

V 調査対象地域の概要

5-1 対象地域

調査対象地域はペルー国の海岸地帯の中央部（巻頭図参照）に位置し、アンデス山脈の西斜面に発して太平洋に注ぐリマック川を主排水河川とするリマック川流域である。対象流域面積は約3,400km²に達し、流域の下流部にはペルー国の首都リマ市が位置する。対象流域を図-5.1に示す。

5-2 社会的立地条件

リマック川流域は、行政区域上ではリマ県の中央部に位置する。流域の下流部には、平均海拔156mをもつリマ市が発達している。リマ市はペルー国の首都であり、同国の政治、経済、社会的な中枢機能が集中しリマック川の河口部に発達するカイヤオ市と共にリマ・カイヤオ首都圏を形成している。1981年7月の人口センサス結果によればリマ・カイヤオ首都圏の総人口は約460万人と報告されているが、1985年推計では約550万人であるとこれている。リマ・カイヤオ首都圏主要部を図-5.2に示す。

リマ市は1535年1月、インカ帝国征服者であるスペイン人、フランシスコ・ピサロによって建設以来、首都として発展し、約5世紀の歴史を有して今日に至っている。「リマ」という地名は当時のスペイン国王カルロス五世に因んで「国王の都」(CIUDAD DE REYES)と名付けた説と、近くを流れるリマック川がなまった「リマ」という名称が住民の間に広まった説とがある。

リマ・カイヤオ首都圏は、南緯12度の太平洋沿岸中央部に位置しているにもかかわらず、北上するフンボルト寒流の影響で、気温は年間を通じて比較的温暖で、夏期(11月~4月)の最高温度30度、冬期(5月~10月)の最低11度である。雨量は極めて少なく、僅か冬期に「ガルア」と呼ばれる霧雨が主として朝晩に降る程度である。湿度は一年中を通じて著しく高く、冬期には最高99%、年平均86%となっている。

同首都圏にはペルー国の政治・経済・文化等の中枢機能が集中している。この首都圏とアンデス地方を結ぶ唯一の交通路としてリマック川沿いに中央街道と中央鉄道がナクリオ峠を越えて走っており、アンデス地方からリマへの物質供給の幹線となっている。さらに沿川には上流から下流に向けて、Casapalca, Chicla, Matucana, Surco, Ricardo Palma, Chosica, Chacabuco等の中小都市が栄えている。

リマック川流域の主要産業は、工業、農業、水産業および山地部での鉱業である。工業としては繊維、木材、化学製品、薬剤等であり、農業としてはかんがいにより綿、砂糖、コーヒー、米、ジャガイモ、トウモロコシ、大豆、タバコ等を生産している。河口部に位置するカイヤオ

ではカイヤオ港をベースにした水産業が活発でリマ・カイヤオ首都圏および同国にとって重要な産業の一つとなっている。一方流域の上流山地部では鉱山が多く、同国の重要な輸出資源となっている。

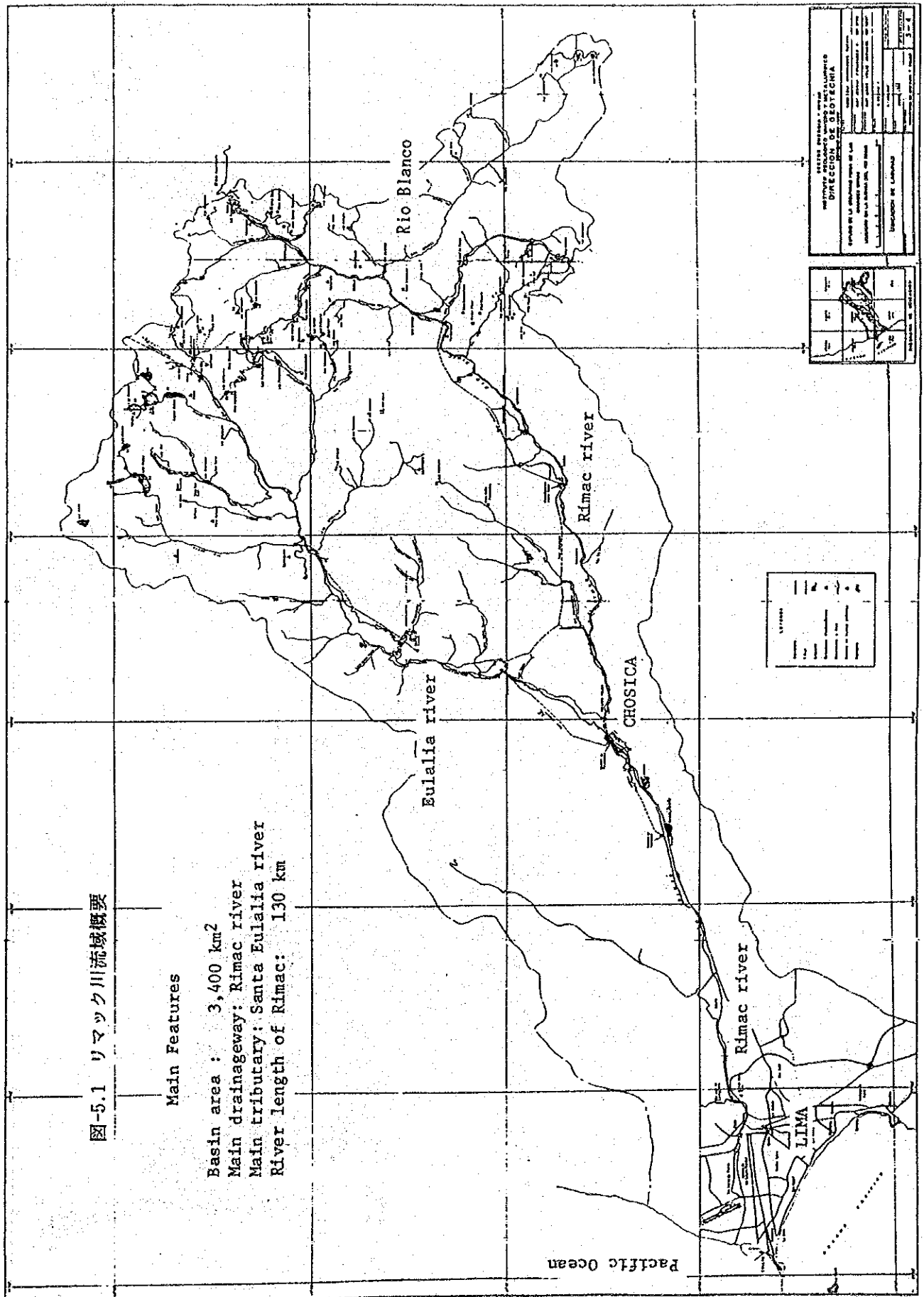
このようにリマック川は、同流域の排水幹川であると共に、リマ・カイヤオ首都圏の上水、工水、農水の水源として、また水力発電のエネルギー源として重要な役割を担っている。しかしながら、毎年11月～4月の出水期になると、山地部の植生の乏しさにも影響されて、山地崩壊、地這り等が誘発され、人命の喪失、交通機関の途絶等多くの被害が恒常的にもたらされている。

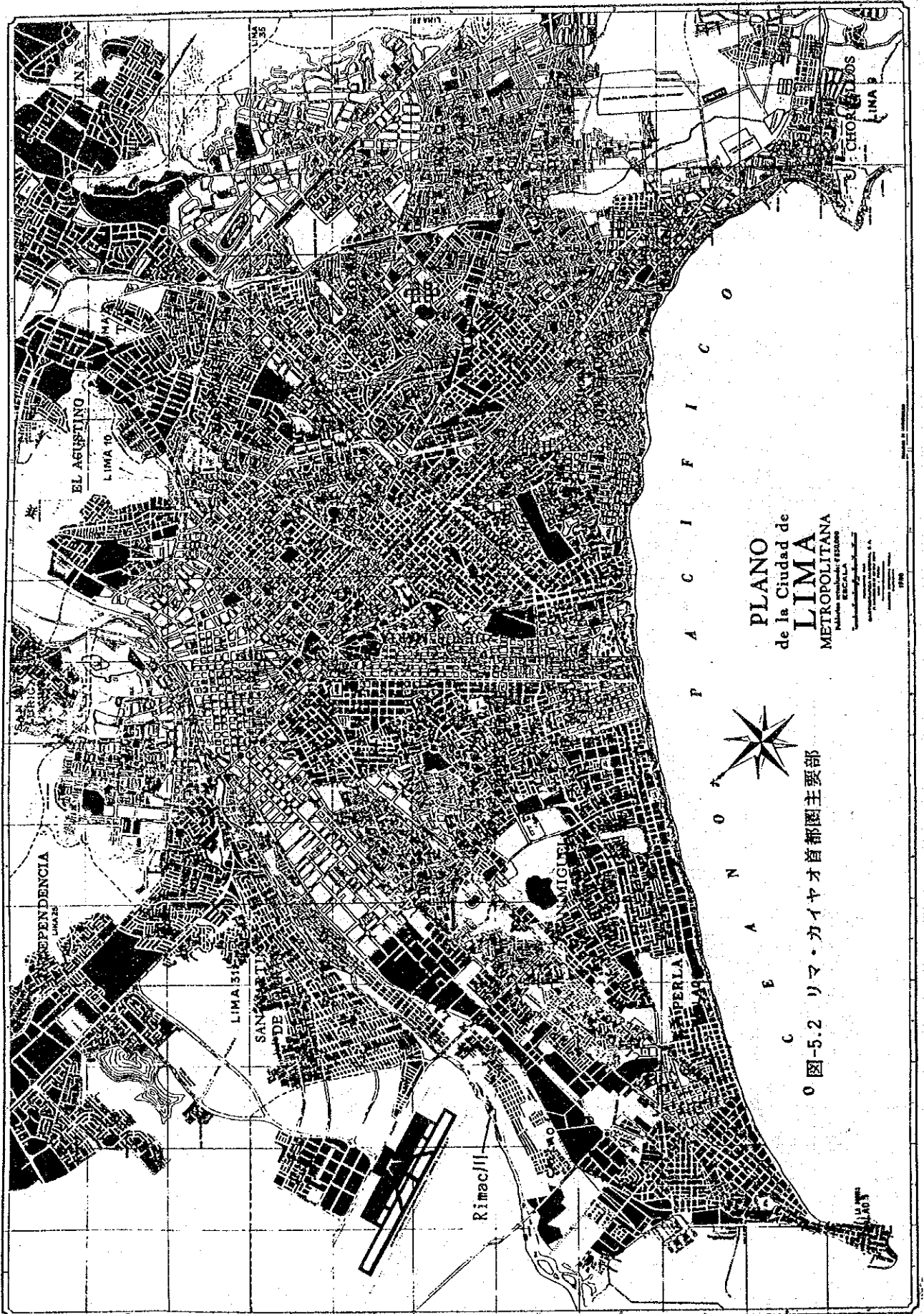
このような状況は同首都圏をかかえる流域にとって経済面のみならず、社会的にも大きな問題であり、リマック川流域の防災対策の実施が多くの関係機関から緊急かつ切実な問題として叫ばれている。

図-5.1 リマック川流域概要

Main Features

Basin area : 3,400 km²
 Main drainageway: Rimac river
 Main tributary: Santa Eulalia river
 River length of Rimac: 130 km





0 図-5.2 リマ・カイヤオ首都圏主要部

5-3 地形、地質状況

(1) リマック川流域の概要

リマック川は、アンデス山脈の標高約4,880mのチクリオ峠(Ticlio)付近に発する。同山脈の西斜面の山間部をほぼ南西方向に約100Km流下しヴィタルテ(Vitarte)に至り、当地点からリマック川の形成した扇状地を西方向に約40Km流下し、リマ市街地を貫流した後、カイヤオ市北方で太平洋に注いでいる(図-5.1~2参照)。同流域の総集水面積は約3,400Km²、また排水幹川であるリマック川の総延長は約145Kmに達する。

主要支川はチョシーカ(Chosica)で右岸から合流するサンタエウラリヤ川(Sta. Eulalia川, 集水面積約830Km², 流路延長約66Km, 写真P-10参照)とサン・マテオ(San Mateo)地点で左岸から合流するブランコ川(Blanco川, 集水面積約258Km², 流路延長約34Km)である。この他ケブラダ(Quebrada, Qdaと略す)と呼ばれる多くの峡谷又は沢が本支川に直接に流入する。これら主要なQda, を以下に挙げる。

右岸側から流入するQda.

Qda. Antajasha	延長	9Km
Qda. Garanacunga		10Km
Qda. Santa Rosa		8.5Km
Qda. Tranguilla		4.5Km
Qda. Turumanya		6Km
Qda. Pancha		10Km
Qda. Palcacancha		8Km
Qda. Yanajune		9Km
Qda. Linday		9Km
Rio. Canchacalla		20Km
Qda. Collque		8Km
Qda. Jicamarca		40Km

左岸側から流入するQda.

Qda. Carmen	延長	6Km
Qda. Parac		20Km
Qda. Viso		9Km
Qda. Barranco		7Km
Qda. Matala		7Km
Qda. Verrugas		4Km
Zio. Seco		12Km

リマック川の本川および主要支川の縦断勾配を図-5.3に示す。同図によれば、河口～チョシーカ間の平均河床勾配は約1/65，チョシーカ上流は約1/20，サンタエウラリヤ川のそれは約1/20と極めて急勾配となっている。川中は河口からリマ市街地上流端間は途中Ejereito橋直下に川巾15m，深さ30mの狭削部が一部区間に存在する（写真P-23参照）が平均50m程度，同上流端からチョシーカのそれは（写真P-6参照）約50～300mの範囲で場所により変化する。

既往の調査例から流域の上，中，下流の流域横断図を引用し図-5.3に，また流域の標高別面積を以下に示す。

標高別面積・面積比

標高	面積	割合(%)
0-1000m	479Km ²	14.1
1000-2000	510	15.0
2000-3000	391	11.5
3000-4000	527	15.5
4000-5250	1,493	43.9
計	3,400	100.0

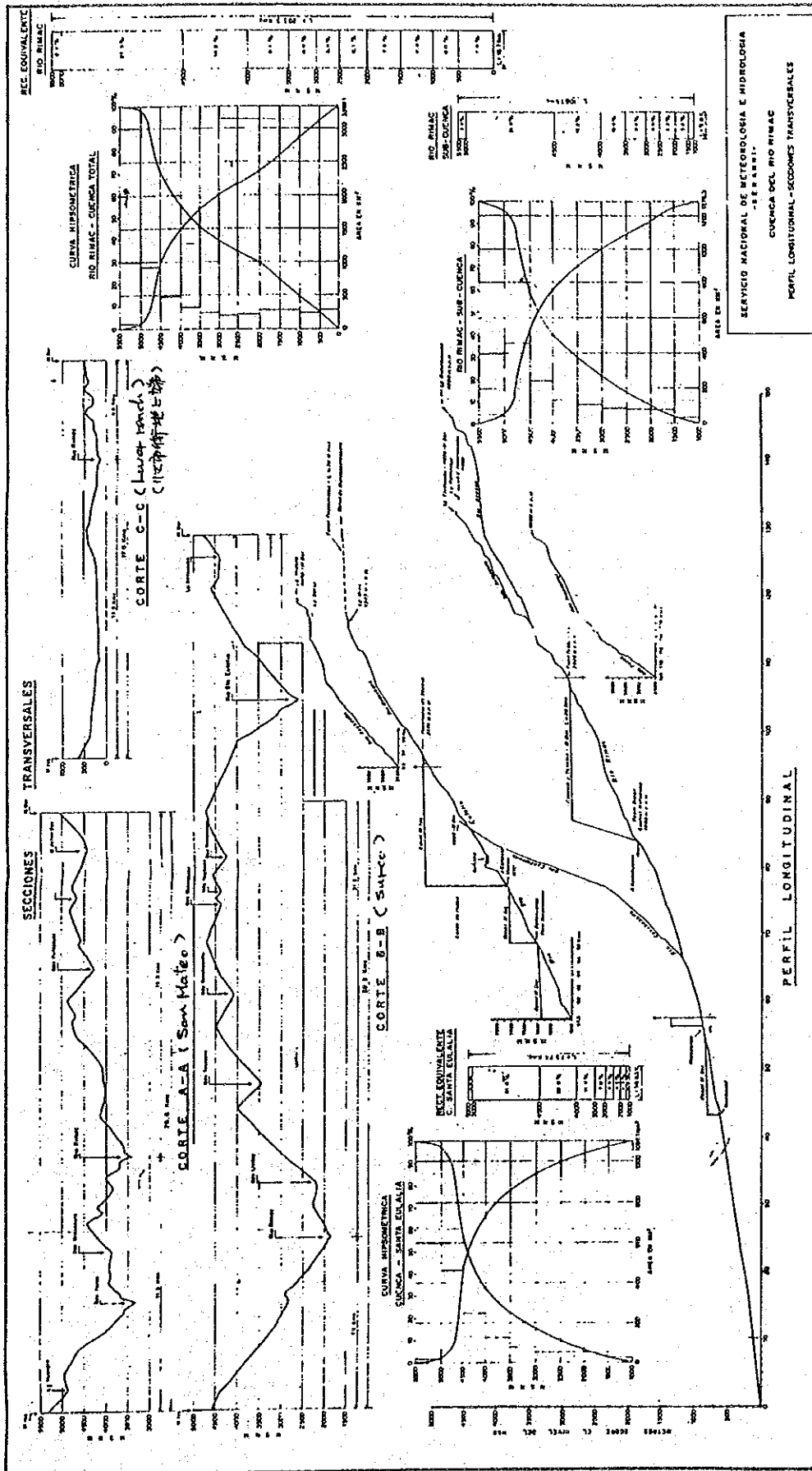
出 所：添付の資料賦存状況の資料No.7より

リマック川流域上流部には多くの湖(Laguna)が存在するが，これらは発電，農用水の水源として利用されている。それらから代表的な湖の諸元を表-5.1に示す。

リマック川の洪水，砂防施設，関連工作物については後述するのでここでは概要にとどめる。基本的な防災施設はごく限られているが，関連施設としては，鉄道，道路等の橋梁，アタルヘヤ(Atarjea)における取水堰（写真P-5），チョシーカ下流に配置されている約20ヶ所の農用水口，発電用水の取排水口等が挙げられる。さらにアンデス高原からアマゾン川流域に流れるマンタロー川から水路トンネルによって毎秒3m³/sの導水が行われており，マチャチャカ川を経てサンタエウラリヤ川に送水されている。

流域の植生は極めて乏しく，マトカナより上流の山地部が夏期（11月～4月）の間に草木がわずかに繁茂するのみで他地域はサボテン等の耐水植物が見られるのみで全て裸地である。河道沿いや山腹を走る水路の周辺のみ（写真P-11参照）に通年で草木が見られる程度である。

図-5.3 リマック川の縦断勾配と横断面



(資料) SENAMHI

表-5.1 流域上流部における湖の主要諸元

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS LAGUNAS QUE FORMAN LA CUENCA COLECTORA DEL RIO RIMAC

Nombre de la Laguna	Altura m.s.n.m.	Volumen bruto 10^6 m^3	Volumen muerto 10^6 m^3	Volumen disponible 10^6 m^3	Altura hidrostatica	COMPUERTAS	
						N°	Ancho
CUENCA SANTA EULALIA							
Carpa	4,544	21.20	3.40	17.80	16.40	2	0.70
Saca	4,382	16.75	1.86	14.89	13.00	2	0.70
Quisha	4,648	9.15	0.48	8.67	16.60	2	0.70
Piti Cujli	4,625	7.10	0.60	6.50	9.90	1	0.90
Huasca	4,361	6.55	0.35	6.20	8.95	2	0.90
Canchis	4,421	2.24	0.14	2.10	10.30	1	0.90
Puero	4,435	2.08	0.12	1.96	10.30	1	0.90
Manca	4,530	1.73	0.16	1.57	14.80	1	0.90
Pirhua	4,740	1.00	0.05	0.95	9.00	1	0.90
Misha	4,650	0.67	0.02	0.65	5.25	1	0.90
Huachua	4,570	5.60	0.62	4.98	13.90	1	0.90
Huampar	4,628	3.80	0.47	3.33	9.80	1	0.90
Chiche	4,491	2.60	0.38	2.22	9.50	1	0.90
Quitula	4,530	1.80	0.02	1.78	5.60	1	0.70
Huallunca	4,510	1.60	--	1.60	12.05	1	0.90
TOTALES		83.87	8.67	75.20		19	
CUENCA MARCAPOMACOCHA							
Songrar	4,440			9.00	23.50	2	0.95
Antacoto	4,480			62.50	14.70	1	1.40
Marcapomecocha	4,464			14.80	6.60	2	0.95
Marcacocha ¹⁾	4,590			10.70	4.90	3	s.d.
TOTALES				97.00		8	

(資料) 農業省 Sub-direccion de Conservacion de Suelos

(2) 地 質

リマック川流域の地形分類は既往の調査報告書によれば、図-5.4(1)に示す如く7タイプに区分され、それらは次の通りである。

地 形 分 類

区 分	地 形 分 類
I.	Ribera Litoral Playa (海 浜)
II.	Cono de Deyeccion (扇状地)
III.	Zona de Lomas y Monte Islas (丘陵地)
IV.	Estribaciones de la Cordillera Occidental
V.	Valles y Quebradas (河 谷)
VI.	Altiplanicies (台 地)
VII.	Area Glaciadas (氷 河)

地質的には、流域は堆積岩、火山岩、深成岩等から構成されている。堆積岩は流域の最上流部に分布しており、中生代の砂岩、頁岩、礫岩等から成っている。カサパルカからチョシーカにかけては堆積岩、深成岩、火山砕屑岩等が複雑に組み合されている。チョシーカから扇頂部までは主として火山岩から成り、以下下流域は泥らん原堆積物となっている(図-5.4(2))。

流域内では INGEMMET (Instituto Geologico, Minero y Metalurgico = 地質・鉱山・冶金研究所) が中心となって各所で土質調査が実施されているが、これらの既存資料から2例を引用して表-6.2, 図-5.5に示す。

さらにペルーは環太平洋の火山帯に属し、地殻の構造運動が活発であるため、多数の断層や褶曲が発達している。このため岩盤は破碎され、物理的風化作用を受けて多量の岩屑を生じている。

環太平洋地震帯に属することから古来より多くの地震に見舞われており、1586年から1974年の間に発生した地震の震源地及び規模を図-5.6に示す。

上記期間に発生した大地震は、下記の通り11回に達し、そのうち最大のものは、1746年のM=8.4である。

主要地震の発生年月日とその規模

起年月日	マグニチュード
1586. 7. 9	8.1
1595.11.13	7.4
1687.10.20	8.2
1746.10.28	8.4
1806.12.10	—
1828. 3.30	—
1904. 3. 5	7.2
1932. 1.19	6.8
1940. 5.24	8.2
1966.10.17	7.5
1974.10. 3	7.5

