第4章 プロジェクトの形成と評価

4.1 プロジェクトの評価期間 （horizonte de evaluación del proyecto）

プロジェクトの評価期間は本プロジェクトのプログラムペルフィルレポートに採用されたと同様に 15 年間とする。 SNIP の規定 Annex-10 には評価期間は原則として 10 年とするが、プロジェクトの形成機関（本プロジェクトの場合 DGIH）が必要と認めれば変更出来るとしている。DGIH はプログラムペルフィルレポートにおいて 15 年間を採用し、OPI および DGPM の承認を得ている（2010 年 3 月 19 日）。JICA の開発調査においては一般に 50 年を採用しているので、DGIH および OPI に問い合わせたところ、当初採用の 15 年とする事を指示された。なお評価期間を 50 年とした場合の社会経済評価は Annex-14 有償資金協力事業実施計画に記載する。

4.2 需要と供給分析

確率 50 年洪水流量を計画洪水流量として各流域において、500mピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余有高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。

また現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

3.1.9 流出解析で求めた確率 50 年流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高（需要）および現堤防高または地盤高（供給）ならびにこれらの差（需給ギャップ）の平均値は表-4.2-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は一例としてカニェテ川の例を表-4.2-2 に示す。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。各流域における計算結果は流域別のプロジェクトレポートまたは Annex-4 治水計画を参照のこと。

表-4.2-1 各流域における需要と供給

流域	現況堤防（地盤）高（供給）		確率50年洪水計算水位	堤防余裕高	必要堤防高（需要）	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤−①	⑦=⑤−②
チラ川	31.85	29.27	31.38	1.20	32.58	2.71	3.53
カニェテ川	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03
チンチャ川							
チコ川	144.81	145.29	144.00	0.80	144.80	0.40	0.45
マタヘンテ川	133.72	133.12	132.21	0.80	133.01	0.29	0.36
ピスコ川	219.72	217.26	214.82	1.00	215.82	0.63	0.76
ヤウカ川	187.54	183.01	179.03	0.80	179.83	0.21	0.40
マヘスーカマナ川	401.90	405.19	399.43	1.20	400.63	1.21	0.88

上表によれば需給ギャップはチラ川で最も高く、ついでカニェテ川、マヘス - カマナ川であり、チンチャ川およびヤウカ川では低い。

表-4.2-2　需要と供給の計算（カニェテ川の例）

距離標	現況堤防（地盤）高（供給）		確率50年洪水計算水位	堤防余裕高	必要堤防高	需給ギャップ	
	左岸	右岸			（需要）	左岸	右岸
(km)	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤−①	⑦=⑤−②
0.0	3.04	2.42	3.88	1.20	5.08	2.04	2.66
0.5	10.85	6.43	6.69	1.20	7.89	0.00	1.46
1.0	19.26	15.46	11.66	1.20	12.86	0.00	0.00
1.5	23.14	22.02	18.55	1.20	19.75	0.00	0.00
2.0	28.54	24.14	24.47	1.20	25.67	0.00	1.53
2.5	29.77	30.43	30.42	1.20	31.62	1.85	1.19
3.0	39.57	36.32	36.54	1.20	37.74	0.00	1.42
3.5	44.29	41.17	41.52	1.20	42.72	0.00	1.55
4.0	50.87	44.51	45.90	1.20	47.10	0.00	2.59
4.5	50.77	50.90	51.48	1.20	52.68	1.91	1.78
5.0	56.72	55.97	56.70	1.20	57.90	1.18	1.93
5.5	61.60	62.63	61.30	1.20	62.50	0.90	0.00
6.0	67.94	67.29	66.75	1.20	67.95	0.01	0.66
6.5	71.98	72.26	72.21	1.20	73.41	1.43	1.15
7.0	75.91	77.89	77.87	1.20	79.07	3.16	1.18
7.5	84.54	83.93	83.14	1.20	84.34	0.00	0.41
8.0	87.14	86.94	89.24	1.20	90.44	3.30	3.50
8.5	92.88	94.92	95.12	1.20	96.32	3.44	1.40
9.0	97.59	99.58	99.95	1.20	101.15	3.55	1.57
9.5	103.52	106.09	104.87	1.20	106.07	2.55	0.00
10.0	113.17	112.15	110.18	1.20	111.38	0.00	0.00
10.5	115.92	115.66	116.69	1.20	117.89	1.97	2.23
11.0	120.02	120.74	121.86	1.20	123.06	3.04	2.32
11.5	126.04	125.46	126.55	1.20	127.75	1.71	2.29
12.0	133.58	131.61	132.64	1.20	133.84	0.26	2.23
12.5	138.25	137.29	138.65	1.20	139.85	1.60	2.56
13.0	144.87	144.19	145.04	1.20	146.24	1.37	2.05
13.5	151.37	149.50	151.14	1.20	152.34	0.97	2.84
14.0	157.25	155.68	157.32	1.20	158.52	1.27	2.84
14.5	163.04	162.65	162.70	1.20	163.90	0.85	1.24
15.0	169.07	168.02	168.53	1.20	169.73	0.66	1.71
15.5	174.33	173.29	173.80	1.20	175.00	0.67	1.71
16.0	178.76	179.67	179.56	1.20	180.76	2.00	1.09
16.5	189.69	184.90	185.00	1.20	186.20	0.00	1.30
17.0	198.92	190.23	192.31	1.20	193.51	0.00	3.28
17.5	204.00	196.35	198.05	1.20	199.25	0.00	2.90
18.0	208.64	202.64	203.68	1.20	204.88	0.00	2.24
18.5	216.02	208.07	208.90	1.20	210.10	0.00	2.03
19.0	231.58	214.00	215.17	1.20	216.37	0.00	2.37
19.5	234.50	219.81	221.58	1.20	222.78	0.00	2.97
20.0	227.59	225.71	227.83	1.20	229.03	1.44	3.32
20.5	232.17	231.84	233.16	1.20	234.36	2.19	2.51
21.0	239.69	238.14	239.70	1.20	240.90	1.21	2.76
21.5	243.75	244.32	245.70	1.20	246.90	3.15	2.58
22.0	258.48	248.71	251.12	1.20	252.32	0.00	3.61
22.5	261.54	255.90	256.70	1.20	257.90	0.00	2.00
23.0	277.79	260.72	263.17	1.20	264.37	0.00	3.65
23.5	286.32	266.55	268.34	1.20	269.54	0.00	2.99
24.0	293.96	274.25	274.19	1.20	275.39	0.00	1.14
24.5	279.29	280.51	279.73	1.20	280.93	1.64	0.42
25.0	305.10	286.83	285.94	1.20	287.14	0.00	0.31
25.5	310.22	289.46	291.96	1.20	293.16	0.00	3.70
26.0	317.26	295.71	297.32	1.20	298.52	0.00	2.81
26.5	307.24	302.64	303.34	1.20	304.54	0.00	1.90
27.0	307.18	306.25	308.61	1.20	309.81	2.64	3.56
27.5	335.69	311.92	313.47	1.20	314.67	0.00	2.75
28.0	342.51	321.75	317.21	1.20	318.41	0.00	0.00
28.5	323.24	329.22	326.63	1.20	327.83	4.59	0.00
29.0	331.04	327.61	331.31	1.20	332.51	1.47	4.90
29.5	335.86	332.81	336.85	1.20	338.05	2.19	5.25
30.0	340.36	343.00	341.99	1.20	343.19	2.83	0.19
30.5	346.28	347.78	349.42	1.20	350.62	4.33	2.84
31.0	352.37	355.00	355.54	1.20	356.74	4.38	1.74
31.5	363.03	362.32	363.14	1.20	364.34	1.31	2.02
32.0	372.35	365.18	368.39	1.20	369.59	0.00	4.41
32.5	375.30	373.38	376.70	1.20	377.90	2.60	4.52
平均	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03

4.3　技術的提案

4.3.1　構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 4.13 中・長期計画、4.13.1 全体治水計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、それぞれの流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討する。

（1）　計画洪水流量

1)　ペルー国洪水対策ガイドライン

経済財務省（MEF）の公的部門多年度計画局（DGPM）制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン”（Guia Metodologica para　Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agricolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ（Horizonte de Proyectos）によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10 年～50 年洪水流量が計画対象流量として考えられる。

2）既往最大流量と計画洪水流量

各流域における年最大流量の観測値は図-4.3.1-1(1)～図-4.3.1-1(7)に示すとおりである。これに基づき各流域における既往最大流量を抽出して各生起年確率洪水流量とともに示すと表-4.3.1-1 に示すとおりである。

各河川の既往最大流量は各河川において 1/50 年規模程度の洪水が過去に１～２回程度発生している。また、過去の洪水において多大な被害が発生しているのも 1/50 年規模程度の洪水規模の場合である。既往最大流量はチンチャ川を除き確率 50 年洪水量とほぼ同じか小さくなっている。チンチャ川の既往最大流量は図-4.3.1-1(4)に示すように 1960 年代以前であって最近 40 年間における年最大流量は確率 50 年流量よりかなり小さい。
ペルー国の場合、河川整備がほとんど進んでいないことから、既往洪水以上の洪水に対して部分的に整備する必要性はないと思われる。しかし、過去に発生した洪水により多大の被害を受けていることから、それと同程度の洪水に対して安全を確保する施設整備をまず進めるべきである。したがって、今回の各河川の整備目標としては、過去最大規模の洪水流量である 1/50 年確率規模とする。

表-4.3.1-1　生起年確率洪水流量(m^3/sec)

河川名	確率10年	確率25年	確率50年	確率100年	既往最大
チラ川	2,276	2,995	3,540	4,058	3,595
カニェテ川	822	1,496	2,175	2,751	900
チンチャ川	580	807	917	1,171	1,269
ピスコ川	451	688	855	963	956
ヤウカ川	90	167	263	400	211
マヘス-カマナ川	1,166	1,921	2,659	3,586	2,021

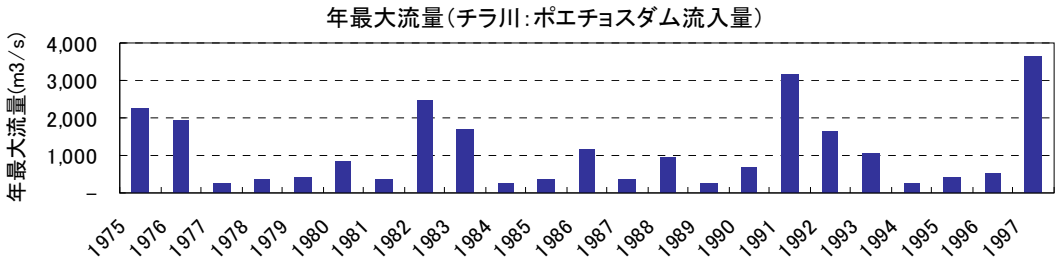


図- 4.3.1-1(1)　年最大流量（観測値：チラ川：ポエチョスダム流入量）

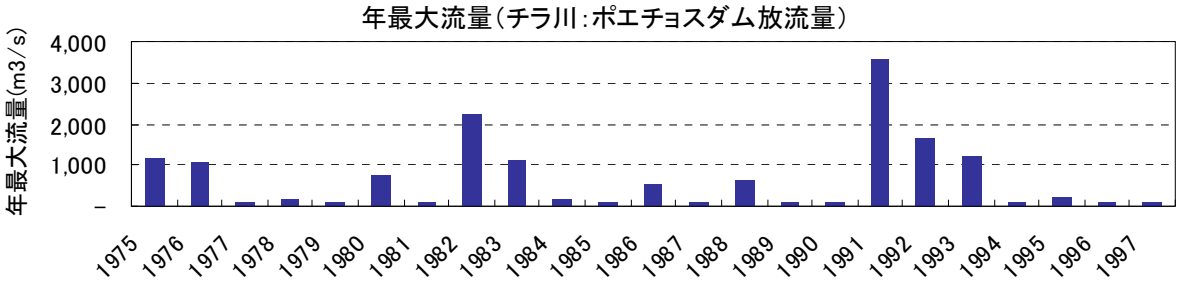


図- 4.3.1-1 (2)　年最大流量（観測値：チラ川：ポエチョスダム放流量）

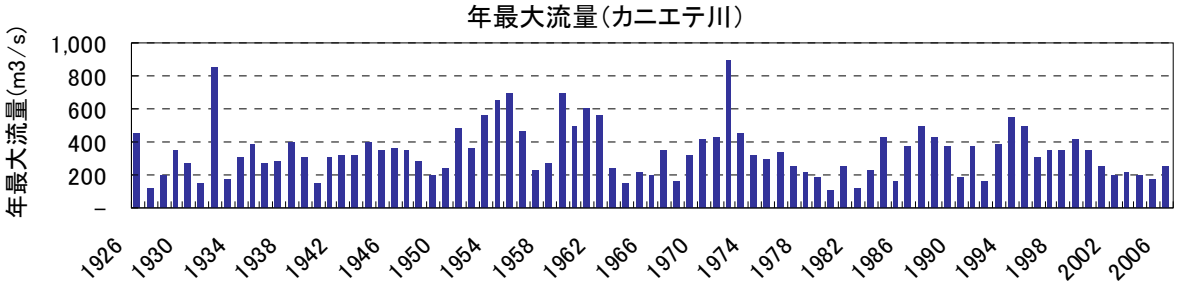


図- 4.3.1-1 (3)　年最大流量（観測値：カニェテ川）

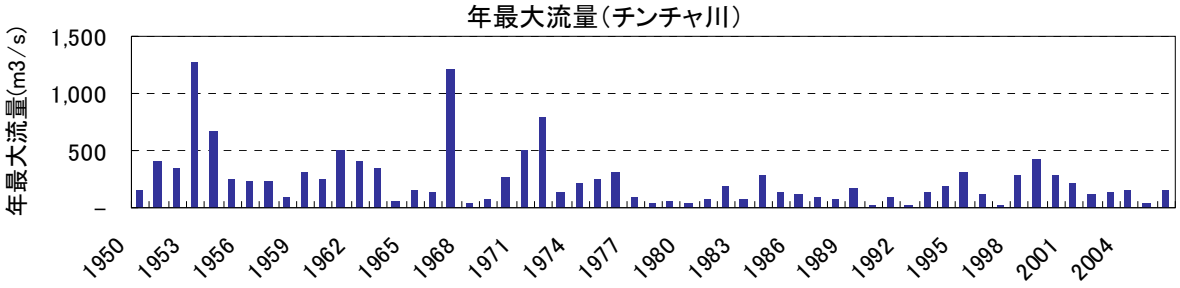


図- 4.3.1-1 (4)　年最大流量（観測値：チンチャ川）

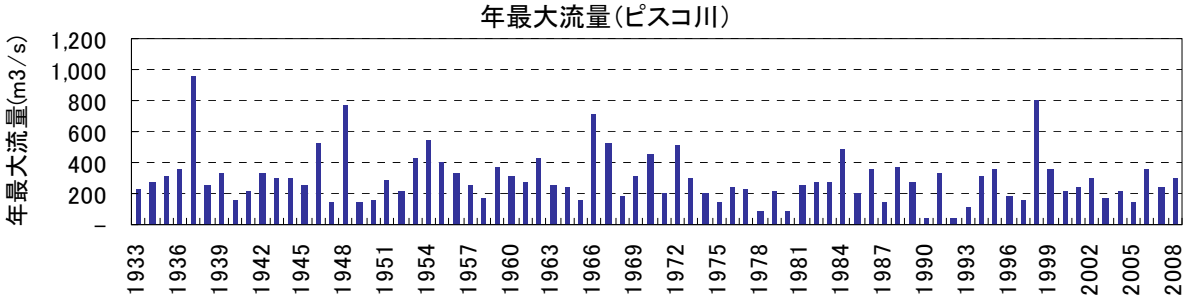


図- 4.3.1-1 (5)　年最大流量（観測値：ピスコ川）

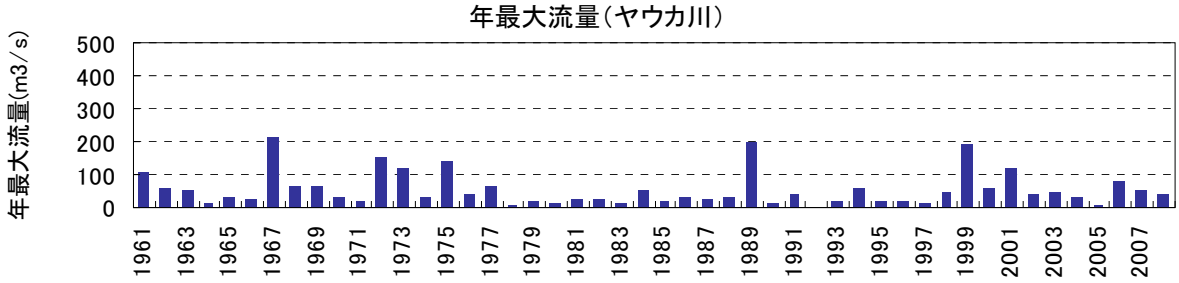


図- 4.3.1-1 (6)　年最大流量（観測値：ヤウカ川）

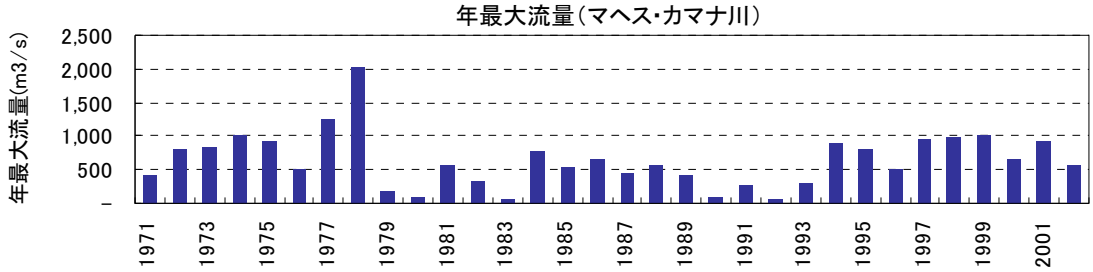


図- 4.3.1-1 (7)　年最大流量（観測値：マヘス・カマナ川）

3）確率洪水流量と被害額および浸水面積

各河川流域について確率年洪水流量と被害額および浸水面積の関係を概略検討して図-4.3.1-2(1)～図-4.3.1-2(6)に示す。

これらの図よりチラ川をのぞいて次のことが言える。

① 確率洪水流量が増加するほど浸水面積が増加する（図中の緑線）。

② 確率洪水流量が増加するほど被害額が増加する（図中の赤線）。

③ 確率洪水流量の増加に伴って対策後の被害額は漸増する（図中の青線）。

④ 確率洪水流量の増加に伴って被害軽減額（赤線と青線の差）は着実に増加し、検討した範囲では確率 50 年流量において最大となる。

チラ川においては図中の 3 線は確率洪水流量の増加に伴ってほぼ同一線上をたどる。即ち被害軽減効果が殆どない。なおチラ川およびヤウカ川については後述 4.5 社会評価の検討結果および 4.8 採択流域の選定において経済効果が低い事から本事業より除外する事となった。

上述したように確率 50 年流量は既往最大流量にほぼ等しく、被害軽減額の絶対値が確率 50 年以下の他の確率洪水流量より大きく、社会評価の結果経済効果も確認されている。

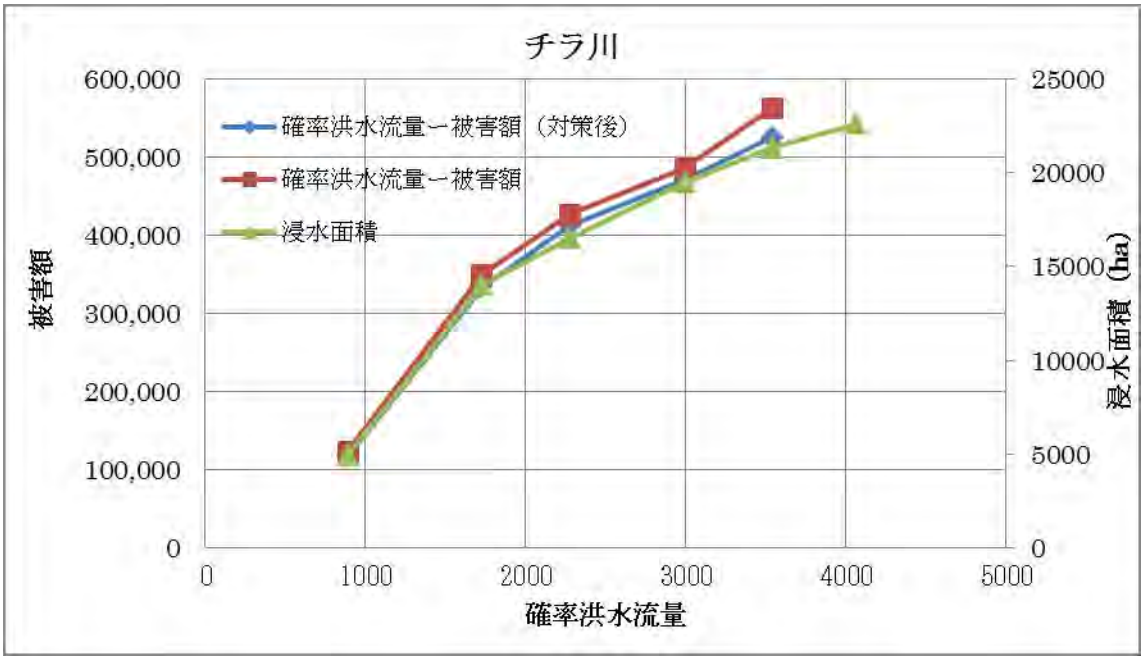


図-4.3.1-2 (1)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（チラ川）

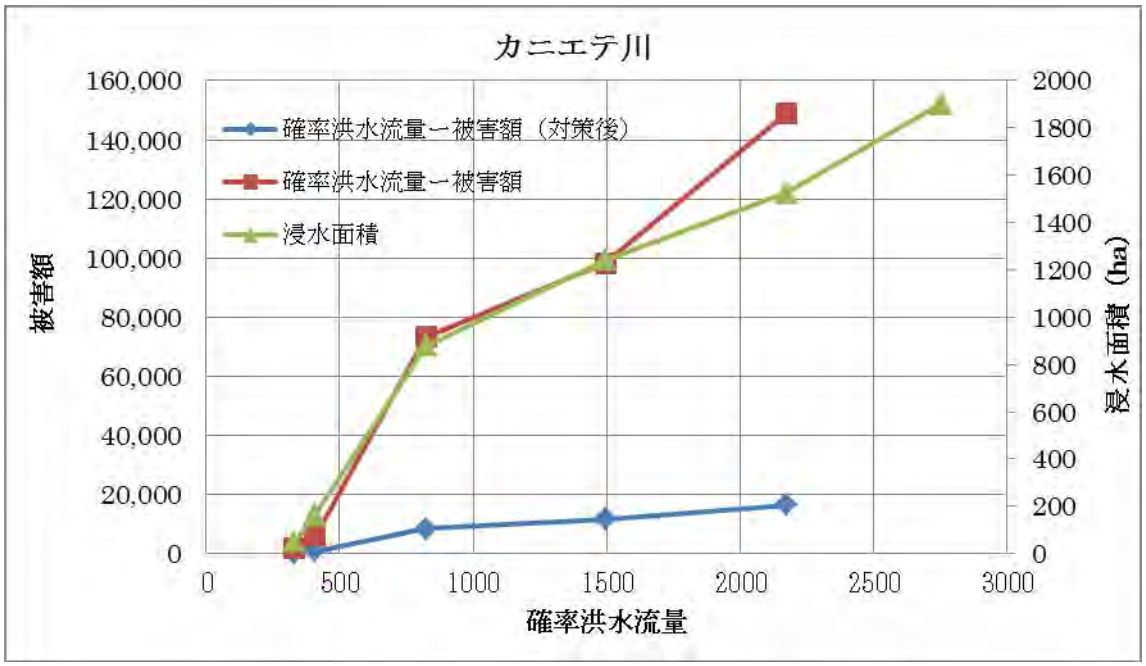


図-4.3.1-2 (2)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（カニェテ川）

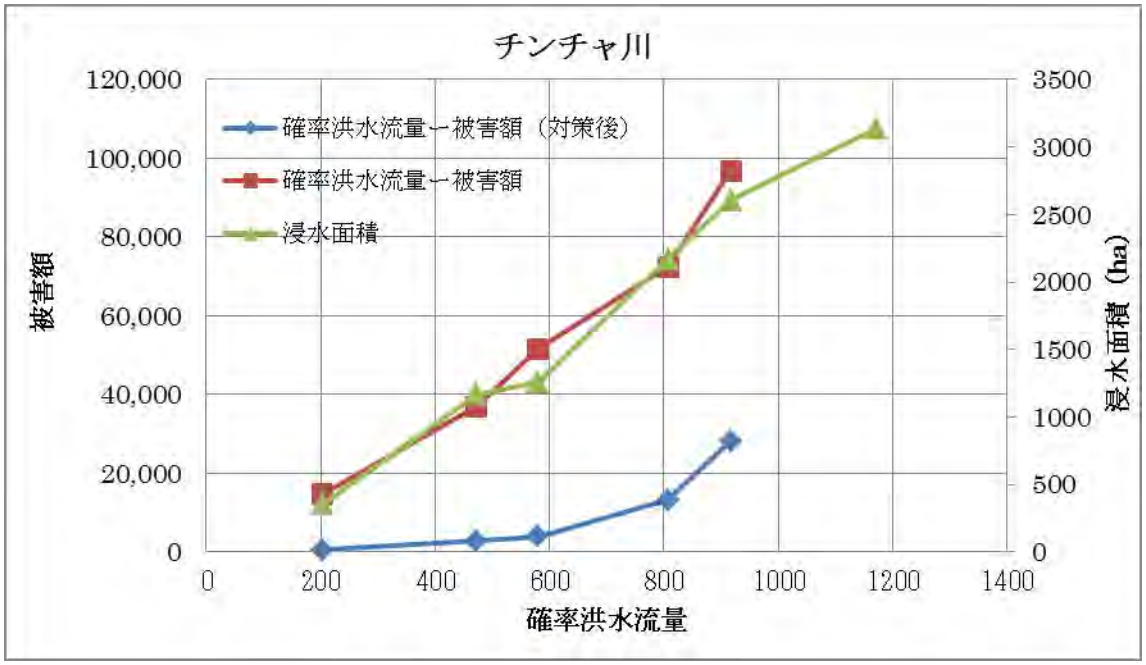


図-4.3.1-2 (3)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（チンチャ川）

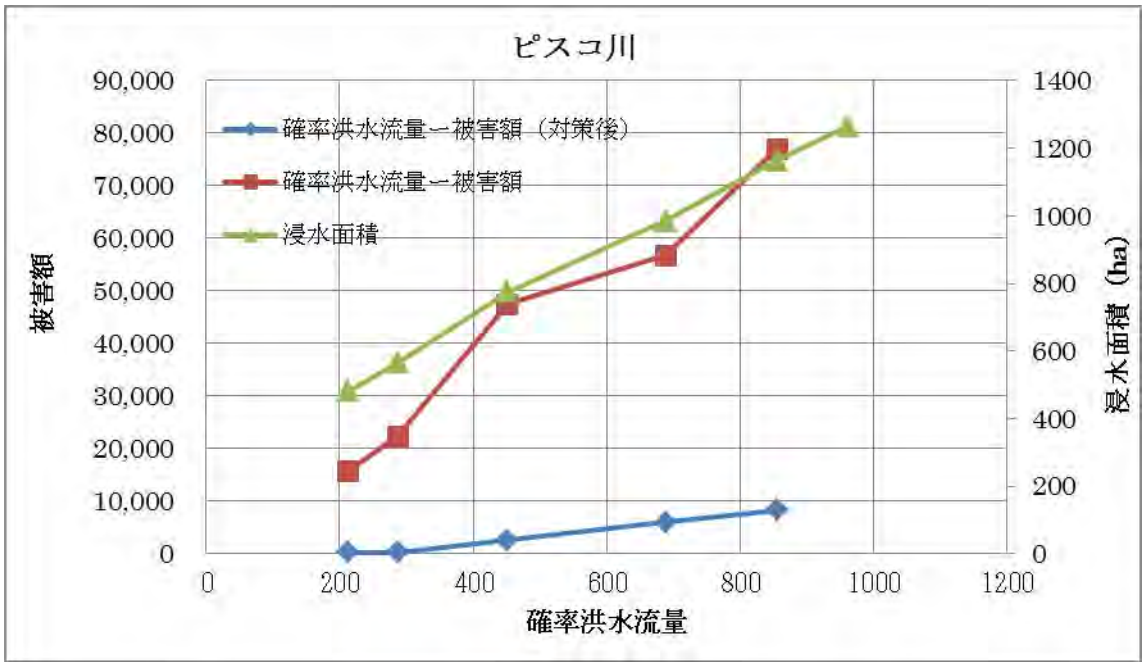


図-4.3.1-2 (4)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（ピスコ川）

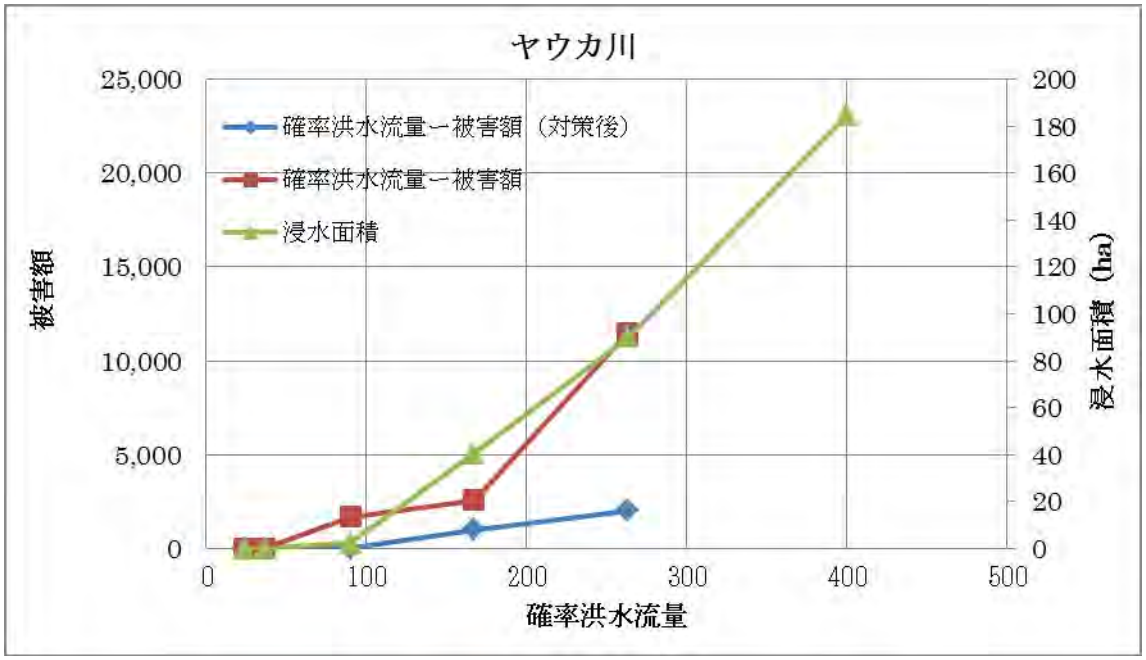


図-4.3.1-2 (5)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（ヤウカ川）

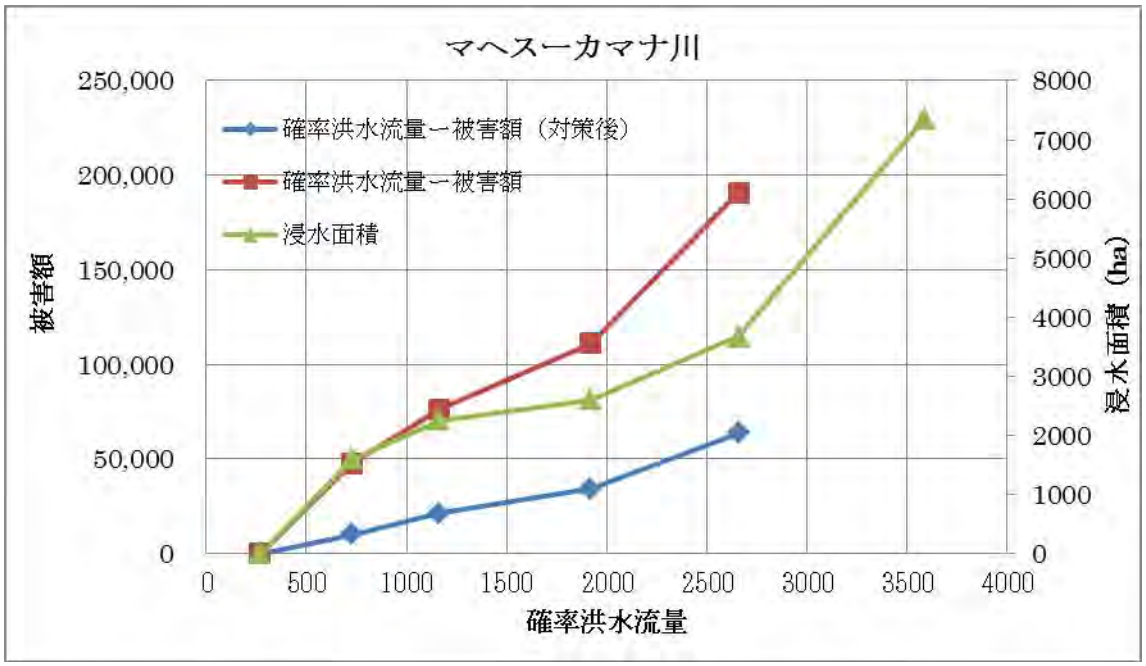


図-4.3.1-2 (6)　確率洪水流量と被害額および浸水面積（マヘス - カマナ川）

（2）地形測量

各構造物対策の予定地において表-4.3.1-2 に示す地形測量を行った。洪水対策施設の予備設計はこの地形測量の結果に基づいて行った。

表-4.3.1-2　地形測量の概要

河川名	地形測量（S=1/1000～1/2000）(ha)	横断測量（S=1/200, 間隔100m）(km)
チラ川	234.5	23.8
カニェテ川	94.8	10.6
チンチャ川	80.0	9.0
ピスコ川	182.5	19.4
ヤウカ川	42.0	4.8
マヘス-カマナ川	193.0	21.3
合計	826.8	88.9

（3）重点洪水対策施設の選定

1）基本方針

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

・地域住民の要望ヶ所（過去の洪水被害を踏まえた要望）
・流下能力不足箇所（洗掘ヶ所も含む）
・背後地の状況（市街地や農地の状況）
・氾濫の状況および規模（氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況）

・社会環境条件（地域の重要施設など）

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果（水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況）等を元に上記５項目について総合評価を実施し、各河川において治水上の対策が必要な箇所（総合評価点の高い箇所）32 ヶ所を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を 500ｍピッチ（横断図）で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500ｍ区間毎に上記の各項目について３段階評価（０点、１点、２点）を行い、その合計点が６点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限値（６点）については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

評価の項目と採点基準は表-4.3.1-3 に示すとおりである。

表-4.3.1-3　評価項目と採点基準

評価項目	評価内容	段階評価基準
地域の要望箇所	●過去の洪水被害の実績 ●地域住民・農民の要望	・大規模な洪水被害の経験があり、地域の要望が特に高い箇所（２点） ・地域の要望箇所（１点）
流下能力不足箇所（洗掘箇所含）	●流下能力不足により氾濫の可能性 ●洗掘による堤防崩壊の可能性	・流下能力が特に低い箇所（確率洪水流量 1/10 年以下）（２点） ・流下能力の低い箇所（1/25 年以下）（１点）
背後地の状況	●大規模農地等 ●市街地等 ●背後地や周辺施設の評価	・大規模な農地が広がっている箇所（２点） ・農地に市街地が混在、大規模市街地（２点） ・上記の規模の小さいもの（１点）
氾濫状況	●氾濫の規模	・氾濫が平面的に大きく拡散する場合（２点） ・氾濫が限定的な範囲に留まる場合（１点）
社会環境条件（地域の重要施設）	●灌漑や上水道の取水施設など ●主要道（パンアメリカーナなど）の橋や道路	・地域の重要施設がある場合（２点） ・重要施設に準ずる施設（地方道、小規模取水施設等）の場合（１点）

2）選定結果

各河川の各区間における評価の結果および重要洪水対策施設の選定結果は図-4.3.1-3～図-4.3.1-9 に示すとおりである

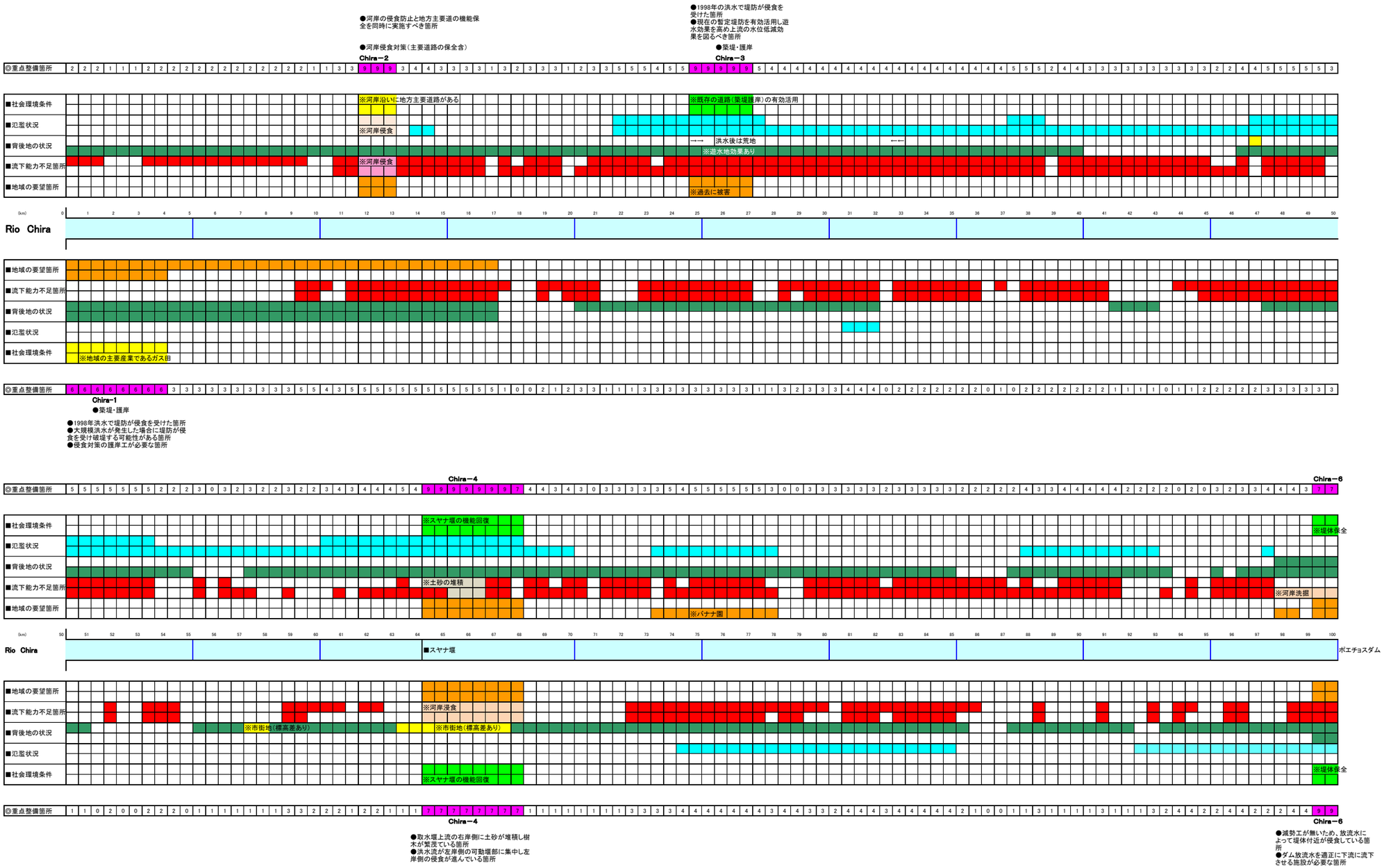


図-4.3.1-3　チラ川における重点洪水対策施設の選定

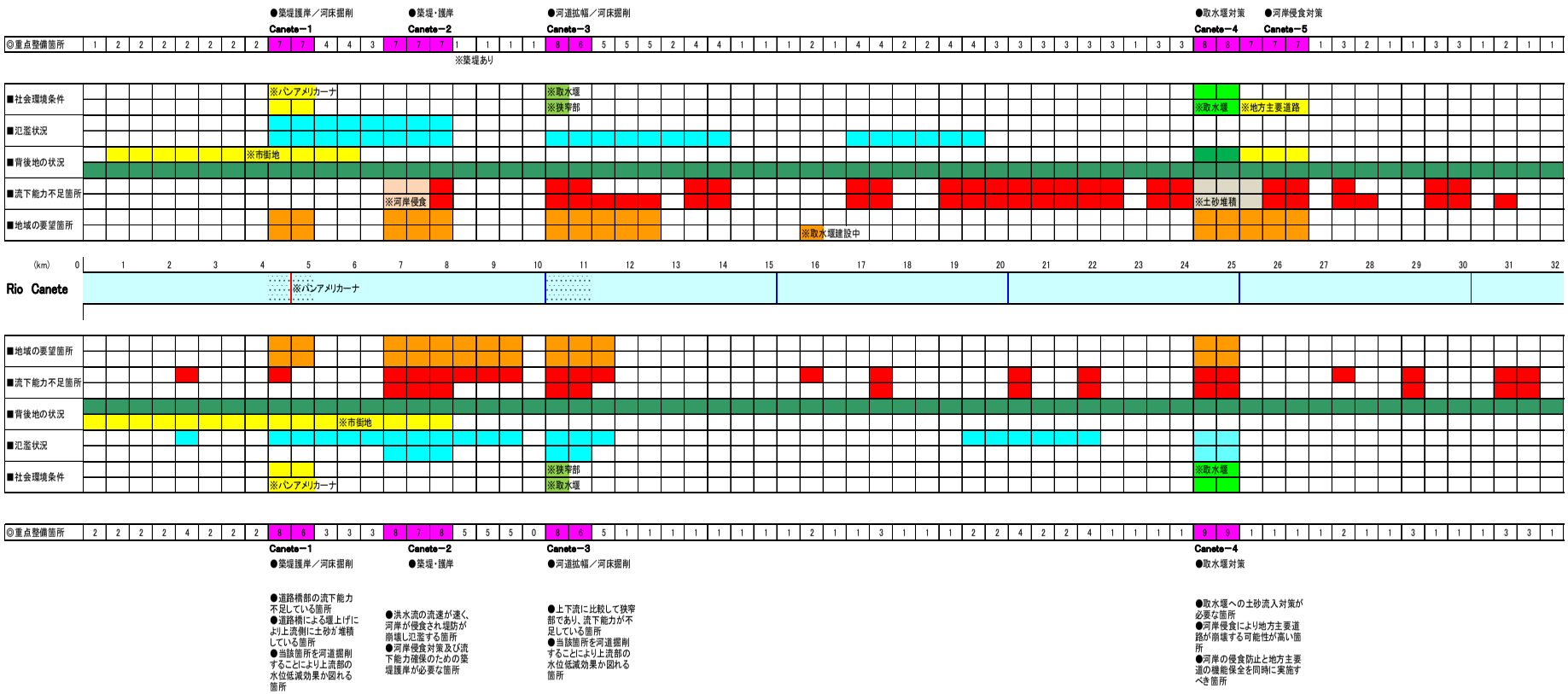


図-4.3.1-4　カニェテ川における重点洪水対策施設の選定

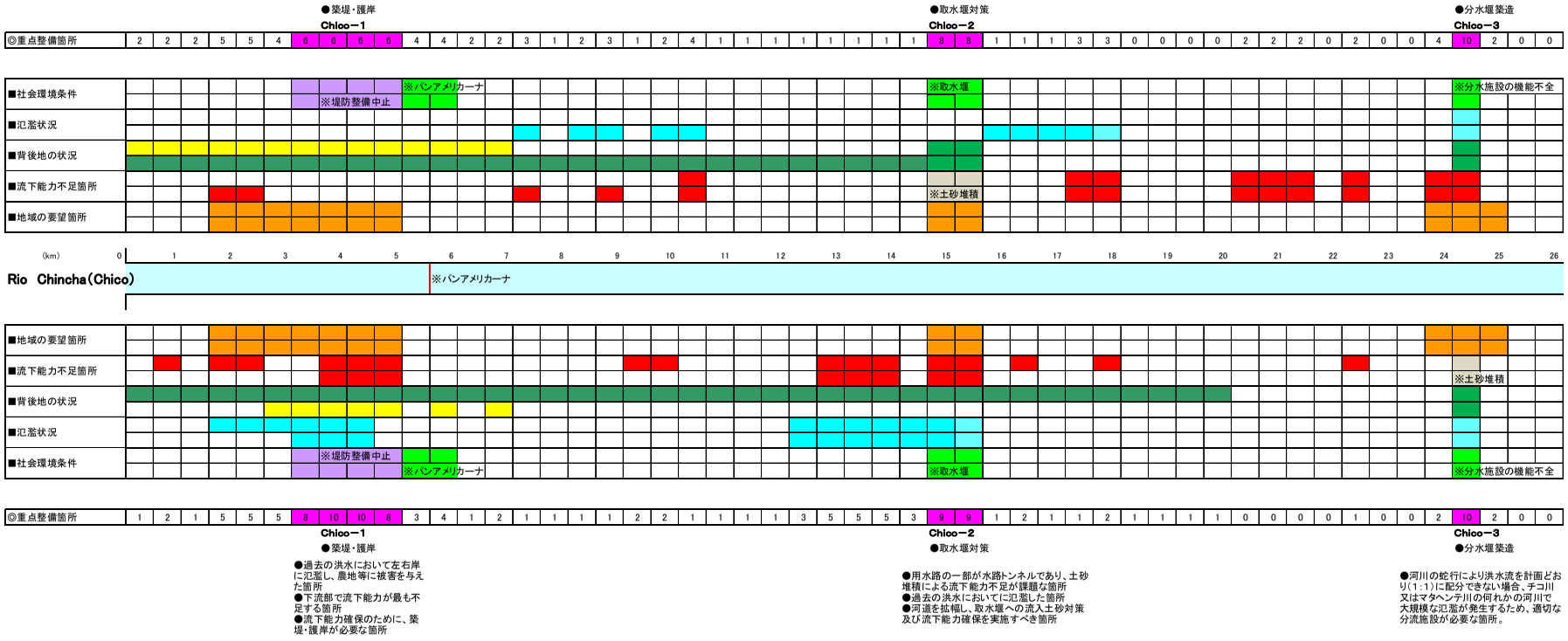


図-4.3.1-5　チンチャ川 - チコ川における重点洪水対策施設の選定

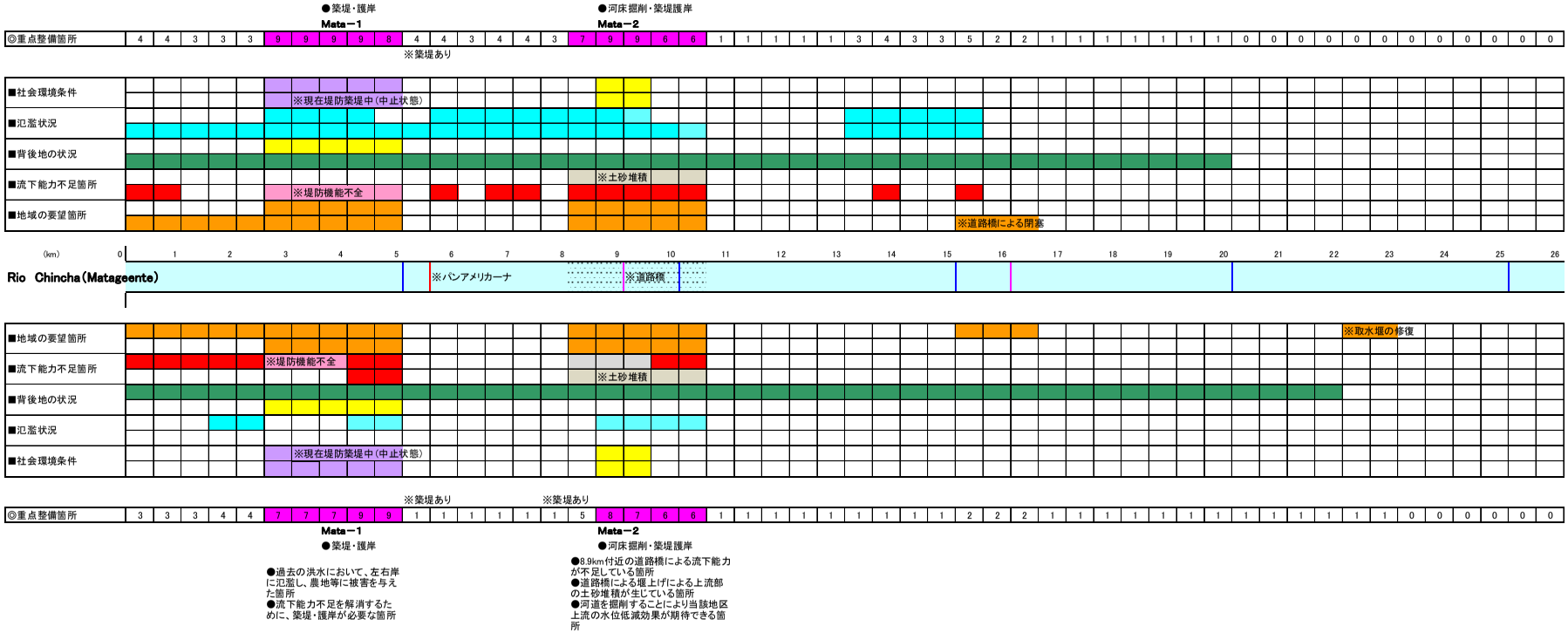


図-4.3.1-6　チンチャ川 - マタヘンテ川における重点洪水対策施設の選定

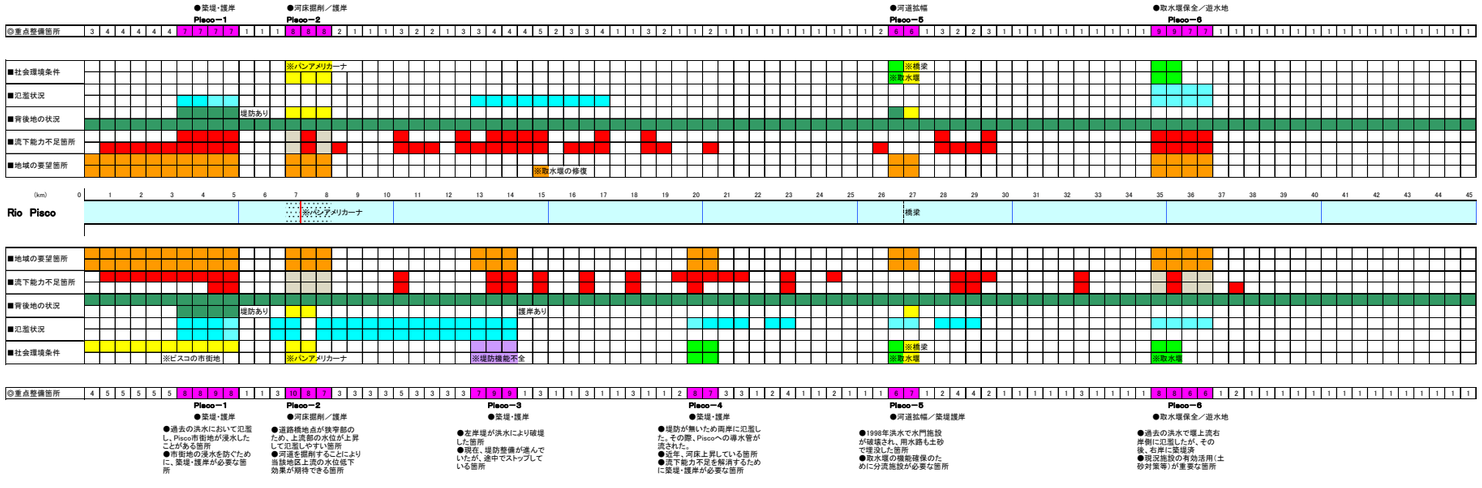


図-4.3.1-7　ピスコ川における重点洪水対策施設の選定

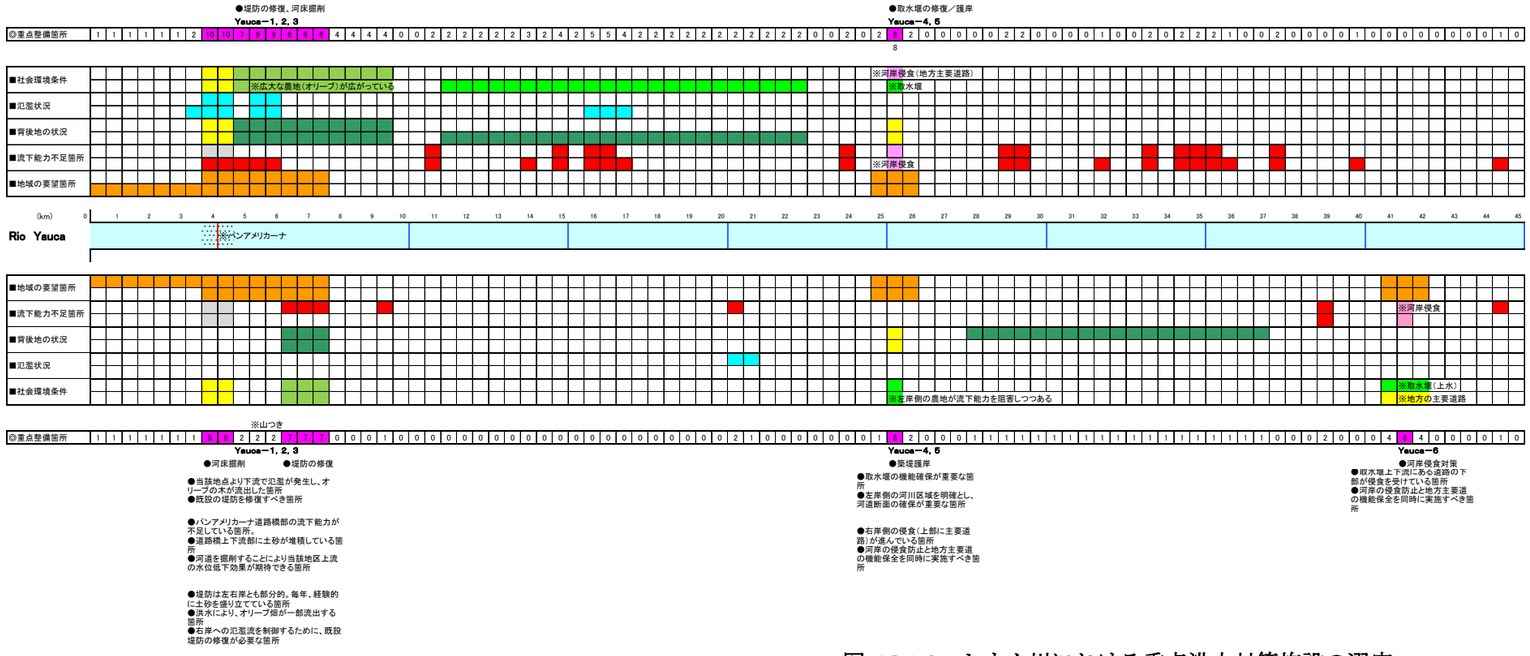


図-4.3.1-8　ヤウカ川における重点洪水対策施設の選定

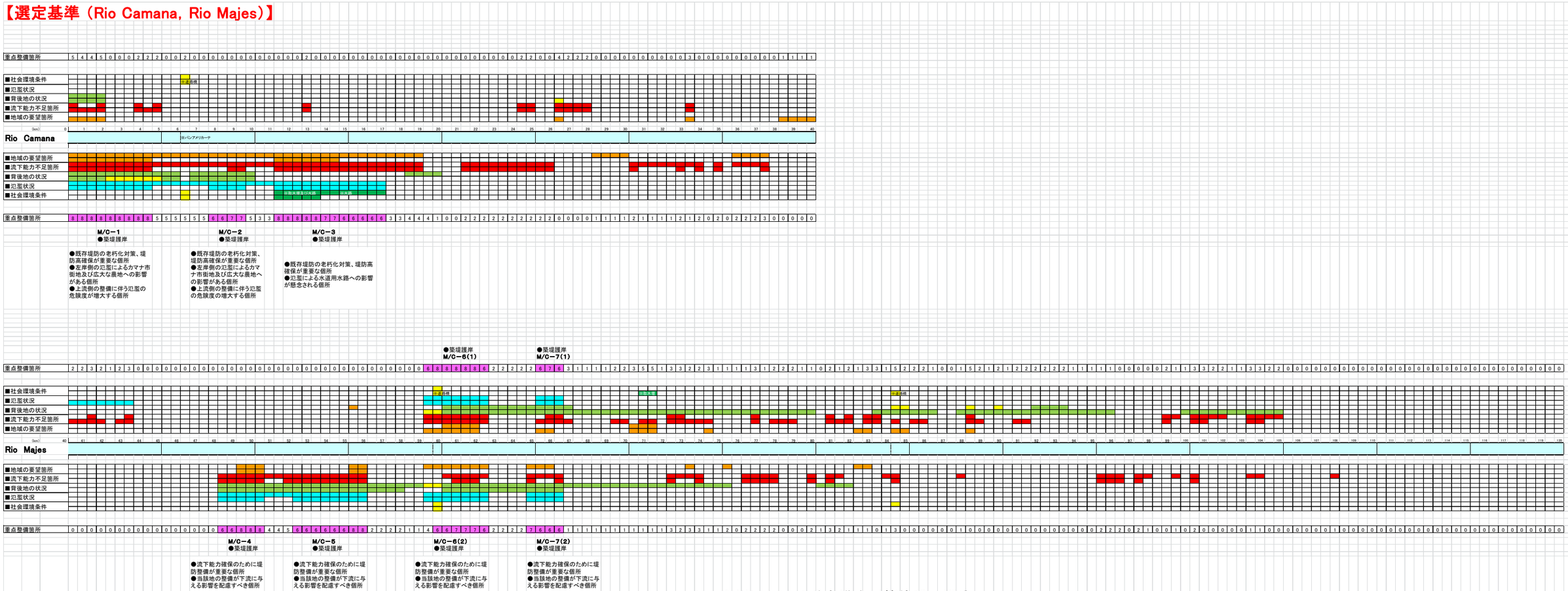


図-4.3.1-9　マヘスーカマナ川における重点洪水対策施設の選定

3）選定の根拠

各河川における各施設の選定根拠は次に述べるとおりでる。

① チラ川

チラ川の特徴は、全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がることである。しかし、チラ川の場合、ポエチョスダムの運用によっては、中小洪水時には大きな効果が期待できるが、ダムの能力を超えるような規模の洪水が発生した場合は、多大な被害が発生するものと考えられる。

