

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート
I -6 サポートイングレポート
Annex-8 施設計画／設計

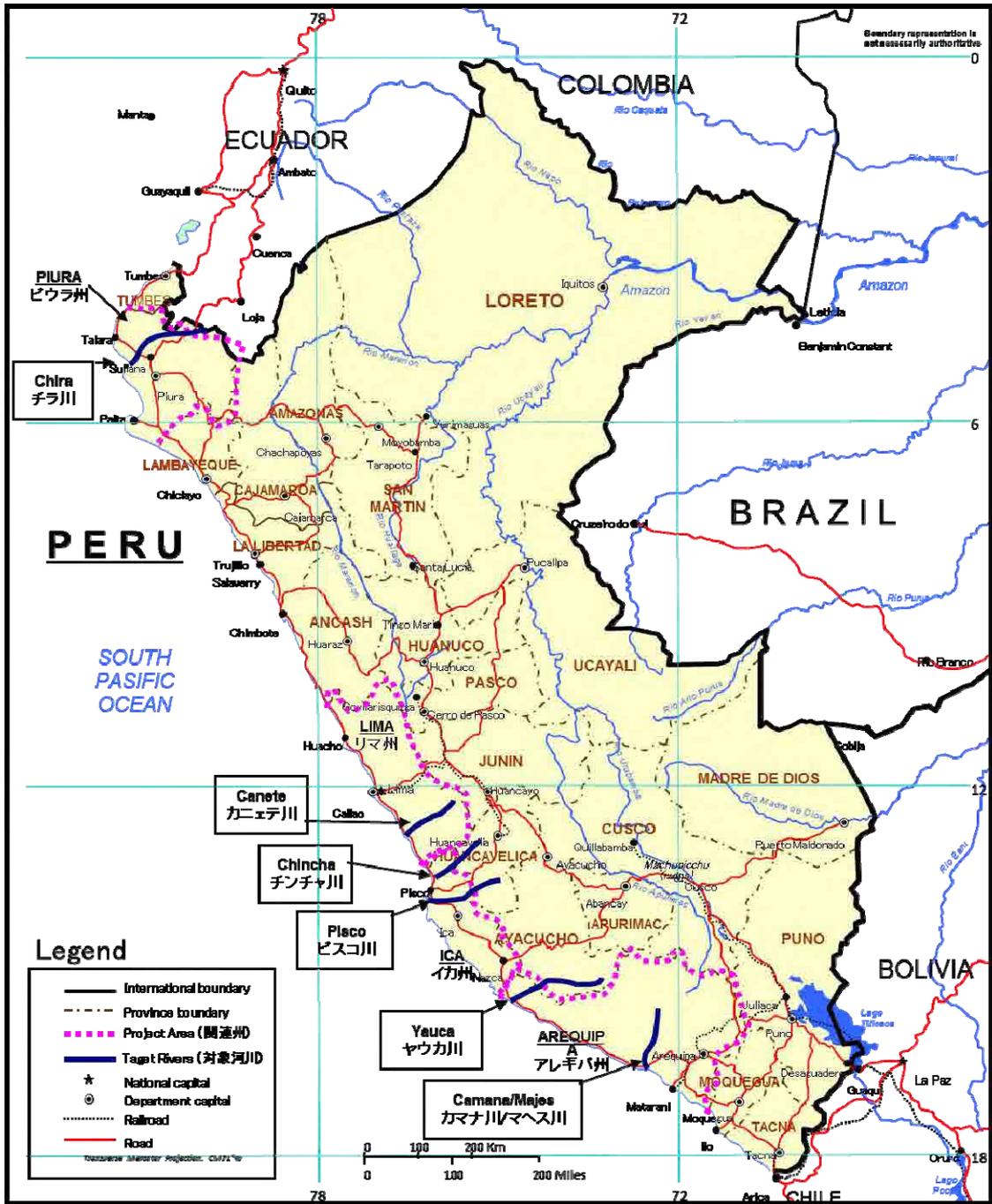
平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

独立行政法人 国際協力機構

八千代エンジニアリング株式会社

日本工営株式会社

中南米工営株式会社



付図 調査対象地域

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査
ファイナルレポート
I-6 サポートイングレポート
Annex-8 施設計画／設計

目次

第1章 施設計画の基本方針	1
第2章 施設計画・設計	2
第3章 堤防の構造・形状の選定	81
第4章 提言	86

巻末資料

数量計算書

目 次

図 2.1.1	Chira-1 施設平面図	5
図 2.1.2	Chira-1 代表横断図	5
図 2.1.3	Chira-2 施設平面図	7
図 2.1.4	Chira-2 代表横断図	7
図 2.1.5	Chira-3 施設平面図	9
図 2.1.6	Chira-3 代表横断図	9
図 2.1.7	Chira-4 施設平面図	11
図 2.1.8	Chira-4 代表横断図	11
図 2.2.1	Canete-1 施設平面図	14
図 2.2.2	Canete-1 代表横断図	14
図 2.2.3	Canete-2 施設平面図	16
図 2.2.4	Canete-2 代表横断図	16
図 2.2.5	Canete-3 施設平面図	18
図 2.2.6	Canete-3 代表横断図	18
図 2.2.7	Canete-4 施設平面図	20
図 2.2.8	Canete-4 代表横断図	20
図 2.2.9	Canete-5 施設平面図	22
図 2.2.10	Canete-5 代表横断図	22
図 2.3.1	Chico-1 施設平面図	25
図 2.3.2	Chico-1 代表横断図	25
図 2.3.3	Chico-2 施設平面図	27
図 2.3.4	Chico-2 代表横断図	27
図 2.3.5	Chico-3 施設平面図	29
図 2.3.6	Chico-3 代表横断図	29
図 2.3.7	Chico-3 分流堰構造図	30
図 2.3.8	Chico-3 床固工構造図	30
図 2.3.9	Matagente-1 施設平面図	32
図 2.3.10	Matagente-1 代表横断図	32
図 2.3.11	Matagente-2 施設平面図	34
図 2.3.12	Matagente-2 代表断面図	34
図 2.4.1	Pisco-1 施設平面図	37
図 2.4.2	Pisco-1 代表横断図	37

図	2.4.3	Pisco-2 施設平面図	39
図	2.4.4	Pisco-2 代表横断図	39
図	2.4.5	Pisco-3 施設平面図	41
図	2.4.6	Pisco-3 代表横断図	41
図	2.4.7	Pisco-4 施設平面図	43
図	2.4.8	Pisco-4 代表横断図	43
図	2.4.9	Pisco-5 施設平面図	45
図	2.4.10	Pisco-5 代表横断図	45
図	2.4.11	Pisco-6 施設平面図 (1)	47
図	2.4.12	Pisco-6 施設平面図 (2)	47
図	2.4.13	Pisco-6 代表横断図	48
図	2.4.14	Pisco-6 水制工標準断面図	48
図	2.5.1	Yauca-1,Yauca-2,Yauca-3 施設平面図	51
図	2.5.2	Yauca-1 代表横断図	51
図	2.5.3	Yauca-2 代表横断図	52
図	2.5.4	Yauca-3 代表横断図	53
図	2.5.5	Yauca-4, Yauca-5 施設平面図	55
図	2.5.6	Yauca-4, Yauca-5 代表横断図	55
図	2.5.7	Yauca-6 施設平面図	57
図	2.5.8	Yauca-6 代表横断図	57
図	2.6.1	Camán-1 施設平面図(1)	60
図	2.6.2	Camán-1 施設平面図(2)	60
図	2.6.3	Camán-1 施設平面図(3)	60
図	2.6.4	Camán-1 代表横断図(1)	61
図	2.6.5	Camán-1 代表横断図(2)	61
図	2.6.6	Camán-2 施設平面図(1)	63
図	2.6.7	Camán-2 施設平面図(2)	63
図	2.6.8	Camán-2 代表横断図	63
図	2.6.9	Camán-3 施設平面図(1)	65
図	2.6.10	Camán-3 施設平面図(2)	65
図	2.6.11	Camán-3 施設平面図(3)	65
図	2.6.12	Camán-3 施設平面図(4)	65
図	2.6.13	Camán-3 代表横断図(1)	66
図	2.6.14	Camán-1 代表横断図(2)	66
図	2.6.15	Camán-1 代表横断図(3)	67

図	2.6.16	Majes-4 施設平面図(1).....	69
図	2.6.17	Majes-4 施設平面図(2).....	69
図	2.6.18	Majes-4 代表横断図(1).....	70
図	2.6.19	Majes-4 代表横断図(2).....	70
図	2.6.20	Majes-5 施設平面図(1).....	72
図	2.6.21	Majes-5 施設平面図(2).....	72
図	2.6.22	Majes-5 施設平面図(3).....	72
図	2.6.23	Majes-5 代表横断図(1).....	73
図	2.6.24	Majes-5 代表横断図(2).....	73
図	2.6.25	Majes-6 施設平面図(1).....	75
図	2.6.26	Majes-6 施設平面図(2).....	75
図	2.6.27	Majes-6 施設平面図(3).....	75
図	2.6.28	Majes-6 代表横断図(1).....	76
図	2.6.29	Majes-6 代表横断図(2).....	76
図	2.6.30	Majes-6 代表横断図(3).....	77
図	2.6.31	Majes-7 施設平面図(1).....	79
図	2.6.32	Majes-7 施設平面図(2).....	79
図	2.6.33	Majes-7 代表横断図(1).....	80
図	2.6.34	Majes-7 代表横断図(2).....	80
図	3.1	Canete 川の水制工.....	82
図	3.2	Chincha 川の堤防 ふとん籠による護岸.....	82
図	3.3	Pisco 川 河口部の巨石護岸.....	82
図	3.4	Pisco 川 上流部の堤防と巨石護岸.....	83
図	3.5	Yauca 川の堤防.....	83
図	3.6	Majes Camana 川の堤防.....	83
図	3.7	堤防・護岸の標準断面.....	84