(資料) 添付の資料既存状況の資料No 7より

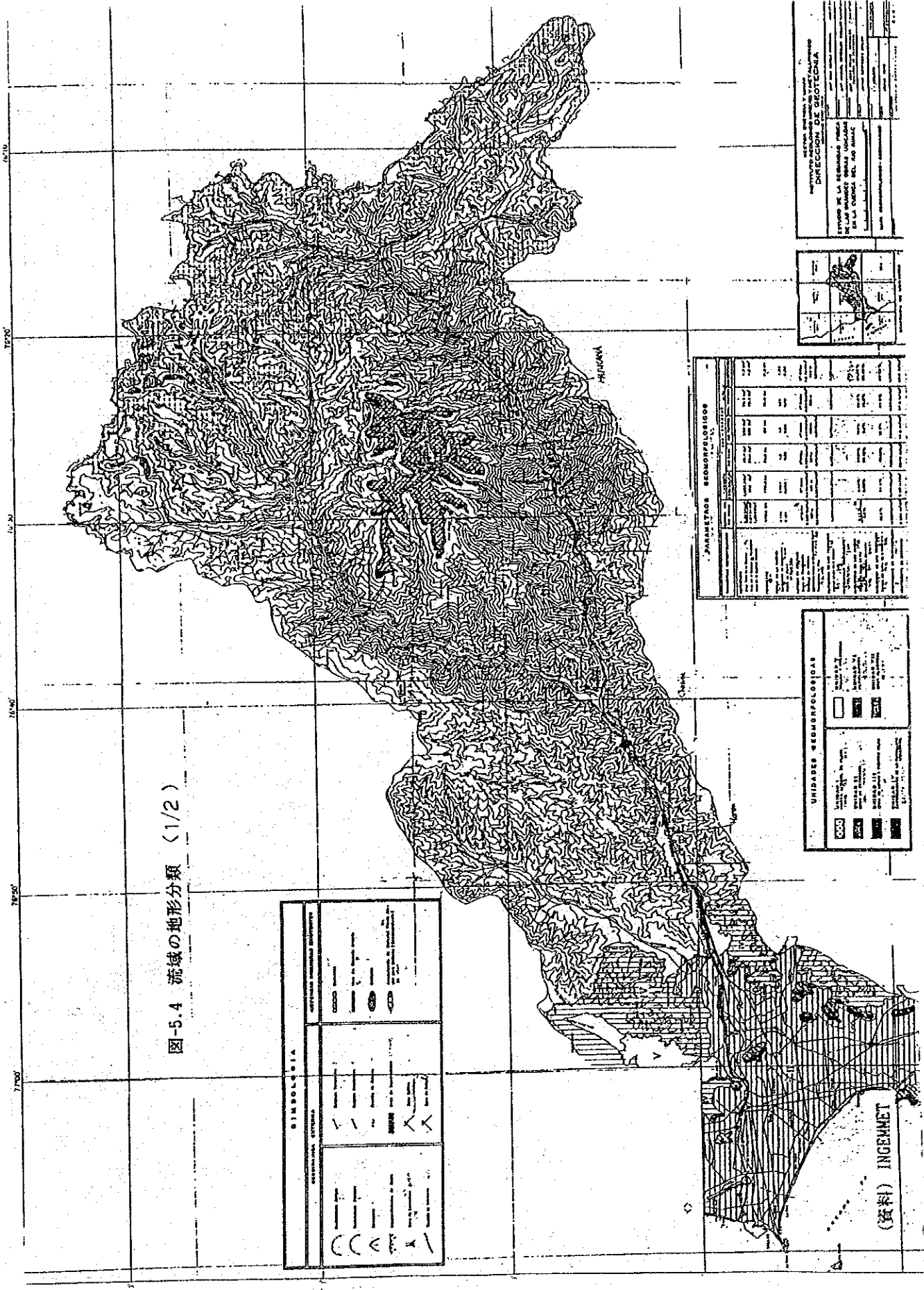
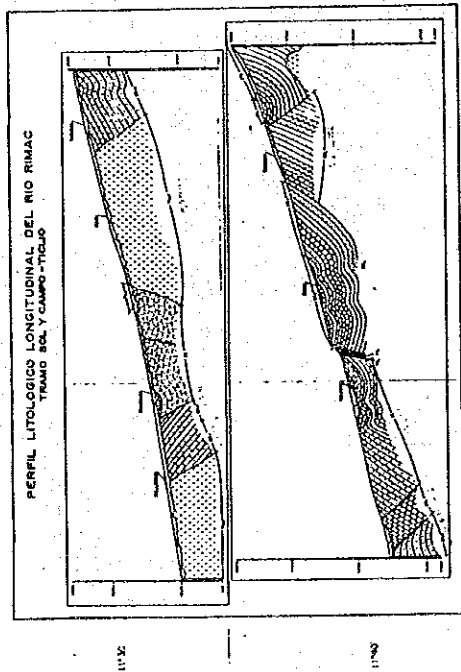


图-5.4 流域の地形分類 (1/2)

図-5.4 流域の地質概要 (2/2)



MATERIALES LITOLÓGICOS		MATERIALES LITOLÓGICOS	
1	...	1	...
2	...	2	...
3	...	3	...
4	...	4	...
5	...	5	...
6	...	6	...
7	...	7	...
8	...	8	...
9	...	9	...
10	...	10	...
11	...	11	...
12	...	12	...
13	...	13	...
14	...	14	...
15	...	15	...
16	...	16	...
17	...	17	...
18	...	18	...
19	...	19	...
20	...	20	...
21	...	21	...
22	...	22	...
23	...	23	...
24	...	24	...
25	...	25	...
26	...	26	...
27	...	27	...
28	...	28	...
29	...	29	...
30	...	30	...
31	...	31	...
32	...	32	...
33	...	33	...
34	...	34	...
35	...	35	...
36	...	36	...
37	...	37	...
38	...	38	...
39	...	39	...
40	...	40	...
41	...	41	...
42	...	42	...
43	...	43	...
44	...	44	...
45	...	45	...
46	...	46	...
47	...	47	...
48	...	48	...
49	...	49	...
50	...	50	...

(資料) INGENMET

表-5.2 土質(粒度)分析結果 (1/2)

SOLICITANTE : INGEMMET
 PROYECTO : OBRAS DE SEGURIDAD FISICAS CUENCA DEL RIMAC
 UBICACION : MINAS MILLOTINGO-PACOCOCHA
 FECHA : 6 de enero de 1982

MUESTRA	ANALISIS GRANULOMETRICO										HUMEDAD	PESO	SUCS
	% QUE PASA MALLA N°												
	10	20	30	40	50	60	70	80	100	200	%	G	
MC-1,M-1	100	99	97	91	75	39	39	39	30	16	8	2.68	SM
MC-2,M-1				100	99	87	87	87	78	58	22	2.64	ML
MC-3,M-1		100	98	84	63	30	30	30	23	12	9	2.66	SM
MC-4,M-1		100	98	81	62	30	30	30	23	12	8	2.70	SM
PC-1,M-1		100	98	82	67	38	38	38	31	18	5	2.91	SM
PC-2,M-1		100	99	87	75	47	47	47	40	22	9	2.90	SM
PC-3,M-1		100	98	85	71	43	43	43	35	19	8	2.89	SM

MUESTRA	DENSIDAD	
	MINIMA (GR/CC)	MAXIMA (GR/CC)
MC-1,N-1	1.31	1.62
MC-2,M-1	1.01	1.43
MC-4,M-1	1.36	1.74
PC-1,M-1	1.40	1.81
PC-2,M-1	1.39	1.77
PC-3,N-1	1.30	1.57
MC-3,M-1	1.30	1.61

(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

表-5.2 土質(粒度)分析結果 (2/2)

SOLICITANTE: INGENMET
 PROYECTO : PRESA DE RELAVES NUEVA YAULIYACU-CASAPALCA
 FECHA : 13-07-82

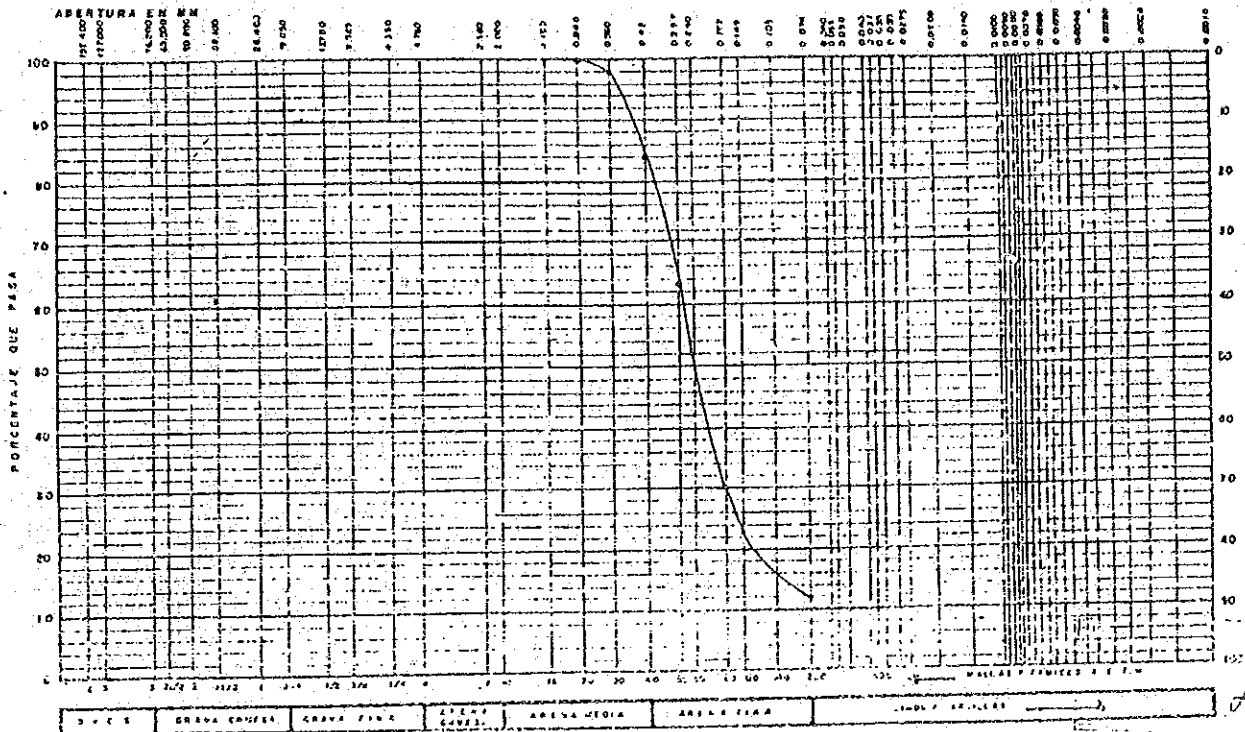
ANALISIS GRANULOMETRICO
 % QUE PASA MALLA N°

MUESTRA	PROFUNDIDAD (mts.)	10	20	30	40	50	100	200	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITE DE PESO ESPECI-		DENSIDAD		
		% QUE PASA MALLA N°								ATTEBERG	FICO	MINIMA (gr/cc)	MAXIMA (gr/cc)	
										Li. (%)	LP (%)	G		
NY-1	0.00-0.50		100		100	--	99	84	26	22	NP	2.84	1.00	1.55
Y-1	0.00-0.50						100	98	77	34	25	2.84	0.82	1.24
NY-2	0.00-0.50	100	98	90	74	59	27	11	3	--	NP	2.93	1.51	1.90
Y-2	0.00-0.50		100	97	93	86	60	41	7	17	NP	2.86	1.37	1.80
NY-3	0.00-0.50	100	99	94	80	67	28	10	2	--	NP	2.90	1.46	1.84
Y-3	0.00-0.50	100	98	91	75	61	27	11	3	--	NP	2.94	1.44	1.82
NY-4	0.00-0.50	100	98	88	69	54	19	6	3	--	NP	2.92	1.41	1.77
Y-4	0.00-0.50	100	95	76	50	35	18	13	5	--	NP	2.81	1.38	1.77
NY-5	0.00-0.50	100	98	90	76	64	29	10	3	--	NP	2.91	1.41	1.78
Y-5	0.00-0.50	100	98	86	70	56	24	10	3	--	NP	2.92	1.43	1.84
NY-6	0.00-0.50	100	98	92	69	56	23	5	6	--	NP	2.90	1.41	1.78
Y-6	0.00-0.50		100	99	90	71	37	26	8	--	NP	2.91	1.37	1.75
Y-7	0.00-0.50	100	99	94	81	72	42	27	9	20	NP	2.89	1.36	1.77

図-5.5 土質(粒度)分析結果 (1/2)

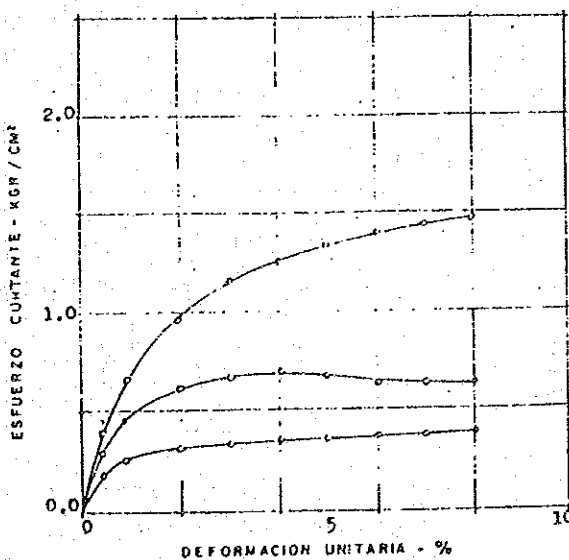
CURVA GRANULOMETRICA

Solicitado por	INGEMMET	Muestra	MC-3, M-1
Obro	OBRAS DE SEGURIDAD FISICAS CUENCA DEL RINAC	Profundidad en metros	
Ubicación	PRESA DE RELAVES MILLOTINCO	Clasificación	S.U.O.S. = SM
Ing. Responsable	D.H.G.R.	fecha	6-1-82
			Ne Plástico

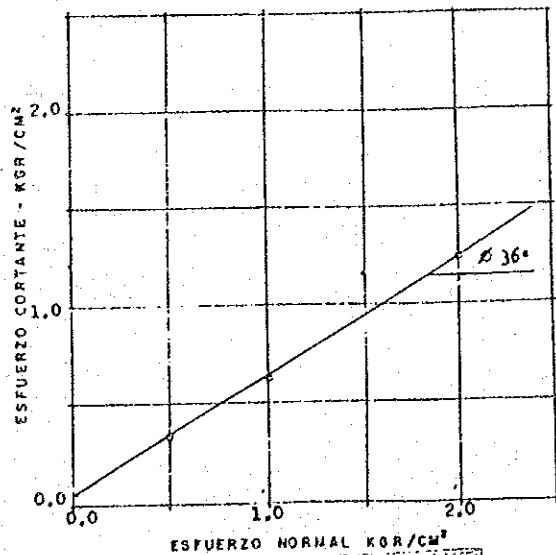


Solicitante : INGENMET
 Proyecto : OBRAS DE SEGURIDAD FISICAS, CUENCA DEL RINAC
 Ubicación : PRESA DE RELAVES MILLOTINCO

Muestra : MC-3, M-1
 Profundidad :
 Fecha : 11-12-81



γ_w	γ_d
(KGR/cm ³)	(GR/cc)
0.5	1.51
1.0	1.51
2.0	1.51



w_0
(%)
4
4
4

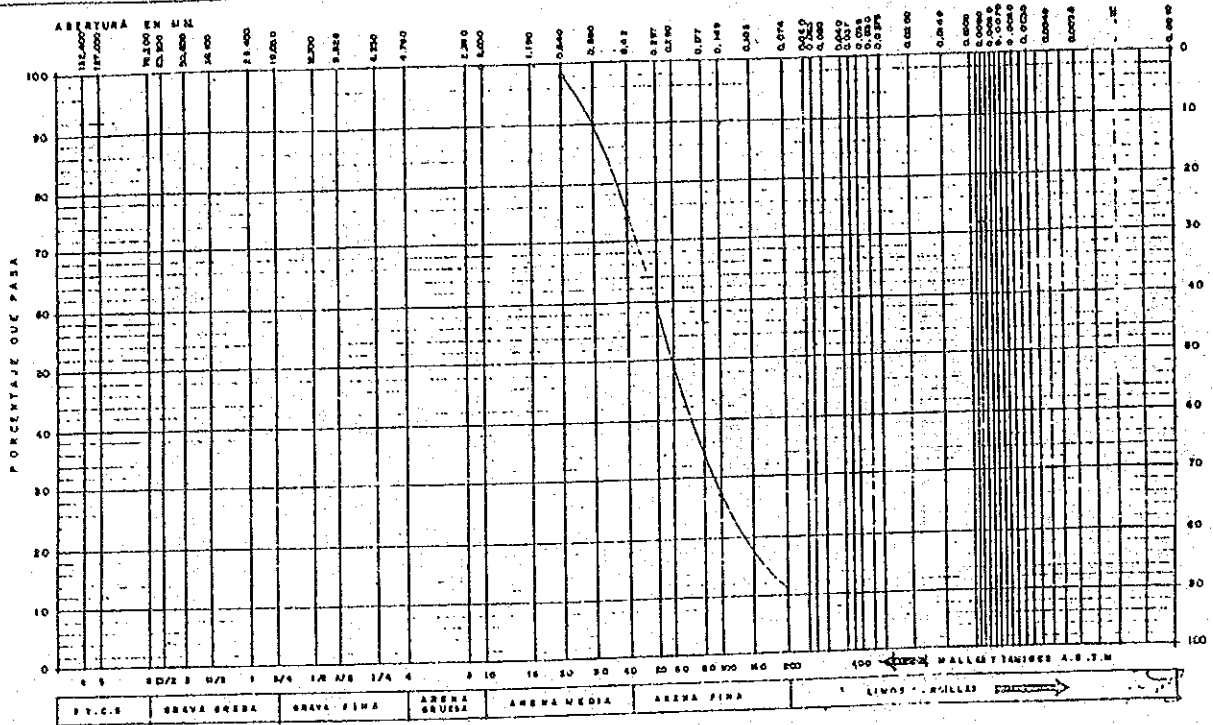
ING. DOLIS BERTICORENA S.S.
 JEFE ENCARGADO DEC 1 M 8

(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

圖-5.5 土質(粒度)分析結果 (2/2)

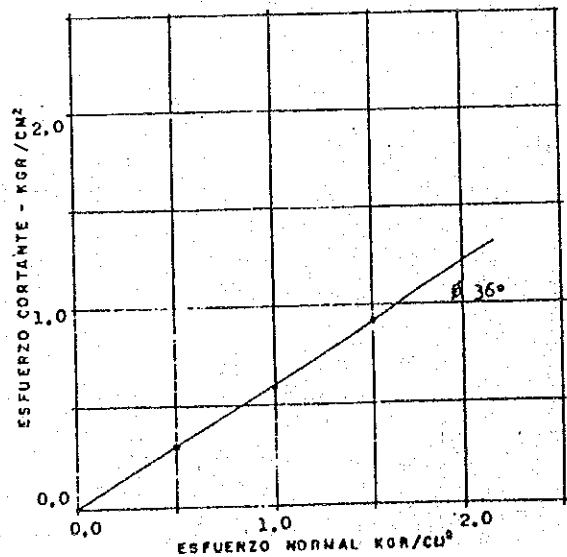
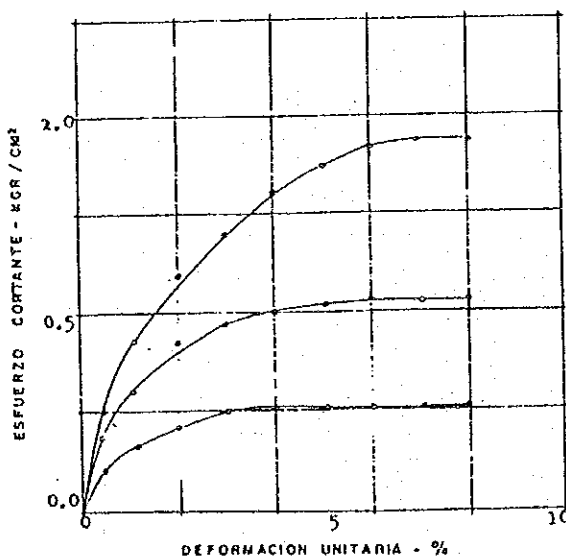
CURVA GRANULOMETRICA

Solicitado por INGENMET Muestra NY-2
 Obra PRASA DE RELAYOS NUEVA YAULIYACU Profundidad en muestra 0.3
 Ubicación CASAPALCA Clasificación _____
 Ing. Responsable D.K.G.P. Fecha 1)-7-82



Solicitante : INGENMET
 Proyecto : Prasa De Relayos Nueva Yauliyacu
 Ubicación : Casapalca

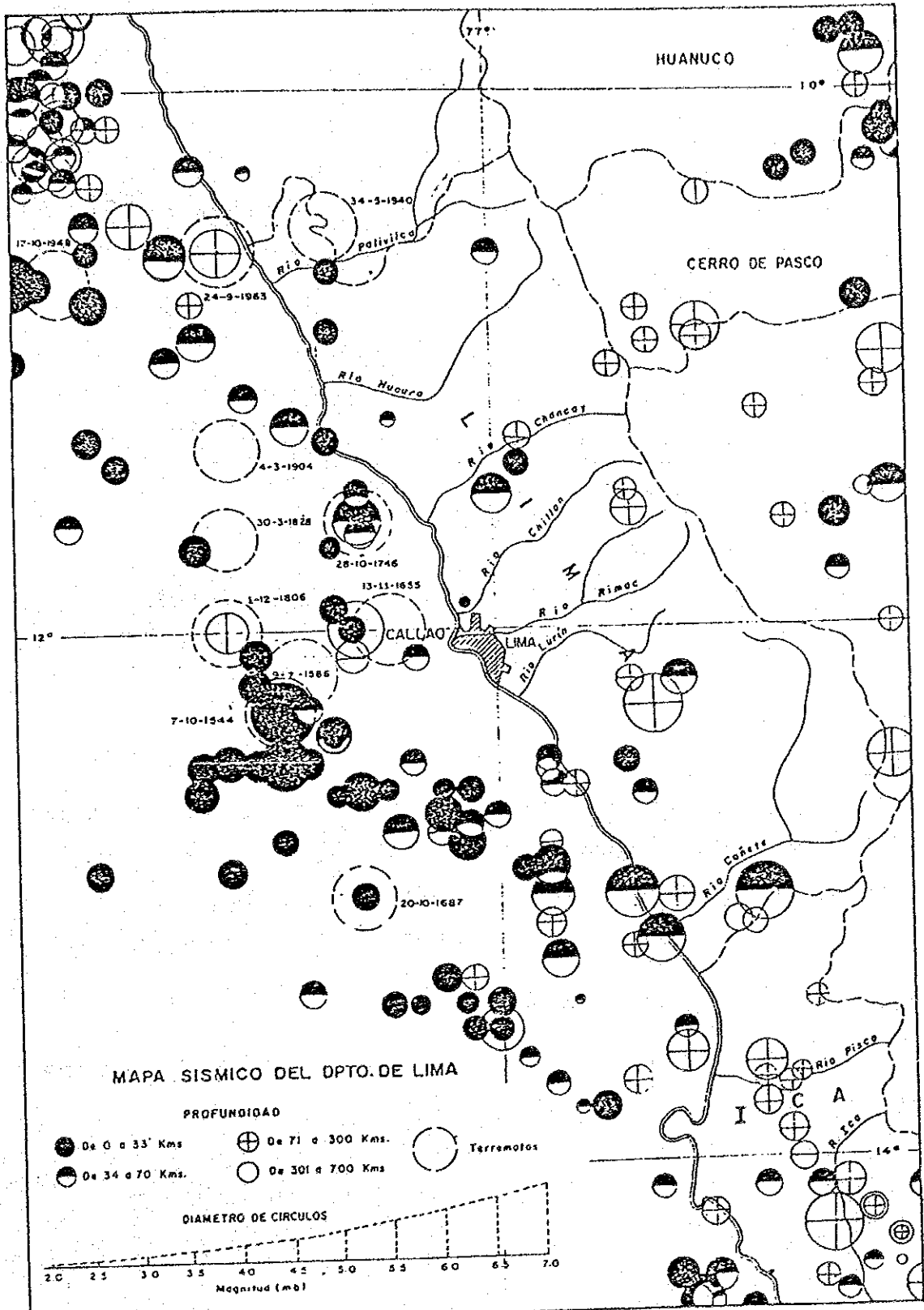
Muestra : NY-2
 Profundidad : 0,00-0,50 mts
 Fecha : 29-6-82



τ_0 (KGR/cm ²)	γ_0 (GR/cc)	w_0 (%)
0.50	1.54	9
1.00	1.54	9
1.50	1.54	9

ING. DELIA MARTICORENA O.R.
 JEFE ENCARGADO DTL L.M.S.