チラ川の治水対策としては、基本的には、下流から整備を進めることが重要であるが、今回は、背後地の状況及び地域にとっての重要施設、さらには被災経験箇所を保全することに留意して対策箇所を設定する。

表-4.3.1-4　対策箇所の選定根拠（Chira 川）

No	対策位置	選定根拠
①	0.0km～4.0km （左岸側）	当該箇所は、現在堤防が築造されているが護岸が実施されていない状況であり、1998 年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所である。従って、洪水継続時間が長時間に及び侵食が進み破堤した場合、背後地の重要施設（ガス田、農地等）へ及ぼす被害は甚大なものになると考えられる。また、当該箇所には護岸のかわりに水制工が設置されているものの一部破損している箇所も見られる。現在の水制工でもある程度の水はね効果は期待できるものの背後地に抱えている天然ガス施設等の重要性を鑑み、護岸を設置することが重要な箇所である。 **＜対策位置の特徴＞** ●1998 年洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●護岸がなく、大規模洪水が発生した場合に堤防が侵食を受け破堤する可能性がある箇所 ●侵食対策の護岸工が必要な箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸側に広がる広大な農地とガス田等 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼既存の堤防を有効活用して築堤・護岸し、流下能力確保、河岸侵食対策を実施する。 ▼広大な農地とガス田を保全するためには、過去に発生したエルニーニョ時に被害を受けた 3600m3/s 程度（確率規模 1/50 年程度）の流量に耐える施設とする。
②	11.75km～ 12.75km （右岸側）	当該箇所は大きく湾曲しており、右岸側が大きく侵食され、今の河道断面が形成されている。このまま放置した場合、右岸側に位置している地方主要道路が崩壊する可能性が非常に高い。よって、現在の河道の形状をできるだけ維持しながら護岸を設置し、河道の貯留効果を維持した上で、道路の安全を図る（道路崩壊による地方経済に与える影響に配慮）ことが重要である。 **＜対策位置の特徴＞** ●洪水時の河岸侵食により地方主要道路が崩壊する危険性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置右岸側に位置する地方主要道路 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多大であるため、エルニーニョ等（確率規模 1/50 年程度）が発生しても安全を確保する。 ▼災害で侵食した範囲を基本に護岸を整備する。
③	24.5km～ 27.0km （右岸側）	過去の洪水被害により右岸側が大きな被害を受けた箇所である。現在は、暫定堤防（道路兼用）が築造されており、この施設を有効に活用した整備が重要である。 当該箇所のように暫定堤防が通常の河川幅よりも大きく築造されて

		いることにより、遊水効果が高まり、その上流側の水位を低下させる効果がある。 　チラ川の治水安全度を高めるためには、当該箇所のような遊水地区を多数設けて河川全体の水位を下げることが重要である。当該箇所は、現在暫定堤防がその効果をきちんと発揮する高さにまで整備されていないため、堤防を嵩上げし、その遊水効果を最大限に発揮するように整備する必要がある。 **＜対策位置の特徴＞** ●1998 年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●現在の暫定堤防を有効活用し遊水効果を高め、上流の水位低減効果を図るべき箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置右岸側の農地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼右岸側の広大な農地を保全するとともに遊水効果を最大限に発揮するためには、現在の暫定堤防を有効に活用するとともに、過去のエルニーニョにより被害を受けた経験を踏まえ、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼災害後に整備された堤防道路をかさ上げして、流下能力を確保するとともに、遊水効果を期待する。
④	64.0km～ 68.0km （全体）	当該箇所には大規模な取水堰（スヤナ堰）が設置されている箇所である。現在のスヤナ堰は、右岸側の固定堰（洪水吐）上流部に土砂等が堆積して樹林化が進んでおり、その影響を受けて対岸である左岸側は侵食されている。このまま放置すると右岸側の樹林化が益々進み、左岸側の可動堰の機能が損なわれることが懸念される。 　よって、当該堰の重要性及び左岸側可動堰の安全性確保の観点から、右岸側固定堰上流側の樹木及び土砂を取り除くことが洪水時の流況を安定させると伴に構造物の維持管理にとっても重要である。 **＜対策位置の特徴＞** ●取水堰上流の右岸側に土砂が堆積し樹木が繁茂している箇所 ●洪水流が左岸側の可動堰部に集中し左岸側の侵食が進んでいる箇所 **＜保全対象＞** ○取水堰（スヤナ堰） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼スヤナ堰は、当該河川の中でも最も重要な河川施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼スヤナ堰上流の流下能力を確保するために、堰上流右岸側に繁茂している樹木及び堆積土砂を掘削する。

② カニェテ川

　カニエテ川は、主要な橋梁と取水堰の位置が狭窄部となっており、各狭窄部上流で氾濫が発生しやすい。また、氾濫形態は 10km 地点より上流では河道周辺の農地に影響はとどまるものの、10km 地点より下流では特に右岸側に氾濫流が大きく広がり被害が大きくなる特徴がある。

　よって、対策の基本は狭窄部の流下能力確保、氾濫時の被害ポテンシャルが大きい 10km 地点下流の築堤護岸を優先的に実施する。なお、カニエテ川は水量が豊富であり、首都リマに近いこともあり、上流域には観光地が形成されており、地域経済への影響の観点から、上流へのアクセスとして重要な地域主要道路の保全対策（河岸侵食対策）も対策箇所として選定する。

　また、パン・アメリカーナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替えの橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、橋梁の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

表-4.3.1-5　対策箇所の選定根拠（Canete 川）

No	対策位置	選定根拠
①	4.0km～5.0km （右岸側） ＋ （一部河床掘削）	当該箇所には、南米大陸を縦断するパン・アメリカーナの道路橋が存在する。狭窄部が形成されており、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所（10km より下流で特に流下能力の不足する区間は、当該区間と 6.5km～8.5km(左右岸)；②で対応）の一つであり、1998 年のエルニーニョ洪水では上流部で堰上げが生じて氾濫被害を引き起こした。 現段階としては道路橋の架け替え等は不可能であると判断し、右岸側の堤防をかさ上げするとともに、道路橋付近の河道を一部掘削し流下能力を高めることが重要である。 **＜対策位置の特徴＞** ●狭窄部（道路橋部）であり、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所の一つ ●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積し、上流側の氾濫を助長している箇所 ●河道掘削により、流下能力を確保することで上流部の水位低減効果か図れる箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置の下流に広がる広大な農地及び住居 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/10 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等も生かしながら右岸側の堤防高不足区間の築堤・護岸を整備するとともに河床掘削を行う。
②	6.5km～8.1km （右岸側） ＋ （左岸側）	当該箇所は、過去の洪水により右岸側が河岸侵食を受け堤防が崩壊し、多大な被害が発生した箇所である。また、所定の流下能力も不足する箇所であることから、河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所である。 河口 10km より下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなるが、左岸側においても、右岸側ほど大きく氾濫しないが、周辺の農地に氾濫が拡大する。(上流部より浸水範囲は広い) **＜対策位置の特徴＞** ●カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所 ●洪水流の流速が速く、河岸が侵食され堤防が崩壊し氾濫する箇所 ●河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置の左右岸に広がる農地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/10 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等も活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う（右岸側にある既存の堤防の有効活用）
③	10.0km～11.0km （左岸側の河道拡幅）	当該箇所に設置されている取水堰が狭窄部を形成しており、洪水時に上流域の水位が上昇して氾濫被害を引き起こす要因となっている。また、当該地点（10km 地点）より上流の中では、最も農地への被害が拡大する。よって、流下能力を確保するために河道拡幅、河床掘削等が必要な箇所である。 また、河道を掘削し河道内の水位を下げることで上流側の流下能力を高める効果も見込める。 **＜対策位置の特徴＞** ●取水堰の保全が必要な個所 ●上下流に比較して狭窄部であり、流下能力が不足している箇所 ●対策位置を河道掘削すると上流部の水位低減効果か図れる箇所

		＜保全対象＞ ○取水堰 ○対策位置の左岸側に広がる農地 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。 ▼川幅を拡幅し、洪水流が取水堰に集中しないように工夫する。
④	24.25km ～24.75km （左岸側の河道拡幅）	当該箇所には取水堰が設置されている。過去のエルニーニョ洪水で大量の土砂が堆積し１ヵ月以上取水できなくなったことがある。現在も洪水の度に土砂等が堆積しているため、掘削等の維持管理により、かろうじて取水堰の機能を維持している状況である。将来的に大規模な洪水が発生した場合には取水堰の機能が失われ、関連農地等への多大な影響が懸念される。 したがって、取水堰への適正な流量配分を実現する分流施設の設置が非常に重要な箇所である。 ＜対策位置の特徴＞ ●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所 ＜保全対象＞ ○取水堰 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。 ▼現状の河道の特性を活かした整備をする。
⑤	24.75km ～26.5km （右岸側）	当該箇所は洪水により河岸侵食が進行しており、地方主要道路付近にまでその影響が及んでいる。このまま放置すれば、道路等が崩壊し、地域経済（特に上流の観光産業）への影響が懸念されるため、早急に侵食対策を実施すべき箇所である。 ＜対策位置の特徴＞ ●河岸侵食により地方主要道路が崩壊する可能性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置の右岸側に位置する地方主要道路 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。 ▼保全方法としては、道路部のみを整備することも考えられるが右岸側の農地が低く、大規模な洪水時には農地が侵食され道路に影響を与えることが懸念されることから洪水流をスムーズに流す整備が重要である。

③ チンチャ川

チンチャ川の特徴としては、上流部のチコ川とマタヘンテ川の分流が不十分であり、一方の川にすべての洪水流が偏って流下した場合、チコ川とマタヘンテ川のすべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する点にある。さらに、チコ川とマタヘンテ川に適正（１：１）に分流した場合でも、チコ川においては河口より 15km 及び４km 付近で氾濫して左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では河口より９km 及び３km 付近で氾濫して右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。よって、対策の基本は分流堰の築造、流下能力の特に不足する既往氾濫箇所での流下能力確保策（築堤、掘削）となる。

各地点の対策案はチコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流が分配された場合を基本にして整理している。(③が実施された場合を想定)

表-4.3.1-6　対策箇所の選定根拠（Chincha 川）

No	対策位置	選定根拠
①	**Chico 川** 3.0km～5.1km （左岸側） ＋ （右岸側）	当該箇所は、上記にも示したようにチコ川下流部で最も流下能力が不足する箇所であるため、特に左岸の被害拡大を防止する築堤護岸が必要である。また、上流側の整備を実施した場合に、右岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられるため、当該地区は左右岸の築堤が必要である。 **＜対策位置の特徴＞** ●過去の洪水において左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた箇所 ●現在、左岸側に部分的な築堤が建設されているが、上流側の整備に伴い氾濫が拡大する箇所 ●下流部で最も流下能力が不足する箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に左岸側） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。 ▼既存の堤防が部分的に整備されていることから、それらを有効に活用し、流下能力を確保する築堤・護岸を行う。
②	**Chico 川** 14.8km～15.5km （左岸側への河道拡幅）	当該箇所は、取水堰付近の土砂堆積が顕著であると伴に、上記に示したように流下能力が大きく不足する箇所でもある。従って、取水堰への土砂流入対策（流量配分に配慮した分水堰の築造）及び流下能力の確保が重要な箇所である。 **＜対策位置の特徴＞** ●過去の洪水において氾濫した箇所 ●河道を拡幅し、取水堰への流入土砂対策及び流下能力確保を実施すべき箇所 ●取水後の用水路の一部が水路トンネルであり、トンネル内の土砂堆積による機能不全が問題となっている箇所 **＜保全対象＞** ○取水堰 ○対策位置左岸側に広がる農地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全に流下させる施設ほ整備する。 ▼川幅を拡幅し、洪水流が取水堰に集中しないように工夫する。
③	**Chico 川** 24.2km～24.5km （全体）	当該箇所は、チンチャ川の流水がチコ川とマタヘンテ川に分岐する地点であり、チンチャ川の治水対策を考える上で最も重要となる箇所である。(治水対策の基本となる) 既存の分流施設が存在するが、1954 年に築造されて施設が老朽化が著しい。また、洪水が続くと洪水流が堰上流で蛇行し、チコ川かマタヘンテ川のどちらか一方に洪水流が流れてしまい、分流機能も不十分な状況となっている。 よって、チコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流を分配する分流堰の築造は、チンチャ川の治水計画を考える上で必要不可欠な対策である。 **＜対策位置の特徴＞** ●河川の蛇行により洪水流を計画どおり（１：１）に配分できない場合、チコ川又はマタヘンテ川の何れかの河川で大規模な氾濫が発生するため、適切な分流施設が必要な箇所。 **＜保全対象＞** ○チコ川、マタヘンテ川の全地区

		（流量配分が適正に行われない場合には、片方の河川に甚大な被害をもたらすため） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼洪水流が確実に分流できる施設を整備する。
④	**Matagente 川** 2.5km～5.0km （全体）	当該箇所は、過去の氾濫地点であり、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。また、過去の被害に際して、無秩序に盛土がなされており、上流側の整備を実施した場合に、左岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられるため、当該地区は左右岸の築堤が必要である。 **＜対策位置の特徴＞** ●下流側で流下能力が最も不足する箇所 ●過去の洪水において、左右岸に氾濫し、農地等に甚大な被害を与えた箇所 ●無秩序な盛土が実施されている箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に右岸側） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼流下能力不足を解消するための堤防及び流路が蛇行しているため堤防法面、法尻を保護する護岸を整備する。 ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。
⑤	**Matagente 川** 8.0km～10.5km （全体）	当該箇所は、過去の氾濫地点である。狭窄部（道路橋部）により流下能力が不足するとともに、過去 50 年で河床が約 4～5m 上昇した。河床を掘削し（道路橋の基礎に十分留意した上で）流下能力の向上を図るとともに、左右岸に築堤が必要な個所である。 **＜対策位置の特徴＞** ●8.9km 付近の狭窄部（道路橋）のため流下能力が不足している箇所 ●道路橋による堰上げ効果により上流部に土砂が堆積している箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に右岸側） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼河床が上昇傾向にあるため、当該地区の流下能力確保及び上流側の水位低減効果を期待できる河床掘削を実施する。 ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。

④　ピスコ川

河口から 7km より上流では、流下能力不足により河道周辺の農地に氾濫するが、氾濫流が広がることはない。しかし、7km より下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。よって、対策は 7km 地点より下流で最も氾濫するリスクの高い箇所の築堤、7km 地点より上流では流下能力の特に低い橋梁や取水堰の位置する狭窄部での対策を優先的に実施する。

また、パン・アメリカーナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替えの橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、道路の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

表-4.3.1-7　対策箇所の選定根拠（Pisco 川）

No	対策位置	選定根拠
①	3.0km～5.0km （左岸側） ＋ （右岸側）	当該箇所は、都市部へ氾濫が及んだ場合の地方経済への影響に配慮すべき箇所である。また、上流側の整備を実施した場合に、右岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられる。また、蛇行河川であるため、堤防法面、法尻の防護が必要であるため、当該箇所は左右岸の築堤・護岸が必要である。

		また、既設の堤防が 5.0km～5.5km 付近（左右岸）に築造されていることにも十分留意する必要がある。 **＜対策位置の特徴＞** ●過去の洪水において氾濫し、Pisco 市街地が浸水したことがある箇所 ●市街地の浸水を防ぐために、築堤・護岸が必要な箇所 ●上流側の整備により右岸側への氾濫も拡大する個所 **＜保全対象＞** ○対策位置左右岸に広がる広大な農地 ○対策位置左岸側のピスコ市街地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。過去に甚大な被害をもたらした 950m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設を整備する。 ▼上下流や用地に配慮して、築堤・護岸を行う
②	6.5km～8.0km （河道掘削）	当該箇所は道路橋による狭窄部であり、土砂が堆積しており流下能力が不足している。洪水時の堰上げにより上流側の水位が上昇し、上流側での氾濫を助長している。対策案の 1 つとして道路橋の改修が挙げられるが、現段階としては不可能である。（上記に記載）よって、橋梁付近の河道掘削等を実施し、流下能力を確保するとともに当該地区上流側の水位低下効果を期待する個所である。 **＜対策位置の特徴＞** ●狭窄部（道路橋部）であり、流下能力が不足している箇所 ●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積している箇所 ●対策位置を河道掘削することにより上流部の水位低減効果か図れる箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸側農地及び上流部左岸側の農地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼当該個所の流下能力不足により上流側の氾濫を助長しているため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。過去に甚大な被害をもたらした 950m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設を整備する。 ▼河道を掘削し、道路橋（アメリカーナ）を拡幅せずに流下能力を確保する
③	12.5km～14.0ｋｍ（左岸側）	当該箇所は、左岸側で最も流下能力が小さく、小規模の洪水においても越水する可能性が非常に高い。左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を構築する必要がある。 なお、14.5km～14.0km 付近には新設の堤防が築堤されているため、取り付け等には十分留意して設計する必要がある。 **＜対策位置の特徴＞** ●左岸堤が洪水流により破堤した箇所 ●現在、堤防整備が進んでいたが、途中でストップしている箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸側及び下流側の農地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設整備が必要である。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防、地形等も生かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う
④	19.5km～20.5km （左岸側）	当該箇所は、左岸側の流下能力が周辺の中で最も小さい箇所であり、小規模な洪水においても越水する可能性が非常に高い。左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を整備する必要がある。 **＜対策位置の特徴＞**

		●無堤のため両岸に氾濫し、Pisco 市街地への導水管が流された箇所 ●近年、河床上昇している箇所 ●流下能力不足を解消するために築堤・護岸が必要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置左岸側の農地 ○Pisco 市街地への導水管（重要施設） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設整備が必要である。また、Pisco 市街地への導水管の保全に留意すべき個所である。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防、地形等も生かしながら堤防高不足区間の築堤を行う
⑤	26.0km～27.0km（左岸側への河道拡幅）	当該箇所に位置する取水施設の取水機能を確保することが重要な個所である。過去の洪水により水門施設が破壊され、土砂が堆積して用水路も機能不全に陥った箇所であることから、26.75km 地点（堰の上流）に低水時に確実に右岸側に流水が流れ、洪水時には左岸側に多くの流水が流れるような分水施設の構築が必要である。 ＜対策位置の特徴＞ ●1998 年洪水で水門施設が破壊され、用水路も土砂で埋没した箇所 ●取水堰の機能確保のために分流施設が必要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置右岸側の取水堰 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、過去に甚大な被害をもたらした 950m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設整備が必要である。 ▼既存の堤防がほとんどないため、上下流や用地に配慮して、河道を拡幅する（ただし、道路橋部については、拡幅せず河道を掘削する）
⑥	34.5km～36.5km（全体）	34.5km 地点の堰が狭窄部となっており、その上流に多大な土砂が堆積している。したがって、当該施設を有効に活用し、堰の上流側を遊水地及び沈砂地として利用し、計画規模以上の洪水時に遊水効果を発揮できるように工夫することが重要な箇所である。 この施設を有効に活用することにより、計画規模を超える洪水対策に活用するとともに、流出土砂の堆砂機能を確保する。 本来であれば、下流側から順次 1/50 年の安全度を確保することが望ましいが、現段階としては、当該施設を有効活用し、計画規模（1/50 年確率規模）以上の流水ができるだけ下流に流れないように制御する施設とすることが重要である。 ＜対策位置の特徴＞ ●過去の洪水で堰上流右岸側に氾濫 ●現況施設の有効活用（土砂対策等）が重要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置の下流側全域 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該個所は、ピスコ川の上流部に位置し、土砂及び流水を制御するのに最も適した場所である。ピスコ川の特性としては、流量が増加するごとに氾濫面積が徐々に増加する傾向にあるが、1/50 年規模に流量が増大した時に被害額が大きく増加する傾向を示し、1/50 年規模を超えた場合には、さらに被害額が増大するものと考えられる。したがって、ピスコ川の特性を考えると 1/50 年規模の洪水以上の洪水に対して超過洪水対策を講じることが重要である。ここでは、1/50 年規模の洪水が発生した場合にその超過分を貯留する施設、さらには、土砂に対しても下流に一気に流さない貯砂機能を備えた施設整備が望まれる。

⑤ ヤウカ川

ヤウカ川の特徴として、河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる傾向にある。よって、対策は 7km 下流で農地への氾濫を防ぐための対策、7km 地点より上流では河岸侵食によって取水堰や地方主要道路に影響を及ぼす箇所での対策を優先的に実施する。

表-4.3.1-8　　対策箇所の選定根拠（Yauca 川）

No	対策位置	選定根拠
①	3.5km ～ 7.5km（右岸側）	当該箇所に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。 ＜対策位置の特徴＞ ●当該箇所より下流で氾濫が発生し、当地の特産品であるオリーブの木が流出した箇所 ●既設の堤防が破損しており、修復すべき箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置右岸側の農地（地域特産のオリーブ畑） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ 当該河川の保全対象は、地域の特産品であるオリーブを如何に守るかにある。したがって、既設の堤防を活かしながら、過去の洪水（1/50 年規模程度）で受けた侵食を防ぐための護岸を整備する。
②		河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。 道路橋付近の流下能力を確保する必要である。 ＜対策位置の特徴＞ ●狭窄部（道路橋部）であり、流下能力が不足している箇所 ●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積している箇所 ●対策位置を河道掘削することにより上流部の水位低減効果か図れる箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置右岸側の農地（地域特産のオリーブ畑） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ 上下流のバランスに配慮した上で、河道を掘削し、当該地の流下能力を確保するとともに、上流部の水位低減効果を図る。
③		河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。 当該箇所に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。 ＜対策位置の特徴＞ ●堤防は左右岸とも部分的である。毎年、経験的に土砂を盛り立てている箇所 ●洪水により、オリーブ畑が流出する箇所 ●既設堤防が破損しており、修復が必要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置右岸側の農地（地域特産のオリーブ畑） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ 当該河川の保全対象は、地域の特産品であるオリーブを如何に守るかにある。したがって、既設の堤防を活かしながら、過去の洪水（1/50 年規模程度）で受けた侵食を防ぐための護岸を整備する。
④	25.0km～25.7km（全体）	当該箇所の右岸側には取水堰が設置されているが、左岸側の私有地が大きく川側に張り出しており、取水堰に洪水流が直接流入する等が発生しているため、土砂堆積や施設の損傷によって取水が困難な状況となっている。よって、当該地全体の流況に配慮した河道断面とする必要がある。 ＜対策位置の特徴＞ ●取水堰の機能確保が重要な箇所 ●左岸側の河川区域を明確とし、河道断面の確保が重要な箇所

		＜保全対象＞ ○取水堰 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、過去に被害をもたらした 210m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設整備が必要である。 ▼当該地の取水堰は、土砂が堆積し、取水が困難な状況にある。また、当該地左岸側の私有地が大きく川側に張り出しており、洪水時に右岸側の取水堰に洪水流が直接流入するため、当該地全体の流況に配慮した平面形状とする
⑤		当該箇所は湾曲部となっており、右岸側の流れが速く河岸侵食が進んでいる。当該地の右岸側上部に主要道路があり、このままの状態で放置すると河岸が侵食され、最終的には道路等の通行が困難な状況になる。したがって、道路を保護する意味においても護岸工等による侵食対策が必要である。 ＜対策位置の特徴＞ ●右岸側の侵食（上部に主要道路）が進んでいる箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置右岸側に位置する地方主要道路 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多大であるため、過去に被害をもたらした 210m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設を整備する。 ▼このままの状態で放置すると河岸が侵食され道路が崩壊することが懸念されるため、道路を保護する護岸工等により侵食対策を実施する
⑥	40.9km～41.3km （左岸側）	ヤウカ川上流部にある当該取水施設は、水道用水の確保の観点からも重要な施設である。しかし、堰上流左岸側の侵食が進むと伴に左岸側上部に位置する地方主要道路の通行にも支障をきたしている。したがって、当該地の河岸侵食対策が早急に必要である。 ＜対策位置区の特徴＞ ●取水堰上下流にある道路の下部が侵食を受けている箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所 ＜保全対象＞ ○取水堰 ○対策位置左岸側に位置する地方主要道路 ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、過去に甚大な被害をもたらした 210m3/s（1/50 年規模相当）においても被害が発生しないような施設整備が必要である。 ▼水道用水の確保に重要な取水堰及び堰上流左岸側の侵食が進むと地方主要道路が崩壊するかの世が高いため、河岸侵食対策を実施する

⑥ マヘス - カマナ川

下流のカマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食個所が多数散見される。
現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めばカマナ管轄区間への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。

また、13km 付近にカマナ市街地への水道用取水堰が設置されており、川沿いに用水路が建設されている。現在 12km 左岸の堤防が一部侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。一方、上流のマヘス川は無堤区間が多く、毎年のように洪水による氾濫、農地流失被害が発生している。

よって、対策は洪水による被害ポテンシャルの高いカマナ川下流の左岸地域を保全するための既設堤防の老朽化対策と堤防高確保が最も重要であり、上流のマヘス川においては無堤区間で洪水被害が

頻発する地区の堤防整備を優先的に実施する。なお、マヘス川での対策は下流のカマナ川にも影響を与えるため、対策の順序等に配慮する必要がある。

表-4.3.1-9　　対策箇所の選定根拠（Majes、Camana 川）

No	対策位置	選定根拠
①	0.0km-4.5km （左岸側）	当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食個所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めば、当該地区への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。 **＜対策位置の特徴＞** ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●左岸側の氾濫によりカマナ市街地及び広大な農地への影響がある箇所 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度が増大する箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼カマナ川の最下流部の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、下流部左岸側の被害は大きく拡大し、その影響はカマナ市街地にも及ぶ。また、カマナ川の特徴として、1/50 年規模以上の洪水が発生するとその被害は甚大なものになるため、1/50 年規模の洪水にも安全な施設とする。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う
②	7.5km-9.5km （左岸側）	当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食個所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めば、当該地区への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。 **＜対策位置の特徴＞** ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●左岸側の氾濫によりカマナ市街地及び広大な農地への影響がある箇所 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地 **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼カマナ川の最下流部の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、下流部左岸側の被害は大きく拡大し、その影響はカマナ市街地にも及ぶ。また、カマナ川の特徴として、1/50 年規模以上の洪水が発生するとその被害は甚大なものになるため、1/50 年規模の洪水にも安全な施設とする。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う
③	11.0km-17.0km （左岸側）	当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食個所が多数散見される。また、13km 付近にカマナ市街地への水道用取水堰が設置されており、川沿いに用水路が建設されている。現在 12km 左岸の河岸が侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。 **＜対策位置の特徴＞** ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●氾濫した際に水道用水路へ甚大な被害をもたらす箇所 **＜保全対象＞** ○対策位置左岸沿いの用水路（水道用） **＜保全方法（どのように・どの程度）＞** ▼当該地区の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、当該地区の被害は大き

		く拡大し、その影響は河川のすぐ横を流下している水路（水道用水）に及ぶ。この水道用水が被災した場合の被害は甚大であるため、1/50 年規模の洪水にも安全な施設とする必要がある。 ▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う
④	48.0km-50.5km （左岸側）	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間の 1 つであり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。 ＜対策位置の特徴＞ ●マヘス地区第 2 位の農地を守るために、流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置左岸側に広がる農地（マヘス地区第 2 位の農地；浸水面積最大） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼④と⑤をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める
⑤	52.0km-56.0km （左岸側）	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間であり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。1998 年の洪水では地区一体が冠水し、大きな被害が生じた。 ＜対策位置の特徴＞ ●マヘス地区第 2 位の農地を守るために、流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置左岸側に広がる農地（マヘス地区第 2 位の農地；浸水面積最大） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼④と⑤をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める
⑥	59.0km-62.5km （右岸側） 59.5km-62.5km （左岸側）	狭窄部のため、流下能力が不足しており、上流部の農地で氾濫被害が頻発している。また、狭窄部には道路橋があり、その周辺は無堤となっている。 ＜対策位置の特徴＞ ●マヘス地区最大の農地を守るために流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼⑥と⑦をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める
⑦	65.0km-66.5km （右岸側） 64.5km-66.5km （左岸側）	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間の 1 つであり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。 ＜対策位置の特徴＞ ●マヘス地区最大の農地を守るために流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所 ＜保全対象＞ ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地） ＜保全方法（どのように・どの程度）＞ ▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼⑥と⑦をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める

(4)重点洪水対策施設の位置

各流域における重点洪水対策施設の位置は図-4.3.1-10～4.3.1-16 に示すとおりである。また施設の概要を表-4.3.1-10 に示す。

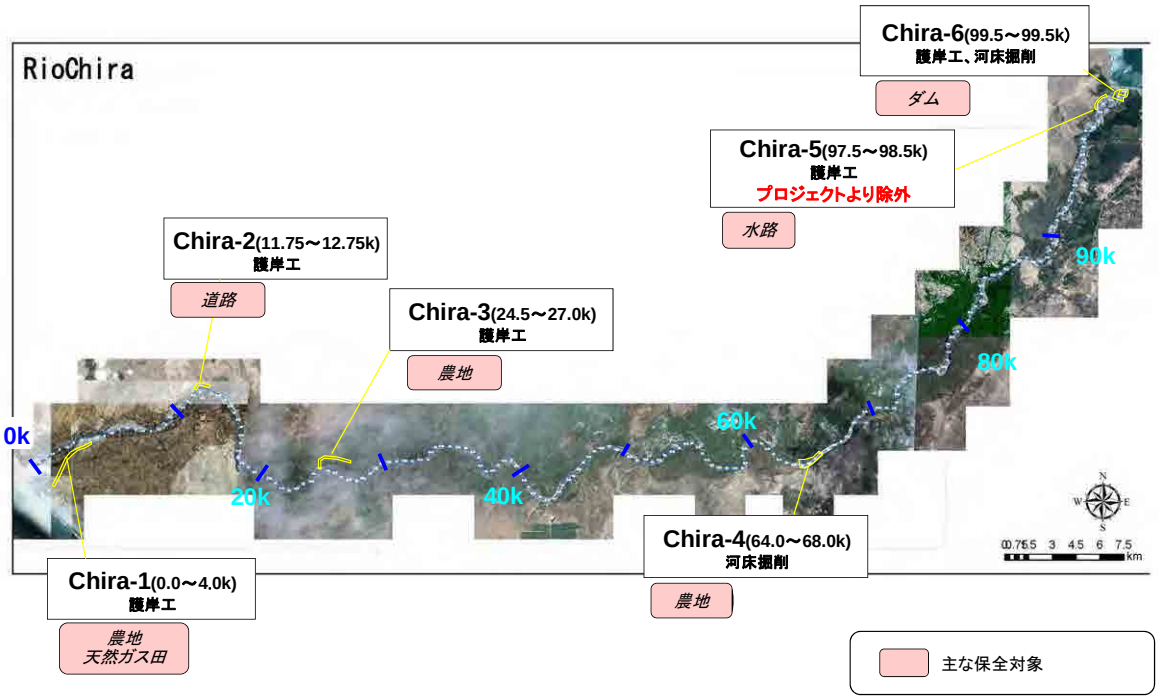


図-4.3.1-10　チラ川における重点洪水対策施設の位置

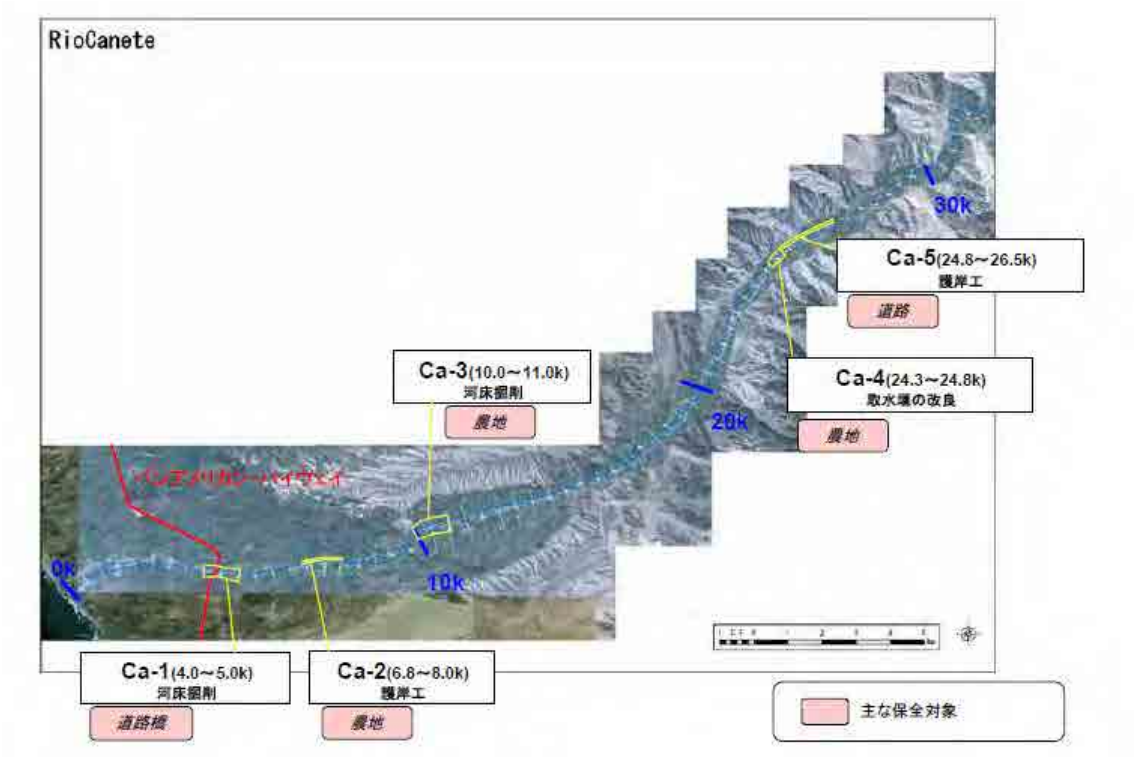


図-4.3.1-11　カニェテ川における重点洪水対策施設の位置

図-4.3.1-12　チンチャ川における重点洪水対策施設の位置

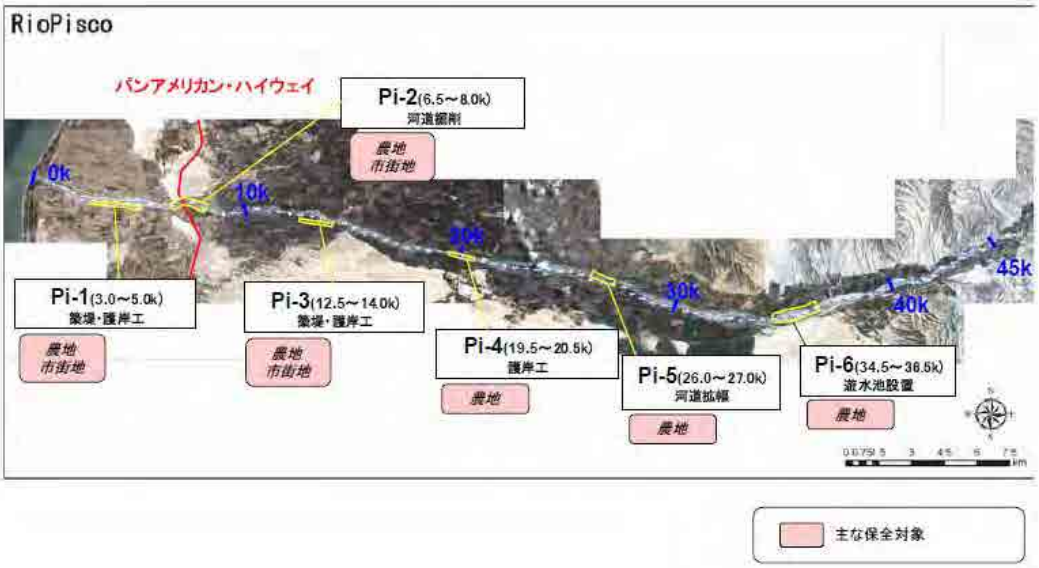


図-4.3.1-13　ピスコ川における重点洪水対策施設の位置

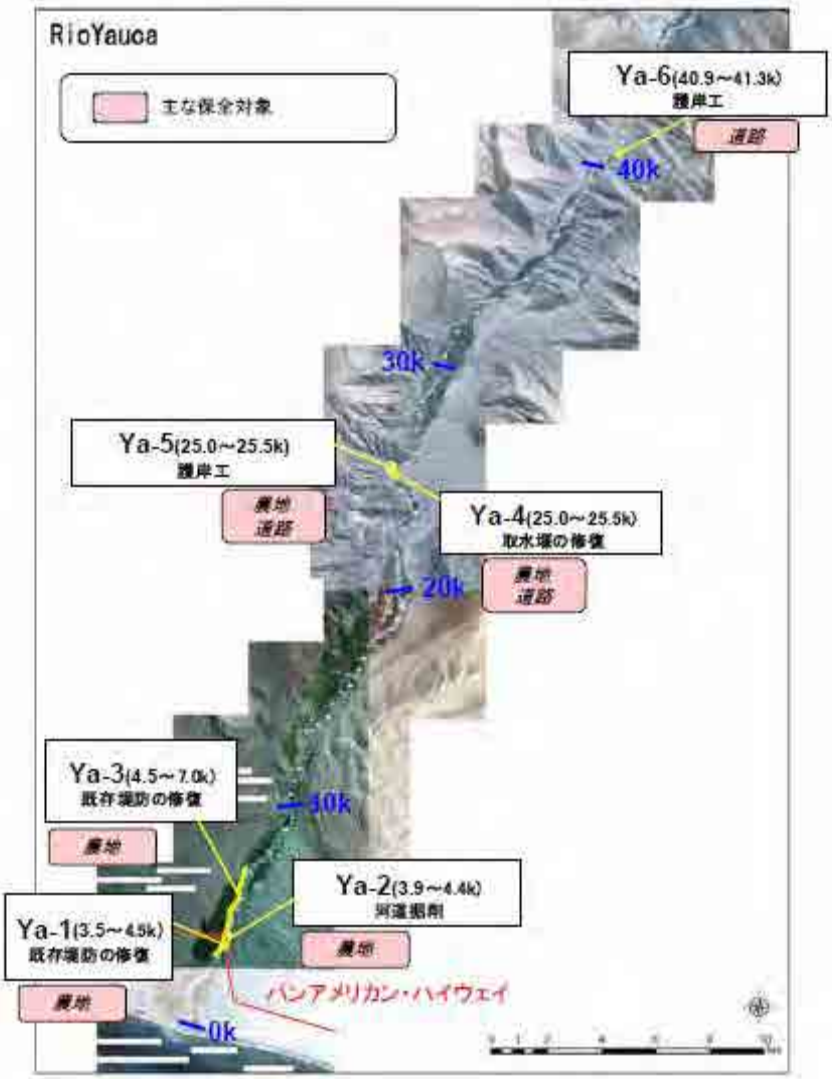


図-4.3.1-14　ヤウカ川における重点洪水対策施設の位置

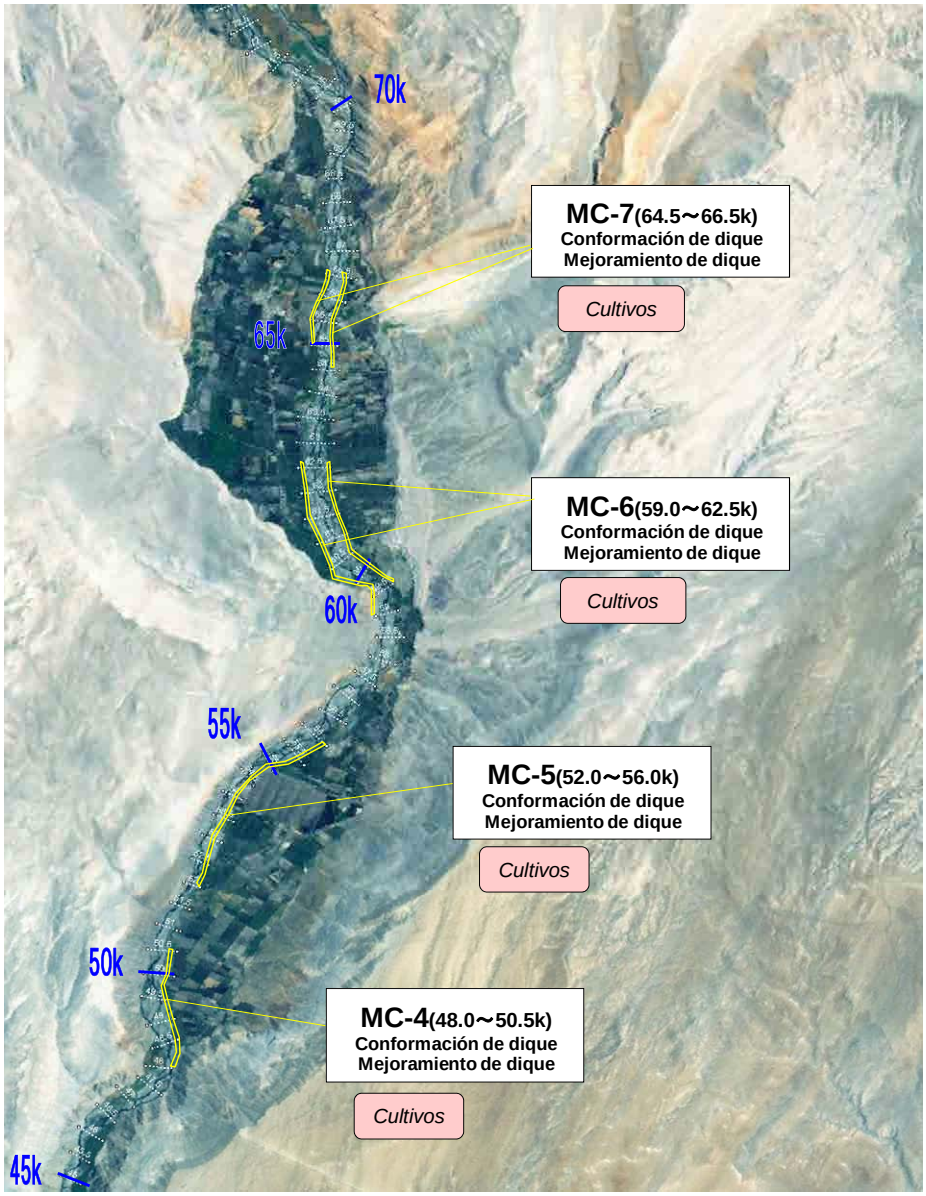


図-4.3.1-15　マヘス川における重点洪水対策施設の位置

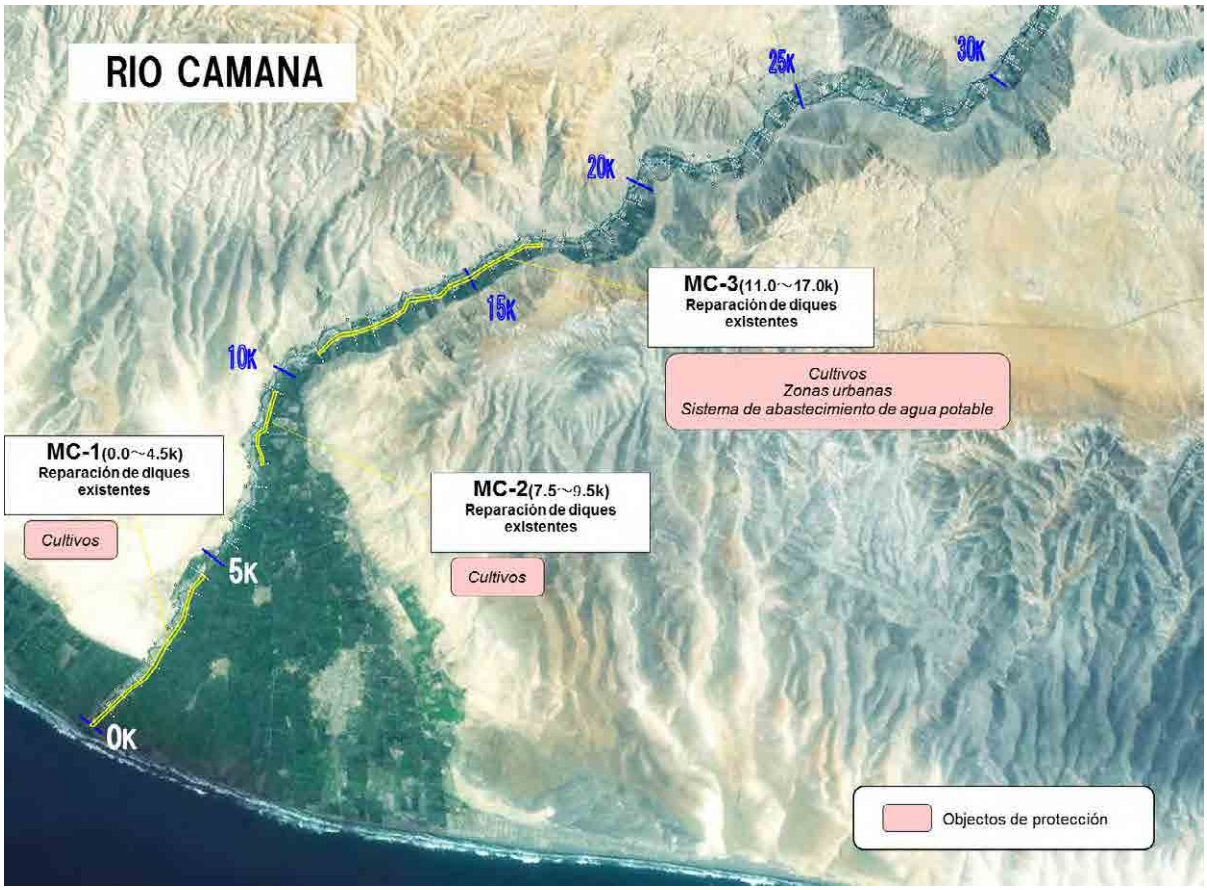


図-4.3.1-16　カマナ川における重点洪水対策施設の位置

表-4.3.1-10 施設概要一覧

対象河川	クリティカルポイント			保全対象	対策（暫定案）	施設規模	対象範囲
チラ川	1	0.0k-4.0k	護岸	農地 天然ガス	護岸工	高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;4000m	0.0km～4.0km（左岸）
	2	11.75k-12.75k	河岸侵食	道路		高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;1,000m	11.75km～12.75km（右岸）
	3	24.5k-27.0k	護岸	農地		高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;2,500m	24.5km～27.0km（右岸）
	4	64.0k-68.0k	河道掘削	農地	河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,000m	64.0km～68.0km（全体）
カニェテ川	1	4.3km	狭窄部	道路橋	河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,000m	4.0km～5.0km（全体）
	2	6.8k～8.0k	氾濫点	農地 （リンゴ、ぶどう、綿など）	護岸工	高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;1,200m	6.5km～8.1km（右岸）
	3	10.25k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,000m	10.0km～11.0km（全体）
	4	24.5k	取水堰		分流堰	堰幅;150m　堰高;3.0m　堰厚;2.0m	24.25km～24.75km（全体）
	5	25.0k, 26.25k	河岸侵食	道路	護岸工	高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;750m	24.75km～26.5km（右岸）
チンチャ流域	1	C-3.5～5.0k	氾濫点	農地 （綿・ぶどう） 市街地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;3,000m（1,500+1,500）	3.0km～5.1km（全体）
	2	C-15k	取水堰		取水堰 河道拡幅	堰幅;100m　堰高;3.0m　堰厚;2.0m	14.8km～15.5km（全体）
	3	C-24k	分水堰		分流堰の改良（既存施設の改修、流路工、導流堤の延伸）	堰幅;70m　堰高;3.0m　堰厚;2.0m	24.2km～24.5km（全体）
	4	M-3.0k～4.5k	氾濫点		築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;3,000m（1,500+1,500）	2.5km～5.0km（全体）
	5	M-8.9k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,200m	8.0km～10.5km（全体）
ピスコ川	1	5.5k	氾濫点	農地 市街地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;2,000m	3.0km～5.0km（左岸側）
	2	7.0k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,500m	6.5km～8.0km（全体）
	3	13.5k	氾濫点		築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;1,500m	12.5km～14.0km（左岸側）
	4	20.5k	氾濫点	農地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;2,000m	19.5km～20.5km（左岸側）
	5	26.5k	狭窄部		河道拡幅	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;1,000m	26.0km～27.0km（全体）
	6	34.5k	取水堰		遊水池の設置	遊水地;1,800m×700m	34.5km～36.5km（全体）
ヤウカ川	1	4.5k下流	氾濫点	農地 （オリーブ）	既設堤防の修復	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;1,000m	3.5km～7.5km（全体）
	2	4.1km	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m　掘削深;1.0m　延長;500m	
	3	4.5-7.0k	氾濫点 取水堰		既設堤防の修復	天端幅;4.0m　高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;2,500m	
	4	25.0k	取水堰	農地 （オリーブ）	取水堰の修復	堰幅;100m　堰高;3.0m　堰厚;2.0m	25.0km～25.7km（全体）
	5	25.0k	取水堰		護岸工	高さ;2.0m　法勾配;1:2　延長;500m	
マヘス・カマナ川	MC 1	0.0k-4.5k	氾濫点	農地 （米、その他）	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;4,500m	0.0km-4.5km（左岸）
	MC 2	7.5k-9.5k	氾濫点			天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;2,000m	7.5km-9.5km（左岸）
	MC 3	11.0k-17.0k	氾濫点			天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;6,000m	11.0k-17.0k(左岸)
	MC 4	48.0k-50.5k	氾濫点			天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;2,500m	48.0km-50.5km（左岸）
	MC 5	52.0k-56.0k				天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;4,000m	52.0k-56.0k(左岸)
	MC 6	59.0k-62.5k 59.5k-62.5k	氾濫点/河岸浸食			天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;6,500m	59.0km-62.5km（左岸） 59.5km-62.5km.（右岸）
	MC 7	65.0k-66.5k 64.5k-66.5k	氾濫点			天端幅;4.0m　高さ;2.0m-3.0m　法勾配;1:3　延長;3,500m	65.0km.-66.5 km.(右岸) 64.5km.-66.5 km.（左岸）

