分水工をもつよう計画する。

ⅲ) 区画の大きさは地形の勾配によって異なるが、新しい栽培技術体系が各農家に容易に普及しうるように、末端ほ場の区画割は出来るだけ同一とする。ほ場の大きさが一定の場合には、病虫害に対する薬剤散布、施肥が容易であり、さらに各種農業機械の運行およびかんがい水の水管理を容易にする。

2) ローテーションエリア

用水路の位置決定

一般に用水路の位置については、次の2案が考えられる。

ⅰ) 主用水路(Main Farm Ditch)が等高線に直交、小用水路(Supplementary Farm Ditch)は等高線に平行になるように設ける。

ⅱ) 主用水路を等高線に平行に設ける。当受益地には、縦横に現況水路が走り、用排水機能を果している。これらの現況水路線は土地所有界でもあり、将来の土地の交換分合を単純化する意味において、また工事費を軽減する意味においても、できるだけ現況水路を計画後も利用するのが望ましい。

現況水路の方向および密度を考えれば前記のⅱ)案を採用し、現況水路を小用水路として利用すべきであろう。しかしながら地形条件の制約のためⅰ)案のように、主用水路が等高線に直交する方向に設ける場合も生ずるであろう。

ローテーションエリアおよびローテーションユニット

ローテーションエリアおよびローテーションユニットの大きさは、現況の共同かんがい組織の水路網および地形条件等を考慮し、地区別に以下のように決定した。

ローテーションエリアおよびユニット

<u>地 区 名</u>	<u>ローテーション エ リ ア</u>	<u>ローテーション ユ ニ ャ ッ ト</u>
	(ha)	(ha)
クラヌエバエラ地区	30	6
バタックーバドック地区	40	8

c) 末端水管理システム

かんがい組織

末端かんがい組織は主小用水路、小用水路およびその附帯構造物より成り立っている。配水のローテーションは小用水路に支配されているローテーションユニットの中でおこなわれ、ローテーションユニットを越えた用水のローテーションはおこなわない。即ち、主小用水路から小用水路への配水は同時におこない、小用水路から畑場へは、ローテーションによるかんがいを計画する。従って、主小用水路の水路断面は下流になるにつれて小さくなる。ローテーションエリア内の代かき作業の期間は、クラヌエバエラ地区で25日、バタックーバドック地区では35日と計画する。

以上に述べた事項を基本条件として、末端水路の計画流量を期間別に算定した（第4章、B. 2参照）。次表はその計算結果を示す。

末端水路の計画流量

<u>地 区 名</u>	<u>代かき期間</u>	<u>生育期間</u>
	(l/sec/ha)	(l/sec/ha)
クラヌエバエラ地区	1.78	1.40
バタックーバドック地区	1.64	1.41

排水組織

水田の降雨による余剰水は、畦畔の欠口から末端排水路へ排水される。末端排水路は小用水路に並列に設けられる土水路で、計画単位用水量は、クラヌエバエラ地区8.72 l/sec/ha、バタックーバドック地区は8.66 l/sec/haである。

d) 末端かんがい、排水および道路施設

かんがい施設

末端かんがい施設は下記のとおりである。

- 主用水路 : 分土工と小用水路を連絡する土水路で、同時かんがい方式であるため、その断面は下流にゆくにつれて小さくなる。
- 分水施設 : 主用水路から小用水路へ定量分水するための施設で主用水路上にあるチェック構造と、小用水路上にもうける流量制御用構造とから成り立っている。
- 小用水路 : 主用水路と末端のほ場を連絡する土水路で、各ローテーションユニットに1本設けられる。
- 止水版 : 小用水路の終点に設けられる施設で、かんがい水の排水路への漏水を防止し、小用水路内にある余分な水を排水路に流下される。
- 渡版工 : 農機具、収穫物の搬出を容易にするため設けられる農道とほ場との連絡道で、流入出部の現場打コンクリート製トランシジョンと埋設管(RC管)から成る。
- 道路横断暗渠 : 水路が道路を横断する場合に設けられるもので、構造は渡版工に同じ。

排水施設

末端排水施設として以下のものを設置する。

- 小排水路 : ほ場における降雨による余剰水を幹支線排水路に導くための土水路である。この小排水路は小用水路に沿って設ける。
- 渡版工 : 農機具、収穫物の搬出を容易にするために設け、農道とほ場との連絡道である。

農道

地区内の末端道路として、営農用に主小用水路沿いに、幅員2.0mの耕作用道路を設ける。

7 水力発電

a) 総括

バルシグアダムと流域変更のための圧力導水トンネルが、かんがいおよび水力発電の多目的のために計画された。

ダムサイトは約 153 km²の流域面積を持っている。ダムサイトにおける平均日流出量は、年平均雨量 2,600 mmにおいて約 13.64 m³/sec である。ヌエバエラダムサイトは、約 52.4 km²の自己流域で、平均日雨量約 4.37 m³/sec である。流域変更後、パルシグアン流域からの流量を含んだヌエバエラダムサイトにおける総利用可能流量は、約 18.01 m³/sec となる。

ダム水収支計算によると、かんがいおよび発電のためのパルシグアンダムの必要貯水量は、約 189 百万 m³ である。この貯水のために、パルシグアン川は、現在の河床から約 139.5 m 嵩上げされる。ダムサイトにおける河床標高は 195.0 m であるから、ダムの満水面は標高 334.5 m になる。かんがい取水施設は、イロコス山脈を横切りパルシグアンダムと反対側にあるヌエバエラ発電所の直下流に位置する。取水水位は 120.50 m である。従って、水力発電を得るための総水位差は 214.0 m となる。

パルシグアンダムサイトは、かんがい取水施設から約 12 km はなれているが、そのうち 9.1 km はトンネルである。

年間流出量の 73% が雨期つまり 5 月から 10 月迄の 6 ヶ月間にあたるという特徴がある。この期間中の平均流出量は 260.5 百万 m³ であるが、1960 年から 1970 年までの 11 年間に最高 338.6 百万 m³、最低 160.9 百万 m³ と広い変動を示している。

パルシグアンダムの水は、乾期かんがい用に利用され、雨期かんがい用にはほとんど利用されないのが原則である。同様のことは、水力発電にも言えよう。しかし、ダムの水は乾期中のかんがい用水が確保されるという限定のもとに、早ばつ年を除く雨期にも発電用に利用され得る。

水力発電計画は、最近の著しい石油価格の値上りによる水力発電の価値の高くなったことも考慮し、上述した基本条件に基づいて策定された。

- i) パルシグアンダムの高水位と低水位は、総事業費と発電の経済性を考慮して、それぞれ 334.5 m、275.0 m と決定した。提案されたダムの高さは、かんがいの為に実際に必要な高さよりも 3.16 m 高いが、圧力導水トンネルの長さが 1,250 m 短縮されることによる事業費の節減がみこまれる。
- ii) パルシグアン圧力導水トンネルは、ボンガ河流域の地形的、地質的条件を考慮して計画された。経済断面は直径 3.6 m、長さ約 6,150 m の圧力トンネルである。
- iii) 地下式ボンガ発電所は、圧力導水トンネルの最下流に位置するサージタンクの downstream 50 m に設けられる。この発電所の深さは地表面から約 70 m であるが、これはサージタンクの近くを走るボンガ河の河床高とヌエバエラダムの高水位との

間の標高差に相当する。ボンガ発電所からの放水路は長さ2,950mである。

- ⅳ) ボンガ発電所の最大流量は $28.225 \text{ m}^3/\text{sec}$ と決定されたが、これは乾期におけるかんがいの最大必要水量に相当する。
 - ⅴ) 149.3mの有効水位を持ったボンガ発電所は、設備容量36,000KW、年間発生電力量約159.66GWhである。
 - ⅵ) ヌエバエラ調整池には、ボンガ発電所から6時間に毎秒 28.225 m^3 の最大流量に対処する充分な調整容量をもたせた。これは、約50万 m^3 の容量に相当する。50年間の堆砂期間を考慮して総貯水容量は約499万 m^3 、天端標高150.0m、有効水深1.5mとした。
 - ⅷ) ダムタイプ発電所は、かんがいのために必要を取水位を考慮してヌエバエラダム地点に計画された。発電所は、ダム本体の直下流に位置することになる。ヌエバエラ発電所の最大流出量は、自己流域からの流出量を含み、毎秒 29.273 m^3 である。
 - ⅸ) 有効水頭27.92mのヌエバエラ発電所は、設備容量6,800KW、年間発生電力量約39.54GWhである。
 - ⅹ) ヌエバエラ調整池は、ダムサイトの河床堆積層が厚いため、高さ45.5m、堤頂長220.0mというかなり高く長いダム本体となる。ダムタイプは、ダム本体の安全性や堤内仮排水路の工法によって建設の軽減が可能であり、また骨材入手の容易さからコンクリートダムが提案される。
- 代替案の経済性の比較検討に用いた事業費の評価は、1980年1月の単価によった。代替案の経済評価ではKW当り700ペソの価値が、公害対策を持った100,000KWクラスの身替り火力発電所に適用された。石油の最近の価格上昇を考慮して、KWh当り発電単価は0.429ペソと評価された。

b) 概略設計

ボンガおよびヌエバエラ発電所の主要諸元は表4-1にしめされる。

c) 低水位の検討

地形測量によると取水口取付け地点を、計画堆石の標高259.0mとすると、バルシグアンダムサイト地点附近から取水することになり、圧力導水トンネルの延長は7,400mとなる。しかし、ダムを3.16m上げると取水口は、バルシグアン貯水池の中心附近に位置する所の標高275.0mとなり、トンネルの長さが6,150mとなる。更に、貯水池の平均水位は上がり発電量が増加する。工費の点から後者の案が有利であ

表 4 - 1 発電施設の主要諸元

項 目	単 位	ボンガ発電所	ヌエパエラ発電所
1) 出 力			
設備容量	KW	36, 000	6, 800
常時出力	KW	-	1, 830
ピーク出力	KW	30, 510	-
年間発生電力量	GWh	159. 660	39. 540
有効出力	KW	33, 776	4, 514
2) 流量および落差			
最大流量	cu. m/sec	28. 225	29. 273
最小流量	"	9 500	8. 000
平均流量	"	13. 640	18. 000
最大落差	m	184. 500	29. 500
平均落差	"	163. 150	28. 750
有効落差	"	149. 300	27. 915
3) 水位と貯水池			
高水位 (満水位)	m	334. 50	150. 00
低 水 位	"	275. 00	148. 50
発電所出口水位	"	150. 00	120. 50
水位低下	"	59. 50	1. 50
貯水池面積	sq. km	5. 07	0. 37
総貯水量	MCM	232. 00	4. 99
有効貯水量	"	189. 00	0. 50
4) 水路および発電所建物			
導水圧力トンネル	m	φ3. 6 × 6, 150	-
放水トンネル	"	φ3. 8 × 2, 950	-
発電所建物		Underground type	Dam type
5) 発電機械設備			
タービン	set	1	1
タイプ		Deriaz	Kaplan
回転数	r. p. m	450	327. 5
発 電 機	KVA	39, 600	7, 480
変 圧 器	KV	115	115

る。

これに関連して発電効果と工事費との間の関連が、ダムの高さをもっと上げることから一応のスタディーの対象となる。比較検討として低水位 285.0 m と 295.0 m の 2 ケースが検討された結果、事業費の増加と比較して発電効率は増加しないことが分かった。そこで計画低水位は 275.0 m とした（資料編 4 B-8 参照）。

d) 圧力導水トンネル計画

圧力導水トンネルは、取水口よりサージタンクまでのルートとなる。取水口附近の地質は、石英安山岩で風化帯は 20 m 程度とみられている。トンネルルートの地質はそのほとんどが石英安山岩、玄武岩およびこれらに貫入した内緑岩でトンネルとしては良好なものと期待される。相対的に長いトンネル区間、必要を通風、工事作業のスムーズな進行等を考慮して、このトンネルの直径は、最大通水量に対する経済断面を採用することにより、発電面を基本的に 3.6 m とした。一般的に経済断面より小さな断面は工事作業が困難であり、工事費が高くなる。このことを考慮し、上述と全様なトンネルの直径は、たとえばかんがい単独目的の場合でも最も適当なものとなろう。

代替案として、発電所を取水口の近くに建設し、圧力導水トンネルを放水路に変えることも考えられる。これはこの発電所が地下発電所であるためであるが、放水路の距離が長くなる。若しこの放水路の直下流、つまり放水口を調整池の水位以下に設けると、放水路用のサージタンクが必要となり、放水路が圧力水路になることにも変化はなくなる。更に、この代替案の発電所は、計画案と比較して、同様な水頭を確保するために地表からより深く設けられねばならない。加うるに、トンネルの掘さくは下流からだけしか出来ない。このような事情から、工事の経済性、トンネル工事の容易性等を考慮すると、トンネルの中間部に発電所を設置するこの計画案が最も適切である。

e) 計画高水位の検討

バルングアン貯水池は、かんがいと発電の多目的に利用されるが、水利用の主体はかんがいである。従ってダムの容量は基本的にかんがいの水需要量によってきめられる。有効容量 189 MCM の中で尖頭出力を確保するために 32.5 MCM が利用され、これによって最低 $4.70 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{day}$ の放流が確保される。一般論として、発電専用ダムとしては本ダムの貯水池容量は、流入量に比して過大である。この事は水計算上水位回復のできない年があることからわかる。よって貯水池操作もその水位回復が安全になるように、できるだけ高い水位を維持することが好ましい。またダム高さを、さ

らに高くして、貯水池容量を増加し発電専用利用しようとしても流入量が限られているので KWh の増加はさほど期待できない。この有効貯水量 189MCM は後述の貯水池操作の検討の中でも明らかなように、流入量に対し利用し得る限界である。また逆にダム高さを下げて貯水容量を減ざると、かんがい面積が減少して農業の便益が低下する反面、工事費の面ではダムそのものの工事費は多少へるが、圧力導水トンネルや、ヌエバエラダムの工事費は変りなく、経済効果が夥しく低下する。以上の事を総合的に考慮して貯水池容量 189MCM を確保する貯水位が決定されダム高さが決定された。

f) 貯水池放流計画

貯水池放流計画の基本は、かんがいの条件を満たすことが原則である。1959年11月から1969年10月迄の観測水文データにより、以下の条件を考慮し貯水池放流計画を検討した。

- i) 発電有効落差を確保するための貯水池の水位は、ひどい早ばつ時に低水位まで下ることもあるけれども、かんがいのための放流が困難にならない範囲において、できるだけ低水位以上に保つ。
- ii) 出来る限り10月末に満水位に回復させると同時に、ダムからの無効放流を無くする。
- iii) ポンガ発電所の最大流量は、 $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ であるので、日単位でこれを限度として放流し、また、ヌエバエラ発電所の最大流量が $29.273\text{ m}^3/\text{sec}$ であるためヌエバエラ流域の自然流と合わせた流量が $29.273\text{ m}^3/\text{sec}/\text{day}$ を越えないようにポンガ発電所のタービン流量を調節する。
- iv) ヌエバエラ発電所の最少流量は $8.00\text{ m}^3/\text{sec}$ であるので、ヌエバエラ川の自流とポンガ発電所からの放流量の合計が $8.00\text{ m}^3/\text{sec}$ となるよう操作する。
- v) ポンガ発電所の最少流量は $9.50\text{ m}^3/\text{sec}/\text{day}$ であり、これを全期間にわたって確保する。

上記の条件を満たすダム放流計画をおこなうことは、甚だ複雑であり、変動の激しい流入量を対象に、かんがいの需要を満たし、かつ発電に最大の成果を上げる上記の条件を満たすため、下記の放流操作ルールが試算によって設けられた。

- (a) 各個別に次のような二つの基準貯水容量値を定める。即ち、一つは上限基準貯水容量 (URV)、もう一つは下限基準貯水容量 (LRV) である。
- (b) ダムの放流操作は、この二つの基準貯水容量値の幅の中で放流することが望ましい。

(c) かんがいの需要量が小さく、上限基準貯水容量を越える時は、この上限基準貯水容量に達するまで、前記Ⅲ)の条件を限度に放流する。

(d) 下限基準貯水容量より貯水容量が低下した場合は、前述のⅣ)条件を満たすことは貯水池の容量を10月に満水に復元することが困難であるか、又は、貯水池容量の不足ともなるため、前述Ⅴ)の条件を満たす限度でかんがい需要量に応じて放流する。

g) 発電所負荷率の検討

現在、本計画の電力供給地域の負荷率は小さく39%程度である。これは夜間電力の消費が主体であることを示している。家庭の約50%が電化されている。この電化状況は、若し、計画地域が工業化しないならば、将来とも続くだろう。この小負荷率は、地域電力供給を目的とする本計画にとって課題の一つである。

ボンガ発電所は、149.3mという高い有効落差をもっており、さらに逆調整にも恵まれる絶好のピーク発電所建設地点ともいえるもので、高出力が期待されるし、またダムと圧力導水トンネルをかんがいと発電に経済的に利用することができる。

けれども、上に述べたよりもより高い尖頭出力を得ることは、流出量が増加するのでむずかしい。というのは、貯水池放流計画で既に述べたように、より多くの水が放流されると、貯水池の水は、かんがいの必要量をまかなうために、回復できなくなる。発電のため最も適切な流量は $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ で、最大かんがい必要量に等しい。

もし、タービン流量として、本計画の最大流量以上のものを要求するものとするとならば、当然約6,150mの圧力導水トンネルと、約2,950mの放水路の断面の拡大が生じ、そのうえ常時ピーク出力を確保するための常時ピーク流量 $4.70\text{ m}^3/\text{sec}$ (最大流量 $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ の4時間分に当る)を大きくする必要が生ずる。

これは、無効放流の伴わない大容量の貯水池をさらに大きくすることになり、またこの事は、常時ピーク専用のための増加施設となり、上記のトンネル断面拡大と共に多大の費用を要する。

さらに、本計画の貯水池計画が雨期の流入量で貯水池の水位回復を計らなくてはならず、これ以上の貯水池容量の拡大は、10月の水位の回復が困難となる。従って、最大放流量の限界は、かんがいの計画最大用水量 $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ が発電上からも最適であろう。

タービンの設計基準水位は、10年間の平均水位313.15mとしたが、もし、最大発電出力を40,000KWに上げると、10年平均で年間発生電力量は、2.6GWhの増大となる(水車、発電機の効率は不変と仮定)。この値は全体発生電力量の1.6%に

相当するが、建設費の増加は2.3%となり、不経済となる。また、常時ピーク出力の増加574KWが期待出来るが、経済性は小さいし、また、それよりも本計画が59.5mの水位低下をもつため、水位の低い時期の水車効率は大きく低下して実際には発生電力量の損失も大きい。以上の検討から設計基準水位における最大発電出力は36,000KWが最適の容量と想定される。

一方、かんがい最大用水量 $28.225\text{m}^3/\text{sec}$ をタービン計画流量にとらず、これ以下にすることを考えると、かんがいのために、サージタンクより上流で分水施設を要する。今、最大容量を40,000KWとすると(最大流量は $26.63\text{m}^3/\text{sec}$)、これに要する建設費は、変動せずに年間発生電力量は10年平均で2.4GWhも小さくなり損失が大きい。また、そのみならず、ダム放流操作の複雑を加え、ピーク発電所としての機能を失う。従って最適発電量は36,000KWである。

NPCの予測によると、1988年には計画地域周辺の電力需要は81.63KW、年間需要電力量は247.24GWhとなり、負荷率は34.5パーセントとなる。しかるに、本計画における年間の発電所負荷率は、ボンガおよびヌエバエラ両発電所を合わせて53.1パーセントである。この発電所負荷率は大きい。流量が時期的に制限されるため、発電専用計画のような十分な負荷需要に対応出来ない欠点をもっている。4月、5月のようにダムからの放流量が少ない時期には、発電所負荷率を30パーセントに定め、基底需要に対応し、それ以上の需要に対しては、NPCのルソン島送電線網によって他の発電所より供給を受け、地域の需要に応ずるものとなる。しかし、ルソン島の中で主要電源地点から遠い本計画地域にとって、常時ピーク出力の高い電源を近傍から得る事は大きな意義をもつものと評価されよう。

h) ボンガ調整池(ヌエバエラダム)の機能

ボンガ調整池は、ボンガ発電所の尖頭出力を確保することと、かんがいのための頭首工を兼ねることを目的としている。既に上述したように、この調整池は高さ45.5mのコンクリートダムで堤頂長220.0m、計画洪水量 $970\text{m}^3/\text{sec}$ にそなえ7m×6mゲート517を有する。もし、このダムがかんがいのための頭首工にすぎないなら、小規模で間に合う。しかし、このダムの主要機能は、ボンガ発電所の尖頭出力を確保することであるから、上述のような規模が計画された。このダムの自己流域は約52.4km²で、ボンガ発電所からの流出量が少なくコントロールされる5月から10月の間にこの自己流域から多くの流出を見る。そのためコンスタントな流出量が、ヌエバエラ発電所において利用可能となる。この観点から、このダムは有効落差がそう高くはな

いけれども有利な条件となる。

ボンガ発電所の尖頭出力効果とヌエバエラ発電所の発電効果は非常に高い経済便益をもたらす。調整池のあるボンガ発電所は、調整池のない場合よりもはるかに経済的である。更に、この施設をもたない場合は、発電計画に尖頭出力を持ち得ず、地区需要に応ぜられない発電形態となり発電の目標をも失うものである（資料編4B-9参照）。

i) 発電出力の検討

ボンガおよびヌエバエラ両発電所の発電出力の検討は、1959年11月から1969年10月までの10ヶ年について、それぞれの発電所に対して電算機でおこなった（資料編4B-10参照）。

ボンガ発電所

ボンガ発電所は、ピーク発電を目的とし、計画最大流量は $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、常時ピーク出力を発電するため、最大流量 $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ の4時間分に相当する $4.70\text{ m}^3/\text{sec}/\text{day}$ を最低流出量として確保する。一方、バルングアン貯水池の水位低下は 59.50 m と大きく、平均水位落差も 163.50 m であることから、タービンはDeriazタイプ1台が最適と考えられる。よって最小流量は効率の関係から $9.50\text{ m}^3/\text{sec}$ とする。従って1日間における放流量は、 $9.50\text{ m}^3/\text{sec}$ から $28.225\text{ m}^3/\text{sec}$ まで変化するものであるが、これをモデル化して、この流量を時間配分し、かんがいの計画流量に合わせるよう計画した。

取水水位は、貯水池の水位により決るが、放水路水位は、水位調節する調整池の水位によって変化する。しかし、放水路の構造上、調整池の水面差動を利用し得ない点から、放水路水位は調整池の最高水位 150.0 m と計画した。損失水量の計算は、前述の時間配分によって生ずるロスを求め、日平均損失水量とした。

タービンの効率は水位によって異なるが、この水位をモデル化して電算機により求めた。また最大出力も同様の方法で求めた。なお、有効出力は、本発電所の出力価値として評価されるものであるが、これは平均出力を求めて計算したものである。

ヌエバエラ発電所

ヌエバエラ発電所は、ボンガ河の自流とボンガ発電所の放流量を調整して、一定の流量として発電を行うと同時に、かんがい用に供する必要がある。従って取水水位は日変動をするが、最大の調整が行われるときの日平均水位は 149.25 m となる。しかし、

流入量が多くなり、日平均流量が最大流量の $29.273 \text{ m}^3/\text{sec}$ となると、最大水位は 150.0 m となる。また、放水位もタービン流量により下流水路の水位が変化するので、これによって変化するものとした。ヌエバエラ発電所は、低落差の発電所であるため、この放水位のおよぼす影響は大きい。

ヌエバエラ発電所の最少流量は、ボンガ発電所からの日放流量とボンガ河の自流分と合せた流量 $8.00 \text{ m}^3/\text{sec}$ を最少流量とする。しかし、パルシグアダム貯水量の関係で、この下限の流量を年によって確保出来ない時もあるが、この場合は、かんがい用水量を12時間で配水出来る時期であるが、あるいは、かんがい用水量の必要のない時期であるので、下限流量 $8.00 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上となるよう調整し、発電用に放流する。タービン効率も流量により 0.80 から 0.895 まで効率曲線によって変化させた。

C 農業開発計画

1 土地利用計画

計画地区外周総面積 $21,900 \text{ ha}$ のうち、全可耕地面積は $12,400 \text{ ha}$ であり、本計画は全可耕地を雨期、乾期ともかんがいの対象とする。残り $9,500 \text{ ha}$ は居住地、本かんがい計画施設の施設用地も含めた道水路敷およびその他の非可耕地よりなる（表4-2参照）。

本計画の実施に伴って、新規に耕地化が見込まれる面積は 68 ha であり、沼沢地と灌木地よりそれぞれ 58 ha と 10 ha が耕地化される。

戸当たり平均経営耕地規模が小さい現状にあって、今後の耕地拡張の余地がほとんどないこと、および開発可能なかんがい水源量が限られていることから考えて、本計画地区における土地利用は、次に示す方針に従うべきであろう。

- i) かんがいにより、多毛作率を高めることが、本地域の農業経営にとって最重要点の一つである。
- ii) 限られた水源量で、できるだけ多くの面積をかんがいするために、乾期作において水稲より畑作物の作付割合を高める。

2 農業生産計画

a) 作目選定

本計画地区の主要作目として、水稲、バージニアタバコ、ニンニク、リュクトウおよびワタの5作目が選択された。このうち、ワタを除く4作目は、既に現況の主要作目の座を占めている。この作目選定は計画地区の気候、土壌等の自然条件、作物の収益性、関係政府機関の政策、農民の意向等の検討を経て、行われており、作目ごとの選

表4-2 計画土地利用

(unit : ha)

地区名	耕作可能地	道水路敷 ^{1/}	村落、住宅地	その他	計
Cura	1,410	120	75	65	1,670
Nueva Era	670	55	15	1,390	2,130
(Sub-total)	(2,080)	(175)	(90)	(1,455)	(3,800)
Madupayas	160	15	15	330	520
Batac-Paoay	5,190	415	565	2,130	8,300
Pinili	1,400	110	85	1,175	2,770
Badoc-Sinait	3,570	295	175	2,470	6,510
(Sub-total)	(10,320)	(885)	(840)	(6,105)	(15,100)
Total	<u>12,400</u>	<u>1,010</u>	<u>980</u>	<u>7,560</u>	<u>21,900</u>

注) : ^{1/} 計画による道水路敷地の面積を含む。

定理由および作期や土壌に対する適応条件等を以下に示す。

雨期作については、受益地が全て水田であることから、全耕地を対策として、水稻が選定される。乾期作については、水稻および畑作物の兩者を作付する計画とするが、土壌および排水条件が許す限り、以下に示す理由により、畑作物が水稻に優先して選定されるものとする。

- i) 小規模な戸当り経営耕地の農業経営において、労働集約的で単位面積当りの収益性の高い作目が経営の対象として要求される。経営試算の結果、上記の選定畑作物の単位面積当りの収益は水稻より高い。
- ii) 計画地区が属している州および全国レベルの米需給バランスにおいて、最近不足がかなり緩和される傾向にある。
- iii) 本計画地区は、第Ⅰ型の気候地帯の中でも、乾期が明瞭でかつ長い気候の特徴をもつ。そのため、雨期水稻収穫後の水田土壌においても、土壌の乾燥が速やかで、後作の畑作物の作付に好都合である。

それぞれの畑作物の主な選定理由は次に示すとおりである。

バージニアタバコ：既に本計画地区は全国的な主産地の1つであるとともにバージニアタバコの作付地の範囲を定めている大統領の Letter of Instruction において、本計画地区が関係する6自治体のうちソルソナ以外は、作付適地として認められている。

ニンニク：本計画地区の気候は、山地を除いて全国的にみて、ニンニクの栽培における生育前半の低温要求を最もよく満たすことができることから、本計画地区はニンニクの産地として、大きな有利性をもつ。タバコ以上にニンニクは現況において、全国的な一大産地となっている。