図-5.6 既往地震の発生位置概要



(3) 航空写真及び地形・地質図

航空写真

リマック川流域の航空写真は、IGN (Instituto Geografico Nacional = 国土地理院) と SAN (Servicio Aero Fotografico Nacional : 空軍) によって撮影、保管されている。

リマック川流域をカバーする航空写真としては、1962年に撮影したものが縮尺1/40,000として整理されている。この他流域の一部を対象とした写真もあり、これらをまとめて以下に示す。航空写真の国外持出しに当っては事前に許可を得る必要がある。

既存の航空写真の賦存状況

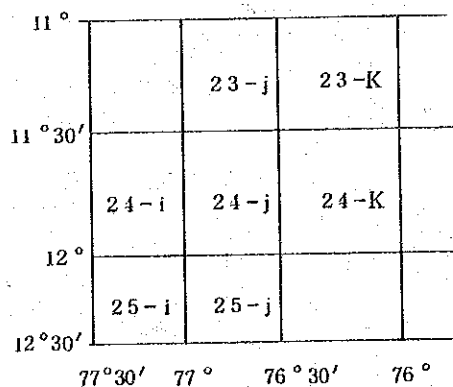
撮影年度	縮尺	対象地域
1962	1/40,000	全 域
1971	1/17,000	下流の農用地
1974	1/ 2,500	リマ市街地
1976	1/25,000	リマ市街地とその周辺
1984	1/20,000	同 上

(資料) IGN

地形図

地形図は前述のIGNにより作成されている。流域をカバーするものとしては、上記1962年撮影の航空写真にもとずいて図化された縮尺1/100,000の地形図がある。この1/100,000地形図のIndex Map (収集済) によれば次のMap No. によって流域はカバーされる (コンター間隔は50m, 補助として25m 記入) 。

1/100,000 地形図の Index Map



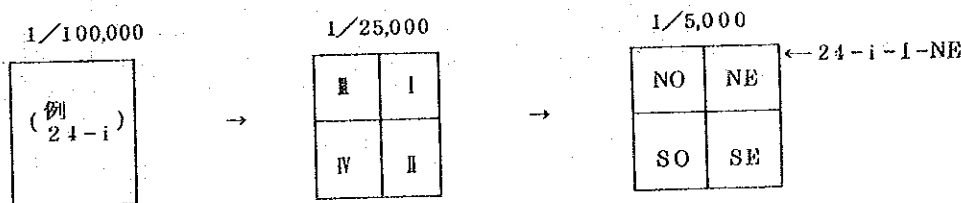
さらに、リマ市街地あるいは河道治いを中心として次のような地形図がIGNとSANによって準備されている。これらの内、1/25,000は農林省、農地地籍課にも保管されている。

既存の地形図賦存状況

縮尺	航空写真の撮影年度	対象区域
1/25,000	— 1962	ほぼ全域
	— 1971, 1984	リマ市街地, その他
1/10,000	1971	下流の農用地
1/5,000	—	リマ市街地及び リマック川, サンタエウラリヤ 川河道部
	1986 (6 by SAN)	リマック川中下流部河道平面図

(資料) IGN

さらに小スケールの地図は次のルールで Index No がつけられている。



地質図

地質・土質関係は、INGEMMETが中心となって流域内の各所で地質・土質調査を実施している。この他UNI (Universidad Nacional de Ingeniera)も地質調査を実施している。流域の地質概要を示すものとしてはINGEMMET作成による1/100,000地質図が用意されている(図-5.4(2)参照)。

5-4 気象, 水文状況

(1) 気象一般

リマック川流域は南緯12度の熱帯地域に属しているにもかかわらず、沿岸を北上するフンボルト寒流の影響で比較的温暖な気候を示している。リマック川の主要部が位置する海岸地帯では、夏期(11月~4月)と冬期(5月~10月)に、アンデス高原では雨期(11月~4月)と乾期(5月~10月)に区分できる。

リマ市のCampo de Marteにおける1984年の一般気象特性は次の通りであり、特に冬期の日照時間と降雨量が極めて少ない点が特徴である。冬期のリマ市は約3ヶ月間にわたり

雲に覆われており、湿度も高い。

リマ市の気象特性

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
平均気温 (°C)	22.9	22.2	22.3	20.7	18.3	17.3	16.7	16.4	17.0	17.6	18.9	21.0	—
平均湿度 (%)	81	85	82	85	86	86	83	87	84	84	84	83	—
日照時間 (hr)	227	190	196	240	184	72	56	39	71	92	137	201	1,705
降雨量 (mm)	—	1.0	0.5	—	—	1.4	—	2.0	0.3	0.4	1.3	0.7	67.6
平均風速 (m/s)	1.3	0.7	0.7	0.3	0.7	1.0	0.7	0.7	1.3	1.3	1.3	1.3	—

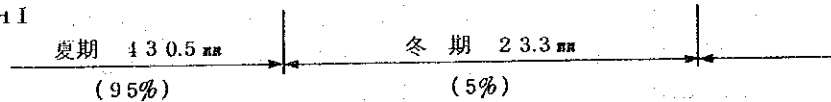
(資料) SENAMHI

次に流域山地部の中流に位置するマトカナの1984年における月別降雨量は次の通りである。

マトカナの降雨月別分布

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
降雨量 (mm)	34.1	196.8	86.5	10.5	1.0	1.8	0.0	0.0	0.0	20.5	29.2	73.4	453.8

(資料) SENAMHI



マトカナ観測所の位置や標高から判断すると当降雨量は流域平均雨量の値をほぼ示すものと推察されるが、上表で見られる通り夏期に全体の95%、特に12月~3月の4ヶ月間に86%が集中している。本流域では1925年、1982~4年にみられるように数年に一度、海水の温度が上がるエル・ニーニョ (El Nino) と呼ばれる海流の異常現象の発生時に大豪雨が流域にもたらされている。

(2) 降雨観測所と降雨量

流域内の降雨観測は、SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología : 気象庁) によって実施されている。SENAMHI 資料によれば、流域内の降雨観測所は、表-5.3、図-5.7 に示す如く、34ヶ所 (数ヶ所の予定ヶ所を含む) に配置されていると報告されている。しかしながら維持管理不足、財政的制約から多くの観測所で観測が停止している。継続している観測所としては、Campo de Marte (Lima), Nana, Matucana Carampoma, San José de Parac, Sta Eulalia, Laguna Quisha, Mina Colpue 等が挙げられる。これらの観測データは日雨量として、他の多くは月雨量として整

理されている。

既往調査結果から流域の下，中，上の各域別の月平均降雨量と豊水年，渴水年の等雨量線図をそれぞれ，表-5.4と図-5.8に示す。さらに既存資料をもとに主要観測地点に対して求められた確率年別の年，月雨量を図-5.9に示す。同図によれば，各地点別の結果は次のようである。

地点別確率年雨量				
確率年	地点雨量(mm)			
	Lima	Sta. Bulalia	Matucana	Casapalca
1/1	65	28.0	110.0	478.0
1/2	25.5	86.0	260.0	698.0
1/5	40.0	142.0	342.0	904.0
1/10	48.0	174.0	390.0	1,020.0
1/20	52.1	212.0	420.0	1,290.0
1/50	59.9	—	—	—

(資料) 添付の資料賦存状況の資料No.7より

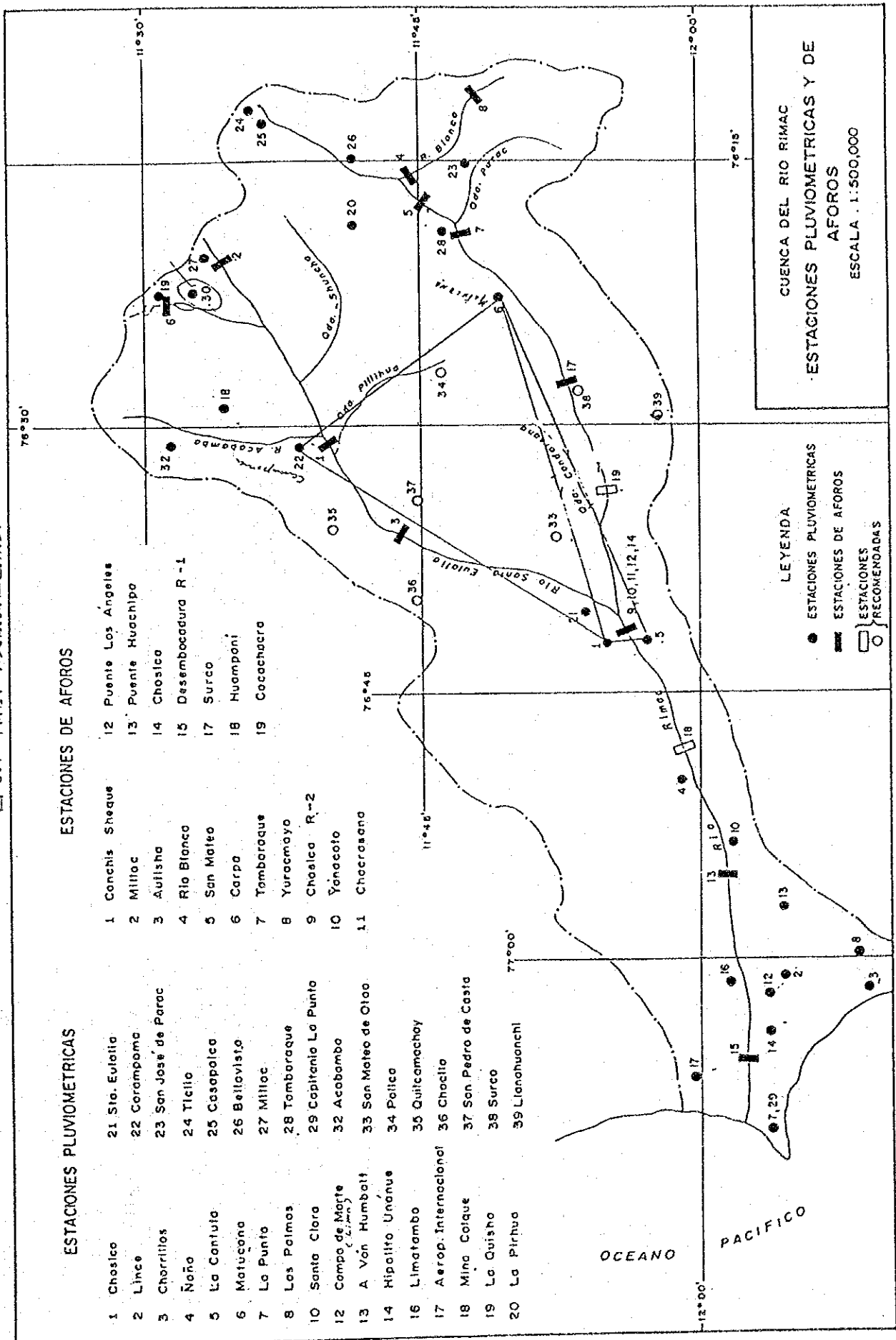
表-5.3 降雨観測所一覽

RELACION DE OBSERVATORIOS PLUVIOMETRICOS EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC

N°	Estación	Altitud M.s.n.m.	Coordenadas Geográficas	Período Años	Prec. prom. anual (mm.)
1	Chosica	851	11° 05' 00" Lat.S 76° 42' 00" Long.W	1947-	77.9
2	Lince	109	12° 05' 00" Lat.S 77° 01' 00" Long.W	1953-	23.9
3	Chorrillos	37	12° 10' 00" Lat.S 77° 02' 00" Long.W	1950-	20.9
4	Raña	566	11° 59' 00" Lat.S 76° 50' 00" Long.W	1969-	7.2
5	La Cantuta	850	11° 57' 00" Lat.S 76° 42' 00" Long.W	1973-	69.2
6	Matucana	2,378	11° 50' 00" Lat.S 76° 23' 00" Long.	1964-	252.4
7	La Punta	13	12° 04' 00" Lat.S 77° 10' 00" Long.W	1944-	9.1
8	Las Palmas	76	12° 09' 00" Lat.S 77° 00' 00" Long.W	1962-	37.9
10	Santa Clara	415	12° 02' 00" Lat.S 17° 53' 00" Long.W		
12	Campo de Mar te.	137	12° 04' 00" Lat.S 77° 02' 00" Long.W	1927-	15.9
13	A Von Hum bolt.	238	12° 05' 00" Lat.S 76° 57' 00" Long.W	1930-	
14	Hipólito Unge nue.	70	12° 04' 00" Lat.S 77° 04' 00" Long.W	1968-	12.5
16	Limatambo	136	12° 02' 00" Lat.S 77° 01' 00" Long.W	1949-	34.3
17	Aeropuerto Internacio- nal.	13	12° 00' 00" Lat.S 77° 07' 00" Long.W	1960-	8.4
18	Mina Colque	4,600	11° 35' 00" Lat.S 76° 29' 00" Long.W	1969-	856.3
19	La Quisha	4,650	11° 31' 00" Lat.S 76° 23' 00" Long.W.	1968-	843.8
20	La Pirhua	4,750	11° 41' 00" Lat.S 76° 19' 00" Long.W.	1969-	876.1
21	Santa Eula- lia.	1,030	11° 54' 00" Lat.S 76° 40' 00" Long.W.	1963-	87.12
22	Carampoma	3,272	11° 39' 00" Lat.S 76° 31' 00" Long.W.	1965-	374.0
23	San José de Rímac.	3,800	11° 48' 00" Lat.S 76° 15' 00" Long.W.	1965-	409.8
24	Ticlio	4,800	11° 36' 00" Lat.S 76° 12' 00" Long.W.	1957-	702.7
25	Casapalca	4,143	11° 37' 00" Lat.S 76° 13' 00" Long.W.	1947-	740.7
26	Bellavista	3,950	11° 41' 00" Lat.S 76° 16' 00" Long.W.	1945-	603.7
27	Milloc	4,400	11° 34' 00" Lat.S 76° 21' 00" Long.W.	1968-	890.2
28	Tamboraque	3,100	11° 47' 00" Lat.S 76° 19' 00" Long.W.	1970-	457.3
29	Capitania La Punta.	4	12° 04' 00" Lat.S 77° 10' 00" Long.W.	1942-	10.6
32	Acobamba	4,200	11° 33' 00" Lat.S 76° 31' 00" Long.W.	1942-	785.7

(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

图-5.7 降雨、水文观测位置概要



DATOS: SERANMI DGE, MEM. EPAN.

表-5.4 流域各地点別月雨量

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC

CUENCA BAJA

Estacion	ENERO	FEB.	MARZ.	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGOST.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Prom. Anual.	Prec. Max.	Prec. Min.	Periodo
Lince	0.0	0.7	0.3	0.1	0.9	1.7	4.7	5.5	5.7	2.5	0.9	0.2	23.9	27.3	22.0	1953/63
Chorrillos	1.2	0.8	0.4	0.3	0.8	2.6	3.4	3.6	3.1	1.8	1.7	0.8	20.9	34.0	14.7	1950/68
La Punta	0.5	0.5	0.2	0.2	1.1	1.3	0.7	3.8	1.3	0.4	0.1	0.1	9.1	16.1	0.0	1944/76
Las Palmas	3.0	1.0	0.1	0.1	1.7	2.1	2.5	6.4	7.2	2.9	0.9	1.0	37.9	156.1	10.2	1962/77
Campo Marte (↗)	1.1	0.5	0.6	0.3	2.0	3.6	4.5	5.2	4.9	2.0	1.0	0.6	25.9	59.0	3.8	1927/76
A. Von Humbolt	1.1	0.7	0.6	0.5	1.5	2.5	2.6	2.9	2.1	1.0	0.6	0.6	17.4	39.3	0.9	1930/76
Naña	1.4	0.7	1.4	0.08	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	7.2	17.2	0.6	1964/76
Aereopuerto Intern.	1.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.9	1.3	1.9	0.1	0.3	0.1	0.3	8.4	20.5	2.0	1961/75
CUENCA MEDIA																
Santa Eulalia	19.9	19.8	39.76	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	1.0	2.25	0.68	5.15	87.12	200.1	28.5	1964/67
Matucana	47.9	61.3	67.9	15.9	2.5	0.05	0.05	0.15	4.5	8.5	8.7	31.8	252.4	395.6	107.2	1964/80
Carampona	75.9	91.3	90.06	25.1	2.6	0.4	0.1	2.0	10.7	18.0	11.9	44.9	274.0	748.8	175.8	1965/80
CUENCA ALTA																
La Quisha	137.3	142.5	151.6	78.0	25.4	10.6	16.5	16.19	46.21	64.	57.1	99.3	843.8	1,257	311.5	1969/80
Ticlio	94.5	121.5	100.5	57.8	29.9	7.9	10.3	17.7	39.5	66.1	53.6	87.6	702.7	895.4	592.4	1957/68
Casapalca	114.3	139.3	128.9	56.3	23.2	7.8	6.7	10.8	37.0	54.5	62.5	94.3	940.7	1,492.2	478.2	1947/80
Bellavista	120.14	130.8	128.2	48.2	15.6	2.98	2.5	4.5	20.6	39.81	52.82	84.3	649.4	1,172.8	204.2	1945/76
Milloc	134.9	128.4	159.1	82.2	19.5	3.3	12.5	15.4	52.3	70.3	63.7	136.1	890.2	1,124.2	717.7	1968/75

(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

图-5.8 等雨量线图

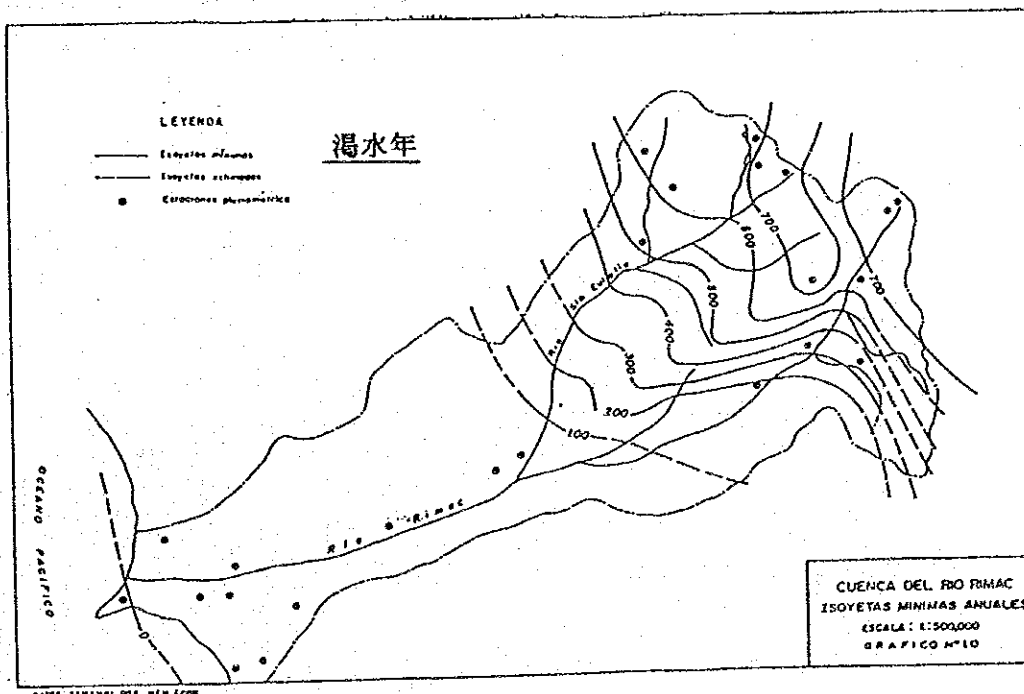
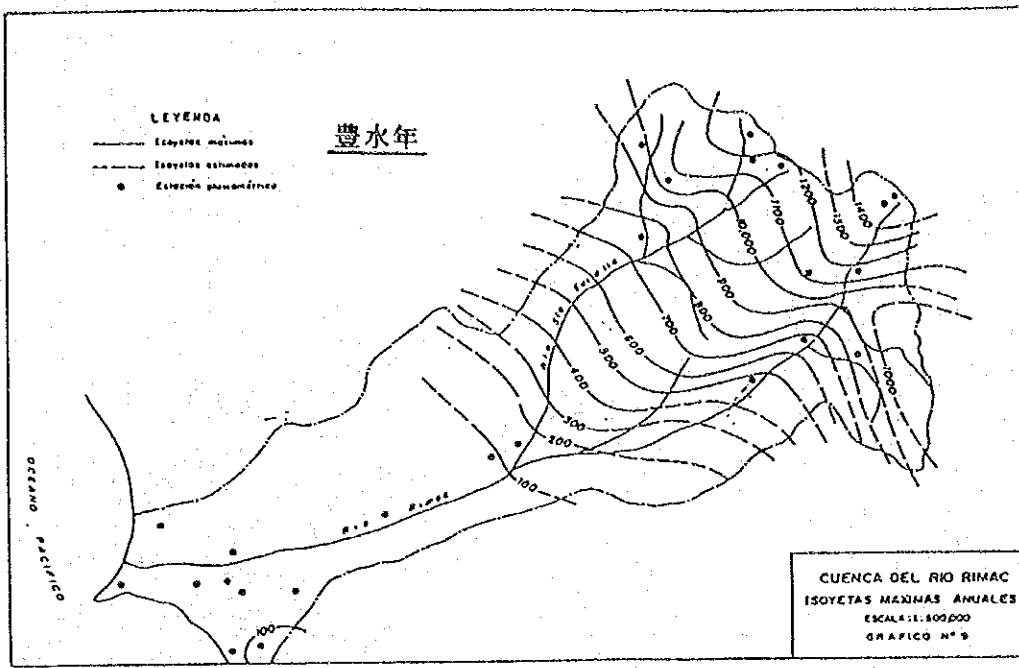
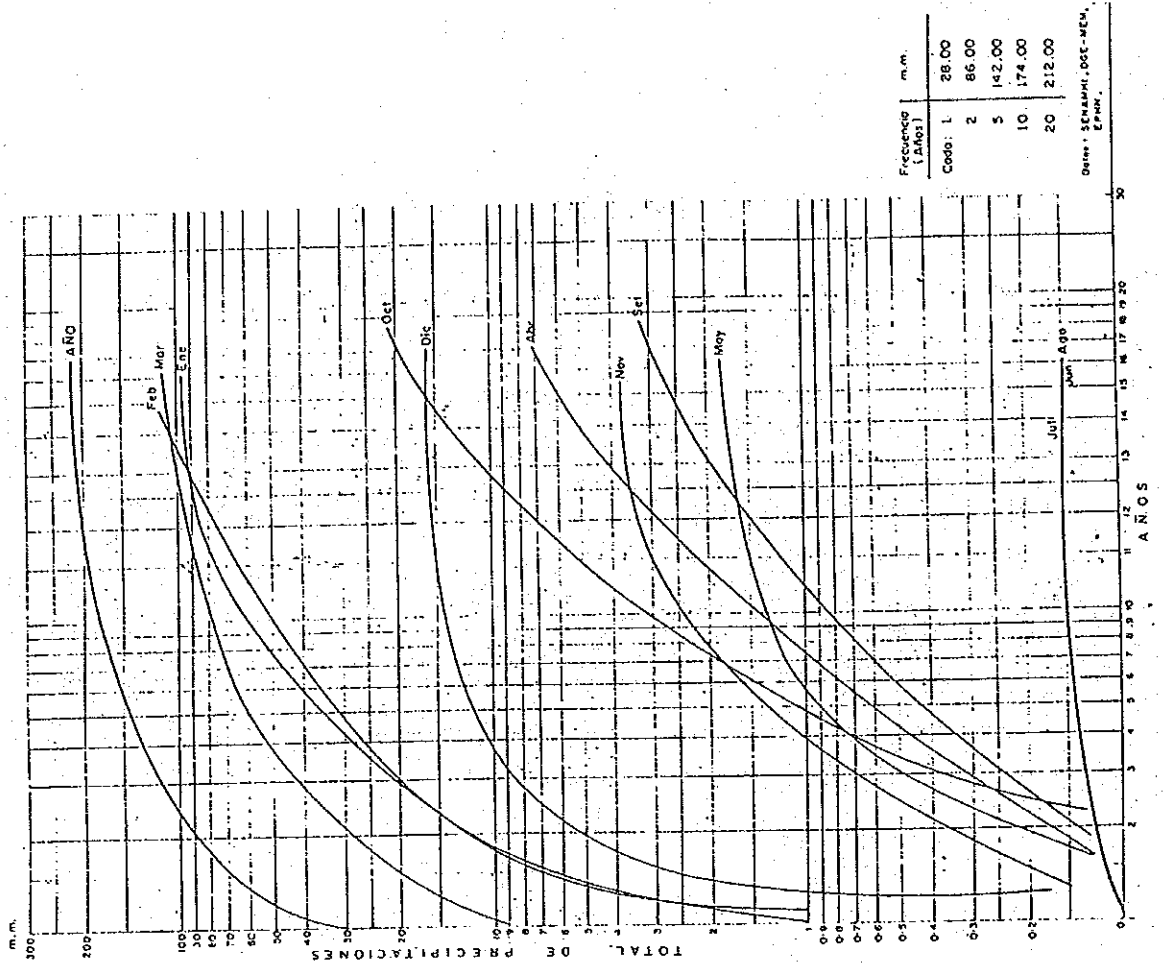
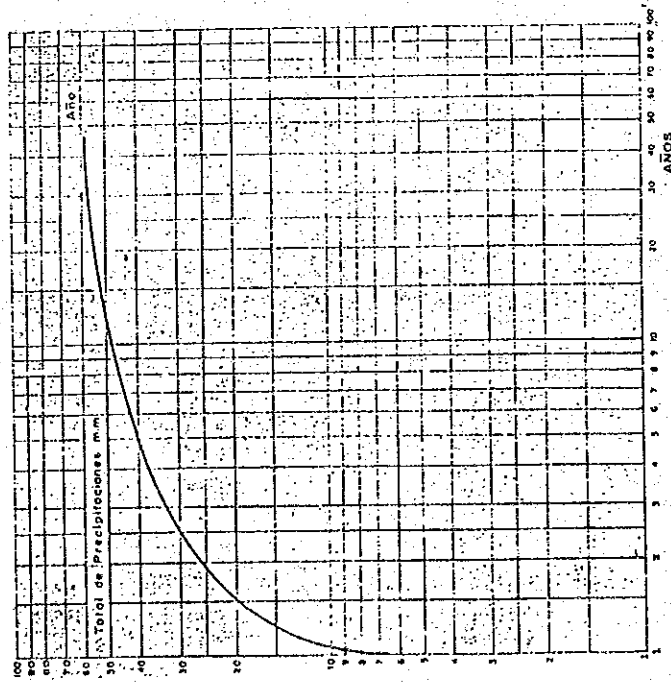