(5) 施設の計画および設計

1）堤防の標準断面

i) 天端幅

堤防の天端幅は、計画高水に対する堤防の安定、既存ｵ堤防の幅・管理通路あるいは地域交通道路としての道路幅を考慮して 4mとした。

ii) 堤防の構造

堤防の構造は、過去の被災履歴、地盤条件、背後地の状況等を勘案して過去の経験等に基づいて計画した。

各流域の堤防構造は、すべて土質材料により構成されている。地域ごとに若干構造が異なるが現地で確認し、堤防の管理者からヒヤリングした結果は次のようである。

① のり面勾配は鉛直 1 に対して水平 2 の 1：2 勾配程度のものが大半である。河川や地域によって若干形状が異なる。
② 堤体材料は、近傍の河床材料を使用しており、砂礫～礫混じり砂質土で塑性は低い。材料強度として粘着力は期待できないものが大半である。
③ カニエテ川流域では大小の砂礫で構成される礫質土で構成されており、比較的良く締まっている。
④ チラ川のスヤナ堰より下流では、シルト混じりの砂質土で構成され、川表側に比較的透水性の低い材料を配置し、河裏側に透水性の高い材料を配置するゾーン型の構造として設計している。しかし、現実には透水性の低い材料の入手は困難で、施工管理で粒度等の管理による厳密な材料配置をしているわけではないとのことである。
⑤ 各河川で被災箇所を調べたが、洪水による破堤箇所と残存箇所の堤防に特別な堤体材料や地盤の差は認められなかった。破堤は、殆ど越流によるものである。
⑥ チラ川、カニエテ川などでは水制工が施工されているが、破壊されているものも多い。水制工は巨石で構成されているが内部は土砂で構成されているものもあり内部材料の吸出しにより破壊された可能性がある。
⑦ ピスコ川の河口部では巨石で構成された護岸があり、管理者の話では、この構造は破堤に対して強いとのことである。巨石材料については、概ね 10km 圏内に採石場がありそこから搬送している。

これらの状況から堤防の構造は、つぎのとおりとした。

① 堤防は、現地の河床あるいは河岸で入手可能な土質材料を用いて築造するものとする。この場合の土質材料としては、砂礫～礫混じり砂質土となり、透水性は高くならざるを得ない。
② 堤防の糊面勾配は、粘着力のない砂質土であれば、内部摩擦角 ϕ 30°～35°程度と想定される。また、粘着力の無い材料で構成される盛土の法面の安定勾配は $\tan\theta = \tan\phi / n$ で求められる。（θ：のり面勾配、ϕ 内部摩擦角、n：安全率 1.5）
必要な安定勾配は、内部摩擦角 30°に対して V：H＝1：2.6（$\tan\theta = 0.385$）となる。
この計算上必要なのり面勾配に対して、流出解析の結果、計画高水の継続時間が 24 時間以上と長いこと、2 割勾配の既存堤では破壊例が多い事、異常洪水時の越流に対してもある程度耐えられる事などを考慮して現地の在来堤防よりは勾配の緩い 1:3.0 の勾配とした。
③ 河床勾配が比較的急なため流速が早いので堤防の川表のり面には、護岸を配する。護岸の形式として連接ブロックのようなコンクリート性のものは流通していないので現地で容易に入手できる粗石または巨石を用いた護岸形式を採用する。
石材の大きさは、各河川の流速により最終的に設計するが、概ね径 30cm～1m として護岸の最小の厚みを 1m と計画した。

iii) 堤防の余裕高

堤防は土質材料により建設されるため、一般的には越水に対して極めて弱い構造である。従って、堤防は、計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるべきであり、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対して、堤防にしかるべき余裕をとる必要がある。また、堤防にはその他洪水時の巡視や水防活動を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素をカバーするためにもしかるべき余裕の高さが必要である。
日本における堤防の余裕高の考え方は、表-4.3.1-11 のとおりである。ペルー国には余裕高についての基準が無いが、河川の状況が日本のそれと類似しているので、長年の経験に基づいて定められた日本の基準を適用する。

表-4.3.1-11　　計画高水流量と余裕高

計画高水流量	計画高水位に加える高さ
200　m3/s 未満	0.6m
200　m3/s 以上　500　m3/s 未満	0.8m
500　m3/s 以上　2,000　m3/s 未満	1.0 m
2,000　m3/s 以上　5,000　m3/s 未満	1.2 m
5,000　m3/s 以上　10,000　m3/s 未満	1.5 m
10,000　m3/s 以上	2.0 m

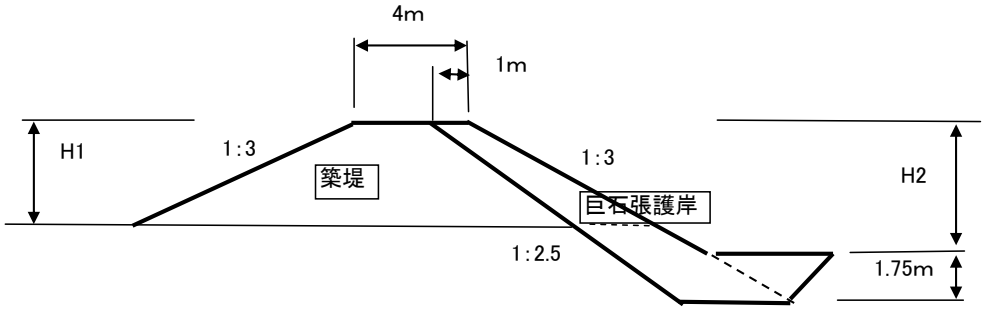


図-4.3.1-17　堤防の標準断面

2）重点洪水対策施設の計画・設計の主旨
重点洪水対策施設の計画・設計の主旨は表-4.3.1-12 に示すとおりである。

表-4.3.1-12　重点洪水対策施設の計画・設計

対象河川	クリティカルポイント			課　　題	保全対象	対策案	各対策施設の計画・設計の主旨
Rio Chira	1	0.0k-4.0k	護岸	・1998年洪水で堤防が侵食を受けた箇所。	農地 天然ガス	・護岸工	チラ川の特徴は、全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がることである。しかし、チラ川の場合、ポエチョスダムの運用によっては、中小洪水時には大きな効果が期待できるが、ダムの能力を超えるような規模の洪水が発生した場合は、多大な被害が発生するものと考えられる。 したがって、チラ川の治水対策としては、下流から順次堤防整備等を進めると伴に多大な被害が発生する背後地の状況にも十分留意して対策箇所を設定することが重要である。 当該箇所は、現在堤防が築造されているが護岸が実施されていない状況であり、1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所である。従って、洪水継続時間が長時間に及び侵食が進み破堤した場合、背後地の重要施設へ及ぼす被害は甚大なものになると考えられる。 当該箇所には、護岸のかわりに水制工が設置されており、ある程度の水はね効果は期待できるものの背後地に抱えている天然ガス施設等の重要性を鑑み護岸を設置することが重要な箇所であると判断した。 ●1998年洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●大規模洪水が発生した場合に堤防が侵食を受け破堤する可能性がある箇所 ●侵食対策の護岸工が必要な箇所
	2	11.75k-12.75k	河岸侵食	・河岸侵食により地方主要道路が崩壊する危険性が高い	道路		当該箇所は大きく湾曲しており、右岸側が大きく侵食され、今の河道断面が形成されている。このまま放置した場合、右岸側に位置している地方主要道路が崩壊する可能性が非常に高いことから現在の河道の形状をできるだけ維持しながら護岸を設置し、河道の貯留効果を維持した上で、道路の安全を図る（道路崩壊による地方経済に与える影響に配慮）護岸を設置することが重要であると判断した。 ●洪水時の河岸浸食により地方主要道路が崩壊する危険性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所
	3	24.5k-27.0k	護岸	・1998年洪水で堤防が侵食を受けた箇所。	農地		過去の洪水被害により右岸側が大きな被害を受けた箇所である。現在は、暫定堤防（道路兼用）が築造されており、この施設を有効に活用した整備が重要である。 当該箇所のように暫定堤防が通常の河川幅よりも大きく築造されていることにより、遊水効果が高まり、その上流側の水位を低下させる効果がある。 チラ川の治水安全度を高めるためには、当該箇所のような遊水地区を多数設けて河川全体の水位を下げることが重要である。当該箇所は、現在暫定堤防がその効果をきちんと発揮する高さにまで整備されていないため、堤防を嵩上げし、その遊水効果を最大限に発揮するように整備する必要がある。 ●1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●現在の暫定堤防を有効活用し遊水効果を高め上流の水位低減効果を図るべき箇所
	4	64.0k-68.0k	河道掘削	・取水堰上流の右岸側に土砂が堆積しており、洪水流が左岸側の可動堰に集中	農地	・河床掘削	現在のスヤナ堰は、右岸側の固定堰部分に土砂等が堆積し、樹林化が進んでいる。また、その影響を受けて対岸である左岸側は侵食されている。 このまま放置すると右岸側の樹林化が益々進み、左岸側への悪影響が懸念される。 当該堰の重要性及び左岸側の安全性の確保の観点から、スヤナ堰右岸側固定堰部上流側の樹木及び土砂を取り除くことが洪水時の流況を安定させると伴に構造物の維持管理にとっても重要であると判断した。 ●取水堰上流の右岸側に土砂が堆積し樹木が繁茂している箇所 ●洪水流が左岸側の可動堰部に集中し左岸側の侵食が進んでいる箇所
Rio Canete	1	4.3km	狭窄部	・道路橋部の流下能力不足 ・道路橋による堰上げによる上流側の土砂堆積	道路橋	・河床掘削	カニエテ川の特徴としては、河口から10kmを境にして大きく変わると考えられる。河口より10kmより上流では、流下能力不足により氾濫するものの、河道周辺の農地への影響にとどまる。しかし、10kmより下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなる。 また、流下能力としては、10kmよりも下流では、6km～9km付近で特に流下能力が低く、10kmよりも上流では、全体的に右岸側の流下能力が不足する傾向にある。 当該箇所は、アメリカーナの道路橋があり、、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所の一つである。 現段階としては道路橋の架け替え等は不可能であると判断し、道路橋付近の河道を掘削し流下能力を高めることが重要であると判断した。 ●道路橋部の流下能力不足している箇所 ●道路橋による堰上げにより上流側に土砂が堆積している箇所 ●当該箇所を河道掘削することにより上流部の水位低減効果か図れる箇所
	2	6.8k～8.0k	氾濫点	・流速が速く、河岸が侵食され堤防が崩壊し氾濫する。	農地 （リンゴ、ぶどう、綿など）	・護岸工	河口より10kmより上流では、流下能力不足により氾濫するものの、河道周辺の農地への影響にとどまる。しかし、10kmより下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなる。 当該箇所は、過去の洪水により右岸側が河岸侵食を受け堤防が崩壊し、多大な被害が発生した箇所である。また、当該箇所は、所定の流下能力も不足する箇所であることから、河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所であると判断した。 ●洪水流の流速が速く、河岸が侵食され堤防が崩壊し氾濫する箇所 ●河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所
	3	10.25k	狭窄部	・上下流に比較して狭窄部であり、流下能力不足になっている		・河床掘削	河口より10kmより上流での氾濫形態は、流下能力不足により、河道周辺の農地への氾濫する。10Kmより上流の中では、最も農地への被害が拡大するため、流下能力を確保するための河床掘削等が必要な箇所であると判断した。 また、河道を掘削することにより、河道内の水位を下げることで上流側の流下能力を高める効果も見込めるため当該箇所を選定した。 ●上下流に比較して狭窄部であり、流下能力が不足している箇所 ●当該箇所を河道掘削することにより上流部の水位低減効果か図れる箇所
	4	24.5k	取水堰	・取水堰への土砂流入対策		・分流堰	現在の取水堰周辺状況から洪水の度に土砂等が堆積しているため、掘削等の維持管理によりかろうじて取水堰の機能を維持している状況である。将来に大規模な洪水が発生した場合には取水堰の機能が失われ関連農地等への多大な影響が懸念される。 したがって、取水堰への適正な流量配分を実現する分流施設の設置が非常に重要な箇所である。 ●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所
	5	25.0k, 26.25k	河岸侵食	・河岸侵食により地方主要道路が崩壊する可能性が高い	道路	・護岸工	過去の洪水により河岸侵食を受けており、地方主要道路付近にまでその影響が及んでいる。このまま放置すれば、道路等への影響が懸念されるため、早急に侵食対策を実施すべき箇所であると判断した。 ●河岸侵食により地方主要道路が崩壊する可能性が高い箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所

Rio Chincha	C-1	C-3.5～5.0k	氾濫点	・左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた。	農地 （綿・ぶどう） 市街地	・築堤（無堤区間） ・護岸工	チンチャ川の特徴としては、チコ川とマタヘンテ川への分流が適正に（1：1）に分流した場合でも、チコ川においては、河口より15km及び4km付近で氾濫し、左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では、河口より9km及び3km付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。 しかし、上流部の分流堰が機能しない場合（一方の川にすべての洪水流が流下した場合）には、すべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する。 ここでは、チンチャ川においてチコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流が分配された場合を基本にして整理している。（C-24が実施された場合を想定） 当該箇所は、上記にも示したようにチコ川下流部で最も流下能力が不足する箇所であるため、左右岸の被害拡大を防止する築堤護岸が必要であると判断した。 ●過去の洪水において左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた箇所 ●下流部で流下能力が最も不足する箇所 ●流下能力確保のために、築堤・護岸が必要な箇所
	C-2	C-15k	取水堰	・用水路の一部が水路トンネルになっており、土砂堆積による流下能力不足が課題。 ・過去に氾らんしたことがある。		・取水堰、河道拡幅	チコ川は、河口より15km及び4km付近で氾濫し、左岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。 当該箇所は、取水堰付近の土砂堆積が顕著であると伴に、上記に示したように流下能力が大きく不足する箇所でもある。 従って、取水堰への土砂流入対策（流量配分に配慮した分水堰の築造）及び流下能力の確保が重要な箇所であると判断した。 ●用水路の一部が水路トンネルであり、土砂堆積による流下能力不足が課題な箇所 ●過去の洪水においてに氾濫した箇所 ●河道を拡幅し、取水堰への流入土砂対策及び流下能力確保を実施すべき箇所
	C-3	C-24k	分水堰	・蛇行により洪水流を計画どおり1：1に配分できず、どちらかの河川で氾らんが発生する。		・分流堰の改良（既存施設の改修、流路工、導流堤の延伸）	チンチャ川の特徴としては、チコ川とマタヘンテ川への分流が適正に（1：1）に分流した場合でも、チコ川においては、河口より15km及び4km付近で氾濫し、左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では、河口より9km及び3km付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。 しかし、上流部の分流堰が機能しない場合（一方の川にすべての洪水流が流下した場合）には、すべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する。 したがって、当該箇所は、チンチャ川の治水対策を考える上で最も重要となる箇所である。（治水対策の基本となる） チコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流を分配する分流堰の築造は、チンチャ川の治水計画を考える上で必要不可欠な対策である。 ●河川の蛇行により洪水流を計画どおり（1：1）に配分できない場合、チコ川又はマタヘンテ川の何れかの河川で大規模な氾濫が発生するため、適切な分流施設が必要な箇所。
	M-1	M-3.0k～4.5k	氾濫点	・左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた。		・築堤（無堤区間） ・護岸工	マタヘンテ川は、河口より9km及び3km付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。 当該地区は、上記に示したように下流側で流下能力が最も不足する箇所であるため、、左右岸への氾濫被害拡大を防止するための築堤護岸が必要であると判断した。 ●過去の洪水において、左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた箇所 ●流下能力不足を解消するために、築堤・護岸が必要な箇所
	M-2	M-8.9k	狭窄部	・8.9km付近の道路橋による流下能力不足 ・橋梁による堰上げによる上流部の土砂堆積		・河床掘削	マタヘンテ川は、河口より9km及び3km付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。 当該箇所は、上記に示した箇所に当たり、道路橋付近の河床を掘削し（道路橋の基礎に十分留意した上で）流下能力の向上を図るとともに、上流側に堆積した土砂が流下することが懸念されるため、堆積土砂の安定化を図る必要がある。 ●8.9km付近の道路橋による流下能力が不足している箇所 ●道路橋による堰上げによる上流部の土砂堆積が生じている箇所 ●河道を掘削することにより当該地区上流の水位低減効果が期待できる箇所
Rio Pisco	1	5.5k	氾濫点	・氾濫によりPisco市街地が浸水したことがある。	農地 市街地	・築堤（無堤区間） ・護岸工	河口より7kmより上流では、流下能力不足により河道周辺の農地に氾濫するが、氾濫流が広がることはない。しかし、7kmより下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。 当該地区は、都市部へ氾濫が及んだ場合の地方経済への影響に配慮し、計画規模の洪水が発生しても越水氾濫を防止する堤防・護岸の築造が必要であると判断した。 また、既設の堤防が5.0km～5.5km付近に築造されていることにも十分留意する必要がある。 ●過去の洪水において氾濫し、Pisco市街地が浸水したことがある箇所 ●市街地の浸水を防ぐために、築堤・護岸が必要な箇所
	2	7.0k	狭窄部	・橋梁地点が狭窄部になっているため、上流部の水位が上昇して氾濫しやすい地形となっている。		・河床掘削	河口より7kmより上流では、流下能力不足により河道周辺の農地に氾濫するが、氾濫流が広がることはない。しかし、7kmより下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。 道路橋の改修が現段階としては不可能であるため、橋梁付近の河道掘削等を実施し、流下能力の確保が必要である。 ●道路橋地点が狭窄部のため、上流部の水位が上昇して氾濫しやすい箇所 ●河道を掘削することにより当該地区上流の水位低下効果が期待できる箇所
	3	13.5k	氾濫点	・左岸堤が洪水により破堤した。現在、外側に築堤されたが途中でストップしている。		・築堤（無堤区間）、護岸工	14.5km～12.5km左岸側で流下能力が小さく、小規模の洪水においても越水する可能性が非常に高く、左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を構築する必要があると判断した。 なお、14.5km～14.0km付近には新設の堤防が築堤されているため、取り付け等には十分留意して設計する必要がある。 ●左岸堤が洪水により破堤した箇所 ●現在、堤防整備が進んでいたが、途中でストップしている箇所
	4	20.5k	氾濫点	・堤防が無いため両岸に氾濫した。その際、Piscoへの導水管が流された。 ・近年、河床上昇している。	農地	・築堤（無堤区間）、護岸工	20.5km～19.5kmまでの左岸側の流下能力が周辺の中で最も小さい箇所である。したがって、小規模に洪水においても越水する可能性が非常に高いため、左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を整備する必要があると判断した。 ●堤防が無いため両岸に氾濫した。その際、Piscoへの導水管が流された。 ●近年、河床上昇している箇所 ●流下能力不足を解消するために築堤・護岸が必要な箇所
	5	26.5k	狭窄部	・1998年洪水で水門施設が破壊された。また、用水路も土砂で埋没した。		・河道拡幅	当該箇所に位置する取水施設の取水機能を確保することが重要である。 過去の洪水により水門施設が破壊され、土砂が堆積して用水路も機能不全に陥った箇所であることから、26.75km地点（堰の上流）に低水時に確実に右岸側に流水が流れ、洪水時には左岸側に多くの流水が流れるような分水施設の構築が必要であると判断した。 ●1998年洪水で水門施設が破壊され、用水路も土砂で埋没した箇所 ●取水堰の機能確保のために分流施設が必要な箇所
	6	34.5k	取水堰	・この堰の上流右岸側に氾濫したが、その後、右岸に築堤。		・遊水池の設置	34.5km地点の堰が狭窄部となっており、その上流に多大な土砂が堆積している。したがって、当該施設を有効に活用し、堰の上流側を遊水地及び沈砂地として利用し、計画規模以上の洪水時に遊水効果を発揮できるように工夫することが重要である。 この施設を有効に活用することにより、計画規模を超える洪水対策に活用する。 本来であれば、下流側から順次1/50年の安全度を確保することが望ましいが、現段階としては、当該施設を有効活用し、計画規模（1/50年確率規模）以上の流水ができるだけ下流に流れないように制御する施設とすることが重要である。 ●過去の洪水で堰上流右岸側に氾濫したが、その後、右岸に築堤済 ●現況施設の有効活用（土砂対策等）が重要な箇所

Rio Yauca	1	4.5k下流	氾濫点	・この地点より下流で氾濫が発生し、オリーブの木が流出した。	農地 （オリーブ）	・既設堤防の修復	ヤウカ川の特徴として、河口より7km付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる傾向にある。 当該地に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。 ●当該地点より下流で氾濫が発生し、オリーブの木が流出した箇所 ●既設の堤防を修復すべき箇所
	2	4.1km	狭窄部	パンアメリカーナ道路橋部の流下不足。 橋梁上下流部に土砂堆積		・河床掘削	河口より7km付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。 道路橋付近の流下能力を確保するために、河道掘削等が必要である。 ●パンアメリカーナ道路橋部の流下能力が不足している箇所。 ●道路橋上下流部に土砂が堆積している箇所 ●河道を掘削することにより当該地区上流の水位低下効果が期待できる箇所
	3	4.5-7.0k	氾濫点 取水堰	・堤防は左右岸とも部分的。毎年、経験的に土砂を盛り立てている。 ・洪水により、オリーブ畑が一部流出する。		・既設堤防の修復	河口より7km付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。 当該地に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。 ●堤防は左右岸とも部分的。毎年、経験的に土砂を盛り立てている箇所 ●洪水により、オリーブ畑が一部流出する箇所 ●右岸への氾濫流を制御するために、既設堤防の修復が必要な箇所
	4	25.0k	取水堰	・取水堰を最大限に利用したい。 ・対岸側の河川区域が農地として利用されている。	農地 （オリーブ） 道路	・取水堰の修復	当該地の取水堰は、土砂が堆積し、取水が困難な状況にある。また、当該地左岸側の私有地が大きく川側に張り出しており、洪水時に右岸側の取水堰に洪水流が直接流入する等が発生し、当該地全体の流況に配慮した河道断面とする必要がある。 ●取水堰の機能確保が重要な箇所 ●左岸側の河川区域を明確とし、稼働断面の確保が重要な箇所
	5	25.0k	取水堰	・左岸側の侵食（上部に主要道路）		・護岸工	当該箇所は、湾曲部となっており、右岸側の流れが速く河岸侵食が進んでいる。当該地の右岸側上部に主要道路があり、このままの状態で放置すると河岸が侵食され、最終的には道路等の通行が困難な状況になる。したがって、道路を保護する意味においても護岸工等による侵食対策が必要である。 ●右岸側の侵食（上部に主要道路）が進んでいる箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所
	6	41.1k	取水堰	取水堰上下流にある道路の下部が侵食を受けている。	道路	・護岸工	ヤウカ川上流部にある当該取水施設は、水道用水の確保の観点からも重要な施設である。しかし、堰上流左岸側の浸食が進むと伴に左岸側上部に位置する地方主要道路の通行にも支障をきたしている。したがって、当該地の河岸侵食対策が早急に必要である。 ●取水堰上下流にある道路の下部が侵食を受けている箇所 ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所
Rio Camana	MC-1	0.0-4.5k （左岸）	氾濫点	・河口閉塞と河床上昇により氾濫の危険性の増大	農地	・築堤、護岸工	カマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食個所が多数散見される。既存の堤防の高さが不足しており、今後はさらに危険度が高まる。 過去においても大きく氾濫した経験がある。 ●堤防高確保が重要な個所 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する個所
	MC-2	7.5-9.5k （左岸）	氾濫点	・既存堤防の老朽化、侵食個所が多数	農地	・築堤、護岸工	カマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食個所が多数散見される。既存の堤防の高さが不足しており、今後はさらに危険度が高まる。 過去においても大きく氾濫した経験がある。 ●堤防高確保が重要な個所 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する個所
	MC-33	11.0-17.0k （左岸）	氾濫点	・既存堤防の老朽化、侵食個所が多数 ・水道用水路への影響	農地 市街地 水道用水路	・築堤、護岸工	カマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食個所が多数散見される。 特に、6Km付近のカマナ橋の上下流は、堤防高が低く農地やカマナ市街への氾濫の危険性が高い。さらに、13km付近にカマナ市街地への水道用取水堰が設置されており、川沿いに用水路が建設されている。現在12km左岸の河岸が侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。 ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な個所 ●左岸側の氾濫によるカマナ市街地及び広大な農地への影響がある個所 ●氾濫による水道用水路への影響が懸念される個所 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する個所
Rio Majes	MC-4	48.0-50.5k （左岸）	氾濫点	・流下能力が他地区に比較して著しく劣る区間 ・当該地の整備が下流河道に大きく影響を与える	農地	・築堤、護岸工	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間であり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。 ●流下能力確保のために堤防整備が重要な個所 ●当該地の整備が下流に与える影響を配慮すべき個所
	MC-5	52.0-56.0k （左岸）	氾濫点	・流下能力が他地区に比較して著しく劣る区間 ・当該地の整備が下流河道に大きく影響を与える	農地	・築堤、護岸工	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間であり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。 ●流下能力確保のために堤防整備が重要な個所 ●当該地の整備が下流に与える影響を配慮すべき個所
	MC-6	59.0-62.5k （右岸） 59.5-62.5k （左岸）	氾濫点	・狭窄部対策	農地	・築堤、護岸工	狭窄部のため、流下能力が不足しており、上流部の農地で氾濫被害が頻発している。また、狭窄部には道路橋があり、その周辺は無堤となっている。 ●流下能力確保のために堤防整備が重要な個所 ●当該地の整備が下流に与える影響を配慮すべき個所
	MC-7	65.0-66.5k （右岸） 64.5-66.5k （左岸）	氾濫点	・流下能力が他地区に比較して著しく劣る区間 ・当該地の整備が下流河道に大きく影響を与える	農地	・築堤、護岸工	当該河川の中で最も流下能力の不足する区間であり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。 ●流下能力確保のために堤防整備が重要な個所 ●当該地の整備が下流に与える影響を配慮すべき個所

4.3.2　非構造物対策

4.3.2.1 植林/植生回復

(1)　基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する 4.14 中・長期計画、4.1.4.2 植林・植生計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここでは i)　について検討する。

河川構造物沿いの植林計画の基本方針を次のように定める。植林計画の概念図を図-4.3.2.1-1、図-4.3.2.1-2 に示す。植林計画は 2 タイプとし、カマナ・マヘス流域でタイプ A が採用できない場合、タイプ B を採用する。これ流域以外の流域ではタイプ A を採用する。

(i)　目的：予想外の流下量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
(ii)　植林方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
(iii)　工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
(iv)　植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。

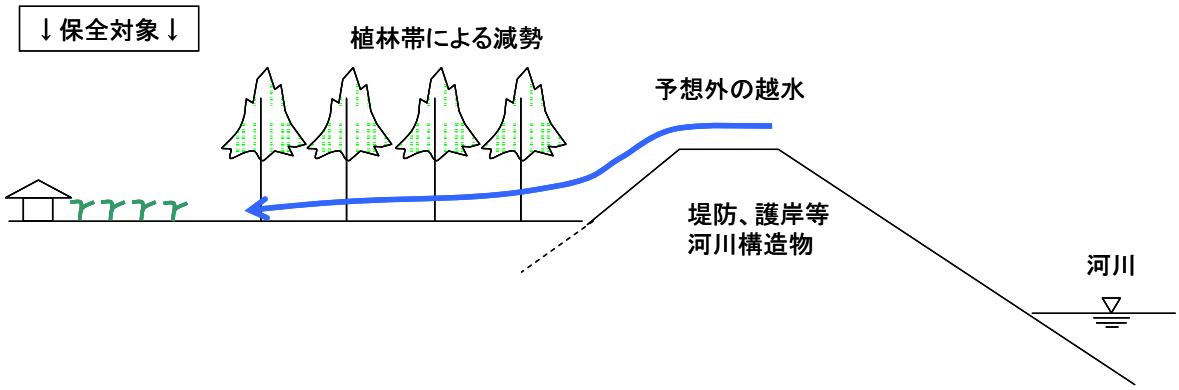


図-4.3.2.1-1　河川構造物沿いの植林　概念図（タイプ A）
（出典：JICA 調査団）

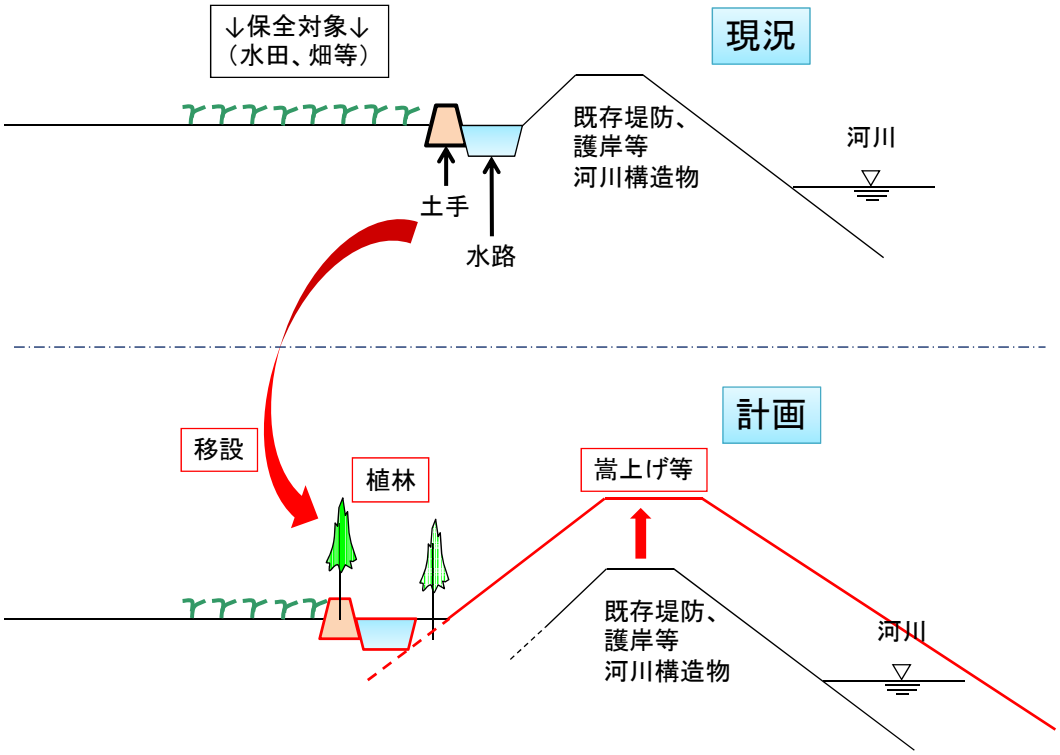


図-4.3.2.1-2　　河川構造物沿いの植林　概念図（タイプ B）

（出典：JICA 調査団）

カマナ流域では、既存堤防に沿って水路が建設され、水路際まで水田等がある場合がほとんどである。水利組合へのヒアリングでは、土地所有者がタイプ A のような幅 11m の植林帯によって農地が減少することに強固に反対するであろうとの意見であったため、植林は断念せざるを得ない場合が想定される。このため、用地取得が出来ない場合は、タイプ B のような植林計画とし、水路の保全のための植林にとどめる。

(2) 計画数量

(a)　構造（植栽配置）

・タイプ A：ペルーにおける一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を 3m とする（図-4.3.2.1-3 参照）。3m 間隔で植栽木を配置した場合、直径 1m の石がどこかの立木に衝突し、停止するかあるいは減勢されることも期待でき、これを 4 列配置することにより効果を高める。ただし、主たる目的は堤防等を乗り越えてくる洪水の減勢であり、洪水が直接立木に衝突した場合、その効果はあまり期待できない。

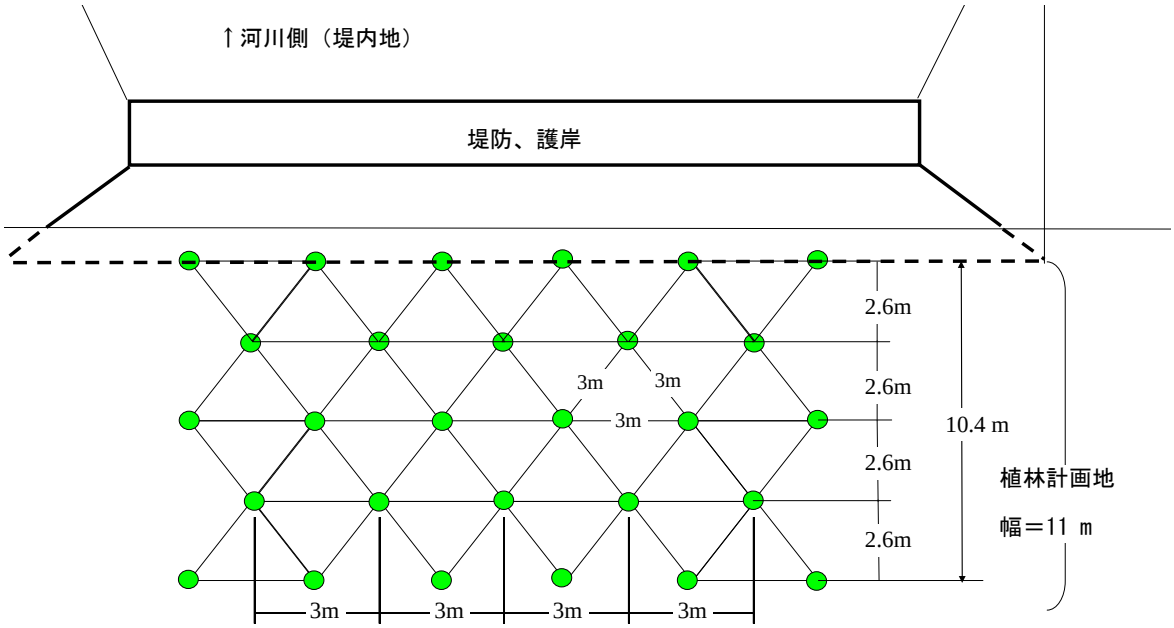


図-4.3.2.1-3　　河川構造物沿いの植林計画標準配置図（タイプ A）

（出典：JICA 調査団）

・タイプ B：現地の状況では、水路と平行に概ね 1m間隔で植栽されており、今回の計画でもそれを適用する。植林計画標準配置を図-4.3.2.1-4 に示す。

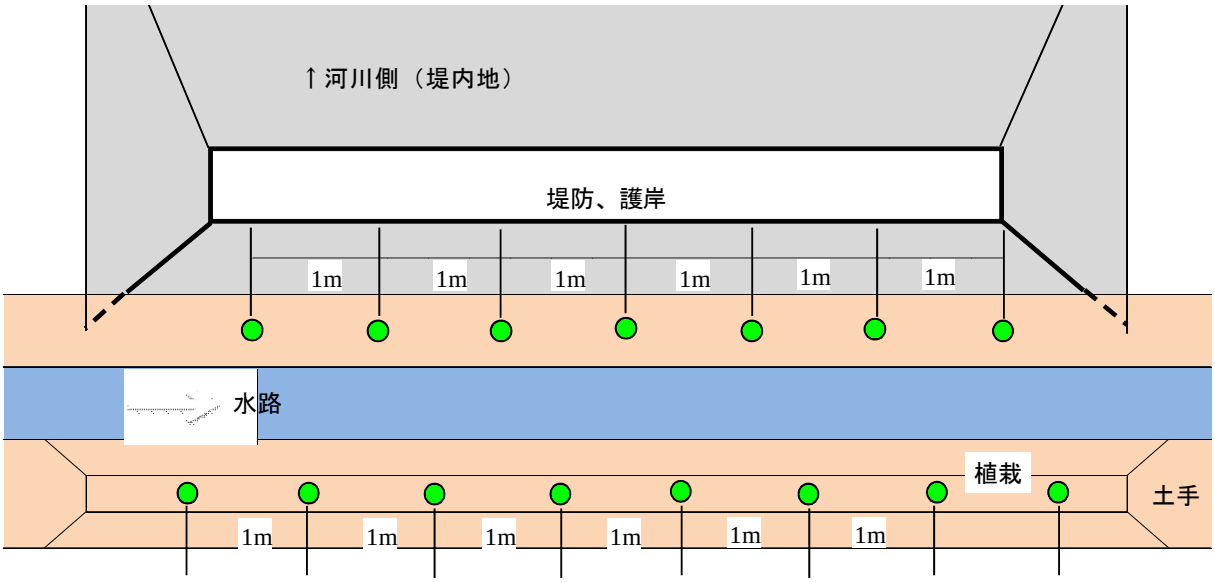


図-4.3.2.1-4　　河川構造物沿いの植林計画標準配置図（タイプ B）

（出典：JICA 調査団）

(b)　植栽樹種

植栽する樹種の選定のため、以下の樹種リストを作成した。

・ 生産可能樹種（苗木生産業者情報）：表-4.3.2.1-1

・ 現地調査で確認できた樹種：表-4.3.2.1-2

これらの樹種リストから河川構造物沿いの植林に適した樹種を選定した。以下の評価項目を用いて樹種を評価し、総合的に判断して選定した。選定基準は表-4.3.2.1-4、選定結果の詳細は表-4.3.2.1-3 に示した。

（選定のための評価項目）

1 樹種特性から河川沿いで生育すると考えられること（施工地近傍に自生していることが望ましい）
2 苗木生産が可能なこと
3 木材、果実などが利用可能であること
4 住民の要望があること
5 郷土種であること（望ましいが必須ではない）

表-4.3.2.1-1　　生産可能苗木樹種リスト

植栽流域	生産業者	苗木生産場所	通常生産されている樹種	時々生産されている樹種
チラ	AGRORURAL	ﾗﾝﾊﾞｲｪｰｹ	アルガローボ、タラ、マツ、ユーカリ、ワランゴ(*Acacia Macracantha*)	アリソ、ケニュアル
	ﾌｫﾒｺ	ﾘﾏ	アルガローボ、タラ、ユーカリ	モイェ、ワランゴ(*Acacia Macracantha*)
	ﾓﾝﾀｰﾆｬ･ｱｽﾙ	ﾋﾟｳﾗ	アルガローボ、モイェ、ユーカリ、ワランゴ(*Acacia Macracantha*)	サウセ、モクマオウ、パハロ・ボボ
ｶﾆｴﾃ	AGRORURAL	ｻﾝﾀ･ｴｳﾗﾘｱ	マツ、モイェ、ユーカリ、ワランゴ(*Prosopis limensis*)	シプレス、タラ
	ﾌｫﾒｺ	ﾘﾏ	タラ、モイェ、ワランゴ(*Prosopis limensis*)	―
	ｱｸﾞﾘﾒｯｸｽ	ﾘﾏ	アリソ、アルガローボ、カニャ、タマリックス、バンブ、マツ、モクマオウ、ユーカリ	―
ﾁﾝﾁｬﾋﾟｽｺ	AGRORURAL	ﾘﾏ	マツ、モイェ、ユーカリ、ワランゴ(*Prosopis limensis*)	シプレス、タラ
	ﾌｫﾒｺ	ﾘﾏ	タラ、モイェ、ワランゴ(*Prosopis limensis*)	―
	ｱｸﾞﾘﾒｯｸｽ	ｲｶ	アリソ、アルガローボ、カニャ、タマリックス、バンブ、マツ、モクマオウ、ユーカリ	―
ﾔｳｶ	ﾌｫﾒｺ	ﾜﾝｶｲﾖ	アリソ、ケニュア、コイェ、マツ、ユーカリ	―
ｶﾏﾅ・ﾏﾍｽ	ｱﾊﾟｲｯｸ (APAIC)	ｱﾚｷﾊﾟ	タラのみ生産	―
	ﾛｽ･ﾋﾗｿｰﾚｽ･ﾃﾞ･ﾌﾛﾚﾝﾃｨｰﾉ	ｱﾚｷﾊﾟ	サウセ、ポプラ、モイェ、モクマオウ、タラ	―
	ｱｸﾞﾛﾙｰﾗﾙ	ｱﾚｷﾊﾟ	―	タラ、サウセ、ワランゴ、アカシア、モクマオウ

（出典：苗木生産業者[1]からの聞き取り）

[1] Appendix 7-表 1　苗木生産業者リスト参照。

表-4.3.2.1-2　　現地調査で確認された樹種リスト（河川沿い）

植栽計画地	樹種	特性等
チラ	アルガローボ	通常の水位より 4m程度高い位置に多く生育している。
	モクマオウ	通常の水位より 1～2m高い位置に多く生育している。用途がないため人気がない。
	ユーカリ	市街地には植栽されているが河川沿いには特に見かけない。しかし、適性はある。ピウラ地方では高地特性があると信じられている。
	タマリックス	アルガローボと同様。果実食用。一部では外来樹種として問題視されている。
	バハロ・ボボ	通常の水位より 1～2m高い位置に多く生育している。
カニエテ	ユーカリ	河川沿いに多く、適性が高い。
	モクマオウ	河川沿いに多く、適性が高い。
	サウセ	河川沿いに多く、適性が高い。
	モイェ	低木であるが、適性は高い。
チンチャ	ユーカリ	植林実績が多い。河川沿いに多く、適性が高い。
	モクマオウ	河川沿いに多く、適性が高い。
ピスコ	ワランゴ（*Prosopis limensis*）	植栽実績あり。イカ州カンサスにおける植林事業計画で採用されている。
	アロモ	
ヤウカ	ユーカリ	河川沿いに多く、適性が高い。
	モクマオウ	河川沿いに多く、適性が高い。農地の周辺に防風・防砂のため植栽されている。
カマナ・マヘス	サウセ	河川沿いに多数自生し、耕作地(水田等)用の水路沿いの植栽（水路保全用）に非常に多く利用されている。枝は燃料材として利用され、萌芽性が高い。カマナ・マヘス流域で最も多くみられる樹種。
	カヤカサ	河川沿いに多数自生し、サウセと混交してみられることが多い。水路沿いにもあるが植栽されたもんではなく自生したものを残している。
	ユーカリ	自生しているものはほとんどない。カマナ流域の山腹寄りの水田用水路沿いの一部に植栽されている。カマナ水利組合によれば、2006/07 に植栽したものがほとんど失敗したとのこと。
	モクマオウ	河川沿いにたまにみられる。家屋周囲に植栽されていることもあるが、少ない。

（出展：JICA 調査団）

表-4.3.2.1-3　　植栽樹種選定結果（詳細）

流域	樹種	選択基準との適合度						備考
		1	2	3	4	5	判定	
チラ流域	アリソ	C	B	A	C	A	×	どちらかというと高地特性有
	アルガローボ	A	A	C	B	A	◎	特に地域特性があり、地元になじみがある
	タマリックス	A	C	B	B	B	○	インベーダー植物と呼ばれることもある
	モクマオウ	A	B	C	B	B	○	海岸に近い場所で生育可能
	ユーカリ	B	A	B	B	B	△	成長が早く木材、燃料材としても利用される
	ケニュア	C	C	B	C	A	×	どちらかというと高地特性有
	サウセ	A	B	C	B	A	○	河川沿いへの適性が高い
	タラ	D	A	A	B	A	△	近年、果実の有用性が見直され、栽培されるようになった
	パハロ・ボボ	A	B	D	B	A	△	河川沿いの低いところへの適性が高い
	マツ	B	D	B	B	B	△	高地特性があると言われている
	モイェ	B	A	B	B	A	○	根系が深いといわれている
	ワランゴ（*Acacia Macracantha*）	A	A	B	B	A	○	アルガローボと似ている
カニエテ他 4 流域	アリソ	C	B	A	C	A	×	どちらかというと高地特性有
	アルガローボ	B	A	C	B	A	×	南部ではワランゴ（*Prosopis limensis*）を採用
	カニャ（カリソ）	A	C	B	B	A	×	草本
	ケニュア	C	C	B	C	A	×	高地特性があると言われている
	コイェ	C	D	D	B	A	×	高地特性があると言われている
	タマリックス	B	A	B	B	B	×	北部では適性あるが南部では不明
	タラ	D	A	A	B	A	△	近年、果実の有用性が見直され、栽培されるようになった
	バンブ	A	A	B	B	A	○	植林実績不明
	マツ	B	D	B	B	B	△	高地特性があると言われている
	モイェ	B	A	B	B	A	○	根系が深いといわれている
	モクマオウ	A	B	C	B	B	○	河川沿いの環境への適性は高い
	ユーカリ	A	B	B	A	B	◎	河川沿いの環境への適性は高い
	ワランゴ（*Prosopis limensis*）	A	A	D	A	A	◎	海岸に近いところ、乾燥地に適性が高い
カマナ･マヘス流域	サウセ	A	A	B	A	A	◎	実績、河川沿い環境への適性が高く、地元水利組合の要望も有
	カヤカサ	A	D	D	B	A	×	苗木生産されていない
	ユーカリ	B	A	B	B	B	△	水路脇の土質(粘土質)と水分過多のため失敗する危険性が高い
	モクマオウ	B	A	B	B	B	○	実績がないが潮に耐性があることから海岸近くの植栽用にする
	ワランゴ（*Prosopis limensis*）	B	A	D	B	A	×	水路脇の土質(粘土質)と水分過多のため失敗する危険性が高い

◎：採用する、○：採用候補、△：採用候補ではあるがあまり好ましくない、×：採用しない

（出展：苗木生産業者への聞き取りを元に JICA 調査団により作成）

樹種選定の評価項目のうち、1：現地における適性、2：苗木生実績、の 2 点を重視し、3：利用、4：地元の要望、5：郷土種は参考にした。評価基準を表-4.3.2.1-4 に示す。

表-4.3.2.1-4　　樹種選定の評価基準

評価点	評価項目				
	1：現地における適性	2：苗木生産実績	3：利用	4：地元の要望	5：郷土種
A	現地で自生・植栽を確認した	通常生産されている	木材と果実が利用可能	水利組合等の要望有	郷土種である
B	現地では自生が確認できなかったが一般樹種特性では適性がある	時々生産される	木材か果実のどちらかが利用可能	水利組合の要望なし	郷土種ではない
C	上記の 2 項目に該当しない	生産可能だが稀	どちらも利用されない	―	―
D	不明	生産されていない	不明	―	―

（出典：JICA 調査団）

評価の結果、選定された樹種は、表-4.3.2.1-5 に示すとおりである。◎の樹種を主として計画し、○を 3 割から 5 割の割合で混交する。混交する理由は、病虫害等の理由で植栽樹種に被害があった場合に全滅を避けるためである。

表-4.3.2.1-5　　選定した樹種

チラ流域	：アルガローボ（◎）、タマリックス（○）、モクマオウ（○）
カニエテ他 4 流域	：ユーカリ（◎）、ワランゴ（○）、モクマオウ（○）
ｶﾏﾅ・ﾏﾍｽ流域	：サウセ（◎）、モクマオウ（○）

（出典：JICA 調査団）

チラ流域では地域の代表的な種で、植栽実績の多いアルガローボを主として植栽する。アルガローボは特にペルー北部のコスタにおける代表的郷土樹種であり、植栽実績が多く、地元の住民にはなじみがある。タマリックスはアルガローボと特性がほとんど同じであり、果実が食用にできることから採用する。モクマオウは耐塩性が高いため、特に海岸に近い場所における植栽に使用する。

カニエテ他 3 流域では、ユーカリを主として植栽する。ユーカリはこれらの流域で植栽実績があり、かつ、適性が高い。また、水利組合の要望も高い樹種である。ワランゴ（*Prosopis limensis*：北部で同じ呼び名の別の種がある）は、ペルー南部のコスタ地域での代表的区郷土樹種であり、パン・アメリカン高速道路沿いの植林実績もある。モクマオウはこれらの地域では主として農地の周辺に防風・防砂用に植栽されることが多い。

カマナ･マヘス流域ではサウセを主として植栽する。サウセは特に水分が多いところへの適性が高く、現地での実績が非常に多い。水利組合でも盛んに植栽されている樹種である。しかし、海岸から上流へ約 1.5km の区間はサウセ、カヤカスはあるものの、生育状況が悪い。この原因は潮の影響であると推定される。このため、海岸から 1.5km の間では、塩害に比較的耐性のあるモクマオウをサウセに混交させる計画とする。カヤカサも現地では多くみられるが、苗木の生産がされていない。カマナ・マヘス流域の耕作地のほとんどは水田に利用されているために植林計画地の地下水位が非常に高く、また土質も粘土質である。この点から考えるとユーカリなどは植栽後の枯死率が高くなると予想される。

(c)　計画数量

河川沿いに計画される、護岸工、堤防、遊砂地において前述(a)、(b)に述べたような配

置計画・樹種で植林計画を策定する。タイプ A の植栽幅は 11m とするが、遊砂地では遊砂地の内部で通常の河川水を流下させるところ以外の場所に植栽する。タイプ B の場合は堤防延長に対し 2 列植栽し、間隔を 1m として数量を算出した。

流域別の植林/植生回復数量は表-4.3.2.1-6 に示すとおりである。なお植林は河川堤防沿いに行う事としているので、築堤を伴わない洪水対策（河床掘削、堰の改修など）についえは表中で植林の数量を計上していない。

表-4.3.2.1-6　　植林/植生回復計画数量（河川沿い：タイプ A）

（チラ流域：タイプ A）

番号	位置	植林延長（m）	植林幅（m）	植林面積（ha）	植栽本数（本）	植栽樹種内訳(本)			
						ｱﾙｶﾞﾛｰﾎﾞ	ﾀﾏﾘｯｸｽ	ﾓｸﾏｵｳ	計
Cira-1	左岸	4,000	11	4.4	13,024	2,605	1,302	9,117	13,024
Cira-2	右岸	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Cira-3	右岸	2,500	1	0.3	888	444	266	178	888
Cira-4	全体			0.0	0	－	－	－	－
チラ流域計		7,000		5.8	17,168	4,677	2,545	9,946	17,168

(カニエテ、チンチャ、ピスコ、ヤウカ流域：タイプ A)

番号	位置	植林延長（m）	植林幅（m）	植林面積（ha）	植栽本数（本）	植栽樹種内訳(本)			
						ﾕｰｶﾘ	ﾜﾗﾝｺﾞ	ﾓｸﾏｵｳ	計
Ca-1	全体			0.0	0	－	－	－	－
Ca-2	右岸	1,600	11	1.8	5,328	2,664	1,598	1,066	5,328
Ca-3	全体			0.0	0	－	－	－	－
Ca-4	全体			0.0	0	－	－	－	－
Ca-5	右岸	1,750	11	1.9	5,624	2,812	1,687	1,125	5,624
カニエテ流域　計		3,350		3.7	10,952	5,476	3,285	2,191	10,952
Chico-1	両岸	2,100	22	4.6	13,616	6,808	4,085	2,723	13,616
Chico-2	全体			0.0	0	－	－	－	－
Chico-3	全体			0.0	0	－	－	－	－
Ma-4	両岸	2,500	22	5.5	16,280	8,140	4,884	3,256	16,280
Ma-5	全体			0.0	0	－	－	－	－
チンチャ流域　計		4,600		10.1	29,896	14,948	8,969	5,979	29,896
Pi-1	左岸	2,000	11	2.2	6,512	3,256	1,954	1,302	6,512
Pi-2	全体			0.0	0	－	－	－	－
Pi-3	左岸	1,500	11	1.7	5,032	2,516	1,510	1,006	5,032

番号	位置	植林延長（m）	植林幅（m）	植林面積（ha）	植栽本数（本）	植栽樹種内訳(本)			
						ﾕｰｶﾘ	ﾜﾗﾝｺﾞ	ﾓｸﾏｵｳ	計
Pi-4	左岸	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Pi-5	全体			0.0	0	―	―	―	―
Pi-6	全体	2,000	600	120.0	355,200	177,600	106,560	71,040	355,200
ピスコ流域　計		6,500		125.0	370,000	185,000	111,001	73,999	370,000
Ya-1	全体	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Ya-2	全体			0.0	0	―	―	―	―
Ya-3	全体	2,500	11	2.8	8,288	4,144	2,486	1,658	8,288
Ya-4		0	11	0.0	0	―	―	―	―
Ya-5	右岸	500	11	0.6	1,776	888	533	355	1,776
Ya-6	右岸	400	11	0.4	1,184	592	355	237	1,184
ヤウカ流域　計		4,400		4.9	14,504	7,252	4,351	2,901	14,504
総計		25,850		149.5	442,520				

（カマナ・マヘス流域）

番号	位置	植林延長（m）	植林幅（m）	植林面積（ha）	植栽本数（本）	植栽樹種内訳(本)		
						ｻｳｾ	ﾓｸﾏｵｳ	計
タイプ B								
MC-1	左岸	1,500	―	―	3,000	1,500	1,500	3,000
MC-1	左岸	3,000	―	―	6,000	6,000	―	6,000
MC-2	左岸	2,000	―	―	4,000	4,000	―	4,000
MC-3	左岸	6,000	―	―	12,000	12,000	―	12,000
タイプ A								
MC-4	左岸	2,500	11	2.8	8,288	8,288	―	8,288
MC-5	左岸	4,000	11	4.4	13,024	13,024	―	13,024
MC-6	右岸	3,500	11	3.9	11,544	11,544	―	11,544
MC-6	左岸	3,000	11	3.3	9,768	9,768	―	9,768
MC-7	右岸	1,500	11	1.7	5,032	5,032	―	5,032
MC-7	左岸	2,000	11	2.2	6,512	6,512	―	6,512
ｶﾏﾅ･ﾏﾍｽ流域　計		29,000		18.3	79,168	79,168	1,500	79,168

（出典：JICA 調査団）

それぞれの河川構造物における樹種別割合とその理由は表-4.3.2.1-7 に示すとおりである。

表-4.3.2.1-7　　植林計画地別・樹種別本数割合

（チラ流域）

番号	植栽樹種内訳(割合)			備考
	ｱﾙｶﾞﾛｰﾎﾞ	ﾓｸﾏｵｳ	ﾀﾏﾘｯｸｽ	
Cira-1	2	7	1	海岸が近いためﾓｸﾏｵｳを多く投入する。
Cira-2	5	2	3	ｱﾙｶﾞﾛｰﾎﾞを主、ﾀﾏﾘｯｸｽを副、ﾓｸﾏｵｳを若干投入する。
Cira-3	5	2	3	

（カニエテ他 4 流域）

番号	植栽樹種内訳(割合)			備考
	ﾕｰｶﾘ	ﾓｸﾏｵｳ	ﾜﾗﾝｺﾞ	
Ca-2	5	2	3	ﾕｰｶﾘを主、ﾜﾗﾝｺﾞをとする。 ﾜﾗﾝｺﾞは郷土種であり、計画地の気象条件に適性があると考え、ﾓｸﾏｵｳよりも優先する。
Ca-5	5	2	3	
Chico-1	5	2	3	
Ma-4	5	2	3	
Pi-1	5	2	3	
Pi-3	5	2	3	
Pi-4	5	2	3	
Pi-6	5	2	3	
Ya-1	5	2	3	
Ya-3	5	2	3	
Ya-5	5	2	3	
Ya-6	5	2	3	

（カマナ・マヘス流域）

番号	植栽樹種内訳(割合)		備考
	ｻｳｾ	ﾓｸﾏｵｳ	
MC-1	5	5	海岸が近いためﾓｸﾏｵｳを投入し､ｻｳｾと同じ割合で投入する。。
MC-2	5	5	
MC-2 MC-3～ MC-7	10	-	海岸から遠いためﾓｸﾏｵｳは採用しない。

（出典：JICA 調査団）

(d)　計画位置、施工計画

河川構造物の植林/植生回復計画位置はそれぞれの構造物の配置と同じである。なお、植林/植生回復計画は河川構造物の施工が完了したのちに実施する。

(3) 計画事業費

(a)植林/植生回復工事単価

植林/植栽計画の直接工事費は以下の項目から構成される。

・苗木単価（苗木単価＋運搬費）
・植栽労務費
・直接経費（諸道具費用：植栽労務費の 5%）

(b)苗木単価

苗木の供給者は AGRORURAL と民間業者に区分できる。チンチャ流域の上流における植林は AGRORURAL から購入する計画とする。河川構造物沿いの植林用苗木単価を表-4.3.2-8 に示す。数社の民間業者へ苗木の値段、輸送費をヒアリングし、その平均値を用いている。（苗木単価の詳細情報は Appendix 7-表 2 参照）。