リョクトウ：広い範囲の土壌適応性があるとともに豆科で、かつ生育期間が短いため、多毛作作付体系に適す。

ワタ：ワタ作で要求される十分な長さの乾期と乾燥気候から、本計画地区はこの条件を満たす。

その他の作目：上記の畑作物以外にも、タマネギを含む野菜類の作付面積の拡大が見込まれる。しかし、これら作物のそれぞれが占める作付面積は、上記4畑作物の場合より小さいと考えられるため、主作物として扱わない。

b) 市場予測

前項で選定された各作目の本計画地区に関する州から全国レベルに至る三段階で

の、過去5ケ年間（1975～1979）の需給分析と1990年時点の需要予測を行うことにより、将来の市場性の検討を行った。その結果、各作目の将来の市場性を概略次のように見通される。

米：イロコス ノルテ州内の1990年における予測需要量に加えることの約15%のバッファーストックを見込んだ量は、同州の1978年を前後の3ケ年平均生産量の約150%に当る。一方、同州内で本計画を含めて現在実施が予定されているかんがい事業が全て実施されたとすれば、同州の水田のほとんどが、かんがい田となる。その結果、上記の予測需要量に見合う米の生産が容易であると判断されるのみでなく、むしろ、かんがい事業地域で、米一辺倒の増産が行われた場合、州内の米需給バランスにおいて、大きな余剰が生じると考えられる。

バージニアタバコ：政府の開発5ケ年計画（1978～1987）で見込まれているバージニアタバコの増産割合は、年率2.4%である。この年率増産割合を適用した場合の本計画地区の1990年における生産目標は1978年時点の生産量の30%増となる。このことから本計画地区のバージニアタバコ1990年時点の生産を最小限この割合で伸ばすことができるものとする。

ニンニク：本計画地区およびその周辺のニンニクの対全国生産量に占めるシェアは約75%と見積られる。全国レベルの1990年における予測需要量は1978年における生産量の約1.8に当ることから、計画地区の1990年における生産目標として、現在の市場シェアを維持することを前提に、最小限、1978年生産量の1.8倍を見込むことができる。

リョクトウ：現在全国レベルのリョクトウは需要量に対して、生産が大巾に不足している。1990年の予測需要量を満たすためには、1978年時点の生産量が約4倍に拡大されなければならない。このことから本計画地区においても、1990年における生産目標として、少なくとも1978年生産量の4倍に拡大しうるものと考えられる。

ワタ：政府のワタ生産発展計画において、ワタの自給を目ざして138,000トン（seed cotton）の生産を1987年に達成するように計画されている。同計画におけるイロコス ノルテ州の目標として、約4,000haの作付によって3,700トンを生産することが見込まれている。これに関連して、本計画地区の水田面積の同州全水田面積に占める割合から、本計画地区において約1,000haの作付を行う計画とする（詳細は資料編4C-1参照）。

c) 作付計画

選定された作目の作付パターンとして、6つの主要な作付パターンが計画され、そ

それぞれの作付パターンが占める面積は以下に示すとおりである。

作付体系		作付計画		計
		地	区	
(雨期)	(乾期)	クラ-ヌエバエラ	パタック-バドック	
1. 水稻 + 水稻		1,870	3,100	4,970
2. 水稻 + 畑作物				
(a) 水稻 + タバコ		70	2,060	2,130
(b) 水稻 + ニンニク		$\frac{1}{2}$ 140	2,065	2,205
(c) 水稻 + ニンニク + リョクトウ		—	2,065	2,065
(d) 水稻 + ワタ		—	1,030	1,030
小計		210	7,220	7,430
計 (耕地面積)		2,080	10,320	12,400
(作付面積)		4,160	22,705	26,865
作付率 (%)		200	220	217

Note : $\frac{1}{2}$ 70% はオニオンである。

各 Sub-Project ごとの面積は資料編 4 C - 2、表 4 C - 4 に示す。

本計画地区の全水田面積である 12,400ha に対して、総作付面積は 26,865ha である。作付率は 217% となり、現況作付率の 162% より 55% 高い。この作付計画は、土地分級調査結果、選定作目の市場予測結果および農家の意向調査結果に基づいて行われ、特に次に示す点が考慮された。

- i) クラ地区においては、地下水位が 10 月いっぱい下らないところがほとんどを占めていると見られることから、一般的に雨期水稻収穫後の畑作物の作付に不都合であると考えられる。土壌の肥沃度も一般的に低い。ヌエバエラ地区の土壌は一般的に畑作物の栽培に適さない。これらの理由から両地区においては、受益面積の 90% を「水稻の二期作」の作付パターンが占め、残り 10% の面積においてのみ「水稻 + 畑作物」の作付パターンが適用される計画とした。両地区における農民の将来の農業経営についての意向も、聴きとり調査によれば上記に示した内容に沿うものであった。
- ii) クラおよびヌエバエラ地区以外の地区では、水稻と畑作物の両者の作付に適する「Dual Class Land」に分級される土地が、全耕地面積の約 60% を占めて

おり、耕地の肥沃度が一般的に高い。一方残り40%を占める水稻の作付のみに適する“Rice Land”に分類された土地においても、埴壤土質土壌がかなりの面積割合を占める。このような土壌においてはニンニクやリョクトウのような土壌適応性の大きい畑作物の作付に支障がないと考えられる。このことから“Dual Class Land”と一部の“Rice Land”を合わせた、全耕地の70%の耕地に“水稻+畑作物”の作付パターンを、残り30%の耕地に“水稻の二期作”を導入する計画とする。

iii) クラおよびヌエバエラ地区以外の地区を対象として行った、かんがい事業によって十分なかんがい水が得られた場合の農業経営についての意向調査の結果、58%のサンプル農家は“水稻+畑作物の1、2作”の作付パターンを、32%のサンプル農家は“水稻の年二作”ないし“水稻二作+畑作物”の作付パターンを、残り10%がその他の作付パターンを希望している（詳細は資料編4C-3を参照）。各作付パターンの作付カレンダーは図4-3に示すとおりであり、作付期間のズレについては、クラとヌエバエラの両地区で50日、その他の地区について35日を設定した。この作付カレンダーの水稻作付期間については、自然降雨量の有効利用と収穫期の気象条件が、畑作物については、個々の作目が要求する播種適期が特に考慮された。

なお、かんがい期間は5月中旬より4月上旬となり、4月中旬から5月上旬の1ヶ月間が非かんがい期で、この期間をかんがい施設の補修に当てることができるとする。

d) 栽培技術体系および農業生産資材用量

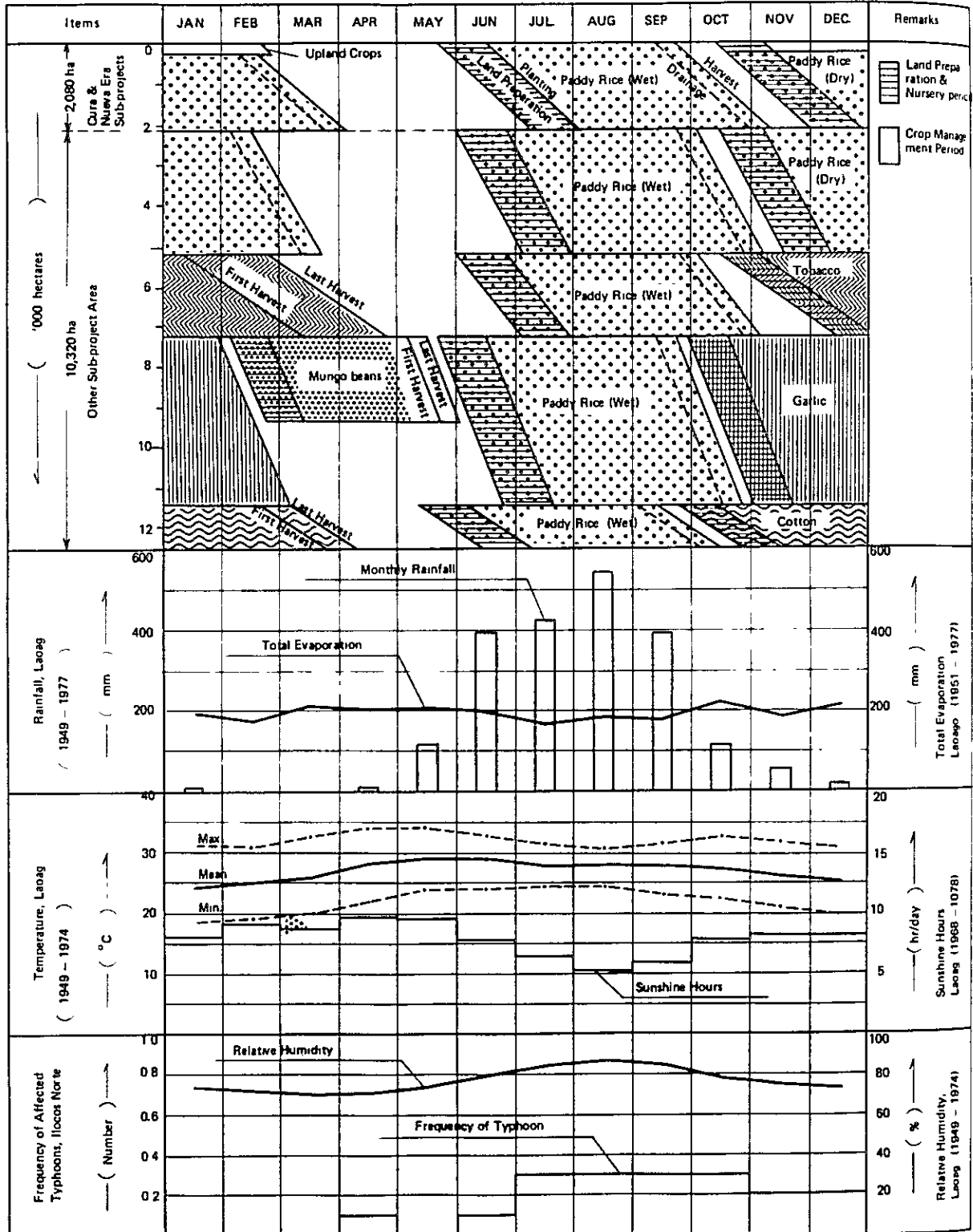
1) 水稻

自然降雨パターンの変動に伴う作付時期の変動が解消され、末端に至るまでかんがい排水条件が改善されることにより、より集約的で安定した稲作が可能となる。適用される品種、耕種基準および単位面積当りの生産資材の必要量は資料編4C-4、図4C-1に示すようなものが例として考えられる。

2) 畑作物

畑作物は全て、水田における乾期作物として作付されるため、かんがいが必要でかんがい方法としては、うねまかんがい等の地表かんがいによる。作目ごとに適用される品種、耕種基準および単位面積当りの生産資材の必要量は、資料編4C-4、図4C-2~4C-5に示すようなものが例として考えられる。かんがいについては、

图 4-3 計画作付体系



適正量を越える過剰かんがいを防ぐことに、特に注意を払う必要がある。このことに関連して、次に示すような作付統制とかんがい水の配水操作に対する配慮が必要となると考えられる。

Ⅰ) 乾期畑作物の作付地の配置について、それぞれの畑作物が要求する土壌適性を満しつつ、地形の上位部と下位部に分けて、上位部に畑作物が、下位部に水稻が作付されるように統制する。このことは、高位部に水稻が作付され、低位部の地下水上昇を招くことによってもたらされる畑作物の生育阻害を未然に防ぐ。

Ⅱ) 末端に至るまでの用水管理において、過剰なかんがい水の供給や水路から耕地への漏水を防ぐ。

Ⅰ) に関連して、「水稻の二期作」の場合に比べ、「水稻+畑作物」の作付地における末端の水管理は単純でない。末端の水管理を統制のとれたものにするためにも、乾期作物の作付地の配置を統制する基準を設け、末端水管理区域まで、詳細な作付計画を毎年策定して、これに沿った作付が実際に行われる必要があると考えられる。

計画地区全体に必要な農業生産資材用量は次のように見積られる（詳細は資料編4C-5、表4C-6参照）。

農業生産資材の総必要量（年間）

1. 種	子	
-	水 稻	8 6 9 ton
-	タ バ コ	6 4 kg
-	ニ ン ニ ク	1 1,7 9 3 ton
-	リ ョ ク ト ウ	5 2 ton
-	ワ タ	2 6 ton
2.	各種化学肥料	8,2 8 5 ton
3.	殺 虫 剤	
-	液 剤	6 5,7 0 0 クォート
-	水 溶 剤	4 5 ton
-	粒 剤	3 5 ton
4.	除 草 剤	3 4,7 0 0 クォート

現況の農業生産資材使用量に比較して、特に必要量が多くなるものに、ニンニクとリュクトウの種子および化学肥料、殺虫剤が上げられる。

e) 作物生産量

本計画を行わない場合には、現況の作物単収が現況編で推定した増加割合でしか増加しないので、これに見合った作物生産量が生産されるのみである。一方、本事業を実施した場合、事業完了後の単収および総生産量が次のように見積られる。

計画作物生産量

作物	作付面積(ha)		計画単収(tons/ha)		生産量 (tons)
	第二段階	第一段階 ^{1/}	第二段階	第一段階 ^{1/}	
水 稲	17,370	8,650	4.29	4.11	109,959
乾期作	12,400	2,120	4.20	3.90(3.70 ^{2/})	60,168
雨期作	4,970	6,530	4.50	4.20	49,791
タ バ コ	2,130	210	1.70	1.30	3,894
ニ ン ニ ク	4,270	250	2.60	2.70	11,777
リ ョ ク ト ウ	2,065	—	1.10	—	2,272
ワ タ	1,030	—	2.50	—	2,575
タ マ ネ ギ	—	250	—	12.50	3,125
計	<u>26,865</u>	<u>9,360</u>			<u>133,602</u>

注： ^{1/} 第一段階残余面積
^{2/} () 内の値は、マトンガン地区の単収

上表に示した計画単収は、土地分級によって分級された土地ごとに設定された目標単収を関係面積で加重平均したものである(資料編4C-6参照)。また工事完了後目標単収の達成に必要な期間は、計画地区の農民の過半数が、かんがいを伴う水稻や畑作物の栽培の経験を有しているとみられることから5年以内と設定された。従って、これに見合った技術普及、営農資金の供給等に関する農業振興支援活動が行われなければならない。

前記の作物生産量を現況のそれと比較して、本計画による増産量および現況生産量を基準とした増産割合は次のようである。

本計画による増産量および増産割合

作物	現況生産量	計画生産量	増産量	増産割合
	(1) (ton)	(2) (ton)	(3)=(2)-(1) (ton)	(4)=(2)/(1)×100 (%)
水 稻	27,513	109,959	82,446	400
タ バ コ	2,845	3,894	1,549	166
ニ ン ニ ク	5,358	11,777	6,419	220
リ ョ ク ト ウ	415	2,272	1,857	547
ワ タ	—	2,575	2,575	—

上表の各作物の増産割合は、前記の市場予測においてみた該当作物の採来における需要拡大動向におおよそ沿ったものであるといえる。

3 農業経営計画

a) 農家数および農業労働人口

将来における計画地区の総農家数は1,342戸で、農業就業人口はFull-timeとPart-timeを合わせて約27,600人と推定され、1ヶ月当り524,000人・日の農業労働力の供給が見込まれる（資料編6C-1参照）。

b) 耕作規模および土地保有

本計画地区の平均耕地規模はクラおよびヌエバエラ地区とバタック-バドック地区で次に示すようにかなりの差がある。

地 区	平均耕地規模		
	面 積	農 家 数	平均耕地規模(ha)
クラ-ヌエバエラ	2,080	1,203	1.7
バタック-バドック	10,320	10,139	1.0
計	12,400	11,342	1.1

既に現況編で述べたように本計画地区で実施が予定される農地改革においては、小作農への耕地移転についての対象面積はごく小さい。しかし農地改革の実施により、小作農の土地所有形態が改められ、定額小作農へ変換されることになっている。

c) 営農類型

本計画の実施によって、多毛作面積の拡大が可能となる。クラおよびヌエバエラ地区とその他の地区に分けて、代表的な営農類型として考えられるものを上げると次のようになる。この場合、それぞれの類型の経営規模は、前記の平均耕地面積規模に基づく。

代表的な営農類型

類 型	耕 地 規 模		作 付 規 模	
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
1) 水 稻 単 一	1.7		雨期水稻	1.7
			乾期水稻	1.7
			計	3.4
2) 水稻+リュクトウ	1.7		雨期水稻	1.7
			乾期水稻	1.1
			リュクトウ	0.6
			計	3.4
3) 水稻+タバコ/ニンニク	1.0		雨期水稻	1.0
			タバコ	0.5
			ニンニク	0.5
			計	2.0
4) 水稻+ニンニク+リュクトウ	1.0		雨期水稻	1.0
			ニンニク	1.0
			リュクトウ	0.5
			計	2.5
5) 水稻+ワタ	1.0		雨期水稻	1.0
			乾期水稻	0.5
			ワタ	0.5
			計	2.0

注) (1)および(2)はクラヌエバエラ地区

(3)および(4)はバタック-バドック地区

d) 農業機械化計画と農業労働量の需給バランス

本計画実施後、最小限に示すような農業機械化が要求されるであろう（農業機械化

計画の詳細は資料編4C-7参照)。

機械化を対象とする作業および機械化面積割合を植え付け準備作業40%、水稻の脱穀作業100%(うち50%は足踏み脱穀機による)および水稻の籾乾燥作業50%とする。この機械化に対応する機械の選択および選択された機械の標準規模の1コンパクトファーム(40ha)当りの必要台数は次に示すとおりである。なお、選択された農業機械は、現在または将来予想されるフィリピン国産品であり、コンパクトファームごとに必要最小限の台数を導入し、共同利用を行うことを前提とする。

農業機械の必要台数 (コンパクトファーム当り)

作 業	機 種	台 数
代かき、準備作業	—ハンドトラクター(7~8HPディーゼルエンジン)	1
脱 穀	—スレシヤ- (7~8HP、ディーゼルエンジン、 throw-in タイプ)	1
	—ベダルスレシヤ-	5
Drying	—ドライヤ- (Flat-bed タイプ、2.0 ton ビン)	1/2

上述の農業機械化計画に基づいた選択作物ごとの所要労力は、水稻103.1人日/ha、タバコ273.5人日/ha、ニンニク165.0人日/ha、リュクトウ85.5人日/ha、ワタ139.3人日/haと見積られる(資料編4C-7、図4C-9~4C-13参照)。

上述の所要労働力に基づいた計画年(1992)における計画地区の総必要労働量と、前記の計画地区内総農業労働力供給量とのバランスは、資料編4C-7、図4C-8に示すとおりである。10月に労働力需要量のピークが生じ、この月に総供給量の約8%の不足がみられるものの、周年的な需給バランスは調和のとれたものであるといえる。

4 農業振興支援計画

a) 試験研究および普及指導

これまで行われた国営かんがい事業のほとんど全部が稲作のみを対象としていたことから、国営かんがい事業を前提とした大規模面積の水田畑作に対応した試験研究および普及活動がこれまでフィリピンにおいて殆んど行われた例がない。そのため、本計画の実施にとって、特に次にあげる3点に重点をおいた試験研究および普及活動が推進される必要がある。

1) 水田畑作物のかんがい方法および栽培技術の確立

ii) 大規模な面積規模の水田畑作に対する末端用排水管理方法の確立

iii) 水田畑作における畑作物の多様化と水田畑作の輪作体系の確立

上述の内容の試験研究を既存の試験研究機関が積極的にとりあげて実施することが望まれるもの、これらの試験研究機関がこのことのみ業務を専念することが難しいことは明らかであろう。そのため、本計画地区内にパイロットファームを設置して、上記の内容に沿った現地適応試験を行うとともに、受益者農民に対して、適用農業技術の展示を行う必要があると考えられる。

農民に対する普及指導について、本計画に沿った農業生産と末端レベルまでの水管理とが一体となって推進されるように配慮される必要がある。そのため、本計画かんがい施設の維持管理組織内に、維持管理の面から、農業生産計画の推進を行う農業部を設けるとともに、約 300 ha に 1 人の割合で末端の水管理と営業の一体化した推進を担当するために、WMT (Water Management Technician) を配置する (図 4-2 参照)。

b) 農民組織計画

事業完成後の営農が効果的に運営されるために、機能的な農民組織を結成する必要がある。本地区には、水利組合として共同かんがい組織 (Communal Irrigation System)、農協活動の基本となるサマハン ナヨン (Samahang Nayon)、および農業技術普及の受入れ態勢としての Farmers' Association などがあるが、これらの組織は事業の推進母体としては不十分であるので、編成替えや機能の改善が必要である。新しい農民組織は次のような機能を備えたものであることが望ましい。

i) 末端用排水施設の維持管理が機能的にできること。末端ほ場レベルにおける用排水路施設の維持管理、合理的な配水、農業機械の運営と営農の調整、維持管理費用の賦課徴収を自主的、組織的に行うことができる。

ii) 営農に必要な種子、肥料、農薬などの資材、農業機械、生活必要物資などの供給、生産物の共同販売、必要資金の借入れなどが協同組合活動によって積極的に行うことができること。

iii) BPI、BAExなどの行う農業技術の普及指導が積極的に受け入れられること。上記のような機能を持った農民組織として、次に示す農民組織の設立を行う計画とする。

Farmers Irrigators' Group (FIG)

農民レベルの末端維持管理組織として、各ローテーションエリア (第一段階地区お

よび第二段階地区のクラとヌエバエラ両地区では2ローテーションエリア)ごとに Farmers Irrigators' Group (FIG) が組織される。FIGはローテーションエリア内で自主的な用排水路施設の維持管理を行うと同時に、ローテーションかんがいをベースとした水管理に対応した集団的な営農の推進を行う。なお、複数のFIGが部落 (Barangay) レベルで次に述べる Farmers Irrigators' Association を組織する。

Farmers Irrigators' Association (FIA)

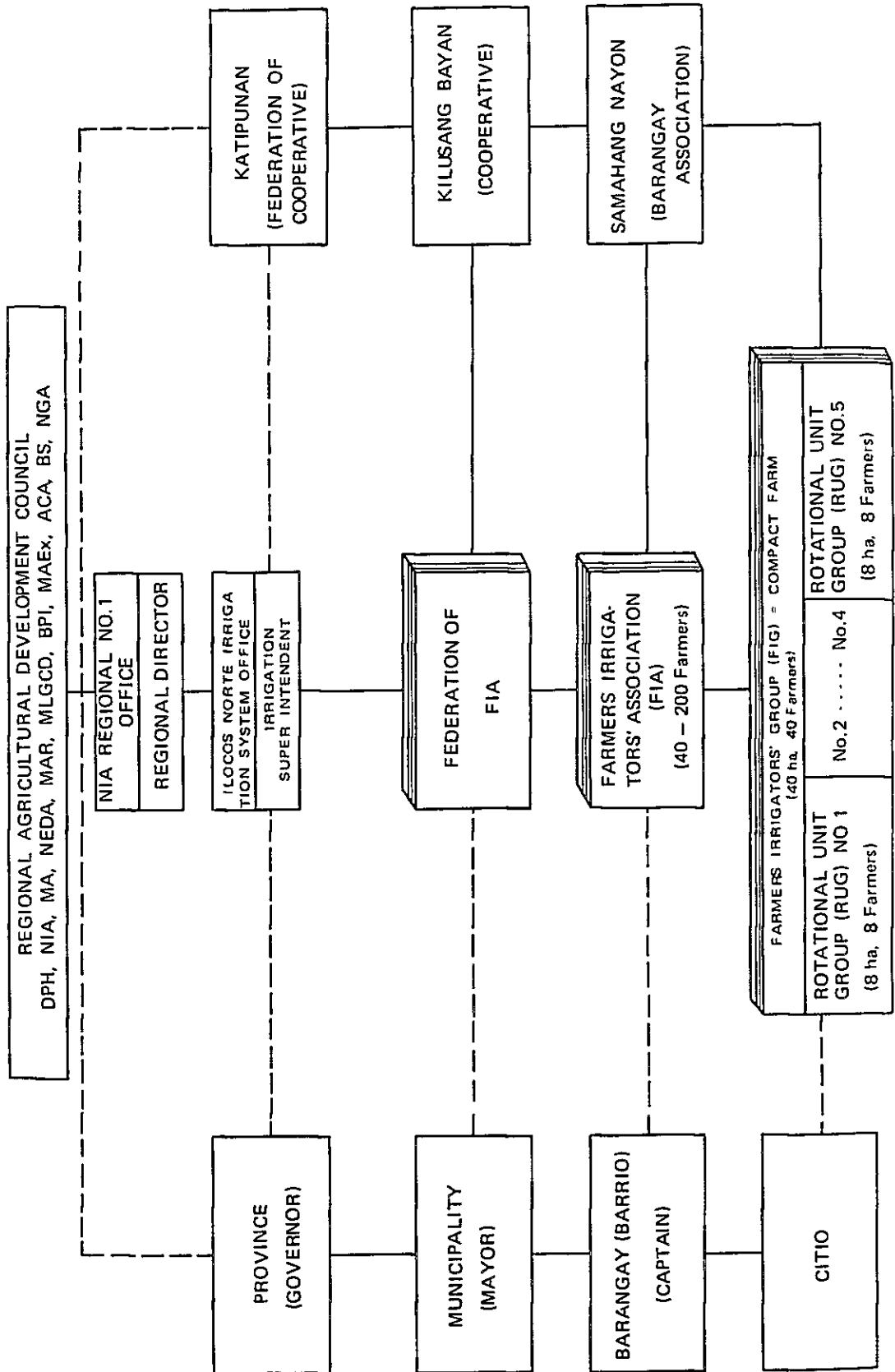
FIAは次の機能をもつものとする。

- i) FIGを統轄し、公平な水配分を実施し、かんがい農業の円滑な実施を図る。
- ii) BPI、BAExの指導のもとに、NIAの配水計画に変更を生じた場合には、NIAのWater Master, Water Management Technician, Ditch Tenderなどと協力してFIG以下の調整を図り、円滑な配水によって営農に支障を来さないようにする。
- iii) サマハン ナヨン (Samahan Nayon)、キルサン バヤン (Kilusang Bayan) の組織と連携して生産物の共同販売、農業用資材の購入を行う。
- iv) サマハン ナヨンの組織として連携して貯蓄の推進、村落の開発を図る。
- v) NIAの水利費の徴収に協力し、維持管理費の徴収経理を実施する。
- vi) NIAとの他関係政府機関によって行われる訓練に積極的に参加し、また用排水管理等に必要な教育訓練を実施する。
- vii) 部落レベルの行政組織の協力を得て、かんがい農業の積極的運営を図る。

なお、計画地区全体をカバーするFIAの連合会を組織する。これらの農民組織の設立にあたっては、各種の関係政府機関がメンバーとなって本計画に対するプロジェクトコミティーが組織され、農民組織の設立および設立された農民組織の運営に責任をもつ。

上記の内容の農民組織が、本計画の施工計画に合わせて設立されなければならない。そのため本事業の事業費の一部に農業振興費として、農民組織の設立準備費および設立後当初3ヶ年分の運営費等を含める (資料編4C-8、表4C-15参照)。

図 4-4 水利組合の組織図



D 施 設 計 画

1 バルシグアダム

a) ダムサイトの地形、地質

バルシグアダムサイトは、アブラ州バイバイチン (Baybaytin) 部落より上流 7 km の急峻な山間のギナタラン (Ginataran) 地点にある。ダムサイトを貫流するバルシグアン川は、ほぼ直線的に南々西に流下し、この下流約 11 km のポロット (Polot) 部落付近でティネグ (Tineg) 川と合流する。

ダムサイトは、左岸アバットの斜面勾配が約 45 度、右岸アバット部は約 35 度、河床幅は約 30 m の地形を呈し、ダム軸における標高 340 m の形状係数 L/H は約 3.5 である。谷地形はやや頂部の広がった V 字谷である。