第1章 施設計画の基本方針

対象6河川において優先的（重点的）に整備すべき対策箇所を地元の要望（ヒヤリング結果）及び氾濫解析結果等を踏まえて選定した。

重点的に整備する箇所における整備の考え方は、下記のとおりである。

1) 対策工の基本方針

対策工の基本方針は、技術面の基本方針で示した対象河川の特性を考慮した洪水及び土砂制御のため治水施設とし、下記に示したとおりである。

- ①河道を固定する堤防、流下能力を確保する河床掘削、稼働拡幅
- ②堤防を保護する護岸工（水制工含む）
- ③洪水流量を制御する遊水池
- ④土砂の流量を調整する砂防施設（サンドポケット等）

設計・施工方法としては、コスト、現地業者の技術を考慮するとともに、現地で調達容易な材料を用いることに配慮して設計する。

2) 主な施設計画・設計の留意点

①堤防による河道の固定と十分な護岸根入れ、根固め工設置

対象河川のような土砂流出の多い急流河川では、河床上に形成された砂礫堆に規制された洪水流の集中によって生じる河岸の洗掘・侵食により堤防崩壊が洪水災害の主要因となる。多量な土砂の流出は、砂礫堆の前進を促し、水衝部を移動させていく要因となる。堤防により河道を固定させることと、水衝部が移動することを考慮して堤防護岸の根入れを十分にとることが重要である。また、堤防、護岸を保護する根固め工の設置も検討する。

②水 制

堤体、河岸の防護工の一つとして水制が有力候補に上げられる。水制については、その長さおよび間隔が問題となる。我が国の経験では、水制工の長さは対岸に及ぼす影響を小さくするため、川幅の10%以内というのが一般的である。水制工の構造は、河川流速および土石の衝突に耐える形式を検討する。

③遊水池及びサンドポケット

下流部への洪水流量及び土砂流量の低減方策として、遊水池やサンドポケットが考えられる。遊水池は、洪水とともに土砂が流入することから、すぐに満砂となり計画貯流量の確保が難しくなることが予想される。そのため、遊水池とサンドポケットの両方の機能を期待する施設として配置する事が考えられる。この場合、土地収有と計画的な土砂除去（維持管理）が必要である。

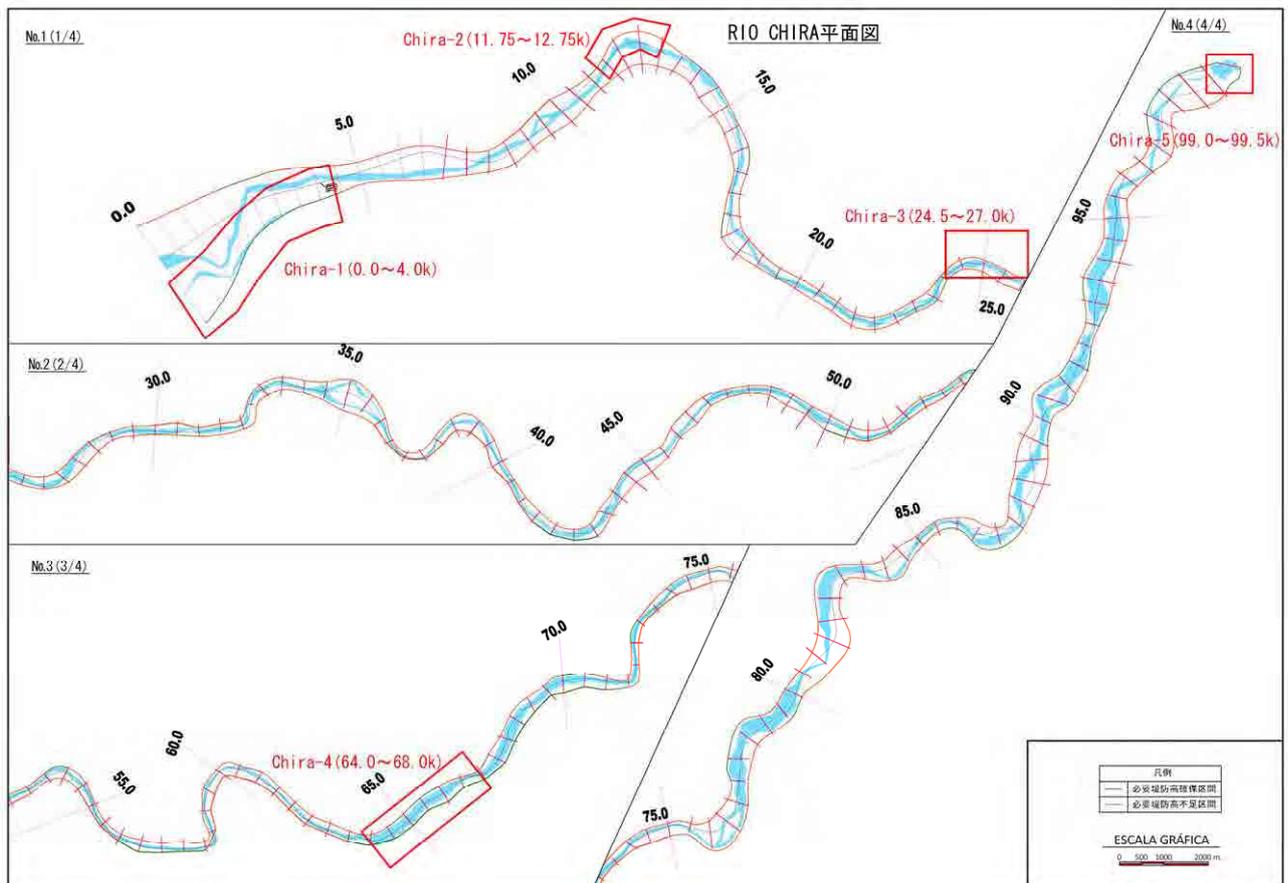
④砂防施設計画

土砂の流下量調整を行い河道閉塞、河床上昇を防止するためにサンドポケット等の砂防施設を計画する。

第2章 施設計画・設計

各河川における重点整備箇所と施設計画は、以下に示す通りである。

< Rio Chira >



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、ポエチヨ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。

■ 施設の概要 (Chira-1)

地点名	対策位置	選定根拠
Chira-1	0.0km～4.0km (左岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置左岸側に広がる広大な農地とガス田等</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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。</p> <p>▼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。</p>