表-4.3.2.1-8　　苗木単価（河川構造物沿い植林）

流域	樹種	苗木単価 (ソレス/本)
チラ	アルガローボ	1.3
	タマリックス	5.4
	モクマオウ	1.9
カニエテ	ユーカリ	1.4
	ワランゴ	1.6
	モクマオウ	1.9
チンチャ、ピスコ	ユーカリ	1.4
	ワランゴ	1.8
	モクマオウ	2.2
ヤウカ	ユーカリ	1.5
	ワランゴ	1.8
	モクマオウ	2.3
カマナ・マヘス	サウセ	2.5
	モクマオウ	2.8

注：苗木単価＝（苗木単価＋輸送費）
（出展：苗木生産業者へのヒアリング）

(c)植栽労務費

植栽作業の歩掛は、AGRORURAL、水利組合などからの聞き取りによって 40 本/人日として計算した。労務単価は河川沿い植林では一般労務単価を用いて 33.6（ソレス/人日）とした。

(d)直接経費

直接経費として諸道具購入費として、植栽穴を掘る道具、苗木受け渡し場所から植栽箇所までの小運搬用道具を購入する費用として、植栽費用の 5%を計上する。

(e)河川構造物沿いの植林/植生回復工事費算出

河川沿い植林/植生回復計画工事費は表-4.3.2.1-9 に示すとおりである。総工事費は 2,651,388（約 8,000 万円）となった。

河川構造物沿いの植林を実施するのは河川構造物等施工を受注した施工会社である。したがって、一般建設工事と同様に直接工事費の 88%を間接費として計上した。なお用地取得は堤防用地と同時に行い、別途計上する。

表-4.3.2.1-9　植林工事費（河川構図物沿い植林）

番号	工事箇所	植林工事費（ソレス）					
		直接工事費				間接費	計
		苗木費用	植栽費用	直接経費	小計		
1	Cira-1	27,740	10,940	547	39,227	34,598	73,824
2	Cira-2	8,629	2,735	137	11,501	10,144	21,645
3	Cira-3	2,352	746	37	3,135	2,765	5,900
4	Cira-4				0	0	0
チラ流域		53,512	18,648	44,950	53,863	47,507	101,370
7	Ca-1				0	0	0
8	Ca-2	8,312	4,476	224	13,012	11,477	24,489
9	Ca-3				0	0	0
10	Ca-4				0	0	0
11	Ca-5	6,074	4,724	236	11,034	9,732	20,766
カニエテ流域		14,386	9,200	460	24,046	21,209	45,255
12	Chico-1	22,875	11,437	572	34,884	30,768	65,652
13	Chico-2				0	0	0

14	Chico-3				0	0	0
15	Ma-4	27,350	13,675	684	41,709	36,787	78,496
16	Ma-5				0	0	0
チンチャ流域		50,225	25,113	1,256	76,594	67,555	144,148
17	Pi-1	10,940	5,470	274	16,684	14,715	31,399
18	Pi-2				0	0	0
19	Pi-3	8,454	4,227	211	12,892	11,371	24,263
20	Pi-4	5,470	2,735	137	8,342	7,358	15,700
21	Pi-5				0	0	0
22	Pi-6	596,736	298,368	14,918	910,022	802,639	1,712,661
ピスコ流域		621,600	310,800	15,540	947,940	836,083	1,784,023
23	Ya-1	5,698	2,735	137	8,570	7,559	16,129
24	Ya-2				0	0	0
25	Ya-3	14,504	6,962	348	21,814	19,240	41,054
26	Ya-4				0	0	0
27	Ya-5	3,108	1,492	75	4,675	4,123	8,798
28	Ya-6	2,072	995	50	3,117	2,749	5,866
ヤウカ流域		25,382	12,183	610	38,175	33,671	71,847
29	MC-1	7,950	2,520	126	10,596	9,346	19,942
30	MC-1	15,000	5,040	252	20,292	17,898	38,190
31	MC-2	10,000	3,360	168	13,528	11,932	25,460
32	MC-3	30,000	10,080	504	40,584	35,795	76,379
33	MC-4	20,720	6,962	348	28,030	24,722	52,752
34	MC-5	32,560	10,940	547	44,047	38,849	82,896
35	MC-6	28,860	9,697	485	39,042	34,435	73,477
36	MC-6	24,420	8,205	410	33,035	29,137	62,172
37	MC-7	12,580	4,227	211	17,018	15,010	32,028
38	MC-7	16,280	5,470	274	22,024	19,425	41,449
ｶﾏﾅ･ﾏﾍｽ流域		198,370	66,501	3,325	268,196	236,549	504,745
計		966,175	442,445	22,124	1,408,814	1,242,574	2,651,388

（出展：JICA 調査団）

(4)実施工程計画

河川沿い植林の工事工程計画は河川構造物の一部であることから、河川構造物の工事計画と同じとする。通常は植栽木の活着のため、雨季開始時あるいはその直前に植林作業を開始し、雨期終了 1 ヵ月程度前に終了しなければならない。しかし河川沿いの地域はほとんど降雨がないため、雨期乾期の影響は少ない。できるだけ河川水位が上昇する時期を狙って植栽することが望ましいが、河川構造物の建設工事工程によっては河川水位が低い時期に植栽しても大きな問題はない。河川水位が上昇するまでホースを利用した重力式の簡易な散水システムを用いて植栽後 3 ヶ月程度の間散水すればよい。この散水システムはホースを等高線上に配置し、ホースに穴をあけて散水する方法でチラ川のポエチョスダム周辺で実施されていた現場技術を利用する。

4.3.2.2 土砂制御計画

(1)　土砂制御計画位置づけ

対象流域における治水上の課題として以下があげられており、その内の幾つかは土砂制御に関係が深い。本プロジェクトでは、上流から下流まで一貫した総合的な治水計画検討が行われている。土砂制御計画では、流域全体を対象として土砂制御の検討を実施した。

- 洪水が河岸高を越え、氾濫する。
- 河床勾配が 1/30-1/300 程度の急流河川である。そのため、流速、土砂運搬能力が　大きい。
- 大量の流入土砂の堆積による河道閉塞・河床上昇が洪水被害を助長している。
- 河道は土砂堆積が激しく、複列砂州の形態となっており、澪筋や水衝部が不安定　で流路が変化し、水衝部もそれにつれて移動する。
- 河岸の侵食が激しい。そのため農地等の面積減少、地域主要道路の崩壊の危険等　があり、保護する必要がある。
- 農業用水路の取水口が土石により損傷や破壊される。

(2)　土砂制御計画（構造物対策）

現在の土砂移動形態に適合した土砂制御計画を検討した。基本方針は表-4.3.2.2-1 に示す通りとする。

表-4.3.2.2-1　土砂制御計画基本方針

状況	通常時	50 年超過確率降雨時
土砂流出状況	河岸侵食および河床変動	河岸侵食および河床変動 渓流からの土石流
対応方針	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 （扇頂部での床固工、帯工）	侵食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 （扇頂部での床固工、帯工） 土石流対応→山腹保全工、砂防堰堤の配置

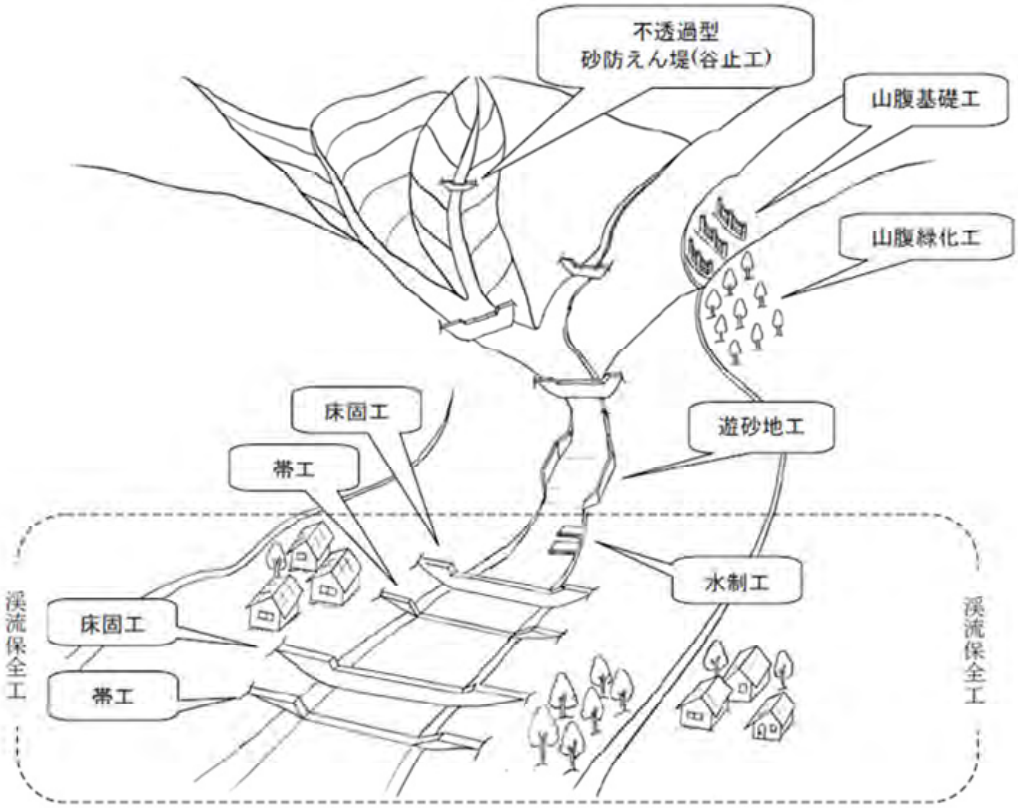


図-4.3.2.2-1　土砂制御対策

1) 上流域での土砂制御計画
上流域全体を対象とした土砂制御計画は後述の 4.12 中・長期計画、4.12.3 土砂制御計画に述べているが、事業費が厖大となり、実施期も長期にわたるので、本プロジェクトで実施するのは困難である。中・長期計画として段階的に実施すべきと思われる。

2) 扇状地での土砂抑制計画
流域全体を対象とした砂防施設は、非常に高額となることが明らかとなったため、扇状地での土砂抑制計画について検討した。検討に際しては、別途実施された河床変動解析結果を考慮した。

(i) 河床変動解析結果

- 河床変動解析結果を表-4.3.2.2-3 に示す。チラ川以外の５川はいずれも平均河床高が上昇しており、基本的に土砂上昇傾向の河川と推測される。総流入土砂量、総河床変動量としてはマヘス・カマナ川、チンチャ川、ピスコ川の３河川がカニエテ川、ヤウカ川に較べて大きい。なお、チラ川は検討対象区間上流にダム(ポエチョスダム)が設置されており、現時点では満砂していないことから、ダム上流域で生産される土砂はほぼ全量がダムで捕捉されている。そのため、ダム下流部は基本的に河床低下の傾向を示した。

- 上流から流入した土砂が堆積しやすい河川は 6 河川のうちマヘス-カマナ川チンチャ川、ピスコ川となった。このような傾向は現地ヒヤリングや実際の河床状況に比較的合致している。

- 河床変動解析結果によれば、チンチャ川、ピスコ川において土砂堆積の影響が大きい結果となった。この２河川においては、扇状地での土砂制御計画を実施することが望ましい。なお、カニェテ川上流には昨年度プランタナルダムが建設されたため、このダムに土砂が堆積し、下流側への土砂供給は大幅に減少することが想定される。

➢ マヘス・カマナ川が土砂量の規模が比較的大きい理由としては、流域面積が他の河川と比べてかなり大きく洪水規模も大きいため、大量の土砂を下流へ流送可能であることが挙げられる。なお、河床変動量（土砂量）としては大きいものの、平均河床高で見ると 50 年間で 0.2m 程度であり、数値としては小さいが、土砂流入は突発的、局所的に発生する可能性があるので、上流域の不安定土砂の状態も含めて、河道の変化をモニタリングし、必要に応じて河道維持対策を検討すべきだが、現時点で緊急を要する土砂制御対策は必要ない

表-4.3.2.2-2　河床変動解析の結果

河川名	総流入土砂量（千m^3）	年流入土砂量（千m^3）	総河床変動量（千m^3）	平均河床変動高（m）	備　考
カニエテ川	3,000	60	673	0.2	
チンチャ川	5,759	115	2,610	0.5	チコ川、マタヘンテ川の合計
ピスコ川	8,658	173	2,571	0.2	
ヤウカ川	1,192	24	685	0.1	
チラ川	5,000	100	−1,648	−0.01	本川流入土砂はダムがあるためゼロと仮定
マヘス・カマナ川	20,956	419	5,316	0.2	

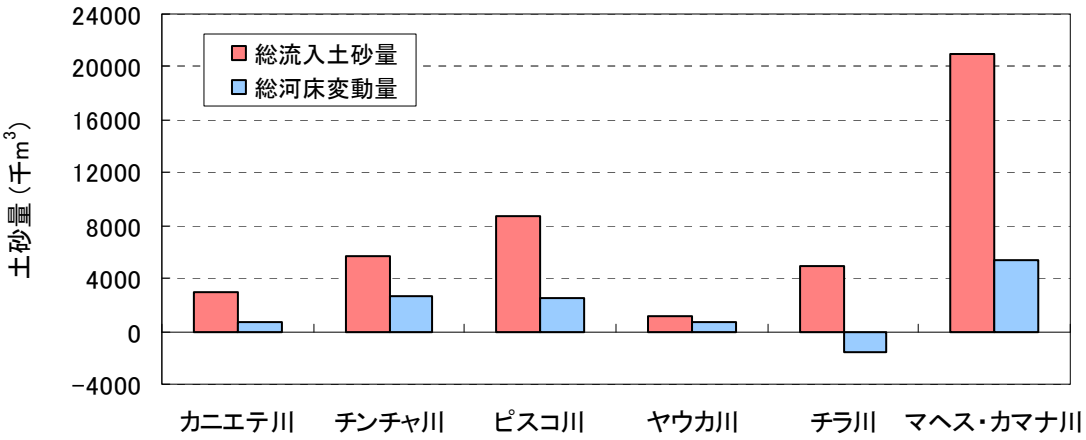


図-4.3.2.2-2　河床変動解析結果（土砂量）

(ii)　扇状地での土砂抑制計画

扇状地での土砂制御工としては、遊砂池工、床固工、帯工、水制工、また、これらを組み合わせた渓流保全工がある。これらは、砂防構造物のみなく、河川構造物としての機能も有する。

現在検討されている洪水対策の重点施設のうち、ピスコ川流域では、34.5k にて遊水池が計画されており、この遊水池は沈砂池の機能を有する。

また、チンチャ川では、チコ川とマタヘンテ川の分岐点に分流堰が計画されている。この分流堰には流路工および導流堤が含まれており、これらは土砂をコントロールする機能を有する。

これらの構造物は、流域全体を対象とした砂防施設に比べて経済的で投資効果が高い。除石等の維持管理を含めても、遙かに投資効果が高いものと判断できる。堆砂機能を確保・維持するための除石工のための進入路、維持管理用のスペースなどの施設を含めることとする。

本事業における、主目的は洪水災害の軽減である。この目的に鑑みれば、砂防対策は扇頂部での土砂コントロールが最も効果的であると判断できる。

土砂堆積の影響が最も大きい、チンチャ川、ピスコ川では、砂防機能を有する河川構造物が計画されており、これらを実施することが、本プロジェクトにおいて最も効果的であると判断される。

4.3.2.3　洪水予警報

(1)　目的

洪水予警報システム調査の目的は次に述べるとおりである。

- 降雨観測所、流量観測所、データ伝送システム、予警報センター、地域住民への情報伝達システムの整備。
- 降雨量、流量観測記録よりリアルタイムに洪水の発生、流量の大きさ、洪水波形、到達時間などを予測する。
- 流域における水文現象を場所的、時間的に把握する。
- 地域住民に危険な影響を及ぼす洪水について予報および警報を行う。
- 地域住民の洪水に対する避難や水防活動のための組織を形成する。
- 洪水予警報センターの担当者に対し、洪水発生時の対処方法について訓練と能力開発を行う。
- 地域住民に対して防災教育および訓練を実施する。

(2)　降雨観測所および流量観測所

現在チラーピウラ流域にはチラーピウラ特別プロジェクトおよびSENAMIの観測所があり現在の観測および将来の洪水予警報に対して十分な運用を行っている。チラ川流域の洪水予報警報に用いる観測所はすべて既存の観測所で1972年またはそれ以前から観測を行っている。洪水予警報システムに組み込む7ヶ所の流量観測所および8ヶ所の気象観測所はそれぞれ表-4.3.2.3-1および表-4.3.2.3-2に示すとおりである。またこれらの位置は図-4.3.2.3-1に示すとおりである。

これらの観測所は1963年以降および1972年以降に建設されており、情報の質に関しては、観測は仕事を熟知した観測者により行われており、この活動の分野の訓練を受けたものであって収集されたデータは正確で良質であり、信頼出来る。またすべての情報は30年以前のデータも含めてデジタル化されている。

表-4.3.2.3-1　洪水予警報システムの流量観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	ｴﾙｼﾙｴﾛ	ｱﾔﾊﾞｶ	ｽﾖ	ﾁﾗ	9524654	594327	202	Hg	PECHP
2	ｱﾙﾃﾞｨｼﾞｬ	ｽｼﾞｬﾅ	ｽｼﾞｬﾅ	ﾁﾗ	9503270	567048	106	Hg	PECHP
3	ﾌﾟｴﾝﾃｲﾝﾀｰ	ｱﾔﾊﾞｶ	ｽﾖ	ﾏｶﾗ	9515414	616512	408	Hg	PECHP
4	ﾊﾟﾗﾍﾞｸﾞﾗﾝﾃﾞ	ｱﾔﾊﾞｶ	ﾊﾟｲﾏｽ	ｷﾛｽ	9488151	620548	555	Hg	PECHP
5	ｻﾋﾟｼﾞｶ	ｱﾔﾊﾞｶ	ｻﾋﾟｼﾞｶ	ﾁﾋﾟｼﾞｺ	9471196	612750	1446	Hg	SENAMHI
6	ｱﾗﾓﾙ	ｽｼﾞｬﾅ	ﾗﾝｺﾈｽ	ﾁﾗ	9505457	566997	125	Hg	PECHP
7	ｴﾙｱﾚﾅﾙ	ﾊﾟｲﾀ	ｴﾙｱﾚﾅﾙ	ﾁﾗ	9459524	529062	62	Hg	PECHP

表-4.3.2.3-2　洪水予警報システムの気象観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	ｱﾔﾊﾞｶ	ｱﾔﾊﾞｶ	ｷﾛｽ	ｷﾛｽ	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI
2	ﾁﾗｺ	ｽｼﾞｬﾅ	ﾁﾗ	ﾁﾗ	9480963	554900	90	MAO	PECHP
3	ｴﾙｼﾙｴﾛ	ｱﾔﾊﾞｶ	ﾁﾗ	ﾁﾗ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP
4	ﾌﾟｴﾝﾃｲﾝﾀｰ	ｱﾔﾊﾞｶ	ﾏｶﾗ	ﾏｶﾗ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP
5	ﾊﾟﾗﾍﾞｸﾞﾗﾝﾃﾞ	ｱﾔﾊﾞｶ	ｷﾛｽ	ｷﾛｽ	9488151	620548	555	PV	PECHP
6	ｻﾋﾟｼﾞｶ	ｱﾔﾊﾞｶ	ﾁﾋﾟｼﾞｺ	ﾁﾋﾟｼﾞｺ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI
7	ｴﾙﾊﾟﾙﾃｨﾄﾞﾙ	ﾗｽﾛﾏｽ	ﾗｽﾛﾏｽ	ﾁﾋﾟｼﾞｺ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI
8	ｱﾗﾓﾙ	ﾗﾝｺﾈｽ	ﾗﾝｺﾈｽ	ﾁﾗ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI

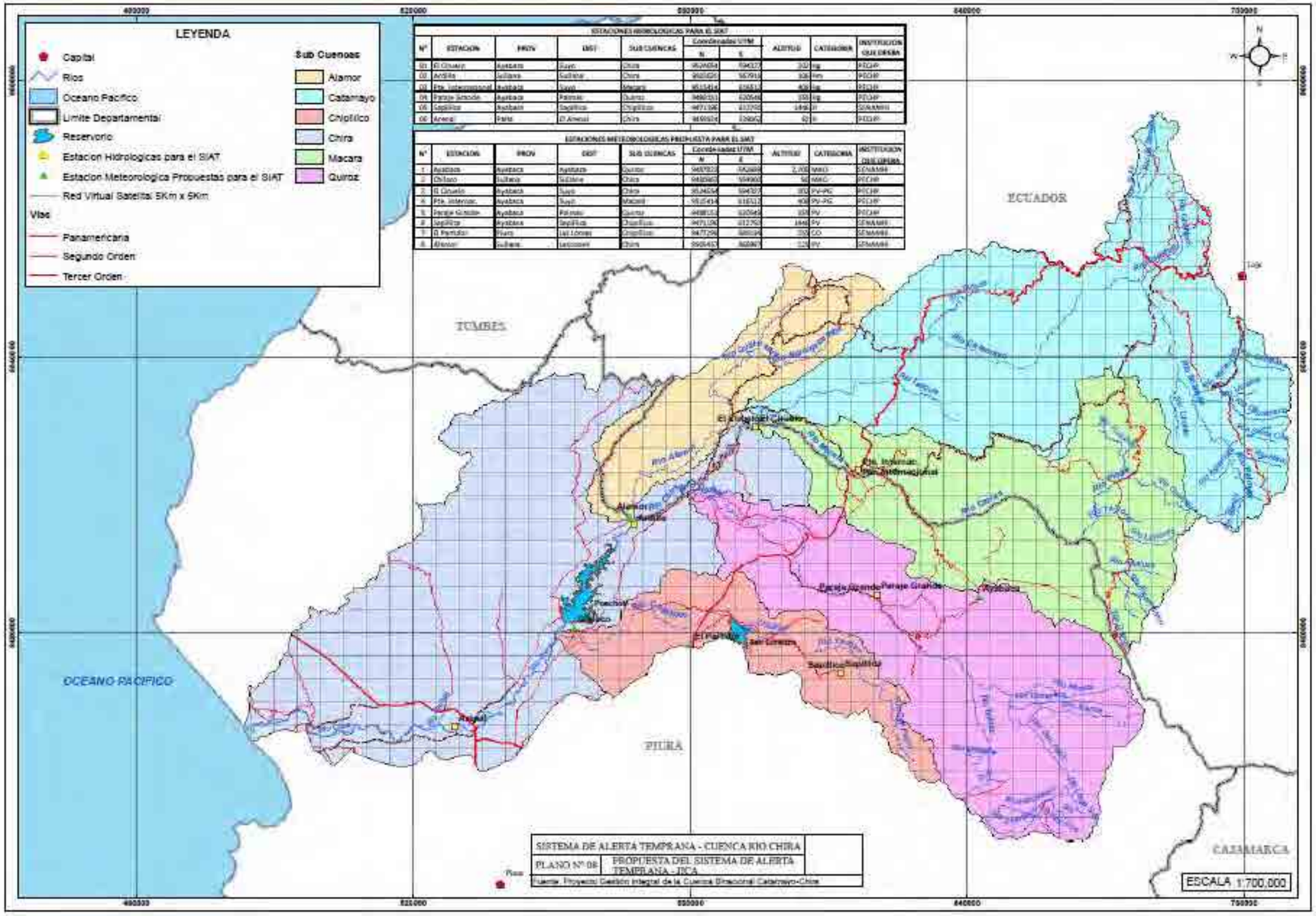


図-4.3.2.3-1　洪水予警報システムの観測所位置

(3)　観測機器の更新

1）観測機器の現状および更新の理由

チラ川洪水予警報システムを構成する 7 流量観測所と 8 ヶ所の気象観測所の機器は現在も機能しているが、設置年代が古く、機器の能力や維持管理に問題が生ずる可能性がある。今回の予警報システムの新設を機会に新型の機器に更新し、システム内の機器の統一と能力の増進を図るべきと思われる。

2）更新機器の種別

i)流量観測所

7 ヶ所の流量観測所については機器を更新することとし、その内容は次のとおりである。

・気象観測センサー
・水位観測センサー
・デジタル情報伝送のためのデジタルストーレッジシステム
・衛星通信システム
・エネルギー貯留のためのソーラーパネル
・避雷針
・機器設置工事および防護柵

ii)気象観測所

8 ヶ所の気象観測所については次の機器について更新を行う。

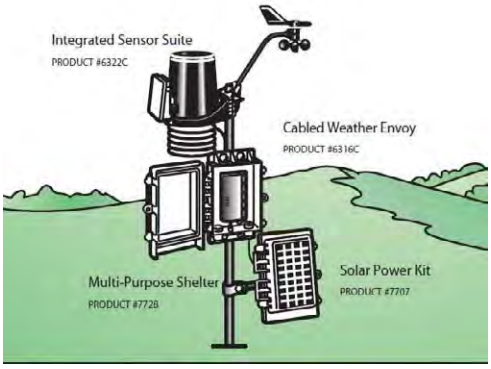
・自動気象観測装置
・情報記録装置

上記の機器の一例を図-4.3.2.3-2 に示す。

水位測定センサー

情報センサー付き降雨量測定器

観察データー記録機器



気象観測機器

図-4.3.2.3-2　観測機器の例

(4)　データ伝送システム

洪水予警報システムはリアルタイムで運用することが重要である。情報の伝達は次の手順によりリアルタイムで行う。

1)オートマチックステーションにおいて観測データを記録する。
2)記録されたデータを収集し、衛星または電話経由でベースステーションに伝送する。
3)ベースステーションで処理されたデータを、予警報連絡システムを通じて、関連官庁および機関に伝達する。

(5)　洪水予警報センターの設置

ベースステーションとした洪水予警報センターを設置する。洪水予警報センターではフィールドからのすべてのデータを受信し、降雨量や流出量のモニターリングを行い、これらのデータに基づき洪水流量の予測を行い、必要に応じて関係機関に予警報を伝達する。洪水予警報センターはデータ収集の中心に設けるべきで、たとえばチラーピウラ特別プロジェクト内、ポエチョスダムまたはスヤナ堰管理所などが考えられる。

ピウラ川流域の洪水予警報システムは、現在問題なく運用管理されている。また、チラ川、ピウラ川両河川は隣接し、かつ、同一のピウラ州に位置することからチラ川の洪水予警報を既存のシステムに統合して、現在ピウラ川の洪水予警報システムを運用しているピウラ州政府のチラ-ピウラ特別プロジェクトが双方のシステムを運用管理すれば体制・能力に問題はないと思われる。

ベースステーションにはデータ受信装置、デコーダー、コンピューター、情報表示板などの機器を設置する。

洪水予警報のシステムは図-4.3.2.3-3 に示すとおりである。

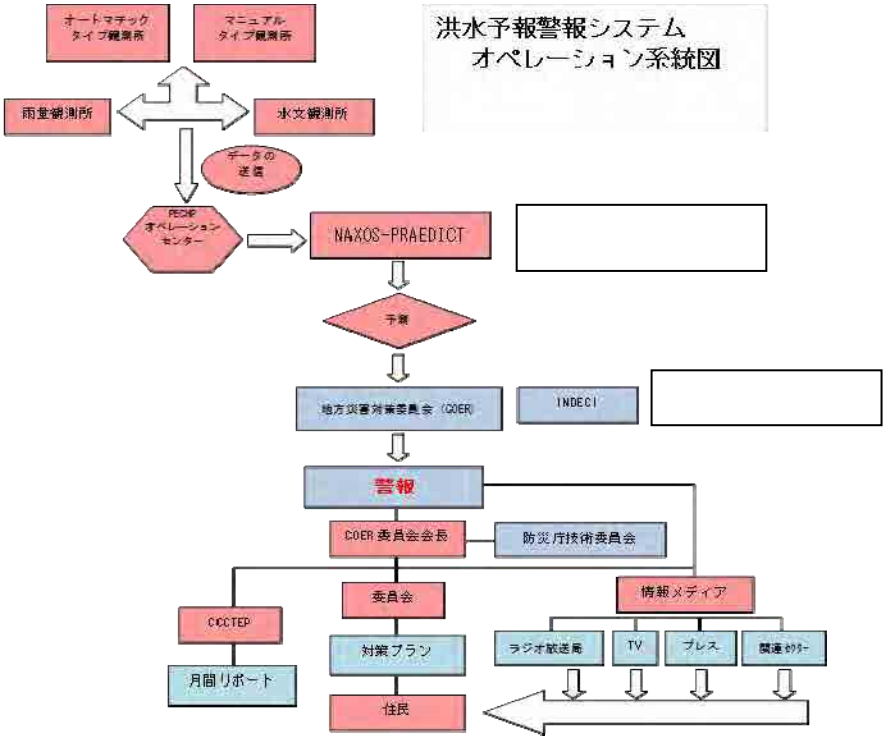


図-4.3.2.3-3　洪水予警報のシステム

(6)　洪水予測のためのソフト整備

流域内の降雨量データおよび流量データなどから洪水のピーク流量および波形を予測する既存のソフト（例えば NAXOS）を整備し、必要に応じて改良する。

(7)　洪水予警報の住民への伝達システムの確立

洪水予警報の地方自治体、民間防災システム、地域住民などへの伝達システムおよび機器の整備をこのプロジェクトと並行して別途行う。

(8)　洪水予警報センターの職員の訓練および能力開発

(9)　地域住民や地方自治体職員の防災教育および実地訓練

(10)　コスト

洪水予警報システムに要するコストは表-4.3.2.3-3 に示すように 550 千 US $ となる。

表-4.3.2.3-3　洪水予警報のコスト

	名称	単位	数量	単価	小計	小合計
1	水文気象観測機器					
1.1	装備					
	ハイドロメーター	ﾕﾆｯﾄ	7.00	10,000.00	70,000.00	
	気象観測機器	ﾕﾆｯﾄ	15.00	8,000.00	120,000.00	
1.2	設置					
	ハイドロメーター	ﾕﾆｯﾄ	7.00	13,000.00	91,000.00	
	気象観測機器	ﾕﾆｯﾄ	8.00	3,000.00	24,000.00	
2	データー伝送システム					
	伝送機器 H/M	ﾕﾆｯﾄ	7.00	7,000.00	49,000.00	
3	ベース基地（観測所）					
3.1	装備	総体	1.00	50,000.00	50,000.00	
3.2	ローカル（ﾁﾗｰﾋﾟｳﾗ）					
4	水文モデル					
4.1	システム適用（設置）		1.00	20,000.00	20,000.00	
4.2	ソフトウエア		1.00	30,000.00	30,000.00	
4.3	調査アドバイス	月間	3.00	15,000.00	45,000.00	499,000.00
5	制度的対応					
5.1	民間能力開発	総体			2,500.00	
5.2	ポエチョス管理能力	総体			2,500.00	5,000.00
5.3	メンテナンス（年間）					
5.4	水文気象観測所	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.5	ベース基地（観測所）	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.6	サテライト接続（8）	月間	72.00	500.00	36,000.00	
5.7	技術支援	総体			4,000.00	
5.8	防災機器機材	総体			2,000.00	46,000.00
合計（US$）米ドル						550,000.00

(11) 洪水予警報システム設置の問題点

洪水予警報に関しては次のような問題点がある。

1）洪水予警報システムの設置に関する疑問点

a) 氾濫が予想される地域は大部分が農地であり、早期避難の必要な市街地などは殆どない。

b) 調査対象範囲の上流端にポエチョスダムがあり、貯水池の流入量を観測しているので洪水の発生および増大についてはかなりの精度で予測ができる。

c) モデルケースとしてはチラ川に隣接するピウラ川ですでに洪水予警報が行われているのでモデルケースとして実施する意味は薄い。

d) チラ川流域の洪水重点施設は本事業の対象から除外される事となったが、事業費が小さい洪水予警報システムのみを円借款事業として採択しなくとも JICA の立案した計画に基づき州政府の予算で十分実施可能と思われる。

2）システムに含まれる観測所は現在も稼働しており、データの収集は行われているが、観測所機器の現状に関するデータ収集ができず、更新の必要性が不明である。
観測所機器の更新が不要なら計画事業費（2,640 千ソーレス）の 64%が不要となる。

（12）結論

2011 年 12 月 5 日に開催された、JICA ペルー事務所、 DGIH, OPI, DGPM および JICA 調査団による合同会議においてチラ川洪水予警報システムは本事業から除外し、必要に応じてピウラ州政府により実施する事となった（Minutes of Meetings on Main Points of Inerim Report, Lima, December 5, 2011）。

4.3.3　技術支援

技術支援では、上述した構造物的および非構造物的対策に係る技術的提案に基づき、本事業におけるこれらの対策を補完する技術的な支援を提案する。

（1）　目的

本コンポーネントの目的は、「対象渓谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

（2）　対象地域

本コンポーネントにおいても、本事業対象流域であるチラ、カニェテ、チンチャ、ピスコ、ヤウカ、マヘス・カマナの 6 渓谷流域を対象とする。

事業実施においては、各流域における研修において連携を図るものの、各流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、流域ごとに個別実施することとする。

（3）　支援対象者

研修対象者は、受講許容人数に限りがあるため、各流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

また、これまでに開催されてきたこのような研修機会では、農村女性の参画が極めて限られてきたことから、農村女性の参画にも十分に配慮する必要がある。

（4）　活動内容

上記目的を実現するため、本コンポーネントでは下記 4 つの研修「河岸保護活動の知識に係る研修」、「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」、「河川堆積対策向け渓谷管理に係る研修」、「洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修」を実施することを提案する。

1)　活動 1「河岸保護活動の知識に係る研修」

コース	a)　構造物維持管理に係る実習・講習 b)　河岸植物の取り扱いに係る実習・講習

	c) 侵食の予防と軽減および天然資源の管理に係る実習・講習
目　的	a) 既往および本プロジェクトによって工事・建設される構造物に対する適切な維持管理技術を現地住民が習得すること。 b) 洪水制御に係る河岸植物の役割についての適切な知識を現地住民が習得すること。 c) 土壌侵食および天然資源の適切な知識をふまえ、適切な管理体制および予防策・軽減策を現地住民が習得すること。
対象者	a) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者 b-c) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期　間	a) 各流域において全 12 回（1 回当たり 6 時間） b) 各流域において全 12 回（1 日 5 時間） c) 各流域において全 26 回（1 日 3 時間）
講　師	a) 既往構造物の工事建設請負業者、本プロジェクトの工事建設請負業者、MINAG および州政府農業局の技術者 b-c) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO、等）
内　容	a-1) 既存の河岸防災構造物に係る適切な維持管理技術 a-2) 建設工事に係る維持管理技術（排水堆積処理、取水堰や用水路、等） b-1) 河岸植物と防災に係るメカニズム b-2) 河岸植物管理による洪水被害軽減策 b-3) 河岸植物管理による環境影響への予防と軽減策 c-1) 既往農業システムにおける土壌侵食に対する評価 c-2) 既往農業システムにおける天然資源に対する評価 c-3) 適切な技術による土壌侵食の予防および軽減策 c-4) 災害予防向け天然資源の活用策 c-5) 環境に配慮した天然資源の活用策 c-6) 水資源の有効利用方法 c-7) 農業システムの調整（協同耕作、輪作、連作等）

2) 活動 2「洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修」

コース	a) 危機管理計画策定に係る実習・講習（第 1 期） b) 危機管理計画策定に係る詳細な実習・講習（第 2 期）
目　的	a) 現地住民の参画を基本としたコミュニティ防災および危機管理プランの策定にむけた知識及び技術を習得すること。 b) 上記 a)の補完
対象者	a-b) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期　間	a) 各流域において全 19 回（1 日 4 時間） b) 各流域において全 34 回（1 日 5 時間）
講　師	a-b) MINAG および州政府農業局の技術者、コミュニティ開発専門家、ファシリテーター（住民参加）
内　容	a-1) 危機管理計画策定マニュアル a-2) 危機管理に係る現況分析・課題分析 a-3) 住民参加型コミュニティ開発の手法 a-4) 危機管理計画（案）策定のデモンストレーション b-1) 生態学的地域計画 b-2) 危機管理計画 b-3) 活動計画策定

3) 活動 3「河川堆積対策向け渓谷管理に係る研修」

コース	a) 渓谷（山腹）保全技術

	b) 植林用苗木栽培技術 c) 植林用苗木植え付け技術 d) 森林資源管理・保全
目　的	a) 河川堆積対策を促進するため、各流域の状況に沿った山腹部の適切な保全技術を現地住民が習得すること。 b) 植林用苗木を栽培する技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 c) 植林用苗木の植付技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 d) 森林資源の管理・保全技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。
対象者	a-d) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期　間	a) 各流域において全 12 回（1 日 5 時間） b-d) 各流域において、本研修を含め河川堆積対策向け渓谷（山腹）管理に係る 3 つの研修にて合計 40 回（1 日 5 時間）
講　師	a-d) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）
内　容	a-1) 渓谷地域における土壌の特性と保全 a-2) 山腹部の農林システム a-3) 山腹部の牧草システム a-4) 伝統的な植物群の再生方法 a-5) 山腹部の保全対策および軽減策 b-1) 地域適性の高い樹木の選定 b-2) 苗床技術 b-3) 苗木栽培技術 b-4) コミュニティ管理による苗床設置計画 c-1) 植林予定地の検討 c-2) 苗木植え付け技術 c-3) 土壌管理技術 c-4) 剪定技術 c-5) コミュニティ植林管理計画 d-1) 植林による洪水対策 d-2) 植林苗木の保全と運用計画 d-3) 林産物の運用計画 d-4) コミュニティ植林管理計画

4) 活動 4「洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修」

コース	a) 危機管理および予警報システム情報網 b) 地方自治体・水利組合等との共同研修
目　的	a) 災害を受けやすい状況にある現地住民が災害予防の段階から災害発生時、災害発生後も含めて危機管理対策を習得すること。 b) 洪水被害に対する危機管理能力を高めるため、地方自治体、水利組合、集落、現地住民間における連携体制の構築を図ること。
対象者	a-b) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期　間	a) 全 12 回（1 日 5 時間） b) 全 12 回（1 日 5 時間）
講　師	a-b) MINAG および州政府農業局の技術者、予警報システム導入請負業者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）
内　容	a-1) 洪水危機の現況把握 a-2) 予警報システムを含めた洪水対策の総合的管理 a-3) 予警報システムにおける住民参加計画 a-4) 予警報システムにおけるコミュニティ危機管理計画 b-1) 予警報システムを含めた情報網の構築 b-2) 予警報システムにおける連携体制の構築と役割分担 b-3) 予警報システムを含めて地域危機管理計画の策定

(5)　事業費用および期間

上記活動にかかる事業費（見込み）は、下表のとおりである。対象 6 渓谷向けの事業費総額は、831,125 ソーレス（案）を見込む。

また、事業期間は構造物的および非構造物的対策の進捗を鑑みながら決定すべきであるが、概ね 2 年での実施を想定する。

表-4.3.3-1　洪水防災能力向上のための事業活動実施計画

項目	活動 選択肢 1	形態	渓谷数	合計	第1年度	第2年度
1.00	**河岸保護活動の知識に係る研修**					
1.1.	工事のｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝ、ﾒﾝﾃﾅﾝｽに係る実習・講習：	実習・講習	6	55,800	27,900	27,900
1.2.	河岸植物の取り扱いに係る実習・講習	実習・講習	6	55,800	27,900	27,900
	侵食の予防と軽減に係る実習・講習	実習・講習	6	55,800	27,900	27,900
	天然資源の管理に係る実習・講習	実習・講習	6	55,800	27,900	27,900
2.00	**洪水被害に対する予防・事後対応手段に係る研修**					
2.1	危機管理計画策定に係る実習・講習	実習・講習	6	50,220	25,110	25,110
2.2	上記に係る詳細実習・講習					
	生態学的地域計画	実習・講習	6	73,200	36,600	36,600
	危機管理計画	実習・講習	6	73,200	36,600	36,600
	資源管理計画	実習・講習	6	73,200	36,600	36,600
	活動計画策定	実習・講習	6	73,200	36,600	36,600
	気象学的管理計画（ピウラ渓谷対象）	実習・講習	1	20,725	10,363	10,363
	水文学的管理計画（ピウラ渓谷対象）	実習・講習	1	20,500	10,250	10,250
3.00	**河川堆積対策向け渓谷（山腹）管理に係る研修**					
3.1	渓谷（山腹）保全技術	実習・講習	6	45,000	22,500	22,500
	植林用苗木栽培技術	実習・講習	6	47,400	23,700	23,700
	植林用苗木植え付け技術	実習・講習	6	47,400	23,700	23,700
	森林資源管理・保全	実習・講習	6	47,400	23,700	23,700
3.2	パンフレット等資料の配布	実習・講習	6	21,600	10,800	10,800
4.00	**洪水被害に対する危機管理情報網の確立に係る研修**					
4.1	危機管理および予警報システム情報網	実習・講習	1	9,300	4,650	4,650
4.2	地方自治体・水利組合等との共同研修	実習・講習	1	5,580	2,790	2,790
	合計			**831,125**	**415,563**	**415,563**

出展：JICA調査団

(6)　実施計画

本コンポーネントの実施に当たっては、本事業の実施機関である農業省中央管理局（OGA-MINAG）が、農業省水インフラ総局（DGIH-MINAG）、州政府農業局（DRA）、ペルー国家防災庁（INDECI）、水利組合など各流域の関連諸機関と連携して中心的な役割を担う。円滑な事業活動を実現するため、下記のような業務担当に留意する必要がある。

- 各流域を管轄する農業省中央管理局は、本コンポーネントの実施に当たり、水インフラ総局および各流域に該当する州政府農業局（DRA）の協力を得て本コンポーネントの実施に当たる。

- 事業運営管理においては、農業省水インフラ総局は、類似経験を豊富に有する農業省管轄の PSI（農業省灌漑サブセクタープログラム）と調整しながら進める。
- ペルー国家防災庁や地方自治体の下、市民防衛委員会を通じて、同様の危機管理計画を作成し始めている地方自治体もあることから、農業省中央管理局および水インフラ総局は各流域における既往計画と齟齬のないような調整を図る必要がある。
- 各研修の運営管理に当たっては、各流域における地方自治体の協力を得ながら、水利組合（特に、能力向上・コミュニケーション課）が、現場レベルでの円滑な活動を支援する。
- 各研修の講師およびファシリテーター等は、各流域が位置する州政府災害対策局、ANA、AGRORURAL（農業省農村農業生産開発プログラム）、ペルー国家防災庁等の関連諸機関の各専門家およびコンサルタント（インターナショナルおよび国内）を通じて実施される。

4.4 コスト

4.4.1 コストの算出(民間価格)

(1) 事業費の構成

事業費の構成はつぎのとおりである。

① 直接工事費＝工事種別毎の工事数量 x 工事単価の合計
② 共通仮設＝① x 10%
③ 工事費- 1 ＝①＋②
④ 諸経費＝③ x 15%
⑤ 利益＝③ x 10%
⑥ 工事費-2＝ ③＋④＋⑤
⑦ 税金＝⑥ x 18%（ＩＧＶ）
⑧ 建設費＝⑥＋⑦
⑨ 環境対策費＝⑧ x 1%
⑩ 詳細設計費＝⑧ x 5%
⑪ 施工管理費＝⑧ x 10%
⑫ 事業費＝⑧＋⑨＋⑩＋⑪

(2) 直接工事費

各河川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.1-1 に示す。なお構造物対策 Chira-5 は灌漑水路の保護のための護岸工であるが、再度の現地調査の結果、Chira-6 の施工により Chira-5 沿いの現河道が付け替えられ、Chira-5 の計画護岸工の下流端で現河道に合流する事となるので、この護岸工は不要と判断して対策より除外した。また Chira-6 についてはピウラ州政府により同様のプロジェクトが開始されたので本プロジェクトから除外する。

(3) 事業費

事業費は表-4.4.1-2 に示すように 323.4 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工、洪水予警報および技術支援コストも含まれている。なお構造物完成後に毎年必要となる維持管理費は建設費の 0.5%と仮定する。

表-4.4.1-1　直接工事費総括表

Cuenca 流域名	Puntos críticos クリティカル・ポイント		Medidas 対策		Costo directo 直接工事費計 (1)
Rio Chira	1	0.0K～4.0K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	8,442,000
	2	11.75K～12.75K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	15,480,000
	3	24.5K～27.0k	Defensa ribereña	築堤・護岸工	6,075,000
	4	64K～68K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,400,000
	5	97.5K～98.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	0
	6	99K	Defensa ribereña+Descolmatación	築堤・護岸工・河床掘削	0
				SUB TOTAL	32,397,000
Rio Cañete	1	4.0K～5.0K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,250,000
	2	6.5K～8.1K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	2,786,000
	3	10.0K～11.0K	Descolmatación de cauce	築堤・護岸工・河床掘削	2,656,000
	4	24.25K～24.75K	Muro de canal de toma+Descolmatación	導流壁・河床掘削・築堤・護岸工	2,822,000
	5	24.75K～26.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	2,985,000
				SUB TOTAL	13,499,000
Rio Chincha	1	C-3.5～5.0k	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,134,000
	2	C-15K	Descolmatación de cauce	築堤・護岸工	3,366,000
	3	C-24K	Repartidor+Consolidación de piso	分流堰・床止工	8,510,800
	4	M-3.0K～4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,134,000
	5	M-8.9K	Descolmatación de cauce	河床掘削・護岸工	1,030,000
				SUB TOTAL	23,174,800
Rio Pisco	1	5.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,240,000
	2	7.0K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,700,000
	3	13.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,486,000
	4	20.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	1,965,000
	5	26.5K	Ampliación de cauce fulvial	河道拡幅	9,530,800
	6	34.5K	Reservorio de retención	遊水地	12,163,000
				SUB TOTAL	37,084,800
Rio Yauca	1	4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	321,000
	2	4.1K	Descolmatación de cauce	河床掘削	350,000
	3	4.5K～7.0K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	6,995,000
	4	25.0K	Rehabilitación de bocatoma	取水堰の修復（分流堰）	900,000
	5	25.0K	Defensa ribereña	護岸工	1,393,000
	6	41.1K	Defensa ribereña	護岸工	995,000
				SUB TOTAL	10,954,000
Rio Majes-Camaná	1	0.0K～4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	10,504,491
	2	7.5K～9.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	3,435,369
	3	11.0K～17.0K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	12,992,759
	4	48.5K～50.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	3,347,558
	5	52.0K～56.0K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	8,964,815
	6	59.0K～62.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MD +MI)	築堤・護岸工（右岸・左岸）	8,008,891
	7	65.0K～66.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MD +MI)	築堤・護岸工（右岸・左岸）	4,042,225
				SUB TOTAL	51,296,107
				TOTAL	168,405,707

表-4.4.1-2　事業費（民間価格）

流域名	MEDIDAS ESTRUCTURALES 構造物対策												MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策		ASISTENCIA TECNICA 能力開発	
	COSTO DIRECTO（直接工事費）			COSTO INDIRECTO（間接工事費）								INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費	REFORESTACION Costo Total 植林/植生回復事業費	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報事業費	CAPACITACION Costo Total 防災教育事業費	
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)	(13)	(14)	(15)	(16) = (12)+(13)+(14)+(15)
CHIRA	32,397,000	3,239,700	35,636,700	5,345,505	3,563,670	44,545,875	8,018,258	52,564,133	525,641	2,628,207	5,256,413	60,974,394	101,892	2,640,213	314,273	64,030,772
CAÑETE	13,499,000	1,349,900	14,848,900	2,227,335	1,484,890	18,561,125	3,341,003	21,902,128	219,021	1,095,106	2,190,213	25,406,468	40,397	0	219,105	25,665,970
CHINCHA	23,174,800	2,317,480	25,492,280	3,823,842	2,549,228	31,865,350	5,735,763	37,601,113	376,011	1,880,056	3,760,111	43,617,291	128,676	0	219,105	43,965,072
PISCO	37,084,800	3,708,480	40,793,280	6,118,992	4,079,328	50,991,600	9,178,488	60,170,088	601,701	3,008,504	6,017,009	69,797,302	1,592,539	0	219,105	71,608,946
YAUCA	10,954,000	1,095,400	12,049,400	1,807,410	1,204,940	15,061,750	2,711,115	17,772,865	177,729	888,643	1,777,287	20,616,523	64,134	0	219,105	20,899,762
MAJES-CAMANA	51,296,107	5,129,611	56,425,718	8,463,858	5,642,572	70,532,147	12,695,786	83,227,934	832,279	4,161,397	8,322,793	96,544,403	450,569	0	219,105	97,214,077
TOTAL	**168,405,707**	**16,840,571**	**185,246,278**	**27,786,942**	**18,524,628**	**231,557,847**	**41,680,412**	**273,238,260**	**2,732,383**	**13,661,913**	**27,323,826**	**316,956,381**	**2,378,208**	**2,640,213**	**1,409,796**	**323,384,598**

4.4.2　コストの算出(社会価格)

(1)　直接工事費

各河川流域の構造物対策の直接工事費の総括表を表-4.4.2-1 に示す。民間価格直接工事費を変換係数により社会価格に変換した。

(2)　事業費

事業費は表-4.4.2-2 に示すように 262.9 百万ソルとなる。この事業費には植林・植生回復工、洪水予警報および技術支援コストも民間価格より変換して含めている。

表-4.4.2-1　直接工事費総括表（社会価格）

Cuenca 流域名	Puntos críticos クリティカル・ポイント		Medidas 対策		Precio Privado 民間価格 (PP)	Factor de Corrección 係数 (fs)	Precio Social 社会価格 (PS) = (fs)*(PP)
Rio Chira	1	0.0K～4.0K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	8,442,000	0.804	6,787,368
	2	11.75K～12.75K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	15,480,000	0.804	12,445,920
	3	24.5K～27.0k	Defensa ribereña	築堤・護岸工	6,075,000	0.804	4,884,300
	4	64K～68K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,400,000	0.804	1,929,600
	5	97.5K～98.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	0	0.804	0
	6	99K	Defensa ribereña+Descolmatación	築堤・護岸工・河床掘削	0	0.804	0
				SUB TOTAL	32,397,000		26,047,188
Rio Cañete	1	4.0K～5.0K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,250,000	0.804	1,809,000
	2	6.5K～8.1K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	2,786,000	0.804	2,239,944
	3	10.0K～11.0K	Descolmatación de cauce	築堤・護岸工・河床掘削	2,656,000	0.804	2,135,424
	4	24.25K～24.75K	Muro de canal de toma+Descolmatación	導流壁・河床掘削・築堤・護岸工	2,822,000	0.804	2,268,888
	5	24.75K～26.5K	Defensa ribereña	築堤・護岸工	2,985,000	0.804	2,399,940
				SUB TOTAL	13,499,000		10,853,196
Rio Chincha	1	C-3.5～5.0k	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,134,000	0.804	4,127,736
	2	C-15K	Descolmatación de cauce	築堤・護岸工	3,366,000	0.804	2,706,264
	3	C-24K	Repartidor+Consolidación de piso	分流堰・床止工	8,510,800	0.804	6,842,683
	4	M-3.0K～4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,134,000	0.804	4,127,736
	5	M-8.9K	Descolmatación de cauce	河床掘削・護岸工	1,030,000	0.804	828,120
				SUB TOTAL	23,174,800		18,632,539
Rio Pisco	1	5.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,240,000	0.804	4,212,960
	2	7.0K	Descolmatación de cauce	河床掘削	2,700,000	0.804	2,170,800
	3	13.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	5,486,000	0.804	4,410,744
	4	20.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	1,965,000	0.804	1,579,860
	5	26.5K	Ampliación de cauce fulvial	河道拡幅	9,530,800	0.804	7,662,763
	6	34.5K	Reservorio de retención	遊水地	12,163,000	0.804	9,779,052
				SUB TOTAL	37,084,800		29,816,179
Rio Yauca	1	4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	321,000	0.804	258,084
	2	4.1K	Descolmatación de cauce	河床掘削	350,000	0.804	281,400
	3	4.5K～7.0K	Construcción de dique+defensa ribereña	築堤・護岸工	6,995,000	0.804	5,623,980
	4	25.0K	Rehabilitación de bocatoma	取水堰の修復（分流堰）	900,000	0.804	723,600
	5	25.0K	Defensa ribereña	護岸工	1,393,000	0.804	1,119,972
	6	41.1K	Defensa ribereña	護岸工	995,000	0.804	799,980
				SUB TOTAL	10,954,000		8,807,016
Rio Majes-Camaná	1	0.0K～4.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	10,504,491	0.831	8,729,998
	2	7.5K～9.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	3,435,369	0.832	2,858,248
	3	11.0K～17.0K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	12,992,759	0.831	10,799,732
	4	48.5K～50.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	3,347,558	0.832	2,785,417
	5	52.0K～56.0K	Construcción de dique+defensa ribereña (MI)	築堤・護岸工（左岸）	8,964,815	0.831	7,451,803
	6	59.0K～62.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MD +MI)	築堤・護岸工（右岸・左岸）	8,008,891	0.831	6,654,949
	7	65.0K～66.5K	Construcción de dique+defensa ribereña (MD +MI)	築堤・護岸工（右岸・左岸）	4,042,225	0.832	3,361,143
				SUB TOTAL	51,296,107		42,641,292
				TOTAL	168,405,707		136,797,410

表-4.4.2-2　事業費（社会価格）

流域名	MEDIDAS ESTRUCTURALES 構造物対策												MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 非構造物対策		ASISTENCIA TECNICA 能力開発	
	COSTO DIRECTO（直接工事費）			COSTO INDIRECTO（間接工事費）								INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費	REFORESTACION Costo Total 植林/植生回復事業費	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Costo Total 洪水予警報事業費	CAPACITACION Costo Total 防災教育事業費	
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)	(13)	(14)	(15)	(16) = (12)+(13)+(14)+(15)
CHIRA	26,047,188	2,604,719	28,651,907	4,297,786	2,865,191	35,814,884	6,446,679	42,261,563	422,616	2,113,078	4,226,156	49,023,413	81,648	2,343,438	272,506	51,721,005
CAÑETE	10,853,196	1,085,320	11,938,516	1,790,777	1,193,852	14,923,145	2,686,166	17,609,311	176,093	880,466	1,760,931	20,426,800	31,517	0	189,759	20,648,077
CHINCHA	18,632,539	1,863,254	20,495,793	3,074,369	2,049,579	25,619,741	4,611,553	30,231,295	302,313	1,511,565	3,023,129	35,068,302	101,629	0	189,759	35,359,690
PISCO	29,816,179	2,981,618	32,797,797	4,919,670	3,279,780	40,997,246	7,379,504	48,376,751	483,768	2,418,838	4,837,675	56,117,031	1,257,801	0	189,759	57,564,591
YAUCA	8,807,016	880,702	9,687,718	1,453,158	968,772	12,109,647	2,179,736	14,289,383	142,894	714,469	1,428,938	16,575,685	50,751	0	189,759	16,816,195
MAJES-CAMANA	42,641,292	4,264,129	46,905,421	7,035,813	4,690,542	58,631,776	10,553,720	69,185,495	691,855	3,459,275	6,918,550	80,255,175	374,619	0	189,759	80,819,553
TOTAL	**136,797,410**	**13,679,741**	**150,477,151**	**22,571,573**	**15,047,715**	**188,096,439**	**33,857,359**	**221,953,798**	**2,219,538**	**11,097,690**	**22,195,380**	**257,466,405**	**1,897,965**	**2,343,438**	**1,221,302**	**262,929,110**