図-5.9 確率別の年、月雨量 (1/2)

Frecuencias medias anuales de las precipitaciones anuales y mensuales en la Estación Meteorológica Santa Eulalia período 1963 - 1977.



FRECUENCIA MEDIA ANUAL DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES EN LA ESTACION DEL CAMPO DE MARTE (Lima) EN PERIODO 1927 - 1976

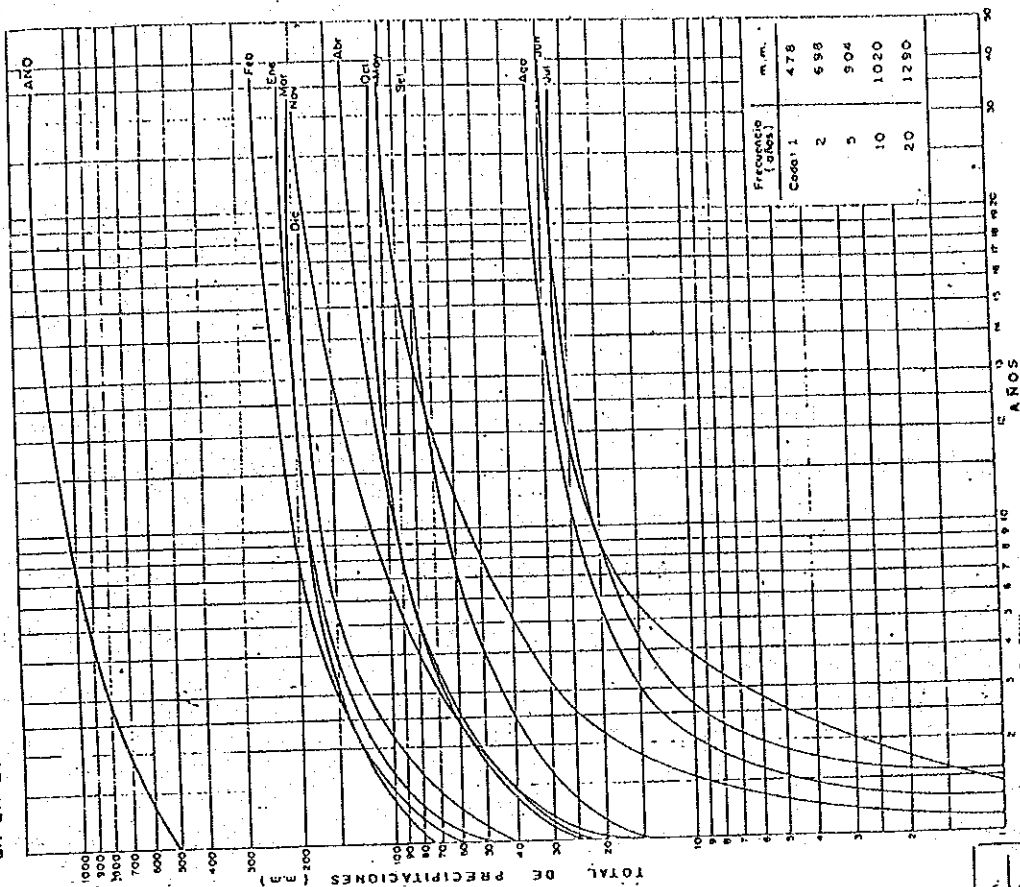


(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

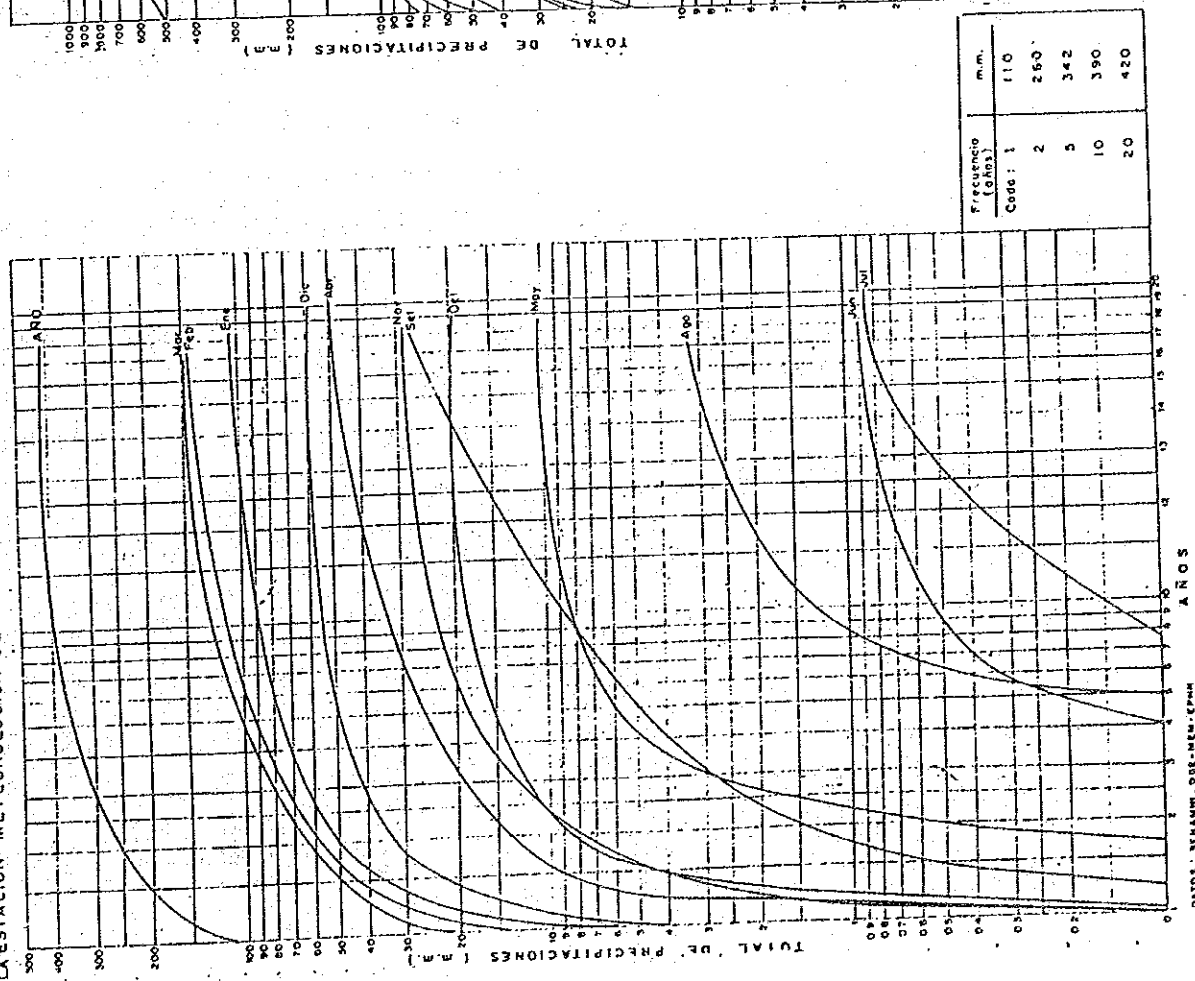
FRECUENCIA	m.m.
Codo: 1	6.5
2	23.5
3	33.1
5	40.0
10	48.0
20	51.1
50	59.9

図-5.9 確率別の年、月雨量(2/2)

FRECUENCIAS MEDIAS ANUALES DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES Y MENSUALES EN LA ESTACION PLUVIOMETRICA DE CASAPALCA - PERIODO 1947-1980.



FRECUENCIAS MEDIAS ANUALES DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES Y MENSUALES EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MATUCANA - PERIODO 1964-1980



(3) 水位・流量

主要地点の水位・流量は、降雨観測と同様に SENAMHI によって観測整理されている。

水位観測所数は、前出の図-5.7に見られるように18ヶ所(予定地点の2ヶ所を含む)に達する。しかしながら、降雨観測と同様に多くの観測所で観測は停止または廃止の状態にある。本調査団の得た情報によれば、時刻水位として6時、10時、14時及び18時の1日4回の観測を実施している観測所は Chosica, San Mateo および Rio Blanco の3地点のみである。

これら観測水位はH-Q図により流量に換算され、Chosica においては日流量としてまた他の2観測所では月流量として公表されている。さらに水力発電を担当する Electro Lima にも水位・流量観測を実施しているとの情報があった。

最大支川のサンタエウラリヤ川の合流直後の Chosica で観測された1959年から1985年までの月平均流量を表-5.5に示す。同表によれば過去26年間の最大月流量は $216\text{m}^3/\text{s}$ (1981年2月)、また最小月流量は $133\text{m}^3/\text{s}$ (1965年6月)となっている。流域上流の Surco, San Mateo, Rio Blanco および Autisha (Sta. Eulalia 川) における月別平均流量を表-5.6に示す。

既往調査およびヒアリングによれば、チョシーカにおける1921年の観測開始以降の最大流量は、1925年 El Nino によってもたらされた豪雨時の $500\text{m}^3/\text{s}$ であったと言われている。またこの時の河口における最大流量は $600\text{m}^3/\text{s}$ と報告されている。

さらに El Nino が誘因となった1984年の2月洪水ではチョシーカで $145\text{m}^3/\text{s}$ であったと報告されている。これら洪水の規模は1925年の場合が1/100, 1984年のそれが1/30と推定されている。

チョシーカにおける流況として豊水年、平水年、渇水年の日単位の流量ハイドログラフを図-5.10に、1986年1月時点のH-Qカーブを図-5.11に示す。さらに Chosica, San Mateo, Rio Blanco の3地点において確率流量が算定されており、この結果を図-5.12に示し、以下に主要確率年に対する推算値を示す。

推算流量結果

確 率	流 量 (m^3/s)		
	Chosica	San Mateo	Blanco
1/1	75	24	115
1/2	125	35	196
1/5	171	43	275
1/10	195	45	315
1/20	210	46	320

(資料) 添付資料賦存状況の資料No.7より。

表-55 年別最大流量

(unit = m³/s)

Estacion : Chosica, Rio Rimac

NO.	ANO HIDROLOGICO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	MAXIMA
1	1959-60	13.95	21.65	19.90	36.40	60.90	69.50	77.40	28.10	21.40	13.70	13.85	15.00	77.40
2	1960-61	14.30	16.80	18.20	16.85	59.80	70.50	65.40	49.70	26.60	16.40	14.25	13.75	70.50
3	1961-62	13.80	14.05	30.30	53.90	84.00	76.60	84.10	49.70	28.15	15.30	15.00	16.00	84.10
4	1962-63	15.10	14.95	16.30	29.00	69.40	74.00	92.20	52.80	25.80	17.70	15.60	15.20	92.20
5	1963-64	15.95	17.65	32.80	63.70	26.70	78.80	72.20	77.30	31.80	17.70	15.60	16.00	78.80
6	1964-65	16.45	16.95	18.20	21.74	26.06	108.10	95.70	27.00	20.80	13.30	13.70	12.50	108.10
7	1965-66	13.35	15.50	15.20	31.80	72.00	54.09	100.60	30.20	24.90	15.80	17.70	14.60	100.60
8	1966-67	15.80	30.60	27.80	42.00	44.30	91.20	100.50	48.20	26.60	20.10	21.20	18.70	100.50
9	1967-68	22.90	32.50	24.10	33.10	39.90	30.10	46.40	35.50	18.90	17.30	15.60	18.90	46.40
10	1968-69	16.75	20.80	28.76	26.60	20.20	33.40	69.30	58.10	20.00	17.55	18.10	16.70	33.40
11	1969-70	17.90	19.60	23.64	75.60	124.80	72.50	64.70	37.90	29.20	20.95	19.30	20.20	124.80
12	1970-71	23.95	23.35	22.50	68.90	66.18	99.30	109.10	49.40	24.50	24.00	22.65	20.80	109.10
13	1971-72	22.75	22.90	20.85	20.85	43.90	73.00	85.80	135.65	34.90	20.73	19.70	19.16	135.85
14	1972-73	19.44	22.20	20.91	42.16	109.05	143.60	123.75	90.84	52.15	22.01	24.44	23.74	143.60
15	1973-74	29.86	26.22	28.73	74.55	67.50	83.75	88.40	63.70	23.40	22.76	20.26	24.90	88.40
16	1974-75	22.37	27.27	25.50	25.27	32.67	64.61	111.30	47.50	28.00	23.40	20.76	24.90	144.00
17	1975-76	23.80	25.50	26.10	33.80	69.00	116.00	91.10	51.10	26.10	22.80	18.00	18.00	116.00
18	1976-77	19.00	19.40	21.00	23.40	28.70	162.00	94.00	60.50	42.80	22.80	22.80	22.80	162.00
19	1977-78	21.60	21.00	46.20	57.40	98.80	151.00	61.30	46.20	21.00	20.40	20.40	19.90	151.00
20	1978-79	18.50	20.40	22.20	51.10	28.70	140.40	144.00	61.30	20.04	20.51	17.92	19.01	144.00
21	1979-80	20.00	20.33	19.67	20.33	91.50	40.11	82.40	85.00	20.51	42.44	18.40	19.05	91.50
22	1980-81	21.65	23.90	28.56	29.40	83.00	216.00	200.00	70.48	27.32	38.50	20.90	24.00	216.00
23	1981-82	28.50	30.40	27.40	57.00	57.50	72.20	74.20	58.40	41.40	31.92	32.55	35.10	72.20
24	1982-83	27.00	30.40	47.80	33.60	46.40	46.40	72.00	108.00	31.50	38.08	33.40	27.52	108.00
25	1983-84	23.22	31.00	29.63	27.00	39.00	103.50	83.80	50.70	28.70	38.08	33.60	31.04	103.50
26	1984-85	27.84	31.92	42.56	67.00	40.00	75.00	115.00	132.00					

(資料) 海軍省 Departamento de Hidrografia

表-5.6 主要地点の月流量 (最小、最大、平均値)

SURCO. PERIODO 1956-1977

MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JUL.	AGOST.	ANUAL	VOLUMEN MILLONES DE H ³
* Mínimo	5.70	6.10	7.20	8.10	9.60	14.80	19.90	12.10	9.40	6.90	5.80	5.60	24.70	331.12
* Máximo	9.10	11.20	11.60	25.39	44.90	56.45	61.02	47.01	22.83	11.52	9.80	8.00	10.54	778.93
* Promedio	7.01	8.11	9.20	23.72	20.92	30.65	35.41	22.61	12.85	9.26	7.60	6.79	15.50	484.31

SAN MATEO. PERIODO 1968 - 1978

MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGOST.	ANUAL	VOLUMEN MILLONES H ³
* Mínimo	4.48	5.96	7.19	10.29	12.57	14.53	17.30	15.92	9.07	7.00	4.95	4.15	11.46	361.402
* Máximo	8.25	4.04	14.64	16.81	27.30	27.47	31.08	22.86	13.38	9.29	8.54	9.02	14.16	446.549
* Promedio	6.74	7.92	9.70	13.32	17.73	21.31	23.25	17.36	11.74	8.43	7.07	6.55	12.60	397.447

BLANCO (RIO BLANCO)

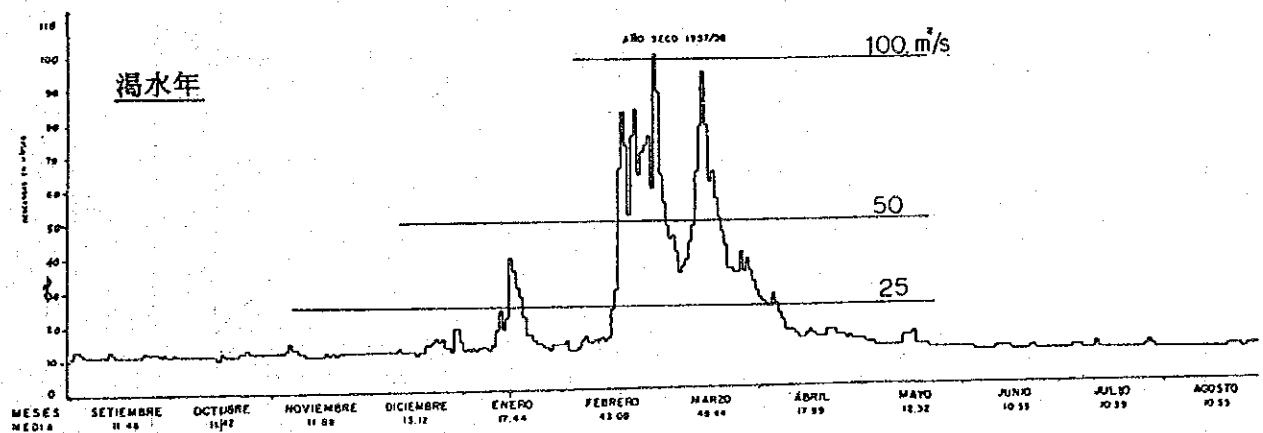
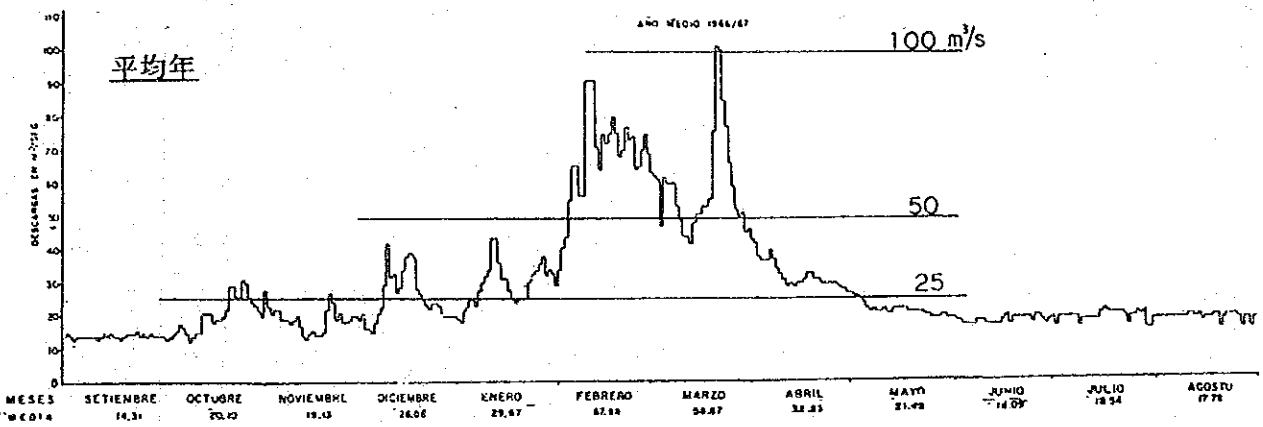
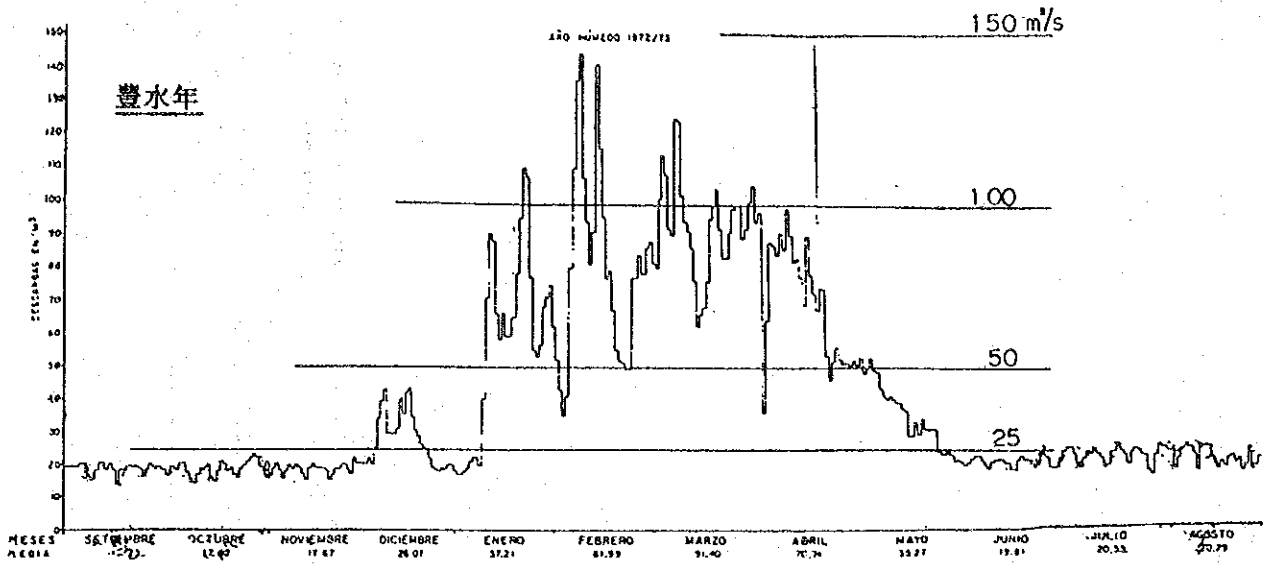
MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENER.	FEBR.	MARZ.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JUL.	AGOST.	ANUAL	VOLUMEN MILLONES H ³
* Mínimo	0.45	0.67	0.83	1.64	1.73	4.57	5.36	2.82	1.23	0.68	0.47	0.38	2.74	87.99
* Máximo	1.49	1.91	5.46	7.22	10.35	13.86	12.14	7.32	3.41	1.45	1.02	0.92	4.11	129.61
* Promedio	0.86	1.17	1.79	3.81	5.68	8.36	88.59	4.73	1.97	0.99	0.70	0.65	3.30	105.53