図 2.1.1 Chira-1 施設平面図

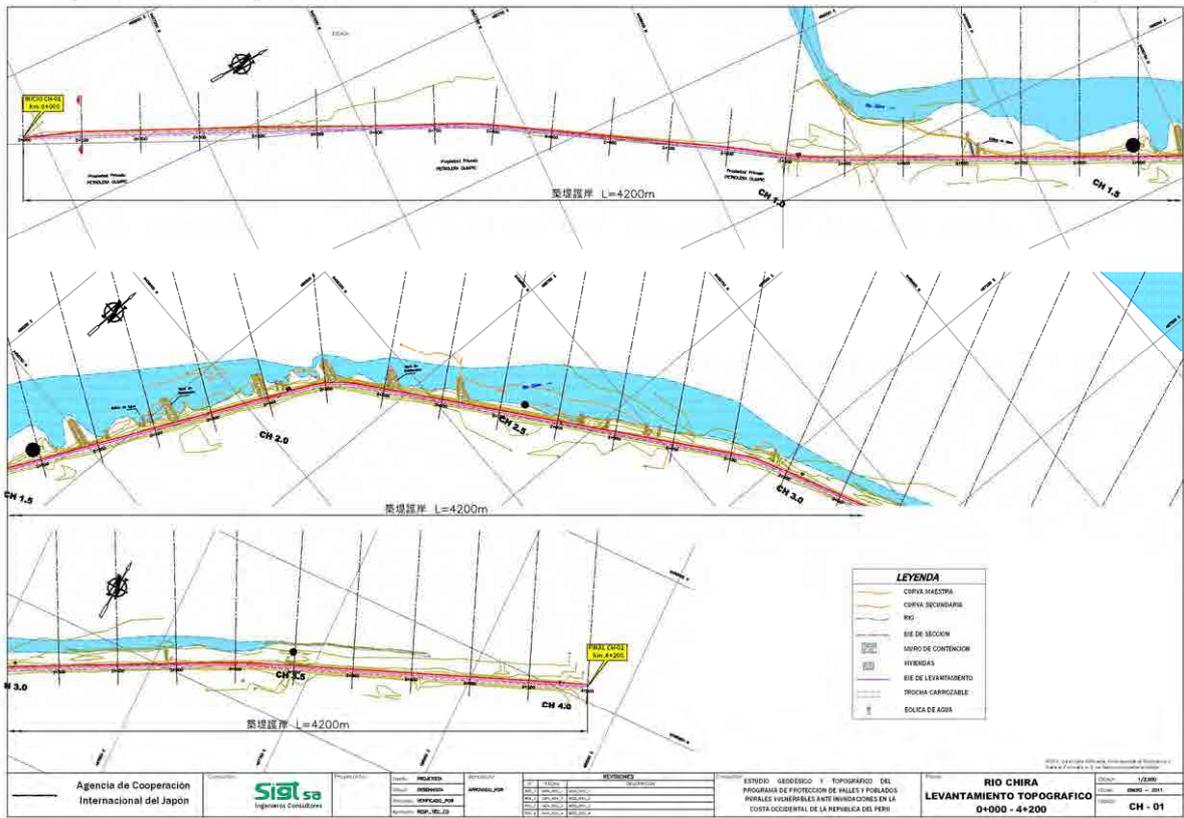
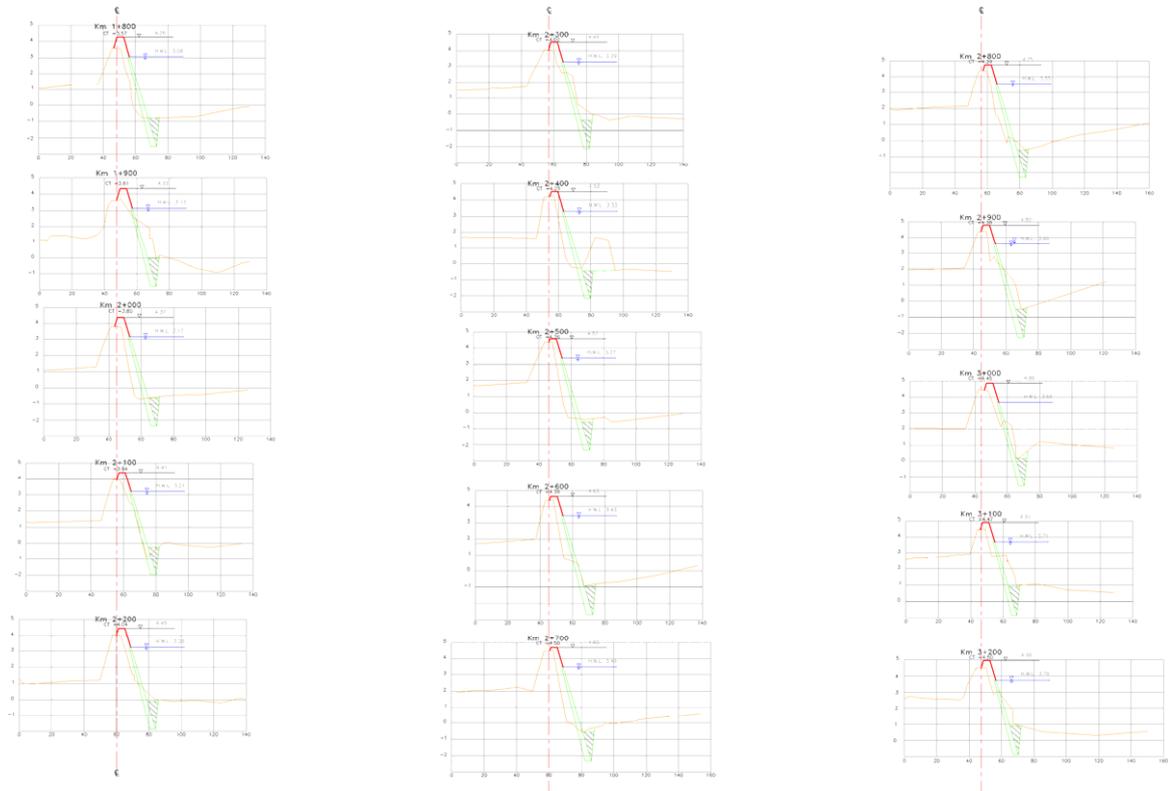


図 2.1.2 Chira-1 代表横断面図



■施設の概要 (Chira-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Chira-2	11.75km～ 12.75km (右岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側に位置する地方主要道路 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.1.3 Chira-2 施設平面図

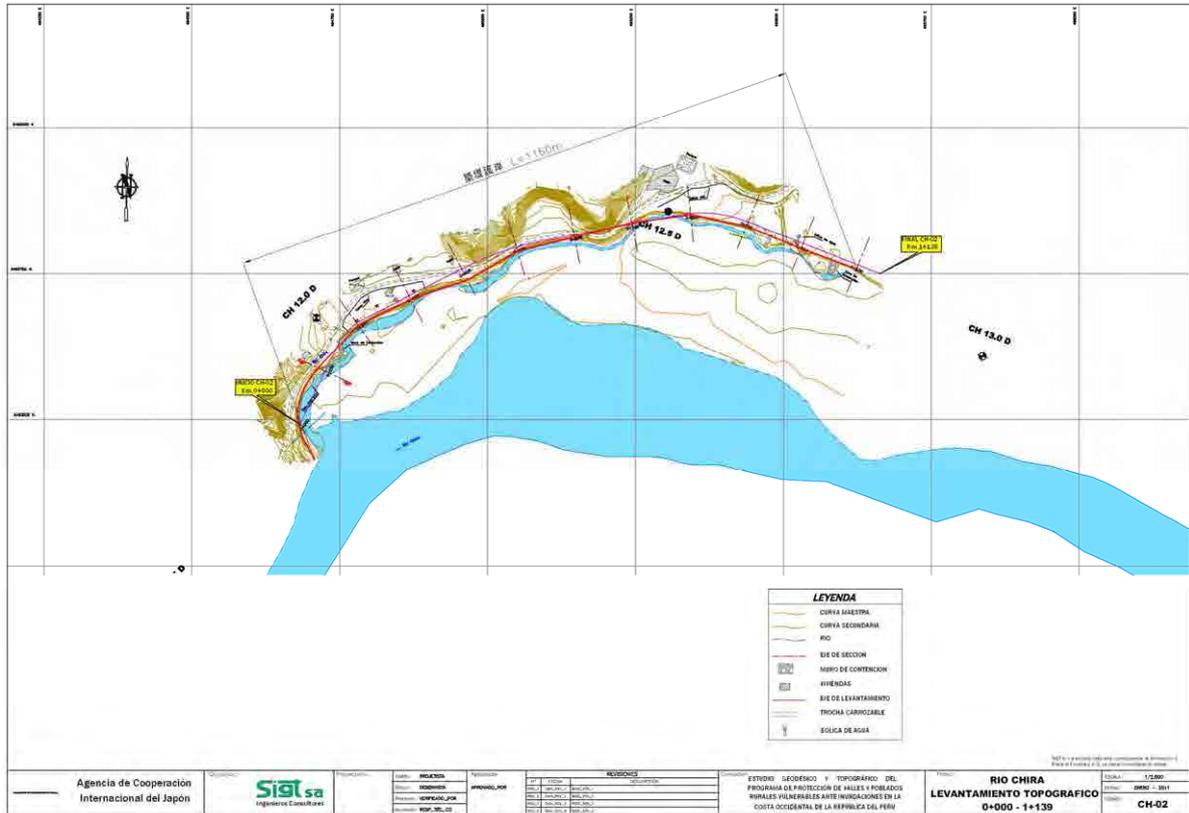
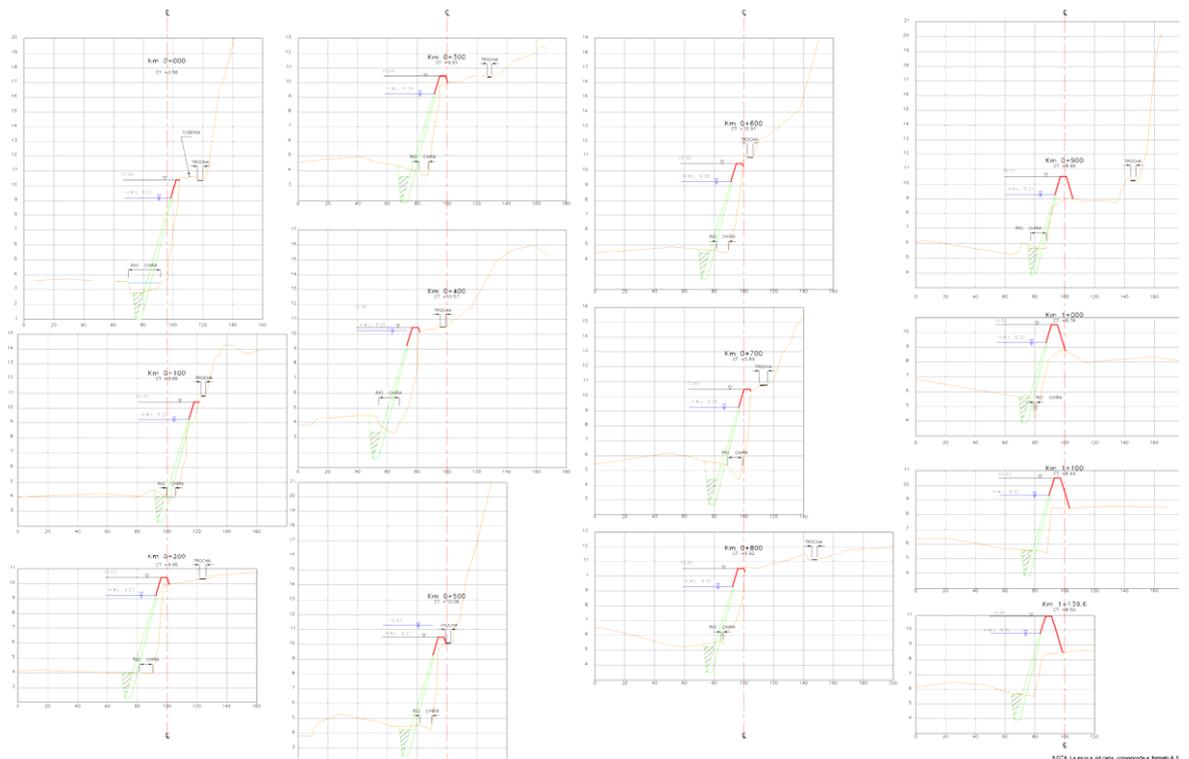