本流域を構成する地質は、石英安山岩等の火山噴出物と、これに貫入した閃緑岩からなっている。石英安山岩や玄武岩は北部ルソンの中央背陵山脈の主体をなすものであるが時代は未詳である。閃緑岩の貫入は新第三紀に起ったものである。

ダムサイトは石英安山岩を主体として構成され、閃緑岩はその上流約 3 km 付近に分布している。またサイト下流約 3 km には石灰岩が広範囲に分布する。下流よりダムサイトへの工事用道路はこの石灰岩地帯を通る事になる。

ダムサイトにおける踏査ならびにコアボーリングの結果によれば、本サイトを構成する石英安山岩および玄武岩は節理亀裂の発達が著しい。しかしながら、岩自体は硬質、緻密であり、ロックフィルダムの基礎としては十分な支持力を有している。コアボーリングと弾性波探査の結果、本サイトの基礎岩盤は風化度によって、下記のように分帯される。

- i) 中風化帯 本帯の弾性波速度は $1.0 \sim 1.5 \text{ km/sec}$ で、一部強風化し土壌化の進んだ部分も認められる。岩自体もやゝ軟質であり、オープンクラックも発達している。
- ii) 弱風化帯 弾性波速度は $2.0 \sim 2.5 \text{ km/sec}$ で、岩体は硬質緻密であるが、亀裂面は酸化汚染され褐色を呈する。
- iii) 新鮮帯 弾性波速度は $3.0 \sim 3.4 \text{ km/sec}$ である。クラックが発達し、ボーリングコアは機械的衝撃により塊状に採取されるが、地山にてはクラックは密着した状態である。

本ダムに直接影響する破碎帯は右岸鞍部を通るものである。露頭観察によると、本破碎帯には断層粘土等の軟弱層は狭在していないが、岩はかなり破碎され細粒化した

状態となっている。

本ダムサイトの基礎岩盤の透水性は、ボーリング孔を用いた透水試験結果によると概略下記の様になる。

- i) 深度が深くなる程、透水性が小さくなる。
- ii) 風化帯の透水係数は $1 \sim 2 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ 程度である。
- iii) 新鮮岩盤でも地表より 50 m くらいまでの透水係数は風化帯と同程度である。
- iv) 地表より 70 m 以深の新鮮岩盤の透水係数はおおよそ $2 \sim 5 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ 程度となっている。

以上の事から、本ダムの基礎岩盤は半透水性岩盤と言える。

b) 築堤材料

パルシグアンダムは堤高 143.5 m と高いので、不透水性材料としては粘性土と砂礫が混ざり合ったものが適当である。ポロット部落近くにて採取された粘性土と砂礫とを混合して得られた材料の品質は下記の通りである。

粒 度 : 粘度 11%、シルト 23%、砂 26%、礫 40%

含 水 比 : 14%

乾燥密度 : 1.873 g/cm^3

透水係数 : $2.22 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$

余水吐予定地ならびに近接のダムサイト右岸地山は築堤材の原石山として適しているように思われる。一帯は石英安山岩を主として構成され、小規模な玄武岩の貫入が認められる。これらは下に示すようにロック材として良好な性質を有している。

比 重 : 2.95

吸 水 量 : 1.9%

安 定 性 : 4.2%

圧縮強度 : 418 kg/cm^2

従って、高エネルギーによる転圧をすれば、内部まさつ角として 45° 、間げき比として 0.4 程度は充分確保出来るであろう。

c) 立地条件

1) 工事用道路

本調査当初では、工事用道路としてヌエバエラからパルシグアンダムサイトへの道路の可能性が言われていた。これは、イロコス ノルテ州ヌエバエラ (EL120 m ~) からアブラ州ナガプラン (Nagapran) (EL380 m ~) までの MPH (道路省)

による国道を利用する案である。しかしながら、この道路は未だ完成していません、しかも途中でイロコス山脈（最も低いところでEL860m）を越えねばならないと云う難しい条件を持っており、全線供用開始がいつになるのか分っていない。仮に、これを利用するとしても、これより分岐してダムサイトまでの、このプロジェクト独自の工事用道路が、少なくとも約10kmは必要になると推定される。これは又、ヌエバエラからダムサイトまでの道路延長が約30kmになることを意味している。

上案に対して、アブラ州バイバイチン（EL150m）からダムサイト（EL205m）まで、パルングアン川に沿う約7.2kmの径路を提案する。これに加えて、ラガヤン（Lagayan）～バイバイチン間約6.3kmの道路拡幅を行えば、築堤用不透水性材料の土取場としての有力候補地であるところのポロット（ラガヤン）からダムサイトまで直線的に結ばれることになる。

2) ダムサイト

ダム軸の位置をギナタランより上流約500m（方位約N72°W）に確定する。これは前からNIAによって位置付けられて来た軸と同一であり、既にこれに沿って5本のボーリングと弾性波探査が行われている。一帯の地質状況は前述した通りである。

地形的見地から言っても、右アバットメント背後に存在する低くてやせた尾根をのぞいては特に欠点はない。この尾根は、若し貯水位が約EL350m（此の時、山の厚みは約100m）を大きく越えることになると、かなり重大な問題を提起するものとみなされる。しかしながら幸い、本ダムの最高貯水位はF.W.L334.5mである。

3) 付帯構造物の位置

仮排水トンネルの位置は、その長さを節減すること、および入口への水の流入がスムーズに行われることという2つの条件から、右岸側が必然的に良い。この場合トンネルの長さは約740mになる。一方、左岸側にトンネルを設ける場合、その長さは約880mになる。スムーズな流入を特にきびしく必要とする理由は、セロフィルリソーセスコーポレーション（Cellophill Resources Cooperation）が行なっているところの、パルングアン川上流一帯からバイバイチンまでの木材流し（パルプ用材流しで、筏流しの形をとらず等身大の材木を固々に川に投げ込んで、流れにまかせて下流地点まで流下させ、ひろいあげる方式）を阻害しないためである。

洪水吐の位置も又、その工事量を節減すること、および洪水の流入と下流河川へ

の取付がスムーズにおこなわれることという条件から、右アバットメント上が良い。若し、右アバットメントにつづく背後の山が、築堤用ロック材の原石山として適することが判明すれば、洪水吐工事が独自で負担すべき掘削は大いに軽減されることになる。又、洪水吐せき基礎には、グラウティングを行なうのが通常であるが、本ダムではこれがダム軸に沿うグラウティングと右アバットメント背後に在る低くてやせた尾根の止水のためのグラウティングとを結びつける役目をなして好都合である。

d) ダムおよび付帯工のレイアウト

1) 工事用道路

本ダム工事のための道路は、アブラ州バンゲット (Bangued) からパルシグアダムサイト (ギナタラン) までで下記のように区分される。

地点名	級別	標高 (m)	点間距離 (km)	条件	全幅 (m)
バンゲット	公称 (里程40.9km) ^{1/}	EL 40			
	国道		10.6 ^{2/}	既設	約 7
カナン	// (41.9km)	EL 60			
	地方道		8.3	既設	約 7
ラガヤン	// (45.2km)	EL 105			
			4.3	拡幅	14
キワス		EL 140			
			2.0	新設	14
バイバイチン		EL 160			
			14.0 ^{3/}	新設	14
ギナタラン		EL 205			

注) ^{1/} 道路省のルート図に記されたマニラよりの距離

^{2/} 1980年2月ジープの距離計による実測

^{3/} 実際の距離は7.2 km、14 kmには分岐道路を含む

路線図は資料編4D-1、表4D-1参照。

ラガヤンよりダムサイトまでは築堤用不透水性材の輸送道路としても供されるのであるから、道路幅は14 m以上とし、路面は粒度のよい材料を良く転圧して造る

ものとする。これにより32t級以上のダンプトラックによる高速輸送が可能になり、工事の進捗とひいては工事費の節減を計ることが出来る。

道路のルートはパルシグアン川に設定する。即ち河床道路であって、掘削がかなり節減出来、しかも盛土には河床砂礫を用いることが出来る。路面の標高はパルシグアン川の既往最高水位より高くすべきであるが、可能最高水位より高くする意義はない。なぜなら、そのような出水時にはダム工事は休止しているからである。此のルート途上の2、3ヶ所で川が強く曲がっていることにより、岩のがけが急なスロープでせまっているので盛土が不可能であるとみなされるが、ここでは岩の大量の掘削と、又は例えば片持ち梁式の橋のような工法を採用する必要がある。

2) 仮排水路

仮排水工は、Ⅲ、B、2で述べられているところの設計洪水量 $Q=950\text{ m}^3/\text{sec}$ を自由水面流の状態で流下できるようにレイアウトされた。自由水面流のトンネルは、口径は圧力水流のそれよりもいくらか大きくなるのが普通であるが、逆に仮切ダムの規模が小さくてすむので全体として費用に大差はない。自由水面流を必要とする理由は前述の通り、パルプ用木材流しを阻害しないためである。

仮排水工の主要諸元は次の通りである。

仮排水トンネル

位 置	: ダム右岸の地山内	
型 式	: 標準馬蹄形自由水面流方式	
こ う 配	: $7/740=1/105.71$	
トンネル長	: 740m	
水 深	: 7.74m	} 流量 $950\text{ m}^3/\text{sec}$ に於て
流 速	: $14.3\text{ m}/\text{sec}$	
入口敷高	: EL207.00m	
接近流水の水面高	: EL222.60m	

仮切ダム

河川の水深	仮切前	: 4m以上	} 同 上
"	仮切後	: 15.6m	
河川の流速	仮切前	: $4.6\text{ m}/\text{sec}$	
"	仮切後	: $0.7\text{ m}/\text{sec}$	
仮切ダムてんば		: EL225.00m	

詳細は資料編4D-4参照。

3) ダム

バルシグアンダムの高さは必要有効貯水量189百万 m^3 を、どの標高に貯留すれば最適かを注意深く比較検討して決められた。これは圧力導水隧道の長さや発電の効果とに関連しており、もちろんダム自身の建設コストにもかかわることである。ダムの主要諸元は次の通りである。

ダムの主要諸元

流域面積	: 153 km ²
ダムのタイプ	: アースアンドロックフィルダム
有効貯水量	: 189百万 m^3
常時満水位と貯水量	: F.W.L 334.5m, 232 "
死水位と貯水量	: D.W.L 275.0m, 43 "
堆砂位と堆砂量	: S.L 259.0m, 23.3 "
てんば標高と幅	: E.L 338.5m, 10m
基礎地盤標高	: E.L 195.0m
ダム高と堤頂長	: 143.5m, 480m
上流面勾配と下流面勾配	: 1:2.8, 1:1.9
堤体積	: 9,078,000 m^3
内訳, コア	: 1,724,000
フィルター	: 600,000
ロック	: 5,364,000
仮切	: 1,390,000
基礎掘削(表土はぎ含む)	: 936,000
余裕高	: 4.0m

本ダムのダムタイプは、アースアンドロックフィルとコンクリート重力とコンクリートアーチとについて比較検討された。このサイトにおける上記3種のダムの体積比は、順におよそ100:24:7である。これよりアーチダムも有利かと思われが、地質上の状態はアーチダムに耐えうるという程ではない。

ダムの上・下流の斜面こう配は、貯められた水および予想される地震力に対して安定せよという条件から算定される。地震力はPAGASA(フィリピン大気地球物

理宇宙庁)のデータを分析して予想した。その結果、マガットダム (Magat dam) の設計地震力と等しい $K=0.2$ を採用し、上流斜面こう配は1:2.8、下流は1:1.9と決定した。

ダム断面での各材料の配置計画は、今後、更に詳しくて十分な材料調査と試験を行って決定されるべきものである。

4) 基礎処理

143.5mという高いダムであるので基礎処理としては次のような項目が必要となる。

- i) コア床掘り : コアゾーンは新鮮岩の上の弱風化帯に載せられるべきである。
- ii) 堤敷掘削 : 表土や段丘堆積物などの軟弱層は、本サイトでは比較的うすいので、全部掘削除去されるものとする。
- iii) カットオフ処理 : カーテングラウティングは、コアゾーンの下から洪水吐基礎を通して、破砕帯が見つかる場所の右岸サドルまで施工する。又、浸透流の速度をおさえるためにコアゾーン下に広くブランケットグラウティングを施す。これらグラウティングの諸元は下記の通りである。

	位 置	グラウト深度 (m)
カーテングラウティング	左アバットメント :	20~60
	右アバットメント :	60
	川 床 :	40~60
ブランケットグラウティング		15

5) 洪水吐

洪水吐はⅢ、B、2で述べられているところの設計洪水量 $Q=3,070m^3/sec$ を、右アバットメントにおいて下流にスムーズに放流出来るようにレイアウトされた。その型式は、ゲート及びフリップバケット付きシュートタイプであり、これはフィリピンでの既設の大ダムの全てに採用されているものである。

接近水路は広く深く造り、水流のスムーズな接近をせしめる。ゲート付きの越流せきは、上流からみても下流からみてもその比高を充分に高くとる。これらの手段は共に越流係数を最大限に高めるためのもので、これによりゲートの寸法の節減を計る。

フリップバケットの仰角は、水脈ジェットが最も遠くへ飛ぶように約 30° とする。

こうすると $3,070\text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水は約 140 m 飛んで最終的には深さ約 60 m の水じよく池を自然に掘るものと推算される。ただしこの状態に至るには長大な年月を要することであろう。洪水吐の主要な諸元は次の通りである。

洪水吐の諸元

位置	: ダム右アバットメント
型式	: ゲート及びフリップバケット付シュートタイプ
設計洪水量	: $3,070\text{ m}^3/\text{sec}$
越流水頭	: 12 m
ゲート寸法と数	: $H=125\text{ m} \times B=11.5\text{ m} \times n=3$
シュート幅とこう配	: 39.5 m , $1:3.70$
各点標高	: F.W.S = H.W.S 334.5 m せきてんば $\text{EL}322.5\text{ m}$, 接近水路 $\text{EL}315.0\text{ m}$ フリップバケット底 $\text{EL}230.0\text{ m}$, 川床 $\text{EL}200.0\text{ m}$
各点流速	: 接近水路 $4.0\text{ m}/\text{sec}$ 以下、せき $11.1\text{ m}/\text{sec}$ フリップバケット $35.9\text{ m}/\text{sec}$

6) 放流工

ダムおよび付帯工が完成すると、仮排水トンネルは閉塞され、ここにバルシグアン川の流れが止まることになる。しかしながら、Ⅲ、C、1に述べられているようにダムより下流にはバルシグアン川の流水を用いているところのかんがい地区があるし、また河川そのものの従前からの機能をも保持せしめなければならない。この目的のため、トンネル閉塞部を貫いて直径約 1 m のパイプを敷設し、これに制御弁および非常用弁を付けることにより、放流工とする。放流工までの通行は、仮排水トンネル断面の約半分を盛りたてることにより可能となる。

放流水の流入口として、トンネルの始点付近に堅坑を造り、これの越流部は堆砂面 $\text{EL}259.0\text{ m}$ に等しくする。此の放流工の能力は満水位のとき全開で約 $30\text{ m}^3/\text{sec}$ 、死水位のとき全開で約 $22\text{ m}^3/\text{sec}$ である。これらは下流において要求される流量（約 $1\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下）よりはるかに大であるが、ダム管理のために貯水位をすみやかに下げる必要があるからである。

バルシグアンダムの標準設計は巻末に添付した図面 No. 001~No. 003に示す。

2 バルシグアン圧力導水トンネル

a) 導水トンネルの地質

バルシグアン圧力導水トンネルの予定線は、バルシグアンダム貯水池内のダゴット (Dagot) 川の支流より、ルソン中央山脈を横断し、ヌエバエラに直線的に出るよう計画した。トンネル予定線に対する地質調査は、入口付近で一本のコアーボーリング (旧予定線上 DD-8, $\ell=150\text{m}$) が実施されている。現地踏査の結果、トンネル予定線の地質のほとんどは、石英安山岩、玄武岩、またこれらに貫入した閃緑岩が主体となっている。

トンネル入口部附近を構成する地質は、石英安山岩であり、風化帯の深さはボーリング結果では 20m 程度となっている。現場踏査の結果、河床部には新鮮な石英安山岩が露出しているが、崖錐堆積物も 3m 程度は分布している。旧予定線上のコアーボーリング及び河床部に露出する岩盤状態より、トンネル部分は新鮮、堅硬な岩盤で構成されていると推定されるが、節理、亀裂が発達しているので、掘削時の地山のかぶりのうすい入口部附近は注意を要する。

ボンガ発電所附近の地質は石英安山岩よりなる。発電所附近の河床部には新鮮な石英安山岩が露出しており、地表下約 70m の位置に建設される発電所は良好な岩盤内に位置されると推定される。また、北部ルソン中央山脈と同方向に沿って地質構造線が発達し、トンネル路線はこれを横断するように設定されている。従って、これらの割れ目系 (断層、破碎帯) に伴う湧水や鉱化変質による岩盤の軟弱化が予想されるので、これに対する十分な配慮が必要である。

導水路トンネルは、上流側は石英安山岩、下流側は集塊岩より構成される。この接触部に旧予定線に実施されたボーリング孔 DDH-10 で認められるような断層、破碎帯が推定される。

b) 圧力導水トンネルの設計

導水トンネルはバルシグアン貯水池より流域変更して、かんがいと水力発電の二つの目的のための施設であり、その最大適水量は $28.225\text{m}^3/\text{sec}$ である。導水トンネルの路線選定は、発電計画において述べたように、ダム地点からサージタンクまでの路線と (取水敷を EL275.0m より下げた場合) 取水敷を EL275.0m とした本計画路線とが比較されたが、経済的に本計画路線が決定された。導水トンネルの延長は $6,150\text{m}$ で取水部分の 60m と合わせ $6,210\text{m}$ となり、発電目的から圧力トンネルとなる。トンネル断面は標準馬蹄型とし、圧力トンネルの経済半径は 1.80m と決定した。

実際にこの導水トンネルは、約6,150mの長いトンネルであり、施工上から考えて最小断面と言えよう。

コンクリートライニングの巻厚は平均40cmとなり、水圧より平均鉄筋量は60kg/m³（コンクリート当り）と計画した。

圧力導水トンネルの標準設計は巻末に添附した図面No. 004 に示す。

c) 発電所

1) ボンガ発電所

サージタンク

現在計画の時点において、サージタンクのタイプは differential サージタンクを選定した。その直径は12.0mで高さ90m、ラサザーは3.6mの径とし、ポートはサージングの計算により1.4mと決定した。トンネルの延長も長く、水位低下も大きい本発電所にあっては、chamber サージタンクも有利なタンクであり、実施設計には充分検討すべきものであろう。

水圧管

水圧管は、地下発電所につながる関係で地下式となり、その平均直径は3.0m、総延長208.0m、垂直部延長116.8mとなる。鉄管の平均管厚は11mmとし、0.80mの鉄筋コンクリートに密着させ、岩盤に内圧荷重を負わせるものとする。

発電所

発電所は地下式でアーチ部のスパンは16.5m、クラウン厚さ1.2mとした。発電所建物の全高は33.0mで、算さ20.0mとし、タービンの中心標高は145.0mとした。本発電所の地質は良質の岩が予想され、地下発電所としては良好な地点と云えよう。

水密調圧水槽

吸水管の直下流に地下式、水密調圧水槽を設け、下流放水路のサージングの調整を行うものとし、その断面を充分大きく取った。この水密調圧水槽よりの通風ダクトは、サージタンクの施工用ダクトとつなぎ外部に通じるものとする。

放水路および放水口

放水路は最大使用水量28.225m³/S を通水とする1,000分の1の勾配を持ち、3.8mの直径の無圧トンネルとした。その巻厚は40cmで補強鉄筋を配し、遠い将

来の洪水時等に備えるものとする。放水口の設計水位はEL150.0mとし、将来の堆砂による閉塞に備え流心がよく当る場所に設けるものとする。

タービンおよび発電機

タービンは、本発電計画が59.5mにもおよび水位低下と最大有効水頭170.65m、さらに使用水量が最大28.225m³/secより9.50m³/secに変化することを考慮し、可変翼をもつVertical Deriazタイプのタービンが最も適する水車である。よって経済性を考慮して、羽根車の径は2,100mm、回転数は450rpm、タービン出力は36,000KWのタービンを1セット導入する。発電機はこれに伴い、39,600KVAを1セット導入する。

発電所の定期整備はかんがい放流のない8月を選んで行い、特別なかんがいの放流設備は持たないものとする。また本発電所はヌエバエラ発電所より遠方操作によって運転される発電所にして、管理費の減少を計るものとする。なお、設計基準有効落差は貯水量10年間の平均水位から計算し、149.80mとした。

ボンガ発電所のレイアウトは巻末の図面No. 005に示す。

2) ヌエバエラ発電所

水圧管

ダムに取付けられた取水管よりダム直下に設置される発電所までをダム内部に3.00m直径のwelded steel pipeにて結び水圧管とする。その長さは30.0mで鉄管の厚さ11mmで呑口にはゲートを設け、下流端には伸縮接手を設ける。

発電所

発電所は鉄骨、鉄筋コンクリート構造にて、その巾16.0m、長さ18.0m、建物部高さ13.5m、基礎部分高さ12.0mの発電所を建設する。発電機室は9.0mのスパンを持つクレーンによって、主機の管理を行うことが出来る。また吸水管の直下に巾6.0m、長さ16.0mの放水庭を設け、かんがい用水路に直結する。なお発電機室の床標高は、洪水位を考慮し126.0mとした。

タービンおよび発電機

ヌエバエラ発電所はボンガ発電所の放流量を、かんがい用水量に合うように調整し、その流量は29.278m³/secより8.00m³/secまで変化する。しかし、その落差は小さく、その有効落差は27.92mにすぎない。よってヌエバエラ発電所のタービンはVertical Kaplanタービンが最適である。羽根車の径は2,050mm、回

転数は 327.5 rpm、タービン出力 7,000KW を持つタービン 1 セットを設置する。
よって発電機は 7,480KVA を 1 セット設置する。

本発電所の定期整備はかんがい放流量のない期間に整備するものとし、特別の放流設備はもたないものとする。

ヌエバエラ発電所のレイアウトは巻末の図面 No. 006 に示す。

送電線

1979年度におけるNPCの送電計画によると、将来230KVの送電線がナルバカン(Narvacan)変電所に到着した後に、ナルバカン-ラオアグ両変電所間の送電線は69KVの送電線に変更する予定となっている。本送電線計画もこの計画に合わせて計画すべきであるが、その建設終了の時期は現在のところ明らかでなく、この計画は遠い将来を想定して、115KV送電線が両変電所を接続するものと考えた。本計画の送電線計画と上記の115KVのNPCによるルソングリッドとはバドック付近で接続される計画である。ヌエバエラ発電所とバドックとの距離は約22.0km、またヌエバエラ発電所とボンガ発電所の距離は約3.8kmで、両者間とも115KVの送電線(木柱、単回線)とする。電線のconductorサイズは336.4MCM、ACSR(鋼芯アルミより線)となろう。

3 ヌエバエラダム

a) ヌエバエラダムサイトの地質

本ダムサイトはヌエバエラの町より約1.5kmの南方にあり、山岳地帯と平野部との接点に位置する。ダムサイト直下流から段丘堆積層が発達しだし、ヌエバエラから下流は大規模に発達している。ダムサイトを流れるボンガ川は北部ルソンの中央背陵山脈を源とし、多少蛇行しながら北方に流下し第一段階地区の西縁を通り、ラオアグ川と名称を変え南シナ海に注ぐ河川である。貯水池周辺の地形は標高800m~300m程度の丘陵性山地を成している。

ダムサイトの左岸山腹斜面勾配は約45度、右岸側は約30度程度を示し、河床巾は約100mを有している。ダム軸上の標高152mにおける形状係数は $L/H=190/31=6.1$ となり、谷地形は河床巾の広い逆台形状となっている。ダムサイト周辺を構成する地質は主として集塊岩よりなり、一部に頁岩、砂岩層の狭在が認められる。右岸道路のカット面では、この集塊岩が連続的に見られるが、風化が非常に進んだもので礫はタマネギ状に風化し、マトリックスも赤色土壌化が進行している。しかし、河床

部では新鮮岩が連続的に認められる。この新鮮岩は非常に塊状で良好な岩盤である。現在までにダムサイトにおいて実施された地質調査は弾性波調査およびコアボーリングである。その調査数量は下表に示し、調査結果は資料編 3 B - 3、図 3 B - 2 3 ~ 図 3 B - 3 1 に示す。

上記の調査結果によると、本ダムサイトを構成する地質は集塊岩を基盤岩とし、河床部には厚さ約 1.5 m の河床堆積物、右岸アバット部には厚さ約 1.8 m の段丘堆積物が分布している。

コアボーリング調査数量

<u>孔 番</u>	<u>位 置</u>	<u>深 度</u> (m)
DDH-1	左岸アバット	30.0
DDH-2	河床部	30.0
DDH-3	"	30.5
DDH-4	右岸アバット	31.6
DDH-5	"	32.5
DDH-6	左岸アバット	50.0
計	6 孔	204.6

弾性波探査調査

<u>測線名</u>	<u>位 置</u>	<u>測線長</u> (m)
第 1	ダム軸	400
第 2	ダム軸下流	400
第 3	河床部左岸	300
第 4	" 右岸	300
第 5	左岸アバット	200
第 6	右岸 "	200
第 7	左岸 "	100
第 8	右岸 "	200
第 9	ダム軸上流	400
計	9 測線	2,500

コアボーリングの結果、本ダムサイトの基礎岩盤の風化帯は西アバット部に5m～10m程度の厚さで分布しているのみで、河床部には風化帯は分布していない。但し、右岸アバット部に分布する段丘堆積物は主として砂岩よりかなりルーズな層である。基礎岩盤の集塊岩に対して、岩石試験を実施した。その結果は次表に示す。

岩石試験結果

サンプル	コアホール		一軸 圧縮強度 (kg/cm^2)	比 重 (kg/cm^3)	吸水量 (%)
	No.	深 さ (m)			
No. 1	DDH-1	10.37～10.87	251.9	2.94	4.0
No. 2	DDH-2	7.68～7.91	292.2	2.74	5.7
No. 3	DDH-3	15.50～16.13	272.9	2.72	3.6
No. 4	DDH-4	21.60～21.93	206.9	2.79	8.2
No. 5	DDH-5	21.60～21.80	227.1	3.03	8.4
No. 6	DDH-6	3.17～4.50	256.2	2.79	5.1
平均	—	—	251.2	2.84	5.8

試験結果から一軸圧縮強度は $250 kg/cm^2$ 、平均比重 $G_s = 2.84$ 、平均吸水量125.8%を示し、本集塊岩は中硬岩に属する。

弾性探査の結果、本ダムサイトの速度層は下表に示すように4層に分帯される。

速度分布一覧表

速度層	速度(km/S)	地 質 状 況
第1層	0.4～0.5	表土、岸錐 ルーズな河床堆積
第2層	1.0～1.5	段丘堆積層 風化帯(土砂状及びレキ状コア)
第3層	2.0～3.0	河床堆積層 新鮮岩
第4層	4.0～4.4	新鮮岩
低速度層	2.0	ボーリングの結果は 存在せず