AUTISHA (RIO SANTA EULALIA)

MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAYO	JUN.	JULIO	AGOST.	ANUAL	VOLUMEN MILLONES H ³
* Mínimo	0.50	0.00	0.40	1.20	1.80	1.70	1.80	1.30	0.60	0.50	0.40	0.40	1.77	55.81
* Máximo	8.60	8.70	9.28	17.20	24.00	36.40	113.40	20.10	9.00	6.90	7.70	8.00	15.80	498.26
* Promedio	4.72	4.72	4.52	5.63	8.52	15.50	21.56	10.03	4.43	3.60	4.16	4.50	7.58	239.04

(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

図-5.10 流量ハイドログラフ (Chosica)



(資料) 海軍省 Departamento de Hidrografia

図-5.11 H-Q図の一例 (1986.1月 Chosica)

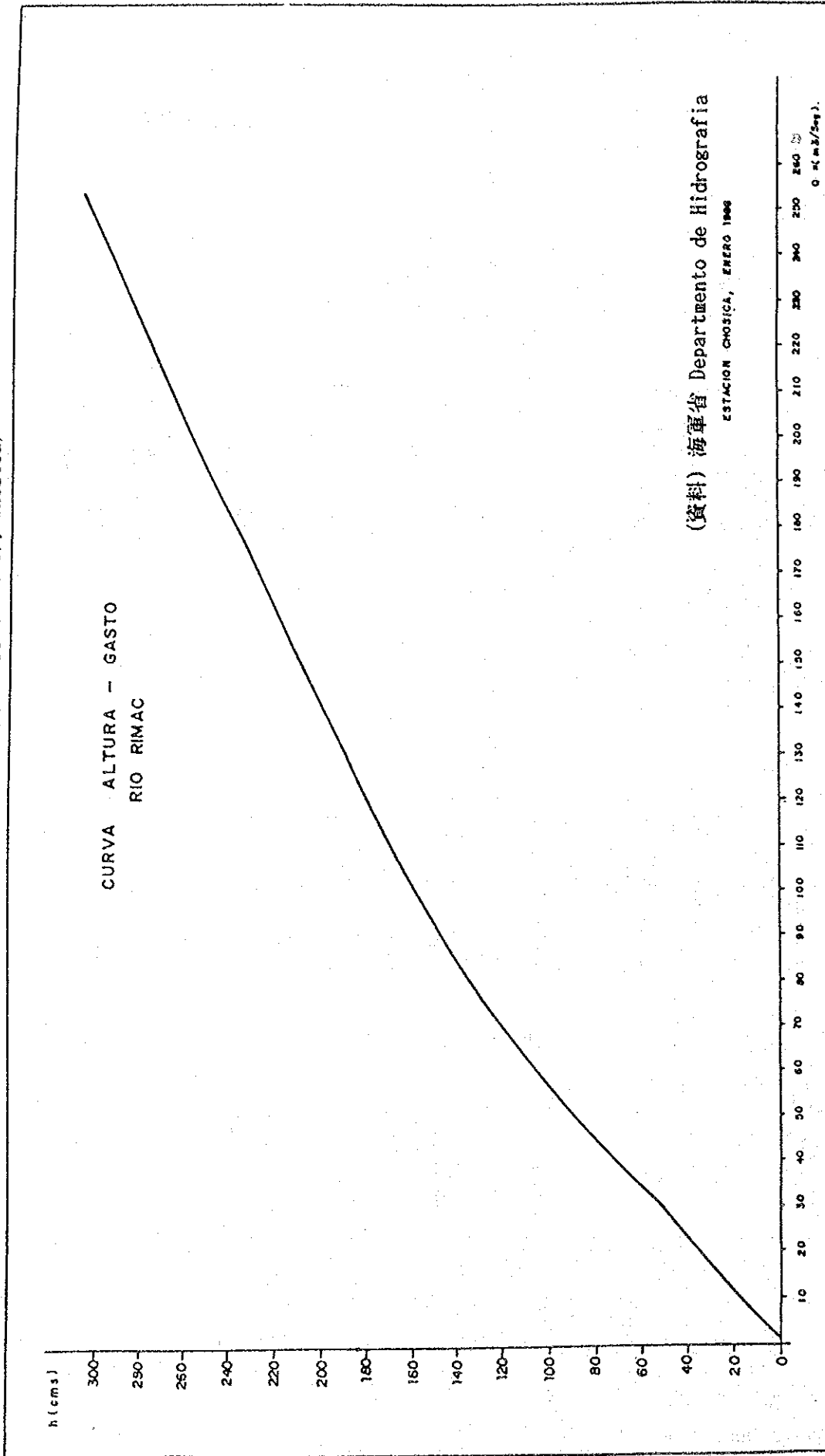
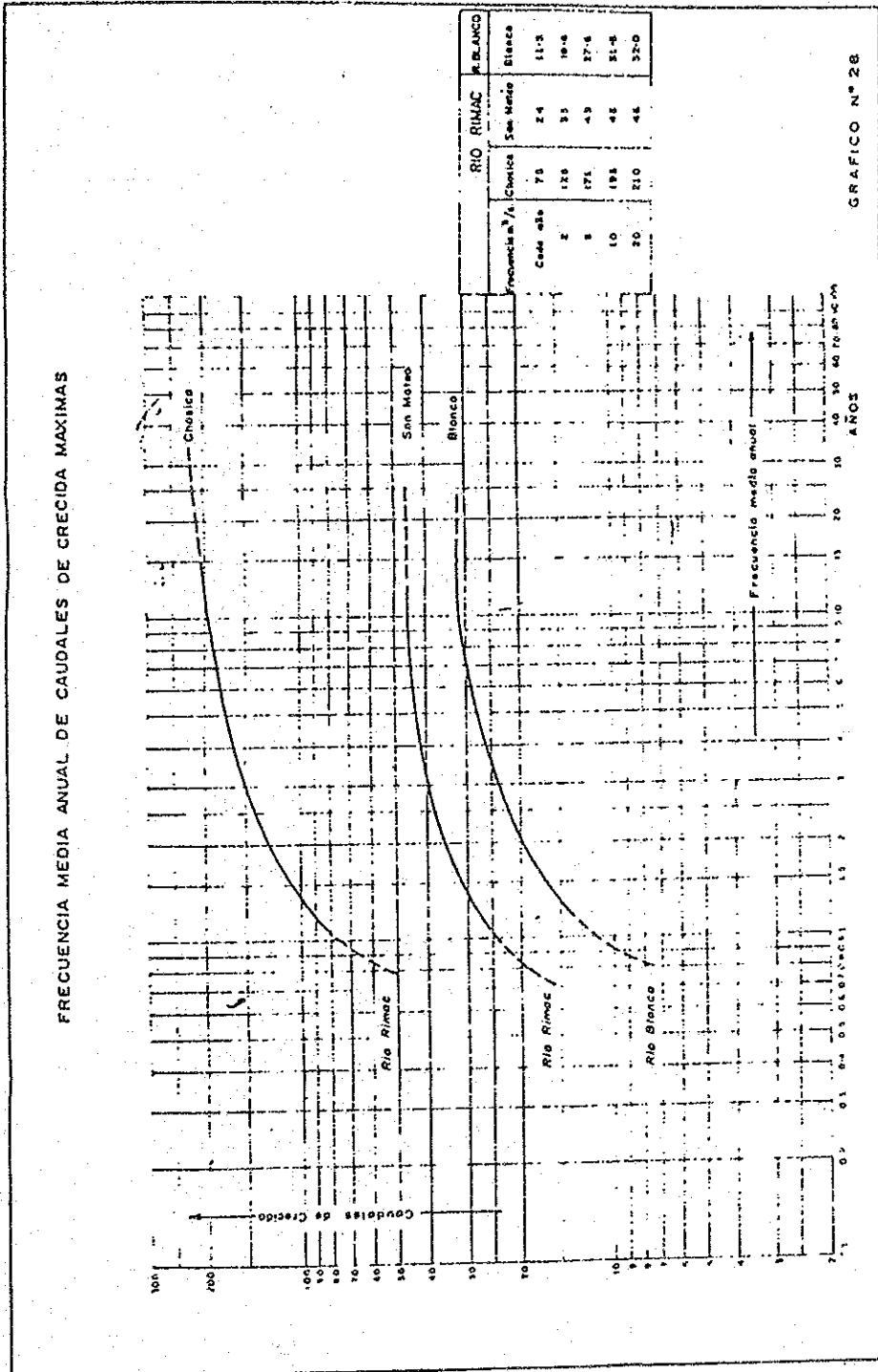


図-5.12 確率別洪水量



(資料) 添付資料賦存状況の資料 No.7

(4) 水 質

リマック川の下流には、リマ市域の上水道の取水を目的にアタルヘア (Atarjea, 写真P-5 参照) に取水場が立地している。一方山地部では多くの鉱山会社が鉱石を採掘しており、この選別水を河川に放流しているため、また沿川の集落からの汚水流入のため、河川水が汚染されている。このような面からリマ市の上水供給を担当する SEDAPAL (Servicio de Agua Potable e Alcantarillado de Lima = リマ市上下水道公社) の手でリマック川沿いの7ヶ所で10項目にわたる水質が定期的に観測されている。これらの項目は次の通りであり、1985年の観測分析結果の一例を表-5.7に示す。

調 査 項 目
P H
に ご り
電 気 伝 導 度
浮 遊 砂
鉄
マ ン ガ ン
鉛
ク ロ ム
バ ク テ リ ヤ

表-5.7 水質分析結果 (1/2)

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO RIMAC

PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
PH UNIDAD	8.30	8.25	8.30	8.25	8.15	8.20	8.20
TURBIEDAD	54	58	70	58	52	46	7.6
CONDUCT.ESP.mhos/cm	652	694	680	694	652	652	47
SOL.SUSPEND. ppm	36	37	40	46	50	44	8
HIERRO Fe+3 ppm	3.20	5.08	4.10	8.50	6.32	7.90	46
MANGANESO Mn+2 ppm	1.90	3.10	3.22	2.00	1.86	1.80	2.2
PLOMO Pb+2 ppm	0.55	0.74	0.65	0.93	0.84	0.80	0.50
CROMO Cr+6 ppm	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.10

MES: ENERO 15/85

MES: FEBRERO 19/85

PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
PH UNIDAD	8.20	8.30	8.30	7.90	8.40	7.70	8.50
TURBIEDAD	100	120	100	110	95	58	72
CONDUCT.ESP.mhos/cm	642	630	621	516	516	559	559
SOL.SUSPEND. ppm	70	75	65	70	62	36	44
HIERRO Fe+3 ppm	3.80	5.20	2.36	9.27	1.10	6.60	6.50
MANGANESO Mn+2 ppm	2.00	4.10	3.80	4.80	2.60	2.15	1.70
PLOMO Pb+2 ppm	0.85	1.15	0.90	2.30	1.80	1.20	1.90
CROMO Cr+6 ppm	0.04	0.07	0.02	0.02	0.05	0.04	0.07

MES: AGOSTO 15/85

MES: NOVIEMBRE 18/85

PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
PH UNIDAD	7.6	7.5	7.6	7.1	7.6	7.1	7.4
TURBIEDAD	6.8	24	23	7.4	12	13	13
CONDUCT.ESP.mhos/cm	759	897	897	918	727	737	737
SOL.SUSPEND. ppm	4.8	10	12	4	5.40	6.30	6
HIERRO Fe+3 ppm	1.40	2.50	1.70	0.98	2.40	1.80	2.30
MANGANESO Mn+2 ppm	0.17	0.16	0.17	0.14	0.24	0.22	0.19
PLOMO Pb+2 ppm	0.15	0.17	0.14	0.08	0.09	0.10	0.08
CROMO Cr+6 ppm	0.70	0.60	0.70	0.70	0.60	0.50	0.40

MES: DICIEMBRE /85

PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
PH UNIDAD	7.4	7.3	7.1	7.35	7.90	7.70	7.80
TURBIEDAD	400	750	700	23	28	18	20
CONDUCT.ESP.mhos/cm	780	780	780	674	621	610	631
SOL.SUSPEND. ppm	320	495	420	16	18	10	12
HIERRO Fe+3 ppm	16.9	21.38	21.50	6.31	6.70	6.30	5.80
MANGANESO Mn+2 ppm	0.98	1.10	1.04	0.36	0.30	0.28	0.37
PLOMO Pb+2 ppm	2.10	4.50	5.20	1.15	1.08	1.10	1.18
CROMO Cr+6 ppm	0.44	0.45	0.15	0.05	0.05	0.39	0.33

PTO.1 : MINERA CECIBAR PTO.2: BARMINE PTO.3: PUENTE RICARDO PALMA
 PTO.4: PTE.CHACLACAYO PTO.5: PTE.NANA PTO.6: PTE.HUACHIPA
 PTO.7: BOGATOMA ATARJEJA.
 (資料) SFDAPAI

表-5.7 水質分析結果 (2/2)

CALIDAD BACTEREOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RIO RIMAC (1985)

PUNTO DE MUESTREO	PARAMETRO ANALIZADO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DIC.
1	C.F./100 ml COL/ml.	(a) (a)	(a) (a)	9 x 10 ³ 0.48	2.1 x 10 ³ 0.30	3.9 x 10 ³ 3.5	1.5 x 10 ³ 2.8	0.9 x 10 ³ 4.8	0.4 x 10 ³ 4	0.93 x 10 ³ 5	4.3 x 10 ³ 12.2	24 x 10 ³ 33.5	(b) (b)
2	C.F./100 ml COL/ml.	(a) (a)	(a) (a)	49 0.6	9.3 0.7	24 4.2	0.4 1	0.9 1.6	4.9 2	0.23 6	0.7 6	15 33	(b) (b)
3	C.F./100 ml COL/ml.	0.023 7	2.3 5.3	90 6.8	9.3 1.2	4.3 5	7.5 4	2.1 3.8	4.3 7	2.3 3	24 20.6	130 180	(b) (b)
4	C.F./100 ml COL/ml.	1,000 276	43 124	90 2.37	290 20	43 70	2,400 1,100	240 1,480	23 45	43 10	460 154	210 54	(b) (b)
5	C.F./100 ml COL/ml.	1,000 45	23 356	90 4.53	43 22	23 12	9 27	43 0.9	23 42	43 12	43 70	1,100 77	(b) (b)
6	C.F./100 ml COL/ml.	2,400 1,600	23 252	(a) (a)	93 184	23 14	7 32	15 32	14 24	9 12	75 110	75 26	(b) (b)
7	C.F./100 ml COL/ml.	43 1,800	150 78	(a) (a)	90 68	93 200	4 38	9 8	23 16	23 11	14 7,310	23 46	(b) (b)

NOTA: (a) No se tuvo muestra de estos puntos
(b) En el mes de Diciembre no se obtuvieron muestras

5-5 災害の実態

(1) 災害の形態

リマック川流域では夏期(11月~4月)の出水期になると、山地部に降る集中豪雨により、河口から約50km上流付近(ワチーパ)から上流部では主としてワイコ(Huayco、泥流、土石流、地すべりの総称)、河岸侵食、河床への土石堆積による浸水が、また同下流の平地部では河岸侵食、橋梁地点での河床洗掘、河床に土砂が堆積し洪水時の水位上昇と相まっての浸水被害が発生する。

また洪水および泥流等の災害を防除する目的の河川計画または管理という概念がないため具体的には都市計画、土地利用、道路建設、鉄道建設、橋梁架設などに伴って河積の保全が行われておらず、浸水、洗掘、河岸崩壊、泥流などの被害が発生している。

流域の中上流部は、標高2,000~4,000m以上の急峻で長大な斜面が続く峡谷沿いにリマック川は流下している。本地域の被災対象はマトカナ、コルコナ等の沿川小都市と、リマ首都圏とアンデス地方とをつなぐ中央街道および中央鉄道である。降雨が誘因となつての斜面崩落、岩石の落下、土砂流出、泥流の発生などにより、交通の遮断が発生しており、リマへの食料などの生活関連物資供給を阻害することが起きている。

本調査団の実施した現地踏査、ヒアリングで把握した災害の発生形態を具体的にとりまとめると次の通りである。

- (イ) ワイコによる直接的災害により集落(人家)、道路、鉄道が被害を受ける。
- (ロ) ワイコがリマック川河道に流出して堆積することにより河道が閉塞して浸水被害を人家交通機関に及ぼしている。
- (ハ) 鉱山の残滓、掘削ずり、道路工事の掘削土が直接河川に捨てられており災害の素因となっている。
- (ニ) リマック川本川の急激な流水(洪水または土砂流)により道路、鉄道橋が流失する。
- (ホ) 本川の河床上昇により溢水し、人家や道路、鉄道が浸水する。
- (ヘ) 橋梁や取水堰の直下で局部洗掘が進み、構造物が危険にさらされる。

上述の如く、山地部における災害は主としてワイコの発生によって引き起こされている。このワイコの発生形態も一つのタイプとして毎年恒常的に発生するものと、1982-84年災害で代表されるように豪雨の発生に伴って引き起こされるワイコに大別できる。

(2) 既往災害の概況

毎年11月~4月の出水期になると降雨の発生と共に、ワイコ(Huayco)が発生し、沿川の施設に被害を与えている。被災の対象区域は現地踏査によれば、Rio Blancoの合流する直上流のChicla付近まで達するが、主要災害は河口からMatucanaの上流付近までに集中している。被災対象施設はリマック川沿川を走る中央街道・中央鉄道・橋梁・上水・農

水・発電用水等の取水施設・沿川の集落等である。

これらの既往災害に関する記録は見当たらないが、鉄道道路に関しては毎年いたるところで被害を受けており、この報告の一部が添付資料リストの資料№7（INGEMMET作成）に収録されている。

本調査団が現地踏査で確認した災害例を以下に概述する（図-5.13参照）。

Matucana地区

Matucana 市域の直上流の右岸のQda.Llanahualla（写真P-17参照）に1983年大規模なHuaycoが発生し、その流出土石により河道が埋没し、さらに対岸の市街地に大量の土砂、洪水が浸入した。このQdaは現在でも最も危険度の高い支流の一つである。さらにMatucana下流部でリマック川に90度の角度をもって流入するQda.Chucumayo（写真P-18参照）にもHuaycoが常習的に発生し沿川の集落、橋梁等に被害を与えている。

Matucana から少し下がったところに谷幅の広い河道があらわれるが、ここにはその流水幅を極端にせばめて設けられた道路橋、鉄道橋が並設されている（写真P-16参照）。これらが1983年、土砂流、流水によりその基礎部が洗われ、現在使用不能となっている。現在は仮橋により渡河している。

Surco地区

Surco 地域の右岸山腹には発電用水路が並走するが、このSurco下流にある階段状余水吐が流水により破壊され、周辺が余水により洗掘され、河岸に大量の土砂が堆積している。

Corcona地区（Ricardo Palma上流）

Corcona 地点でのリマック川河床が1983~84洪水で土砂堆積により上昇し、洪水が左岸側にあふれ周辺の集落、中央街道に被害を与えた。その後、川幅を約50~100m程度にせばめて左岸側に河床土砂を用いて強大な堤防が数百メートルにわたり築造されている（写真P-12参照）。

Chosica地区

リマック川に合流する直前のRio Sta.Eulaliaの右岸にワイコ発生の常習地帯が存在しこれにより河道に土砂が堆積していると共に、周辺農地に被害を与えた。さらにChosica付近のリマック川の川幅は全体的にせまく、河岸侵食が各所にみられる。

Chaclacayo地区

Chaclacayo下流のMoron地先のリマック川（写真P-8参照）は約200m程度の川幅を有しているが、1983~84洪水では河床に土砂が堆積し、洪水位の上昇により左岸の集落、中央鉄道、中央街道に被害を及ぼした。さらに下流の右岸から合流する小支川では夏期の出水期のみ流水のみみられるが、沿川のワチーパでは常習的に水害が発生する。