図 2.1.4 Chico-2 代表横断面図



■ 施設の概要 (Chira-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Chira-3	24.5km~27.0km (右岸側)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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のが重要である。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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側の農地</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.1.5 Chira-3 施設平面図

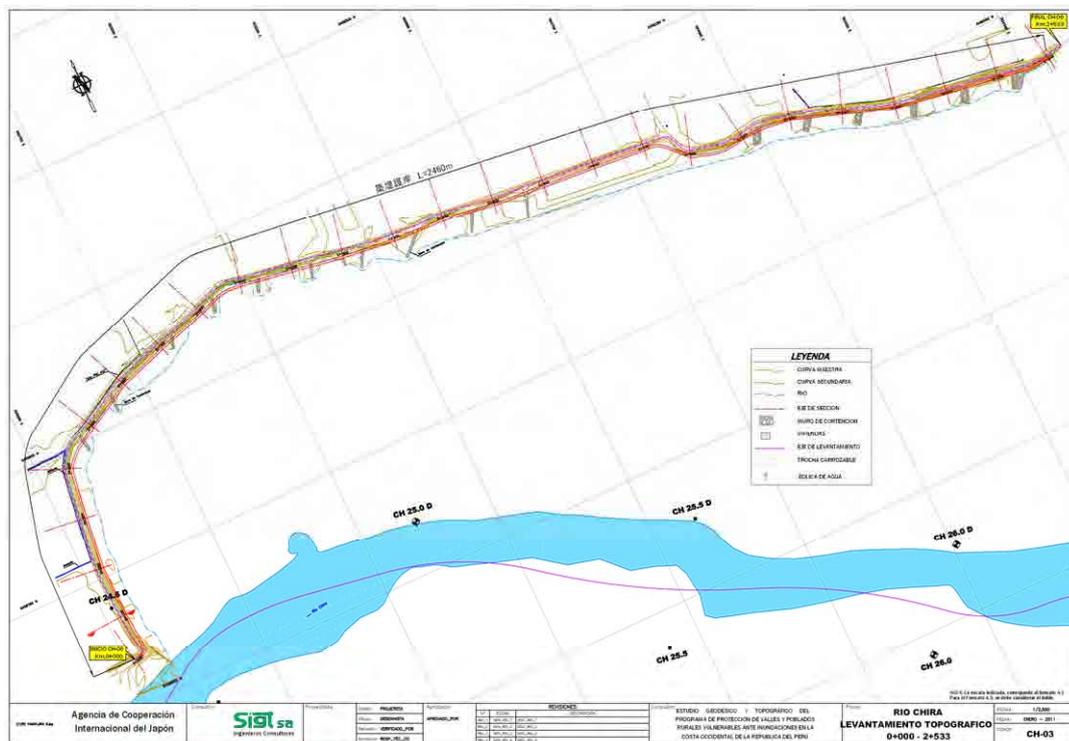
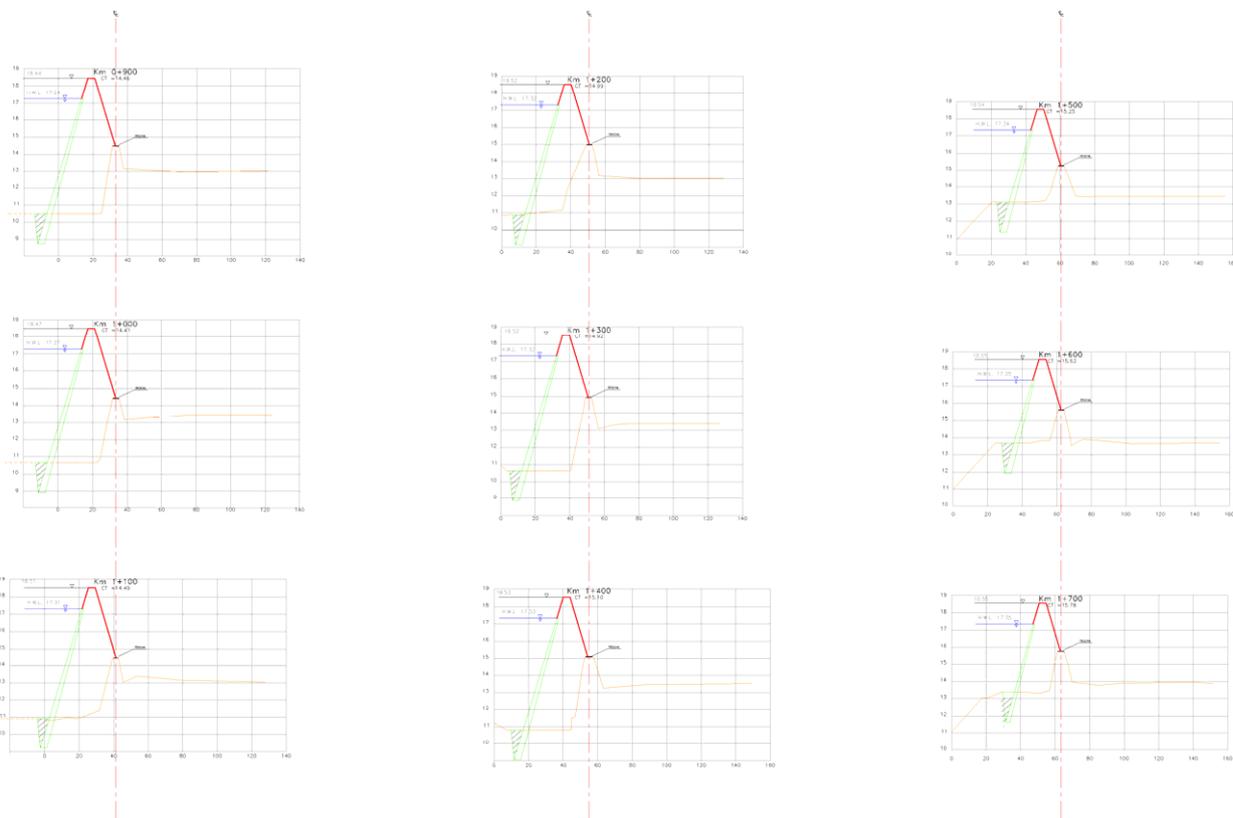


図 2.1.6 Chira-3 代表横断面図



■ 施設の概要 (Chira-4)

地点名	対策位置	選定根拠
Chira-4	64.0km～68.0km (全体)	<p>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。</p> <p>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共に構造物の維持管理にとっても重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰(スヤナ堰) <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.1.7 Chira-4 施設平面図