本ダムサイトにおいて標高約45.5mの重力式コンクリートダムが計画されている。

現在までの地質調査結果ではコンクリートダム建設に支障のあるような破碎帯は認められていない。従って基礎処理としては、河床堆積物および右岸アバット部に分布する段丘堆積物は当然掘削除去すべきである。風化岩盤のうち中風化岩盤は一部土壌化も進み、支持力的に不安定なので掘削除去すべきである。

b) ダムタイプの選定

ヌエバエラダムは発電の流量調節用のダムで、基礎岩盤上45.5mの高さのコンクリート重力ダムとして計画した。コンクリート重力ダム選定は下記の理由による。

- i) 調整池の水位低下は1.50mと小さく、年間ほぼ常時満水の状況にて操作され、約52.4km²の流域面積を持つボンガ川に設けられる。よって常時洪水流出を極めて煩雑にゲート操作によってコントロールしなくてはならない越水の危険度の高いダムといえる。これには万一の越水の場合に安全度の高いダムタイプであるコンクリート重力ダムが最適である。
- ii) 洪水施設は河川の中心のダム部分にオーバーフロータイプとして設けることができ、この建設費は極めて安価である。
- iii) 仮排水路をトンネルによって施工する必要はなく堤内仮排水路として経済的に施工できる地形である。
- iv) 基礎岩盤はコンクリートダムに適しており、また地形的にコンクリートダムが適応する。
- v) コンクリートの骨材は約8.5km下流地点にて良質なものが入手できる。
- vi) 発電所はダム直下一帯に建設可能で取水施設と水圧管の施設をダムに直接に設けることができ、極めて施設建設に経済的に有利である。

以上であるが、基本的にはダム高さが低いことと、谷巾が狭いため洪水吐施設、仮排水工事、その他の点から経済的になり、且つ安全性が高い点からコンクリート重力ダムが選定された。特に本地点に充分な流出の記録が少なく、流出特性を充分究明できえないダムサイトであり、常時満水状態に近い状況での洪水時の操作を余儀なくされるこのダムは第一に安全性を考慮すべきものといえよう。

c) ヌエバエラダムの主要諸元

ダムの主要諸元は次のとおりである。

項 目	諸 元
1) 貯 水 池	
流域面積	52.40 km ²
貯水量	4.99 MCM
有効貯水量	0.50 MCM
満水面積	0.272 km ²
高水位	EL. 150.00 m
低水位	EL. 148.50 m
水位低下	1.50 m
計画洪水量	970.00 m ³ /sec
2) ダ ム	
ダムタイプ	コンクリート重力ダム
ダム高さ	45.50 m
堤長	220.0 m
堤体量	141,000 m ³
川面勾配, 上流川	鉛 直
“ , 下流川	1 : 0.88
越流堤標高	EL. 144.30 m
越流諸元	幅45.0m, 深さ 5.70m
エブロン諸元	幅45.0m, 長さ35.0 m
ゲート	5門×高さ6m×幅7m
3) 付替え水路	
タイプ	堤内仮排水路トンネル
諸元	幅10.0m×高さ7.0m
延長	466.0 m
計画洪水量	320.0 m ³ /sec

d) 施工方法によるダムタイプ

本ダムはローラーコンパクテッドダム (Roller Compacted Dam) として施工することとした。その主たる理由は下記の通りである。

- 1) ローラーコンパクテッドダム (RCD) は一般の重力ダムと比較してセメントの単位使用量が少なく、 $120\text{kg}/\text{m}^3 \sim 130\text{kg}/\text{m}^2$ である。(一般は $170\text{kg}/\text{m}^3$)

～180kg/m²)

- II) バイブレーションローラーにて締固めるため、水セメント比の小さくなく強度を充分持つダムを建設できる。
- III) 打設高さは2段打ちにて1リフトは0.75m～0.80mと低いので単位セメント量の少ない事と合わせて、発熱量が小さくダム建設に伴うクーリングを行う必要がない。
- IV) ローラーコンパクトダムの特徴はセメントを打設地点までトラックで運搬するので、高価なケーブルクレーンによって打設する必要はなく、施工が容易であり経済的である。
- V) 本ダムはダム高さが低く、設計最大鉛直応力(地震時)に91.5 t/m²(資料編4D-5、表4D-3に示す安定計算書参照)程度でコンクリート強度の大きなものを要求されない。
- VI) トラック運搬であるため進入路を任意に設けられ、施工速度を速くする事が可能である。

以上の事項に基づきローラーコンパクトダムが本ダムに最適と考えられる。基本的にはセメント単価の高価なフィリピンに於いてのコンクリートダムとして経済的といえよう。

e) ダムの安定計算

本ダムはコンクリート重力ダムであり、安定計算によって上下流面勾配を決定する必要がある。よって諸種の勾配について電算機によって計算を試みた所、上面流は鉛直で、下流面は0.88の勾配を要する事が判った。一般の場合に比して下流面勾配の大きな理由は堆砂深が深い事による。以下に基本的な設計値と仮定値を記す。

設計地震係数	0.15	
設計安全率	5.0	
単位重量	2.35	
岩盤剪断応力	180.00	t/m ²
ダム高	45.5	m
余裕高	2.0	m
上流面勾配変化点高	27.0	m (項端より)
上流面上方部分勾配	0.0	
上流面下方 " "	0.2	

土 圧 係 数	0.5	
揚 圧 係 数	0.2	
堆 砂 深	7.7	(項端より)

注) 安定計算の詳細は資料編 4 D-5、表 4 D-3 に示す。

ヌエバエラダムの標準設計は巻末に添附した図面 No. 007~No. 009 に示す。

f) コンクリート骨材

ダムコンクリートの骨材は、ダム下流約 3.5 km 地点のボンガ川の河原にある。その粒度は資料編 3 B-4、図 3 B-4 3 に示す。細骨材の粒度はほぼ良好であるが、粗骨材の粒度は大粒径の部分が不足している。これはダム直下流地点より容易に入手できるので、全体については良好な骨材が入手できよう。

g) 付替え水路

転流工は工事間に於ける計画洪水量を $320 \text{ m}^3/\text{sec}$ として右岸を開削し、付替え水路を設け、ダム部分に巾 10.0 m、高さ 7.0 m のトンネルを設け通水するものとする。よって、この部分のダムコンクリートは乾期にトンネルとして完了しなくてはならない。

本地点の河床は透水性の高い礫層であり、掘削深さは約 15.0 m に達するので、水路延長を長くし、パイピングをさけることにした。その延長は約 470 m となる。

4 頭 首 工

a) マドバヤス頭首工

1) ダムサイト

頭首工の位置は、パタック地区の受益地の標高を満足し、しかも連絡水路の路線選定を容易にするような標高から概定し、さらにマドバヤス川の湾曲部のミオ筋の安定している地点を選定した。この地点の地質は、基礎岩盤は集塊岩よりなるが、河床堆積層が 7~13 m と厚く分布しているため、本頭首工の基礎はこの河床堆積層に築造することになる。この河床堆積層は砂礫を主として構成されているので、頭首工の基礎としては問題ない。

即ち、このダムサイトは河川の状況からみて、Ⅰ) ミオ筋が取入れ口側の左岸側に安定している。Ⅱ) 河川縮切幅は比較的短かく施工が容易である。Ⅲ) 基礎地盤がよい。Ⅳ) ダムアップによる上下流に悪影響を与えない等最適な位置である。

2) 頭首工のタイプ

安全、確実な取水が出来、また乾期の全量取水を考慮して、取水セキを有するタイプとする。また、基礎地盤は前記のとおり河床堆積層であり、取水セキはこの堆積層の上に築造されるのでフローティングタイプとなる。頭首工構造物の構成は取水セキ（土砂吐、固定セキ、阻水壁セキ）、取入れ口および附帯護岸である。

3) 取水セキの設計

土砂吐

本河川は、洪水時に多量の土砂礫が流下するので、洪水後も常にミオ筋を取入れ口付近に維持し、取水中この部分に滞積した土砂を流水で排除するため土砂吐を設ける。このタイプは、射流水路方式とし上下流に導流壁を設ける。

固定セキ

取水セキ築造によるダムアップの悪影響が少ないので固定セキとする。固定セキの堤頂標高は E.L. 86.15m（セキ上げ高さ3.00m）とする。また、この固定セキは浸透性地盤上に築造されるフローティングタイプとする。

阻水壁

常時においては、河川水は固定セキを越流して流下するが、高水時に対処するため、阻水壁を設けた高水敷を設けるよう計画した。

4) 取入れ口

取入れ口は確実な取水と防砂条件を満たす構造となる。即ち、i) 取入れ口敷高を土砂吐敷高より1.0m以上高くする。ii) 取入れ口の幅は取入れ流速が0.6m/secとなるよう決定する。取入れ口の前に設けられた土砂吐は沈砂池の役目を果たすので、常時にはほとんど土砂の流入はないが、洪水時には大きな粒型の土砂の流入はないが小さい土砂の流入は考えられる。しかし小さい粒型の土砂の流入は用水路および水田に大きな被害をもたらすことはないので、本計画の場合、取入れ口の下流に土砂の沈砂池は設けていない。取入れゲートの幅員は洪水時に適切に操作出来るよう3.00mと決定した。

b) ティバングラン頭首工

1) ダムサイト

頭首工の位置は、パドック地区の受益地の標高を考慮し、ティバングラン川の状

況からミオ筋の安定している所を選定した。

この地点の基礎岩盤はマドバヤス頭首工と同様集塊岩よりなり、左岸側河床の一部は露出しているが、右岸側に向って河床堆積層が非常に厚く分布している。その最大厚さは42.0mにも達している。従って、本頭首工の基礎は、取入れ口、土砂吐は岩盤上に築造されることになるが、固定セキは河床堆積層に築造することになる。この河床堆積層は砂礫を主として構成されているので、頭首工の基礎としては問題ない。但し、部分的にシルト、砂を含んでいる層も見られるので注意を払う必要がある。以上の事から、ティバングラン頭首工のダムサイトは河川の状況から見て、

i) ミオ筋が取入れ口側の左岸に安定している。ii) 河川縮切幅はやや長い、施工は容易である。iii) 基礎地盤がよい。iv) ダムアップによる上下流に悪影響を与えない等、適切な位置と考えられる。

2) 頭首工の設計

ティバングラン頭首工の土砂吐、固定セキおよび取入れ口の設計はマドバヤス頭首工の各構造物の設計に準ずるので記述は省略する。ティバングラン頭首工の水理計算書を資料編4 D-6に示す。次表はマドバヤスおよびティバングラン両頭首工の主要諸元を示す。また、両頭首工の地質に関する記述は資料編3 B-4に示す。

頭首工の諸元

項 目	マドバヤス 頭首工	ティバングラン 頭首工
1. 流域面積 (km^2)	24.3	72.7
2. 洪水量 (m^3/sec)	320.0	950.0
3. 取水量 (m^3/sec)	4.00	7.71
4. 取水位 EL(m)	86.00	36.50
5. セキ天端標高 EL(m)	86.15	36.65
6. セキ上げ高さ (m)	3.00	2.50
7. 取入口位置	左岸	左岸
8. 取水セキ		
土砂吐	5.0m×117	7.0m×117
固定セキ (m)	44.00	73.00
止水壁	32.00	46.00
取入口	3.00×1.70×2門	3.00×1.60×4門
セキの型式	フローティングタイプ	フローティングタイプ

マドバヤスおよびティバングラン両頭首工の標準設計は巻末に添附した図面 No. 010～No. 013 に示す。

5 用水路

計画された用水路は末端の用水路を除き、連絡水路、幹線水路および支線水路の三種類に分類される。

a) 連絡水路

連絡水路は各地区の用水の不足を水源から送水し各地区を連結する大幹線水路で、ヌエバエラダムから放流された水をヌエバエラ分水工まで送水する主連絡水路（計画最大流量 $28.225 \text{ m}^3/\text{sec}$ ）と分水工以後東西に分岐する連絡水路-1、連絡水路-2、および連絡水路-2がさらに分岐する連絡水路-3、-4からなっている。連絡水路-1はボンガ川右岸に位置する第一段階地区のヌエバエラ左岸、ババ、マドンガン、ソルソナ、ラブガオン、さらに第二段階地区のクラ地区へ送水する役目を果し、連絡水路-2は第二段階地区のバタック-バドック地区への送水の目的とする。前述したように連絡水路-2はマドバヤス分水工で、ビニリおよびバタック地区への送水をおこなう連絡水路-3とバドック地区へ送水する連絡水路-4に分かれる。

1) 路線選定

連絡水路の路線選定は $1/10,000$ および $1/5,000$ 地形図に基づき、最も経済的であつ、受益地を出来るだけ拡げるような標高で水路計画を立てた。

2) 水路断面

用水路は原則として土水路として計画した。しかし、地形上あるいは地質上必要なヶ所には部分的に薄いコンクリート舗装水路あるいはコンクリート水路が計画された。さらに水路に附帯するトンネル、サイフォン、暗渠、水路橋等も状況に応じ計画した。水路断面はノリ勾配に $1:1.5$ の台形断面とし、土水路における計画流速は水路内の堆砂、水草の繁茂、さらに水路の洗掘等を防ぐ点を考慮し、平均 $0.6 \text{ m}/\text{sec}$ とした。計画水路断面はマンニング式 (Manning) によって求め、水路断面の底幅-水深比は 2.5 、水路の粗度係数は 0.025 とする。用水路設計の設計基準は資料編 4D-7 に示す。

3) 用水路附帯構造物

送水構造物

用水路の附帯構造物として、ヌエバエラ発電所の放水工から幹・支線用水路の末端まで用水を送水するため以下に述べる構造物が必要である。河川やクリークを横断する際の河川水位が水路の水位に近い場合、または高い場合にはサイフォンを設ける。河川水位が低い場合には水路橋とする。現況あるいは計画道路を水路が横切るときは道路横断構造物を設ける。水路を高位部から低位部へ落す場合にはシュートや落差工を設ける。道路横断構造物のない所には水路横断のため横断暗渠を設ける。

分水構造物

連絡水路内の分水点には水路式分水工を、また連絡水路から幹・支線用水路への分水には樋管式分水工を設けるよう計画した。

水位調節工

幹・支線水路への分水地点で、水路の流量が計画流量より低下した場合でも、計画水位を満足させるために、水位調節構造物を設けて常時分水を可能にする。例えば、チェックゲートを設けて水位を上げ、常時水路へ分水を可能にすることができる。

保安構造物

水路内に過剰の水が入らないように、また水路の水があふれて盛土を破かいしないように余水吐を設けて水路を保護する。また、排水サイフォンや排水暗渠も保安構造物である。これらの排水構造物の工種の選定は水路の水位により決める。排水路の水位が連絡水路の水路敷より低い場合には暗渠を、また、排水路の水位が連絡水路の水路敷より高い（但し用水路水位より30cm以上低い）場合にはサイフォンを設ける。

b) 幹線水路

幹線水路の路線は、短い水路で出来るだけ広い面積をかんがい出来るよう路線の選定をおこなった。水路は連絡水路と同様に、原則的に土水路とするが、地質の点から水路からの漏水が予想されるヶ所には薄いコンクリート舗装をおこなう。水路断面は側ノリ勾配に1.5の台形水路とし、水路内の許容流速は0.6~1.0m/secの範囲とする。

c) 支線用水路

支線水路は末端用排水組織計画から、その配置計画をおこなった。支線水路も土水路であるが、部分的に水路の漏水防止の点からコンクリート舗装水路もある。地形条件からシュートや落差土等の附帯構造物を設ける必要がある。

連絡水路、幹線水路および支線水路の総延長は以下に示すように約430kmとなり、連絡水路を除くha当りの水路密度は27.2m/haである。

連絡水路	:	96.0 km
幹線水路	:	96.6 km
支線水路	:	240.2 km
計		432.8 km

用水路およびその附帯構造物の標準設計は巻末の添付図面No. 014~No. 035に示す。

6 排水路

a) 水路配置

計画地区内のパドックおよびパタック両河川にはMPW（公共事業省）が将来、河川改修計画を行う予定がある。このMPWの計画は計画単位排水量の見なおしとともに、防潮堤、河口掘削等の河口処理、護岸等が含まれている。従って、本かんがい事業には、この河川改修計画区間は事業の対象外とする。

計画地区の現地調査後、NIAが作成した縮尺1:10,000の地形図および上記河川改修計画に基づいて排水組織を計画した。計画地区の地形条件および事業費節減等を考慮に入れ幹・支線排水路は出来るだけ現況河川あるいはクリークを利用する。しかし、これら現況河川およびクリークのほとんどは、排水路の計画流量により拡幅あるいは掘削が必要となる。

計画排水路の延長は次の通りである。

計画排水路長

<u>項目</u>	<u>排水路延長</u>
幹線排水路	75.3 km
支線排水路	47.8 km
計	<u>123.1 km</u>

計画地区の排水路密度は、約 10 m/ha となる。これは N I A の基準を若干満足していないが、次の理由により排水路延長は十分なものとする。ⅰ) MPW が行うであろう河川改修計画区間約 40 km はこの路線延長には含まれていない。ⅱ) 現況の小河川およびクリータは計画後においても排水路として利用する。

b) 水路断面

縮尺 $1:10,000$ の地形図および縮尺 $1:50,000$ の地図を基に各排水路毎の排水面積を求め、それと地区別単位計画排水量を決定した。その結果、最大計画排水量を持つ幹線排水路の排水面積は、 $7,835\text{ ha}$ (水田： $2,315\text{ ha}$ 、山地： $6,520\text{ ha}$) となり、その流量は $217.11\text{ m}^3/\text{sec}$ となる。排水路の計画排水量は、 $2.05\text{ m}^3/\text{sec}$ から $217.11\text{ m}^3/\text{sec}$ に拡がっているが、全排水路延長の 80% は計画排水量が $50\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下である。

排水路断面の決定にあたっては次の事を前提として行った。

- 排水路は土水路の台形水路とする (N I A の設計基準に準拠)。
- 排水路側法勾配は $1:1$ とする。
- 流量公式はマンニング (Manning) 式を使用する ($n = 0.025$)。
- 許容最大流速は水路の洗掘防止を考え 1.0 m/sec とする。
- 底幅・水深比は算有利断面を採用し $1:1.25$ とする。ただし最大水深は 3.0 m とする。

詳細は資料編 4 D-8 に示す。

c) 付帯構造物

洪水による水路の洗掘を防止するため、排水落差工を設ける。事業費節減のため、この構造物は練石積タイプとする。

排水路設計の詳細は、資料編 4 D-8 に、排水路および付帯構造物の標準断面は付図 No. 036-No. 037 に示す。

7 道 路

計画地区内の道路は次の二種類に分類される。即ち、ⅰ) 連絡水路および幹線水路沿いに配置される幅員 6.0 m の管理用道路と、ⅱ) 支線道路沿いに配置される幅員 4.0 m の管理用道路である。これらの道路は 20 cm の基層の上に 15 cm の砂利舗装をおこなう。道路延長はつぎのとおりである。

タイプ A (連絡水路沿い) : 94.8 km

(幹線水路沿い)	:	9 6.6 km
タイプB (支線水路沿い)	:	2 4 0.2 km
計		<u>4 3 1.6 km</u>

計画地区内の道路密度 (連絡水路沿いの道路は除く) は $27.2m/ha$ である。道路の標準断面図は巻末図面 No. 038 に示す。

8 末端ほ場施設

a) 概要

末端ほ場施設には、第Ⅳ章、B、6 末端施設計画で述べたように、主小用水路および小用水路、分水施設、止水板、小排水路、各種水路横断構造物、農道等がある。これらの諸施設は、1978年9月、NIAにより提唱されている設計指針により設計を行ない、設計指針に規定のない事柄については、その設計指針の思想に沿って設計を行った。

受益地には、現在多くの現況水路 (共同かんがい組織水路) が存在し、用排水路の機能を果している。経済的な事業費とするため、この現況水路は、計画後も水路として利用されるべきであろう。

主小用水路、小用水路、小排水路および農道は、全て土工事であり、農道はその表面を舗装しない。

農民により施工される末端用排水路 (Field ditch and field drain) 以外の末端ほ場施設の工事および管理運営は、NIAにより行われる。

b) サンプル地区の設計

計画末端施設の概念を明確にするため、耕作道や小用排水路の標準設計を3ヶ所のサンプル地区で行った。さらに、これら末端施設の事業費を算定し、その結果を計画地区全体に適用した。

サンプル地区の選定

現地踏査の結果に基づいて、サンプル地区を2地区を選定した。第1地区 (サンプル地区 No. 1) は、比較的平坦地の代表で、面積は約 $175 ha$ あり、第2地区 (サンプル地区 No. 2) は、丘陵地から平坦地への移行部の代表で、面積は約 $120 ha$ である。各サンプル地区の特徴は、次の通りである。

第1サンプル地区： バタックとパオアイを結ぶ国道の北、パオアイ自治体の東部に位置していて、地区内には、水田が広がっている。地区内に

は、多少用水路が設けられており、この水路によりかんがい用水が配られている。

第2サンプル地区： バドック自治体の南部で、国道8号線の西に位置し、丘陵地から平坦地に移行する土地であり、一面水田地帯である。この地区は、共同かんがい組織水路が比較的多く設けられている。

なお、クラヌエバエラ地区のサンプル地区は、第一段階スタデーで選定されたソルソナ・サンプル地区をその代表として使用し（第3サンプル地区）、サンプル地区の標準設計を行った。

区画割

サンプル地区の区画割計画は、N I Aが測量した縮尺1：2,000の地形図に基づいて行った。区画割および施設計画にあたっては、前述した様に、水路等現況施設は、出来る限り計画後も利用する様、計画した。その結果、サンプル地区No. 1およびNo. 2のローテーションエリアは、30haから50haの範囲となり、その平均は、40haである。サンプル地区No. 3のそれは30haである。サンプル地区の区画割図および諸施設の標準図は、添付図面No. 039からNo. 044に示す。サンプル地区の面積および末端ほ場施設の数量は、下の表に示す通りである（詳細は資料編4D-9、参照）。

サンプル地区の数量

項 目	単 位	第1サンプル地区 (バオアイ)		第2サンプル地区 (バドック)		第3サンプル地区 (ソルソナ)	
		数 量	密 度 (m/ha)	数 量	密 度 (m/ha)	数 量	密 度 (m/ha)
面 積							
総面積	ha	174.7		112.2		72.0	
対象面積	ha	167.4		106.8		69.4	
末端ほ場施設							
主用水路	m	2,720 (1,180)	16 (8)	720 (1,430)	7 (13)	170 (750)	2 (11)
小用水路	m	8,290 (1,740)	50 (10)	6,000 (800)	56 (7)	3,460 (1,870)	50 (27)
排水路	m	10,770	64	9,730	91	4,240	61
農道	m	4,270	26	3,600	34	1,600	23
分水施設	No.	20		15		10	
止水板	No.	20		15		10	
横断構造物	No.	42		26		17	

注) () 内の値は、計画後も利用される現況水路延長である。

c) 全受益地に対する適用

以上述べた様に各サンプル地区は、全受益地の代表であるので、サンプル地区の各種構造物および工事費は、全体に適用させる。

全受益地 12,400haは、1:10,000地形図により次の3つの分類に分け適用する。

バタック-パドック地区

平坦地 (サンプル地区 No. 1)	7,910 ha
移行地 (サンプル地区 No. 2)	2,410 ha

クラ-ヌエバエラ地区

全地域 (サンプル地区 No. 3)	2,080 ha
計	12,400 ha

E 事業費の積算

本事業の全体事業費は (建設期間中の物価上昇費は含まない)、2,449.9百万ペソ (US\$331.1百万) で、このうち外貨は 1,557.6百万ペソ (US\$210.5百万)、内貨は 892.3百万ペソ (US\$120.6百万) である。表 4-3 は各工種ごとの事業費の内訳を示す。

かんがい事業の ha 当り事業費は約 $60,130 \text{ 円/ha}^{1/}$ (8,130 US\$/ha) である。この ha 当り事業費は建設機械の償却ベースで積算し、価格上昇費は含まれていない (資料編 6C-4、表 6C-61 参照)。

事業費の年次別支出計画は資料編 4E-2、表 4E-3 に示す。以下に事業費の各項目の内容を示す。

1) 土木工事

土木工事に要する工事費は N I A が提供した 1980年1月時点の建設資材、燃料、油、機械の修理および労務費等をベースに積算した。但し、建設機械の償却費は土木工事費には含まれていない。主要な土木工事は以下の工種である。

準備工事 : バルシグアダム、圧力導水トンネル取水および放流工、頭首工建設のための仮設道路等の準備工事。

バルシグアダム : 仮排水トンネル、ダム基礎、ダム本体、洪水吐、放流口工事。

^{1/} : $\text{円 } 1,858,991 \times 10^3 / 22,600 \text{ ha} = 60,132 \text{ 円/ha}$

表4-3 事業費の積算

項 目	合 計		外 貨		内 貨	
	円'000	(US\$'000)	円'000	(US\$'000)	円'000	(US\$'000)
1. 土木工事費						
1-1. 準備	52,131	7,045	19,511	2,637	32,620	4,408
1-2. パルシグアンダム	694,474	93,848	466,337	63,018	228,137	30,829
1-3. 圧力導水トンネル	104,516	14,124	49,941	6,749	54,575	7,375
1-4. 発電所および放水路	173,715	23,475	123,938	16,749	49,777	6,726
1-5. マエバエラダム	84,619	11,435	42,736	5,775	41,883	5,660
1-6. 頭首工	21,219	2,867	11,521	1,557	9,698	1,311
1-7. 用水路	323,466	43,712	133,245	18,006	190,221	25,706
1-8. 排水路	31,762	4,292	12,250	1,655	19,512	2,637
1-9. 末端施設	23,112	3,123	2,472	334	20,640	2,789
1-10. 道路	23,918	3,232	9,716	1,313	14,202	1,919
1-11. 調査、測量	5,156	697	0	0	5,156	697
小計	1,538,088	207,850	871,667	117,793	666,421	90,057
2. 用地買収および補償費	31,337	4,235	0	0	31,337	4,235
3. 建設機械費	466,000	62,973	465,000	62,338	1,000	135
4. 農業普及費	4,340	586	0	0	4,340	586
5. 維持管理費	7,321	989	557	75	6,764	914
6. 事業施設費	7,738	1,046	949	128	6,789	918
7. 事務費	57,340	7,748	0	0	57,340	7,748
8. コンサルタンの技術供与費	18,157	2,454	16,269	2,199	1,888	255
小計	2,130,321	287,881	1,354,442	183,033	775,879	104,848
9. 予備費	319,550	43,182	203,167	27,454	116,383	15,728
小計	2,449,871	331,063	1,557,609	210,487	892,262	120,576
10. 物価上昇費	1,193,336	161,262	670,487	90,606	522,849	70,656
計	3,643,207	492,325	2,228,096	301,094	1,415,111	191,231

注) 1/ : 建設機械の償却費は含まない。

- 圧力導水トンネル : 取水口および圧力導水トンネル工事。
 発電所および放水路 : ボンガ、ヌエバエラ両発電所、放水路および送電線工事。
 ヌエバエラダム : 仮排水路、ダム本体、ゲート工事。
 頭首工 : マドバイス、ティバングラン両頭首のセキ本体、ゲートおよび取水施設工事。
 用水路 : 連絡用水路、幹・支線用水路、附帯工工事。
 排水路 : 現況小河川・クリークの改修、幹・支線排水路および附帯工工事。
 末端施設 : 小用・排水路および耕作道路工事。
 道路 : 管理用道路および附帯工事。
 調査、測量 : 主要構造物（ダム、トンネル、頭首工、用・排水路等）地点の測量、水文観測、地質調査等追加調査費。追加、調査の必要項目については資料編 5 B-2 に示す。

2) 用地買収および補償費

諸施設に対する用地買収費および補償費。

3) 建設機械費

現地で購入可能な小さい機具を除いて、全ての建設機械とその部品は外国より輸入する。建設機械ならびにその部品は、サンフェルナンド (San Fernando) 港の C.I.F を基準とする。この場合、関税および国内税は含まないが、港での荷場費、港から現場までの輸送費を含む。

4) 農業普及費

土地台帳作成費、かんがい水利組合設立費、作業現場施設費等。

5) 維持管理費

すでに建設された諸施設に対して、FY1984～FY1987年までの5ヶ年間の維持管理費を含む。

6) 事業施設費および工事雑費、事務費

事業施設費 : 建築、家具および器具費。

工事雑費および事務費 : 新たに設置されるプロジェクト・オフィスの経費。

7) コンサルタントの技術供与費

詳細設計および建設期間中の工事の監督に対するコンサルタントの技術費。

8) 予備費

予備費には、想定した工事量の相違、設計時点で想定することのできなかつたもの、および現場の状況や基礎の地質が異なつたため工事量の増加分が含まれる。

9) 物価上昇費

物価上昇率は次表に示す世銀の国際物価指数とフィリピン政府の公表指数を使用して評価された。

	物 価 上 昇 指 数			
	1980	1982	1984	1986
外 貨 財	10.4	8.0	6.7	6.3
内 貨 財	16.0	8.0	8.0	7.0