4.5　社会評価

4.5.1　民間価格

(1)　便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合（Without-the-project）と実施した場合（With-the-project）の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を 50 年として、洪水の生起確率（2～50 年）ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。ペルー国における洪水対策ガイドライン（GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRICOLAS O URBANAS、4.1.2p－105）においても同様の方法が規定されている。

具体的な便益の算定方法は

① 事業を実施しない場合の氾濫解析を洪水の生起確率（2～50 年）ごとに行い、氾濫地域における洪水被害額を算出する。次に
② 重点洪水対策施設を配置した状態で同様の氾濫解析を行い、氾濫区域における洪水被害を算出する。
③ ①と②の差に、堤防以外の施設（取水堰、道路護岸、ダム保護など）について算出した便益を加えて合計の便益を算定する。

被害は氾濫による直接被害および構造物被災危険箇所については、その構造物が破損することよる間接被害額（農作不能、交通遮断による損失等）を便益とする。

1) 被害額の算定方法

本件調査では、表-4.5.1-1 に示す項目を直接被害及び間接被害として設定し、被害額を算定している。

表-4.5.1-1 洪水被害額の算定項目

被害分類	被害項目	適　　用
(1)直接被害	①農作物被害	・洪水期における畑作物 農作物に関する洪水被害は、浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定 ・　農地及び水路等の農業用施設 ・　農地土砂流出被害資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定
	②水利構造物への被害	・取水堰及び水路等の水利構造物の破損による被害額
	④　路被害	・道路に関する洪水被害は、流通に関する被害を算出する。
	④家屋被害	・居住用及び事業所用の建物 資産額に水深に応じた被害率を乗じて算出。 家屋：居住用及び事業所用の建物 家庭用品：家具・家電製品・衣類・自動車等 住宅及び商店の家屋、資産、在庫に関する洪水被害は、洪水による浸水深によって被害係数を乗じることにより算出する。

被害分類	被害項目	適　　用
	⑤公共施設被害	・道路、橋梁、下水道及び都市施設 ・学校、教会等の公共施設の被害を算出する。 一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、公共土木施設等の被害額を算定
	⑥公共サービス被害	・電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設
(2)間接被害	①農業へ被害	・水利構造物破損により農業用水供給ができなることによる被害を想定 ・水利構造物の新設、修理費用を直接被害として産出する。
	②交通遮断による被害	・洪水により破壊された道路の交通遮断による被害を想定 ・道路の補修、新設費用を直接被害として算出する。

A.直接被害

直接被害は、資産額に氾濫水深による被害係数を乗じることにより算出する。

B.間接被害

間接被害については、取水堰の破損による影響と道路の崩壊による影響を考慮した。被害額算出の考え方は以下のとおりである。

a.堰の破損

堰の破損については、堰の新設、修復にかかる直接被害と農業用水が供給不能になることにより農作物の収穫が損なわれることを想定した農作物被害額の間接被害との総和を被害額として算定する。

①施設コストの算出

施設コスト=単位取水量当り施設建設費×規模（流量、施設延長）

単位当り施設建設費：取水堰、水路は、既往施設の取水量と施設整備費用（新設、補修）の資料を収集し、その相関性を検討して単位当り費用を設定

施設は 1/10 確率流量で全損するとして算定

②農作物被害

灌漑区域で耕作されている農作物毎に年間収益額を算出

年間収益額＝（作物収穫高－コスト）×年間収穫回数

作物収穫高＝作付け面積(ha)×単位収穫量(kg/ha)×取引単価

コスト=単位面積当りのコスト(S/.ha)×作付け面積(ha)

b.道路の被災

交通遮断による損失を算定する。

被害額=直接被害額＋間接被害額

直接被害額：道路の建設コスト（新設、補修）

間接被害額：道路の崩壊により通行不能となった場合の機械損失費用（車の損料＋人件費ロス）

通行不能期間を 5 日間として算出（ペルー国では一般的に 5 日間程度で仮設道路が整備される。）

2) 確率規模別想定被害額

A グループ 5 河川全体、及び各河川の確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.1-2 に示す。

表-4.5.1-2　想定洪水被害額（民間価格）

Caso ケース	t	Precios Privados / 民間価格					
		Chira	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施しない場合	2	0	1,660	14,576	15,788	0	0
	5	349,698	6,068	36,902	22,310	0	47,669
	10	427,001	73,407	51,612	47,479	1,695	76,278
	25	485,714	98,357	72,416	56,749	2,569	111,113
	50	562,385	149,018	96,886	76,992	11,497	190,662
	Total	1,824,797	328,510	272,392	219,318	15,761	425,722
Con Proyecto 事業を実施した場合	2	0	153	423	197	0	0
	5	333,585	832	2,731	270	0	10,021
	10	411,472	8,413	3,904	2,556	7	21,316
	25	471,293	11,776	13,140	6,019	1,005	34,254
	50	525,002	16,428	28,112	8,318	2,028	63,532
	Total	1,741,353	37,602	48,311	17,360	3,040	129,123

3)　年平均被害軽減期待額の算定方法

流量規模別に求めた被害軽減額に、流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定する。

洪水は確率的に発生するため、毎年の便益は年平均被害軽減期待額として算出する。その計算方法は以下のとおりである。

表-4.5.1-3　年平均想定被害軽減期待額の算定方法

生起確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害軽減額
	事業無し	事業有り	被害軽減額			
1/1			D_0=0			
				$(D_0+D_1)/2$	1-(1/2)=0.500	$d_1=(D_0+D_1)/2$ x 0.67
1/2	L_1	L_2	$D_1=L_1-L_2$			
				$(D_1+D_2)/2$	(1/2)-(1/5)=0.300	$d_2=(D_1+D_2)/2$ x 0.300
1/5	L_3	L_4	$D_2=L_3-L_4$			
				$(D_2+D_3)/2$	(1/5)-(1/10)=0.100	$d_3=(D_2+D_3)/2$ x 0.100
1/10	L_5	L_6	$D_3=L_5-L_6$			
				$(D_3+D_4)/2$	(1/10)-(1/20)=0.050	$d_4=(D_3+D_4)/2$ x 0.050
1/20	L_7	L_8	$D_4=L_7-L_8$			
				$(D_4+D_5)/2$	(1/20)-(1/30)=0.017	$d_5=(D_4+D_5)/2$ x 0.017
1/30	L_9	L_{10}	$D_5=L_9-L_{10}$			
				$(D_5+D_6)/2$	(1/30)-(1/50)=0.013	$d_6=(D_5+D_6)/2$ x 0.013
1/50	L_{11}	L_{12}	$D_6=L_{11}-L_{12}$			
				$(D_6+D_7)/2$	(1/50)-(1/100)=0.010	$d_7=(D_6+D_7)/2$ x 0.010
1/100	L_{13}	L_{14}	$D_7=L_{13}-L_{14}$			
Expected Annual Average of Damage Reduction			$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+d_7$			

4)　年平均被害軽減期待額の算定

各河川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.1-4 に示す。

表-4.5.1-4　年平均被害軽減期待額の算定(民間価格)

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.) 事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①－② Daños mitigados ③=①－②	区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
CHIRA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	349,698	333,585	16,113	8,056	0.300	2,417	2,417
	10	0.100	427,001	411,472	15,529	15,821	0.100	1,582	3,999
	25	0.040	485,714	471,293	14,421	14,975	0.060	898	4,897
	50	0.020	562,385	525,002	37,382	25,901	0.020	518	5,415
CAÑETE	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	1,660	153	1,507	754	0.500	377	377
	5	0.200	6,068	832	5,236	3,372	0.300	1,012	1,388
	10	0.100	73,407	8,413	64,994	35,115	0.100	3,512	4,900
	25	0.040	98,357	11,776	86,581	75,787	0.060	4,547	9,447
	50	0.020	149,018	16,428	132,589	109,585	0.020	2,192	11,639
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	14,576	423	14,153	7,076	0.500	3,538	3,538
	5	0.200	36,902	2,731	34,171	24,162	0.300	7,249	10,787
	10	0.100	51,612	3,904	47,708	40,939	0.100	4,094	14,881
	25	0.040	72,416	13,140	59,276	53,492	0.060	3,210	18,090
	50	0.020	96,886	28,112	68,774	64,025	0.020	1,281	19,371
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	15,788	197	15,591	7,795	0.500	3,898	3,898
	5	0.200	22,310	270	22,040	18,815	0.300	5,645	9,542
	10	0.100	47,479	2,556	44,923	33,481	0.100	3,348	12,890
	25	0.040	56,749	6,019	50,730	47,826	0.060	2,870	15,760
	50	0.020	76,992	8,318	68,674	59,702	0.020	1,194	16,954
YAUCA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	0
	10	0.100	1,695	7	1,688	844	0.100	84	84
	25	0.040	2,569	1,005	1,564	1,626	0.060	98	182
	50	0.020	11,497	2,028	9,469	5,517	0.020	110	292
MAJES-CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	47,669	10,021	37,648	18,824	0.300	5,647	5,647
	10	0.100	76,278	21,316	54,962	46,305	0.100	4,631	10,278
	25	0.040	111,113	34,254	76,859	65,911	0.060	3,955	14,232
	50	0.020	190,662	63,532	127,130	101,994	0.020	2,040	16,272

(2)　社会評価

1) 目的及び評価指標

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、

純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。内部収益率（IRR）は事業への投資の効率性を示す指標である。IRR は、事業によって発生する費用の現在価値を便益の現在価値と同額にすることによる割引率と定義され、純現在価値(NPV)を 0 に、また B/C を 1 にする割引率であり、投資が何%の収益をもたらすかを示す。経済評価において用いられる内部収益率は経済的内部収益率(IRR)と呼ばれる。民間価格は市場の歪みの影響を除去して経済価格（いわゆる社会価格）に変換される。

内部収益率、B/C 及び純現在価値は、下表の数式によって計算される。IRR が社会的割引率、B/C が 1、または NPV が 0 を超えた場合、その事業は国民経済の成長の観点から効率的であると判断される。

表-4.5.1-5 費用便益分析の評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV:Net　Present Value)	$NPV=\sum_{i=1}^{n}\frac{B_i}{(1+r)^i}-\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{(1+r)^i}$	・事業実施による純便益の大きさを比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
費用便益費 (CBR: Cost Benefit Ratio)	$B/C=\sum_{i=1}^{n}\frac{B_i}{(1+r)^i}\Big/\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{(1+r)^i}$	・単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
経済的内部収益率 (IRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{i=1}^{n}\frac{B_i}{(1+r)^i}=\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{(1+r)^i}$	・社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 ・社会的割引率の影響を受けない。
ここで、Bi: 第 i 年目の便益、Ci: 第 i 年目の費用、r : 社会的割引率(10%) n: 評価年数		

2) 前提条件

経済評価を実施する上での各指標の前提条件は以下のとおりである。

(1) 評価期間

評価期間は 2013 年～2027 年（建設着手後 15 年）である。事業実施の想定スケジュールは以下のとおりである。

2012 年：詳細設計

2013 年～2014 年：建設

2013 年～2027 年：評価対象期間

プロジェクトの評価期間は本プロジェクトのプログラムペルフィルレポートに採用されたと同様に 15 年間とする。　SNIP の規定 Annex-10 には評価期間は原則として 10 年とするが、プロジェクトの形成機関（本プロジェクトの場合 DGIH）が必要と認めれば変更出来るとしている。DGIH はプログラムペルフィルレポートにおいて 15 年間を採用し、OPI および DGPM の承認を得ている（2010 年 3 月 19 日）。JICA の開発調査においては一般に 50 年を採用しているので、DGIH および OPI に問い合わせたところ、当初採用の 15 年とする事を指示された。なお評価期間を 50 年とした場合の社会経済評価は Annex-14 有償資金協力事業実施計画に記載する。

(2) 標準変換係数（SCF）

標準変換係数とは、その国の経済の全ての財に関して、国境において計算された社会経済

価格と国内の民間価格の比率である。国内で調達された財やサービスを SCF を適用して経済価格に変換する。本調査では SCF として以下の値を使用する。

堤防 0.804

蛇籠 0.863

取水堰 0.863

また、民間価格から社会経済価格の変換に当たっては消費税を考慮しない。

(3)その他の前提条件

価格水準:2011 年

社会的割引率：10%

年間維持管理費：建設費の 0.5%

3) 費用対効果分析

治水施設の整備及び維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益（被害軽減額）を、社会的割引率を用いて現在価値化して比較する。このため、評価時点を現在価値化の基準とし、本事業の着手開始から 15 年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

表-4.5.1-6 に民間価格における B/C、NPV、IRR の計算結果を示す。

表-4.5.1-6　社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）

流域	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額（15年） Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	70,400,707	31,791,564	64,030,772	3,416,669	0.55	−25,662,760	0.6%
Cañete	151,304,096	68,325,931	25,665,970	1,423,638	2.96	45,266,114	36%
Chincha	251,818,212	113,716,113	43,965,072	2,444,072	2.88	74,212,307	35%
Pisco	220,402,316	99,529,317	71,608,946	3,911,056	1.55	35,225,349	19%
Yauca	3,799,425	1,715,745	20,899,762	1,155,236	0.09	−17,059,601	−
Majes−Camana	211,538,859	95,526,756	97,214,077	5,409,816	1.09	8,174,200	12%

4.5.2　社会価格

(1)　便益

1）確率規模別想定被害額

各河川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.2-1 に示す。

表-4.5.2-1　想定洪水被害額（社会価格）

Caso ケース	t	Precios Sociales / 社会価格					
		Chira	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施しない場合	2	0	2,582	16,283	16,681	0	0
	5	407,180	10,558	42,375	22,436	0	48,468
	10	494,866	105,137	70,525	52,469	2,150	78,194
	25	563,929	144,972	95,769	61,739	3,313	116,730
	50	649,089	213,134	125,742	84,256	12,092	206,459
	Total	2,115,064	476,384	350,693	237,581	17,555	449,851
Con Proyecto 事業を実施した場合	2	0	272	430	289	0	0
	5	384,769	1,024	4,507	402	0	10,435
	10	473,618	9,908	6,449	3,055	9	21,738
	25	544,283	14,260	17,698	7,985	1,341	36,455
	50	605,046	20,117	33,329	10,889	2,653	70,838
	Total	2,007,716	45,580	62,414	22,620	4,003	139,466

2）年平均被害軽減期待額

各河川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表**-4.5.2-2** に示す。

表-4.5.2-2 年平均被害軽減期待額（社会価格）

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.) 事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①－② Daños mitigados ③=①－②	区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
CHIRA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	407,180	384,769	22,410	11,205	0.300	3,362	3,362
	10	0.100	494,866	473,618	21,248	21,829	0.100	2,183	5,544
	25	0.040	563,929	544,283	19,646	20,447	0.060	1,227	6,771
	50	0.020	649,089	605,046	44,043	31,844	0.020	637	7,408
CAÑETE	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	2,582	272	2,311	1,155	0.500	578	578
	5	0.200	10,558	1,024	9,534	5,922	0.300	1,777	2,354
	10	0.100	105,137	9,908	95,229	52,382	0.100	5,238	7,593
	25	0.040	144,972	14,260	130,712	112,971	0.060	6,778	14,371
	50	0.020	213,134	20,117	193,018	161,865	0.020	3,237	17,608
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,283	430	15,852	7,926	0.500	3,963	3,963
	5	0.200	42,375	4,507	37,868	26,860	0.300	8,058	12,021
	10	0.100	70,525	6,449	64,076	50,972	0.100	5,097	17,118
	25	0.040	95,769	17,698	78,070	71,073	0.060	4,264	21,383
	50	0.020	125,742	33,329	92,413	85,242	0.020	1,705	23,088
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,681	289	16,392	8,196	0.500	4,098	4,098
	5	0.200	22,436	402	22,034	19,213	0.300	5,764	9,862
	10	0.100	52,469	3,055	49,414	35,724	0.100	3,572	13,434
	25	0.040	61,739	7,985	53,754	51,584	0.060	3,095	16,529
	50	0.020	84,256	10,889	73,368	63,561	0.020	1,271	17,801
YAUCA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	0
	10	0.100	2,150	9	2,141	1,071	0.100	107	107
	25	0.040	3,313	1,341	1,972	2,057	0.060	123	230
	50	0.020	12,092	2,653	9,439	5,706	0.020	114	345
MAJES-CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	48,468	10,435	38,033	19,016	0.300	5,705	5,705
	10	0.100	78,194	21,738	56,456	47,244	0.100	4,724	10,429
	25	0.040	116,730	36,455	80,275	68,366	0.060	4,102	14,531
	50	0.020	206,459	70,838	135,621	107,948	0.020	2,159	16,690

(2)　社会評価

表-4.5.2-3 に社会価格における計算結果を示す。

表-4.5.2-3　社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）

流域	年平均被害軽減額 Beneficio Anual Promedio Acumulado	評価期間被害軽減額（15年） Beneficio Anual Promedio Acumulado (en 15 años)	事業費 Costo del Proyecto	維持管理費 Costo de O&M	B/C Relación Beneficio/Costo	Net Present Value (NPV) Valor Actual Neto (VAN)	Internal Rate of Return (IRR) Tasa Interna de Retorno (TIR)
Chira	96,306,401	43,490,062	51,721,005	2,747,002	0.94	−2,911,709	9%
Cañete	228,904,527	103,368,747	20,648,077	1,144,605	5.57	84,817,688	62%
Chincha	300,137,698	135,536,235	35,359,690	1,965,034	4.27	103,764,959	50%
Pisco	231,407,622	104,499,095	57,564,591	3,144,489	2.02	52,806,516	25%
Yauca	4,479,470	2,022,840	16,816,195	928,810	0.13	−13,083,633	−
Majes−Camana	216,973,372	97,980,874	80,819,553	4,497,057	1.35	25,359,998	16%

4.5.3　社会評価のまとめ

費用対効果分析結果から本プロジェクトにおける社会評価は以下のとおりである。

流域別に見ると、社会価格においてはカニェテ川、チンチャ川,ピスコ川およびマヘス - カマナ川で B/C が 1.0 を上回っており経済効果が確認された。しかしチラ川およびヤウカ川流域では 1.0 を下回っており経済効果が見られない。チラ川においてはチラ−6 のポエチョスダム保全のための施設が除外されたため流域の経済効果が低下した。
ヤウカ川においては地形的条件により氾濫エリアが小さく洪水害額が限定されているためである。
金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としては以下が上げられる。

① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
⑤ 農地価格の上昇

以上の経済評価から、流域を選別して本プロジェクトを実施することにより地域経済の発展に大きく貢献することが期待される。

4.6　感度分析

(1)　目 的

社会経済状況の変動による将来の不確実性に対応するため、感度分析を実施する。費用便益分析においては、評価対象事業に係る将来の費用と便益を予測する必要がある。しかし、公共事業には、計画から共用までに要する事業期間や、共用後の耐用年数が長いという特性があり、将来の費用や便益に大きな影響を及ぼす不確実な要因が多数存在するため、これらを確定的に予測することはできない。そのため、事前に設定した前提条件や仮定が現実と乖離し、費用便益分析の結果が実際の事業の効率性と乖離することも少なくない。したがって、不確実性を伴う費用便益

分析の結果は、本来、一つのシナリオから算出される絶対的、一義的なものではなく、幅を持ったものとして算出し、示すことが望ましい。これに対応する手法として、感度分析が挙げられる。

感度分析を実施し、費用便益分析の結果に幅を持って示すことにより、事業の適切な執行管理や国民へのアカウンタビィティーを果たすとともに、事業評価の精度や信頼性の向上を図る。

(2)　感度分析の実施

1) 感度分析の概要

感度分析には、表-4.6-1 に示すような 3 つの手法がある。

表-4.6-1　感度分析手法

感度分析の手法	各手法の概要	アウトプット
要因別感度分析	分析で設定した前提条件や仮定のうち、一つだけを変動させた場合の分析結果への影響を把握する。	一つの前提条件･仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
上位ケース・下位ケース	分析で設定した前提条件や仮定のうち、主要なもの全てを変動させた場合に、分析結果が良好になる場合や悪化する場合を設定し、分析結果の幅を把握する手法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
モンテカルロ感度分析	分析で設定した前提条件や仮定の主要なもの全ての変数に確率分布を与え、モンテカルロシミュレーションによって、分析結果の確率分布を把握する方法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果の確率分布

2) 感度分析の検討内容

本事業においては、一般的に公共事業投資において採用されている要因別感度分析を採用し、実施する。感度分析を行う検討ケース及び経済指標は以下のとおりとする。

表-4.6-2　感度分析の検討ケース及び経済指標

指　標	要因変動幅	評価する経済指標
建設費	建設費が 5%及び 10%上昇した場合	IRR、NPV、B/C
便益	便益が 5%及び 10%下落した場合	IRR、NPV、B/C
社会的割引率	社会的割引率が 5%上昇した場合及び 5%下落した場合	NPV、B/C

3) 感度分析結果

表-4.6-3 に民間価格および社会価格における各検討ケースについて感度分析結果を示す。

表-4.6-3　IRR、B/C、NPV の感度分析結果

	流域	Item	Basic Case	Case 1 Cost increase 5%	Case 2 Cost increase 10%	Case 3 Benefit decrease 5%	Case 4 Benefit decrease 10%	Case 5 Discount rate increase 5%	Case 6 Discount rate decrease 5%
民間価格	CHIRA	IRR (%)	0.6%	–	−1%	–	–	0.6%	0.6%
		B/C	0.55	0.53	0.50	0.53	0.50	0.43	0.74
		NPV(s)	−25,662,760	−28,535,476	−31,408,193	−27,252,338	−28,841,917	−30,786,945	−15,812,908
	CAÑETE	IRR (%)	36%	35%	33%	35%	33%	36%	36%
		B/C	2.96	2.82	2.69	2.81	2.67	2.28	3.99
		NPV(s)	45,266,114	44,113,123	42,960,132	41,849,817	38,433,521	27,605,013	74,293,435
	CHINCHA	IRR (%)	35%	34%	32%	34%	32%	35%	35%
		B/C	2.88	2.74	2.62	2.73	2.59	2.22	3.87
		NPV(s)	74,212,307	72,237,117	70,261,927	68,526,502	62,840,696	44,893,501	122,434,010
	PISCO	IRR (%)	19%	18%	17%	18%	16%	19%	19%
		B/C	1.55	1.47	1.41	1.47	1.39	1.19	2.08
		NPV(s)	35,225,349	32,010,150	28,794,952	30,248,883	25,272,417	11,533,380	75,102,472
	YAUCA	IRR (%)	–	–	–	–	–	–	–
		B/C	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.12
		NPV(s)	−17,059,601	−17,998,368	−18,937,135	−17,145,388	−17,231,175	−16,296,088	−17,760,074
	MAJES – CAMANA	IRR (%)	12%	11%	10%	11%	10%	12%	12%
		B/C	1.09	1.04	0.99	1.04	0.98	0.84	1.47
		NPV(s)	8,174,200	3,806,572	−561,055	3,397,862	−1,378,475	−12,860,682	44,424,771
社会価格	CHIRA	IRR (%)	9%	8%	7%	8%	7%	9%	9%
		B/C	0.94	0.89	0.85	0.89	0.84	0.72	1.26
		NPV(s)	−2,911,709	−5,231,797	−7,551,886	−5,086,212	−7,260,715	−12,054,326	13,085,346
	CAÑETE	IRR (%)	62%	60%	57%	60%	57%	62%	62%
		B/C	5.57	5.31	5.07	5.29	5.01	4.29	7.50
		NPV(s)	84,817,688	83,890,135	82,962,582	79,649,251	74,480,814	57,014,823	130,016,170
	CHINCHA	IRR (%)	50%	48%	46%	48%	46%	50%	50%
		B/C	4.27	4.06	3.88	4.05	3.84	3.29	5.74
		NPV(s)	103,764,959	102,176,396	100,587,832	96,988,148	90,211,336	67,804,372	162,443,112
	PISCO	IRR (%)	25%	24%	23%	24%	23%	25%	25%
		B/C	2.02	1.93	1.84	1.92	1.82	1.56	2.72
		NPV(s)	52,806,516	50,221,887	47,637,258	47,581,561	42,356,606	26,882,586	95,916,361
	YAUCA	IRR (%)	–	–	–	–	–	–	–
		B/C	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.10	0.18
		NPV(s)	−13,083,633	−13,838,957	−14,594,281	−13,184,775	−13,285,917	−12,649,776	−13,357,212
	MAJES – CAMANA	IRR (%)	16%	15%	14%	15%	14%	16%	16%
		B/C	1.35	1.28	1.23	1.28	1.21	1.04	1.82
		NPV(s)	25,359,998	21,728,954	18,097,910	20,460,954	15,561,910	2,658,312	63,876,226

(3)　感度分析評価

本プロジェクトにおける社会経済状況の変化にともなうプロジェクトへの影響は社会価格において以下のとおりである。

① カニェテ川、チンチャ川、ピスコ川およびマヘス - カマナ川流域については、基本ケースから効率性の高い事業であり、費用や便益が多少変化しても、IRR,B/C、NPV の数値の変動は小さく、経済効果は確保できる事業である。

② チラ川流域については基本ケースで経済効果が得られていないので、割引率が 5%程度まで下がらないと経済効果を確保できない。

③ ヤウカ川流域については、もともと基本ケースから B/C が 0.1 前後と効率性が非常に低い事業であるため、変動は見られない。

4.7 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府（DGIH）と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。建設費用の分担は中央政府（DGIH）と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する。一般的な分担率は中央政府（DGIH）が 80%、水利組合 10%、地方政府 10%であるが、水利組合と地方政府の分担割合は協議により決定される。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

表-4.7-1 に最近の各水利組合の予算を示す。

表-4.7-1　水利組合の事業予算

河　川	年予算				(単位 S)
	2006	2007	2008	2009	2010
チラ川	30,369.84	78,201.40	1,705,302.40	8,037,887.44	
カニェテ川		2,355,539.91	2,389,561.65	2,331339.69	2,608,187.18
チンチャ川		1,562,928.56	1,763,741.29	1,483,108.19	
ピスコ川		1,648,019.62	1,669,237.35	1,725,290.00	1,425,961.39
ヤウカ川	114,482.12	111,102.69	130,575.40		
マヘス - カマナ川			1,867,880.10	1,959,302.60	1,864,113.30
合計		5,755,792.18	9,526,298.10	15,536,928.01	5,898,261.84

注）2008 年のマヘス - カマナ水利組合予算はマヘス川予算のデータが無いので 2008 年カマナ川予算（1,122,078.40）+ 2009 年マヘス川予算（745,810.70）と仮定

1) 収益性

各河川における事業収益性は、チラ川およびヤウカ流域を除く 4 河川流域において十分であり、事業の持続可能性は高い。チラ川およびヤウカ川流域において、事業の収益性が悪く、事業の採択が困難である。

2) 維持管理費

本事業で必要となる年間維持管理費が建設費の 0.5%とし、各流域ごとに 2008 年の水利組合予算と年間維持管理費との比率を計算すると表-4.7-2 に示すとおりとなる。

マヘス - カマナ川では水利組合予算に対して年間維持管理費の比率がやや高いが、ヤウカ川では非常に高く事業の継続性に問題がある。

表-4.7-2　水利組合予算と年間維持管理費

河川	水利組合予算（2008 年）S/	建設費 S/	年間維持管理費 S/	年間維持管理費の割合（%）
チラ	1,705,302.40	52,564,133	262,821	15.4
カニェテ	2,389,561.65	21,902,128	109,511	4.6
チンチャ	1,763,741.29	37,601,113	188,006	10.7
ピスコ	1,669,237.35	60,170,088	300,850	18.0
ヤウカ	130,575.40	17,772,865	88,864	68.1
マヘス - カマナ	1,867,880.10	83,227,934	416,140	22.2
合　計	9,526,298.10	273,238,260	1,366,191	14.3

収益性および維持管理費の負担能力から判断してカニェテ、チンチャ、ピスコおよびマヘス -

カマナ流域においては事業の継続が可能と思われる。

4.8 採択事業の選定

本調査の対象となっている 6 流域の社会経済効果（社会価格）および事業費は表-4.8-1 に示すとおりである。表には算定された社会経済効果について効果の高い順に優先順位を決め示している。表中チラ川およびヤウカ川については経済効果が低く採択の対象から除外する。経済効果のある流域はカニェテ川、チンチャ川、ピスコ川およびマヘス - カマナ川の 4 流域であるので、この 4 流域を事業に採択するものとすると総事業費は 238,377 千ソレスとなり事業費の当初予算 209,899 千ソレスの 114%となり、事業費は 28,478 千ソレスの増加となる。

表-4.8-1　採択事業の選定

河川	社会経済効果（社会価格）				事業費（民間価格）	備考
	B/C	NPV	IRR(%)	優先順位	（千ソーレス）	
カニェテ	5.57	84,818	62	1	25,666	
チンチャ	4.27	103,765	50	2	43,965	
ピスコ	2.02	52,807	25	3	71,608	
マヘスーカマナ	1.35	25,422	16	4	97,137	
チラ（チラ-1～4）	0.94	2,912	9	5	64,031	
ヤウカ	0.13	13,084	－	6	20,900	
合計(1 － 6)					323,308	
①ヤウカを除く合計(1 － 5)					302,408	①/③＝144%
②ヤウカ、チラを除く合計(1-4)					238,377	②/③＝114%
③当初予算					209,899	②－③＝28,478

4.9 環境インパクト

4.9.1 環境影響評価の手続き

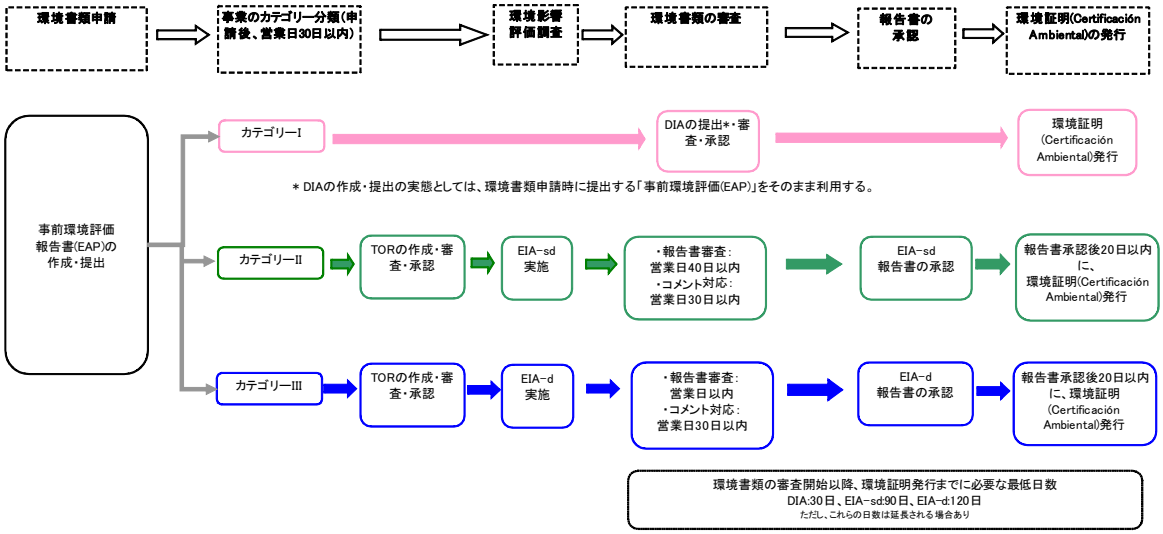
ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて 3 つのカテゴリーに分類する。環境への影響が軽度であるカテゴリーI については「環境影響宣言報告書（Declaración de Impacto Ambiental: DIA）」、カテゴリーII の事業は「準詳細環境影響評価（Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado: EIA-sd）」、カテゴリーIII の事業に関しては、「詳細環境影響評価（Estudio de Impacto Amviental Detallado: EIA-d）」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

表-4.9.1-1　環境影響に基づくカテゴリー分類

	事業による環境影響の度合い	環境証明取得に必要な報告書
カテゴリーI	環境に軽度の負の影響を与える事業	DIA
カテゴリーII	環境に中程度の負の影響を与えるが、容易な方策によりその影響を予防・緩和することができる事業	EIA-sd
カテゴリーIII	環境に量的・質的に重度な負の影響を与え、その影響を評価するのに詳細な調査を必要として、影響を予防・緩和するために環境管理戦略を提案する必要がある事業	EIA-d

出典：SEIA 法（2001 年）を基に JICA 調査団作成

環境書類の申請、カテゴリー分類、環境影響調査の TOR 作成・承認、調査の実施、報告書の審査・承認、「環境承認」発行の一連のプロセスを、次の図で示す。



出典：SEIA 法ガイドライン（2009 年）及び DGAA への聞き取りを基に JICA 調査団作成

図-4.9.1-1　農業省における環境承認取得までのプロセス

まず、事業実施主体が事前環境評価（Evaluación Ambiental Preliminar: EAP）報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリーI に分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリーII 及び III に分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる。農業省セクターの事業については、環境総局（Dirección General de Asuntos Ambientales: DGAA）への聞き取りによると、事業実施主体が両調査の TOR を提案し、DGAA から承認を受ける（承認は営業日 20 日以内に出される）。EIA-sd については、報告書審査開始から「環境承認」取得までに営業日 90 日、EIA-d については営業日 120 日が必要とされているが、SEIA 法ガイドラインによるとこれらの日数は、事業の規模や管轄省庁の諸事情により延長される可能性がある。

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によりチラ川、カニェテ川、チンチャ川、ピスコ川、ヤウカ川の 5 流域については 2010 年 12 月から 2011 年 1 月にかけて、マヘス-カマナ川については 2011 年 9 月から 10 月にかけて実施された。

EAP は先行する 5 流域については 2011 年 1 月 25 日に、後発のマヘス-カマナ川については 2012 年 12 月 20 日に調査団より DGIH に提出され、DGIH から DGAA にはそれぞれ 2011 年 7 月 19 日おおよび 2012 年 1 月 4 日に提出された。先行する 5 流域のうちヤウカ川については DGIH が事業対象より除外したので DGAA には提出されていない。

ヤウカ川を除く 4 流域の EAP について DGAA が審査を行い、2011 年 9 月 9 日に DGIH へコメントが出された。調査団はこのコメントに対して EAP の修正を行い、同年 9 月 21 日 DGAA に提出した。DGAA はこれの審査を終了し、2011 年 12 月下旬 DGIH に承認レターを出し、4 流域はカテゴリー I に分類された。したがってチラ川、カニェテ川、チンチャ川、ピスコ川について更なる環境影響評価は必要ない。後発のマヘス-カマナ川に対する審査は DGAA によって継続中であるが、洪水対策施設は先の 3 流域と同様なのでカテゴリー I に分類されるものと思われる。

本節では本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を事前環境評価の結果と、JICA 調査団員の現地踏査及び聞き取り調査の結果に基づき作成した。

本事業の中で計画されている工事内容は、既存堤防の修復、築堤、河道掘削、護岸工、分流堰・取水堰の修復・改良、河道拡幅である。表-4.9.1-2 は、6 流域において計画されている洪水対策工事をまとめたものである。

表-4.9.1-2　工事実施予定地

対象河川	クリティカルポイント			保全対象	対策（暫定案）	施設規模	対象範囲
チラ川	Chira1	0.0k-4.0k	護岸	農地 天然ガス	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;4000m	0.0km～4.0km（左岸）
	Chira2	11.75k-12.75k	河岸侵食	道路		高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;1,000m	11.75km～12.75km（右岸）
	Chira3	24.5k-27.0k	護岸	農地		高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;2,500m	24.5km～27.0km（右岸）
	Chira4	64.0k-68.0k	河道掘削	農地	河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	64.0km～68.0km（全体）
カニェテ川	Ca1	4.3km	狭窄部	道路橋	河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	4.0km～5.0km（全体）
	Ca2	6.8k～8.0k	氾濫点	農地 （リンゴ、ぶどう、綿など）	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;1,200m	6.5km～8.1km（右岸）
	Ca3	10.25k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	10.0km～11.0km（全体）
	Ca4	24.5k	取水堰		分流堰	堰幅;150m 堰高;3.0m 堰厚;2.0m	24.25km～24.75km（全体）
	Ca5	25.0k, 26.25k	河岸侵食	道路	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;750m	24.75km～26.5km（右岸）
チンチャ流域	Chico1	C-3.5～5.0k	氾濫点	農地 （綿・ぶどう） 市街地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;3,000m（1,500+1,500）	3.0km～5.1km（全体）
	Chico2	C-15k	取水堰		取水堰 河道拡幅	堰幅;100m 堰高;3.0m 堰厚;2.0m	14.8km～15.5km（全体）
	Chico3	C-24k	分水堰		分流堰の改良（既存施設の改修、流路工、導流堤の延伸）	堰幅;70m 堰高;3.0m 堰厚;2.0m	24.2km～24.5km（全体）
	Ma1	M-3.0k～4.5k	氾濫点		築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;3,000m（1,500+1,500）	2.5km～5.0km（全体）
	Ma2	M-8.9k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,200m	8.0km～10.5km（全体）
ピスコ川	Pi1	5.5k	氾濫点	農地 市街地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;2,000m	3.0km～5.0km（左岸側）
	Pi2	7.0k	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,500m	6.5km～8.0km（全体）
	Pi3	13.5k	氾濫点		築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;1,500m	12.5km～14.0km（左岸側）
	Pi4	20.5k	氾濫点	農地	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;2,000m	19.5km～20.5km（左岸側）
	Pi5	26.5k	狭窄部		河道拡幅	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;1,000m	26.0km～27.0km（全体）
	Pi6	34.5k	取水堰		遊水池の設置	遊水地;1,800m×700m	34.5km～36.5km（全体）
ヤウカ川	Ya-1	4.5k下流	氾濫点	農地 （オリーブ）	既設堤防の修復	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;1,000m	3.5km～7.5km（全体）
	Ya-2	4.1km	狭窄部		河床掘削	掘削幅;100m 掘削深;1.0m 延長;500m	
	Ya-3	4.5-7.0k	氾濫点 取水堰		既設堤防の修復	天端幅;4.0m 高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;2,500m	
	Ya-4	25.0k	取水堰	農地 （オリーブ）	取水堰の修復	堰幅;100m 堰高;3.0m 堰厚;2.0m	25.0km～25.7km（全体）
	Ya-5	25.0k	取水堰		護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;500m	
	Ya-6	41.1k	取水堰	道路	護岸工	高さ;2.0m 法勾配;1:2 延長;400m	40.9km～41.3km（左岸側）
マヘス・カマナ川	MC1	0.0k-4.5k	氾濫点	農地 （米、その他）	築堤（無堤区間） 護岸工	天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;4,500m	0.0km-4.5km（左岸）
	MC2	7.5k-9.5k	氾濫点			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;2,000m	7.5km-9.5km（左岸）
	MC3	11.0k-17.0k	氾濫点			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;6,000m	11.0km-17.0km（左岸）
	MC4	48.0k-50.5k	氾濫点			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;2,500m	48.0km-50.5km（左岸）
	MC5	52.0k-56.0k	氾濫点			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;4,000m	52.0km.-56.0 km.（左岸）
	MC6	59.0k-62.5k 59.5k-62.5	氾濫点/河岸浸食			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;6,500m	59.0km.-62.5km.（左岸） 59.5km.-62.5km.（右岸）
	MC7	65.0k-66.5k 64.5k-66.5k	氾濫点			天端幅;4.0m 高さ;2.0m-3.0m 法勾配;1:3 延長;1,500m	65.0 km. - 66.5 km.（右岸） 64.5km-66.5km（左岸）

出典：JICA 調査団作成

4.9.2　環境影響評価の方法

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法を説明する。まず、河川構造物建設

の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のために Leopold マトリックスを作成した。

環境レベル（自然環境、生物環境、社会環境）及びプロジェクトレベル（建設期間、維持管理期間）に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度（強度、範囲、発現期間、可逆性）に基づき数字化し、環境影響値をだした。表-4.9.2-1 は、影響の評価（数値化）に用いた基準である。

表-4.9.2-1　Leopold マトリックス－評価基準

評価変数			点数
環境影響の性質		正(+)	+
		負(-)	-
環境影響の発現可能性		高(50%>)	1
		中(50%>10%)	0.5
		低(>10%)	0.2
環境影響の程度	強度	大	10
		中	5
		小	2
	範囲	間接的に影響を受ける範囲	10
		直接的に影響を受ける範囲	5
		事業実施地	2
	発現期間	10年以上	10
		5～10年	5
		1～5年	2
	可逆性	なし	10
		部分的にあり	5
		あり	2

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

表-4.9.2-2　影響の大きさの程度の基準

環境影響値	顕著の度合い
15以下	あまり顕著でない
15.1-28	顕著である
28以上	極めて顕著である

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

4.9.3　環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価

（1）環境影響・社会影響の認識

事前環境評価報告書の分析をふまえ、以下に影響の認識マトリックス（建設期間/供用後）を対象流域ごとに示す。

1)　チラ川流域

表-4.9.3-1　影響の認識マトリックス（建設期間/供用後）－チラ川流域

		事業対象地 / 環境指標	地元住民の雇用	工事サイトの準備(雑草切り払い、区画策定、地ならし)	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	負の影響合計	正の影響合計
			1-4	1-4	1-4	3	1,2,4	1,3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4		
自然環境	大気	粉塵(PM-10)		N	N	N	N		N	N		N	N	8	0
		排気ガス		N	N	N	N	N	N	N		N	N	9	0
	騒音	騒音		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	0
	土壌	肥沃さ		N					N	N				3	0
		土地利用性		N					N	N				3	0
	水	表流水質			N	N	N		N					4	0
		地表水量						N			N			2	0
	地形・河川地形	河川地形			N	N	N		N					4	0
		地形		N						N				2	0
生物環境	植物	陸上植物		N						N				2	0
		水生植物			N	N	N		N					4	0
	動物	陸上動物		N						N				2	0
		水生生物			N	N	N		N					4	0
社会経済環境	社会	景観							N	N				2	0
		生活の質	P								N	N	N	3	1
		脆弱性・安全性												0	0
	経済	経済活動人口	P											0	1
		土地の利用												0	0
合計			2	8	7	7	7	3	10	9	3	4	4	62	2
%														97 %	3 %

注：　N：負の影響、P：正の影響
出典：『ピウラ地域スヤナーパイタ郡チラ川流域事前環境評価報告書』を基に JICA 調査団作成

チラ川において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点（97%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。これらの点数は、次の表を利用して算出した。影響の程度に関係なく、影響を与えるか与えないかで点数をつけている。なお、表中の「N」は「負の影響」、「P」は「正の影響」を示す。なお、カニェテ川流域以降も同じ表に基づき影響の数を算出しているため、マトリックスの掲載は省略する。

維持管理期間には 14 点の影響が予測される。そのうち 4 点（29%）が負の影響、10 点（71%）が正の影響である。4 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。点数の算出方法は、先に掲載した建設期間中の方法と同じである。なお、カニェテ川流域以降も同じ表に基づき影響の数を算出しているため、マトリックスの掲載は省略する。

表-4.9.3-2　影響の認識マトリックス - チラ川（維持管理期間）

			施工 1,2,3	河道掘削 4	負の影響	正の影響
自然環境	大気	粉塵(PM-10)			0	0
		排気ガス			0	0
	騒音	騒音			0	0
	土地	安定性			0	0
		土地利用性			0	0
	水	地表水質			0	0
		地表水量	P	P	0	2
	地形・河川地形	河川地形	N	N	2	0
		地形			0	0
生物環境	植物	陸上植物			0	0
		水生植物			0	0
	動物	陸上動物			0	0
		水生生物	N	N	2	0
社会経済環境	社会	景観	P	P	0	2
		生活の質	P	P	0	2
		地域性・安全性	P	P	0	2
	経済	経済活動人口			0	0
		土地の利用	P	P	0	2
合計			7	7	4	10
%					29 %	71 %

カニェテ川流域において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点（97%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 32 点の影響が予測される。そのうち 6 点（19%）が負の影響、26 点（81%）が正の影響である。6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。

チンチャ流域において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点（97%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 33 点の影響が予測される。そのうち 7 点（21%）が負の影響、26 点（79%）が正の影響である。7 点の負の影響の中で、顕著であるものが 5 点、極めて顕著であるもの 2 点ある。

ピスコ川流域において、建設期間には 69 点の影響が予測される。そのうち 67 点（97%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。67 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 34 点の影響が予測される。そのうち 8 点（24%）が負の影響、26 点（76%）が正の影響である。8 点の負の影響の中で、顕著であるものが 6 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

ヤウカ川流域において、建設期間には 67 点の影響が予測される。そのうち 65 点（97%）の影響

は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。65 点の負の影響の中で、顕著であるものが 13 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。

維持管理期間には 38 点の影響が予測される。そのうち 6 点（20%）が負の影響、32 点（80%）が正の影響である。6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 4 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

マヘス・カマナ川流域において、建設期間には 47 点の影響が予測される。そのうち 45 点（96%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（4%）の影響は正の性質を持つと予測される。45 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。

維持管理期間には 56 点の影響が予測される。そのうち 21 点（37.5%）が負の影響、35 点（62.5%）が正の影響である。上記の 21 点の負の影響のレベルは全て「顕著」である。極めて顕著な負の影響は予測されない。

6 流域において、建設期間に極めて顕著な負の影響を与える作業は、「工事実施サイトの整備と撤収」及び「河道の掘削と盛り土作業」である。「工事実施サイトの整備と撤収」が地形に対し、「河道の掘削と盛り土作業」が河川地形に対して顕著な負の影響を与える。ヤウカ川流域では、これら 2 つの作業のほかに「大量の掘削土・浚渫土の発生」による影響が特に大きい。

他方、地元住民の雇用により経済活動人口の増加が見込まれ、生活の質が向上するという正の影響も予測される。

維持管理期間においては、「河道の掘削及び盛り土の作業」により、河川地形が変化し、水生生物の生息環境に影響を与えるという顕著な負の影響が予測されている。

正の影響として、生活の質の向上、土地利用性の向上、安全性の確保と脆弱性の低下が挙げられる。

（2）環境影響・社会影響の評価

以下の表は、建設期間に発現が予測される環境影響を工事作業毎に、供与後に発現が予測される環境影響を事業対象地毎に点数化したものを、各流域でまとめたものである。

表-4.9.3-3　環境影響評価のマトリックス（建設期間）チラ川流域・カニェテ川流域

		工事計画	チラ川流域											カニェテ川流域										
			地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画測定、地ならし）	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画測定、地ならし）	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬
		環境指標 ＼ 事業対象地	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1, 2, 3 y 4	Chi 1, 2, y 3	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Chi 1 - 4	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca4,5	Ca1,2, 3	Ca4,5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5
自然環境	大気	粉塵（PM-10）	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		排気ガス	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	騒音	騒音	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
	土壌	安定性	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地表水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
	地形・河川地形	河川地形	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地形	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	陸上植物	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生生物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
社会経済環境	社会	景観	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		生活の質	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
		脆弱性・安全性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	経済	経済活動人口	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

表-4.9.3-4　環境影響評価のマトリックス（建設期間）チンチャ流域・ピスコ川流域

		工事計画	チンチャ川流域											ピスコ川流域										
			地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画測定、地ならし）	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画測定、地ならし）	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬
		環境指標 ＼ 事業対象地	Chico1, 2,3, Ma1,2	Chico1,2, 3, Ma1,2	Chico 1,2,3, Ma1,2	Chico 2,3	Chico 1,Ma 1,2	Chico 1,2,3, Ma1	Chico1 ,2,3, Ma1,2	Chico 1,2,3, Ma1,2	Chico 1,2,3, Ma1,2	Chico 1,2,3, Ma1,2	Chico 1,2,3, Ma1,2	Pi1-6	Pi1-6	Pi1,3,4	Pi5	Pi1-4	Pi1,3,4,6	Pi1,3,4, 6	Pi1-6	Pi1-5	Pi1-6	Pi1-6
自然環境	大気	粉塵（PM-10）	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-15.0	-11.5	-8.5	-12.0	0.0	-11.5	-18.0	0.0	-11.5	-11.5
		排気ガス	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	騒音	騒音	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-12.0	-15.0	-15.0	-12.0	-12.0
	土壌	安定性	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-18.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
		地表水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	地形・河川地形	河川地形	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-26.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地形	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	陸上植物	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生生物	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-18.0	-18.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
社会経済環境	社会	景観	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		生活の質	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-18.0	-18.0	-17.5
		脆弱性・安全性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	経済	経済活動人口	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

表-4.9.3-5　環境影響評価のマトリックス（建設期間）ヤウカ、マヘス・カマナ川流域

		工事計画	ヤウカ川流域											マヘス・カマナ川流域								
			地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画実定、地ならし）	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	地元住民の雇用	工事サイトの準備（雑草切り払い、区画実定、地ならし）	河岸の掘削と盛り土	土木工事（コンクリート作業）	採掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンプの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬
		環境指標 ＼ 事業対象地	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya4-6	Ya1,2,3	Ya1,3,4,5,6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	Ya1-6	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7
自然環境	大気	粉塵（PM-10）	0.0	-15.0	-11.5	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		排気ガス	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-15.0	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	騒音	騒音	0.0	-12.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	0.0	-15.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
	土壌	安定性	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	-17.5	-15.0	-23.0	-14.5	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地表水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
	地形・河川地形	河川地形	0.0	0.0	-12.0	-26.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地形	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.0	-15.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	陸上植物	0.0	-24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		水生生物	0.0	0.0	-12.0	-11.5	-17.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
社会経済環境	社会	景観	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		生活の質	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	-17.5	-17.5	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
		脆弱性・安全性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	経済	経済活動人口	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

続いて、維持管理期間における環境影響を評価した各流域のマトリックスを示す。

表-4.9.3-6　環境影響評価マトリックス（維持管理期間）
チラ川流域・カニェテ川流域・チンチャ流域

			チラ川流域		カニェテ川流域					チンチャ流域				
			Chi1,Chi2,Chi3（護岸）	Chi4（河床の掘削）	Ca1（河床掘削）	Ca2（護岸工）	Ca3（河床掘削）	Ca4（分流堰）	Ca5（護岸工）	Chico1（築堤・護岸工）	Chico2（取水堰・河道拡幅）	Chico3（分流堰の改良）	Ma4（築堤・護岸工）	Ma5（河床掘削）
自然環境	大気	粉塵（PM-10）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		排気ガス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	騒音	騒音	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	土壌	安定性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	31.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0
		地表水量	26.0	31.0	31.0	26.0	31.0	26.0	0.0	26.0	31.0	26.0	26.0	31.0
	地形・河川地形	河川地形	-25.5	-30.5	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0	-25.5	0.0	26.0	-25.5	-30.5
		地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	陸上植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生生物	-25.5	-30.5	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0	-25.5	0.0	-25.5	-25.5	-30.5
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
		脆弱性・安全性	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

表-4.9.3-7　環境影響評価マトリックス（維持管理期間）
ピスコ流域、ヤウカ流域・マヘス - カマナ流域

			ピスコ流域						ヤウカ川流域						マヘス･カマナ川流域						
			Pi1（築堤･護岸）	Pi2（河道掘削）	Pi3（築堤･護岸）	Pi4（築堤･護岸）	Pi5（河道拡幅）	Pi6（遊水地の設置）	Ya1（既設堤防の修復）	Ya2（河道掘削）	Ya3（既設堤防の修復）	Ya4（取水堰の修復）	Ya5（護岸）	Ya6（護岸）	CM1（既設堤防の修復）	CM2（既設堤防の修復）	CM3（既設堤防の修復）	CM4（既設堤防の修復･築堤）	CM5（既設堤防の修復･築堤）	CM6（既設堤防の修復･築堤）	CM7（既設堤防の修復･築堤）
自然環境	大気	粉塵(PM-10)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		排気ガス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	騒音	騒音	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	土壌	安定性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地利用性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	水	地表水質	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	31.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		地表水量	26.0	31.0	26.0	26.0	0.0	0.0	26.0	31.0	26.0	26.0	0.0	0.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
	地形・河川地形	河川地形	-25.5	-30.5	-25.5	-25.5	0.0	0.0	-25.5	-30.5	-25.5	0.0	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5
		地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5
生物環境	植物	陸上植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	陸上動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水生生物	-25.5	-30.5	-25.5	-25.5	0.0	0.0	-25.5	-30.5	-25.5	0.0	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0	36.0	36.0	0.0	0.0	36.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0	36.0	31.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
		脆弱性･安全性	36.0	36.0	36.0	31.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		土地の利用	36.0	36.0	36.0	36.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

表 4.9.3-3, 4.9.3-4, 4.9.3-5, 4.9.3-6, 4.9.3-7 で使用している凡例

正の影響		負の影響	
0 – 15	あまり顕著でない	0 – 15	あまり顕著でない
15.1 – 28	顕著である	15.1 – 28	顕著である
28.1 以上	極めて顕著である	28.1 以上	極めて顕著である

出典：『ピウラ地域スヤナーパイタ郡チラ川流域事前環境評価報告書』を基に JICA 調査団作成

チラ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点､極めて顕著であるものが 2 点ある｡供与後に発現が予測される 6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Chira - 4 においては、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

カニェテ川流域において、建設期間に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現が予測される 6 点の負の影響の中で顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業及び、大量の掘削土と浚渫土の一時設置という作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Ca1 及び Ca3 においては、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

チンチャ流域において、建設期間中に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現が予測される 7 点の負の影響の中で、顕著であるものが 5 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。また Chico1、Ma1、Ma2 においては、河床の掘削作業が地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Ma3 おいて、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

ピスコ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 67 点の負の影響の中で、顕著であるものが 17 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現する可能性のある負の影響は 8 点ある中で、顕著であるものが 6 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。また Pi1、Pi2、Pi3、Pi4 においては、河床の掘削作業が地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河道の掘削」を建設期間に実施する Pi2 おいて、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

ヤウカ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 65 点の負の影響の中で、顕著であるものが 13 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。供与後に発現する可能性がある 6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 4 点、極めて顕著であるものが 2 点である。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業及び、大量の掘削土と浚渫土の一時設置という作業が、特に地形に対して影響を与えると予測される。また Ya1、Ya2、Ya3 においては、河床の掘削作業が地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河道の掘削」を建設期間に実施する Ya2 おいて、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