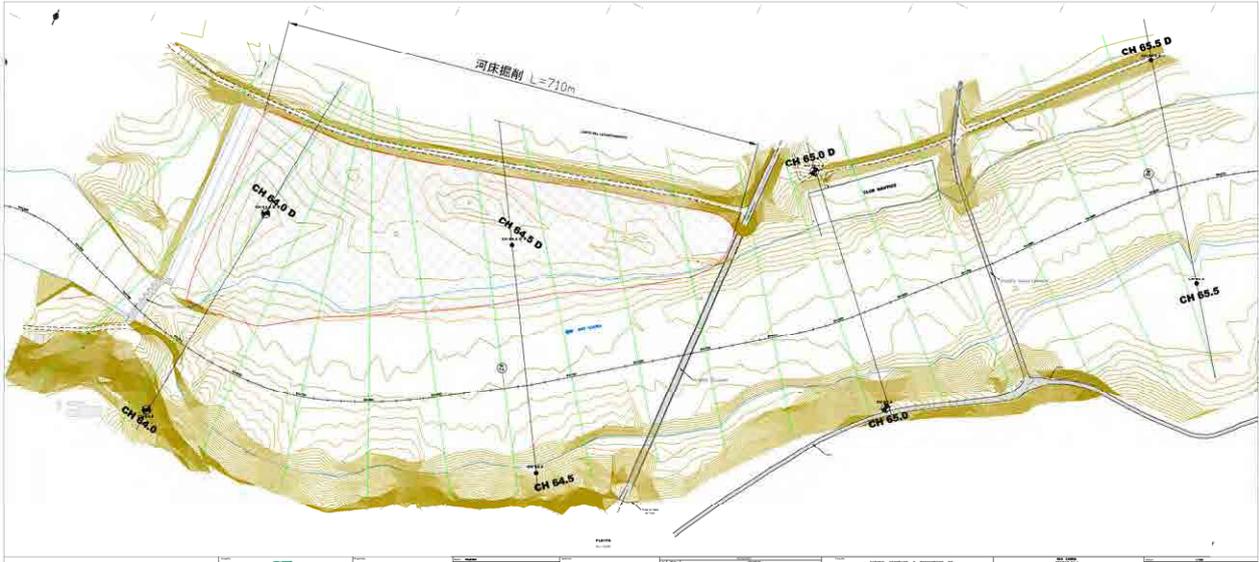
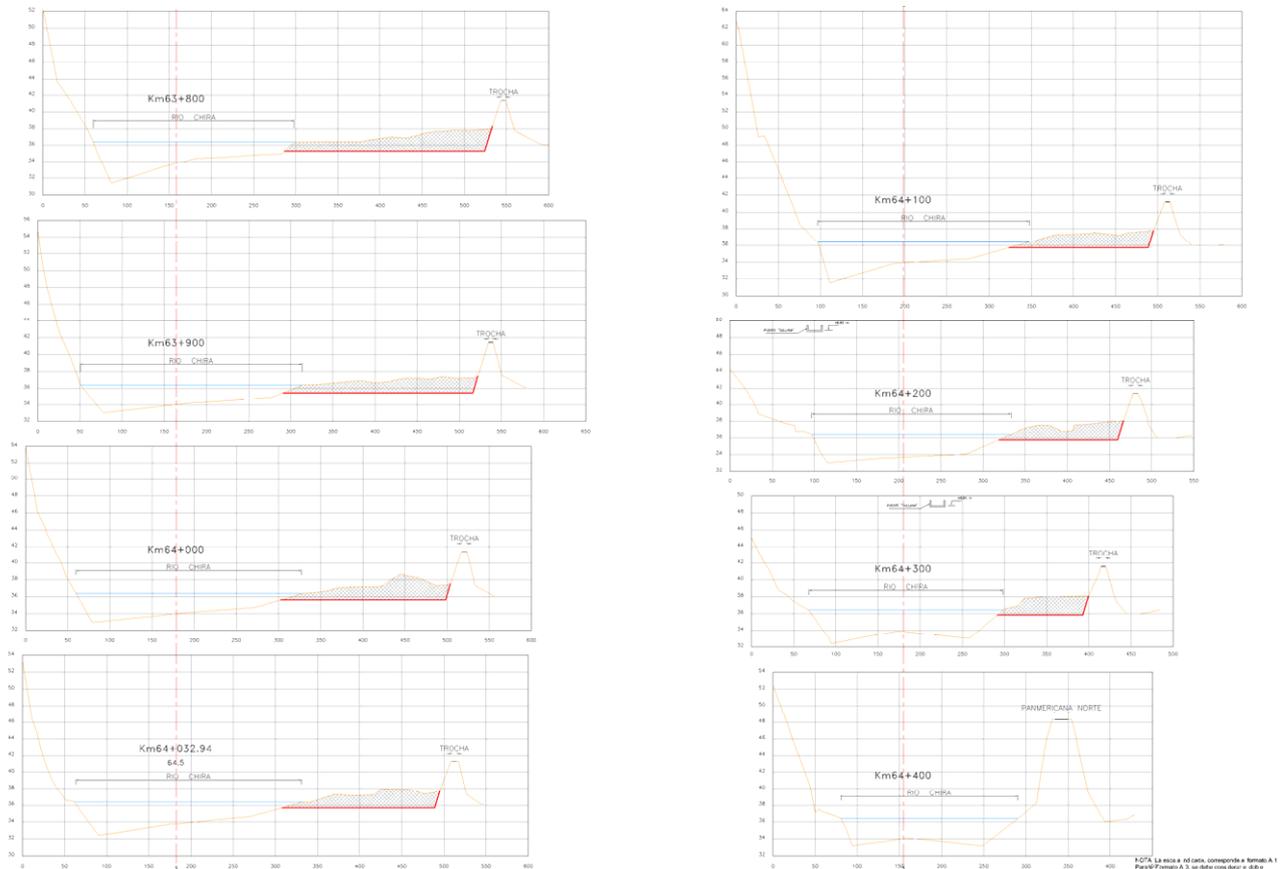
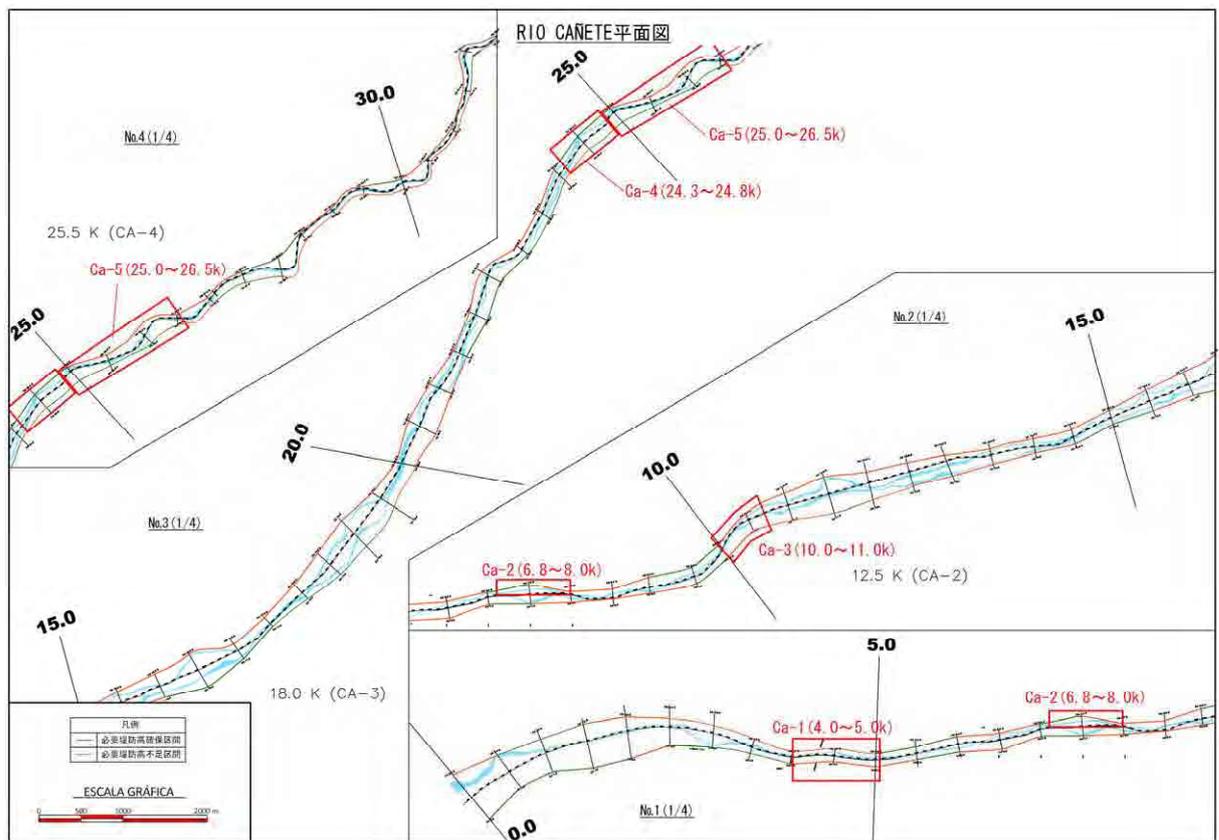


図 2.1.8 Chira-4 代表横断面図



< Rio Canete >



全体方針

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。

■ 施設の概要（Canete-1）

地点名	対策位置	選定根拠
Canete-1	4.0km～5.0km (右岸側) + (一部河床掘削)	<p>当該箇所には、南米大陸を縦断するパン・アメリカ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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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が図れる箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の下流に広がる広大な農地及び住居</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.2.1 Canete-1 施設平面図