(単位：%)

10) 単 価

本事業計画に用いられた材料費および労務費の単価はN I Aが提供した1980年1月時点のものを使用する。単価には現場の技術監督費として10%、単価に含まれなかつた雑費として10%、さらに内貨に対して請負業者の利益10%、税金3%が含まれる。

11) 外貨、内貨の率

工事の使用材料のうち、以下の材料はその単価が次の割合で外貨、内貨に分けられる。

材 料 名	外 貨	内 貨
	(%)	(%)
セメント	75	25
鉄 筋	80	20
油 脂 類	50	50
火薬 (ダイナマイト)	—	100
雷 管	100	—
ロッド、ビット	100	—

第 5 章 事業の実施ならびに維持管理計画

第 5 章 事業の実施ならびに維持管理計画

A 事業実施機関と他の関係機関との関連

本事業計画は、かんがいと発電をコンポーネントとし、イロコス ノルテ総合開発計画 (Ilocos Norte Integrated Rural Area Development Project) の一環であるため、本計画の事業実施機関は、上記総合開発計画の事業実施機関の一部として、先行して運営される。従って、NEDAがこの計画の全体調整をおこない、NIAがかんがい計画の実施機関となり、発電計画に対してはNPCが実施機関となろう。これらの両実施機関による事業の円滑な遂行のため、NIAとNPCからなる合同技術委員会 (Joint NIA / NPC Technical Committee) が設立される。

図 5-1 は事業実施のための組織図を示す。このような組織のもとで、イロコス ノルテかんがい開発計画事業所が直接の事業実施機関となり、事業所所長が責任者として任命される。事業所所長は本事業の最高責任者として、本事業推進を計る。事業所所長のもとには、総務部、栽培部、建設機械部および技術部を組織する。

B 事業の実施と施工計画

1 施工方法

本事業はバルシグアングダム、ヌエバエラダム、頭首工、用排水路、道路および末端施設等の数多くの土木工事からなっている。これらの工事発注には政府直営による方法と業者に請負させる請負方式とがあるが、i) 政府技術者および熟練オペレーターの人員不足、ii) 国内業者の育成等の点から、本事業の実施は請負方式でおこなう計画とする。この場合、建設機械および輸入による諸資材は一旦政府が購入後施工業者に貸与する計画とする。

2 施工計画

本事業は大規模で河川内工事の多い土木工事が主であるため、工事量、気象状況ならびに水田の作付状況によって制約を受ける。即ち、バルシグアングダム、ヌエバエラダム、水路および末端施設等の工事は雨期の洪水を避け、乾期 (11月～5月) に施工されねばならない。

事業期間は初年度 (1981年6月～1982年5月) の実施設計期間を含めて7年間 (1981年6月～1987年12月) である。本事業の工事開始は1983年である (図 5-2 参照)。

図 5-1 事業実施機関の組織図

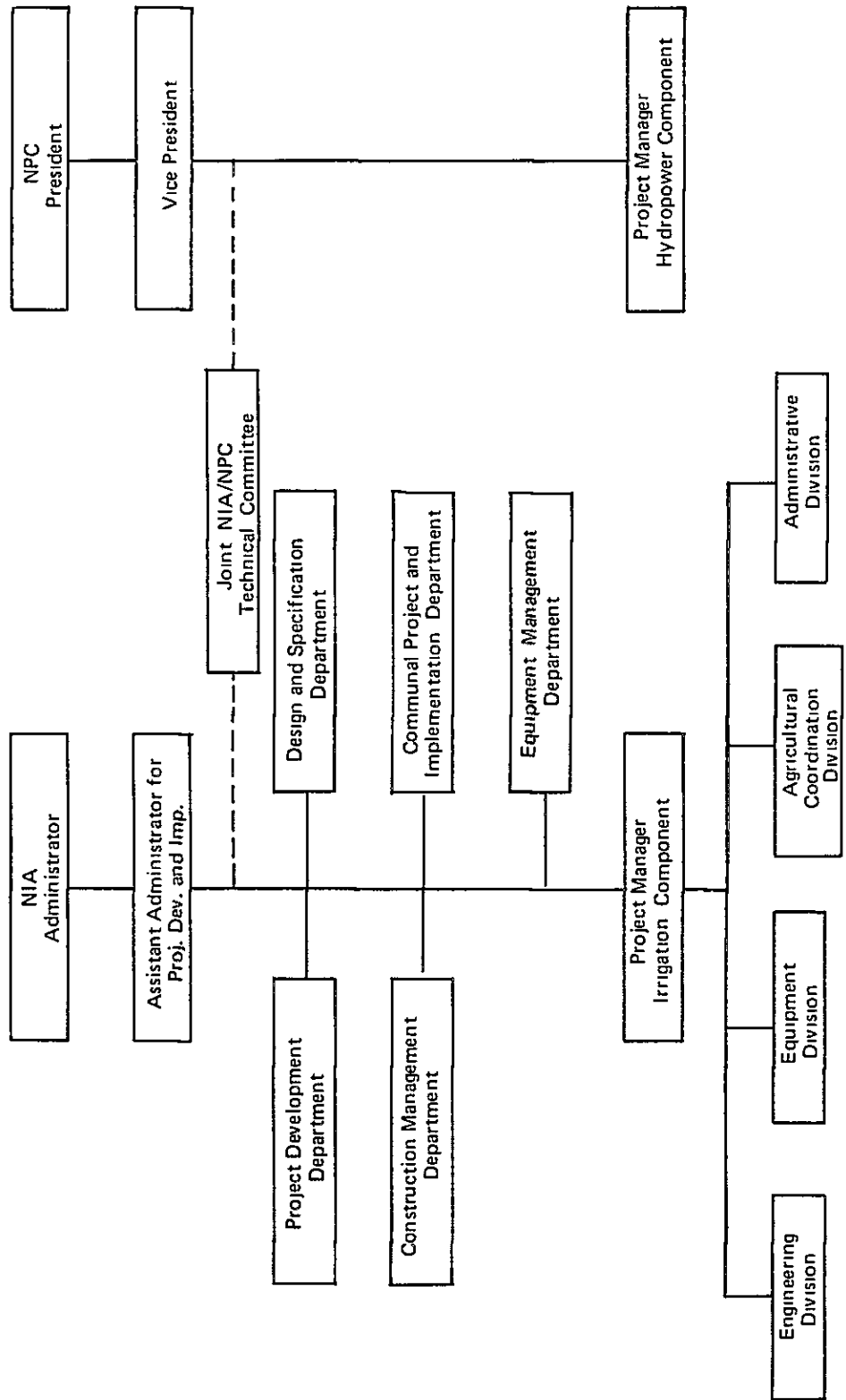


图 5-2 事業実施工程表

Item	Year											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988			
	1-4	5-8	9-12	1-4	5-8	9-12	1-4	5-8	9-12	1-4	5-8	9-12
A. Feasibility Study												
B. Final Design and Construction												
1. Consulting Services												
1-1. Final Design												
1-2. Supervision												
2. Procurement of Construction Equipment, Mechanical Part and Power Plant												
3. Land Acquisition and Compensation												
4. Agricultural Development												
5. Project Facilities												
6. Construction												
6-1. Pre-Engineering												
6-2. Preparation												
6-3. Peltiquen Dam and Headrace												
6-4. Nueva Era Dam												
6-5. Diversion Dam												
6-6. Link Canal												
6-7. Irrigation and Drainage Canals												
6-8. On-farm												
6-9. Roads												
6-10. Power Plants and Tailrace												
C. Operation and Maintenance												

各施設の主要工事計画を資料編 5 B - 1 に示す。事業実施にあたり特に注意を払う点は次の諸点である。

- i) 計画地区の実施設計は 1982年5月までに完了し、その期間内に建設機械ならびに輸入諸資材の購入のための入札を終えること。
- ii) 実施設計開始までにダム、頭首工、用排水路および主要施設の設計のための測量、地質調査を完了すること。

C 維持管理計画

1 維持管理機関と組織

事業完了後において、全ての施設は N I A の第 1 地方管理事務所の管轄下におかれ、これらの諸施設の維持管理の責任は、新しく設立される INISO (イロコス ノルテかんがい施設管理事務所) に委ねる計画とする (図 5 - 3 参照)。

INISO は Irrigation Superintendent のもとに 4 つの課より構成される。即ち、維持管理課、技術課、農業課および総務課である。維持管理課は日々の水配分に伴う施設の運営、ならびに諸施設の維持管理をおこなう。技術課は施設の維持管理をはかるため小規模な施設および末端施設の設計、積算および施工をおこなう。農業課は農民に対する水管理および営農技術の普及、指導を担当し、農民組織や普及指導サービス組織の確立を行う。総務課は人事、記録一般および会計、財政等を担当する。

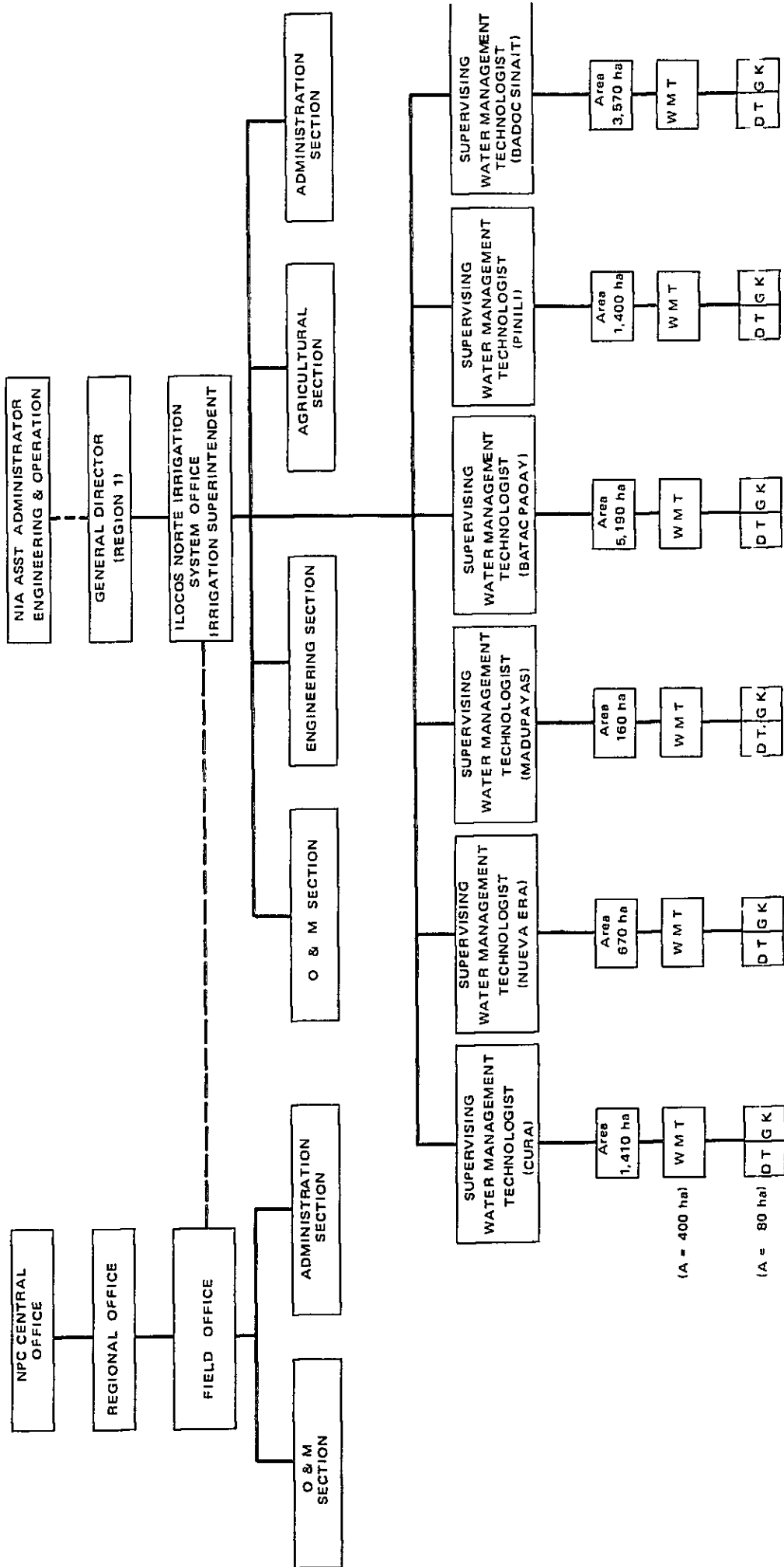
計画地区はかんがい水源の関係から、クラ、ヌエバエラ (左岸)、マドパヤス、バタック-パオアイ、ピニリオおよびバドック-シナイの 6 地区に分割され、各々の地区ごとに SWMT (Supervising Water Management Technologist) が配置され、用排水管理の指導をおこなう。さらに、ほぼ 400 ㍓ 単位に WMT (Water Management Technician) が配置され、各単位ごとの水管理、操作をおこなう。また末端における施設の維持管理および水管理は、80 ㍓ (2 ローテーションブロック) を単位として、ディッチテンダー (Ditch Tender) およびゲートキーパー (Gate Keeper) が配置される。

2 末端施設の維持管理

末端かんがい施設の維持管理は農民自身によってもおこなわれる。即ち、INISO の管理下にある Irrigators' Association のメンバーである各農民自身がこれをおこなう。一方、発電の諸施設の維持管理は NPC の出先機関によっておこなわれる。

INIS 事務所と NIA の第 1 地方管理事務所およびバルシグアダム、ヌエバエラダ

145-3 維持管理組織圖



NOTE
 WMT = WATER MANAGEMENT TECHNOLOGIST
 DT = DITCH TENDER
 GK = GATE KEEPER

(A = 400 ha)
 (A = 80 ha)

ム管理事務所の連絡、さらに INIS 事務所と各頭首工管理事務所等相互の連絡は無線によりおこなう。本計画の主要施設であるパルシングアンダム、ヌエバエラダムおよび各頭工は広い範囲にわたって建設される。従って、これらの施設の円滑な維管、さらに計画地区への有効な水配分をおこなうため、将来水管理のための監視、制御システムの導入が必要となる。この水管理システムの構想については資料編 5 C-1 に添附した。

3 維持管理費

本事業の施設維持管理費は以下のとおりである。

項 目	維 持 管 理 費	
	(千' 0 0 0)	(千/ka)
I かんがい		
人 件 費	1,757	142
車、資材の償却費	1,507	121
材料、管理費	1,973	159
運 営 費	527	43
小 計	5,764	465
II 発電（発電施設の耐用年数 20 年のとき）		
人 件 費	46	
車、資材の償却費	2,583	
材料、管理費	413	
運 営 費	700	
修 現 費	1,768	
小 計	5,510	

注) 維持管理費の詳細は資料編 5 C-2 参照。

D コンサルタントの技術供与

コンサルタントの技術供与は、全域の詳細設計と実施に対する監督である。この技術供与は事業の進捗に伴い、次の三段階に分けられる。

i) 詳細設計と入札書類手続きの準備

本業務は 1981 年 6 月より 86 人・月とする。この期間に、かんがい、水文、地質、土質、構造物、建設機械および経済のすぐれた技術と経験をもった技術者ならびに専

門家が従事する。

ii) 事業の進行に伴ない、事業実施の監督と政府機関職員の技術指導

本事業は1983年1月より1987年12月までの126人・月で、2人のプロジェクトエンジニアと、各1人の地質、土質、建設機械および発電の専門家が従事する。

iii) プロジェクトの円滑な運営のため、農民組織、指導等の農業制度組織の確立

本事業は1985年6月より29人・月で農業、および水管理、栽培管理にすぐれた専門家が従事する。

コンサルタンツ技術供与の作業要領とこれに要する費用は資料編5D-1に示す。

第 6 章 事 業 の 評 価

第 6 章 事業の評価

A 概 要

本計画事業の直接目的は、農家経済の観点からみると、商品作物の収量の増加と安定、土地利用の集約化、水管理の組織化を通じて、零細規模農家の就労機会と現金収入の増加をはかり、生活水準の向上をはかろうとするものである。

他方、国家経済の観点からみると、主食の安定的供給と外貨獲得および節約、作物の増大、雇傭の増大、所得不均衡の是正、エネルギー問題の緩和への寄与という国家的要請にこたえようとするものである。このような目的を果たすために、上述の章に述べられるような事業種類が計画された。

バルシグアンダム、ヌエバエラダム、用水路および排水路の建設は、第二段階地区 12,400ha においてのみならず、第一段階地区においても雨期 2,120ha、乾期 7,240ha に直接便益を発生させる。

ボンガおよびヌエバエラダム発電所の設置により発生する 42,800KW の電力は、多くの社会的経済的便益をもたらす。かかる投資に対する評価は、直接便益について行われる。

B 経済評価の方法

計測可能な経済的便益と経済的コストは貨幣価値で評価される。評価期間にわたって毎年の便益とコストの流れが求められ、何れも現在価値に換算される。経済評価では、経済価格が使用される。これは、市場価格を修正した国境価格によって表現される。

内部収益率が本計画事業の経済評価のための主要な指標として利用される。この方法は、本計画事業がある場合と無い場合のケースを比較して得られる便益とコストの増分を評価して得られる。

C 経 済 評 価

1 生産物および労働価格の評価

貿易財の経済的価値は、国内貨幣による国境価格によって評価される。非貿易財の価値は、国内価格によって評価されているが、世界銀行がフィリピンについて評価した変換係数を使用して、国境価格に変換される。物財の将来価格は、世界銀行によって評価された 1980 年基準の将来価格が基礎となった。公定為替レートは、1 ドル 7.4 ペソである。

a) 作物価格

米

イロコス ノルテ州の米の生産量は 1976 年まで低かったが、1977 年以来増加し 1979 年には豊作となった。州の史上始めて、NGA 支所は 1979 年 インドネシア、ブラジルに精米 27,000 俵を輸出した。州は、1973 年や 1975 年の ような米不足 州から 1979 年の ような豊作年には自給州に移行したと言えよう。

フィリピンは 1977 年以来約 30 万トンの米を輸出してきた。将来、このプロジェクトによる増産米は、バンケットやラユニオンのみならず海外に輸出され、国の貿易政策に寄与するだろう。

米の庭先価格は、サンフェルナンド港よりの輸出米、砕け率 25~35% の F.O.B.、1980 年価格、トン当たり 2,150 ペソ (290 ドル) を基礎として評価された。1990 年サンフェルナンド港よりの輸出価格、F.O.B. は世銀の 1980 年 1 月 見通し物価によった。

米の価格構成

	<u>1980</u>	<u>1990</u>	
		財政的 (ペソ/ton)	経済的 (ペソ/ton) (ドル/ton)
1) 輸出価格、F.O.B.、サンフェルナンド	2,150	2,150	290
2) 計画地区から港迄の運送費と港での 取扱料	150	120	
3) 精米所渡し米価格	2,000	2,030	
4) 初換算価格	1,240	1,260	
5) 初庭先価格	<u>1,215</u>	<u>1,240</u>	
(カバン当たり)		(60)	(62)
	<u>1990</u>		
1) 輸出価格、F.O.B.、サンフェルナンド	3,405	3,405	460
2) 精米所渡し米価格	3,255	3,285	
3) 初換算価格	2,155	2,135	
4) 初庭先価格	<u>2,090</u>	<u>2,115</u>	
(カバン当たり)		(105)	(106)

バージニアタバコ

フィリピンは、1977年25,680トンの未製造タバコを輸出し、F.O.B.価格で2,790万ドルを稼いだ。そのうち、バージニア種乾燥葉は7,800トン、1,270万ドルであった。国際タバコ市場におけるバージニア種の価格は、在来種のそれよりも高く、1977年貿易統計によると、在来種トン当たり820ドルに対して1,740ドルであった。世界市場におけるタバコの全輸出量は、1977年127万4千トンで、世界全生産量の約23%を占めている。世銀のエコノミストは、1990年には輸出率30%を見通している。この伸び率は、主として開発途上国のタバコ生産性に依存している。フィリピンの輸出量は、現在、世界輸出量の約2%を占めている。世銀の将来見通しでは、1990年、フィリピンは同じシェアを維持するとみている。従って、フィリピンのバージニアタバコの輸出見通しは明るいと言えよう。

1980年基準のバージニアタバコの庭先価格は、世界市場におけるインド産乾燥葉輸出価格1980年トン当たり2,350ドル、1990年トン当たり2,608ドルに依拠された。世銀のアプレーザルレポートによると、フィリピンバージニアタバコはインド産より約15%高い値がつけられている。このマージンはバージニアタバコの経済的庭先価格に適用された。

バージニアタバコ庭先価格

	<u>1980</u>	<u>1990</u>
	(ペソ/ton)	(ペソ/ton)
財政的庭先価格	18,055	19,940
経済的庭先価格	18,275	20,190

ニンニク

ニンニクも貿易品の一つである。1977年までは輸出量は少なかったが、1978年には932トン輸出され、742千ドル稼いだ。これは、全国生産量の6%にあたる。イロコス ノルテ州のニンニク生産量は、国全体の約70%をしめてきた。地域発展投資計画によると、州のニンニク生産の将来見通しは、現在を上廻る量である。所得弾性値から判断し将来の供給増加は、小売価格の下落に作用し、国内市場よりむしろ国際市場の方が有望となるだろう。BAEcのデータによると、1978年の庭先価格は、年間平均トン当たり5,770ペソに対し、収穫期の2月に4,100ペソ、3月に3,900ペソである。輸出高は、収穫期中の低い価格でニンニクを購入し、すぐに船積みして

いる。従って、F.O.B.価格に基づいた庭先価格は、実際の年平均価格よりも低い。
1990年価格は、近年の価格傾向を考慮して評価された。

ニシキ庭先価格		
	1980	1990
	(ペソ/ton)	(ペソ/ton)
財政的庭先価格	3,980 (5,770) ^{1/}	5,630
経済的庭先価格	4,360	5,930

^{1/} 年間平均実勢価格

ワタ

フィリピンは1977年、20.460トンのワタを輸入し32.8百万ドルを支払った。これはタバコの輸出額27.9百万ドルを上廻った。輸入ワタの約90%は米国からである。

1977年、世界のワタの生産量は約13.8百万トンで、そのうち輸出ワタは約4.1百万トンであった。最大の生産国である米国は、この世界輸出量の約30%をしめている。世銀の見通しによると、1990年ワタの世界輸出量は、1977年の量の117%に伸びるとされている。

フィリピンの織物の原料の約43%はワタである。1966年から1975年までの10ヶ年間、ワタの年平均需要量は37,000トンであった。フィリピンワタの場合は1987年までの原料ワタの需要を年6万トンと見込んでいる。

輸入代替品として、ワタの国内生産は外貨の節約を招くのみならず、自給自足、農村の雇傭促進、農家所得の増大という国家福祉の向上に寄与するだろう。

フィリピンワタ協会は、1977-78年から1986-87年の期間について、総合的10ヶ年発展計画を立てた。これによると国が必要な自給ワタの面積は、115千haである。実際の作付面積は、1977-78年3,162ha、1978-79年3,072ha、1979-80年7,083haであった。

ワタの庭先価格の評価は、メキシカンSM-1-1/16[#]種の北部ヨーロッパ、C.I.F.価格、1980年トン当たり1,810ドル、1990年2,460ドル(世銀見通し)に基づいて行われた。

フィリピンワタ協会は、イロコス スールのサンファンに集荷用倉庫を持っている。綿実の流通経路は農家、村の集荷場、サンファンの倉庫、マニラの織物工場である。

庭先価格は、次のように評価された。

<u>ワタの庭先価格</u>		
	<u>1980</u>	<u>1990</u>
	(ペソ/ton)	(ペソ/ton)
財政的庭先価格	13,505	18,240
(実際)	(4,400) ^{1/}	
経済的庭先価格	13,785	18,550

^{1/} 輸入価格は、国産ワタの価格より安い。

リョクトウ

1978年、リョクトウの全国作付面積は45,120haで、そのうちイロコス地域12,440ha、イロコス ノルテ2,970haである。イロコス地域の作付面積は1973年以来伸びてきた。全国の年平均生産量は26,000トンである。輸出量は1976年54トン、1977年106トンと少ない。リョクトウの需給は全国的には不足している。この事業によってもたらされる増加生産量は、国内市場に販売されるだろう。このスタディーではイロコス地域の農家が実際に受取った平均価格を基に将来価格を見通した。標準変換係数を使用した経済価格は次のようである。

<u>リョクトウ庭先価格</u>		
	<u>1980</u>	<u>1990</u>
	(ペソ/ton)	(ペソ/ton)
財政的庭先価格	4,500	5,090
経済的庭先価格	3,700	4,180

タマネギ

フィリピンのタマネギ生産量は、1976年に54,300トン、1977年に75,300トン、1978年に84,700トンであった。これら各年における輸出量の割合は、それぞれ6%、9.1%、1.6%であった。1978年トン当たりF.O.B.価格320ドルが経済評価に使用された。

タマネギ庭先価格

	<u>1980</u>	<u>1990</u>
	(ペソ/ton)	(ペソ/ton)
財政的庭先価格	1,910	1,910
経済的庭先価格	2,010	2,010

b) 肥料

肥料の国内生産は、1978年、作物栄養分需要量の約33%をしめるにすぎない。国内供給は、肥料プラントの生産性が低くて需要増に見合わないため不安定である。従って、肥料需要と国内供給との間のギャップをみたすために不足量を輸入することは絶対不可欠である。1977年には、肥料424,500トンが輸入され、49百万ドルが支払われた。窒素、磷酸、加里肥料の国内生産による供給は、1978年、総需要量に対し、それぞれ22%、73%および38%をしめている。磷酸肥料以外の不足分は輸入された。肥料農薬協会は1979年から1990年までの肥料需給見通しを立てた。この見通し期間中、肥料、特に尿素、硫酸、14-14-14の不足は継続するだろう。しかし、将来この不足分はアセアン肥料プロジェクト(ASEAN Fertilizer Project)によって供給されるだろう。従って、経済評価に使用される肥料価格は、アセアンプロジェクトの価格が使用されるべきであるが、それらは現在、入手不可能であるため世銀の見通し価格が使用された。

肥料庭先価格

(単位:ペソ/kg)

	<u>1980</u>	<u>1990</u>
N: (インドネシア、F.O.B.)	(196ドル/ton)	(270ドル/ton)
財政的価格	4.27	5.49
(実勢)	(4.37)	
経済的価格	4.18	5.40
P: (米国、ガルフ、F.O.B.)	(185ドル/ton)	(221ドル/ton)
財政的価格	3.85	4.42
(実勢)	(5.85)	
経済的価格	3.76	4.34
K: (バンクーバー、F.O.B.)	(95ドル/ton)	(109ドル/ton)
財政的価格	1.81	1.98
(実勢)	(1.45)	
経済的価格	1.74	1.91

c) 農業労働

家族労働と雇傭労働は水稻栽培の主要労働源である。雇傭労働は、ヘクタール当たり必要労働量の25%から35%をしめる。雇傭労働を最も多く必要とする農繁期は、田植と収穫の時期である。タバコ、ニンニク、リュクトウのような商品作物は水稻作ほどの雇傭労働を必要としない。雇傭労働は、同一部落や近隣の部落に居住する小規模農家や非農家から供給される。パタック、パオアイの雇傭労働は第一段階地区から供給されると言われている。1971年の農業センサスによると、水牛や牛を飼育している非農家の数は第二段階地区内で2,300戸も分布していた。