マヘス・カマナ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 45 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。供与後に発現する可能性がある 24 点の負の影響はすべてあまり顕著でないもので、顕著あるいは極めて顕著な影響は予測されない。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、特に地形に対して影響を与えると予測される。供用後には、河川地形及び水生生物への影響が予測される。

以上のように、各流域の環境影響・社会影響の評価によると、対象 6 流域において建設期間に極めて顕著な負の影響を与える作業は、「工事サイトの整備と撤収」及び「河道の掘削と盛り土作業」である。「工事サイトの整備と撤収」が地形に対し、「河道の掘削と盛り土作業」が河川地形に対して顕著な負の影響を与える。

供用後には、特に建設期間に河道の掘削作業を実施する事業対象地域において、河川地形が変化し、水生生物の生息環境に影響を与えるという顕著な負の影響が予測されている。

他方、正の影響として対象 6 流域すべてにおいて、生活の質の向上、土地利用性の向上、安全性の確保と脆弱性の低下が予測される。

4.9.4　環境影響管理

環境影響管理計画は、建設期間と維持管理期間において発現すると予測される顕著な影響及び極めて顕著な影響に対処するための計画である。適切にこれらの計画を実施することにより、負の影響を予防・軽減することになり、また事業の持続性を確保することになる。

建設期間は、6 流域すべてにおいて「地元住民雇用計画」、「事業実施サイト管理計画」、「河川転流・囲い堰作業管理計画」、「河岸の掘削・盛り土作業管理計画」、「河床の掘削・盛り土作業管理計画」、「採掘場管理計画」、「大量の掘削土・浚渫土の管理計画」、「労働者・工事事務所の管理計画」、「工事車輌交通管理計画」を事業実施主体または工事請負業者が責任を持ち実施する。維持管理期間においては、「河床・水生生物管理計画」を実施することにより河川地形の侵食を抑え、水生生物に適した生息環境を整備する。

次の表は、顕著な影響を与える作業と、それに対する予防・軽減対策をまとめたものである。環境影響管理計画は、顕著もしくは極めて顕著な負の影響を発現すると分析された工事を実施する事業実施対象地において、それに対応する計画を実施する。

表-4.9.4-1　環境影響と予防・緩和策

	影響	対策	期間
自然環境	表流水水質・水量への影響	河川転流・囲い堰作業管理計画	建設期間
		河岸の掘削・盛り土作業管理計画	
		河床の掘削・盛り土作業管理計画	
	河川地形への影響	河岸の掘削・盛り土作業管理計画	
		河床の掘削・盛り土作業管理計画	
		採掘場管理計画	
	地形への影響	事業実施サイト管理計画	
		大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
	粉塵	事業実施サイト管理計画	
		大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
生物環境	水生生物への影響	河床の掘削・盛り土作業管理計画	維持管理期間
	陸上生物への影響	事業実施サイト管理計画	建設期間
		大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
	陸上植物への影響	事業実施サイト管理計画	
		大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
社会環境	生活の質への影響	労働者・工事事務所の管理計画	
		工事車輌交通管理計画	
		地元住民雇用計画	
	経済活動人口	地元住民雇用計画	

出典：JICA 調査団作成

4.9.5　環境管理計画

(1) フォローアップ・モニタリング計画

フォローアップ計画においては、計画されている環境影響管理計画の実施を確実にする計画である。モニタリング計画は、環境質基準及び排出量基準といった環境基準を満たしていることを確認するために実施する。なお、フォローアップ計画及びモニタリング計画は事業実施主体もしくはその監督下の第三者により責任を持ち実施される[1]。

建設期間

建設期間においては、環境影響管理計画のフォローアップのほかに、以下のモニタリングを実施する。

水質・生物多様性モニタリング

河床の掘削及び盛り土といった作業により、河川地形及び水生生物の生息環境に負の影響を与える。したがって、事業実施対象地付近及びその下流の水質及び生物多様性のモニタリングを実施する必要がある。以下の表が、モニタリング計画の概要である。

表-4.9.5-1　水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質量(TSS)（ECAカテゴリー4に基づく）
	多様性評価指数: 多様度指数(H')(Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J')(Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

大気質モニタリング

5 流域の事前環境評価の結果によれば、計画されている事業による顕著な大気質汚染は懸念されない。しかしながら、工事により発生する粉塵等は工事従事者及び工事現場に近い住民に影響を与えると考えられる。したがって、大気質のモニタリングを実施することが望ましい。

表-4.9.5-2　大気質モニタリング

	詳細
実施地点	工事現場、河川から離れた場所に位置する採掘場（最大のもの/居住地区付近のもの）、大量の掘削土・浚渫土を設置する場所
	計測地の風上と風下に1箇所ずつ計測地を設置
測定項目	PM-10/PM-.25/CO/NO_2/O_3/Pb/SO_2/H_2S
測定頻度	毎3ヶ月
参照基準	D.S N° 074-2001-PCM（大気質国家基準）
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

騒音モニタリング

各工事現場にて以下の表に基づき騒音のモニタリングを実施する。

[1] 環境基本法（Ley 28611）第 74 項、75 項において、事業の実施により発生する全ての環境影響は、事業実施主体が責任を負うこと、そしてそれらの負の環境影響を予防する方策を事前に実施することが決められている。

表-4.9.5-3　騒音モニタリング

	詳細
測定地点	工事現場で騒音が発生する付近に想定装置を設置
パラメーター	等価平均騒音レベル(ECPNL)をデシベルで表現
奨励する測定方法	IEC 61672, IEC651/804, ANSI S 1.4
測定頻度	毎2ヶ月
基準	騒音国家基準 (ECA) – D.S. N° 085-2003-PCM
実施地域	住宅地
最大騒音値	昼間(7:01 – 22:00): 60 デジベル
	夜間(22:01 – 7:00.): 50 デジベル
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

維持管理期間

続いて、河床掘削・盛り土等の工事により河川地形と水生生物の生活環境に影響を与える事業については、維持管理期間において河川の水質及び水生生物の多様性をモニタリングする必要がある。

表-4.9.5-4　水質及び生物多様性モニタリング

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質量(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく)
	多様性評価指数：多様度指数(H')(Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J')(Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	維持管理期間開始後2年間、毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

(2)　事業終了時計画

事業終了時には、工事に使用した機器の撤収、工事を実施した区画や影響を与えた区画の整備をそれぞれの流域において実施する。区画の整備として、汚染された土壌、瓦礫等の廃棄物を撤収し、地形を整え、植物を植えることが考えられる。

(3)　市民参加計画

建設期間及び事業終了時において、それぞれの流域において市民参加の協議を実施する計画を提示する。

- 工事前：事業内容および事業がもたらす便益について、事業対象地の住民に対して説明するためのワークショップの開催。公共スペースに事業の概要・期間・目的・便益等に関する資料を掲示。
- 工事期間：工事の進捗状況の公表。工事期間中に発生する住民からの苦情への対応。その対応は事前に住民との間でコンセンサスをとる必要あり。
- 工事終了時：工事終了を通知するためのワークショップ。住民への建設物の引渡し。

4.9.6 環境影響管理対策予算

上記で提案した環境影響緩管理対策実施に必要な直接コストは各流域について以下の通りである。

表-4.9.6-1　環境影響管理対策直接コスト

内容	単位	数量	単価(S/.)	小計(S/.)	合計(s/.)
工事車両入口の標識設置	1ヶ月	6	S/. 1,400.0	S/. 8,400.0	S/. 8,400.0
工業廃棄物の運搬	1ヶ月	6	S/. 4,200.0	S/. 25,200.0	S/. 25,200.0
事業対象地の景観保護対策	1ヶ月	6	S/. 2,800.0	S/. 16,800.0	S/. 16,800.0
工事機器の維持管理	1ヶ月	6	S/. 1,960.0	S/. 11,760.0	S/. 11,760.0
工事従事者への騒音対策	1ヶ月	6	S/. 1,120.0	S/. 6,720.0	S/. 6,720.0
環境影響緩和対策実施に必要な運営費	1ヶ月	6	S/. 4,480.0	S/. 26,880.0	S/. 26,880.0
土壌・大気汚染予防のための能力育成	1ヶ月	6	S/. 2,520.0	S/. 15,120.0	S/. 15,120.0
河床状況及び水中生物のモニタリング					S/. 11,239.2
多様性指標モニタリング	回	3	S/. 672.0	S/. 2,016.0	
水量モニタリング	回	3	S/. 588.0	S/. 1,764.0	
Tº, pH, OD モニタリング	回	3	S/. 571.2	S/. 1,713.6	
DBO モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総溶解固形分(TDS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
総浮遊物質(TSS)モニタリング	回	3	S/. 638.4	S/. 1,915.2	
大気質・騒音モニタリング					S/. 37,500.0
排出ガスモニタリング	回	3	S/. 4,500.0	S/. 13,500.0	
粉塵モニタリング	回	3	S/. 5,000.0	S/. 15,000.0	
騒音モニタリング	回	3	S/. 3,000.0	S/. 9,000.0	
合計					S/. 159,619.2

出典：JICA 調査団

4.9.7　結論と提言

(1)　結論

EAP の結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価されている。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。

また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

(2)　提言

1）建設工事の時期については乾期に合わせて事業を開始することが好ましい。チラ川カニェテ川およびマヘス-カマナ川は年間を通して水がある河川である（水量の増減あり）のに対してチンチャ川（チコ川、マタヘンテ川）、ピスコ川、ヤウカ川においては増水期と渇水期があることを考慮に入れる必要がある。

また、事業実施対象地の多くが農地の付近に位置するため、各流域における農業のサイクルを考慮したうえで事業を実施する必要がある。それにより、農業機器や農作物の運搬などを行う住民生活への影響を最小限に抑えることができる。

2）生態系への影響についてはチラ川には、フラミンゴが少数ではあるが毎年 11 月～3 月（チ

ラ川の増水期）に飛来する。フラミンゴの飛来時期を避けて工事を実施することにより、フラミンゴの生態への影響を緩和することができる。

3）用地問題については事業対象地域の河川区域が明確にされていない場合には、以下の対応をとる。FS 調査終了後直ちに事業実施主体である農業省 DGIH は、①河川区域を明確にし、②用地取得の対象となる土地及びそこを利用する人の特定化をする必要がある。その後、「用地取得基本法」で規定されているプロセスを実施し、用地取得を行う。また、特定された土地がコミュニティーの土地である場合には、住民との協議により合意を形成する必要がある。

4）文化遺産保全に係る手続きについては DGIH はＦＳ調査終了後直ちに CIRA 取得に必要な手続きを行うことにより、事業開始時までに CIRA を取得する必要がある。

5）ジェンダー配慮については流域において女性が置かれている概況より、水利組合の会合への女性の参加はある程度確保されているが、能力強化等のワークショップへの参加は少ない。したがって、本事業に含まれる防災教育・能力強化コンポーネントにおいては、女性の参加を促進するような配慮が必要である。例えば、全ての流域において、女性組織の存在が確認されていることを踏まえ、ワークショップ開催の通達は既存の女性組織を通じて行うことができるだろう。また、開催時間についても出来る限り多くの女性が参加できる時間を調査し、それにあった時間設定をするといった配慮が考えられる。

6）最後に、DGIH が環境承認取得に向けて今後とるべき手段を示す。2011 年 4 月現在、農業省 DGAA が 5 流域の初期環境評価（EAP）報告書を審査している。この審査により事業のカテゴリー分類がされる。カテゴリーI に分類された場合には、環境承認が発行される。カテゴリーII もしくは III に分類された場合には、DGAA の指示に応じて EIA-sd あるいは EIA-d を、実施し、環境承認を F/S 段階終了時までに取得する。

4.10　実施計画

プロジェクトの実施計画では、①投資前段階のﾌﾟﾚＦＳおよび FS 調査の完成及び SNIP 承認、②L/A 締結、投資中の③コンサルタント選定、④コンサルティングサービス（詳細設計、技術仕様書作成）、⑤建設業者の選定、⑥建設工事、及び投資後の⑦工事完成と水利組合への引渡し時期、O&M の着手について概略のスケジュールを検討する。

（1）　公共投資審査 (SNIP)

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム（**S**istema **N**acional de **I**nversión **P**ública、以下SNIPと称す）が法律（Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01）に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIP では、ペルフィル調査（事業の概略調査）、プレ F/S、F/S という 3 段階の投資前調査の中から事業の規模等に応じて必要な投資前調査が決定される。SNIP は、法律第 27293 号（2000 年 6 月 28 日発布）により制定され、公共投資事業に使われる公共資源の効果的な使用を目指すため、中央政府/地方政府等が立案・実施する公共投資計画・事業の遵守すべき原則、プロセス、方法、および技術上の規則を定めたものである。

SNIP では、以下に示すとおり、全ての公共事業に対して投資総額に応じて 3 段階の投資前調査（ペルフィル（以下、ペルフィルまたは Perfil）、プレ F/S または PreF/S、F/S）の作成と承認を義務づけている。ただし 2011 年 4 月に法律の改訂があり（Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01Anexo SNIP 07）、中間段階の PreF/S 調査は不要になったが、Perfil 調査において一次情報に基づく調査が要求されており、改訂の前後で調査段階全体を通じての必要調査精度には殆ど変化がない。

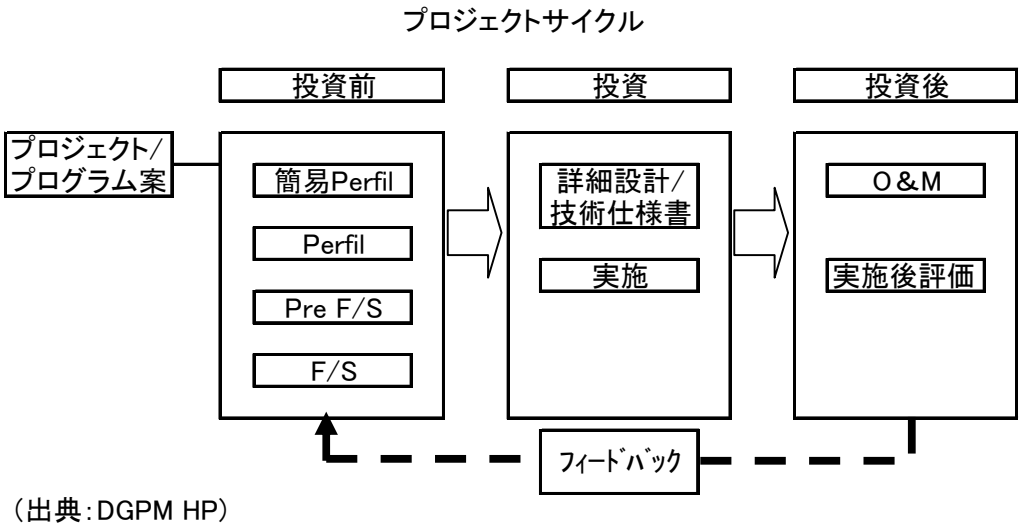


図-4.10-1　SNIP プロジェクトサイクル

また、本件業務のような複数のプロジェクトにより構成される事業を進めるためには、プログラムレベルでの投資前調査の作成と承認が求められる。

各段階でのプロセスは若干異なるものの、SNIP 手続きでは、案件形成機関（以下、「UF」）が各段階の調査を実施し、計画・投資室（以下、「OPI」）が UF から提出された各調査を評価、承認し、公的部門多年度計画局（以下、「DGPM」に対し、F/S 承認、及び次の調査に進むことにつき承認を依頼する。そして、最終的に DGPM が公共投資の妥当性について評価、判断、承認することとなる。

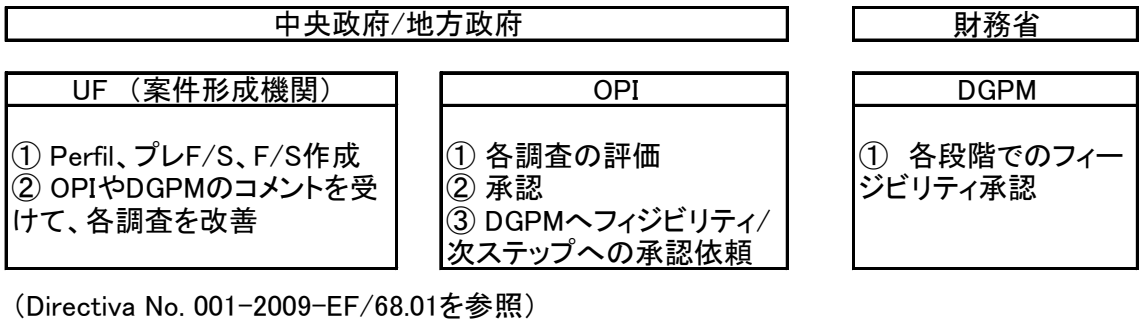


図-4.10-2　SNIP の関連組織

審査部局（OPI・DGPM）から UF へのコメントに対し、UF は回答を用意し各調査を改善する必要がある。審査部局は最終的な回答を得てから正式な申請として受け付けるために、調査報告書の完成から審査修了までは、数ヶ月を要することも多い。

SNIP 審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点はもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法など SNIP の指定に従うほか、作成する報告書は SNIP の定める目次に準拠する。

JICA 調査団の作成した 5 流域（チラ、カニェテ、チンチャ、ピスコ、ヤウカ）のプレ F/S レベルのプロジェクトレポート（流域別）に基づき DGIH は 7 月 21 日にヤウカ川を除く 4 流域について SNIP に登録した。ヤウカ川については経済効果が低いので DGIH の判断で登録をしていない。またマヘス - カマナ川については 2012 年 1 月 9 日に SNIP に登録した。

4 流域（チラ、カニェテ、チンチャ、ピスコ）のプレ F/S レベルのプロジェクトレポート（流域別）の審査は OPI により 7 月下旬より行われ 9 月 9 日にコメントが出された。このコメントに対する報告書の修正および OPI との協議が継続中である。なおチラ川流域はプロジェクトの内容にに変更があり、経済効果が低下した為に F/S 対象流域から除外された。
2012 年 1 月 9 日に SNIP に登録されたマヘス-カマナ川プロジェクトレポートに関する OPI コメントは出されていない。

(2)　円借款契約

本プロジェクトの FS 報告書提出後に OPI および DGPI による SNIP 審査を経て、事業実施の承認を得た後、JICA よりアプレイザルミッションが派遣され、円借款の契約協議が開始される。円借款契約交渉が合意に達すれば、Loan Agreement(LA)が締結される。円借款契約交渉手続きに 9 ヶ月程度の期間を想定する。

(3)　プロジェクト実施工程

SNIP 審査を通過し、ペルー国と日本側（JICA）との L/A 締結が行われた後、コンサルタントが選定される。コンサルティングサービスは、詳細設計と技術仕様書作成、建設業者選定及び工事中の施工管理である。想定した各工程の所要期間以下のとおりである。全体工事工程を表-4.10-1 に示す。

L/A の締結が行われた後、コンサルタントが選定される。コンサルティングサービスは、詳細設計と技術仕様書作成、建設業者選定のアシスト及び工事中の施工管理である。想定した各工程の所要期間以下のとおりである。全体工事工程を表-4.10-1 に示す。

1)コンサルタント選定 3 ヶ月、

2)コンサルタントによる詳細設計、技術仕様書作成の作成 6 ヶ月

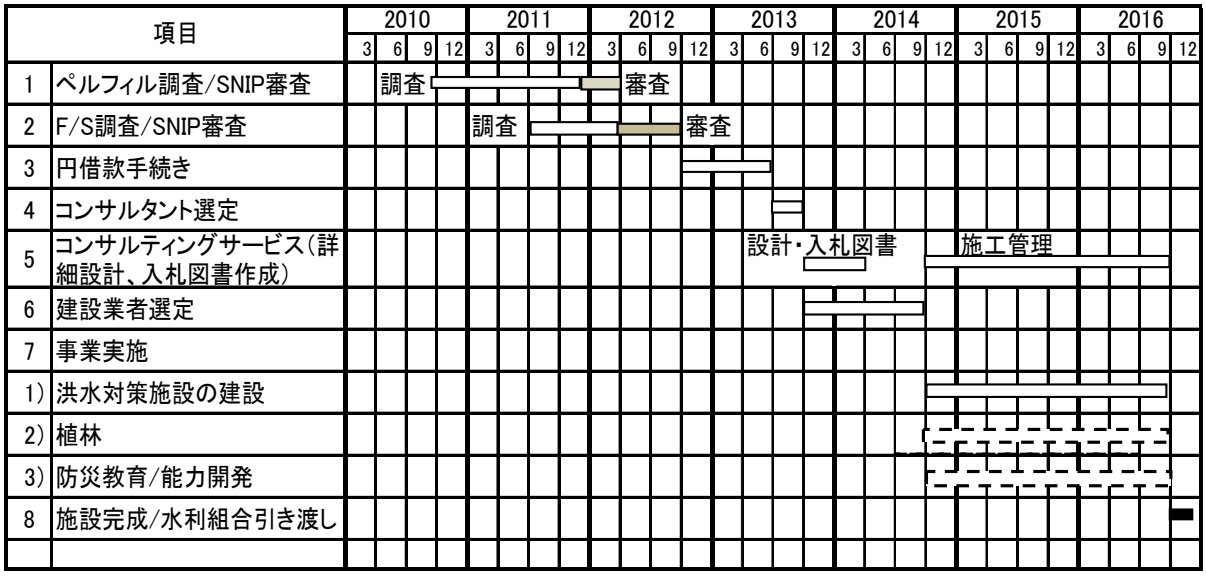
3）建設業者選定 12 ヶ月

4）コンサルタントによる 河川施設および河川構造物沿いの植林の施工管理期間を 2 年。

5）河川施設および河川構造物沿いの植林は河川施設と並行して実施する。

6）　防災教育/能力強化は河川施設工事と並行して同時期に実施する。

表-4.10-1　実施計画



4.11　組織と管理

(1) 実施組織の概要

本プロジェクトの実施と管理に関係するペルー国機関は、農業省、経済財政省及び水利組合であり、各機関の役割は以下のとおりである。

農業省(MINAG)

- プログラム実施の責任官庁は、農業省（MINAG）であり、プログラムの技術的な管理は水インフラ総局(DGIH)が担当する。水インフラ総局(DGIH)は投資前段階の調査段階において投資プログラムの調整、管理、監督を行う。
- 投資段階の建設段階においては農業省の PSI(Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura, 農業省灌漑サブセクタープログラム ）が、プロジェクトコストの算定、詳細設計、工事実施に対する監理を行う。
- 農業省の計画投資室(OPI)は、水インフラ総局(DGIH)のプロジェクトの投資前段階におけるプレＦＳ及びＦＳ審査に関する責任部局であり、経済財政省（ＭＥＦ）の公的部門多年度計画局(DGPM)へ承認申請を行う。
- 農業省の総合管理局(OGA-MINAG)は財務省の公的債務部（National Debt Public (DNEP)）と財務管理を行う。また、農業省の入札、工事発注、契約、調達等の予算執行を行う。
- 環境総局(DGAA)は、投資段階において EIA の審査、承認を行う。

経済財政省(MEF)

- 公的多年度計画局(DGPM)は、FS の承認を行う。また、円借款ローン契約の条件確認と承認を行う。また、投資段階においては、プロジェクト実施前に技術的なコメントを出す。
- また、財務管理は、財務省の公的債務部（National Debt Public (DNEP)）と農業省の総合事務所 (OGA-MINAG)が担当する。
- 経済財政省の公的債務部(DNEP)は、投資段階及び投資後の運営段階において支出の管理を行う。

水利組合

- 投資後の運営段階において施設の維持管理を行う。

プロジェクト実施における関係機関の関係を図-4.11-1 及び図-4.11-2 に示す。

本プロジェクトにおいては、投資段階すなわちプロジェクト実施段階は農業省の組織である PSI が担当することになっている。PSI では、JBIC プロジェクト等を実施しており、新たなプロジェクトを実施する場合、そのプロジェクトを管理する組織（Project Management Unit （PMU））を組織し、コンサルタントの選定や工事発注、施工管理等を実施することになっている。下図にプロジェクト実施段階の各関係機関の構成を示す。

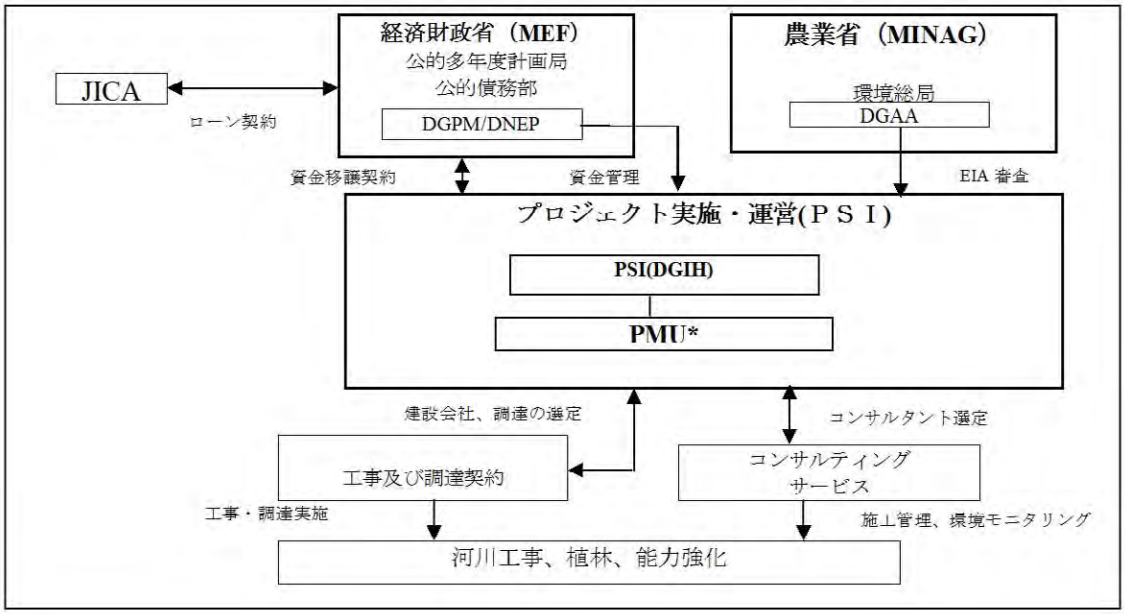


図-4.11-1　プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)

投資後の段階においては、施設の維持管理とローンの返済が主な活動となるが、施設の維持管理は水利組合が実施することになっている。また水利組合は施設建設の負担金をローンで返済することになっている。プロジェクト実施後における関係機関の関係を下図に示す。

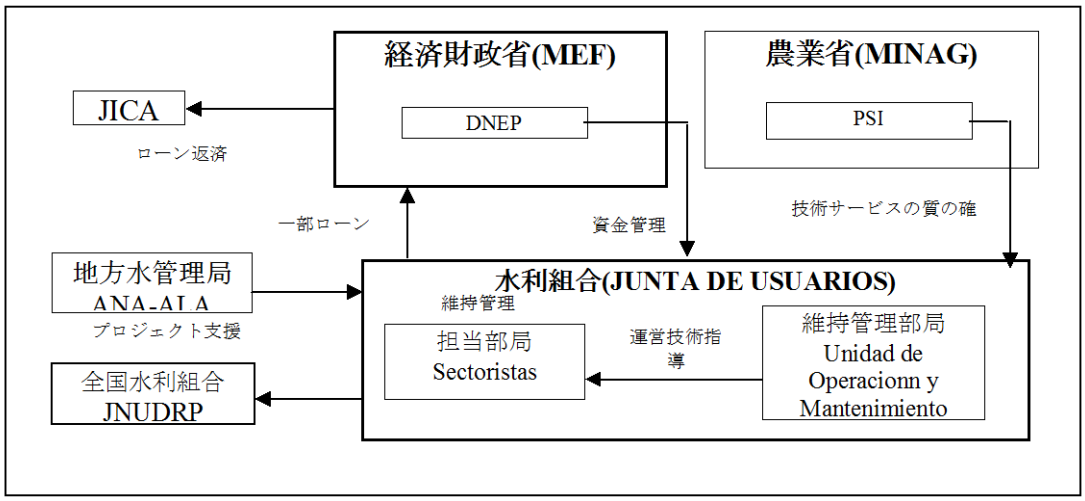


図-4.11-2　プロジェクト実施の関係機関（投資後：運営維持管理段階）

(2)　DGIH

1）役割及び機能

国家水政策や国家環境政策に沿って、水関連施設の開発促進を目的として政策、戦略及び計画を策定することである。

水関連インフラ開発には、調査、建設、運用、維持管理、建設リスク管理、開発、ダムの改造、取水、小水路、用水路、排水路、メーター、ソケット、地下水取水井戸及び灌漑の近代化等が含まれる、

2)主な所掌

a. 水インフラ開発に対して､計画及び予算事務所と調整して水インフラの開発に関する管理及び部門　政策を提案することと、水インフラ開発に関して、部門政策の実施をモニタリングし評価する。
b. 部門政策の一部分として政府や州、地方が関与する基準を提案する。
c. 水インフラ施設の必要性を確認するとともに優先付けをする。
d. 概略の水インフラ施設への公共投資のレベルで開発プロジェクトの開発及び推進を行う。
e. 水インフラ整備の実施に関する技術基準を整備する。
f. 水インフラの技術開発を促進する。
g. 水インフラ設備の維持管理に関する技術基準を整備する。

(3)　PSI

1) 役割

灌漑サブセクターPROGRAM － PSI は、投資プロジェクトの実施を担当する。プロジェクト実施にあたってはプロジェクト毎にプロジェクトマネジメントユニットが創設される。

2) 主な所掌

a. PSI は、農業省の内部組織であるが、運営と財政的に独立した組織であり、プロジェクト参加組織の調整、管理、運営に責任があり、投資プロジェクトの目的や目標を達成することを目的としている。
b. 同様に、JICA のような海外の援助組織の融資に対しても支出などの調整を行う。

c. PSI の計画財務部において、業務発注や調達、投資プログラムの作成やプロジェクト実施計画を策定する。これらのプロジェクトの準備のための作業はインハウスコンサルタント雇用し実施される。

d. 同様に、コントラクターを召集し入札、工事、調達等のプロジェクトの実施を行う。

e. 契約管理は計画財務部が実施する。

3) 予算

2011 年の PSI の予算を表-4.11-1 に示す。

表-4.11-1　PSI の予算（2011 年）

Programs / Projects / Activities	PIM (S/.)
JBIC Program (Loan Agreement EP-P31)	69,417,953
Program - PSI Sierra (Loan Agreement 7878-PE)	7,756,000
Works by direct administration	1,730,793
South Earthquake Recostruction Works - FORSUR	228,077
Crop Conversion Project - ARTRA	132,866
Modern irrigation program - PRT	1,851,330
Activity - 1.113819 Smallholders ...	783,000
Program Management of PSI (Current Expenditure)	7,280,005
TOTAL	**89,180,024**

4) 組織

PSI は 235 名の職員で構成されており、JBIC プロジェクトに対しては 14 名が専属で活動しており、その下に 29 名の技術者やアシスタントが活動している。

表-4.11-2　PSI の職員数

CENTRAL UNIT LEVEL	Data from 31 May 2011		
	CAS	**Servic. y Consult.**	**TOTAL**
Central Office	61	43	104
Zonal Office LIMA	12	24	36
Zonal Office AREQUIPA	14	12	26
Zonal Office CHICLAYO	17	13	30
Zonal Office TRUJILLO	13	26	39
TOTAL	**117**	**118**	**235**

PSI の組織を図-4.11-3 に示す。

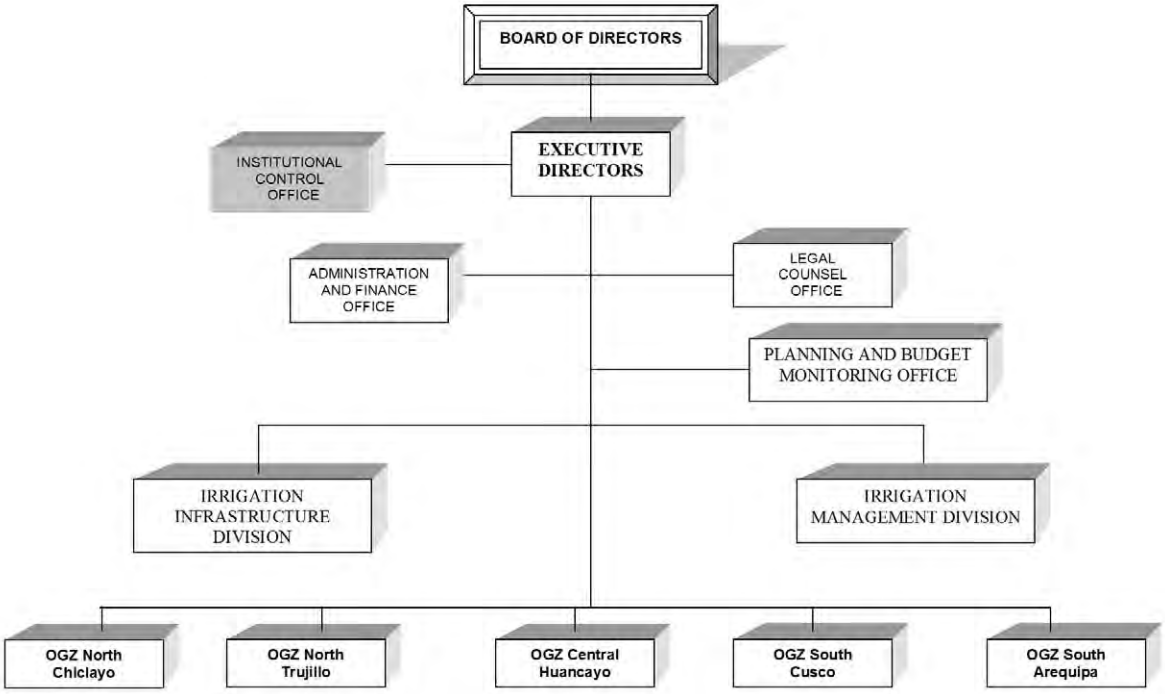


図-4.11-3　PSI の組織

4.12　最終選定案の論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-4.12-1 に示すとおりである。

表-4.12-1　最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減、	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
渓谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関
結果			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、道路損壊の回避、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止、ポエチョスダムの安全確保	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、道路損箇所および頻度、河岸侵食の状況、ダム下流の侵食状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA.：構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善、道路の損壊防止、ダムの安全確保施設等28の構造物対策	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.：非構造物対策			
B−1 植林・植生回復	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントやNGOの支援,対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
B−2　洪水予警報	機器据付状況、操作状況、予報・警報の回数、情報の伝達状況	工事進捗報告書、担当官庁や住民によるモニタリング	機器の正常な作動および操作、担当者の良好な訓練、連絡・広報活動、機器やソフトウエアの維持・管理
コンポーネントC：.防災教育・能力開発	講習会、実習、訓練、ワークショップなどの回数	実施報告書，地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルやNGOによる指導
プロジェクト実施管理			
プロジェクトマネージメント	詳細設計、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費積算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被益住民の参加

4.13　中・長期計画

前節までには本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も遂次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を検討する。

4.13.1 全体治水計画

流域全体を対象とした場合の治水方式としてダム案、遊水地案、堤防案およびこれ等の組み合わせ案などがある。

ダム案については仮に 50 年確率洪水流量をダムによりピークカットして 10 年確率洪水流量まで低下させるとしてダムの必要貯水量を概算するとカニェテ川 14.6 百万m3、チンチャ川 4.4 百万m3、ピスコ川 5.8 百万m3、ヤウカ川 3.7 百万m3、マヘス-カマナ川 48.6 百万m3 と非常に大きくなる。扇状地の上流は一般に渓谷状をなし、ダムサイトの適地も少ないので容量を確保するためにはダム高の大きなダムが必要となり、巨額の事業費が必要となる（一基数百億円＝数ビリオンソーレス以上）。またダムサイトの適地調査、測量、地質調査、材料調査、概略設計などに 3～5 年は必要となり、周辺環境に及ぼす影響も甚大である。したがって今回の調査でダム案を検討の対象とすることは困難である。

遊水地案についても上記ダム案に示したように、大きな治水容量を必要とし、扇状地出口下流の河川沿いの低平地は殆ど農地として使用されていて適地がなく、今回の調査では検討の対象とすることは困難である。

従って実現性が高いと思われる堤防方式について検討する。

（1）河道計画

1）流下能力

河川の縦断および横断測量の結果に基づき現河道の流下能力を算定した。その結果は各河川について 3.1.10, 図-3.1.10-3～3.1.10-10 に示すとおりである。

2）氾濫特性

各河川について氾濫解析を行った。確率 50 年洪水流量に対する氾濫状況は 3.1.10, 図-3.1.10-9～3.1.10-14 に示す通りとなる。各河川の氾濫特性は表-4.13.1-1 に示す通りである。

表-4.13.1-1 各河川の氾濫特性

河川名		氾濫特性
チラ川		全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がる。
カニェテ川		河口より 10km より上流では、流下能力不足により氾濫するものの、河道周辺の農地への影響にとどまる。しかし、10km より下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなる。
チンチャ川	チコ川	河口より 15km 及び 4km 付近で氾濫し、左岸側に氾濫流が大きく広がる。
	マタヘンテ川	河口より 10km 及び 4km 付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる。
ピスコ川		河口より 7km より上流では、流下能力不足により河道周辺に氾濫するが氾濫流が広がることはない。しかし、7km より下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。
ヤウカ川		河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。
マヘスーカマナ川		流下能力が不足している区間が点在する。特に河口より左岸側 4km 付近、55km 付近及び右岸側 62km 付近より氾濫が農地に広がっている。

3）計画高水位および堤防標準断面

計画高水位は計画対象洪水の確率 50 年洪水が流下する時の水位とし、堤防標準断面は 4.5.1、(5)、1)　に示す通りとする。表-13.1.1-2 には各確率洪水流量の計算水位についてカニェテ川の例を示す（その他の河川については Annex-4 を参照）。

4）堤防法線

現況の堤防整備状況等を踏まえて、堤防法線を設定した。基本的には、流下能力の増加と遊水効果を得るためにできるだけ広く川幅を設定した。図-4.13.1-1 に一般河道部と現河道の川幅が広い部分の法線の定め方を模式的に示している。一般部では堤防天端を確率 50 年洪水流下時の水位＋余裕高とし、川幅の広い部分では堤防を 2 重にして内側の堤防法線は上下流の一般部と連続する法線を保ち、天端高を確率 50 年洪水流下水位とし、外側の堤防天端高は確率 50 年洪水流下時の水位＋余裕高として内側堤防越流時には貯砂効果と遊水効果を持たせた。

表-4.13.1-2　各確率洪水流下時の水位と現況堤防との関係（カニェテ川の例）

距離標	現況堤防高		計 算 水 位			
	左岸	右岸	1/5	1/10	1/25	1/50
0.0	3.04	2.42	2.6	3.0	3.5	3.9
0.5	10.85	6.43	4.7	5.4	6.1	6.7
1.0	19.26	15.46	10.2	10.7	11.2	11.7
1.5	23.14	22.02	17.5	17.9	18.3	18.5
2.0	28.54	24.14	23.4	23.8	24.2	24.5
2.5	29.77	30.43	29.3	29.6	30.1	30.4
3.0	39.57	36.32	34.9	35.4	36.0	36.5
3.5	44.29	41.17	39.6	40.3	41.0	41.5
4.0	50.87	44.51	44.1	44.4	45.2	45.9
4.5	50.77	50.90	49.3	50.0	50.8	51.5
5.0	56.72	55.97	54.5	55.1	56.1	56.7
5.5	61.60	62.63	59.3	60.1	60.6	61.3
6.0	67.94	67.29	64.8	65.4	66.0	66.8
6.5	71.98	72.26	70.6	71.1	71.7	72.2
7.0	75.91	77.89	75.9	76.5	77.2	77.9
7.5	84.54	83.93	81.3	81.8	82.6	83.1
8.0	87.14	86.94	87.2	87.8	88.6	89.2
8.5	92.88	94.92	93.0	93.6	94.4	95.1
9.0	97.59	99.58	97.5	98.4	99.2	99.9
9.5	103.52	106.09	103.3	103.9	104.4	104.9
10.0	113.17	112.15	108.0	108.7	109.6	110.2
10.5	115.92	115.66	115.0	115.5	116.2	116.7
11.0	120.02	120.74	120.1	120.6	121.3	121.9
11.5	126.04	125.46	125.6	125.9	126.3	126.6
12.0	133.58	131.61	131.7	132.0	132.3	132.6
12.5	138.25	137.29	137.3	137.7	138.2	138.6
13.0	144.87	144.19	143.6	144.0	144.6	145.0
13.5	151.37	149.50	149.5	150.0	150.6	151.1
14.0	157.25	155.68	155.4	156.0	156.7	157.3
14.5	163.04	162.65	160.8	161.3	162.0	162.7
15.0	169.07	168.02	166.9	167.4	168.0	168.5
15.5	174.33	173.29	172.1	172.6	173.3	173.8
16.0	178.76	179.67	178.3	178.7	179.2	179.6
16.5	189.69	184.90	183.9	184.3	184.7	185.0
17.0	198.92	190.23	190.7	191.2	191.8	192.3
17.5	204.00	196.35	196.1	196.7	197.4	198.0
18.0	208.64	202.64	202.2	202.7	203.2	203.7
18.5	216.02	208.07	207.5	207.9	208.3	208.9
19.0	231.58	214.00	214.2	214.6	214.9	215.2
19.5	234.50	219.81	220.6	220.9	221.3	221.6
20.0	227.59	225.71	226.4	226.8	227.4	227.8
20.5	232.17	231.84	232.1	232.4	232.8	233.2
21.0	239.69	238.14	238.4	238.8	239.3	239.7
21.5	243.75	244.32	244.0	244.5	245.2	245.7
22.0	258.48	248.71	249.5	250.1	250.6	251.1
22.5	261.54	255.90	255.3	255.9	256.3	256.7
23.0	277.79	260.72	261.1	261.7	262.5	263.2
23.5	286.32	266.55	266.2	266.8	267.7	268.3
24.0	293.96	274.25	272.5	273.1	273.7	274.2
24.5	279.29	280.51	278.4	278.8	279.3	279.7
25.0	305.10	286.83	284.3	284.8	285.4	285.9
25.5	310.22	289.46	289.7	290.4	291.2	292.0
26.0	317.26	295.71	295.1	295.9	296.6	297.3
26.5	307.24	302.64	300.5	301.4	302.4	303.3
27.0	307.18	306.25	305.5	306.6	307.6	308.6
27.5	335.69	311.92	310.5	311.2	312.6	313.5
28.0	342.51	321.75	315.2	315.9	316.5	317.2
28.5	323.24	329.22	322.9	324.1	325.5	326.6
29.0	331.04	327.61	328.0	329.0	330.3	331.3
29.5	335.86	332.81	333.4	334.5	335.9	336.9
30.0	340.36	343.00	339.3	340.2	341.2	342.0
30.5	346.28	347.78	346.5	347.4	348.4	349.4
31.0	352.37	355.00	351.6	352.8	354.3	355.5
31.5	363.03	362.32	359.2	360.4	361.9	363.1
32.0	372.35	365.18	365.8	366.5	367.5	368.4
32.5	375.30	373.38	372.4	373.6	375.3	376.7