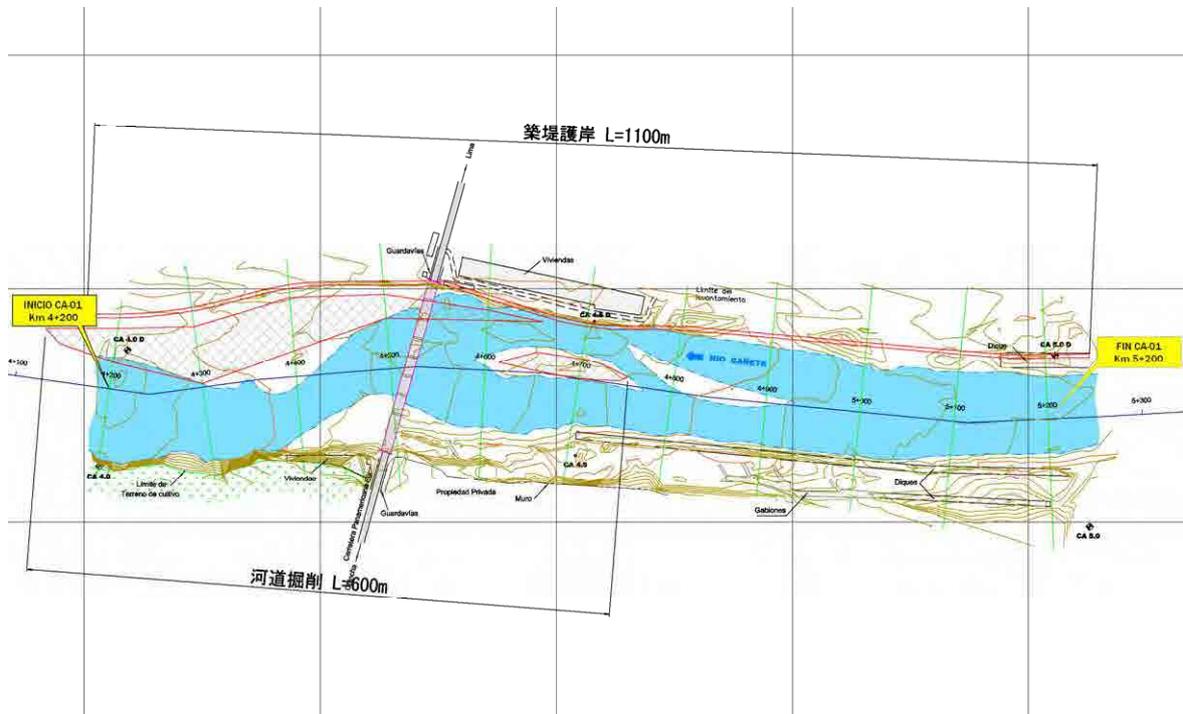
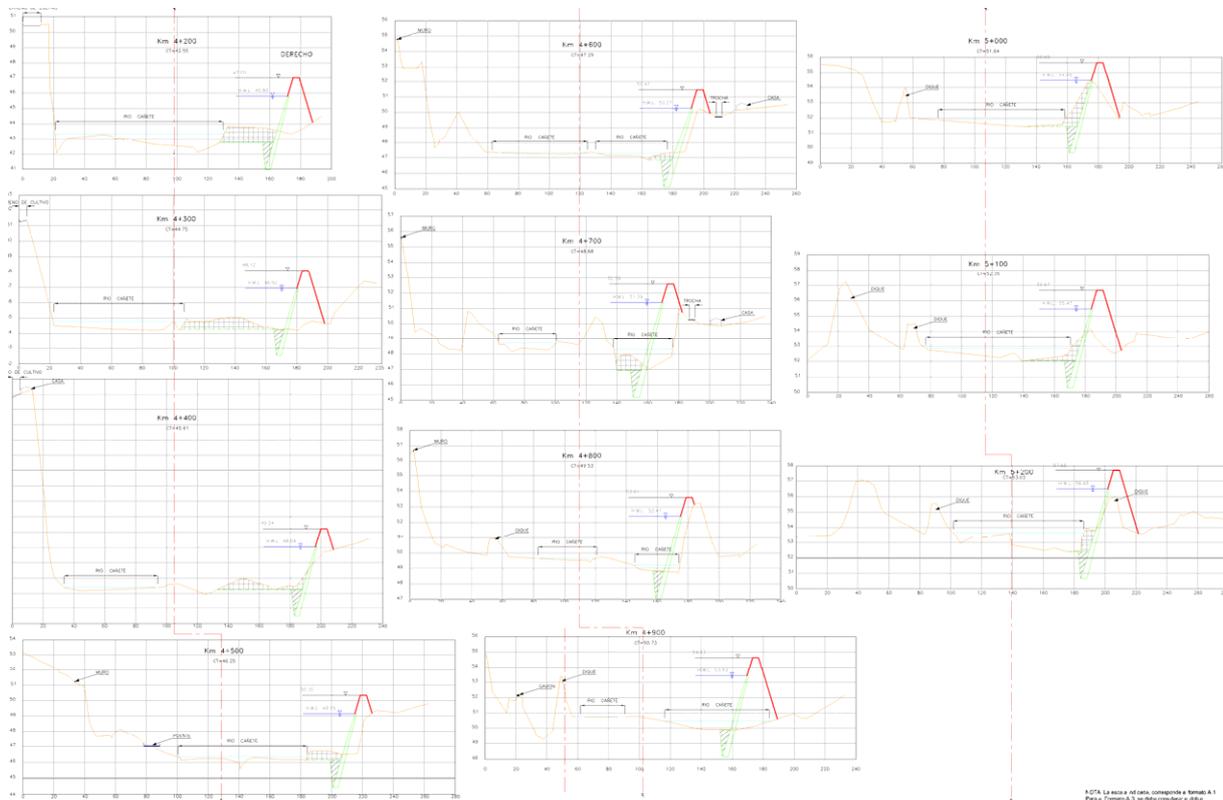


図 2.2.2 Canete-1 代表横断面図



■ 施設の概要 (Canete-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Canete-2	6.5km~8.1km (右岸側) + (左岸側)	<p>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。</p> <p>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)</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の左右岸に広がる農地</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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)

図 2.2.3 Canete-2 施設平面図

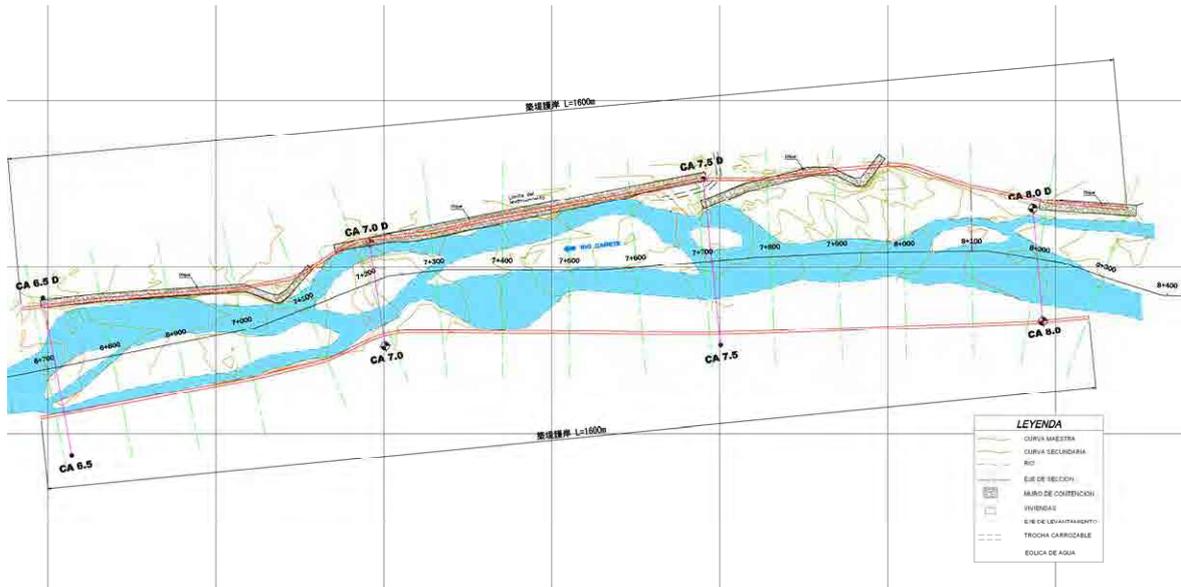
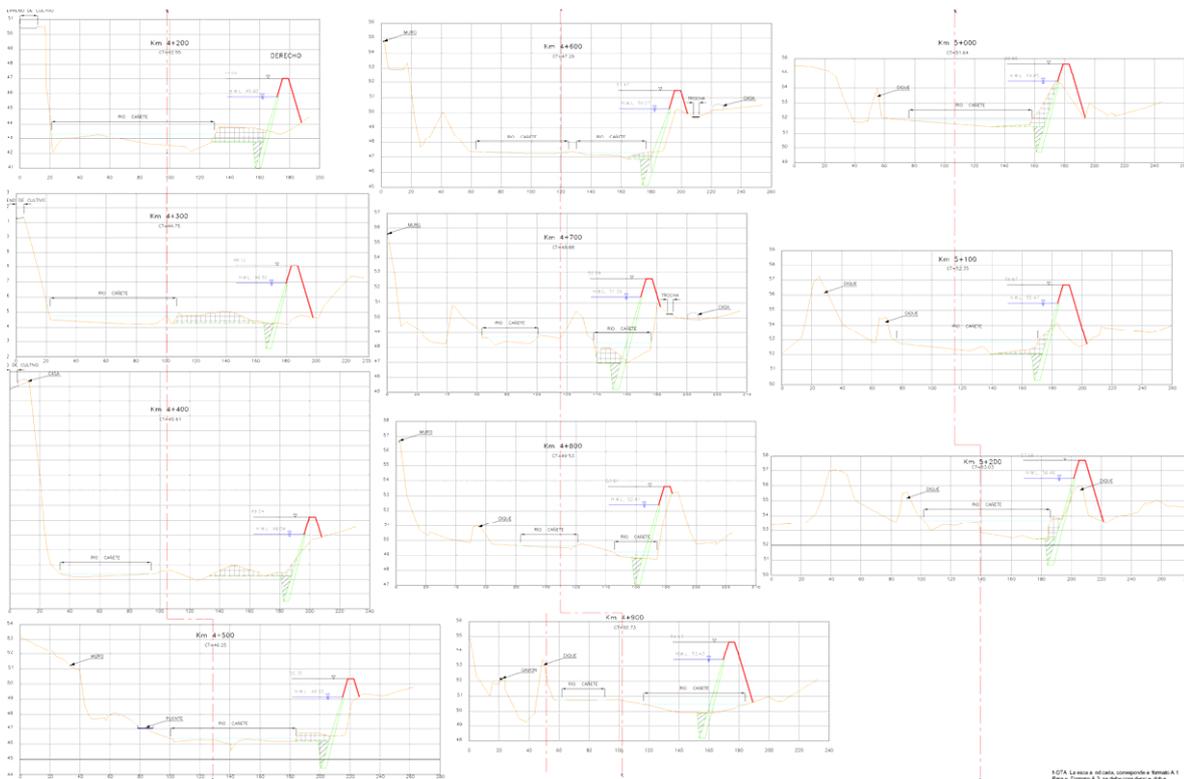


図 2.2.4 Canete-2 代表横断図



■ 施設の概要 (Canete-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Canete-3	10.0km~11.0km (左岸側の河道 拡幅)	<p>当該箇所を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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰の保全が必要な箇所 ●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が図れる箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰 ○対策位置の左岸側に広がる農地 <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.2.5 Canete-3 施設平面図