賃金は、現物か、または賄付き現金で支払われている。現行賃金は、日当18ペソから5ペソまであり、平均12ペソである。

現在の作付方式における必要労働量は、年間約190万人・日で、農繁期の10月は34万人・日である。将来の必要労働量は、計画作付方式のもとでは、現在量の1.7倍が見込まれる。この計画労働は、集約的な家族労働、農業機械化、雇傭労働によって作業されよう。

農家労働は未熟練労働として定義される。農家労働の経済的価格は、機会費用の評価である。プロジェクト地区の農作業のために供給される限界労働機会費用(Marginal Opportunity Cost)は、S字型カーブによって評価できると仮定される。此の方法は労賃が、農村地帯での労働の自由な移動を前提にした労働の需要、供給の均衡を通じて決定されるという仮説に基づいている。

プロジェクトの工事労働の一部は、地区内外の不完全雇傭や失業者や農家労働によって供給される。この労働は未熟練労働として評価される。未熟練労働のシャドウ賃金(Shadow Wage)は、1983年から1987年まで10ペソ、1988年以降12ペソ、年平均約9ペソと計算された。

2 農業便益の評価

a) 計画かんがい可能面積

年次別の便益発生面積は、毎年の工事計画に合わせて決定された。第二段階計画のかんがい可能面積は、第二段階地区の12,400haのみならず、第一段階地区の残受益面積として、乾期の7,240haも考慮する。

計画かんがい可能面積

<u>ブロック別面積</u>	<u>地区面積</u>	<u>雨 期</u>	<u>乾 期</u>
	(ha)	(ha)	(ha)
ク ラ	1,410	1,410	1,410
ヌエバエラ (左岸)	670	670	670
マドバヤス	160	160	160
バタック-パオアイ	5,190	5,190	5,190
ピ ニ リ	1,400	1,400	1,400
バドック-シナイ	3,570	3,570	3,570
小 計	<u>12,400</u>	<u>12,400</u>	<u>12,400</u>
ラブガノン	(1,560)	—	780
ソルソナ	(2,140)	—	1,530
マドンガン	(3,190)	900	2,470
バ バ	(2,560)	1,220	2,160
ヌエバエラ (右岸)	(750)	—	300
小 計	<u>(10,200)</u>	<u>2,120</u>	<u>7,240</u>
計		<u>14,520</u>	<u>19,640</u>

かんがい可能面積の形成は二段階に区分される。第一段階は、ティバングラン、マドバヤス頭首工、連絡水路、幹線水路および末端整備の施設に基づく部分効果の発生である。第二段階は、パルシグアダムおよびヌエバエラダムへの貯水による完全効果の発生である。水文スタディーの計算によると、貯水池によらずに頭首工のみによってかんがい可能な面積は次の様である。

頭首工によるかんがい可能面積

<u>ブロック別面積</u>	<u>かんがい可能面積</u>	<u>便益発生面積</u>
	<u>雨 期</u>	<u>雨 期</u>
	(ha)	(ha)
ク ラ	1,410	1,410
ヌエバエラ (左岸)	670	0
マドバヤス	160	160
ピ ニ リ	1,400	1,220
バドック-シナイ	3,570	3,390
バタック-パオアイ	5,190	0
計	<u>12,400</u>	<u>6,180</u>

注) $\frac{1}{2}$ 計画収量の得られる面積。

ダムの操作が開始される以前は、乾期の受益面積は期待できない。パルシグアンダムへの貯水開始は1987年4月と計画されている。次表は、年次別のかんがい可能面積の伸びをしめしている。1988年に両シーズンのかんがい可能面積は、地区全面積におよぶだろう。

b) 計画作付面積

作付面積は、各かんがいブロックに計画作付方式を適用することによって得られる。かんがい可能全面積にわたり雨期、乾期両シーズンに作物が作付けられるのは、次表のように9年目となる。

		計 画 作 付 面 積				(単位: ha)	
		1984	1985	1986	1987	1988	
		雨 期	雨 期	雨 期	雨 期	乾 期	雨 期
第二段階地区							
水	稲	1,410	4,800	6,180	7,210	4,970	12,400
	ニンニク	-	-	-	-	4,270	-
	タバコ	-	-	-	-	2,130	-
	ワタ	-	-	-	-	1,030	-
	リョクトウ	-	-	-	-	2,065	-
	小 計	<u>1,410</u>	<u>4,800</u>	<u>6,180</u>	<u>7,210</u>	<u>14,465</u>	<u>12,400</u>
第一段階地区残受益地区							
水	稲	-	-	-	-	6,530	2,120
	ニンニク	-	-	-	-	250	-
	タバコ	-	-	-	-	210	-
	タマネギその他	-	-	-	-	250	-
	小 計	-	-	-	-	<u>7,240</u>	<u>2,120</u>
	計	<u>1,410</u>	<u>4,800</u>	<u>6,180</u>	<u>7,210</u>	<u>21,705</u>	<u>14,520</u>

c) 年間生産量

年次別受益面積に目標収量を乗ると計画生産量が得られる。1992年に達成されると目されるフル便益は、1981年の詳細設計からかぞえて12ヶ年を要するだろう。

表6-1 年次別計画かんがい可能面積

(単位：ha)

地区	1984		1985		1986		1987		1988	
	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期
第二段階地区										
クラ	-	1,410	-	1,410	-	1,410	-	1,410	1,410	1,400
ヌエバエラ (左岸)	-	-	-	-	-	-	-	670	670	670
マドパヤス	-	-	-	-	-	160	-	160	160	160
バタック-パオアイ	-	-	-	-	-	-	-	-	5,190	5,190
ビニリ	-	-	-	-	-	1,220	-	1,400	1,400	1,400
バドック-シナイ	-	-	-	3,390	-	3,390	-	3,570	3,570	3,570
計(A)	-	1,410	-	4,800	-	6,180	-	7,210	12,400	12,400
第一段階地区										
ラブガオン	-	-	-	-	-	-	-	-	780	-
ソルソナ	-	-	-	-	-	-	-	-	1,530	-
マドンガン	-	-	-	-	-	-	-	-	2,470	900
ババ	-	-	-	-	-	-	-	-	2,160	1,220
ヌエバエラ (右岸)	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-
計(B)	-	-	-	-	-	-	-	-	7,240	2,120
合計(A+B)	-	1,410	-	4,800	-	6,180	-	7,210	19,640	14,500

増加生産量は1992年には、水稻約8,000トン、ニンニク5,600トン、タバコ1,080トン、ワタ2,580トン、リュクトウ1,780トンが見込まれる。

d) 増加純生産額

増加純生産額は、次表に示される。

		<u>増加純生産額</u>									
		(単位：百万ペソ)									
<u>便</u>	<u>益</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>
計画がある場合											
	粗生産額	147	152	163	171	181	335	373	410	437	448
	生産費	31	32	33	34	34	62	66	70	74	74
	純生産額	<u>116</u>	<u>120</u>	<u>130</u>	<u>138</u>	<u>147</u>	<u>273</u>	<u>307</u>	<u>340</u>	<u>363</u>	<u>374</u>
計画が無い場合											
	粗生産額	147	149	150	152	153	155	156	158	160	161
	生産費	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32
	純生産額	<u>116</u>	<u>117</u>	<u>119</u>	<u>120</u>	<u>122</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>126</u>	<u>128</u>	<u>129</u>
	増加純生産額	<u>0</u>	<u>3</u>	<u>11</u>	<u>17</u>	<u>25</u>	<u>149</u>	<u>182</u>	<u>213</u>	<u>235</u>	<u>245</u>

評価便益は、第一段階残受益地区からは勿論、第二段階地区から発生する。

3 発電便益

年発電便益は通常、標準容量・エネルギー (Standard Capacity-energy) 法を使用して評価される。利用可能容量 (Dependable Capacity) と平均年エネルギー発生量は、火力身替わり発電所のコストに基づいて評価される。施設容量 (Installed Capacity) と、平均年エネルギーは、それぞれ42,800KWおよび199.2GWhである。1959年11月から1969年10月までの10ヶ年間のダム・オペレーションスタディーによると、平均最低値をとったファームピーク出力 (Firm Peak Capacity) は30,510KWである。10ヶ年間の旬別にみた平均尖頭出力 (Average Peak Capacity) は38,290KWである。この計画により発生する電力は、将来NPCルソングリッド (Luzon Grid) を通じて供給されるので、価値出力 (Effective Output) は38,290KWである (資料編6C-3参照)。

単位出力価値 (Unit Capacity Value) 評価の為に火力身替わり発電所は、石油の荷上げが出来るサンフェルナンド港周辺に立地を想定した。この身替わり発電所

の建設費単価はKW 当たり 4,630 ペソと評価された。

出力コスト (Capacity Cost) (KW 当たり 価値) は、身替わり発電所の年固定費用に等しいものとされた。この固定費の費目は、利子、償却費、維持管理のための人件費と修繕費、本社経費分担金税金である。単位出力価値は KW 当たり 700 ペソと評価された (資料編 6 C - 3 参照)。

エネルギーコスト (Energy Cost) (KWh 当たり 価値) は、身替わり発電所の燃料費と維持管理費の年間費用に等しいものとされた。エネルギー価値は KWh 当たり 0.429 ペソと評価された。この価値は、バターン (Batan) 火力発電所の havis 燃料費 (High Viscosity Oil Cost) に関する NPC のデータに基づいて計算された (資料編 6 C - 3 参照)。

ボンガ並びにヌエバエラ発電所から発生する電力は、NPC の 115KV 送電線のあるイロコス ノルテ、アブラおよびイロコス スールに供給されるであろう。

199.2GWh の年電力量は、1988年から発生するものと見込まれるが、上記受益地域における電力の消費量は、プロジェクト完成後、暫くの間は供給を下廻るだろう。従って、余剰の電力はナルバカン (Narvacan) 変電所から 230KV の送電線を通じてラユニオン地域へ送電されるものとした。受益地における電力の需要と供給は 1996 年までには均衡するものとみなした。送電ロス 5% をみた有効電力量は 189.2GWh である。

1996年の年発電便益は次のように評価される。

出力価値	₱	28,945	×	10 ³
電力量価値	₱	81,188		"
計	₱	110,128		"

4 事業費の経済評価

事業評価に使用される直接費用は、詳細設計、用地買収および補償、建設工事、建設機械および器具、運営管理、コンサルティング、予備費を含むが、工事期間中の利子は含まない。

物価上昇を見込まない財政的事業費は、建設機械の購入価格ベースで 2,449.9 百万ペソ (331 百万ドル)、同機械の償却費ベースで 2,269.5 百万ペソ (306.7 百万ドル) である。この財政的事業費は、国内市場価格で評価されているが、建設機械は、国際価格で評価されている。従って、この財政的事業費は、経済的価格、すなわちシャドープライス (Shadow Price) によって再評価されねばならない。利子と税金は移転費用である

から、経済的事業費には含まれない。このスタディーでは、建設機械の償却費ベースの経済的事業費が取扱われ、購入ベースは感度分析で考慮された。未熟練労働費、石油代はシャドープライスで再評価された。計画地区内の耕地に対する用地取得費は、当該耕地にかゝる減少便益が便益算定プロセスで考慮されているので、経済的事業費に含まれない。

事業費の再評価は、変換係数 (Conversion Factors) を使用して行われた。世銀は1978年12月に社会的費用便益分析を実施した。この分析では、シャドープライスとカントリーパラメーター (Country Parameters) が評価された。このデータによると、標準変換係数は0.820である。資本財、消費、運輸、建設の変換係数は、それぞれ0.865、0.840、0.777、0.827である。

物価上昇分を除く2,269.5百万ペソの財政的事業費は、次表のように1,827.6百万ペソの経済的事業費に再評価された。

経済的事業費の評価

(単位：百万ペソ)

	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>Total</u>
財政的事業費	1.27	9.48	84.31	199.54	312.31	546.68	588.21	526.87	0.86	2,269.53
経済的事業費	1.07	8.53	67.92	162.46	257.11	446.57	485.36	435.74	7.84	1,872.61

この総合的投資は、かんがいと発電の両部門から成る。パルシグアンダム、圧力導水トンネル、ヌエバエラダムは両部門の共同利用施設であり、その共同事業費は身替わり妥当支出法で振り分けられた。その振り分け率は、かんがい56.5%、発電43.5%である(資料編6C-4参照)。

物価上昇率は、世銀の国際物価指数とフィリピン政府の公表指数を使用して評価された。

物価上昇指数

(単位：%)

	<u>1980</u>	<u>1982</u>	<u>1984</u>	<u>1986</u>
外貨財	10.4	8.0	6.7	6.3
内貨財	16.0	8.0	8.0	7.0

D 内部収益率

内部収益率は、直線内部補間法を使って評価された。増加便益は、各年次別に、便益か

らコストを差引くことによって計算される。事業費は、かんがいと発電の初期投資と維持管理費からなり、便益は、増加生産便益と発電便益である。増加便益の総現在価値は、割引率13%でマイナス、14%でプラスである。内部収益率は、添付資料6-D-1の表で示されるように、この両割引率の間で補間的に算定される。最も近いパーセントにラウンドされた内部収益率は14%である。

$$IRR = 0.13 + \frac{80.01}{80.01 + 3.72} \times 0.01 = 0.1396$$

$$\doteq 0.14$$

この総合開発プロジェクトは、経済的見地から妥当とみなされる。かんがいと発電の各単独プロジェクトの内部収益率は、それぞれ15%、12%である。発電の内部収益率は、かんがいよりも低いが経済的に妥当とみれる。

E 感 度 分 析

感度分析は、プロジェクトのリスクを検討する有効な方法である。分析は次のケースについてなされた。

感度分析の内部収益率

事 項	内部収益率
1. 米の世界市場価格 10%増加	14.5%
2. 米の世界市場価格 10%減少	13.3
3. 作物収量 10%増加	14.8
4. 作物収量 10%減少	12.5
5. 目標収量への到達期間 7年	13.6
6. 作物の価格 10%増加	14.8
7. 作物の価格 10%減少	13.0
8. 事業費 10%増加	12.9
9. 事業費 20%増加	11.9
10. 事業の着工 1年遅延	13.9
11. 事業の着工 3年遅延	13.8
12. 生産費に自家労賃を見込んだ場合	13.2
13. 建設機械の購入ベースの場合	12.1

F 農家財政分析

農家財政分析は、1.1haの平均農場規模について行われた。1971年農業センサスによると、総農家戸数の46%は1.0ha以下で、47%は1.0haから3.0haの規模に分布している。平均面積は、前者が0.5ha、後者が1.6haである（資料編6F-1参照）。

次表は現在、将来事業が無い場合、事業が有る場合の農家財政分析を説明している。償還自作農（農地改革による買収農地を年賦償還中の解放自作農）と、借地農の現在の農家所得は、それぞれ4,543ペソ、4,601ペソである。

表6-2 農家財政分析

項 目	単 位	現 在		事業が無い 場合		事業が有る 場合	
		(雨 期)	(乾 期)	(雨 期)	(乾 期)	(雨 期)	(乾 期)
1) 作 付 面 積 ^{2/}							
1. 水稲、灌漑田	ha	0.36	0.06	0.36	0.06	1.10	0.44
2. 水稲、天水田	ha	0.74	—	0.74	—	—	—
3. タバコ	ha	—	0.20	—	0.20	—	0.19
4. ニンニク	ha	—	0.33	—	0.33	—	0.38
5. リョクトウ	ha	—	0.09	—	0.09	—	0.18
6. ワタ	ha	—	—	—	—	—	0.09
作 付 率	%	162		162		216	
2) 生 産 量							
1. 水 稲	トン	2.04		2.29		6.60	
2. タバコ	トン	0.20		0.24		0.32	
3. ニンニク	トン	0.45		0.52		0.99	
4. リョクトウ	トン	0.03		0.04		0.20	
5. ワタ	トン	—		—		0.23	
3) 総 生 産 額	ペソ	8,073		12,747		30,909	
4) 生産費（雇傭労働含み）	ペソ	2,602		2,995		5,714	
5) 水利支払前純生産額	ペソ	5,471		9,752		25,195	
6) 水 利 費	ペソ	—		—		512 ^{3/}	
7) 純 農 業 所 得							
1. 自 作 農	#	5,471		9,752		24,683	

項 目	単 位	現 在	事業が無い 場合	事業が有る 場合
2 償還自作農	"	3,393	7,674	2,2605
(年土地償還金) ^{4/}	"	(2,078)	(2,078)	(2,078)
3. 借地農	"	3,451	6,562	1,6953
(年支払地代) ^{5/}	"	(2,020)	(3,190)	(7,730)
8) 他 の 純 収 入 ^{1/}	"	1,150	1,150	-
9) 農 場 所 得				
1. 自 作 農	"	6,621	10,902	2,4683
2. 償還自作農	"	4,543	8,824	2,2605
3. 借地農	"	4,601	7,712	1,6953

註 : ^{1/} 1978年2月NIA、土地資源経済課により実施された農場経営調査の結果による。

^{2/} 農場経営調査および計画作付方式による。

^{3/} 畝当たり465ベソ。

^{4/} 土地価格は現在の粗生産額の2.5倍、償還条件は利子率6%、償還期間15年(世銀レポートより)。

^{5/} NIA、農場経営調査結果によると、第二段階地区のサンプル農家の刈分け小作料は25%である。

G 費用回収

イロコス ノルテ州は、8つの国家かんがい事業をもっており、そのうち5ヶ所は自然かんがい、3ヶ所はポンプかんがいである。これらの利用者から水利費を徴収する機関は、ラオアグ市の州かんがい事務所のかんがい監督官である。自然かんがい地区の水利費は、雨期ヘクタール当たり約2カバン、乾期3カバンである。ポンプかんがい地区のそれは、雨期3カバン、乾期5カバンである。金納は1977年から実施されてきた。

州かんがい事務所の資料によると、水利費の徴収率は、1978年70%であった。1979年の徴収率は12月を除いて約40%であった。この低徴収率は、作物生産の高い生産費と、昨年の8月、9月の台風被害による修理費の高い負担によると言われている。

事業の水利費は、維持管理費相当額が最上限となろう。この額は畝当たり62.8ドル(7.2カバン)に相当する。この率はNISIP-I事業に世銀が提案した7.9カバンにほぼ等しい。

費用回収の程度を検討するため、プロジェクトに対して費用回収係数が使用される。この係数は、全受益者によって支払われる増加水利費の増加コスト（工事費と維持管理費）に対する比率である。この両方は、割引率年10%、50年間に亘り現在価値に計算される。水利費を7.2カバンとみると、費用回収係数は3.4%である。

便益回収の程度を検討するため、便益回収係数が使用される。この係数は、水利費支払い前の標準農家の増加農家所得に対する増加水利費の比率である。前述の農家財政分析の標準農家における水利費7.2カバンの場合、便益回収係数は、償還自作農で3.3%、借地農で4.7%である。

純収益回収（Rent Recovery）の程度を検討するため、純収益回収係数が使用される。この係数は、標準農家によって支払われる増加水利費の増加純収益に対する比率である。プロジェクト純収益は、純生産額から家族労賃、経営者手当、経営リスクを差引いた増加所得として定義される。提案された水利費の場合、純収益回収係数は、自作農で5%である。

H 社会経済的に及ぼす波及効果

上述した直接効果以外に、この事業は間接効果を生み出すと共に、国家経済、州経済は勿論、計画地区内または州辺の農家経済にも色々な影響を与え、社会経済的發展をもたらすだろう。

農家経済の見地からは、次のような効果が考えられる。

- i) 農家は事業完成後、商品作物の市場流通に対応した経営計画を適時に立てることができる。これは、農業協同組合活動の促進と相俟って市場価格のコントロールに寄与するだろう。
- ii) 農業所得の増加は、農家の生活水準を向上させるだろう。この向上は、農家経済の貯蓄と州の税収入の増大ならびに教育水準の向上に寄与するだろう。そして、貯蓄の一部は資本形成に振り向けられるだろう（資料編6H-1、図6H-1参照）。

国家経済または州経済の見地から次のような効果が列挙される。

iii) 主食自給への寄与

イロコス ノルテ州における米の需要・供給は、なお不安定である。事業完成後、イロコス ノルテの米生産は過剰になるだろう。この増加米はラユニオン ヤパンゲットのよう米の供給不足に悩んでいる州の問題解決に寄与するだろう。政府は、主食の自給は1978年から1982年の5ヶ年間に達成されると見通している。事実フィリピンは、1977年以来、米の輸出国となってきた。事業完成後の増産米はフィリピン

の国際貿易の改善に寄与するだろう。

iv) 雇傭増大

作物作付けの集約度の上昇は、家族労働と雇傭労働の就業機会を増大するだろう。労働分析によれば、必要農業労働量は、事業が無い場合の2百万人・日から事業がある場合の3.4百万人・日に増加するものと見込まれ、うち雇傭労働量は、全労働量の25%から45%に増加するものと見込まれる。

v) 所得不均衡の是正

農場規模1.1haの農家財政分析によれば、借地農の年間1人当たり農業所得は、現在の770ペソから、事業がある場合2,820ペソと増加する。この事業による作物作付け面積の増加は、農場規模によって相異なる。1戸当たりタバコやニンニクの作付け面積は、農繁期中の労働集中のために制約される。小規模な農家は、大きな農家に比較して、相対的に大きな作付け率を実現できるだろう。

vi) エネルギー問題の軽減

国のエネルギー需要の約90%は、輸入石油に依存している。身替わり火力発電所の代わりに水力発電所の建設は、国の石油輸入量を減少するだろう。年発生電力量199.2GWhに相当する石油の消費量は約35,000バレルである。年外貨節約額は原油1バレル当たり輸入額27ドルとみて945,000ドル(700万ペソ)と見込まれる。

vii) 交通網の改良

この事業によって建設される水路の維持管理道路は、農業生産資材や生産物の運搬をスピードアップする。

viii) 工事期間中の所得増加

多くの農家が事業の工事期間中に雇傭されるだろう。1986年のピーク時には、未熟練労働者の総賃金は、約16.3百万ペソと見込まれる。これは、事業が無い場合の総純生産額の約19%に相当する。

ix) 内水面漁業

フィリピンにおける養魚池からの魚の年生産量は、総生産量の約8%をしめるが、その単価は他の生産タイプによる魚の単価よりも高い。イロコスノルテ州における内水面漁業は、年生産量において総生産量の約45%をしめ、州の漁業生産では重要な位置をしめている。州の漁業発展5ヶ年計画によっても、養魚池の振興計画は予算的に最大の比重をしめている。

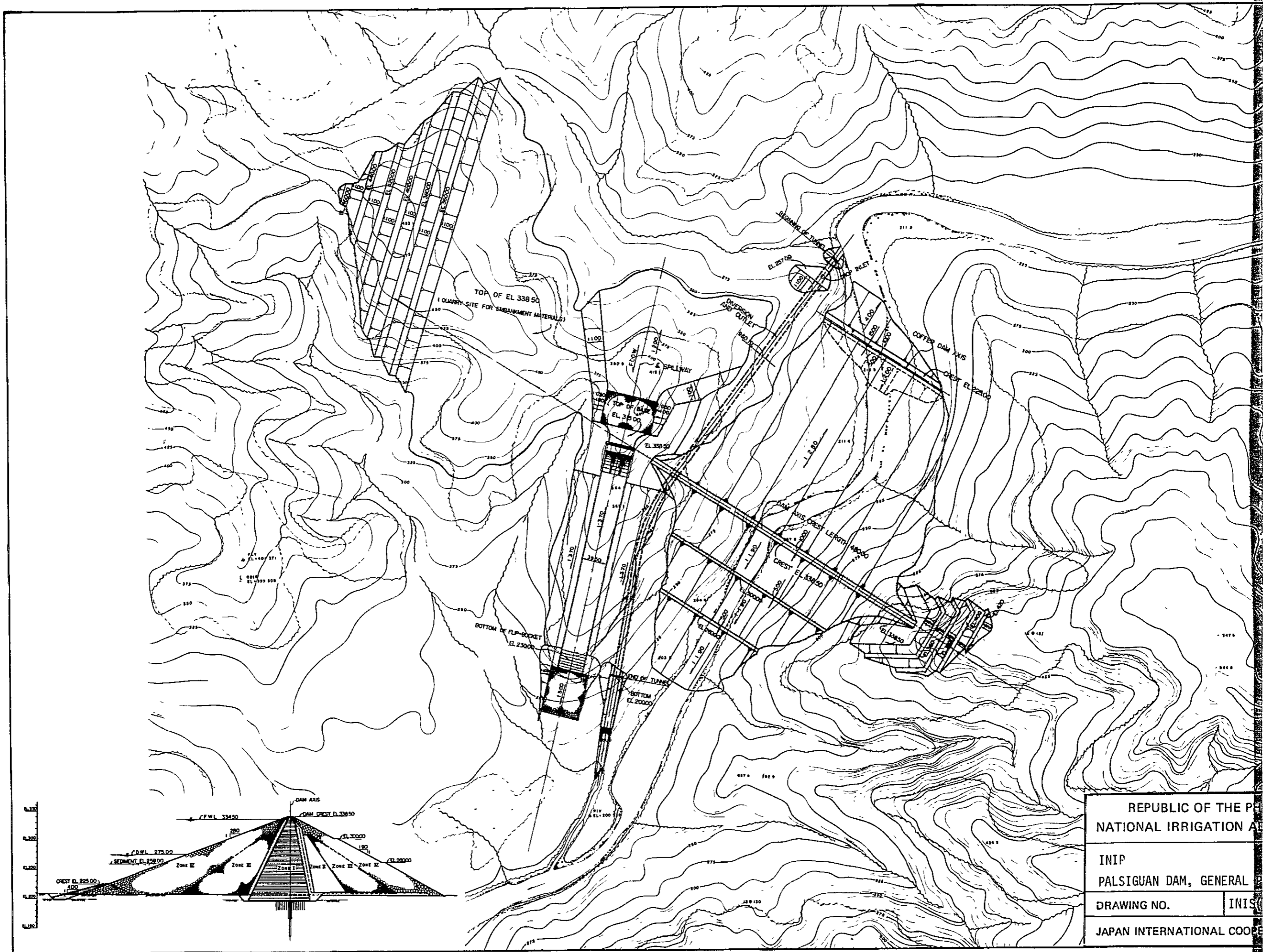
本事業により築造されるヌエバエラおよびパルシグアンの両貯水池は、内水面養殖

に関する専門的調査をまたねば最適な魚種、魚法、収益性等が不明であるが、養魚池利用として有用な水資源を提供できるであろう。

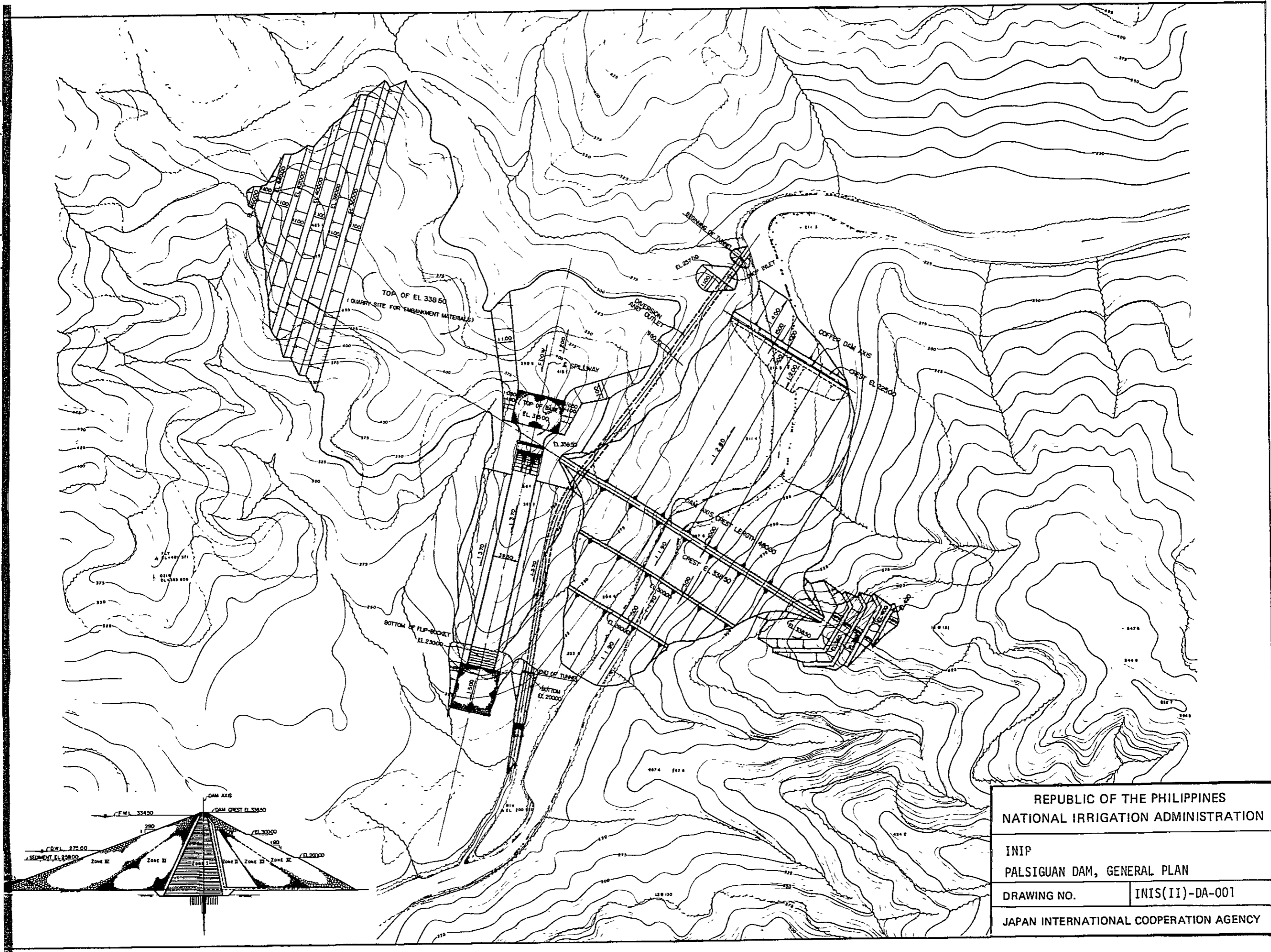
ヌエバエラ部落からボンガ河上流約 2.5 km に築造されるヌエバエラ貯水池は、バルシングアン貯水池から水の放流をうける場合、魚の養殖にとって安定的な環境と便益を提供できよう。そうでない場合、貯水池の水の操作のため、年間を通して安定した水量が得られず、大きな便益は期待できないだろう（詳細は資料編 6 I - 1 参照）。