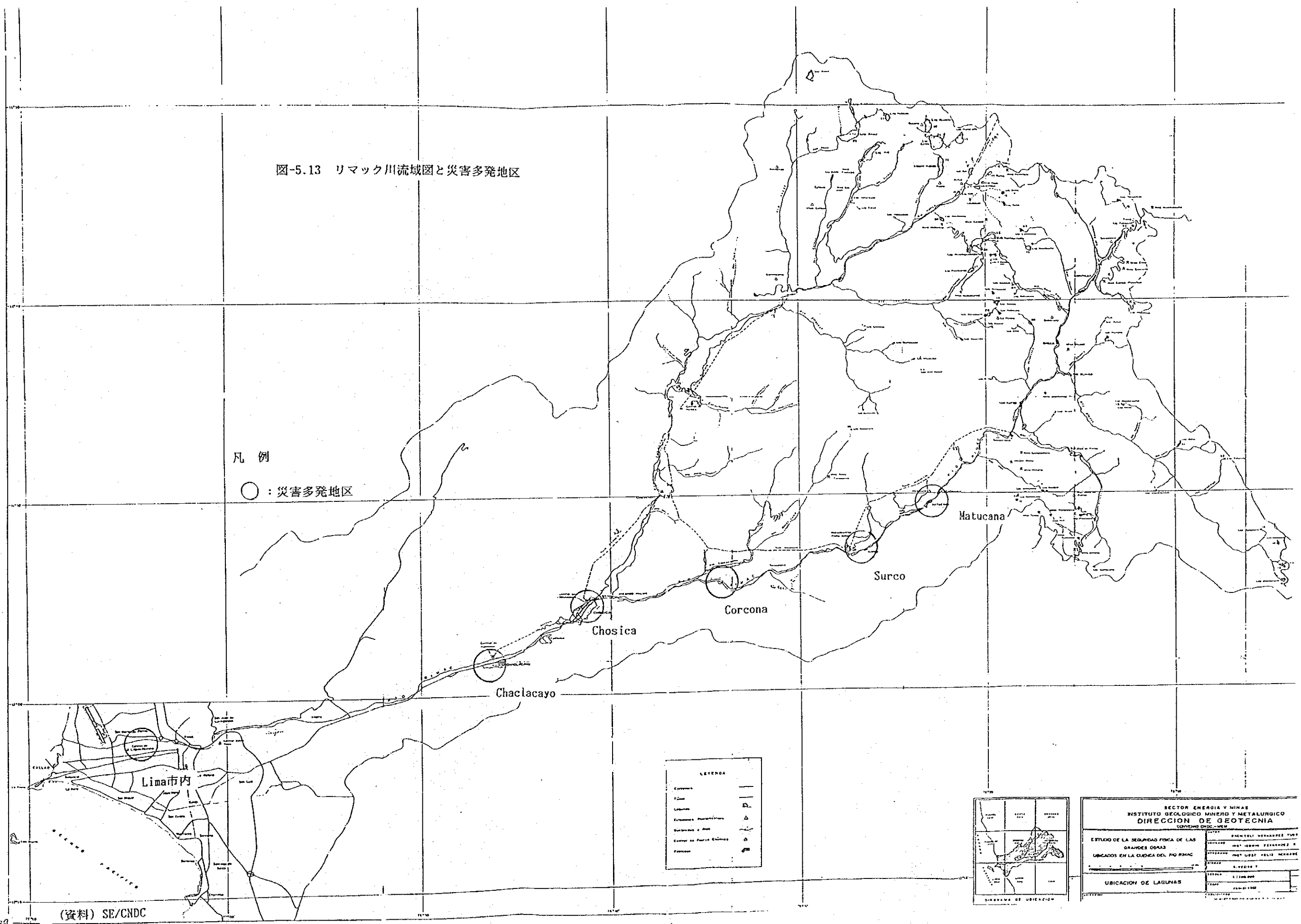
Lima 市内

リマ市内リマ地区の Alfonso 通りがリマック川を横切る Ejercito 橋では、直下の水叩き部が数メートルにわたり洗掘された。これに対し1984年、緊急工事により床固工が実施済にある。さらに1984年2月洪水では河口部近くの左岸が約120mの区間にわたって欠壊し、同左岸に位置する海軍基地が1~1.5mの湛水深をもって浸水した。この欠壊ヶ所は既に河道浚梁・築堤・護岸により河口から上流へ約2.5kmにわたり修復済(写真P-1参照)にある。

以上が現地で確認した主要な被災例であるが、JICAによって1984年に派遣されたミッションがHearingによって得た情報を引用し、主として1982~84年災害被災例を表-5.8に示す。

図-5.13 リマック川流域図と災害多発地区

凡例
○ : 災害多発地区



(資料) SE/CNDC

SECTOR ENERGIA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO DIRECCION DE GEOTECNIA GOBIERNO CHACO-MER	
ESTUDIO DE LA SEGURIDAD FISICA DE LAS GRANDES OBRAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC	ENCUENTRO HERNANDEZ TORO INGENIERO INGENIERO INGENIERO
UBICACION DE LAGUNAS	ESTADO: L. VIGILANCIA FECHA: JUNIO 1982

表-5.8

調査の災害とそとの対策

(現地調査及びヒアリング主として1983~84年災害)

No 1/4

番号	場所	年月日	原因	被災物	被害額	応急			対策			長期			対策			
						工法	延長	金額	施行者	施工時期	工法	延長	金額	施行者	施工時期			
1.	Casapalca (E1.4150 ^m)		鉱山廃水	河川の水質	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.	Yauliyacu (E1.3800 ^m)		鉱山ズリの洗堀															
4.	Matucana (E1.2350 ^m)	1983.2	支川 Ilanahu- allaから のワイコ	家屋埋没 道路 鉄		500 ^m	\$400,000	CENTR MIN PERU	1983 ~1985		河道掘削 と護岸工		54 ^m ~127 ^m		M T C	1984.9 ~6ヵ月		
		1984.2	支川 Ilanahu- allaから のワイコ												Precles			
5.	Sanjuan (E1.2250 ^m)	1983	河床上昇	道路 鉄		-	-	-	-	-	-	-	-	-	M T C	施工中		
10.	Corcona (E1.1250 ^m)	1984	河床上昇	家路 道 鉄		水路切替 約400 ^m	\$213,000	国鉄	3ヵ月 ~		水路切替				国鉄	未定		
							\$188,000 (この他に、 前マイン鉄 山会社が \$192,000 投資)	国鉄	1984.10 ~		河道整正 フロンカ ゴの護岸							
3.	Ocatara	1983 ~1984	地すべり	鉄 道		L=12 ^m	\$ 4,413	国鉄	1984予定		脚部固定 (コンクリート)							
6.	Surco	1983 ~1984	河岸洗堀	鉄 道		L=600 ^m	\$ 99,400	国鉄	1984予定		河道整正				Precles			

(資料) ペルー共和国リマク川災害調査報告書 1984.9月 JICA

表-5.8 過去の災害とその対策

No. 2/4

番号	場所	年月日	原因	被災物	被害額	応急対策			長策			対策			
						工法	延長	金額	施行者	施工時期	工法	延長	金額	施行者	施工時期
7.	Carrion 橋下流	1983 ~1984	河岸洗堀	鉄道		石積護岸	L=20" fi=4.5"	\$ 4,335	国鉄	1984					
8.	Torna Mesa上流 Rio Seco	1983 ~1984	崩壊 ワイコ	鉄道		切土		\$ 30,650	国鉄	工事中	調査				
9.	San Bartolome	1983 ~1984	河床上昇	道		—	—	—	—	—	防壁	1,500"	\$131,680	国鉄	
11.	Hacienda Santa Ana	1983 ~1984	河岸洗堀	道		洗堀防止	L=100"	\$ 13,643	国鉄	1984.10					
12.	Rizardo Palma	1983 ~1984	河岸洗堀	道		フロンカ ゴの護岸 河堤整正	L=60"	\$ 19,907	国鉄	1984					
16.	Piedra grande	1983 ~1984	河岸洗堀	道		洗堀防止	L=70"	\$ 14,035	国鉄	工事中					
20.	Chacla cayo	1983 ~1984	河岸洗堀	道		河堤整正 洗堀防止	L=700"	\$ 80,753	国鉄	1984					
13.	San Josede Palte (El. 1240")	1983. 41	ワイコ	人道		除石	—	—	エレクト ロリマ		調査				INGENMET

表-5.8 過去の災害とその対策

No 3/4

番号	場所	年月日	原因	被災物	被害額	応急対策			長期対策				
						工法	延長	金額	施工時期	施工者	金額	延長	工法
14.	Casha huacra (EL. 1000 ^m)	1983.4	ワイコ	・ 人家10戸 (住民は避難) ・ ラスキアガスの レクリエーション センター ・ 道路	-	-	-	-	-	調査	-	INGENIET	-
15.	La Trinchera (EL. 950 ^m)	1983.4	ワイコ (7のワカ)	・ 人家 ・ 道路	-	-	-	-	-	調査	-	INGENIET	-
17.	Estacion de Chosica (La perla)	1983~ 1984	河岸洗掘	鉄道	-	40°	\$14,035 (長期も含む)	1984	国鉄	下流側対 岸コンクリ ート護岸	\$ 14,035 (応急も 含む)	-	-
19.	El Quirio	1925 1976	ワイコ ワイコ	人家 人家	- -	- -	- -	- -	- -	調査	- -	PREDES	- -
21.	Moron	1983 1984	河床上昇	人家	-	-	-	住民	-	調査	-	PREDES	-
22.	Carapongo	1984.2	河床上昇 による浸 水	人家 60戸	-	-	-	-	-	調査	-	PREDES	-
23.	La Atarjea (左岸)	毎年	ワイコ (濁水)	上水道の取 水が不能	-	-	-	-	SEDAPAL	-	-	-	-

表-5.8 過去の災害とその対策

No. 4/4

番号	場 所	年 月 日	原 因	被災物	被害額	応 急 対 策				長 期 対 策				
						工 法	延 長	金 額	施 行 者	施 工 時 期	工 法	延 長	金 額	施 行 者
24.	La Atarjea (右 岸)	1984	河岸洗掘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.	Quebrada Jicamarca	1984	河岸洗掘	橋 道 梁 路	-	-	-	-	-	建設中	-	-	-	-
26.	Zarate	1984	河岸洗掘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.	Piedra橋	経年的	河岸洗掘	橋	-	-	-	-	-	-	床固工	-	-	1984.7 ~11
28.	Ejercito橋	経年的	河岸洗掘	橋	-	-	-	-	-	-	床固工	-	-	1984.6 ~11
29.	Duenas橋	1977 1978	河岸洗掘	護岸倒壊	-	-	-	-	MTC (?)	完了	-	-	-	-
30.	Faucett橋	1983 1984	河床上昇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.	Gambeta橋	1984	河床上昇	オーバーフロ ーにより空 軍浸水	-	-	-	-	NAVY	完了	-	-	-	-
18.	ELCTKO LIMAの Intake	1983~ 1984	河床上昇	人家浸水	-	-	-	-	-	1983~ 1984完	-	-	-	-

(3) 危険ヶ所

CNDCは、当面の対策目標とするため、リマック川流域の現況を踏まえ、危険ヶ所又は要防護地域としてのPunto Criticoについて調査を実施した。このリマック川全域を対象に作成されたPunto Critico図を図-5.14に示す。CNDCの説明によれば、危険地域を選定すると共にその危険度又は緊急度を高・中・低とランクづけし、当面の対策目標としているとの事であった。これらの内で特に次の9地域を最緊急地域として挙げている。

Matucana 地区 (ワイコ)

Matucana 直下の鉄道, 道路渡河地点 (橋梁保護)

Rio Seco 流域 (ワイコ)

Rio St. Eulalia の最下流右岸 (ワイコ)

Chosica 地区 (河岸侵食)

Chiclacayo 地区 (侵食と溢水)

ワナーパ地区 (溢水)

Ejercito 橋下流 (洗掘)

Elmer Faucett 橋付近 (洗掘と溢水)

さらに Chaclacayo 下流のリマック川に架かる橋梁を主として防護するために、上記と一部重複するが8ヶ所 (一ヶ所の地名不詳) を要防護地域として選定している。これらのヶ所を図-5.15に示し、その地区名を以下に示す (収集資料No 23 参照)。

Huampani 地区 (Chaclacayo)

Moron 地区 ()

Santa Clara 地区

Campoy 地区

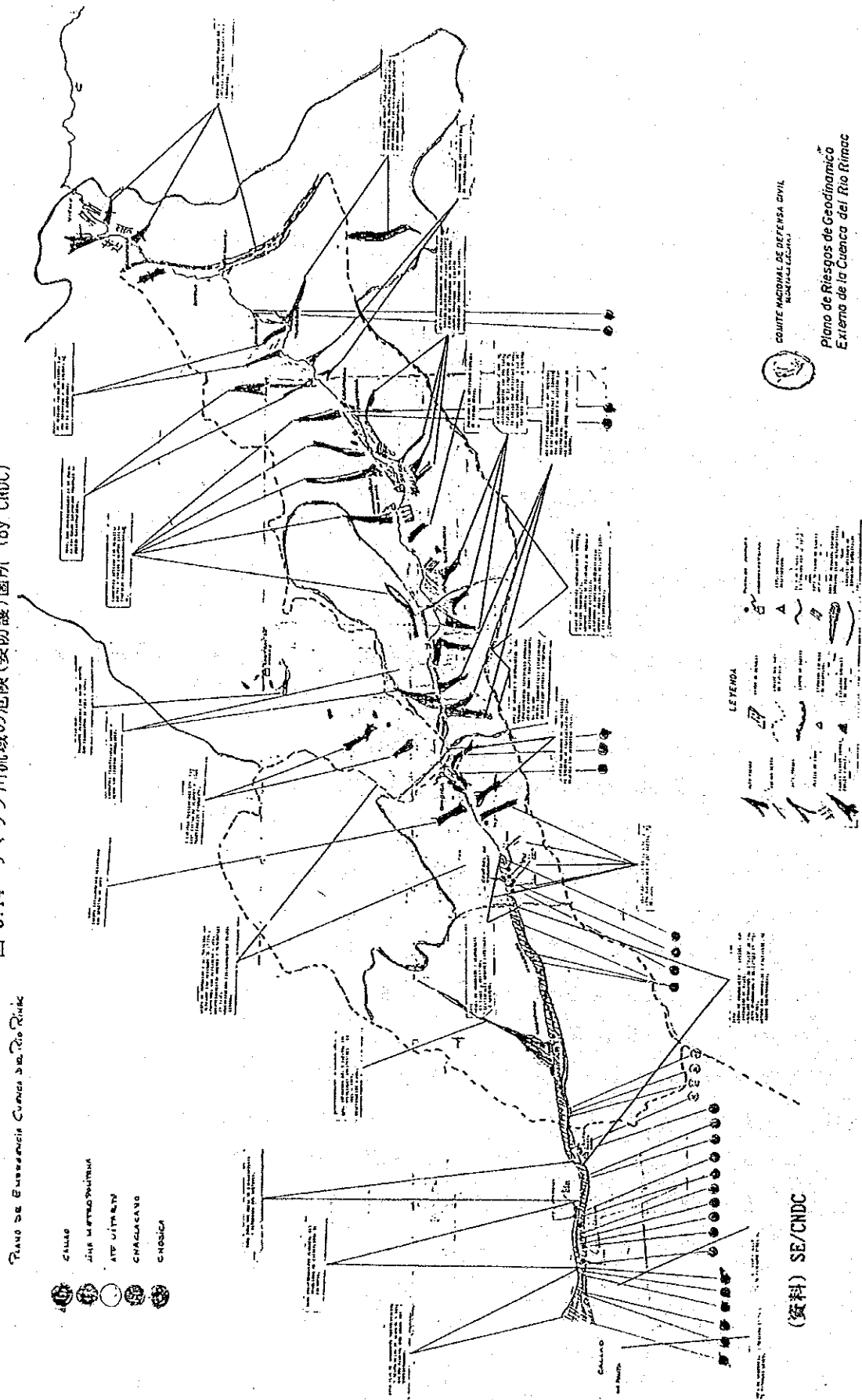
El Agastino 地区

Piedra 橋 ~ Santa Rosa 橋 ~ Ejercito 橋

Elmer Faucett 橋地区

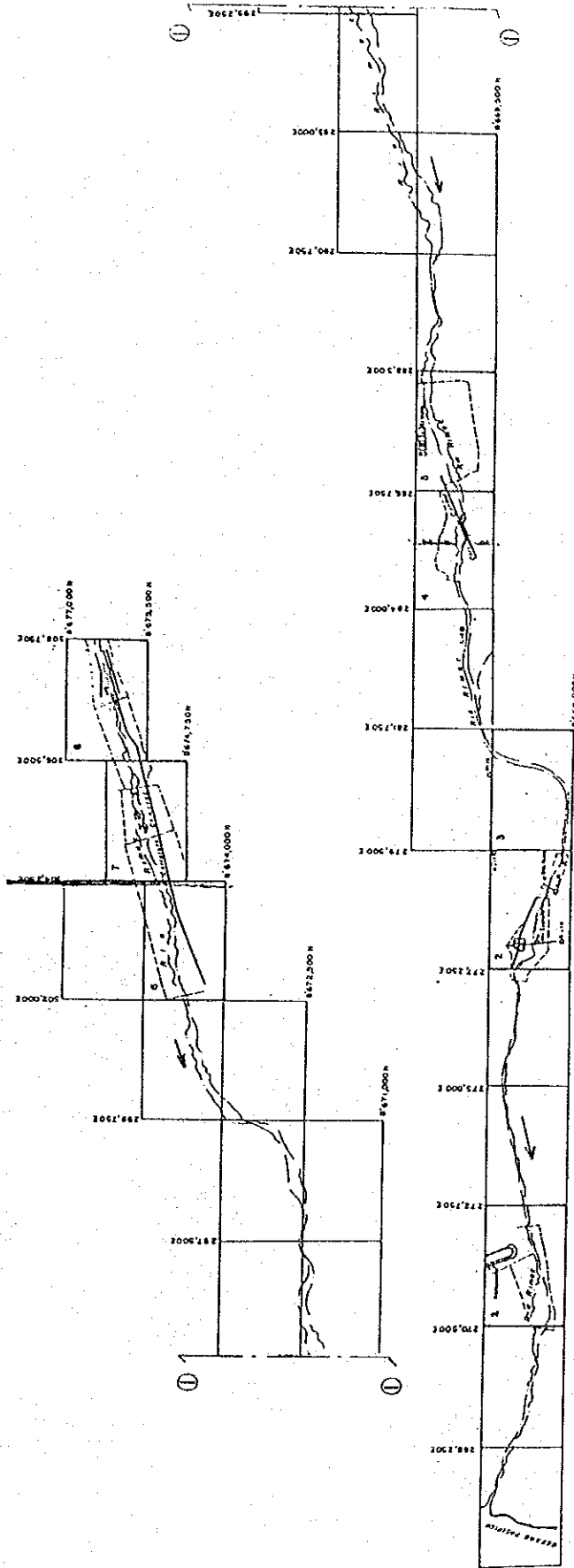
一方農業省では山地部において主として山腹の土質保全, 土石流発生防止のために16の支流を選定している。これらを図-5.16に示す。これらの支流では山腹工, 落差工等の設置, 植林を順次実施するとの事であり, 既に下流側の2地域 (図-5.16のA, B地区) では計画の60%を実施済にあるが, 残事業は予算不足によりストップしている。

図-5.14 リマック川流域の危険(要防護)箇所 (by CNDC)



(資料) SE/CNDC

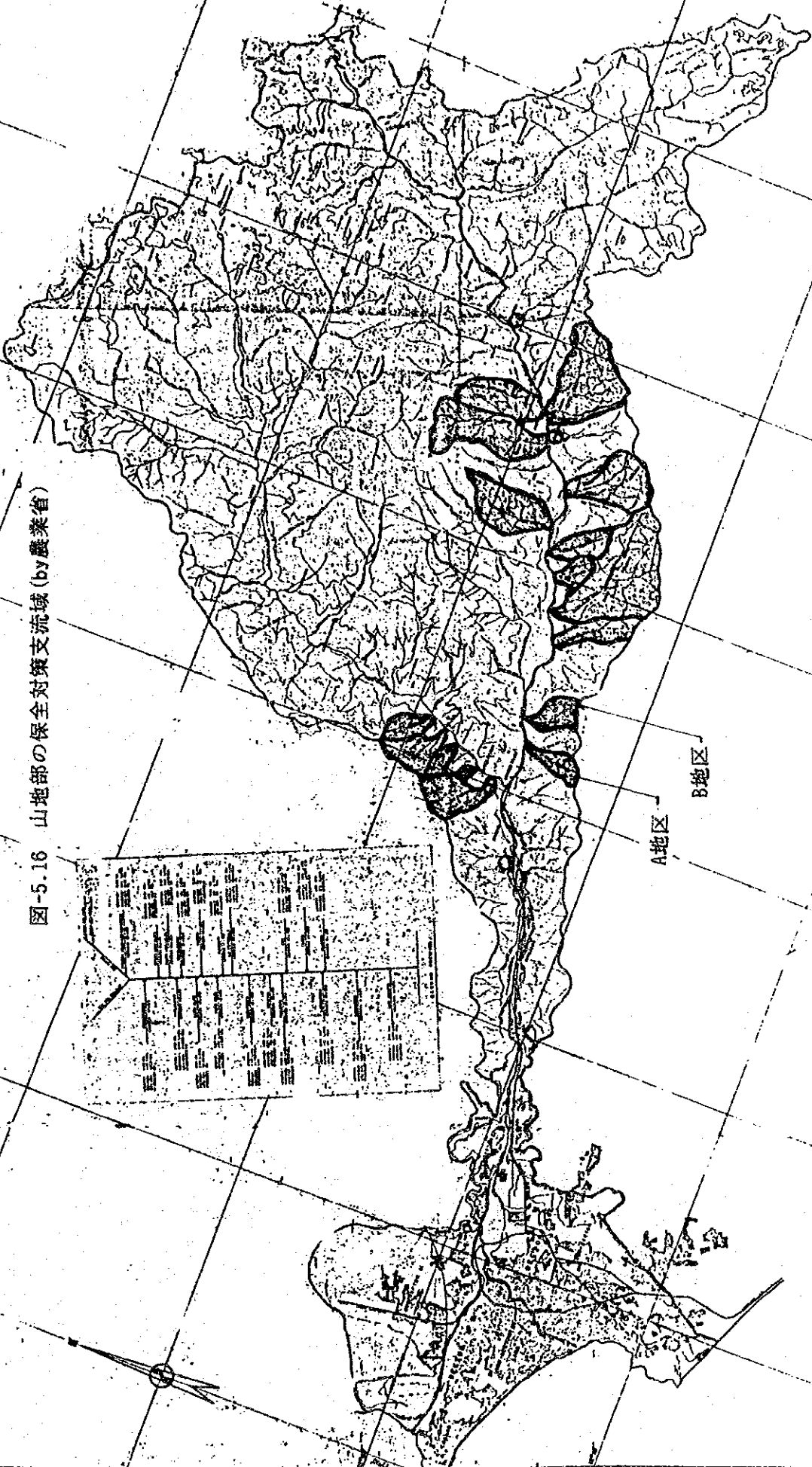
図-5.15 リマック川中下流部の要防護箇所 (by CNDC)



(資料) SE/CNDC

PROJECT NO. 5513-1-1-2-BE

图-5.16 山地部の保全对策支流流域 (by 農業省)



DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
 SUB-DIRECCION DE CONSERVACION DE SUELOS
 UNIDAD DE CULTIVO RESPECTO A LAS ZONAS
 TEMPLADALES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA
 DEL RIO NIQUIL

(資料) 農業省 Sub-dirección de Conservación de Suelos

Escala	1:200,000	Fecha	1950	Hoja	12
Proy. Geogr.	U.T.M.	Proy. Matem.	U.T.M.	Coord. U.T.M. N.	12
A. E. S.		A. E. S.		A. E. S.	