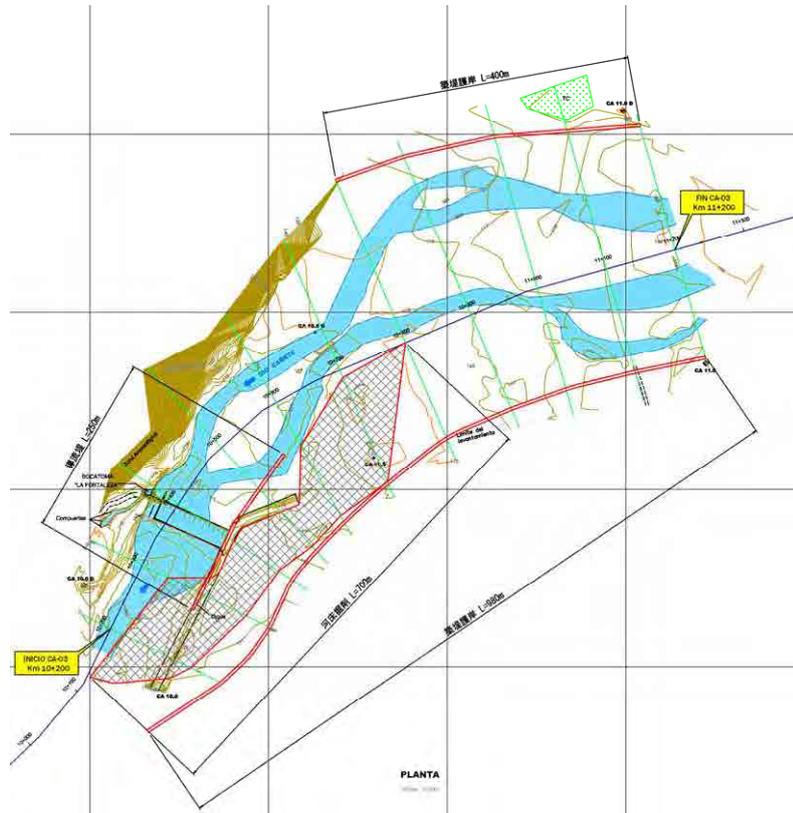
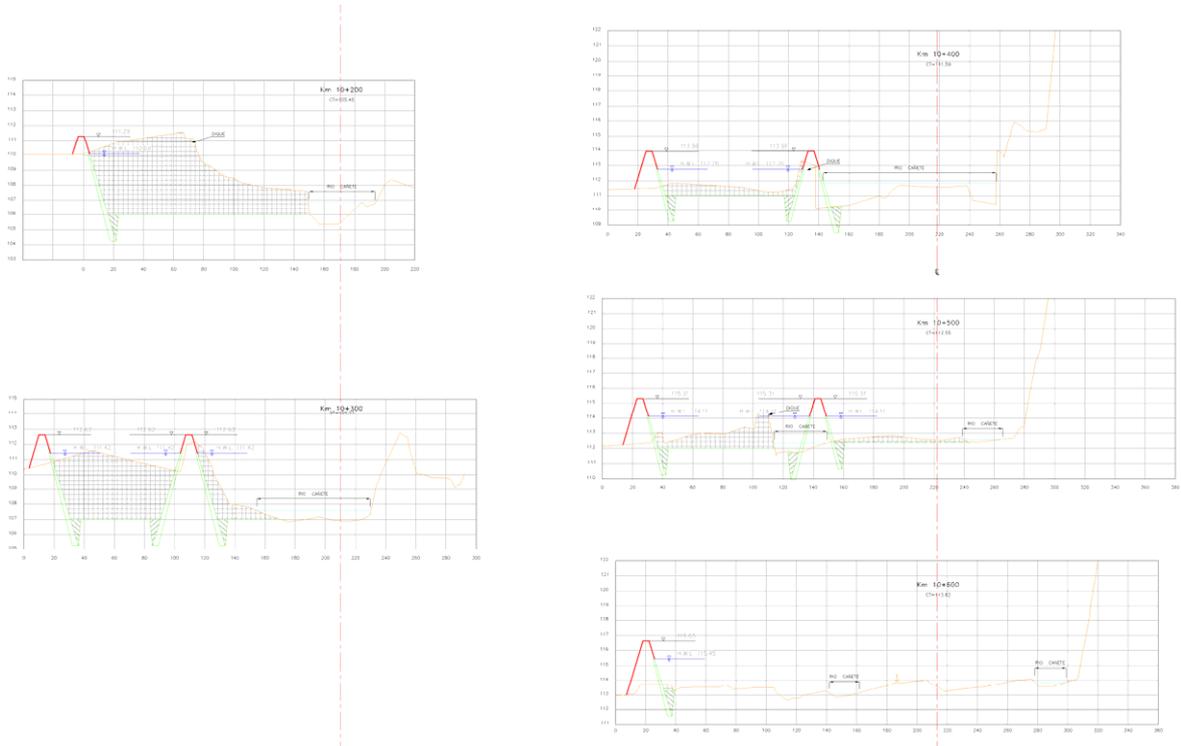


図 2.2.6 Canete-3 代表横断面図



■ 施設の概要 (Canete-4)

地点名	対策位置	選定根拠
Canete-4	24.25km~24.75km (左岸側の河道拡幅)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <p>●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所</p> <p><保全対象></p> <p>○取水堰</p> <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <p>▼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。</p> <p>▼現状の河道の特性を活かした整備をする。</p>

図 2.2.7 Canete-4 施設平面図

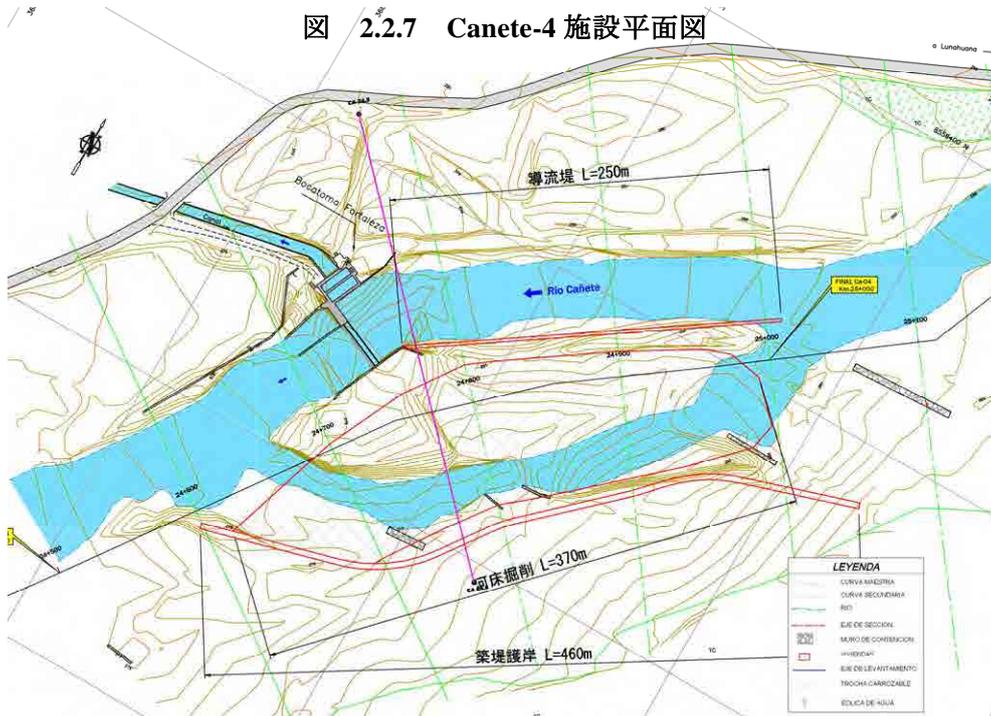
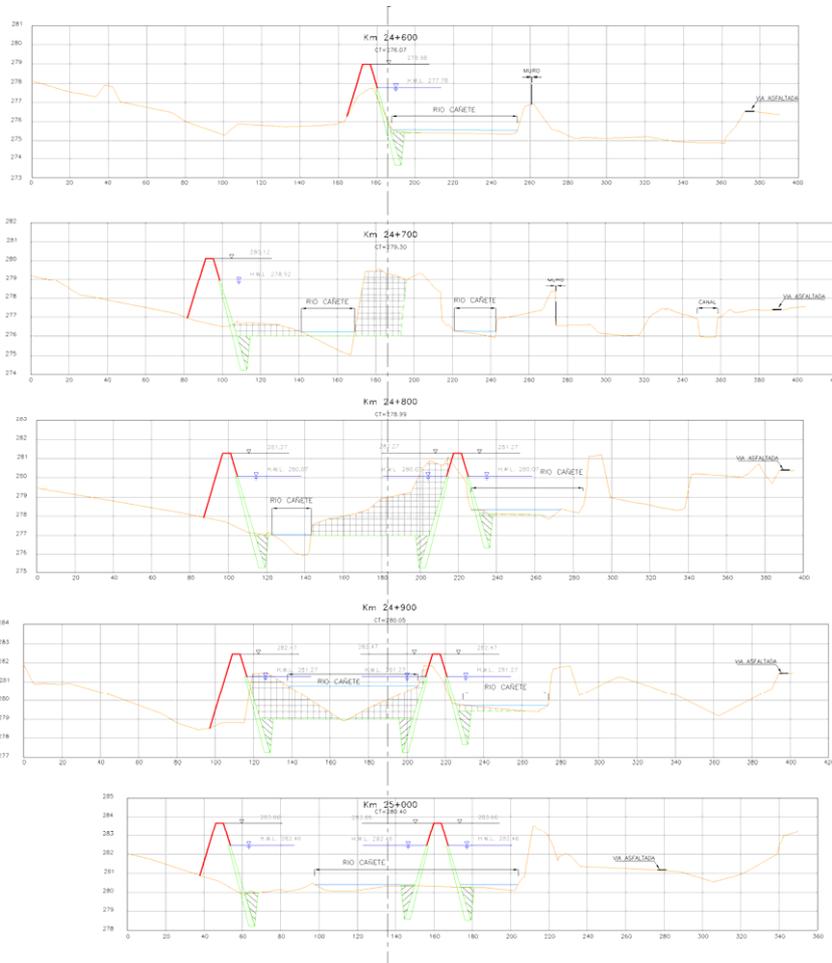