LIST OF DRAWINGS

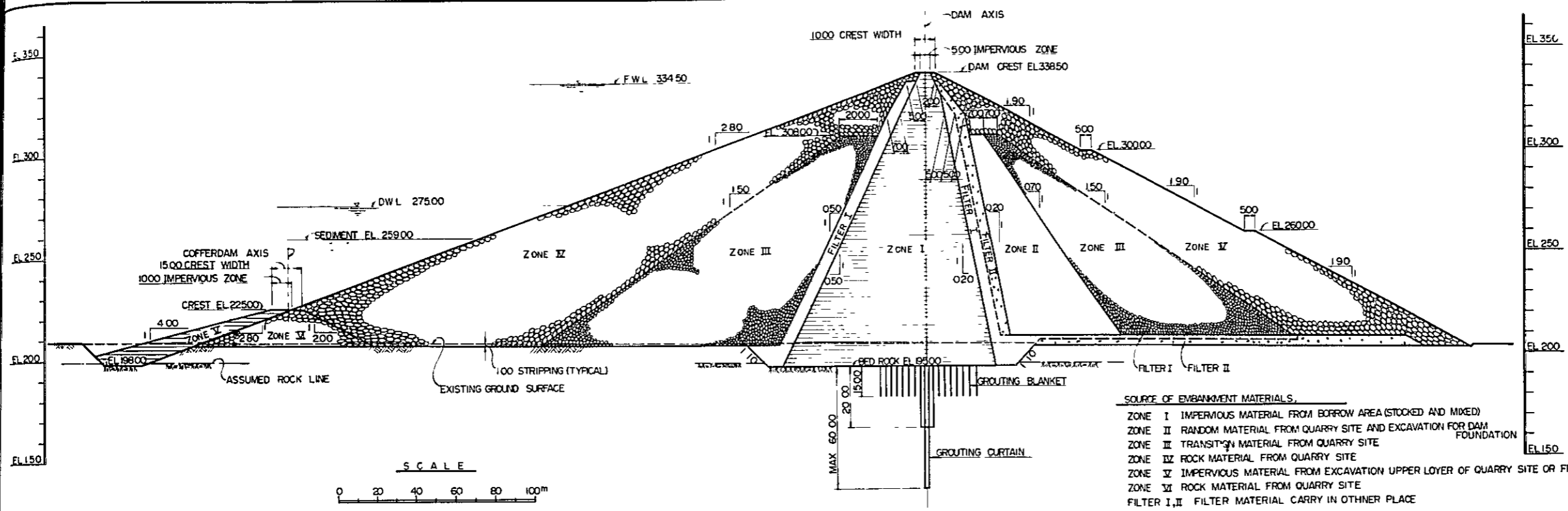
1. PALSIGUAN DAM, GENERAL PLAN	INIS (II) - DA - 001
2. PALSIGUAN DAM, TYPICAL SECTION	INIS (II) - DA - 002
3. PALSIGUAN DAM, SPILLWAY AND DIVERSION TUNNEL	INIS (II) - DA - 003
4. HEADRACE TUNNEL AND SURGE TANK	INIS (II) - TP - 004
5. BONGA POWER STATION AND TAILRACE	INIS (II) - TP - 005
6. NUEVA ERA DAM AND POWER STATION	INIS (II) - TP - 006
7. NUEVA ERA DAM, GENERAL PLAN	INIS (II) - DA - 007
8. NUEVA ERA DAM, DAM UPSTREAM AND DOWNSTREAM VIEW	INIS (II) - DA - 008
9. NUEVA ERA DAM, TYPICAL SECTION	INIS (II) - DA - 009
10. MADUPAYAS DIVERSION DAM, GENERAL PLAN	INIS (II) - DD - 010
11. MADUPAYAS DIVERSION DAM, TYPICAL SECTION	INIS (II) - DD - 011
12. TIBANGGRAN DIVERSION DAM, GENERAL PLAN	INIS (II) - DD - 012
13. TIBANGGRAN DIVERSION DAM, TYPICAL SECTION	INIS (II) - DD - 013
14. LAYOUT OF CANAL ALIGNMENT, MAIN LINK, LINK CANAL-1, CURA AND NUEVA ERA (L.B)	INIS (II) - IC - 014
15. LAYOUT OF CANAL ALIGNMENT, LINK CANAL-2, -3, -4, MADUPAYAS AND BADOCSINAIT AREA	INIS (II) - IC - 015
16. LAYOUT OF CANAL ALIGNMENT, BATACPAOAY-PINILI AREA	INIS (II) - IC - 016
17. PROFILE OF MAIN LINK CANAL AND LINK CANAL-1	INIS (II) - IC - 017
18. PROFILE OF LINK CANAL-2	INIS (II) - IC - 018
19. PROFILE OF LINK CANAL-3, -4	INIS (II) - IC - 019
20. PROFILE OF BATACPAOAY MAIN CANAL-1	INIS (II) - IC - 020
21. PROFILE OF BATACPAOAY MAIN CANAL-1	INIS (II) - IC - 021
22. PROFILE OF CURA MAIN CANAL AND BATACPAOAY MAIN CANAL-2	INIS (II) - IC - 022
23. PROFILE OF BADOCSINAIT MAIN CANAL AND LATERAL CANAL BL-2	INIS (II) - IC - 023
24. TYPICAL SECTION OF IRRIGATION CANAL	INIS (II) - IC - 024
25. TYPICAL ROAD CROSSING WITH CHECK AND DROP	INIS (II) - IC - 025
26. TYPICAL RCP CROSSING	INIS (II) - IC - 026
27. TYPICAL BOX SIPHON WITH CROSSING	INIS (II) - IC - 027
28. TYPICAL RCP SIPHON WITH CROSSING	INIS (II) - IC - 028
29. TYPICAL CHECK AND VERTICAL DROP	INIS (II) - IC - 029
30. TYPICAL SUB-LATERAL DROP	INIS (II) - IC - 030
31. TYPICAL HEADGATE WITH BOX CULVERT	INIS (II) - IC - 031
32. TYPICAL HEADGATE WITH PIPE CULVERT	INIS (II) - IC - 032
33. TYPICAL PARSHALL FLUME	INIS (II) - IC - 033
34. TYPICAL DRAINAGE CULVERT	INIS (II) - IC - 034
35. TYPICAL DRAINAGE INLET	INIS (II) - IC - 035
36. TYPICAL DRAINAGE CANAL SECTION	INIS (II) - DC - 036
37. TYPICAL DRAINAGE DROP	INIS (II) - DC - 037
38. TYPICAL ROAD SECTION	INIS (II) - RW - 038
39. LAYOUT OF ON-FARM FACILITY (SAMPLE AREA No.1)	INIS (II) - OF - 039
40. LAYOUT OF ON-FARM FACILITY (SAMPLE AREA No.2)	INIS (II) - OF - 040
41. LAYOUT OF ON-FARM FACILITY (SAMPLE AREA No.3)	INIS (II) - OF - 041
42. TYPICAL TURNOUT	INIS (II) - OF - 042
43. TYPICAL FARM DITCH SECTION AND DIVERSION BOX	INIS (II) - OF - 043
44. LAYOUT OF CROSS STRUCTURE	INIS (II) - OF - 044



REPUBLIC OF THE PHILIPPINES	
NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP	
PALSIGUAN DAM, GENERAL PLAN	
DRAWING NO.	INIS-100
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

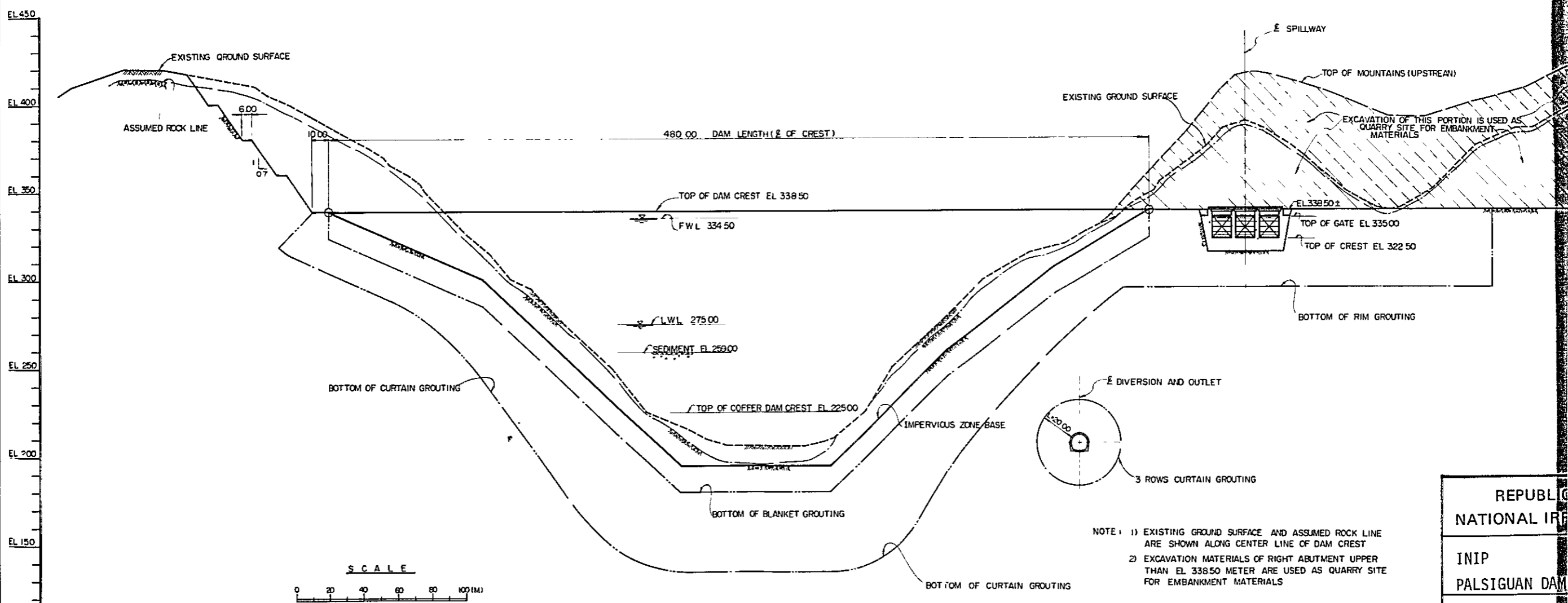


REPUBLIC OF THE PHILIPPINES	
NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP	
PALSIGUAN DAM, GENERAL PLAN	
DRAWING NO.	INIS(II)-DA-001
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



- SOURCE OF EMBANKMENT MATERIALS:
- ZONE I IMPERVIOUS MATERIAL FROM BORROW AREA (STOCKED AND MIXED)
 - ZONE II RANDOM MATERIAL FROM QUARRY SITE AND EXCAVATION FOR DAM FOUNDATION
 - ZONE III TRANSITION MATERIAL FROM QUARRY SITE
 - ZONE IV ROCK MATERIAL FROM QUARRY SITE
 - ZONE V IMPERVIOUS MATERIAL FROM EXCAVATION UPPER LOYER OF QUARRY SITE OR FROM BORROW
 - ZONE VI ROCK MATERIAL FROM QUARRY SITE
 - FILTER I, II FILTER MATERIAL CARRY IN OTHER PLACE

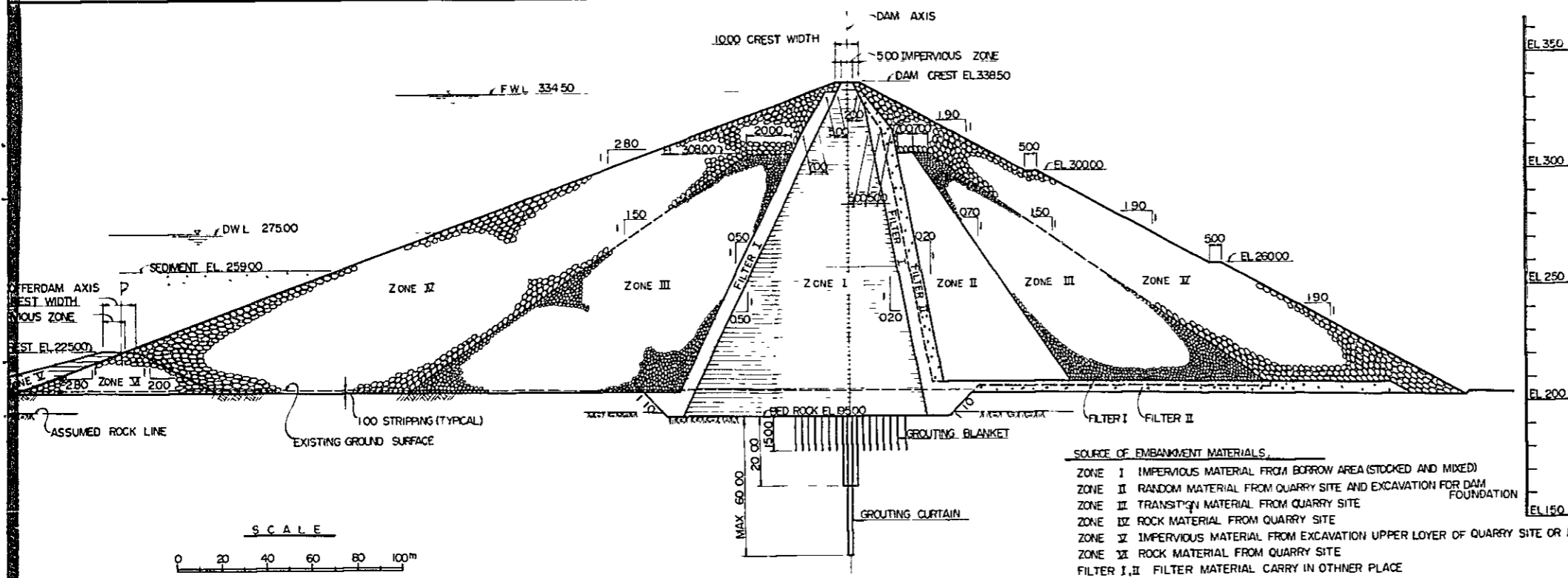
TYPICAL SECTION (RIVER BED)



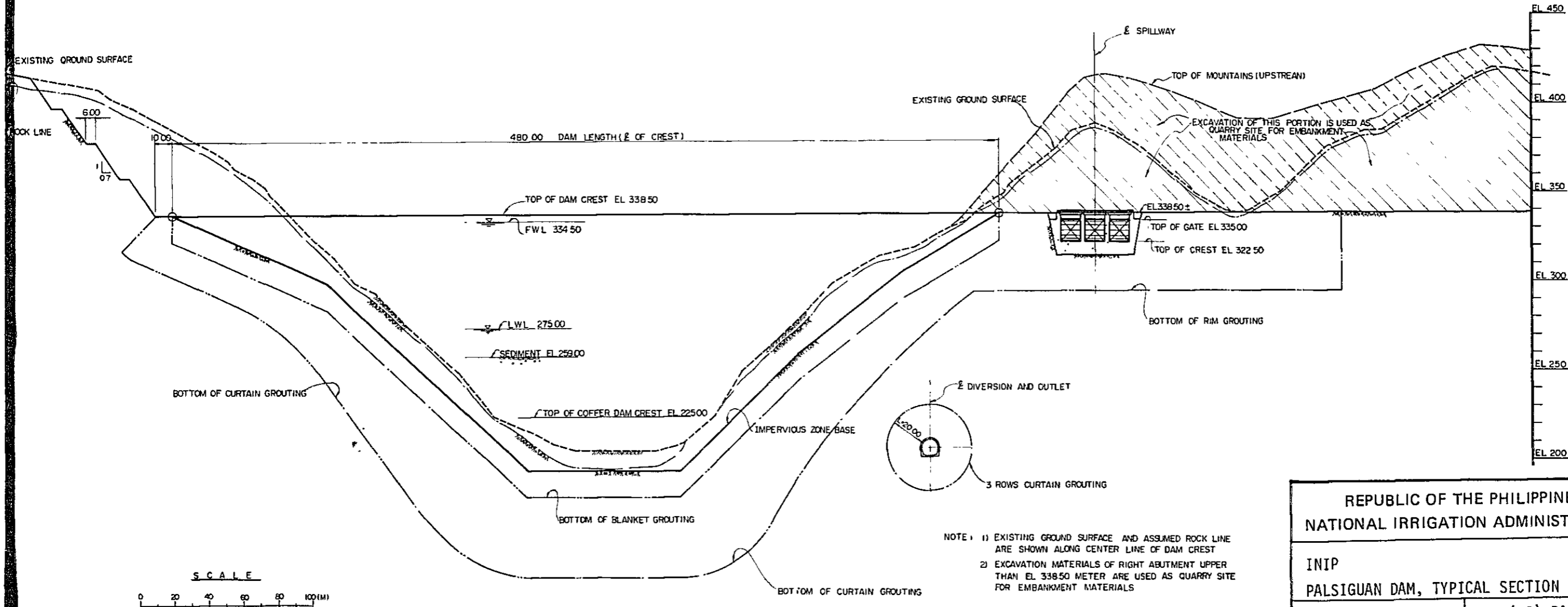
NOTE: 1) EXISTING GROUND SURFACE AND ASSUMED ROCK LINE ARE SHOWN ALONG CENTER LINE OF DAM CREST
 2) EXCAVATION MATERIALS OF RIGHT ABUTMENT UPPER THAN EL 338.50 METER ARE USED AS QUARRY SITE FOR EMBANKMENT MATERIALS

REPUBLIC
 NATIONAL INF
 INIP
 PALSIGUAN DAM
 DRAWING NO.
 JAPAN INTERNA

PROFILE ALONG CENTER LINE OF DAM CREST



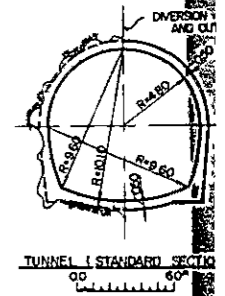
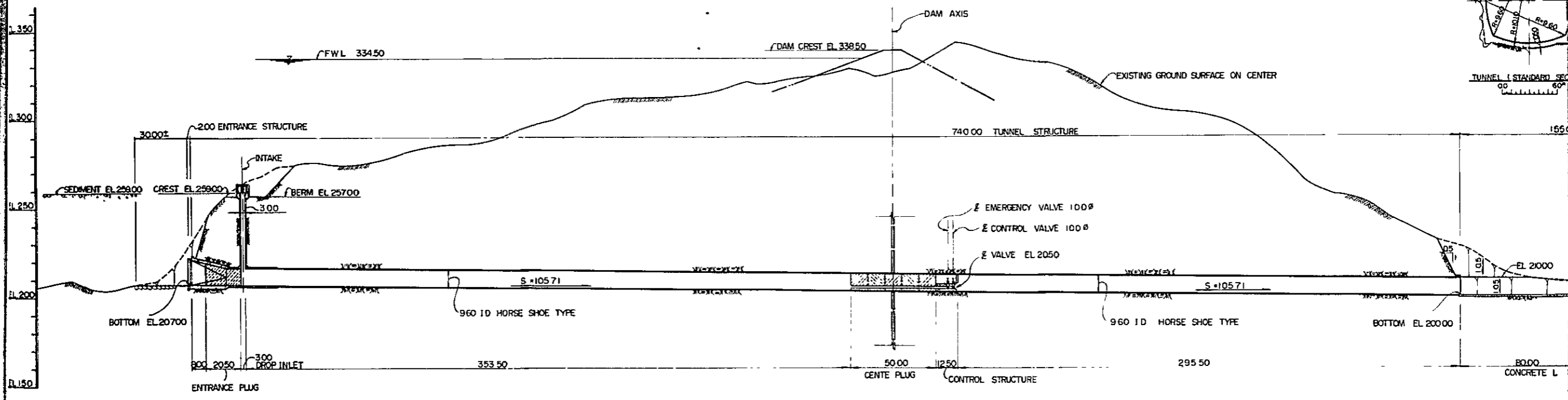
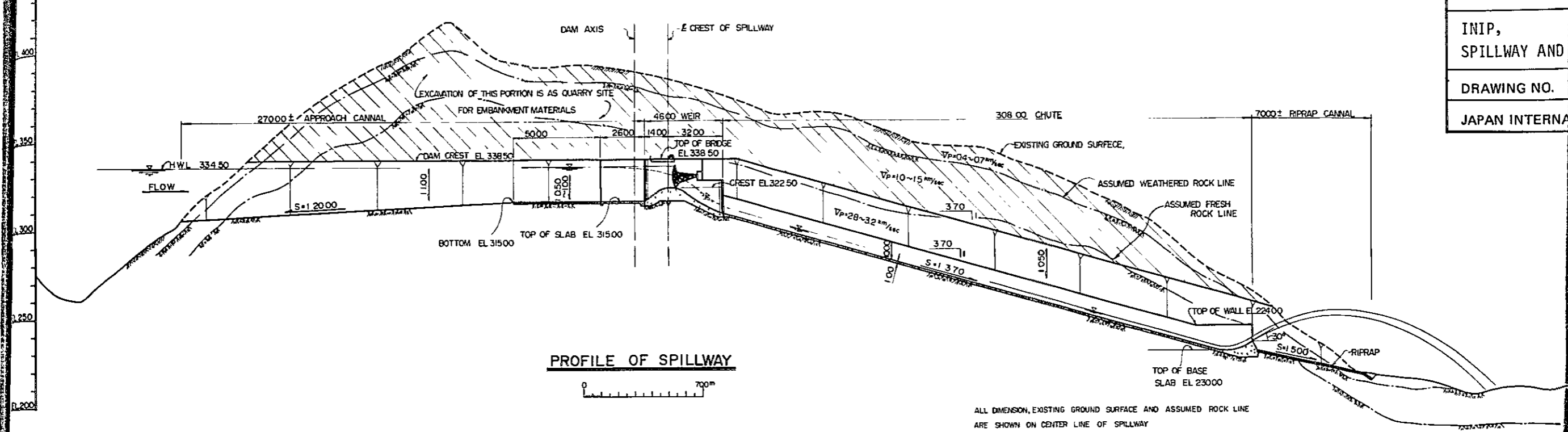
TYPICAL SECTION (RIVER BED)



PROFILE ALONG CENTER LINE OF DAM CREST

NOTE: 1) EXISTING GROUND SURFACE AND ASSUMED ROCK LINE ARE SHOWN ALONG CENTER LINE OF DAM CREST
 2) EXCAVATION MATERIALS OF RIGHT ABUTMENT UPPER THAN EL. 338.50 METER ARE USED AS QUARRY SITE FOR EMBANKMENT MATERIALS

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP PALSIGUAN DAM, TYPICAL SECTION	
DRAWING NO.	INIS(II)-DA-002
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