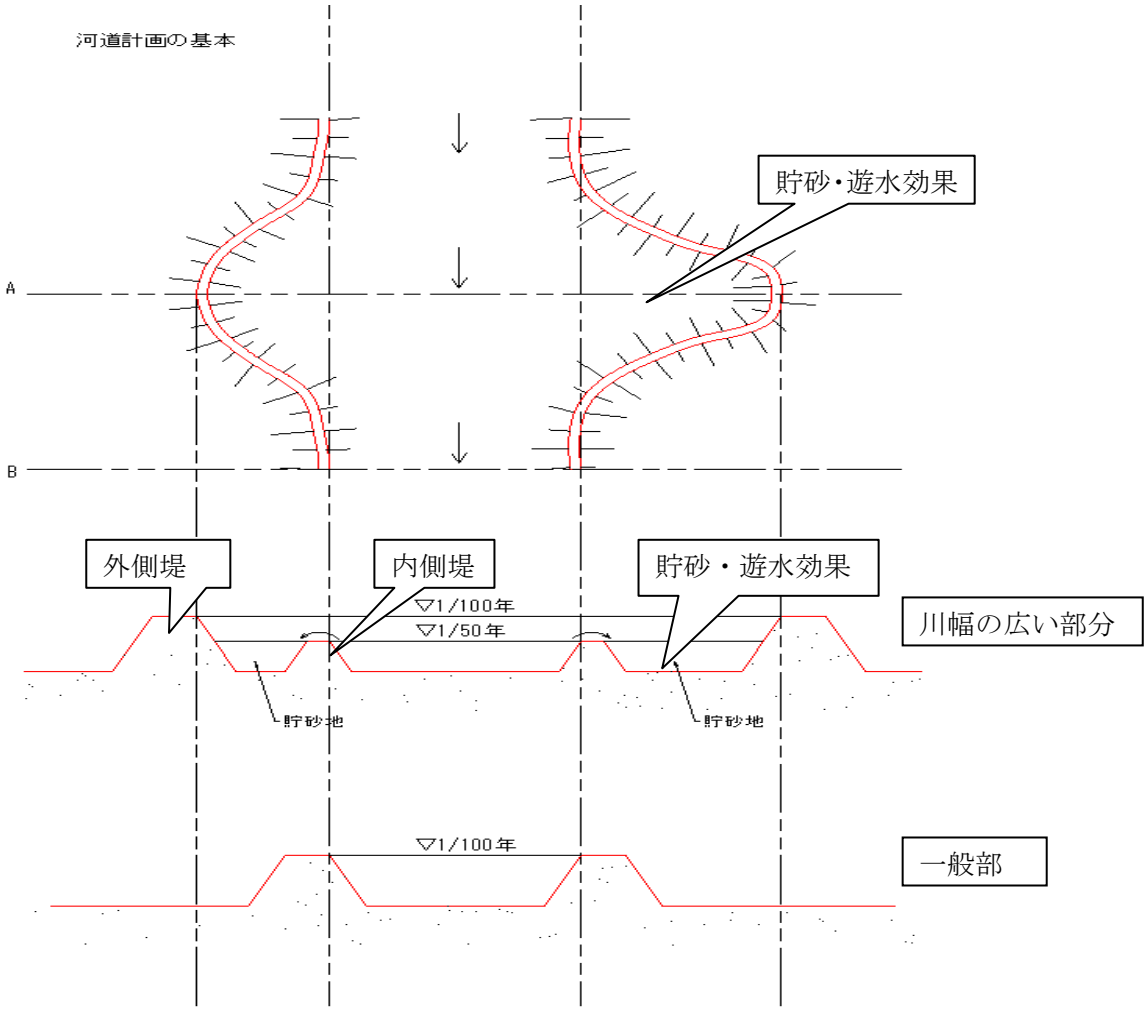


図-4.13.1-1 堤防法線の決定

5）河川の平面および縦断形状

各河川の平面および縦断形状は図-4.13.1-2～4.13.1-7 および図-4.13.1-8～図-4.13.1-14 に示すとおりである。

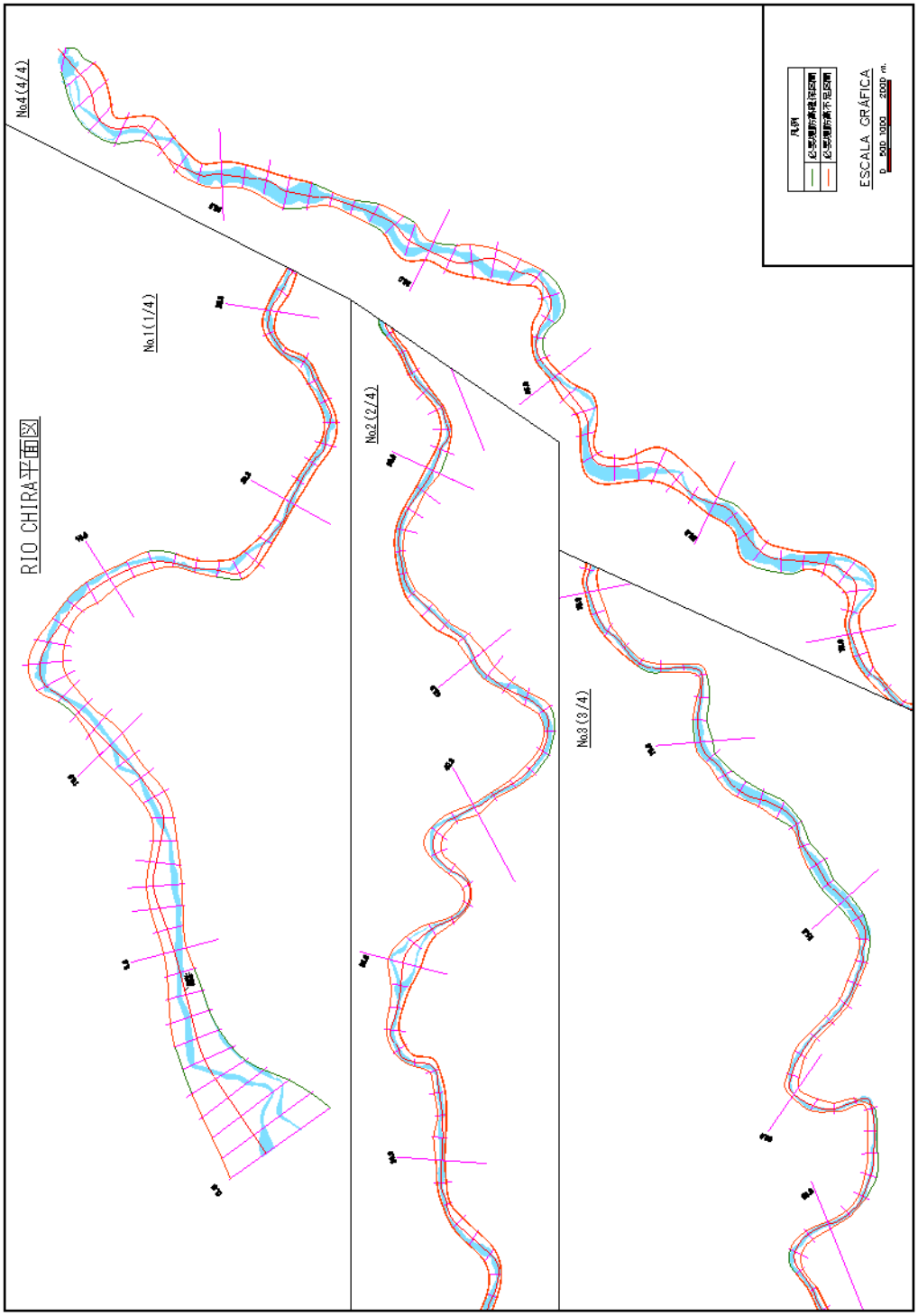


図-4.13.1-2　チラ川平面図

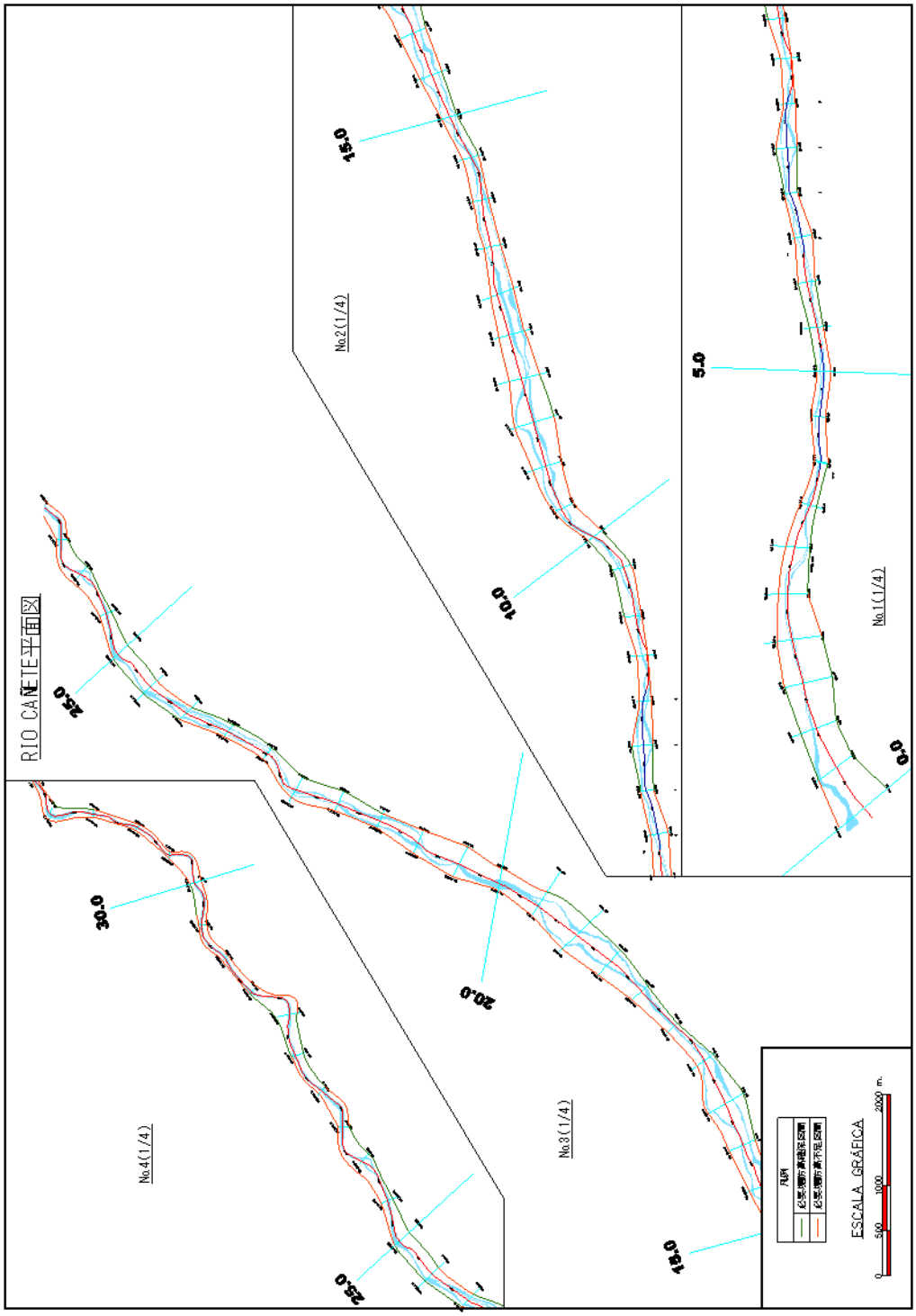


図-4.13.1-3　カニェテ川平面図

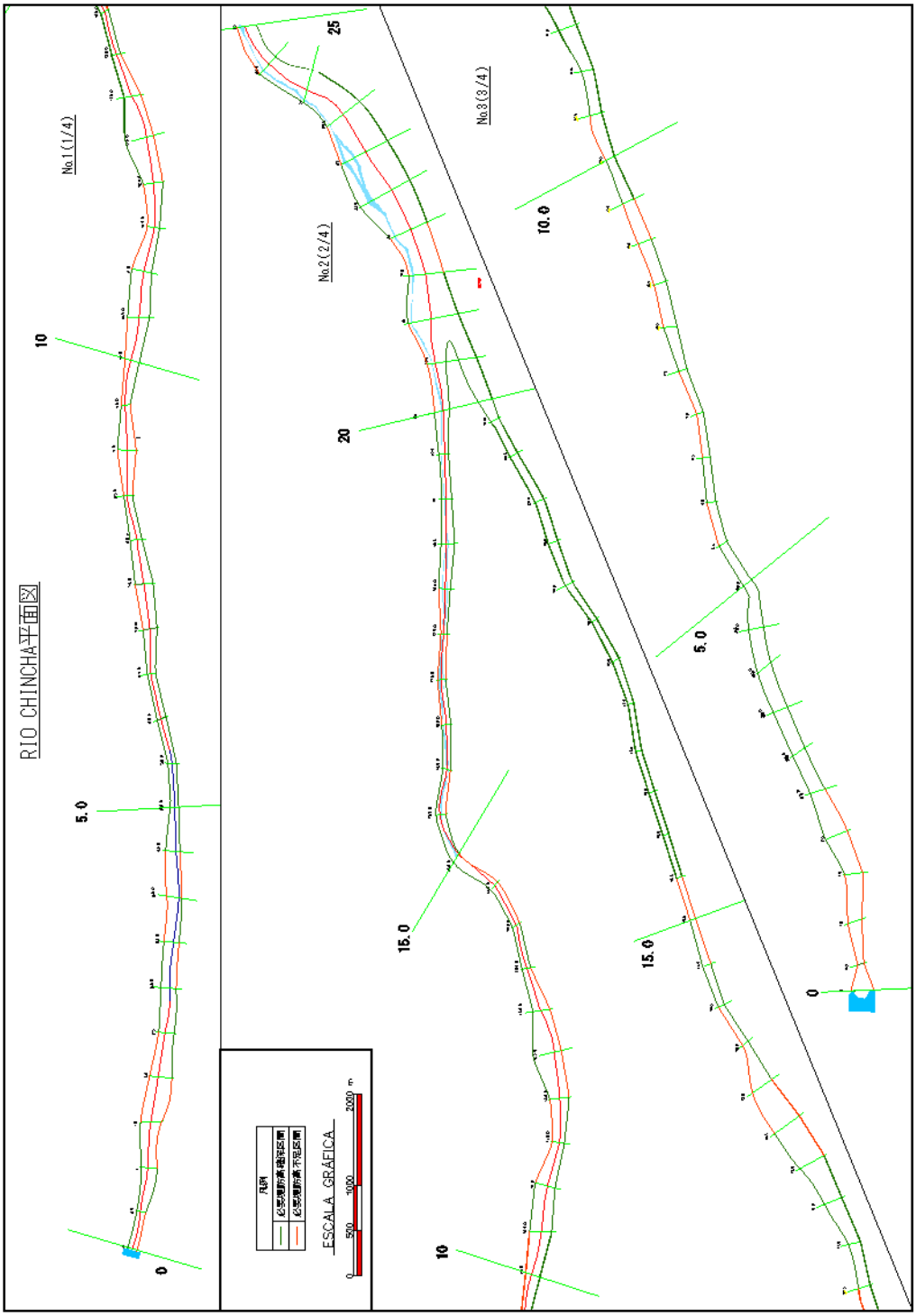


図-4.13.1-4　チンチャ川平面図

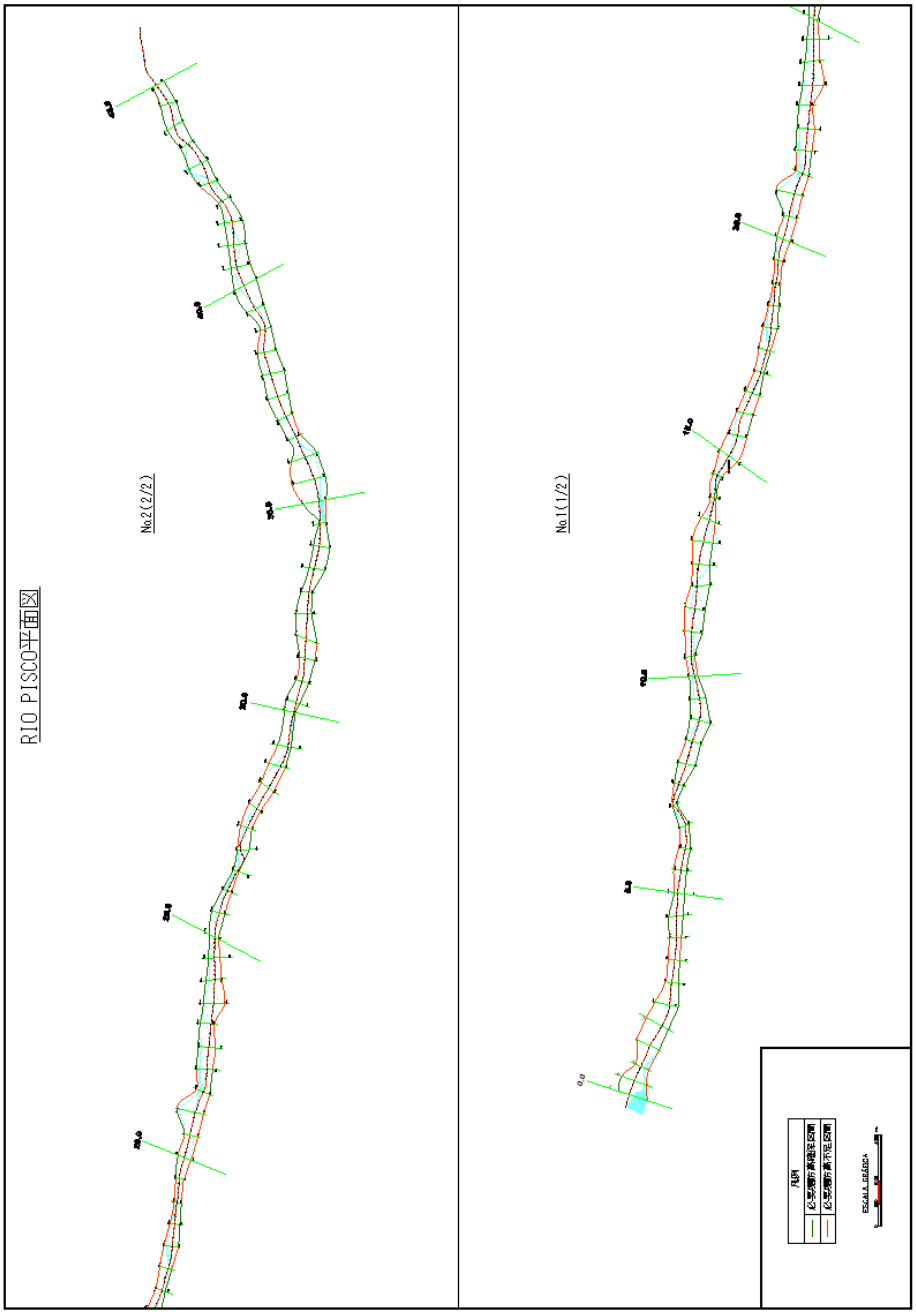


図-4.13.1-5　ピスコ川平面図

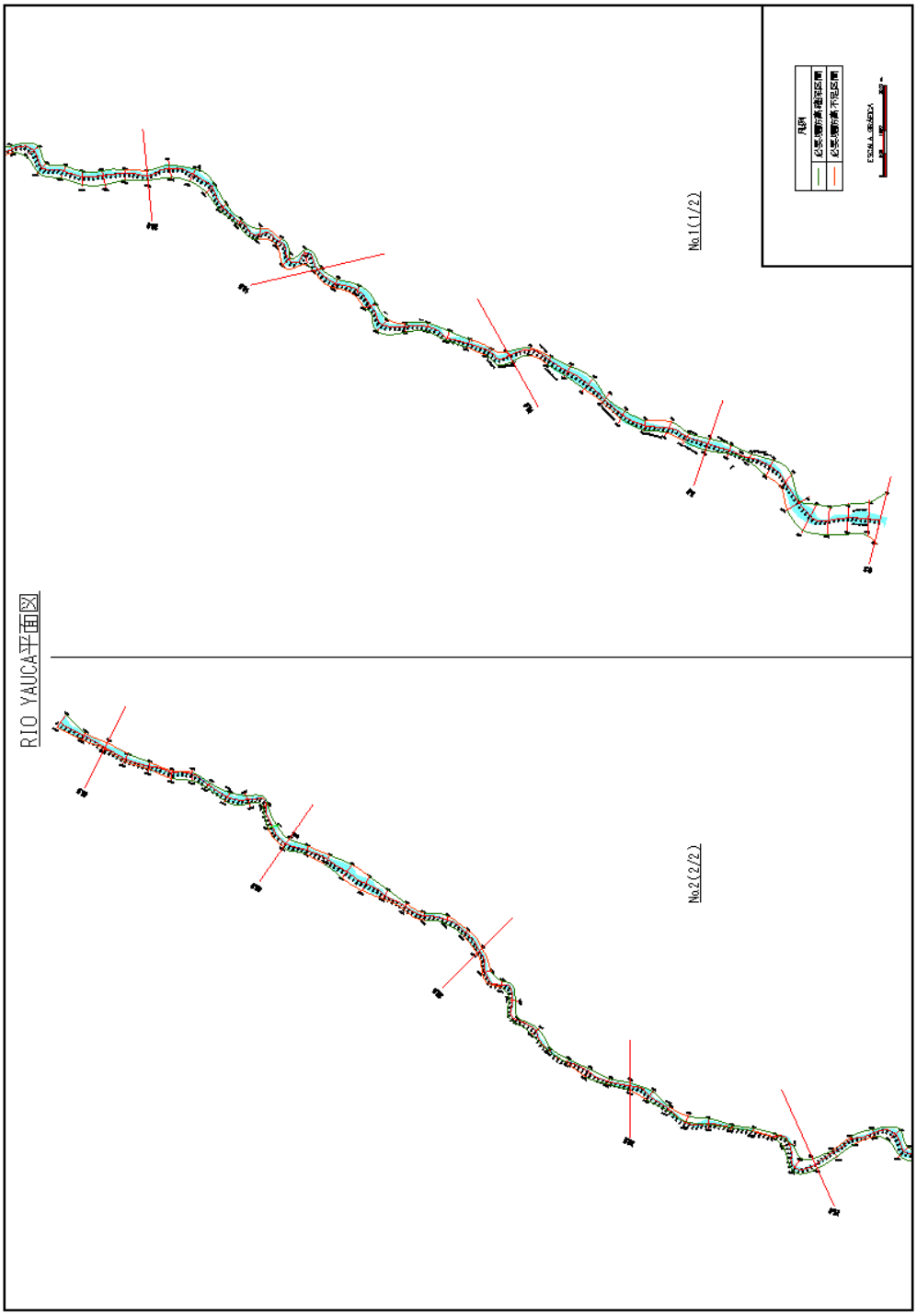


図-4.13.1-6　ヤウカ川平面図

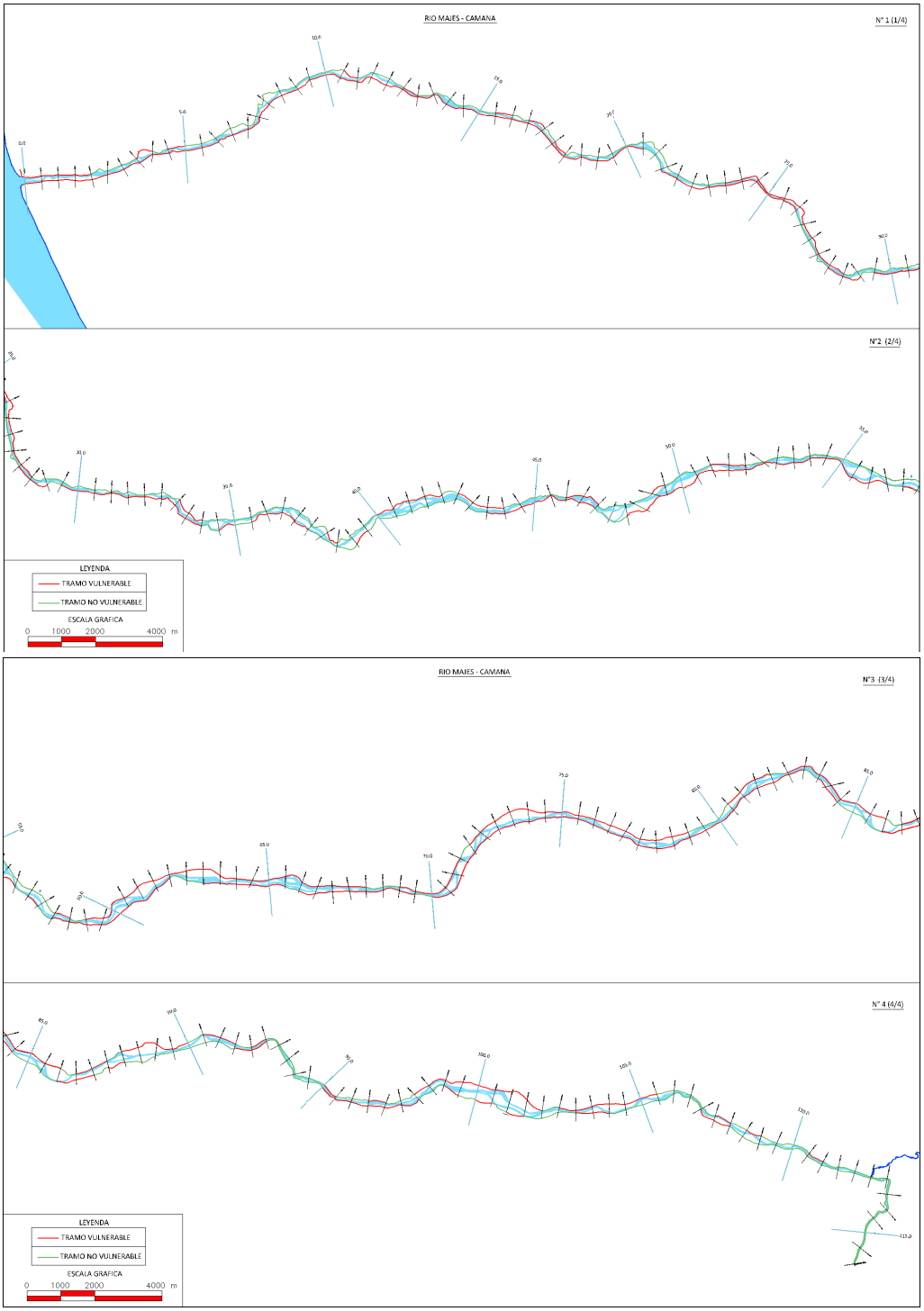


図-4.13.1-7　マヘスーカマナ川平面図

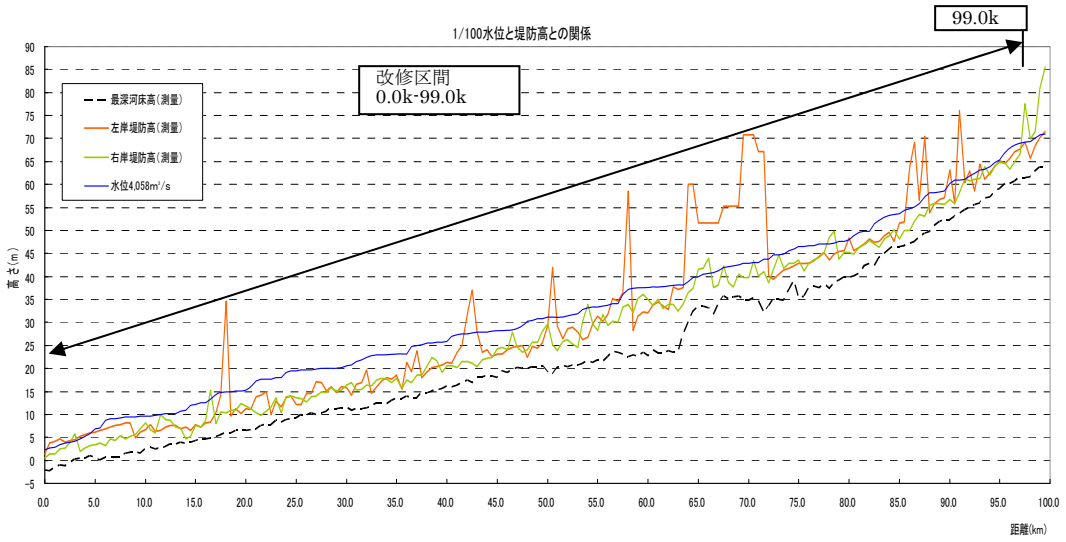


図-4.13.1-8　チラ川縦断図

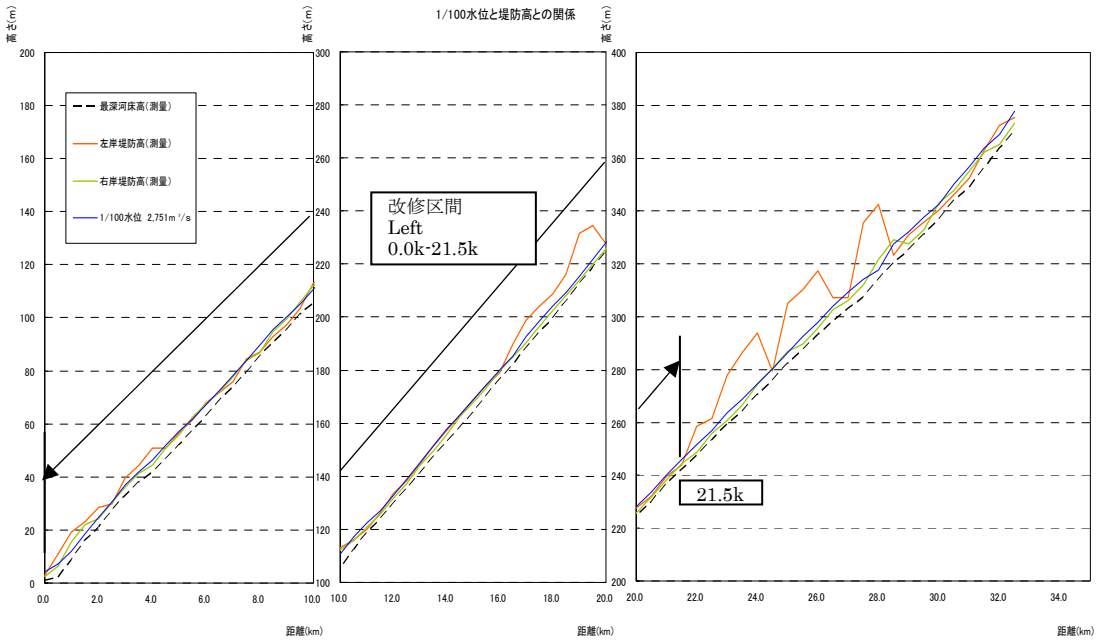


図 4.13.1-9　カニェテ川縦断図

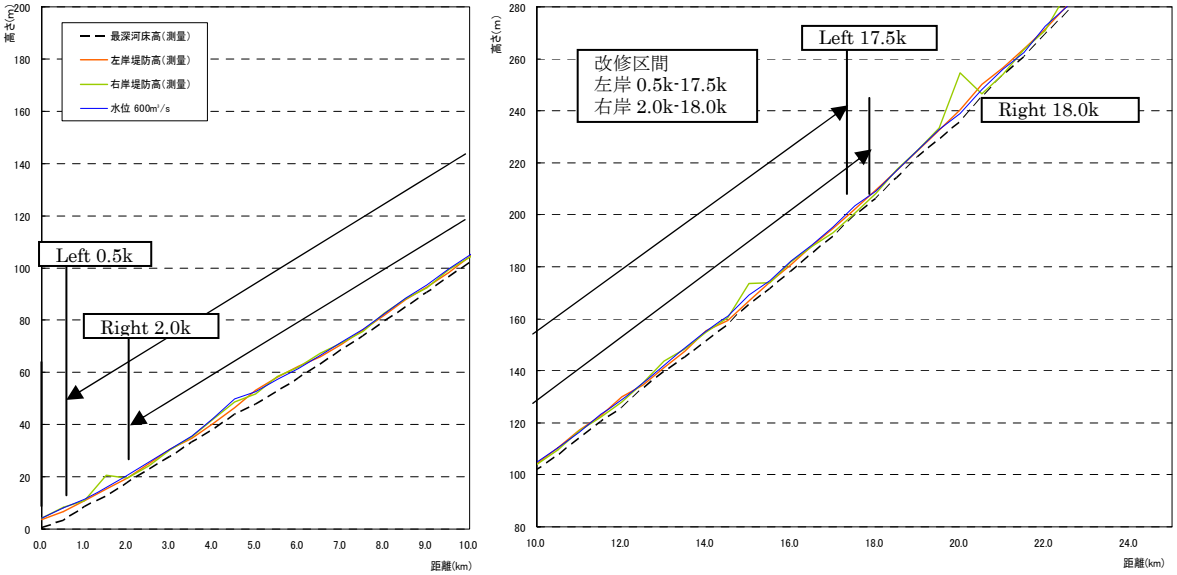


図-4.13.1-10　チンチャーチコ川縦断図

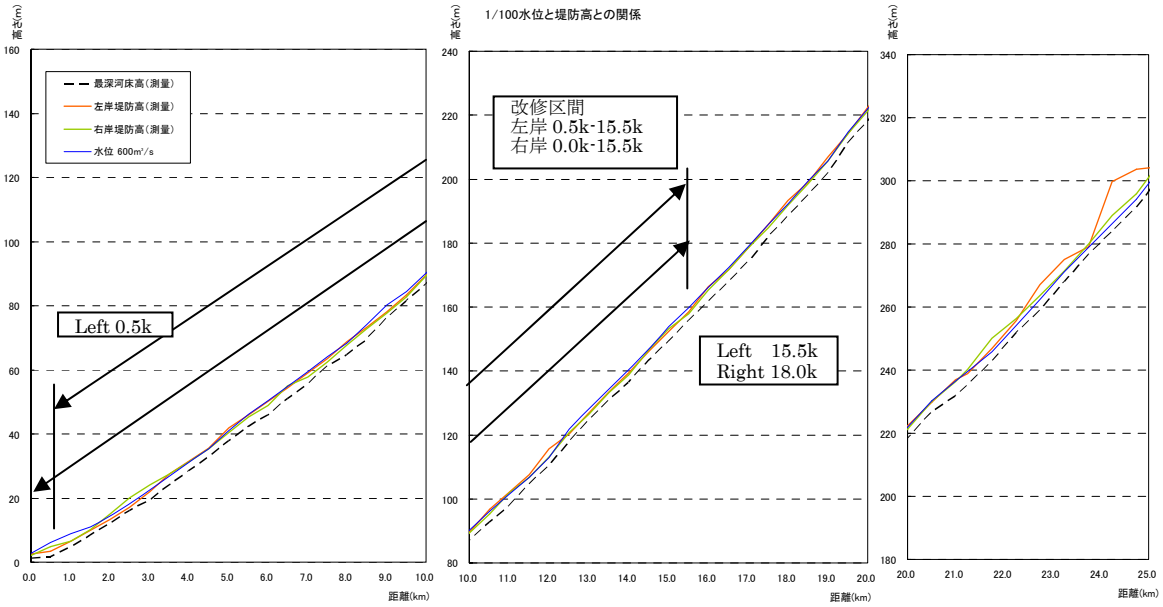


図-4.13.1-11 チンチャーマタヘンテ川縦断図

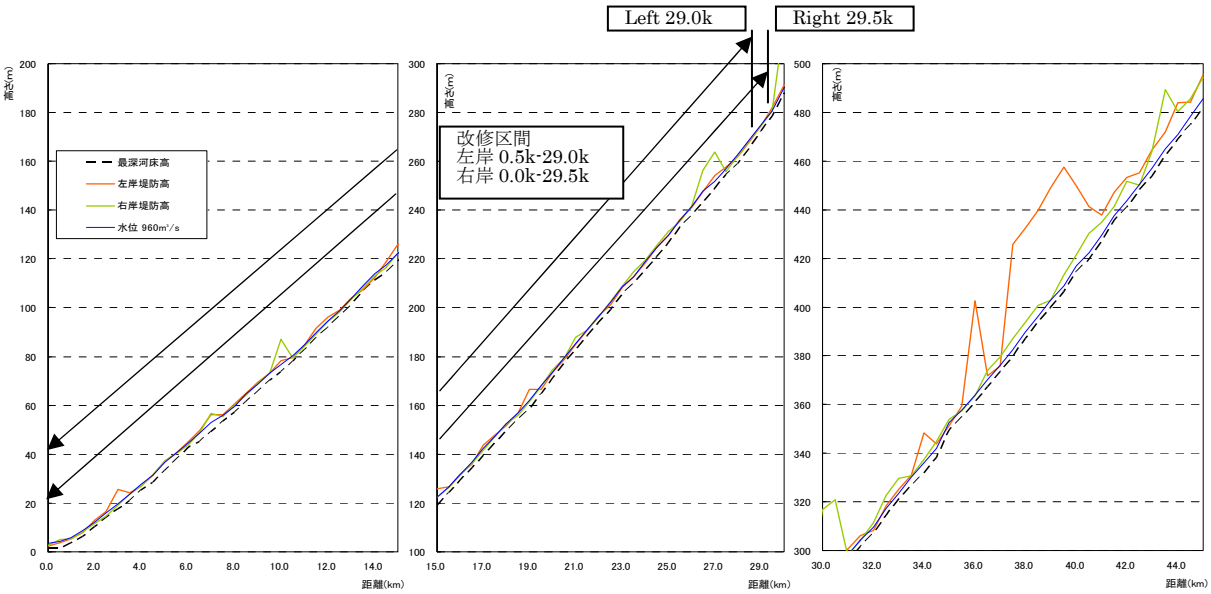


図-4.13.1-12 ピスコ川縦断図

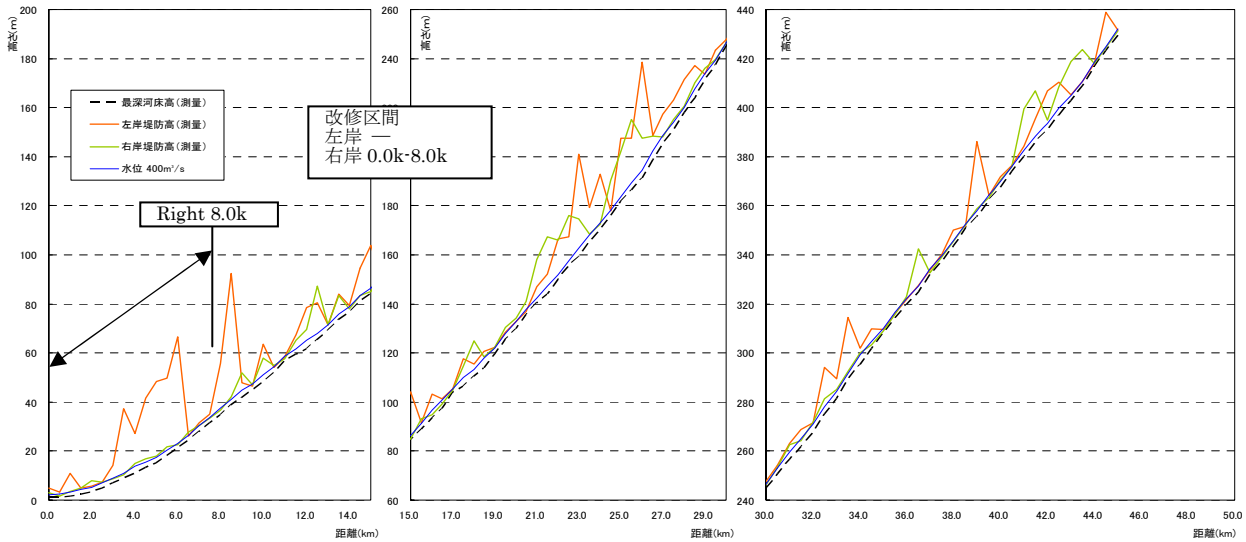


図-4.13.1-13　ヤウカ川縦断図

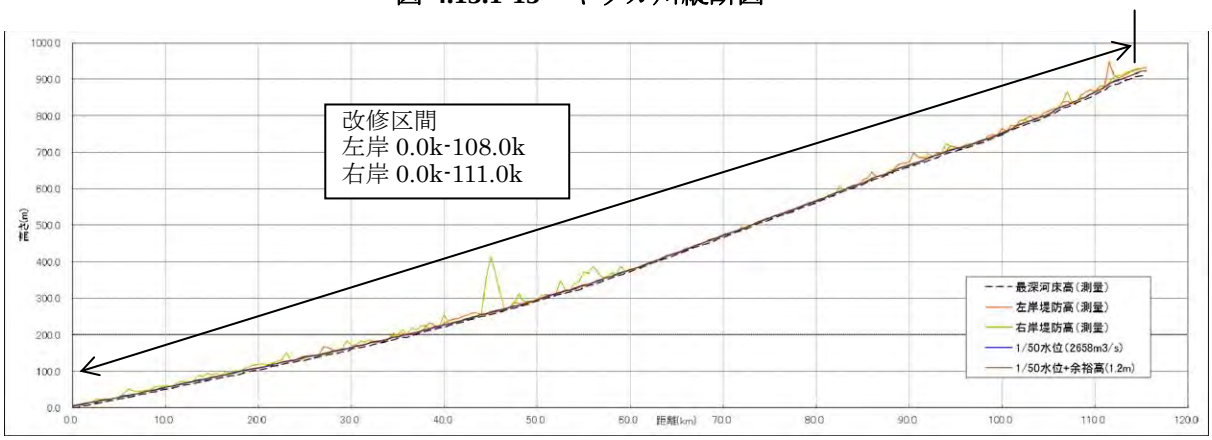


図-4.13.1-14　マヘス-カマナ川縦断図

6）堤防の設置計画

各河川流域における堤防設置計画の基本方針は以下のとおりである。

①確率流量 1/50 年の洪水を安全に流下する堤防を配置する。
②堤防設置範囲は、氾濫シミュレーションにより堤内地への氾濫が拡散する箇所とする。
③堤防配置は、洪水拡散区間のうち、計画水位が既存堤防高または堤内地盤高を上回っている箇所とする。
④堤防高は、1/50 年確率洪水の水位＋余裕高とする。

各河川における堤防計画は表-4.13.1-3 および図-4.13.1-15～図-4.13.1-21 に示すとおりである。

表-4.13.1-3　各河川における堤防計画

河川名		改修区間		平均堤防不足高 (m)	想定堤防規模	堤防延長 (km)
チラ川		左岸	0.0k-99.0k	3.00	堤防 h=4.0m 護岸 h=4.0m	77.5
		右岸	0.0k-99.　k	4.17		89.5
		計		4.00		167
カニエテ川		左岸	0.0k-21.5k	1.20	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	12.0
		右岸	0.0k-21.5k	1.48		18.5
		計		1.38		30.5
チンチャ川	チコ川	左岸	0.5k-17.5k	0.56	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	7.0
		右岸	2.0k-18.0k	0.53		5.5
		計				12.5
	マタヘンテ川	左岸	0.5k-15.5k	0.58		5.5
		右岸	0.0k　15.5k	0.55		7.5
		計		0.56		13.0
						25.5
ピスコ川		左岸	0.0k-29　0k	0.55	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	14.0
		右岸	0.0k-29.5k	0.53		19.5
		計		0.53		33.5
ヤウカ川		左岸	-	-	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	-
		右岸	0.5k-8.0k	0.46		3.0
		計		.46		3.0
マヘス/カマナ川		左岸	0.0k-108.0k	1.77	堤防 h=2.0m 護岸 h=3.0m	79.5
		右岸	0.0.k-111.0k	1.81		56.5
		計		1.79		136.0
合計						395.5

7）事業費

民間価格の直接工事費および事業費はそれぞれ表-4.13.1-4 および表-4.13.1-5 に示すとおりである。また社会価格の事業費は表-4.13.1-6 に示す通りである。

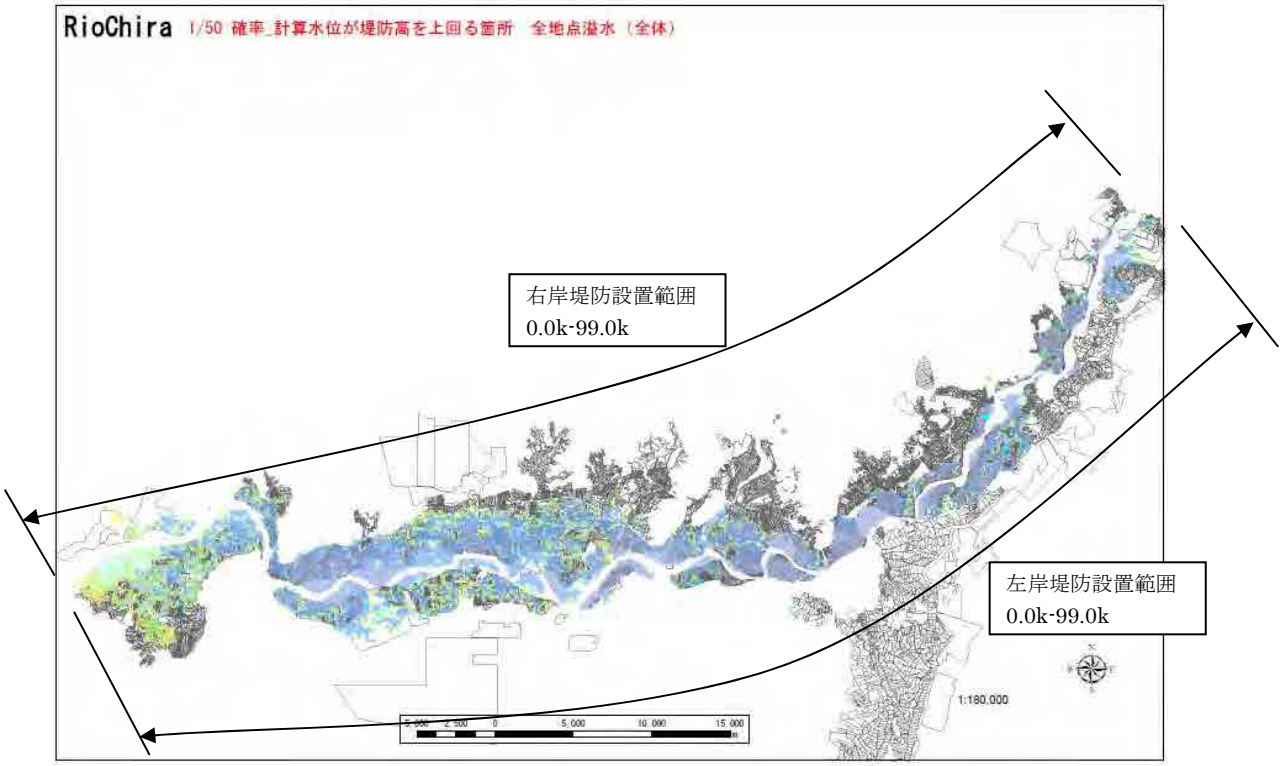


図-4.13.1-15 チラ川堤防設置計画

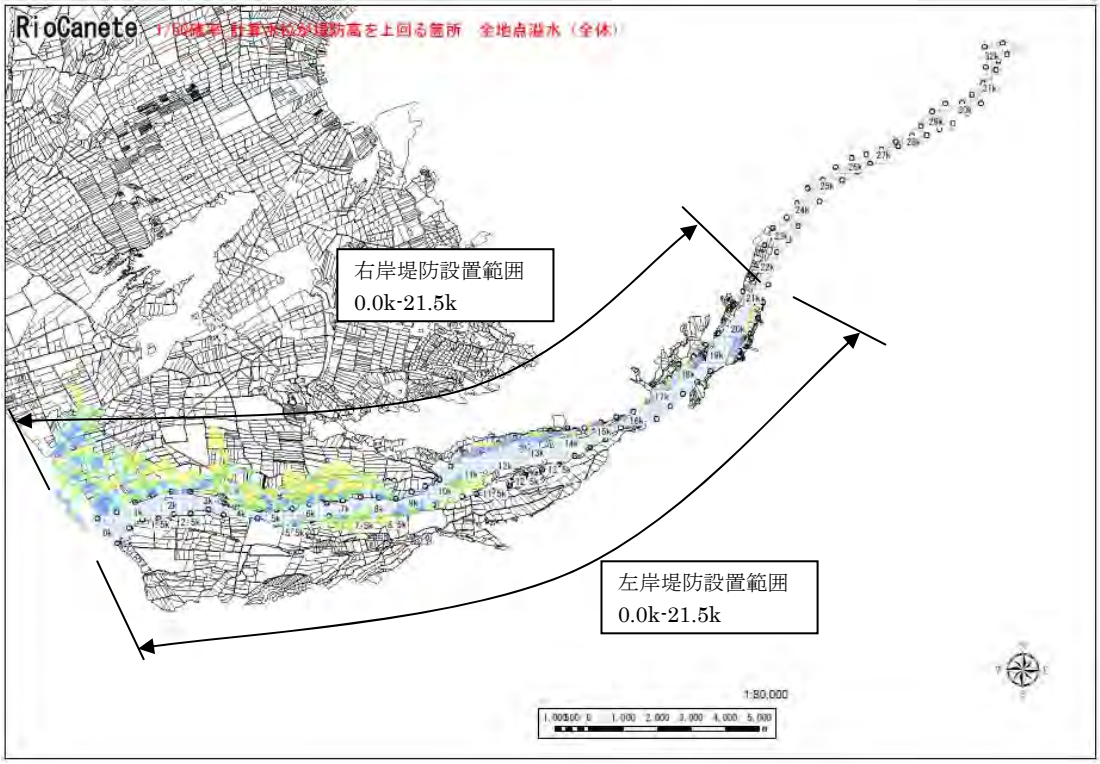


図-4.13.1-16 カニェテ川堤防設置計画

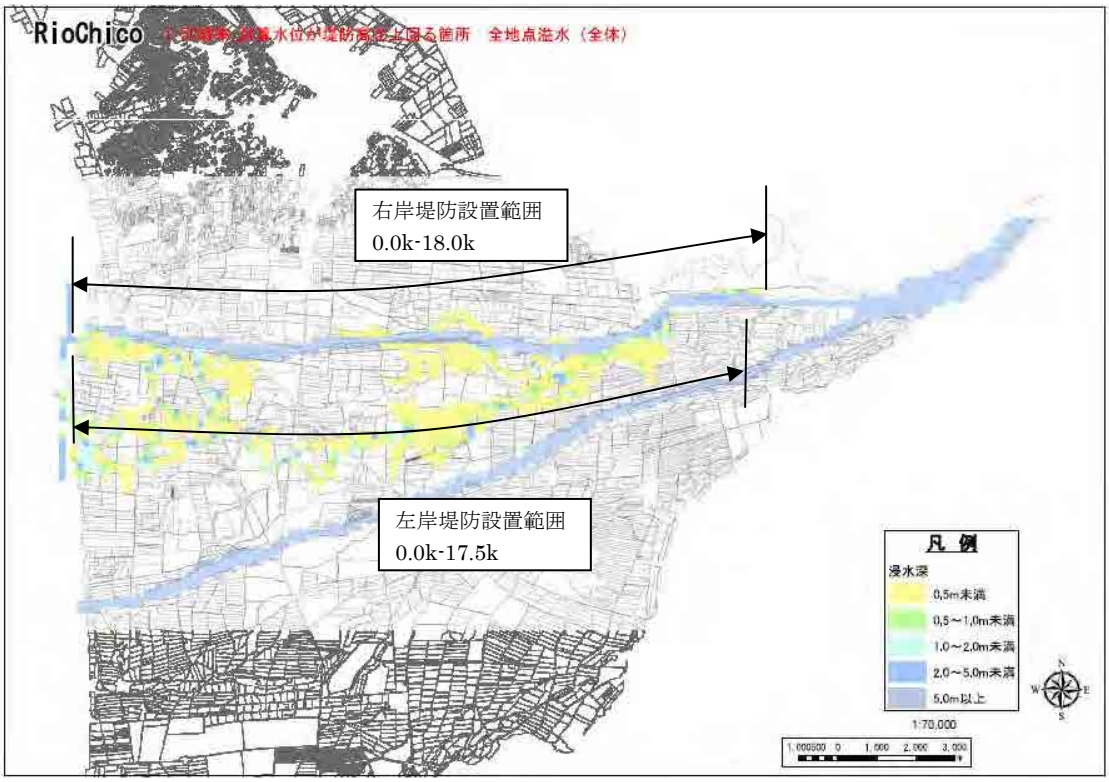


図-4.13.1-17 チンチャ川―チコ川堤防設置計画

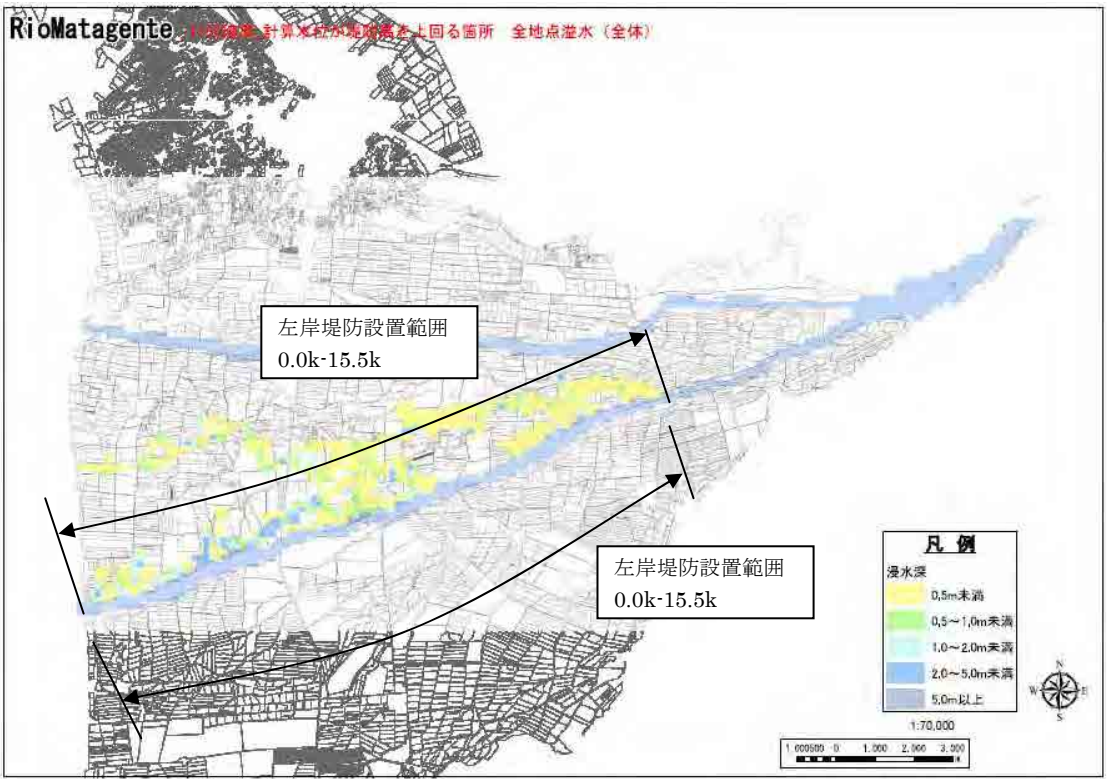


図-4.13.1-18　チンチャ川―マタヘンテ川堤防設置計画

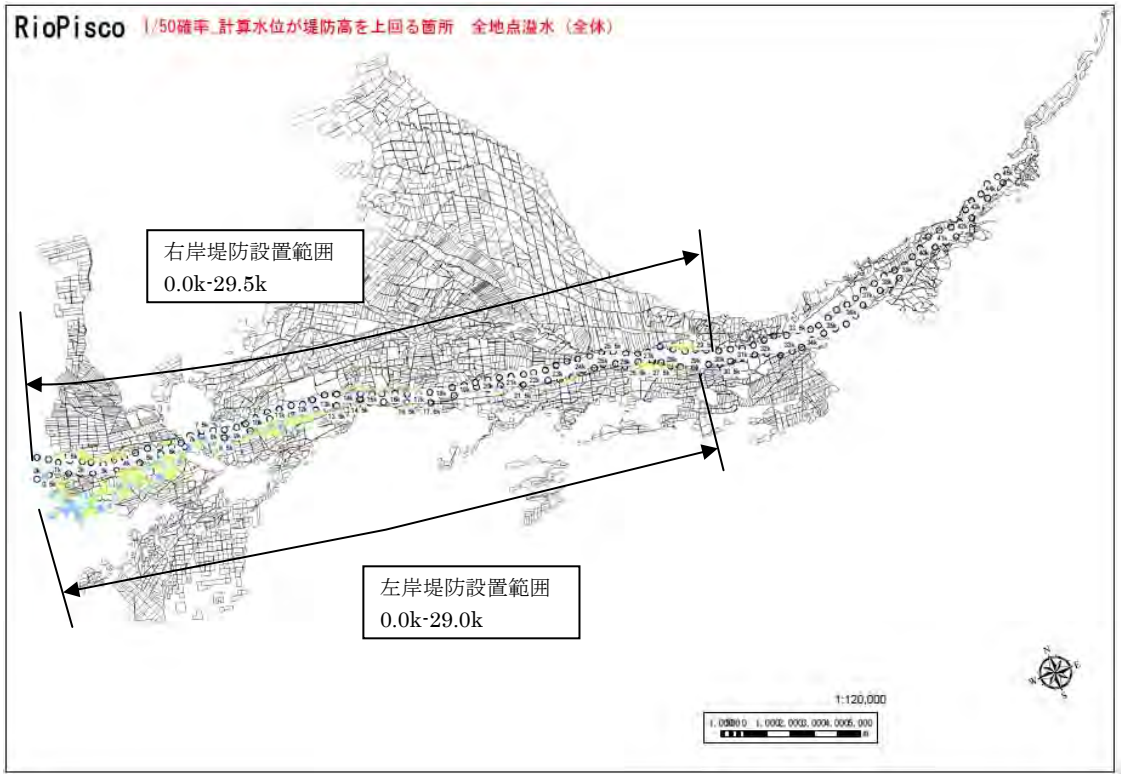


図-4.13.1-19 ピスコ川堤防設置計画

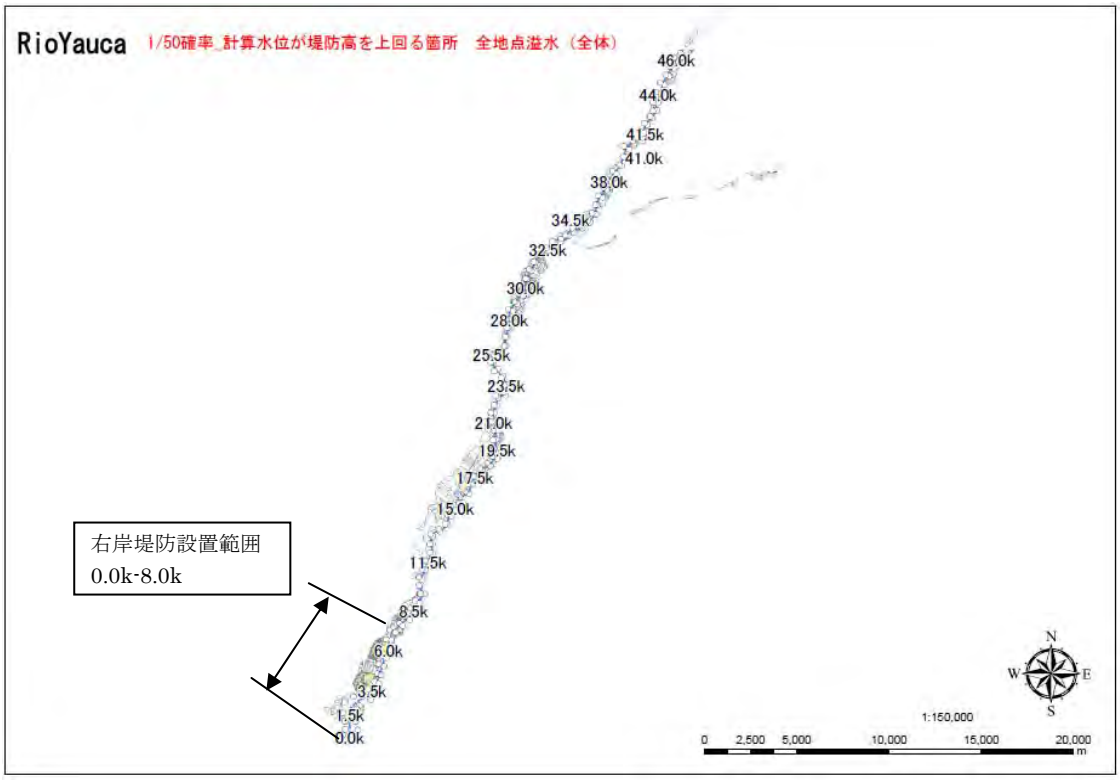


図-4.13.1-20 ヤウカ堤防設置計画

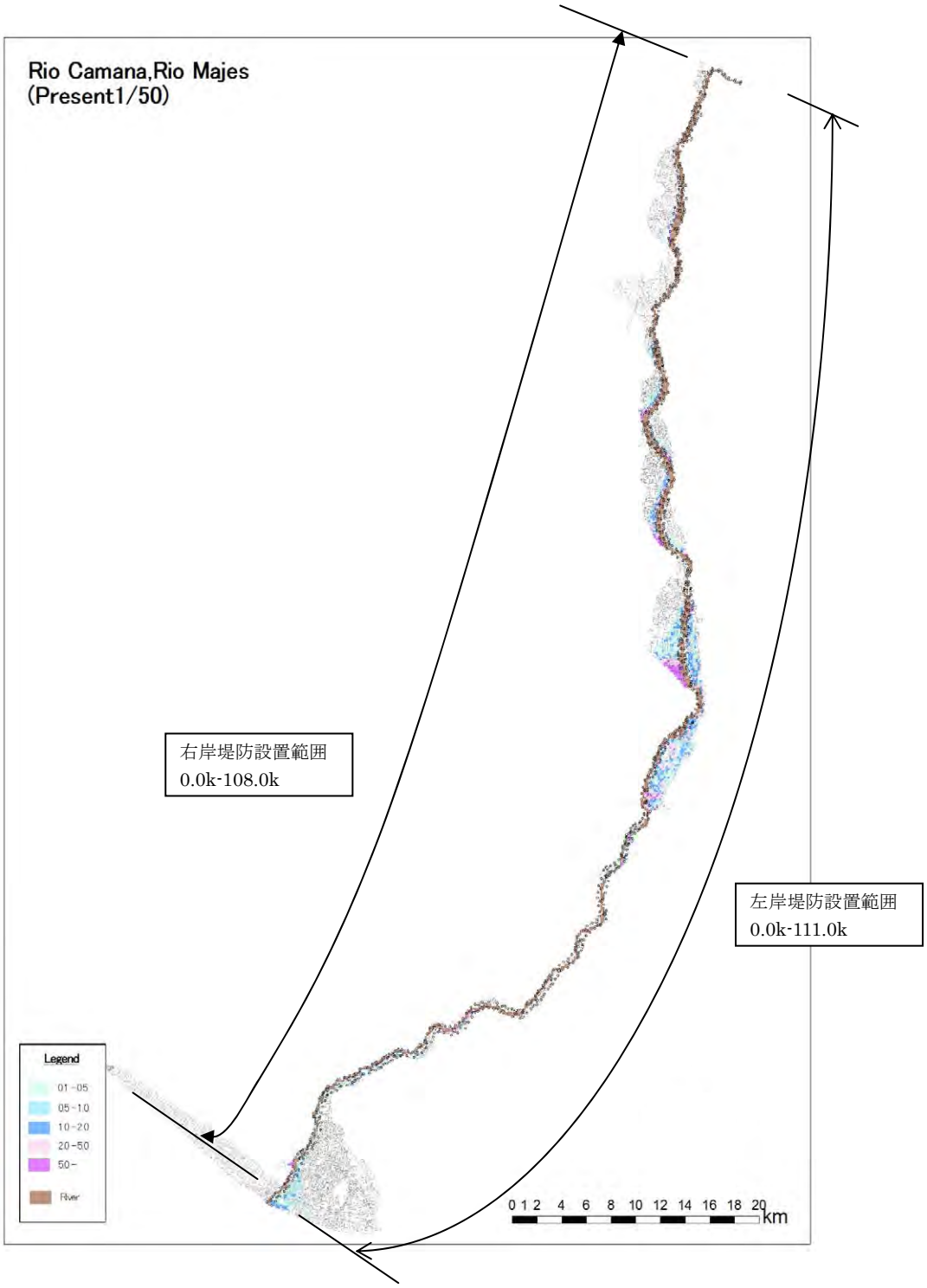
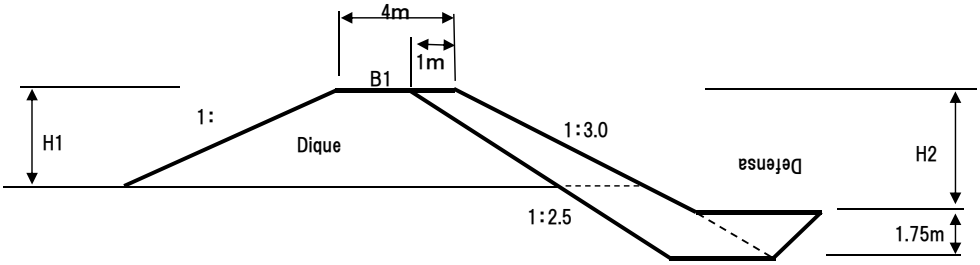


図-4.13.1-21 マヘス-カマナ堤防設置計画

表-4.13.1-4 全体治水計画直接工事費

Construcci ó n de dique					Defensa ribere ñ a			
B1	H1	B2	A		B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8		1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0		1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8		1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0		1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8		1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7		1.0	6.0	4.9	28.9
					1.0	1.5	2.6	12.0
					1.0	10.0	6.9	52.4



流域		数量	単位	単価（ソル）	直接工事費/1m（ソル）	直接工事費/1km（千ソル）	堤防延長（km）	直接工事費（千ソル）
チラ	築堤	56.0	m3	10.0	560.0	560.0	167.0	93,520.0
	護岸	20.1	m3	100.0	2,014.1	2,014.1		336,348.4
カニエテ	築堤	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	30.5	5,185.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		50,325.0
チンチャ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	25.5	2,728.5
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		42,075.0
ピスコ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	33.5	3,584.5
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		55,275.0
ヤウカ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	3.0	321.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		4,950.0
マヘス	築堤	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	136.0	23,120.0
カマナ	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		224,400.0