5-6 防災対策と施設および関連工作物

(1) 防災対策の現況

土石流の防止、河道堆積土砂の移動防止、洪水の氾らん防止のために一貫した計画のもとに砂防、河川改修等の工事は、実施されていない。このことは河川を管理するという概念がなく、また河川を管理する機構組織が存在しないことに表われている。

リマック川流域のみならずペルーでは、それぞれの施設の管理者または計画主体が独立した形で河川に係わっている。このため施設の維持管理、災害復旧もそれぞれ独立した形で実施されている。リマック川の防災に係る機関としてはCNDCを主体に、Naby, Corde Callao, Corde Lima(特に第2地区)、INVERMET、国鉄、運輸通信省、農林省、Electro Lima、沿川の各自治体等である。

防災工事としては、土石流や浸水による災害が集落、鉄道、道路、農地等に影響する場合にはそれぞれの機関が独自に災害復旧、災害対策という形で実施している。主なる対策を以下に挙げる。

土石流対策

- a. Qda. (峡谷又は溪流)からの土石流対策としては、道路に対しては、恒久的な対策としてSnow-shed型(なだれ対策としてみられる施設、写真P-19参照)のワイコ防止対策が数ヶ所で実施されている。また恒常的に発生するワイコ対策として鉄道や道路の付替えを行っている。人家の保全を対象として、溪流での対策は全く見当たらない。
- b. 土石流が本川に流出堆積し河道閉塞をおこす災害の予防としての溪流での対策(砂防ダムの設置等)は行われていない。これらに対しては災害復旧的に河道の掘削、浚渫により処理されている。

浸水防止、洗掘対策

- a. 本川の河床上昇によってもたらされる溢水対策としては、河道の掘削土を利用しての築堤が小集落付近で行われている。
- b. 本川の局部洗掘に対しては、部分的には橋梁、堰の下流部での根固工などが施工されている。

その他

鉦山会社による鉦砕や道路工事の掘削残土(写真P-14参照)が河川にそのまま捨てられており、これらの流出防止対策は全くなされていない。

一方、流水の利用についても発電、上水、農水などの個々の利用主体が独立に行っており加えて下流部リマ市では、河岸の不法占用があり、また河川砂利採取もバラバラに行われている。このようにリマック川の防災対策の現況をながめると次のような問題点が挙げられる。

- a. 河川・砂防の工学、防災技術が定着しておらず、かつ、河川の技術的管理の概念がない。

- b. 防災対策を主掌するのは、CNDCであるが、基本方針、技術的方法論も確立されていない。さらに防災工事実施のための予算も限られており、基本的な施設の建設も不可能な状況にある。
- c. 組織的には中央のCNDCと関係機関との相互関係、また地方との分担などが不明確であり、その実効性にも疑問がある。

(2) 防 災 施 設

リマック川における基本的な洪水防御、土石流、砂防施設は極めて少ないが、それぞれの関係機関の手により部分的には実施されている。

その一つとして、1984年2月洪水で河口部の左岸が欠壊し、海軍基地に浸水をもたらした災害の復旧として、河道の浚渫、築堤工事が河口から上流へ約2.5kmの区間で完了している。この工事は海軍の手により実施されたものであり、その平面形状を図-5.17に示す。

さらにリマ市内でパンアメリカンハイウェイのバイパス(Av.Circunvalacion)がリマック川を横断する下流部区間ではコンクリート護岸が両岸に築造されている。この他浸水防止のための土堤がChaclacayo地区のMoron,Ricardo Palma上流のCorcona,Matucanaに、またコンクリートパラペットがSan Mateoの市街地に建設済にある。

一方、土石流に対する施設としては山地部のリマック川沿川の中央街道を防護するためのSnow-shedタイプの防護工が数ヶ所に建設されている。

(3) 関 連 工 作 物

リマック川には橋梁、取水堰、発電所の取排水口等多くの関連工作物が設置されている。これら主要施設について以下に述べる。

橋 梁

リマック川に架かる橋梁は非常に多く、リマ市街地内のみでも恒久的な橋梁が約10橋ある。さらにその上流からChosica間には約7橋、Chosicaから上流には20数橋の道路鉄道橋が架かっている。

取 水 堰

取水堰は、リマ市の上水道源としての取水堰が河口から約21.5kmのAtarjea地点に建設されている。この取水堰は7門のティンターゲートから成り、その概略諸元を以下に示す(写真P-5参照)

Atarjea 取水施設の概略諸元

項 目	内 容
位 置	河口から 21.5Km 地点
目 的	上水の取水
施 設	7 門
内訳	30フィート(巾)×13フィート(高)×5(門)
	16 ×13 ×2

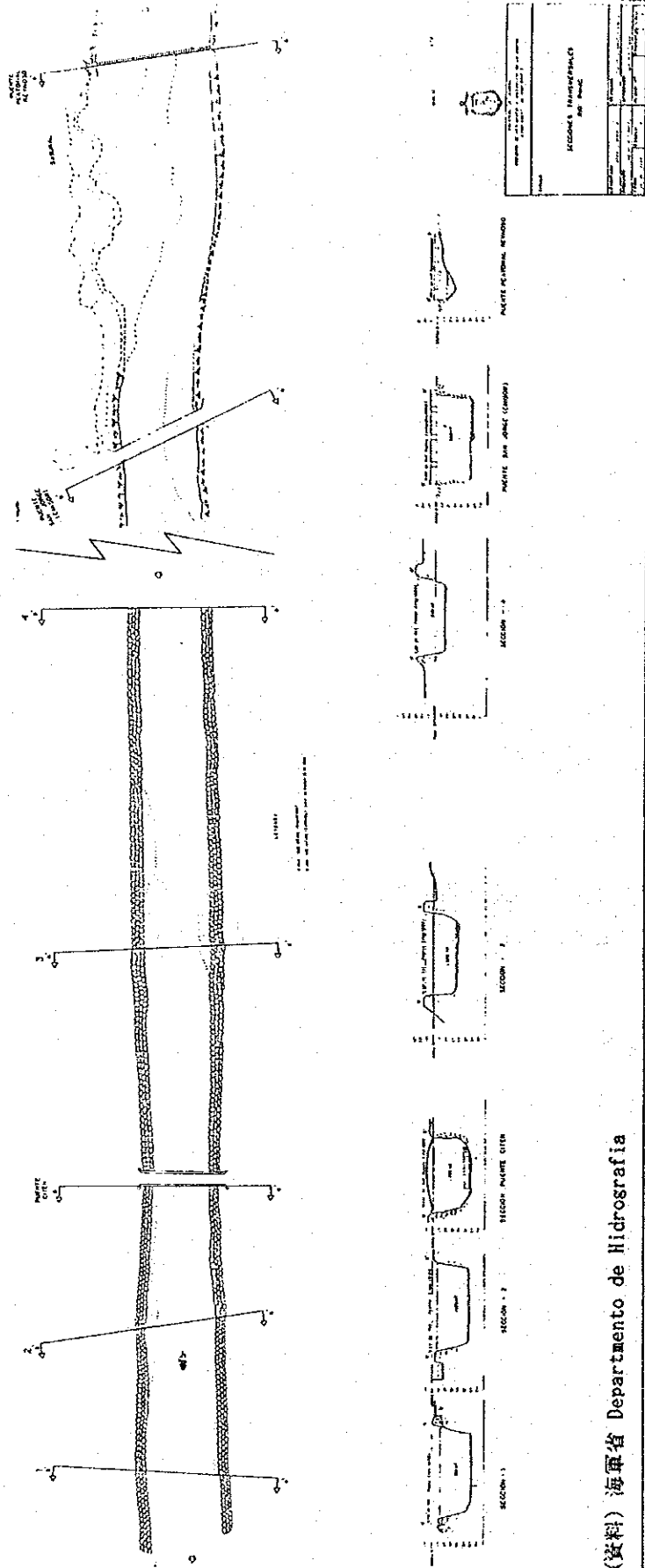
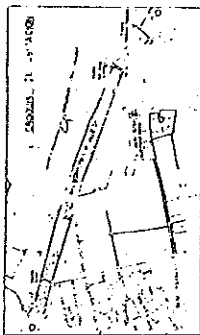
農業用水堰

リマック川の中流部には、左岸に10ヶ所、右岸に10ヶ所の農業取水口が設けられている。これらの取水口からは約 $18m^3/s$ を取水し農用地でのかんがいに供されている。取水口の位置、取水量、用水路の諸元を図-5.18に示す。

発電用排水口

図-5.19に示すように現在5ヶ所の発電所が稼働しており、リマ市への電力源として機能している。さらに発電用水等の供給を目的として、アンデス側の Mantaro 川流域から水路トンネルによってリマック川流域への導水がなされている。この導水は図-5.20に示すように Mantaro 川上流からリマック川流域の Rio Machachaca に導水し、サンタエウラリヤ川を經由して既存の導水路に送水され利用されている。農業省よりの Hearing によれば現在の導水量は約 $3m^3/s$ であり、将来計画として $20m^3/s$ まで増量するとの事であった。

図-5.17 リマック川河口部付近河道平面と横断面



(資料) 海軍省 Departamento de Hidrografia

DISTRITO DE RIEGO RIMAC

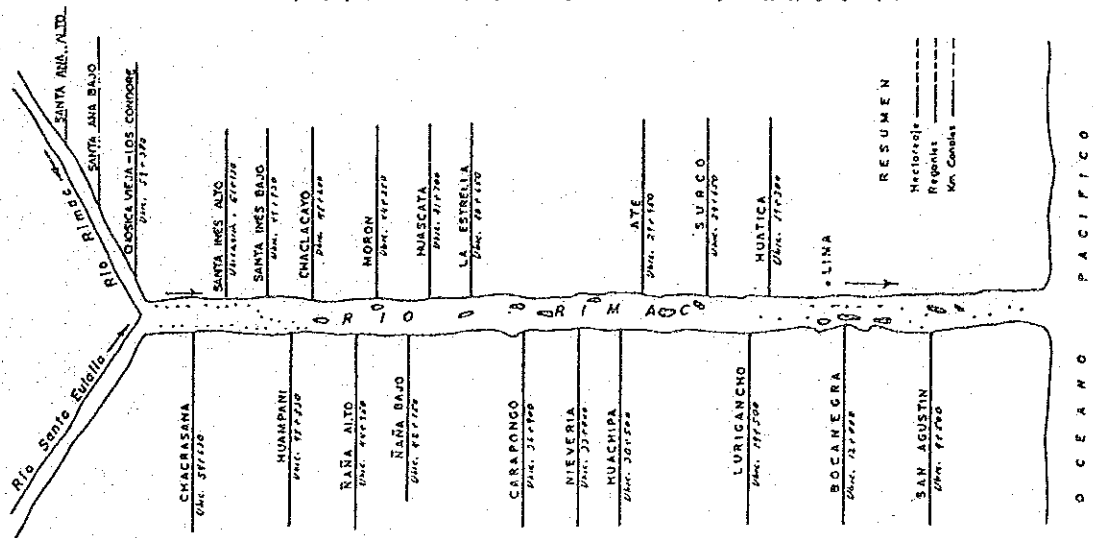


图-5.18 農業用水取水口位置と用水概要

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CANALES QUE FORMAN LA RED DE DERIVACION DEL VALLE DEL RIO RIMAC

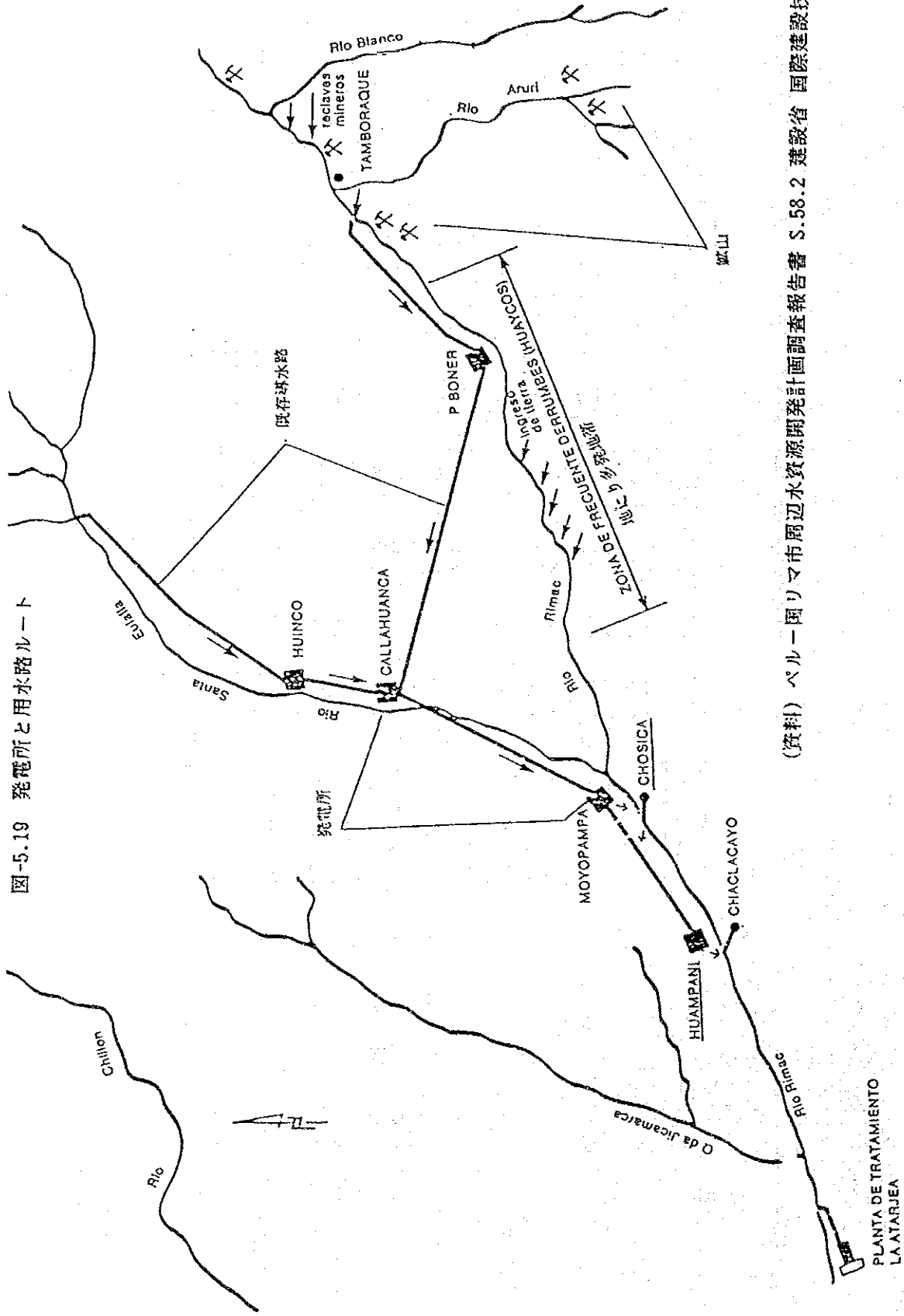
Nombre del Canal	Ubicación (Km)	Longitud (Km)	Arco serv. (Ha)	Capacidad en (cañ)	Capacidad en (m³/seg)	Número de usuarios	Tipo de boca y tiempo	Comparto de riego (material)	Canal (Km)	Superficie (Km²)
San Agustín	4 +500	5.00	324.00	2,500	1,500	185	Rót.	1/comp.	—	5.00
Bocanegra	12 +000	13.60	836.30	3,500	(X)	200	Rót.	madera	5.50	7.90
Huatica	19 +300	6.50	206.66	1,500	500	48	Perm.	Hierro	4.50	2.00
Lurigancho	19 +300	6.15	161.00	1,500	500	30	Rót.	madera	—	6.15
Surco	24 +650	28.25	1,617.09	4,522	5,716	288	Perm.	madera	10.00	18.25
Ate	29 +950	16.00	1,632.09	1,800	2,500	187	Perm.	madera	5.20	16.80
Huachipa	30 +500	19.80	993.34	1,200	1,500	750	Rót.	1/comp.	—	19.80
Nieveria	33 +000	11.50	460.00	1,200	1,200	195	Rót.	Hierro	—	11.50
Carapungo	31 +900	8.00	417.00	1,200	600	370	Rót.	Hierro	—	8.00
La Estrella	40 +650	16.50	628.41	2,000	1,000	441	1/rot.	Hierro	1.00	15.50
Huatica	41 +600	9.85	121.00	800	120	4	Rót.	madera	—	9.85
Nava Baja	42 +150	5.50	176.00	800	200	70	Rót.	1/comp.	—	5.50
Morón	44 +250	2.87	16.00	30	30	15	Rót.	1/comp.	—	2.87
Nava Alto	44 +950	6.00	110.68	800	500	40	Rót.	Hierro	—	6.00
Chacrasana	48 +200	4.90	54.84	200	180	150	Rót.	Hierro	—	4.90
Huampani	48 +850	8.00	349.95	800	600	10	Rót.	Hierro	0.50	8.00
Santa Inés Bajo	49 +630	6.00	23.10	200	200	35	Rót.	Hierro	—	5.50
Santa Inés Alto	51 +130	8.50	49.57	500	500	119	Rót.	Hierro	—	8.50
Chacrasana	54 +630	4.40	157.80	455	455	28	Rót.	Hierro	—	4.40
Chalco-Vicija-Los Condores	59 +380	15.50	81.32	220	220	79	Rót.	Hierro	3.00	12.50

Nota: (X) Actualmente el canal Bocanegra se encuentra sin uso.

(XX) La superficie a irrigar por el canal Lurigancho ha disminuido, no habiéndose actualizado aún el Padrón de esa zona.

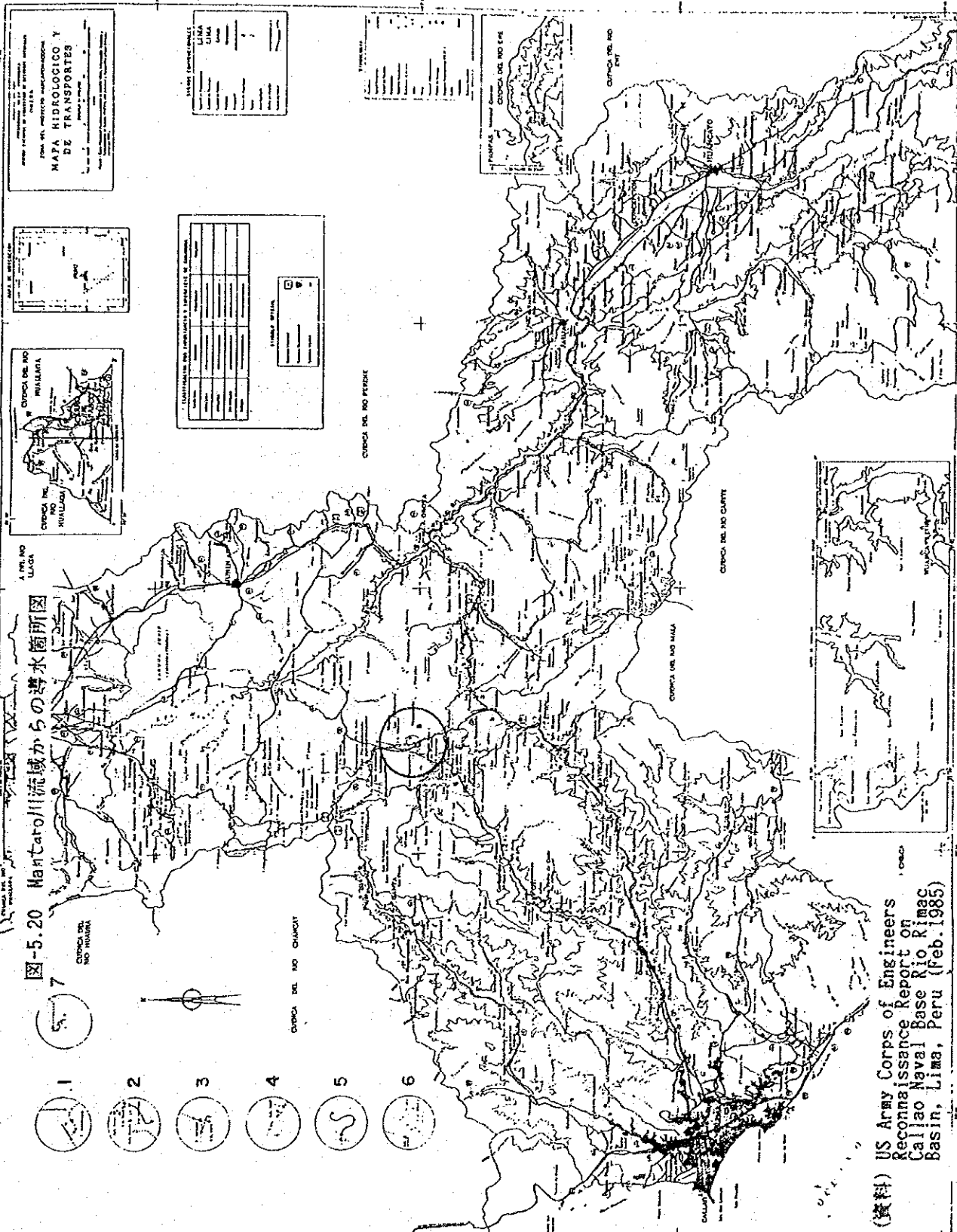
(資料) 農業省 Sub-dirección de Conservación de Suelos

図-5.19 発電所と用水路ルート



(資料) ペルー国リマ市周辺水資源開発計画調査報告書 S.58.2 建設省 国際建設技術協会

図-5.20 Mantaro川流域からの導水箇所図



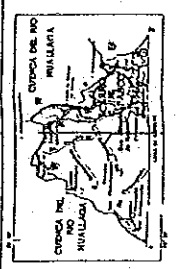
OFICINA GENERAL DE INGENIERIA
 ZONA DEL INGENIERO HANGLANDER
MAPA HIDROLOGICO Y DE TRANSPORTES
 1952 E.S.

ESTADOS (CANTONES) DEL AREA

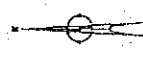
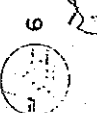
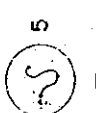
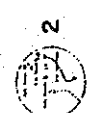
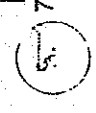
LIMA	7
...	...

ESTADOS DEL AREA

...	...
...	...