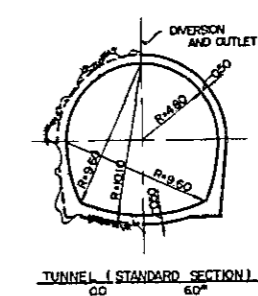
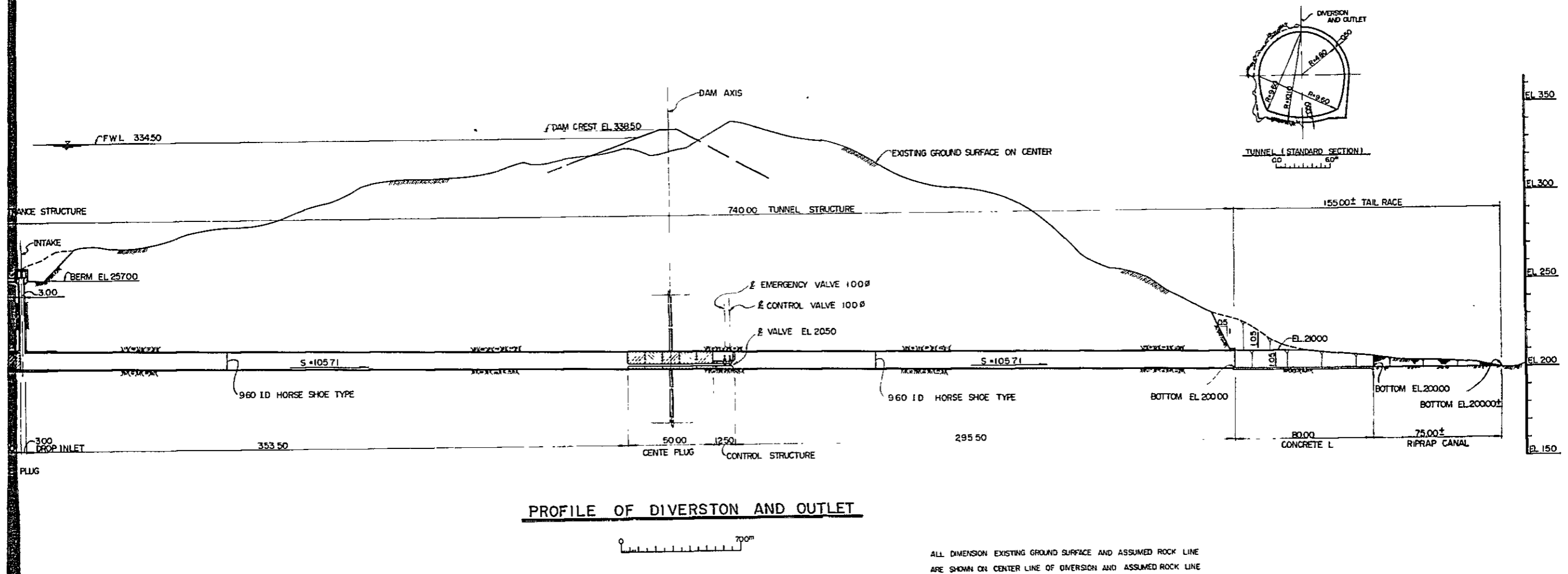
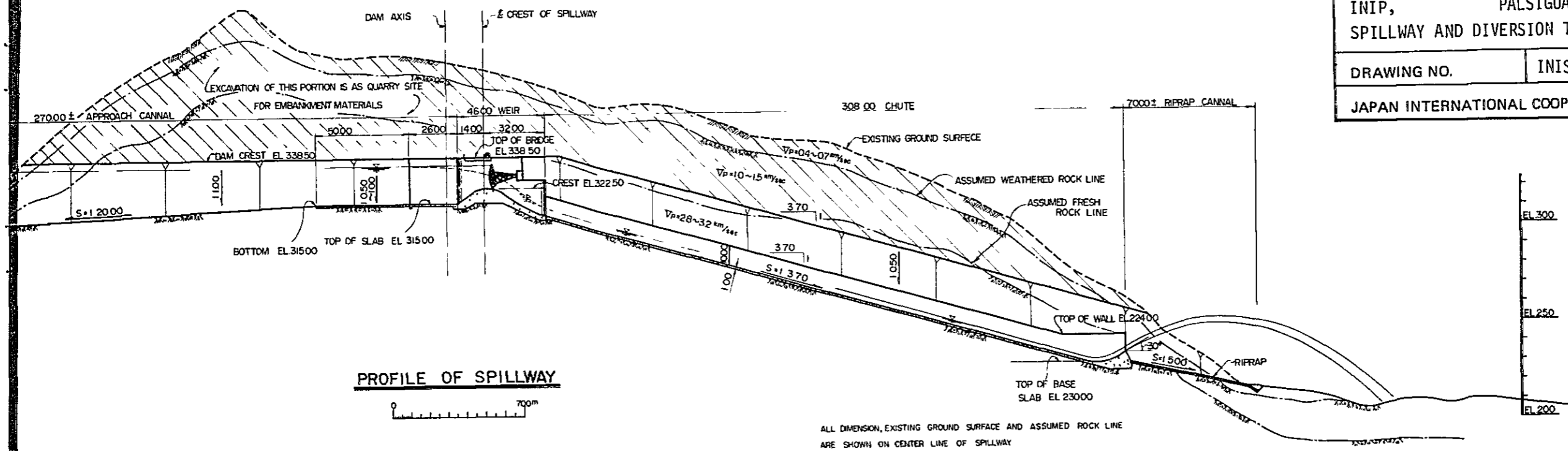


REPUBLIC OF THE PHILIPPINES
NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION

INIP, PALSIGUAN DAM,
SPILLWAY AND DIVERSION TUNNEL

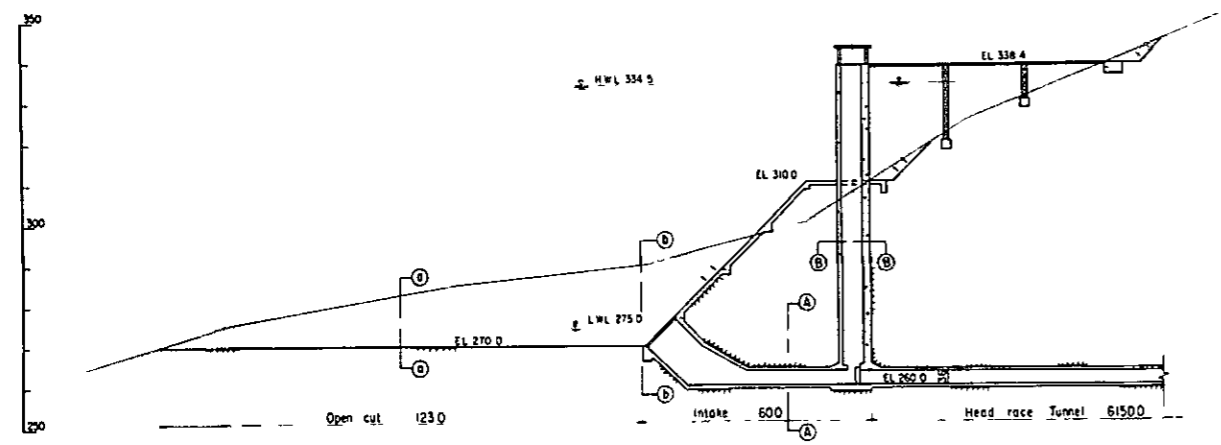
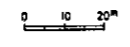
DRAWING NO. INIS(II)-DA-003

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

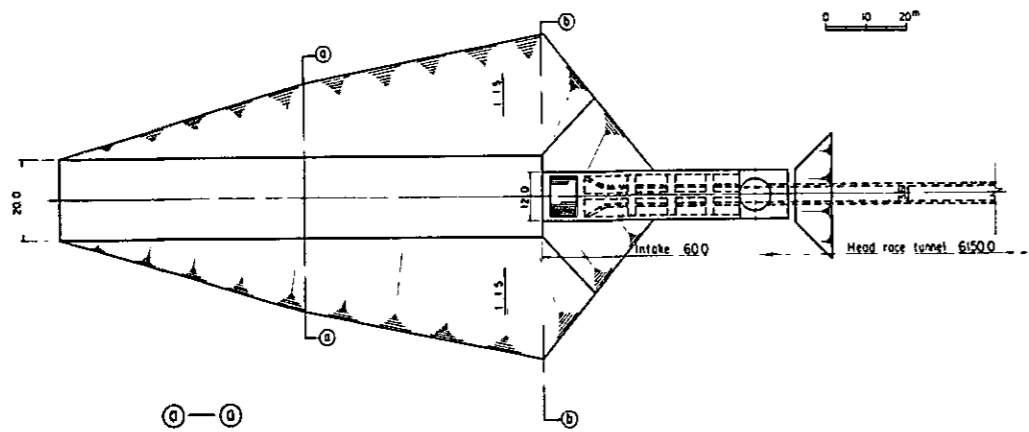
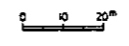


Intake

Profile



Plan



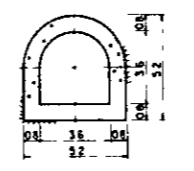
A-A



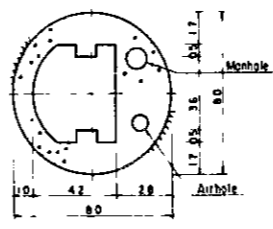
B-B



A-A

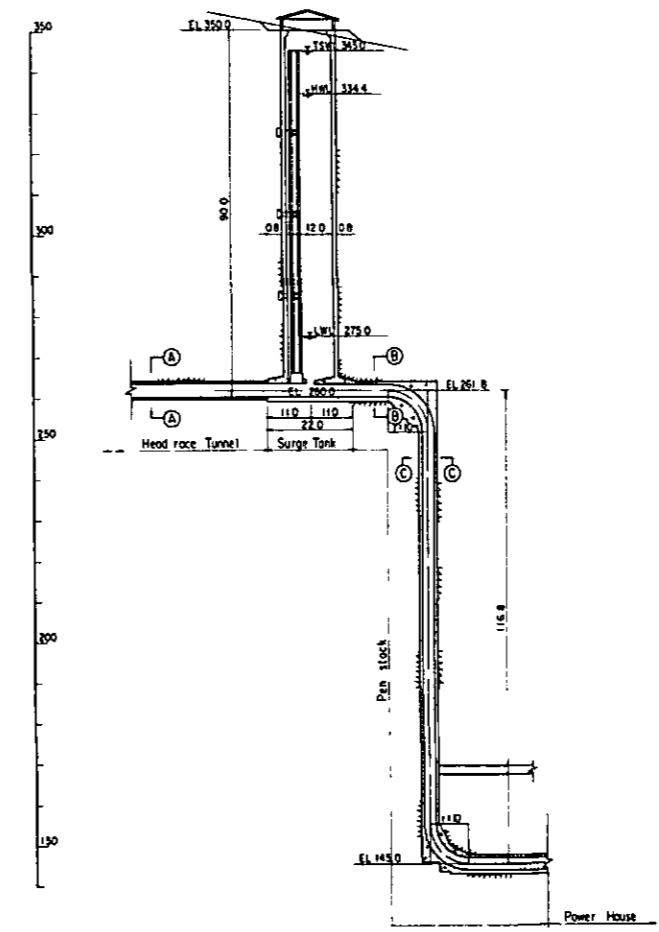
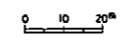


B-B

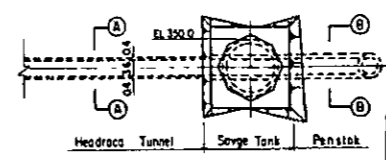
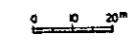


Surge tank

Profile

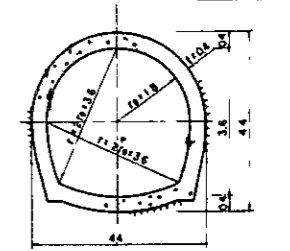


Plan

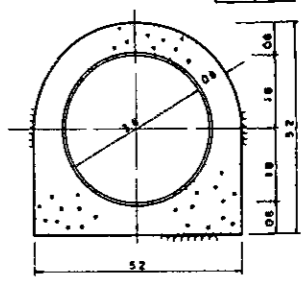


Head race

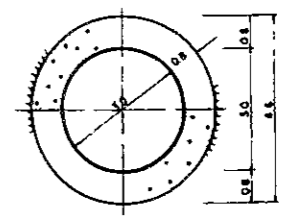
A-A



B-B

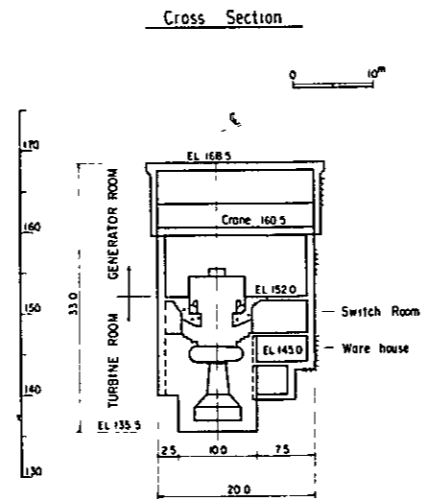
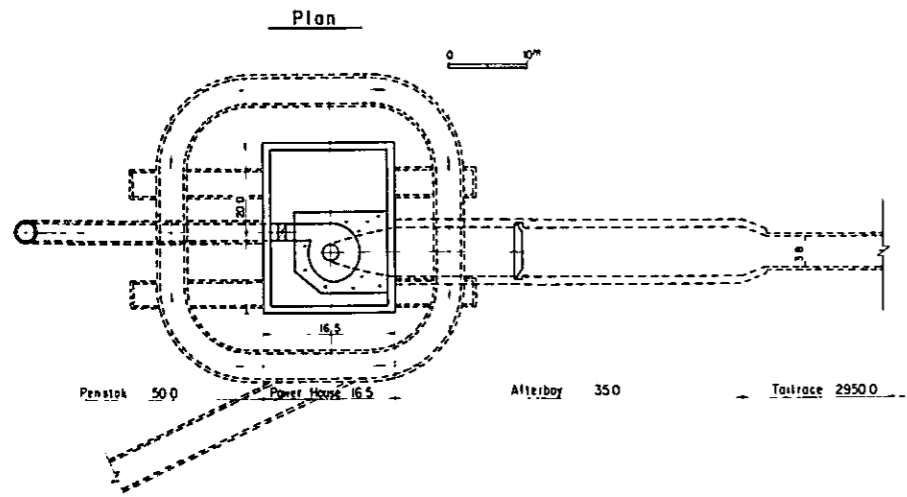


C-C

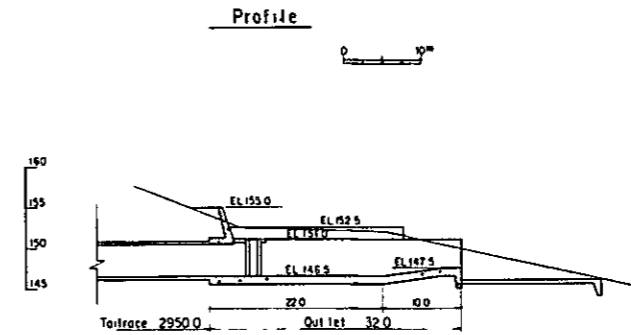
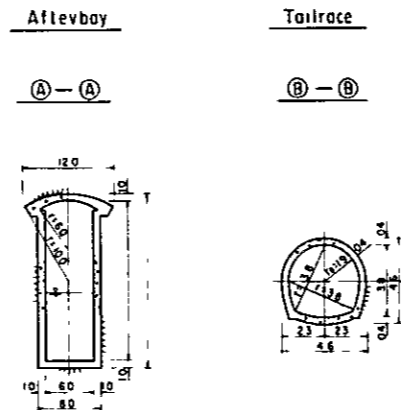
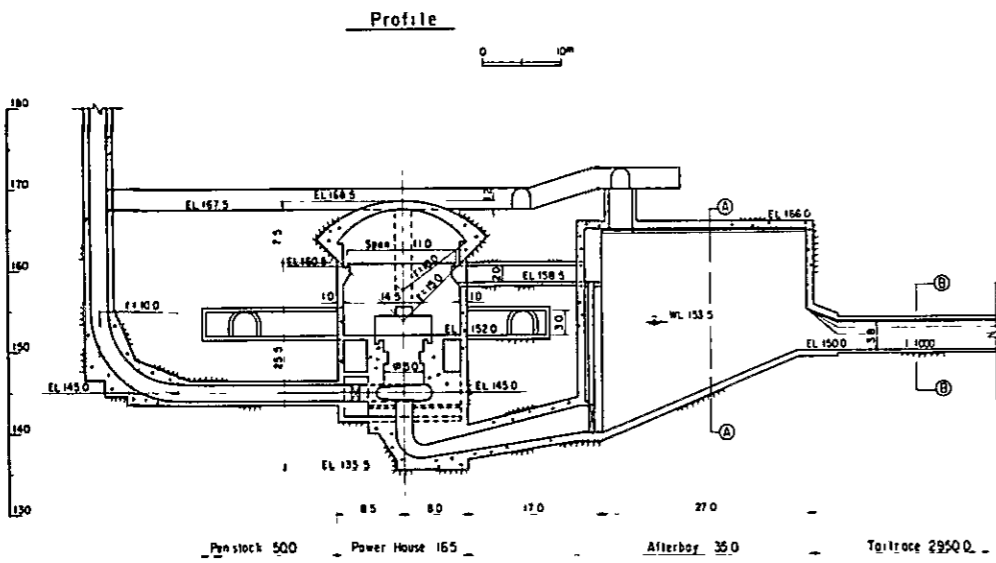
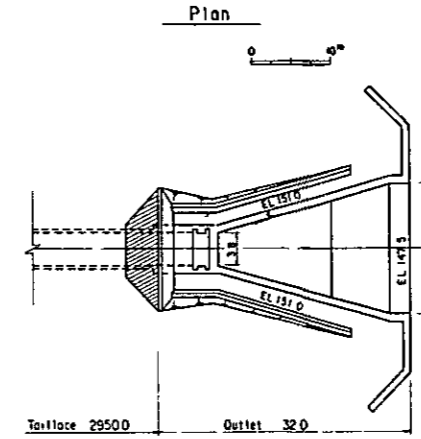


REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP HEADRACE TUNNEL AND SURGE TANK	
DRAWING NO.	INIS(II)-TP-004
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Bonga Power Station



Out let



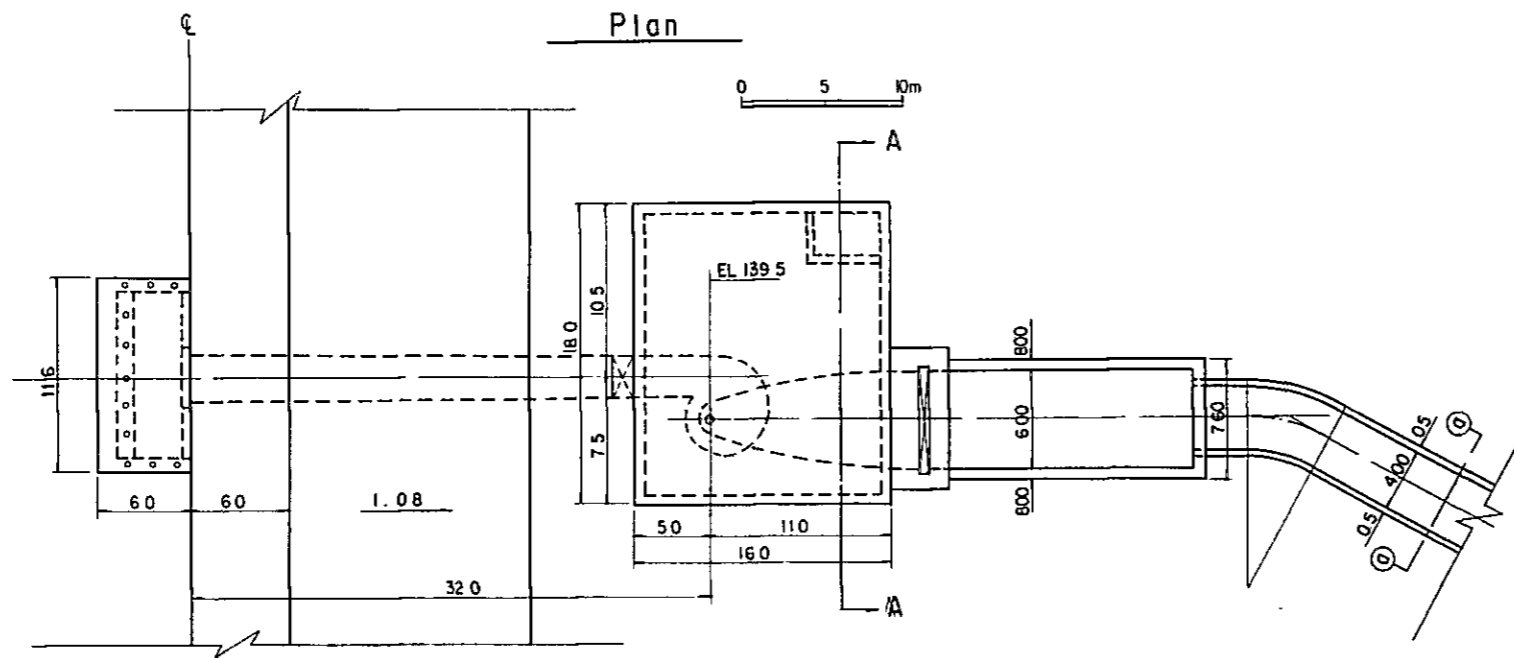
REPUBLIC OF THE PHILIPPINES
NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION

INIP
BONGA POWER STATION AND TAILRACE

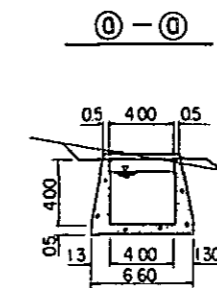
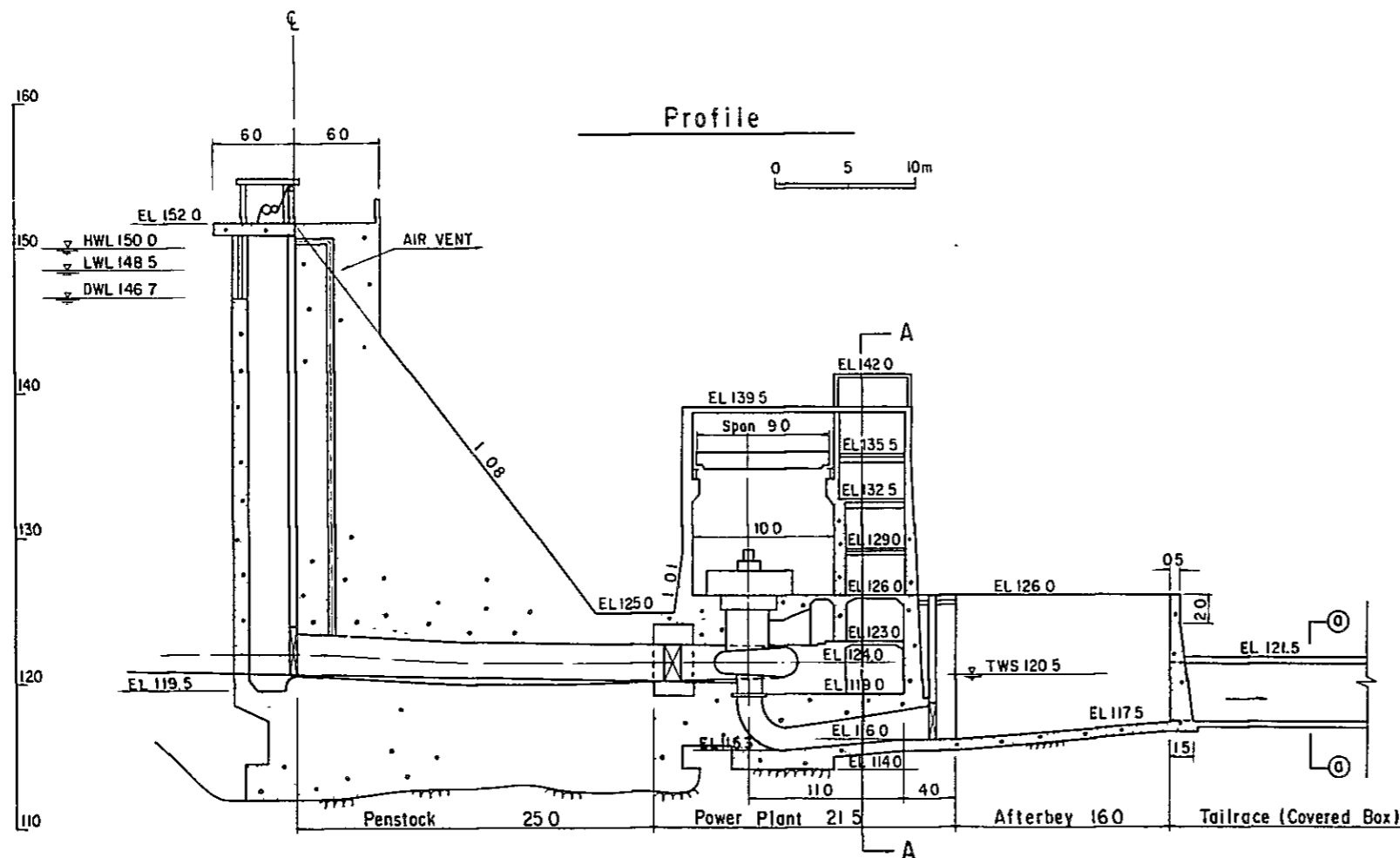
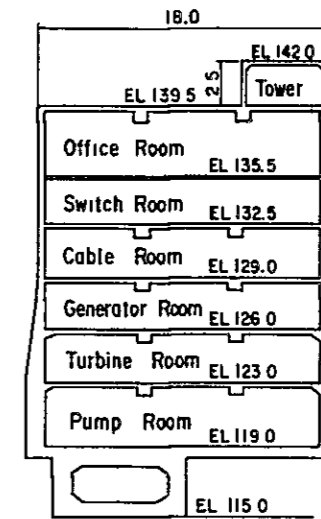
DRAWING NO. INIS(II)-TP-005

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

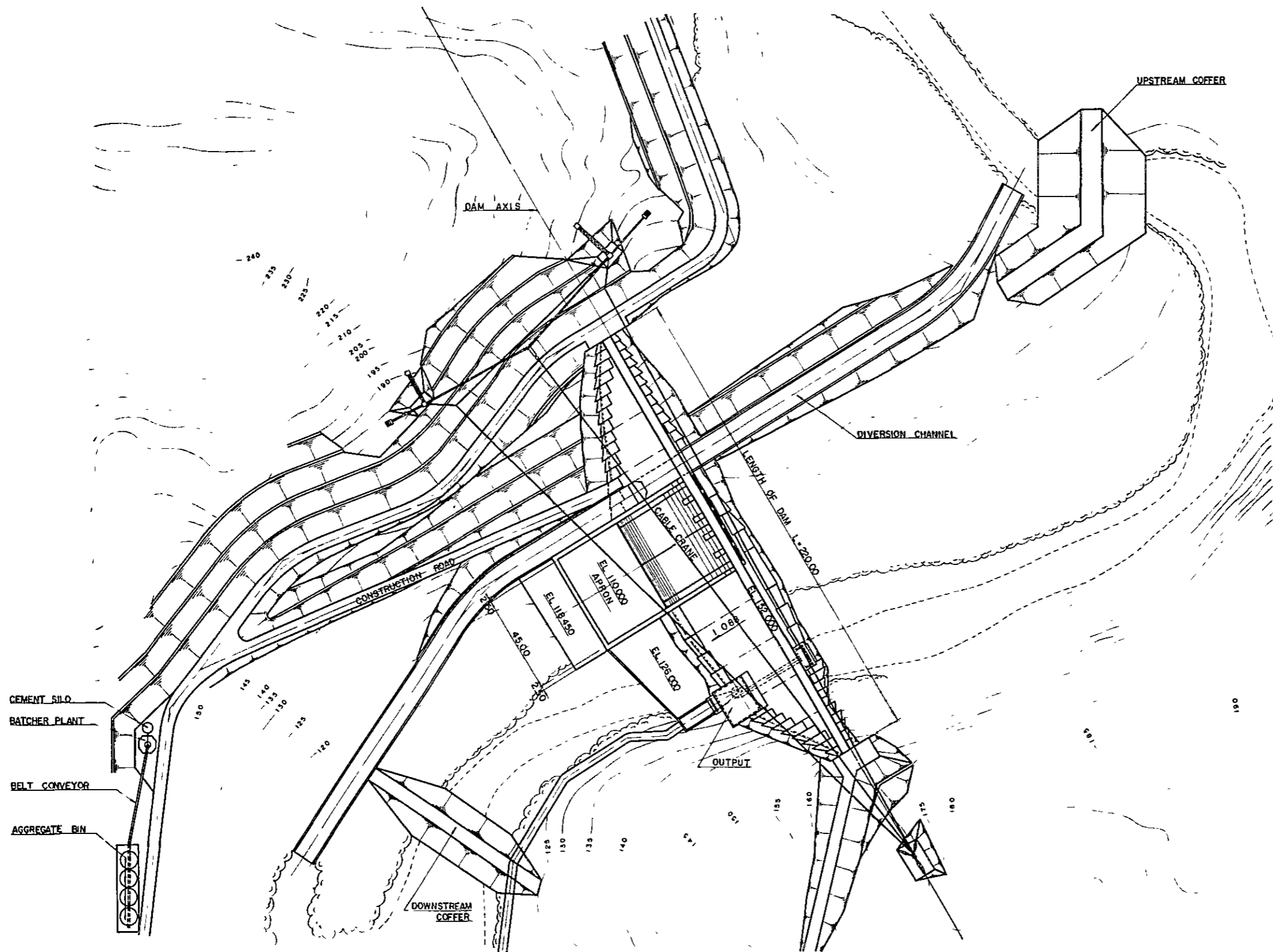
Nueva Era Power Station



A — A



REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP NUEVA ERA DAM AND POWER STATION	
DRAWING NO.	INIS(II)-TP-006
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



DAM PLAN SCALE 1/100

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP NUEVA ERA DAM, GENERAL PLAN	
DRAWING NO.	INIS(II)-DA-007
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	