表-4.13.1-5 全体治水計画事業費（民間価格）

流域名	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	429,868,400	42,986,840	472,855,240	70,928,286	47,285,524	591,069,050	106,392,429	697,461,479	6,974,615	34,873,074	69,746,148	809,055,316
CAÑETE	55,510,000	5,551,000	61,061,000	9,159,150	6,106,100	76,326,250	13,738,725	90,064,975	900,650	4,503,249	9,006,498	104,475,371
CHINCHA	44,803,500	4,480,350	49,283,850	7,392,578	4,928,385	61,604,813	11,088,866	72,693,679	726,937	3,634,684	7,269,368	84,324,667
PISCO	58,859,500	5,885,950	64,745,450	9,711,818	6,474,545	80,931,813	14,567,726	95,499,539	954,995	4,774,977	9,549,954	110,779,465
YAUCA	5,271,000	527,100	5,798,100	869,715	579,810	7,247,625	1,304,573	8,552,198	85,522	427,610	855,220	9,920,549
Majes/Camana	247,520,000	24,752,000	272,272,000	40,840,800	27,227,200	340,340,000	61,261,200	401,601,200	4,016,012	20,080,060	40,160,120	465,857,392
TOTAL	**841,832,400**	**84,183,240**	**926,015,640**	**138,902,346**	**92,601,564**	**1,157,519,550**	**208,353,519**	**1,365,873,069**	**13,658,731**	**68,293,653**	**136,587,307**	**1,584,412,760**

表-4.13.1-6 全体治水計画事業費（社会価格）

流域名	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	345,614,194	34,561,419	380,175,613	57,026,342	38,017,561	475,219,516	85,539,513	560,759,029	5,607,590	28,037,951	56,075,903	650,480,474
CAÑETE	44,630,040	4,463,004	49,093,044	7,363,957	4,909,304	61,366,305	11,045,935	72,412,240	724,122	3,620,612	7,241,224	83,998,198
CHINCHA	36,022,014	3,602,201	39,624,215	5,943,632	3,962,422	49,530,269	8,915,448	58,445,718	584,457	2,922,286	5,844,572	67,797,033
PISCO	47,323,038	4,732,304	52,055,342	7,808,301	5,205,534	65,069,177	11,712,452	76,781,629	767,816	3,839,081	7,678,163	89,066,690
YAUCA	4,237,884	423,788	4,661,672	699,251	466,167	5,827,091	1,048,876	6,875,967	68,760	343,798	687,597	7,976,121
Majes/Camana	199,006,080	19,900,608	218,906,688	32,836,003	21,890,669	273,633,360	49,254,005	322,887,365	3,228,874	16,144,368	32,288,736	374,549,343
TOTAL	**676,833,250**	**67,683,325**	**744,516,575**	**111,677,486**	**74,451,657**	**930,645,718**	**167,516,229**	**1,098,161,947**	**10,981,619**	**54,908,097**	**109,816,195**	**1,273,867,859**

(2) 維持管理計画

一次元河床変動解析の結果に基づいて河床の堆積／侵食傾向を把握し、それらへの対応を考慮して長期の維持管理計画を立案し、コストを推定する。

現況の河道の形状は、道路橋や農業施設（取水堰）等が存在する箇所が狭窄部となっており、その上流側に土砂が堆積する傾向にある。従って、今回の計画では、狭窄部の流下能力を高め、できるだけ狭窄部及びその上流の河道（主要部）には土砂が堆積しないようにするとともに、狭窄部上流側の河道（拡幅部）に 1/50 年規模を超える洪水時に土砂をできるだけ貯めるように工夫する。

1） 河床変動解析

各流域について今後 50 年間の河床変動解析を行った結果を図-4.13.1-22～図-4.13.1-28 に示す。上流から流入した土砂が堆積しやすい河川は 6 河川のうちマヘス-カマナ川チンチャ川、ピスコ川となった。このような傾向は現地ヒヤリングや実際の河床状況に比較的合致している。図より河床の堆積および侵食の今後の傾向および堆積量および侵食量が推定出来る。

2）維持管理の必要箇所

各流域において今後、長期的に維持管理が必要すべきと考えられる箇所を抽出して表-4.13.1-7 に示す。

3）維持管理費

各流域における今後 50 年間に渡って必要とされる河床掘削のための維持管理費の直接工事費は表-4.13.1-8 に示す通りとなり、事業費は民間価格および社会価格について表-4.13.1-9 および表-4.13.1-10 に示す通りとなる。

表-4.13.1-7 今後計画的に河床掘削すべき箇所

河川名		掘削対象範囲		維持管理方法
チラ川		箇所１	対象区間：64.0km-68.0km 対象土量：2,500,000m^3	スヤナ堰上流に今後土砂が堆積するため、定期的に土砂を除去すべきと考えられる。土砂量が大量であり、すべてを除去することは現実的に困難であるため、特に重要と考えられる固定堰の直上部を重点的に維持すべきと考えられる。
カニェテ川		箇所１	対象区間：3.0km-7.0km 対象土量：135,000m^3	既往の氾濫箇所であり、今後、徐々に河床上昇するため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所２	対象区間：27.0km-31.0km 対象土量：287,000m^3	対象区間は水路が狭く、土砂を十分に通過させられないため、河床上昇の可能性が高い。今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるので、定期的な維持掘削を実施すべきと考えられる。
チンチャ川	（チコ川）	箇所１	対象区間：3.5km-4.5km 対象土量：53,000m^3	既往の氾濫箇所であり、今後、徐々に河床上昇するため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
	（マタヘンテ川）	箇所１	対象区間：10.5km-13.5km 対象土量：229,000m^3	川幅が広く、土砂が堆積しやすい区間である。今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるので、定期的な維持掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所２	対象区間：21.0km-23.5km 対象土量：197,000m^3	
ピスコ川		箇所１	対象区間：18.0km-20.5km 対象土量：314,000m^3	今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所２	対象区間：34.0km-35.0km 対象土量：255,000m^3	既設取水堰の上流部で、拡幅部のため土砂が堆積しやすい河床である。同区間において定期的に掘削を実施することで、下流河道全体の河床上昇リスクを低下させることが可能と考えられる。
ヤウカ川		箇所１	対象区間：25.5km-26.5km 対象土量：60,000m^3	既設取水堰の直上流部であり、取水堰の機能を維持するために定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
マヘス･カマナ川		箇所1	対象区間:12.0km-13.0km 対象土量:70,000m3	比較的川幅も狭く、少ない土砂量でも顕著な河床上昇が発生する可能性が高い地点と推測される。取水施設への影響を踏まえ、毎年の定期的な維持掘削が望ましい。
		箇所２	対象区間:100.0km-101.0km 対象土量:460,000m3	急拡部であり、大量の土砂の堆積する可能性が高い箇所である。当該区間で維持掘削を実施することにより、中流部の河床上昇も抑制される効果が期待できる。 治水上の観点から、計画的な維持掘削を実施すべき地点と考えられる。

※対象土量は 50 年間の堆積土砂量

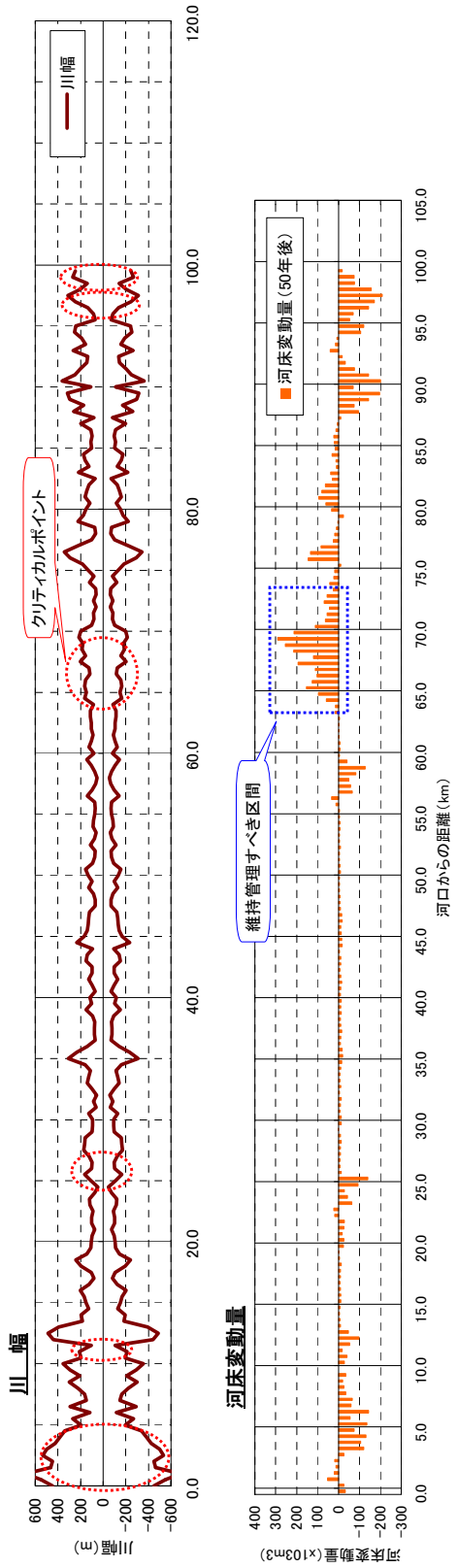


図-4.13.1-22　維持管理が必要な堆積区間（チラ川）

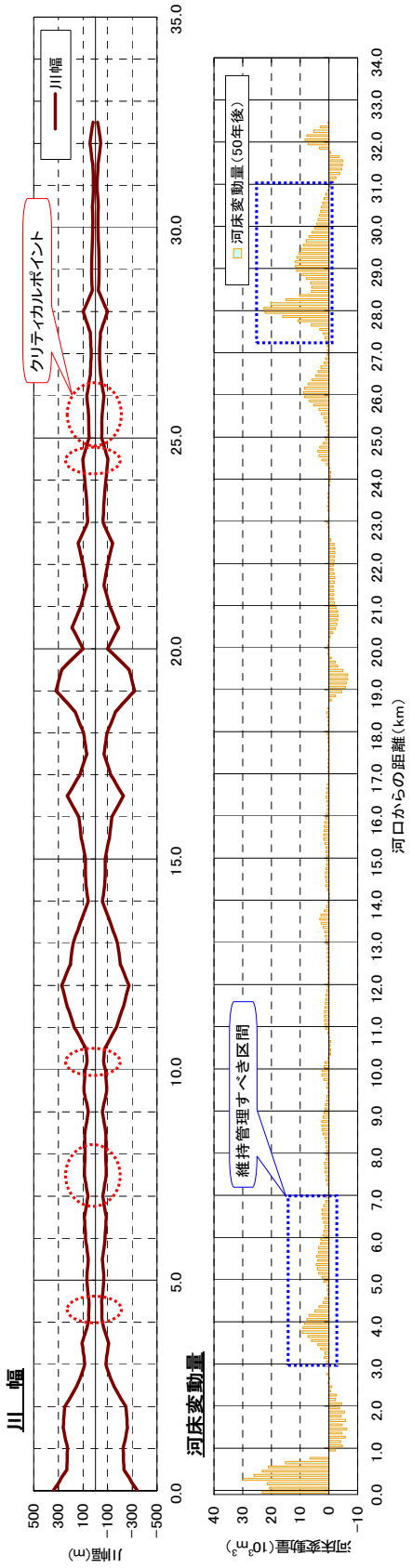


図-4.13.1-23　維持管理が必要な堆積区間（カニェテ川）

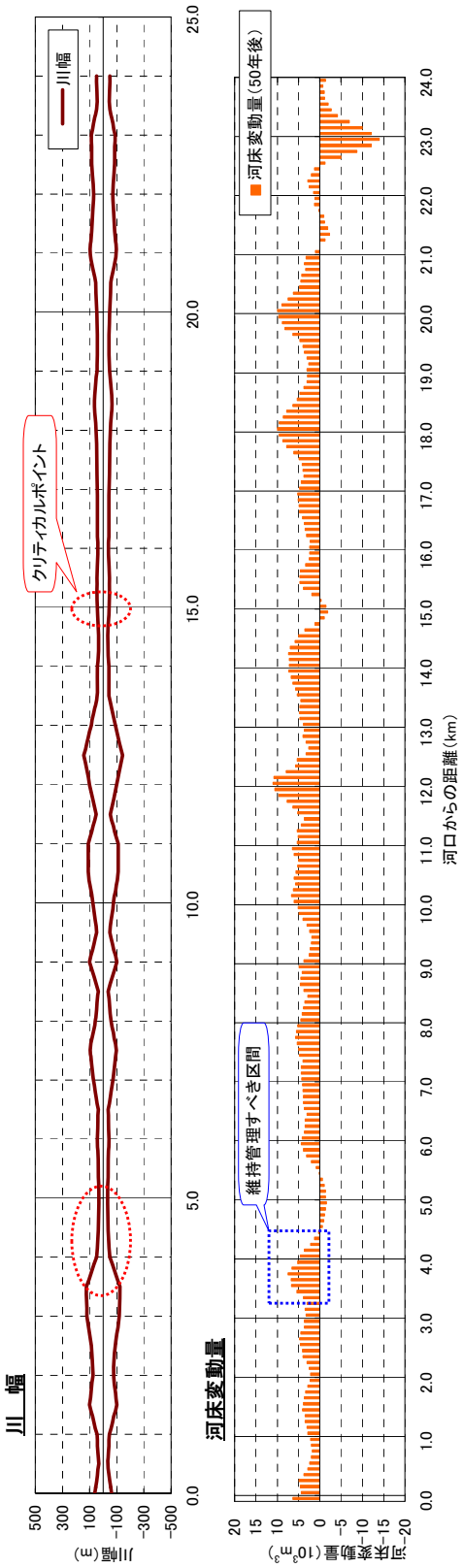


図-4.13.1-24　維持管理が必要な堆積区間（チンチャ川ーチコ川）

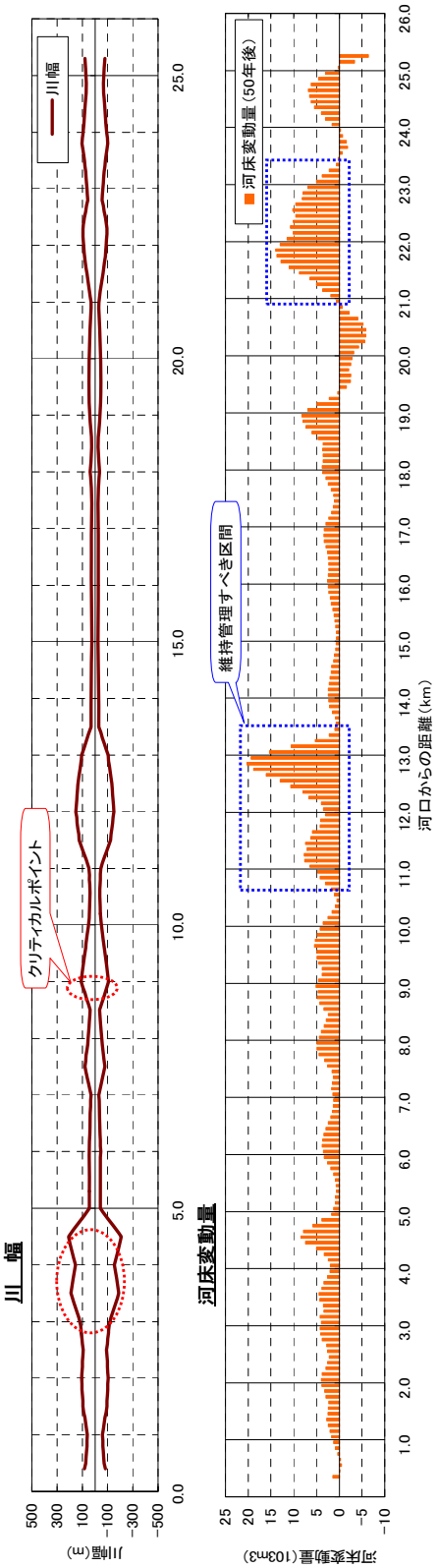


図-4.13.1-25　維持管理が必要な堆積区間（チンチャ川ーマタヘンテ川））

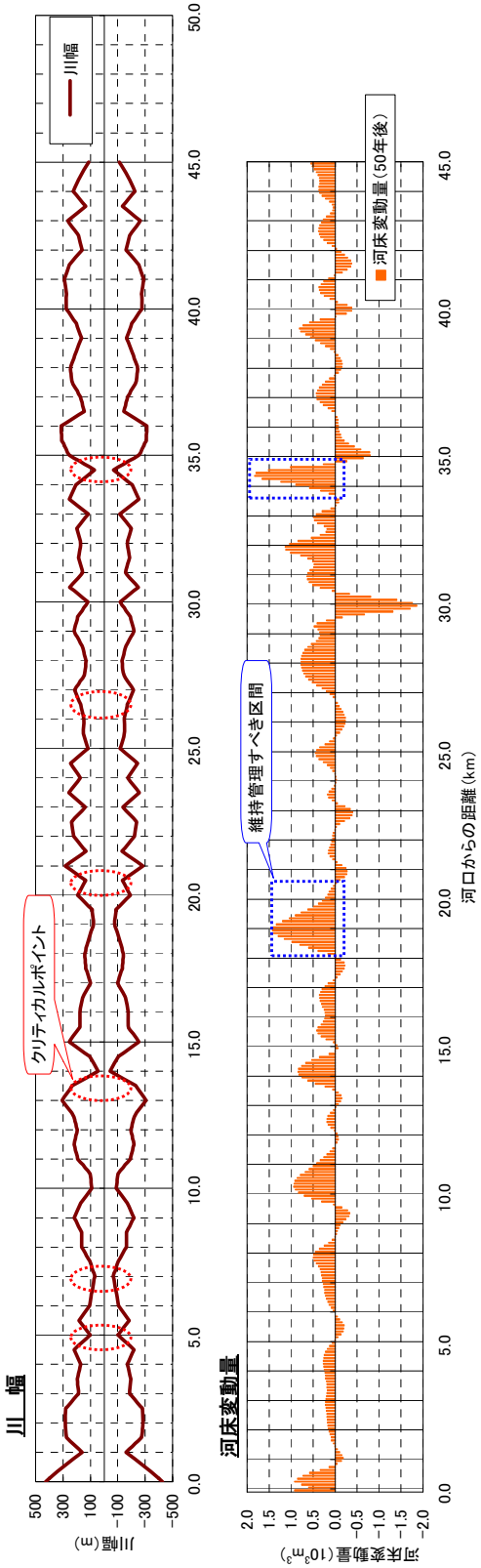


図-4.13.1-26　維持管理が必要な堆積区間（ピスコ川）

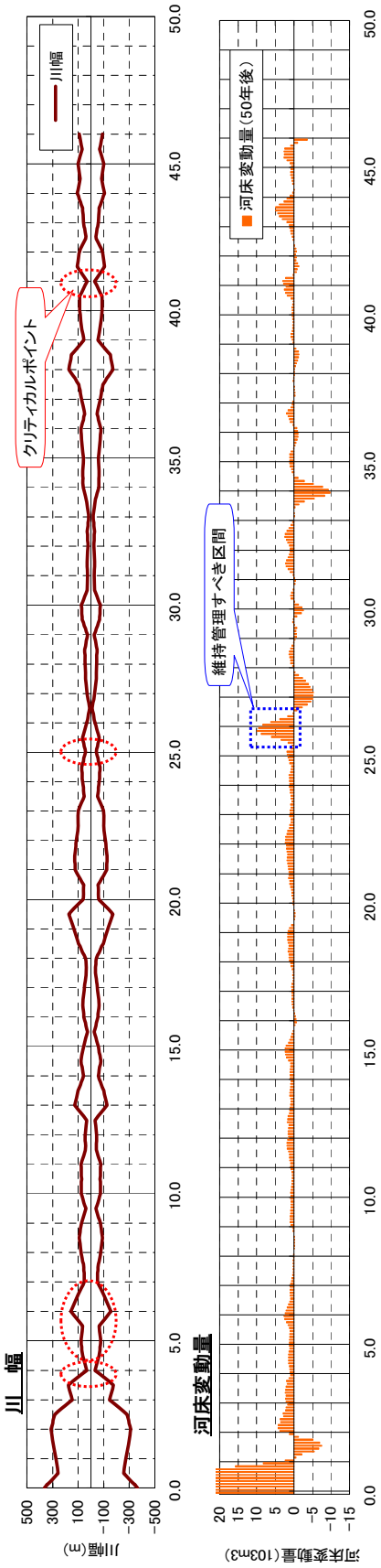


図-4.13.1-27　維持管理が必要な堆積区間（ヤウカ川）

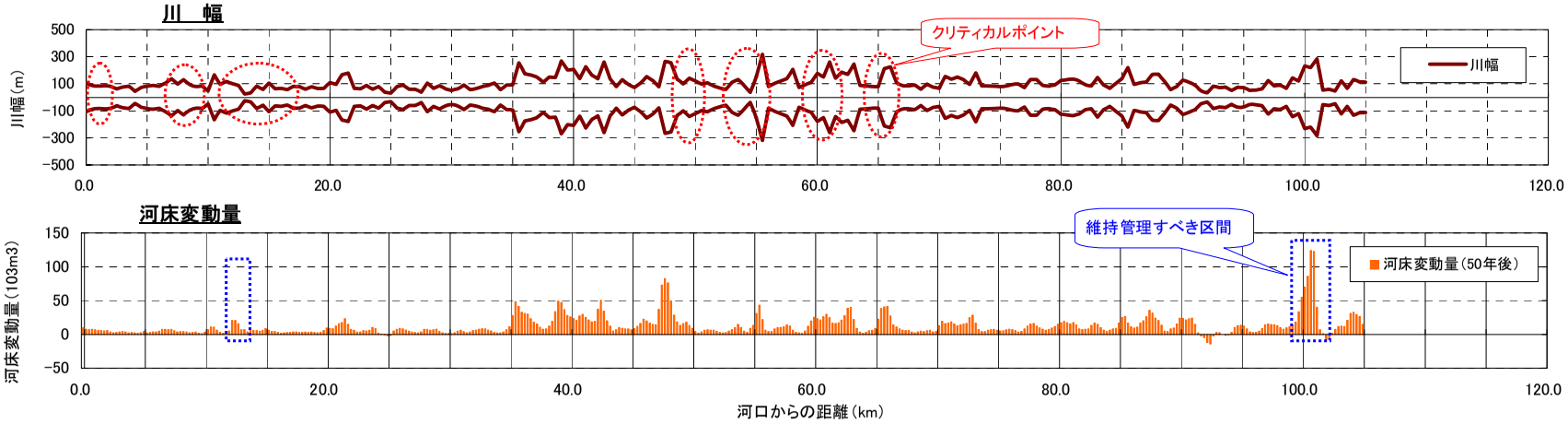


図- 4.13.1-28　維持管理が必要な堆積区間（マヘスーカマナ川）

表-4.13.1-8 河床掘削直接工事費

河川名		数量（千m3）	単位	単価（ソル）	直接工事費（千ソル）
チラ川		2,500	m3	10.0	25,000.0
カニエテ川		135	m3	10.0	1,350.0
		287	m3	10.0	2,870.0
チンチャ川	チコ川	53	m3	10.0	530.0
	マタヘンテ川	229	m3	10.0	2,290.0
		197	m3	10.0	1,970.0
ピスコ川		314	m3	10.0	3,140.0
		255	m3	10.0	2,550.0
ヤウカ川		60	m3	10.0	600.0
マヘスーカマナ川		530	m3	10.0	5,300.0

表-4.13.1-9 河床掘削事業費（民間価格）

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01*(8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05*(8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1*(8)	Costo Total 事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	406	2,028	4,056	47,053
CAÑETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	68	342	685	7,942
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	78	389	777	9,015
PISCO	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	92	462	923	10,709
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	10	49	97	1,129
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	86	430	860	9,975
TOTAL	45,600	4,560	50,160	7,524	5,016	62,700	11,286	73,986	740	3,699	7,399	85,824

表-4.13.1-10 河床掘削事業費（社会価格）

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Factor de Corrección 修正係数 fc	Costo Total Obra 建設費 (9) = fc*(8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10) = 0.01*(9)	Expediente Tecnico 詳細設計 (11) = 0.05*(9)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1*(9)	Costo Total 事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
CHIRA	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	0.804	32,612	326	1,631	3,261	37,830
CAÑETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	0.804	5,505	55	275	550	6,386
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	0.804	6,249	62	312	625	7,248
PISCO	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	0.804	7,423	74	371	742	8,610
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	0.804	783	8	39	78	908
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	0.804	6,914	69	346	691	8,020
TOTAL	40,300	4,030	44,330	6,650	4,433	55,413	9,974	65,387	-	52,571	526	2,629	5,257	60,982

(3) 社会評価

1) 民間価格

i)被害額

各河川流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.13.1-11 に示すとおりである。

表-4.13.1-11　各確率洪水量に対する被害額（民間価格）

Daños en miles de S/. 被害額（千ソーレス）						
t	Chira	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Majes-Camana
2	0	1,660	14,576	15,788	0	0
5	349,698	6,068	36,902	22,310	0	47,669
10	427,001	73,407	51,612	47,479	1,695	76,278
25	485,714	98,357	72,416	56,749	2,569	111,113
50	562,385	149,018	96,886	76,992	11,497	190,662
Total	1,824,797	328,510	272,392	219,318	15,761	425,722

ii) 年平均被害軽減額

表-4.13.1-11 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.13.2-12 に示すとおりとなる。

iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.13.1-5 示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として建設費の 0.5%および表-4.13.1-9 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

iv)経済評価

経済評価の結果は表-4.13.1-13 に示すとおりである。

表-4.13.1-12　年平均被害軽減額（民間価格）

s/1000

民間価格：流域全体 (Precios Privados para las cuencas en su TOTALIDAD)

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.) 事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①－② Daños mitigados ③=①－②	区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
CHIRA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	349,698	0	349,698	174,849	0.300	52,455	52,455
	10	0.100	427,001	0	427,001	388,349	0.100	38,835	91,290
	25	0.040	485,714	0	485,714	456,357	0.060	27,381	118,671
	50	0.020	562,385	0	562,385	524,049	0.020	10,481	129,152
CAÑETE	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	1,660	0	1,660	830	0.500	415	415
	5	0.200	6,068	0	6,068	3,864	0.300	1,159	1,574
	10	0.100	73,407	0	73,407	39,737	0.100	3,974	5,548
	25	0.040	98,357	0	98,357	85,882	0.060	5,153	10,701
	50	0.020	149,018	0	149,018	123,687	0.020	2,474	13,175
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	14,576	0	14,576	7,288	0.500	3,644	3,644
	5	0.200	36,902	0	36,902	25,739	0.300	7,722	11,366
	10	0.100	51,612	0	51,612	44,257	0.100	4,426	15,791
	25	0.040	72,416	0	72,416	62,014	0.060	3,721	19,512
	50	0.020	96,886	0	96,886	84,651	0.020	1,693	21,205
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	15,788	0	15,788	7,894	0.500	3,947	3,947
	5	0.200	22,310	0	22,310	19,049	0.300	5,715	9,662
	10	0.100	47,479	0	47,479	34,894	0.100	3,489	13,151
	25	0.040	56,749	0	56,749	52,114	0.060	3,127	16,278
	50	0.020	76,992	0	76,992	66,870	0.020	1,337	17,615
YAUCA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	0
	10	0.100	1,695	0	1,695	847	0.100	85	85
	25	0.040	2,569	0	2,569	2,132	0.060	128	213
	50	0.020	11,497	0	11,497	7,033	0.020	141	353
MAJES-CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	47,669	0	47,669	23,834	0.300	7,150	7,150
	10	0.100	76,278	0	76,278	61,973	0.100	6,197	13,348
	25	0.040	111,113	0	111,113	93,696	0.060	5,622	18,969
	50	0.020	190,662	0	190,662	150,887	0.020	3,018	21,987

表-4.13.1-13 経済評価の結果（民間価格）

Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Chira	1,678,976,217	758,192,379	809,055,316	59,450,746	1.03	23,878,182	11%
Cañete	171,269,615	77,341,963	104,475,371	8,236,962	0.81	-17,765,825	6%
Chincha	275,669,025	124,486,667	84,324,667	7,429,667	1.61	47,326,578	20%
Pisco	229,000,371	103,412,028	110,779,465	9,420,215	1.02	2,217,423	10%
Yauca	4,592,758	2,073,999	9,920,549	894,671	0.23	-7,014,101	-
Majes-Camana	285,833,001	129,076,518	465,857,392	29,096,617	0.31	-291,140,628	-
6Basin	2,645,340,988	1,194,583,554	1,584,412,760	114,528,877	0.83	-242,498,371	7%

2）社会価格

i)被害額

各流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.13.1-14 に示すとおりである。

表-4.13.1-14　各確率洪水量に対する被害額（社会価格）

Daños en miles de S/. 被害額（千ソーレス）						
t	Chira	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Majes-Camana
2	0	2,582	16,283	16,681	0	0
5	407,180	10,558	42,375	22,436	0	48,468
10	494,866	105,137	70,525	52,469	2,150	78,194
25	563,929	144,972	95,769	61,739	3,313	116,730
50	649,089	213,134	125,742	84,256	12,092	206,459
Total	2,115,064	476,384	350,693	237,581	17,555	449,851

ii) 年平均被害軽減額

表-4.13.1-14 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.13.1-15 に示すとおりとなる。

iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.13.1-6 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として事業費の 0.5%および表-4.13.1-10 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

iv)経済評価

経済評価の結果は表-4.13.1-16 に示すとおりである。

(4) 結論

経済評価の結果としては民間価格ではチラ川、チンチャ川およびピスコ川の 3 河川流域に、社会価格ではヤウカ川を除くチラ川、カニェテ川、チンチャ川およびピスコ川の 4 河川に経済効果はあるが、全流域に対する事業費が民間価格で 1,584.4 百万ソル(475.3 億円)と巨額となり、本プロジェクトでは採用が困難である。

表-4.13.1-15　年平均被害軽減額（社会価格）

s/1000

社会価格									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.) 事業を実施しない場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①−② Daños mitigados ③=①−②	区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
CHIRA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	407,180	0	407,180	203,590	0.300	61,077	61,077
	10	0.100	494,866	0	494,866	451,023	0.100	45,102	106,179
	25	0.040	563,929	0	563,929	529,397	0.060	31,764	137,943
	50	0.020	649,089	0	649,089	606,509	0.020	12,130	150,073
CAÑETE	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	2,582	0	2,582	1,291	0.500	646	646
	5	0.200	10,558	0	10,558	6,570	0.300	1,971	2,617
	10	0.100	105,137	0	105,137	57,848	0.100	5,785	8,401
	25	0.040	144,972	0	144,972	125,055	0.060	7,503	15,905
	50	0.020	213,134	0	213,134	179,053	0.020	3,581	19,486
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,283	0	16,283	8,141	0.500	4,071	4,071
	5	0.200	42,375	0	42,375	29,329	0.300	8,799	12,869
	10	0.100	70,525	0	70,525	56,450	0.100	5,645	18,514
	25	0.040	95,769	0	95,769	83,147	0.060	4,989	23,503
	50	0.020	125,742	0	125,742	110,756	0.020	2,215	25,718
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,681	0	16,681	8,341	0.500	4,170	4,170
	5	0.200	22,436	0	22,436	19,559	0.300	5,868	10,038
	10	0.100	52,469	0	52,469	37,452	0.100	3,745	13,783
	25	0.040	61,739	0	61,739	57,104	0.060	3,426	17,209
	50	0.020	84,256	0	84,256	72,998	0.020	1,460	18,669
YAUCA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	0	0	0	0	0.300	0	0
	10	0.100	2,150	0	2,150	1,075	0.100	108	108
	25	0.040	3,313	0	3,313	2,732	0.060	164	271
	50	0.020	12,092	0	12,092	7,702	0.020	154	425
MAJES-CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	0	0	0	0	0.500	0	0
	5	0.200	48,468	0	48,468	24,234	0.300	7,270	7,270
	10	0.100	78,194	0	78,194	63,331	0.100	6,333	13,603
	25	0.040	116,730	0	116,730	97,462	0.060	5,848	19,451
	50	0.020	206,459	0	206,459	161,594	0.020	3,232	22,683

表-4.13.1-16 経済評価の結果（社会価格）

Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Chira	1,950,952,864	881,011,642	650,480,474	47,798,400	1.49	290,623,028	18%
Cañete	253,314,406	114,391,764	83,998,198	6,622,517	1.50	37,925,103	18%
Chincha	334,336,127	150,979,568	67,797,033	5,973,452	2.43	88,942,856	31%
Pisco	242,702,673	109,599,716	89,066,690	7,573,853	1.35	28,239,253	16%
Yauca	5,531,228	2,497,793	7,976,121	719,315	0.34	-4,809,039	-
Majes-Camana	294,878,168	133,161,136	374,549,343	23,393,680	0.39	-204,693,450	-
6Basin	3,081,715,466	1,391,641,619	1,273,867,859	92,081,217	1.20	236,227,751	14%

4.13.2　植林・植生計画

(1) 長期計画（上流域における植林）

1）基本方針

(i)　目的：水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させる。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。

(ii)　植林対象地：水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所に植林する。AGRORURAL が作成したチンチャ流域の植林計画をもとに、他の流域の必要植林面積を算定する。

2）植林計画面積

チラ、カニエテ、ピスコ、ヤウカ、カマナ・マヘスの 5 流域における植林計画面積の算定はチンチャ流域における AGRORURAL の計画数量と植生区分面積を比較し、単純比率で計算した。以下、算定方法を説明する。

（Step - 1)　各流域の植生区分面積を再掲（表-4.13.2-1）

（Step - 2)　チンチャ流域における植生区分ごとの AGRORURAL 植林計画面積計測。植林計画面積と植生区分面積の比率算出（表-4.13.2-2）

（Step - 3)　Step-1 と Step-2 の結果から、単純比率計算で各流域の植林計画面積の算出（表-4.13.2-3）：表-4.13.2-2 の植生分類ごとの A/B を表-4.13.2-1 の面積に乗じ、流域別植生分類別の植林計画面積を算出。

結果、カニエテ他 4 流域における植林計画面積が約 30 万 ha、カマナ・マヘス流域で約 30 万 ha、計約 61 万 ha の植林計画面積と算出された。

表-4.13.2-1　各流域の植生区分別面積の再掲

（単位：ha）

流域名	植生区分							
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj
カニエテ	4,789	104,384	57,601	103,201	9,409	22,228	9,515	295,447
チンチャ	16,489	99,092	54,662	45,203	355	84,920	0	29,668
ピスコ	21,429	135,095	41,900	42,843	14,702	66,307	0	104,933
ヤウカ	4,926	146,689	98,012	76,480	25,564	38,602	0	41,984
チラ	71,177	11,425	8,024	134,447	108,659	0	0	11,600
カマナ･マヘス	10,454	310,812	157,008	133,476	15,520	6,616	64,144	1,006,921

（出典：1995 年、INRENA 調査結果を元に JICA 調査団により作成）

表-4.13.2-2　　チンチャ流域における植生区分ごとの植林計画

（単位：ha）

区分	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj	計
A: AGRORURAL の植林計画面積（ha）	0.00	1,693.61	21,098.77	9,934.05	0.00	5,108.46	0.00	6,233.64	44,068.53
B: 植生分布面積(ha)	16,489	99,092	54,662	45,203	355	84,920	0	29,668	330,389
A/B	-	0.0171	0.3860	0.2198	-	0.0602	-	0.2101	0.1334

（出典：1995 年、INRENA 調査結果と AGRORURAL の資料を元に JICA 調査団により作成）
A:AGRORURAL

表-4.13.2-3　　各流域の植生全体計画

（単位：ha）

流域	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj	計
カニエテ	-	1,785	22,234	22,684	-	1,338	-	62,073	110,114
チンチャ	-	1,694	21,100	9,936	-	5,112	-	6,233	44,075
ピスコ	-	2,310	16,173	9,417	-	3,992	-	22,046	53,938
ヤウカ	-	2,508	37,833	16,810	-	2,324	-	8,821	68,296
チラ	-	195	3,097	29,551	-	0	-	2,437	35,280
ｶﾏﾅ･ﾏﾍｽ	-	5,315	60,605	29,338	-	398	-	211,554	307,210
計	-	13,807	161,042	117,736	-	13,164	-	313,164	618,913

（出典：1995 年、INRENA 調査結果と AGRORURAL の資料を元に JICA 調査団により作成）

3）事業費の算定

上記植林計画の事業期間及び事業費用をチンチャ流域の植林計画をもとに算出すると事業期間は一流域で 11～35 年間、総事業費は 16 億 7 千万ソレスという長期間、莫大な費用となった。（表-4.13.2-4 参照）。

表-4.13.2-4　　上流域における植林計画全体計画

流域	植林面積（ha） A	必要事業期間(年) B	必要事業費（ソレス） C
カニエテ	110,114	35	297,212,406
チンチャ	44,075	14	118,964,317
ピスコ	53,938	17	145,585,872
ヤウカ	68,296	22	184,340,033
チラ	35,280	11	95,225,436
カマナ･マヘス	307,210	98	829,200,856
計	618,913	ー	1,670,528,920
チンチャ流域における ha あたり事業費＝ 2,699.13（ソレス/ha） （計算例：カニェテ流域） 110,114 / 44,075 x 14 = 35（年） 110,114　x 2,699.13 = 297,212,406（ソレス）			

（出典：JICA 調査団）

4）結論

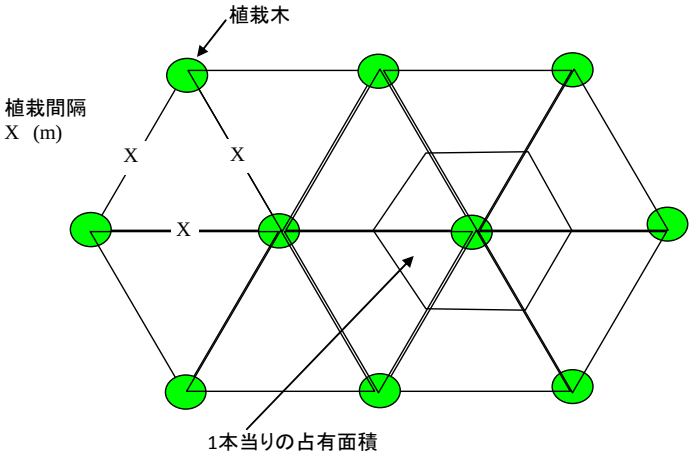
本事業の目的において、緊急性の高い工事を実施することとなっているため、間接的効果であり効果が発現するまで長い期間を要する植林事業でこのような長い実施期間は本質的な目的とも一致しない。また、11～100 年間という事業期間、16 億ソレス以上の事業費は本事業としては適当でなく、本事業の終了後にこの計画に基づき長期的に遂次実施すべきである。

(2) 中期計画（モデル植林地区における植林/植生回復計画）

チンチャ川上流地域において既存の植林計画地区にモデル地区を選定して植林を行う案である。

1) 構造（植栽配置）

ペルーにおける一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を 3m とする。



植栽間隔	1本当りの占有面積	ha当り植栽本数
2m	1.50 m^2	6,670　(本/ha)
3m	3.38 m^2	2,960　(本/ha)
5m	9.38 m^2	1,070　(本/ha)
6m	13.50 m^2	740　(本/ha)

図-4.13.2-1　植栽配置標準図

2) 植栽樹種

ペルーのアンデス高地における植林樹種としてユーカリが最も多く採用されており、次いでマツとなる。特に 4000m 前後の高標高地ではマツが採用されている。その他、ケニュア、モイェ、アリソなどの郷土樹種も植林されているが、農家の収入となることを考えてユーカリ、マツが多いのが現状である。その他には、アグロフォレストリーとして採用されるタラがあるが、現金収入を重視した場合である。

通常、植林はコミュニティの合意に基づいて計画・実施されるが、その際には森林のもつ公益的機能、樹種の特性等も説明し、植林樹種の合意形成も図る。本事業で計画する上流域の植林は、既に述べたように、チンチャ流域の上流域であるウワンカベリカ州のシエラ地域での植林計画とする。アグロルーラルの計画ではコミュニティの意向も含めて樹種選定をしており、ほとんどがマツで比較的低標高地においてケニュアを植林する計画となっている。本事業ではこれを採用する。

3) 植林/植生回復計画数量

チンチャ流域の上流域における既存植林計画は全面積は 44,068.53ha である。このなかから、事業期間内で可能な数量に絞り込むため、以下の項目を選定基準として植林/植生回復計画地を選定した。

- 水源地となっていること
- 土壌侵食量が多いと推定されること
- 標高 4000m 以下であること
- 集落が近傍に多く、植林作業のための労働力が集まり易いこと

これによって選定された区域の位置を図-4.13.2-2 に示すグループ A、グループ B を本事業で実施する区域として選定した。なお、選定されなかった区域の例としてグループ C があるが、ここでは人口密度が低いため、植栽作業のために必要な労働力が少ないため、採用しなかった。

採用した植林/植生回復計画数量は表-4.13.2-5 に示すとおりである。

表-4.13.2-5 上流域における植林/植生回復計画

A グループ

計画地番号	植林面積(ha)			年次計画
	マツ	ケニュア	計	
47	650.04		650.04	2
48	311.91		311.91	2
49	211.90		211.90	3
50	276.40		276.40	3
51	79.94		79.94	3
52	166.27		166.27	3
53	55.96		55.96	3
56		0.05	0.05	3
61	67.58		67.58	4
102	548.38		548.38	4
103	161.45		161.45	4
計	2,529.83	0.05	2,529.88	

B グループ

計画地番号	植林面積(ha)			年次計画
	マツ	ケニュア	計	
42		63.03	63.03	2
43		24.30	24.30	2
44		12.22	12.22	2
45	249.00		249.00	3
65		397.23	397.23	2
66	14.69		14.69	3
67	1.06		1.06	3
68	26.90		26.90	3
69	30.28		30.28	3
70	0.00		0.00	3
71	236.58		236.58	3
72		76.53	76.53	4
73		128.96	128.96	4
74	173.82		173.82	4
75	55.19		55.19	4
76	66.34		66.34	4
77	14.82		14.82	4
78	165.11		165.11	4
79	89.24		89.24	4
計	1,123.03	717.09	1,825.30	

（出典：JICA 調査団）

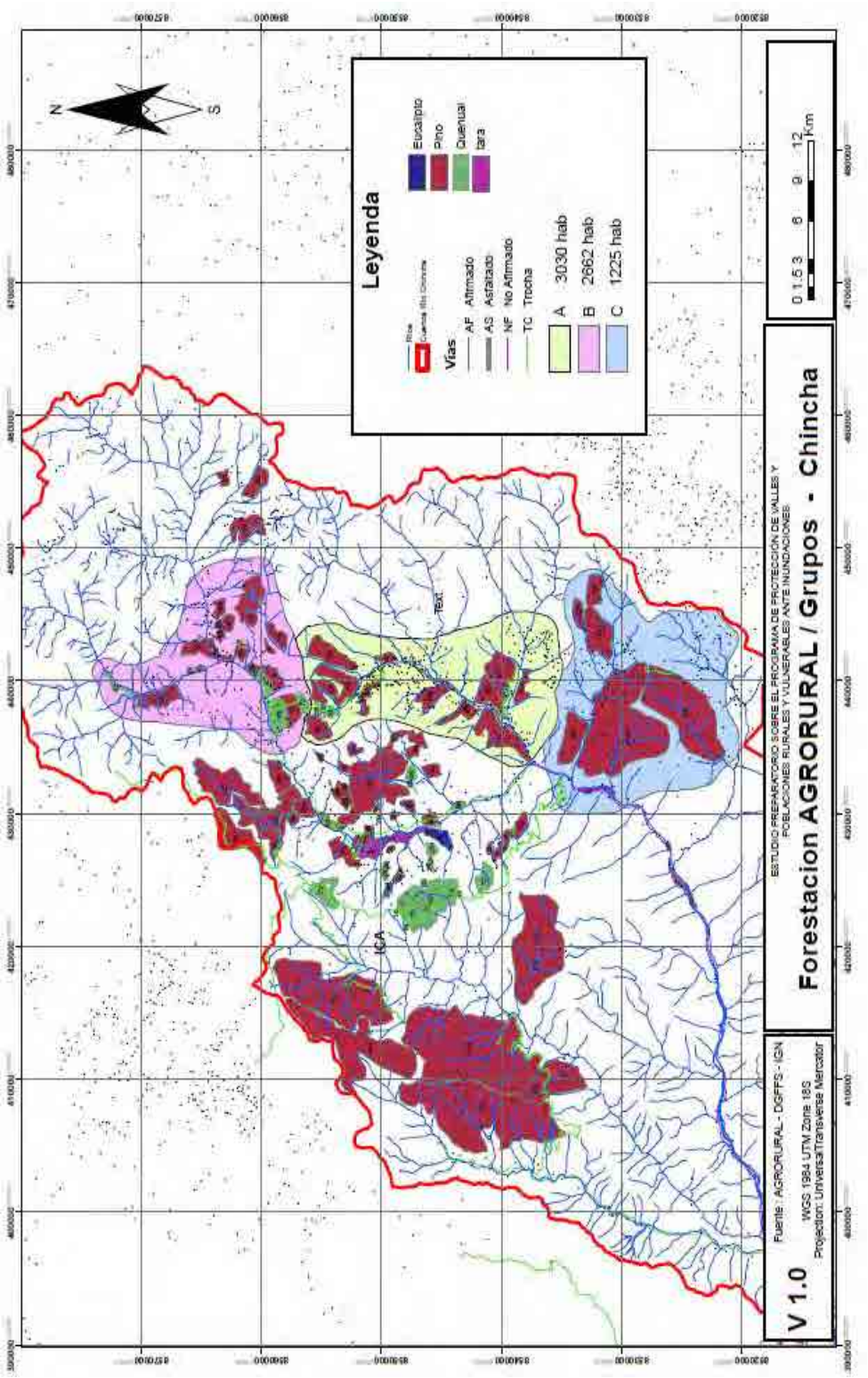


図-4.13.2-2　チンチャ上流域の植林/植生回復地域

4)　植林/植生回復計画工事費

植林/植栽計画の工事費は以下の方法で算出した。

・苗木単価（苗木単価＋運搬費）
・植栽労務費

苗木の供給者は i)アグロルーラル、ii)民間業者に区分できるが、チンチャ流域の上流における植林については苗木をアグロルーラルから購入する計画とする。

植栽労務単価は、河川沿いの植林では一般労務単価を用いる。チンチャ流域上流での植林では、地元住民の便益（収入）にもつながるため労務単価の半分をコミュニティで負担する計画とする。

(i)　苗木単価

アグロルーラルへのヒアリングにより苗木単価を以下のように設定した。苗木の値段、輸送費とも業者によって幅があるため、平均値を用いている。

(ii)　植栽労務費

植栽作業の分掛は、アグロルーラル、水利組合などからの聞き取りによって 40 本/人日として計算した。労務単価は河川沿い植林では 33.6（ソレス/人日）、上流域の植林ではその半分として 16.8（ソレス/人日）とした。

ha 当りの植栽費直接工事費算定に用いた単価は表-4.13.2-6 に示すとおりである。

表-4.13.2-6　直接工事費単価

	単位	ユーカリ	マツ	ケニュア	タラ
ha 当り植栽本数	本/ha	2,960	2,960	2,960	2,960
苗木費用	ソレス/ha	1,332	1,480	1,332	1,332
植栽費用	ソレス/ha	1,243	1,243	1,243	1,243
植栽費用計	ソレス/ha	2,575	2,723	2,575	2,575

(iii)植林工事費

上流域における植林/植生回復計画に必要な直接工事費は表-4.13.2.1-7 に示すとおりである。

表-4.13.2-7　植林/植生回復の直接工事費　（ソル）

植栽計画地番号	植栽計画樹種		
	マツ	ケニュア	計
グループ A			
2 年次	2,619,390	0	2,619,390
3 年次	2,152,450	129	2,152,579
4 年次	2,116,887	0	2,116,887
小計	6,888,727	129	6,888,856
グループ B			
2 年次	0	1,279,209	1,279,209
3 年次	1,520,823	0	1,520,823
4 年次	1,537,188	529,137	2,066,325
小計	3,058,011	1,808,345	4,866,356
計	9,946,738	1,808,474	11,755,212

事業費ベースでは約直接工事費 11.76 百万ソル x 1.882（間接費など）＝22.1 百万ソルと推定される。

5) 本事業における費用対効果

上流域の植林に関しては、ペルーのアンデス高地における標準的なマツ生産林の ha 当りのキャッシュフローの例を利用し、植栽密度、植栽費用を修正し、それに炭素固定便益を加味して算出した。結果、ha 当りの B/C は 5.20、ENPV（経済的純現在価値）は 14,593US$となった。（表-4.13.2-8 参照）。

6）実施計画

上流域植林の工事工程計画は、1 年次にコンサルタントによるコミュニティ指導 NGO の選定、NGO による詳細植林計画策定、NGO によるコミュニティにおける植林実施体制の確立、苗木生産等を実施する。（準備期間）。

2 年次～4 年次の 3 年間で植林を実施する。苗木生産は通常の場合 3～6 ヶ月間で可能であるが、活着率を上げるため成長した苗木を生産することとし、乾期（概ね 4 月～10 月：7 ヶ月間）の間に実施し、雨期（11 月～3 月：4 ヶ月間）に植栽作業を完了させる。

なお、事業期間内で下流受益者（主として水利組合）と PES の協議、合意形成を目指し、伐採後にただちに再植林し、上流域の住民が伐採による収益を得つつ、下流域の住民の資金支援を得て再植林するシステムを確立する。

年次	乾期							雨期				
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1年次	準備作業											
2年次	苗木生産（7ヶ月間）								植栽作業			予備
3年次	同上								同上			予備
4年次	同上								同上			予備

（出典：JICA 調査団）

図-4.13.2-3 植林/植生回復実施工程

植林/植栽計画のうち、上流部における植林/植生回復計画に関しては、地元の住民に植林の必要性を啓蒙・普及し、コミュニティの植林組織を形成した上で植林作業を実施するほか、継続的に洪水防止機能を発揮させるために上流域において持続的な森林の保全を図る必要がある。このためには伐採後再植林し、植林・伐採のサイクルを確立する必要がある。したがって、これらのシステムの確立には専門技術者、現地指導をする NGO の支援が必須である。

7）結論

表-4.13.2-8 によれば炭素固定便益を加味すれば経済効果がある結果となっているが、洪水対策施設として見た場合、チンチャ川上流域の約 4,400ha の植林により流域の洪水流出量を軽減し、洪水被害を低減する効果は殆どないものと思われる。また事業費も 22.1 百万ソルと大きくチンチャ川の洪水対策施設事業費 44.0 百万ソルの約 50%に達している。したがってこのモデル地区植林プロジェクトは本プロジェクトと分離して実施することが妥当と考えられる。

表-4.13.2-8　マツ植林事業の費用対効果計算結果（単位：US$/ha）

年	投資コスト	林業作業費	管理費	収入	ｷｬｯｼｭﾌﾛｰ (税抜)	所得税	ｷｬｯｼｭﾌﾛｰ (税込)	コスト計	炭素固定便益	便益　計
	(A)	(B)	(C)	(D)	(D) -(A)-(B)-(C)	(E)	(D)-(E)	(A)+(B)+(C)	(F)	(D)-(E)+(F)
0	481.56	449.39	321.16	0.00	-1,252.11	0.00	-1,252.11	1,252.11	0.00	0.00
1	226.17	704.13	111.65	0.00	-1,041.95	0.00	-1,041.95	1,041.95	222.79	222.79
2	0.00	704.13	84.49	0.00	-788.62	0.00	-788.62	788.62	445.58	445.58
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	668.37	668.37
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	891.16	891.16
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,113.95	1,113.95
6	0.00	1,000.96	120.12	1,614.55	493.47	148.00	345.47	1,121.08	1,336.74	2,803.29
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,559.53	1,559.53
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,151.08	1,151.08
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,522.39	1,522.39
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,893.71	1,893.71
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,265.03	2,265.03
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,636.34	2,636.34
13	0.00	1,491.46	178.97	4,372.73	2,702.30	809.96	1,892.34	1,670.43	3,007.66	6,570.43
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,378.97	3,378.97
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,178.43	4,178.43
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,513.78	6,513.78
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,849.13	8,849.13
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,184.48	11,184.48
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13,519.84	13,519.84
20	0.00	0.00	0.00	7,625.00	7,625.00	-2,288.00	5,337.00	0.00	15,855.19	21,192.19

コストの正味現在価値=3,477.84

便益の正味現在価値=18,071.01

BCR ＝ 5.20

ENPV ＝ $14,593

4.13.3　土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。各流域に対して、流域全体を対象とした場合および優先範囲を限定して、これらの配置検討を実施した結果、概算工事費は表-4.13.3-1 に示す通りとなる。

今回対象としている流域はいずれも広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストだけでなく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかなりの時間が必要となる。したがって本プロジェクトにおいては実施することは困難であり、本プロジェクト終了後にこの長期計画に従って遂次対策工を実施する事が望ましい。

表-4.13.3-1　上流域における土砂制御施設の概算事業費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費合計	事業費 (Million S/.)
		数量（km）	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)		
チラ流域	全流域	0	S/.0	0	S/.0	272	S/.423	S/.423	S/.796
	優先範囲	0	S/.0	0	S/.0	123	S/.192	S/.192	S/.361
カニエテ流域	全流域	325	S/.347	32	S/.1	201	S/.281	S/.629	S/..1,184
	優先範囲	325	S/.347	32	S/.1	159	S/.228	S/.576	S/..1,084
チンチャ流域	全流域	381	S/.407	38	S/.1	111	S/.116	S/.524	S/..986
	優先範囲	381	S/.407	38	S/.1	66	S/.66	S/.474	S/.892
ピスコ流域	全流域	269	S/.287	27	S/.1	178	S/.209	S/.497	S/.935
	優先範囲	269	S/.287	27	S/.1	106	S/.126	S/.414	S/.779
ヤウカ流域	全流域	565	S/.604	57	S/.2	97	S/.144	S/.750	S/.1,412
	優先範囲	565	S/.604	57	S/.2	37	S/.54	S/.660	S/.1,242
カマナ/マヘス流域	全流域	264	S/.282	26	S/.1	123	S/.165	S/.448	S/.843
	優先範囲	264	S/.282	26	S/.1	81	S/.105	S/.388	S/.730
合計	全流域	1,803	S/.1,927	180	S/.5	982	S/.1,338	S/.3,271	S/.6,155
	優先範囲	1,803	S/.1,927	180	S/.5	572	S/.772	S/.2,705	S/.5,090

第 5 章　結論

この調査において最終的に選定された代替案は構造的に安全で社会評価においてもチラ川とヤウカ川流域を除いて十分経済価値が高く、環境に与える影響も小さいと思われる。

本プロジェクトを実施することにより渓谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進出来るので出来るだけ早く実施するべきである。