A VILA DO LAGOA



(資料) US Army Corps of Engineers
 Reconnaissance Report on
 Callao Naval Base Rio Rimac
 Basin, Lima, Peru (Feb. 1965)

5-7 資料の賦存状況等

(1) 既存資料の状況

事前調査で入手した資料リストおよび関連資料の入手先等を添付資料に示す。さらに SE/CNDC が保有するリマック川流域の防災に関係する主要な調査報告書を以下に示す。

- a. Estudio Geomorfológico aplicado al control de huaycos en la cuenca del río Seco. (ONERN)
- b. Seguridad Física contra huaycos, desbordes, deslizamientos - San Mateo - Prov. Huarochirí (PREDES)
- c. Estudios de Seguridad Física de los poblados de - San José Palles (PREDES)
- d. Estudios de Seguridad Física contra huaycos, desbordes y deslizamientos - Distr. San Jerónimo de Surco, Prov. Huarochiri - Dpto. de Lima. (PREDES)
- e. Estudio de Seguridad Física contra huaycos, desbordes y deslizamientos en el distrito de Matucana -- (PREDES)
- f. Estudio Geotécnicos de Seguridad Física de Obras de Ingeniería ubicados en la cuenca del río Rimac (INGEMMET)
- g. Geología Ingenieril de la cuenca del río Rimac (Secretaría Ejecutiva del CNDC - Universidad Mayor de San Marcos)

(2) ローカルコンサルタント

リマ市に所在するローカルコンサルタントの主なるものを以下に示す。

ローカルコンサルタントリスト

コンサルタント名	住 所	Tel. No
COSAPI S.A. (Ingenieros contratistas)	Av. Nicolas Arriola No 5 0 0	7 2 2 8 5 4
GRAÑAY MONTERO S.A.	Av. Paseo de la Republica No 4 6 7 5	4 7 4 0 5 1
BRUCE S.A. (Contratistas generales)	Plaza Arróspide 9 内 Promocion y desarrollo <開発部>は Los Pinos No 2 5 0	2 2 1 4 3 1 2 2 6 0 3 6
CONSTRUCTORA UPACA S.A.	Av. Central No 6 7 1	4 0 9 3 3 7

VI 本格調査の内容

6-1 調査の基本方針

ペルー国の太平洋岸に面する海岸地帯は、地形が急峻で、かつ雨が少なく植生も極めて乏しく、主要河川の沿川を除いて砂漠化している。リマック川流域においても、このような気象条件で、毎年11月～4月の夏期（雨期）に降雨により、土石流（ワイコ）、河岸崩壊、洪水の溢水により災害が発生している。特に下流部に首都リマ市をかかえるリマック川流域にとっては大きな問題となっている。

本格調査の目的は、リマック川流域において防災計画のマスタープランを作成することにあるが、調査の基本方針および調査上特に配慮すべき事項は、次のとおりである。

- (1) リマック川は、毎年、雨期に土石流等の土砂害、河岸侵食、洪水氾濫等が発生し、これが社会的、経済的に大きな問題となっている。一方、防災工事は、国家防災委員会の指導のもとに、道路、鉄道を所管する国の機関、地域の公団、地方自治体等の災害と密接に関連するそれぞれの機関により独自に実施されているが、経済的事情等により応急的なものが多く、また事業量も極めて少ない。

このためマスタープランにおいては、一貫した防災施設計画を立案することになるが、その際、長期的視点から施設計画の優先順位を明示し、緊急的に事業を実施すべき地域、箇所等を明らかにしておく必要がある。

- (2) 防災対策の施設計画を立案するに当たって、既存の道路、鉄道、発電所、利水施設、その他の河川占用物等、特定の施設に対して、防災上の対策を検討する。
- (3) 災害に対する防災施設（河川、砂防）の整備には、多額の投資をする必要があることから極めて長い期間を要する。したがって、これらの施設が整備されるまでの間、長期にわたり対策がなされないまま放置される地域、箇所が出てくることは必至である。

また土石流災害は、砂防ダム等の対策がなされても計画を上回る土石流が発生した場合土石流の破壊力を考慮すると大きな災害が予想される。

こうしたことから、災害に対して被害を最小限にするためには、警戒避難体制の整備が必要であり、マスタープランにおいて警戒避難システム等について検討する。

- (4) 国家防災委員会はペルー国の防災対策業務を総括的に所管しているが、現在までのところ河川・流域は必ずしも防災上一貫した方針・システムのもとで管理されているとはいえない状況である。このため、国家防災委員会は本調査において防災対策上有効な防災対策・管理システムが提示されることを期待しており、マスタープランではこの点について十分な考察が必要であろう。なお、国家防災委員会は、本調査を他河川の防災計画の立案に際してのモデルとして強く期待しており、その意味において、マスタープランはある程度規範的なもの

となるよう配慮する必要がある。

6-2 対象地域および作業範囲

本格調査は、リマック川及びその流域(Study Area, 公称流域面積 3,400Km²)を対象として、次の作業から成る。

- (1) Study Area の地形、土地利用状況、河道特性、リマ・カイヤオ首都圏の開発動向等を踏まえて、Study Area を対象とする防災計画マスタープラン(Master Plan)を策定すること。
- (2) Master Planの策定と共に、効率的な防災業務の推進を図るための行政組織の充実と適正な河川利用を図るためのソフトとしての基本方針についての提言を行うこと。
- (3) 上記調査作業を通じて、ペルー国のカウンターパートに対する技術移転を行うこと。

6-3 調査項目及び内容

本調査の主な内容は、調査に必要な資料の収集、測量、被害実態調査等の現地調査、データの評価・解析、マスタープランの作成等である。

調査の全体の流れは、図に示すとおりであるが、調査の項目及び内容は以下に述べる。

(1) 資料の収集

既存の資料・文献により調査に必要なデータを収集する。

- ① 地形図・地質図
- ② 気象・水文資料(雨量, 水位, 流量, 潮位等)
- ③ 土砂に関する資料(土砂の生産, 移動, 堆積等)
- ④ 既往災害資料(土砂害, 洪水氾濫, 侵食等)
- ⑤ 河道資料(縦横断, 平面図, 河床変動量等)
- ⑥ 河川構造物調査(河川工作物橋梁, 取水施設等)
- ⑦ 流域調査
 - 土地利用(現在, 将来)
 - 都市計画, 開発計画, 交通
 - 資産, 人口等
- ⑧ 利水状況(発電, かんがい, 水道等)
- ⑨ 水質資料
- ⑩ 社会経済状況
- ⑪ 行政機構, 運営(一般, 防災関連等)
- ⑫ 既往の防災調査計画, 事業, 基準等

⑬ そ の 他

(2) 既往災害の調査

土石流、本川の土砂移動、洪水等による既往の災害の実態を調査し、さらに詳細に把握するために、聞き取り調査等の現地調査を行う。

(3) 水文資料の解析

既往の水文資料（雨量、水位、流量等）を整理し、必要な解析を行う。

(4) 土砂の生産、移動、堆積の調査

山腹斜面、溪流からの土砂の生産、移動、堆積、本川の土砂の生産、移動、堆積が量的に下流に与える影響を調査する。

(5) 地 質 調 査

地質図をもとに必要な現地調査を実施し、土砂生産の実態を把握するとともに各種構造物の設置に堪えうるか検討する。

(6) 水文観測の実施

既存水文資料を補完するため、新たに観測地点を選定し、水文観測（雨量、水位、流量）を実施する。

(7) 河川測量の実施

河川の流下能力、河床変動の調査のために適切な位置、間隔を選定し、河川縦横断測量を実施する。

(8) 土地利用調査

河川周辺部の土地利用状況、河川工作物、道路、鉄道、その他構造物の現況を調査する。

(9) 将来の河川周辺の開発及び土地利用

既存の資料及びペルー側による関連他事業計画を基に、将来の河川周辺部の開発及び土地利用を充分把握し防災計画に反映させる。

(10) 計画規模の決定

計画の対象となる洪水、土砂災害の規模を決定する。

(11) 被害区域、被害箇所の想定

将来予想される災害の範囲を想定する。

(12) 対策工法の検討

予想される洪水、土砂災害に対する適切な工法を検討する。

(13) 施設配置計画、優先順位の設定

計画規模に基づいて、河川、砂防施設の配置計画を作成する。

この際、道路、鉄道等の施設のみに対応で十分な場合はその対策についても検討する。また施設計画には、優先順位を設定する。

(14) 施設の多目的利用

提案される施設が、かんがい、緑化、発電等の取水堰、あるいは兼用道路等、他への利用が想定される場合には、積極的に検討する。

(15) 警戒避難システムの整備

洪水、土砂災害に対して、警戒避難体制の整備を図るべく、警戒避難システムを立案する。

(16) 事業費の算定、事業効果の評価

事業費を算定し、治水効果とその波及効果から事業の効果について検討する。

(17) 河川、砂防行政一元化の提言

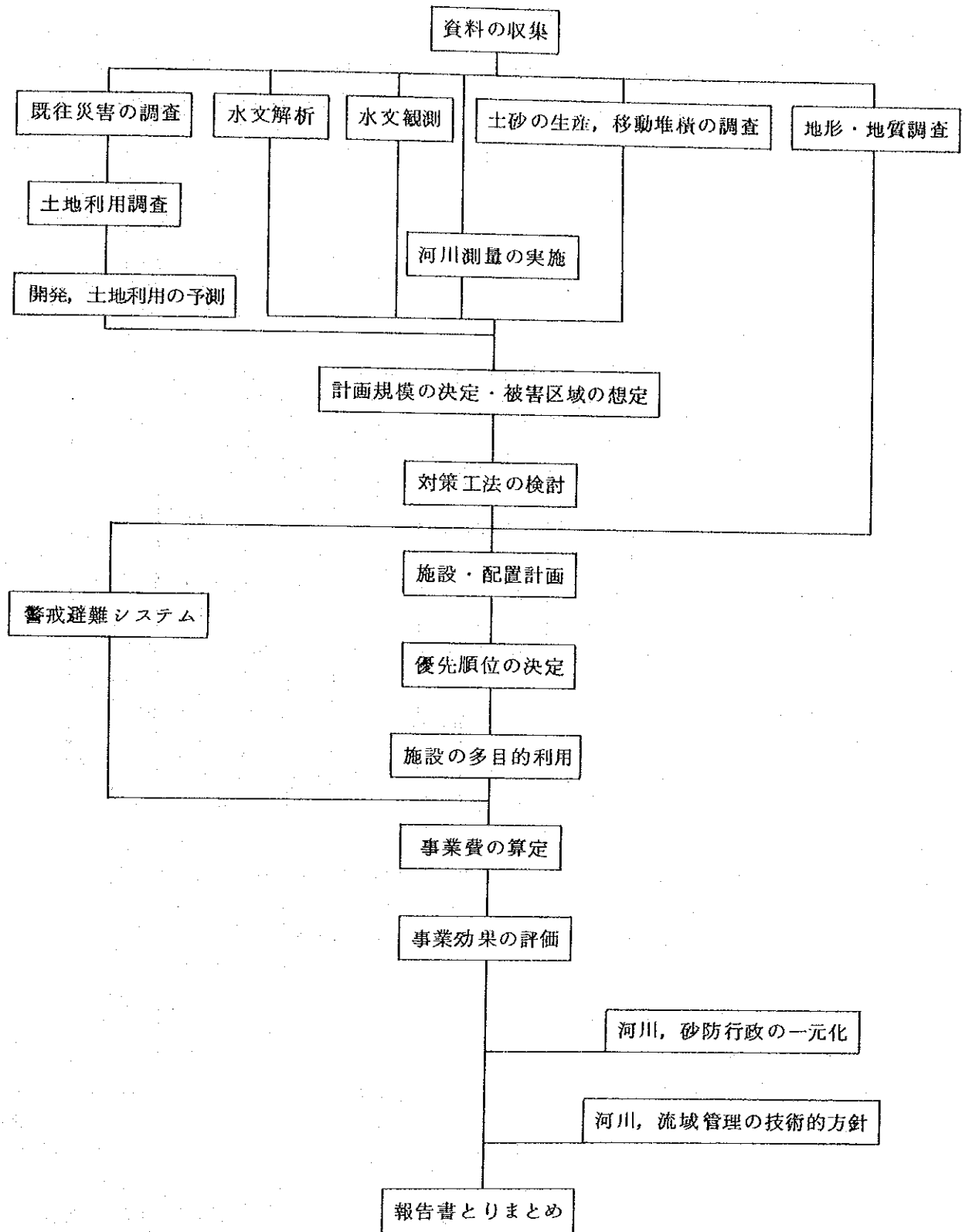
リマック川の災害復旧工事、災害対策工事は、いろいろな機関が独自に実施しており、また、ゴミの投棄、河川の埋立て宅地化、鉱さいの投棄による河積の狭さく化、河川を埋め、道路とし、川をトンネル化するなど河川管理者不在のなかで、河川が痛められている。

そこで一貫した河川、砂防行政の必要性を強調し、行政組織作りを提言する。

(18) 河川管理の技術的方針の検討

河川の本来あるべき姿が歪められ、これが原因で災害を生じている例もある。

そこで、技術的な河川管理のあり方について提言する。



6-4 調査工程

調査は、ペルー国内での現地調査と日本国内で行われる解析作業とで構成される。

現地調査は、都合6.5ヶ月間を予定し、同時平行的に国内での作業を含め、ファイナル・レポートの提出まで、合計15ヶ月間の工程を予定している。

調査工程(案)は下表の通りである。

TENTATIVE SCHEDULE

ITEM \ MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
STUDY IN PERU	▬▬▬				▬▬▬			▬▬				▬▬▬			
STUDY IN JAPAN	▬▬			▬▬▬▬▬▬					▬▬▬▬▬▬				▬▬▬		
REPORT	▲		▲					▲				▲	◎		▲
	IC/R		P/R					IT/R				DF/R			F/R

(REMARKS) IC/R : Inception Report P/R : Progress Report
 IT/R : Interim Report DF/R : Draft Final Report
 ◎ : Comment F/R : Final Report

6-5 報 告 書

以下の報告書を作成し、ペルー国側に提出のうえ説明、協議等を行う。

(1) インセプション・レポート

英文30部（内ペルー側提出分20部）

現地調査開始時に提出。

(2) プロGRESS・レポート

英文30部（内ペルー側提出分20部）

調査開始後3ヶ月以内に提出。

(3) インテリム・レポート

英文30部（内ペルー側提出分20部）

調査開始後8ヶ月以内に提出。

(4) ドラフト・ファイナル・レポート

英文（メインレポート） 30部（内ペルー側提出分20部）

ク（サポーティングレポート） 20部（ク 10部）

ク（ベーシックデータ） 4部（ク 2部）

和文（メインレポート要約） 10部

調査開始後12ヶ月以内に提出。

上記ドラフトファイナルレポートに対するペルー側のコメントは、同レポートの提出後2ヶ月以内にJICAに通知される。

(5) ファイナル・レポート

英文（メインレポート） 80部（内ペルー側提出分50部）

ク（サポーティングレポート） 60部（ク 30部）

ク（ベーシックデータ） 4部（ク 2部）

西文（メインレポート要約） 60部（ク 50部）

和文（本報告書） 30部

上記レポートは、ドラフト・ファイナル・レポートに対するペルー側のコメントを得てから2ヶ月以内にコメントを吟味、検討の上提出する。

6-6 要 員 計 画

本調査の主な担当分野は、次のとおりである。

- ① 総 括
- ② 洪水、土砂災害対策
- ③ 水文、土砂水理

- ④ 地形, 地質
- ⑤ 災害調査
- ⑥ 施設設計, 施設計画
- ⑦ 施工, 積算
- ⑧ 警戒避難体制
- ⑨ 河川・砂防行政と河川・流域管理
- ⑩ 社会経済調査

今回の調査は, 砂漠山地での砂防計画, 緑化, 土石流対策, 警戒避難システム等のソフト対応, 河川・砂防行政, 河川・流域管理等, 非常に多方面にわたっている。

河川, 砂防の技術的な分野はもとより, 河川・砂防行政, 河川の管理, 予警報等, ソフト面では最近の考え方を入れたマスタープランの作成が要請されている。

したがって, 河川・砂防等のハードな技術を有していることはいうまでもなく, 河川・砂防の「行政」「管理」等のいわゆる行政経験を有していることが要求される。

団長, 団員の構成に当っては, 上記の事を考慮して選定すべきである。

6-7 調査実施のための必要機材

- | | |
|------------------|--------|
| a. 簡易式自記水位計 | 2 sets |
| (電池またはゼンマイ式1ヶ月巻) | |
| b. 簡易式自記雨量計 | 4 sets |
| (電池またはゼンマイ式1ヶ月巻) | |
| c. 流速計(直読式) | 2 sets |
| d. レベル | 2 sets |
| e. 携帯式トランシーパー | 2 sets |

添 付 資 料

1. S / W
2. M / M
3. 既存資料の既存状況
4. 面談者リスト

MINUTES OF MEETINGS
FOR
THE STUDY ON THE DISASTER PREVENTION PROJECT
IN
THE RIMAC RIVER BASIN, REPUBLIC OF PERU

August 27th 1986

Lima, Republic of Perú



Mr. Jorge Del Aguila Sánchez
Contralmirante AP
Secretario Ejecutivo,
Comité Nacional de
Defensa Civil



Mr. OGAWA Yuji
Leader of the Japanese
Preliminary Survey Team
Japan International
Cooperation Agency

At the request of the Government of the Republic of Perú, a Preliminary Survey Team (the Team) of the Japan International Cooperation Agency (JICA), visited the Republic of Perú from August 17th to August 25th 1986, to formulate a study on the disaster prevention project in the Rímac River Basin (the Study)

The Team carried out field surveys of the project area and held a series of discussions with the officials and agencies concerned.

A final meeting was held on August 25th 1986, at Lima. A list of those who attended is shown in the attached sheet.

The main issues discussed are as follows:

1) Comité Nacional de Defensa Civil (CNDC) shall be the counterpart and coordinating agency for the smooth conduct of the Study.

CNDC shall organize a counterpart team which is composed of personnel having enough technical background for the technical transfer from the Japanese Study Team.

2) The objective of the Study shall be to prepare the Master Plan for the disaster prevention project in the Rímac river basin.

3) The Study area shall cover the Rímac river basin with approximately 3,400 Km² as shown in the attached map.

4) CNDC promised to prepare the necessary data following the questionnaire presented by the Team.

The Team requested CNDC to secure permission for taking data necessary for the Study, especially aerophotos out of Perú to Japan by the Japanese Study Team.

5) CNDC will provide a suitable office space with furniture in Lima city for the Japanese Study Team.

6) CNDC will provide a vehicle with driver and fuel for the Japanese Study Team.

7) CNDC requested the Team to provide an appropriate number of additional vehicles for the Study.

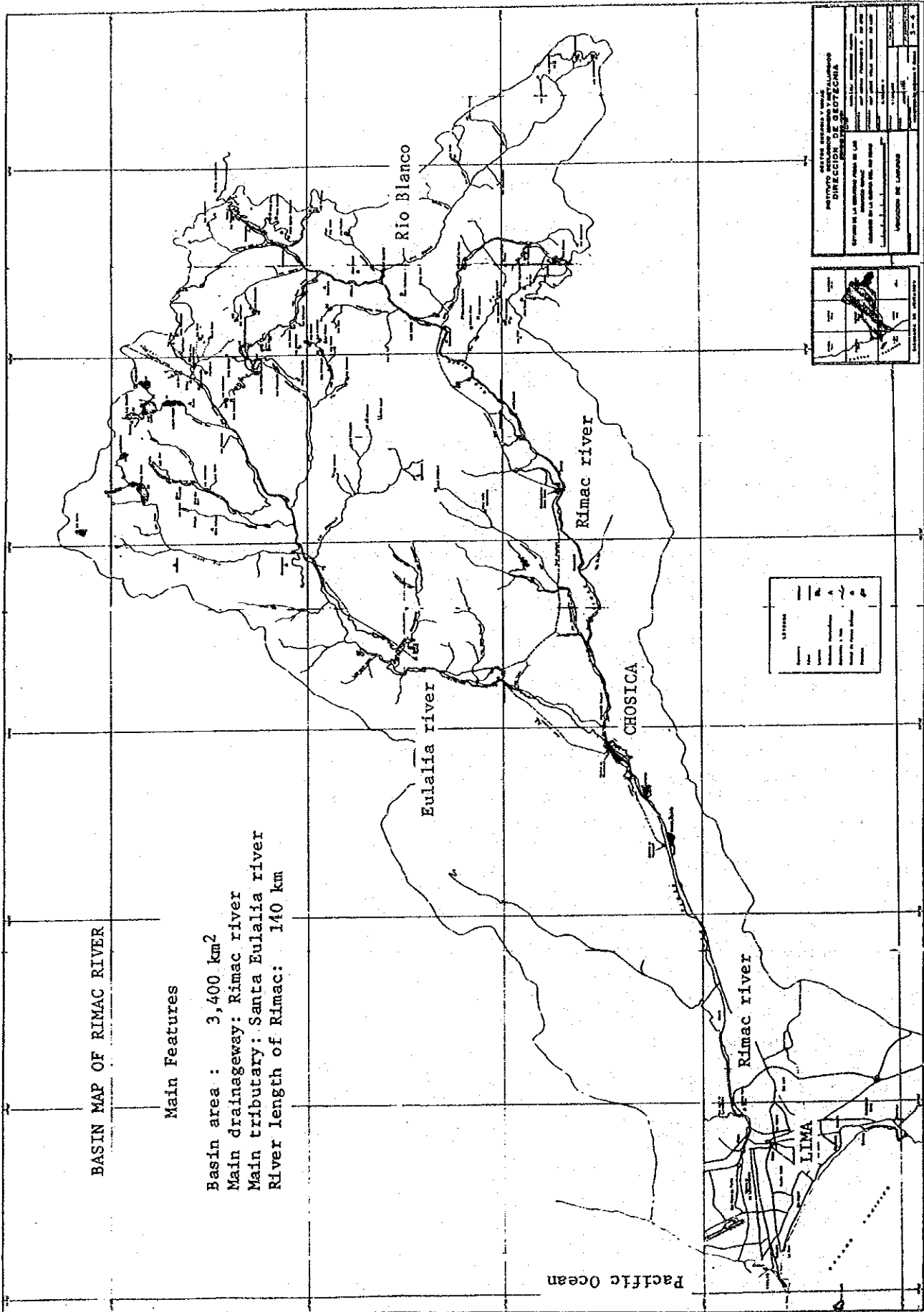
MS The Team stated that this proposal will be recommended to the Japanese Government. *gO*

8) CNDC requested the counterparts should be trained in Japan for the purpose of technology transfer.

The Team took note of this request.

9) CNDC requested the Team to start the Study as soon as possible. CNDC stated that the desirable time to accept S/W Mission would be at the end of October or at the beginning of November.

The Team stated that this proposal will be recommended to the Japanese Government.



BASIN MAP OF RIMAC RIVER

Main Features

Basin area : 3,400 km²
 Main drainageway: Rimac river
 Main tributary: Santa Eulalia river
 River length of Rimac: 140 km

LEYENDA

—	Limite del Distrito
—	Limite de la Provincia
—	Limite de la Zona de Urbanización
—	Limite de la Zona de Agricultura
—	Limite de la Zona de Pastoreo
—	Limite de la Zona de Caza
—	Limite de la Zona de Pesca
—	Limite de la Zona de Minería
—	Limite de la Zona de Industria
—	Limite de la Zona de Turismo

INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD
 DIRECCIÓN DE GEOTECNIA

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE LAS
 OBRAS DE LA ZONA DE URBANIZACIÓN
 Y DE LA ZONA DE AGRICULTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: ...

FECHA: ...

ESCALA: ...

LIST OF PARTICIPANTS

I. Peruvian Side

1. Rear Admiral Peruvian Navy Jorge DEL AGUILA SANCHEZ, Executive Secretary, National Committee for Civil Defense.
2. Eng. César ARGUEDAS MADRID, Senior Technical Advisor, ES/NCCD*.
3. Eng. Jorge VILLAFANA AVILA, Director, Studies and Operations Office, ES/NCCD.
4. Eng. Américo PACHECO C., Technical Advisor, ES/NCCD.
5. Eng. Luis Angel CABRERA LOPEZ, International Cooperation Area, ES/NCCD.
6. Oscar TREJO OVIEDO, Planner, ES/NCCD.
7. O. MELGAR R., Electronic Engineer, ES/NCCD.
8. Elizabeth ARCE CANO, Civil Engineer, Second Region, Civil Defense.

* ES/NCCD: Executive Secretariat, National Committee for Civil Defense.
SE/CNDC: Secretaría Ejecutiva, Comité Nacional de Defensa Civil

9. Carlos VILLAVICENCIO A., Technician, Studies and Operations Office, ES/NCCD.
10. Jaime JULCA ALVA, Associate Eng., F & P Management, CORDE-CALLAO.*
11. Segundo MALEDO CRTIZ, Civil Eng., CORDE-LIMA.*
12. Pedro ABAD VELIZ, Mechanical Eng., Head, Civil Defense Office, CORDE-LIMA.
13. José CORDOVA ALVA, Sanitary Eng., Head, Technical Division, SEDAPAL* - ATARCEA PLANT.
14. Antonio Guzmán M., Geologist, Head, Internal Geodynamics Dpt., INGEMMET.*

-
- * CORDE-CALLAO: Corporación Departamental de Desarrollo del Callao.
Departmental Development Corporation, Callao.
- * CORDE-LIMA: Corporación Departamental de Desarrollo de Lima.
Departmental Development Corporation, Lima.
- * SEDAPAL: Servicio Nacional de Agua Potable y Alcantarillado.
National Drinking Water and Sewage Service.
- * INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
Geological, Mining and Metallurgical Institute.

15. Raúl CARO DIAZ, Agricultural Eng., Director,
Soils and Basin Management Office, DGASI,
Ministry of Agriculture.

16. Eng. Nicolás CARRION, Electro-Lima.*

* Electro-Lima: Empresa de Electricidad de Lima.
Lima, Electricity Company.

II. Japanese Side

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. OGAWA Yuji, Team Leader | (JICA TEAM) |
| 2. SASAKI Yosuke, Member | " |
| 3. NAKAGAWA Kazuo, Member | " |
| 4. NOSE Takayuki, Member | " |
| 5. OBA Mitsuo, Translator | " |

Handwritten mark

Handwritten mark