図 2.2.8 Canete-4 代表横断面図



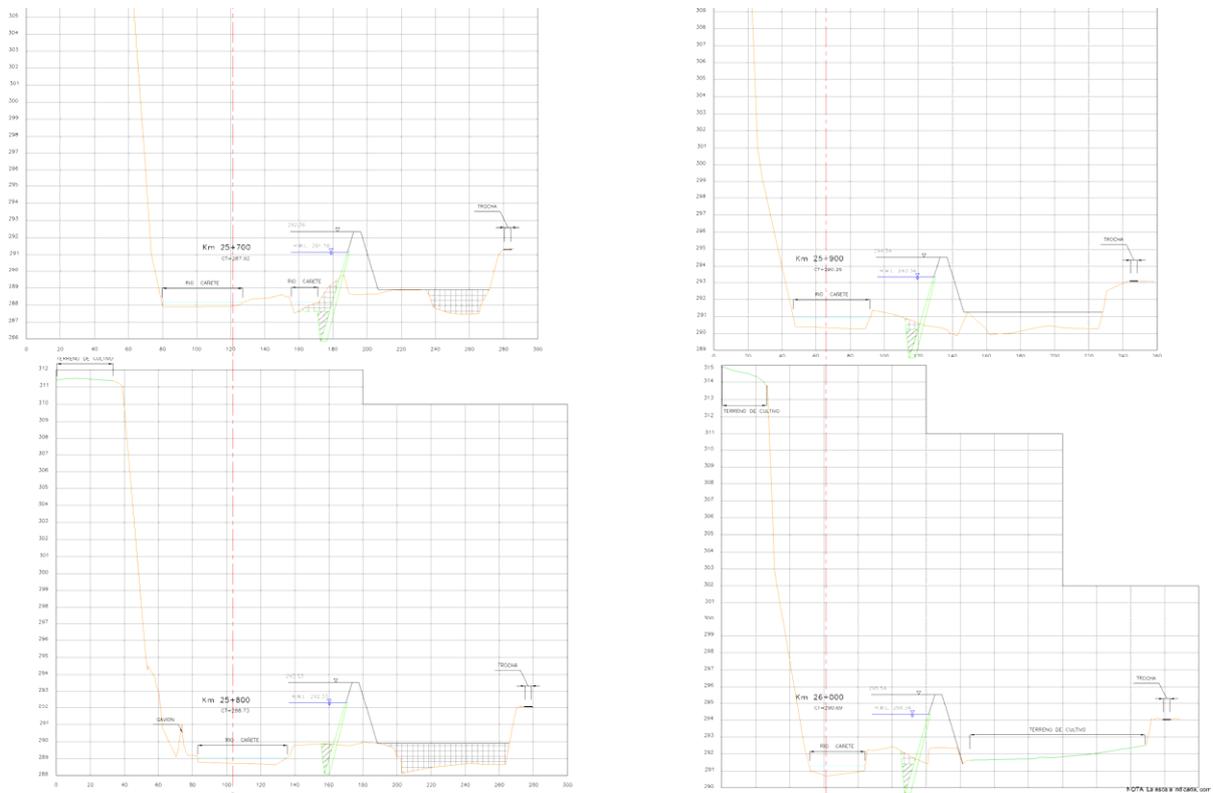
■ 施設の概要 (Canete-5)

地点名	対策位置	選定根拠
Canete-5	24.75km~26.5km (右岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の右岸側に位置する地方主要道路</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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いため、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。

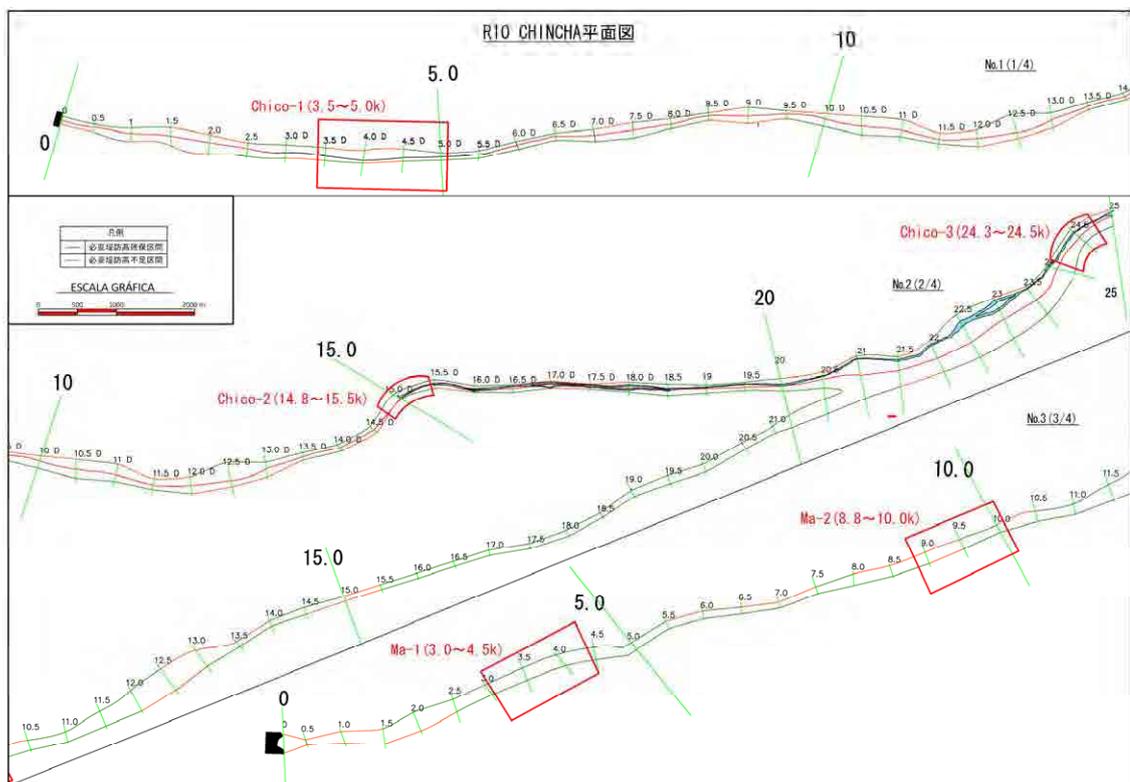
図 2.2.9 Canete-5 施設平面図



図 2.2.10 Canete-5 代表横断面図



< Rio Chincha >



<Rio Chico>

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)

■ 施設の概要（Chico-1）

地点名	対策位置	選定根拠
Chico-1	Chico 川 3.0km～5.1km (左岸側) + (右岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に左岸側） <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。

図 2.3.1 Chico-1 施設平面図

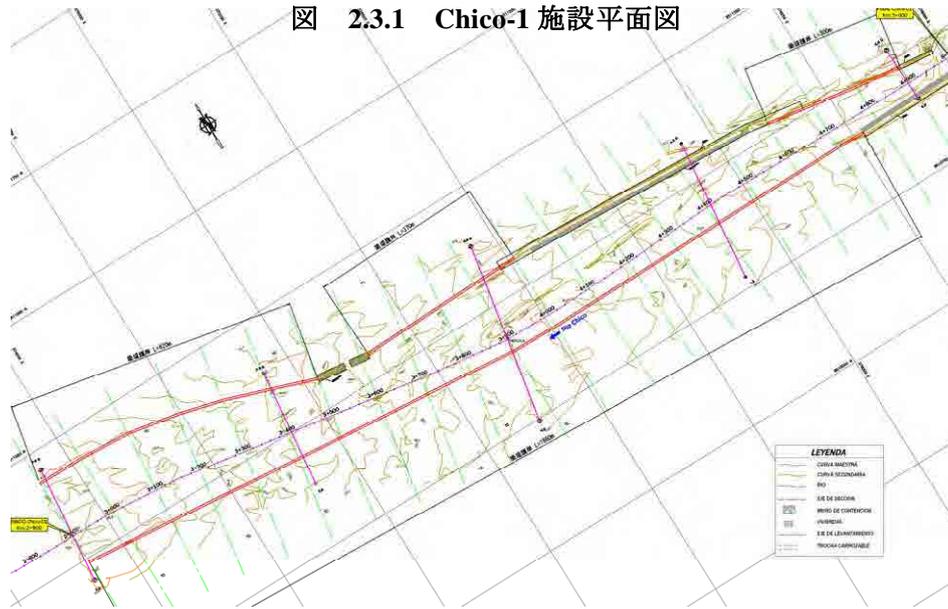
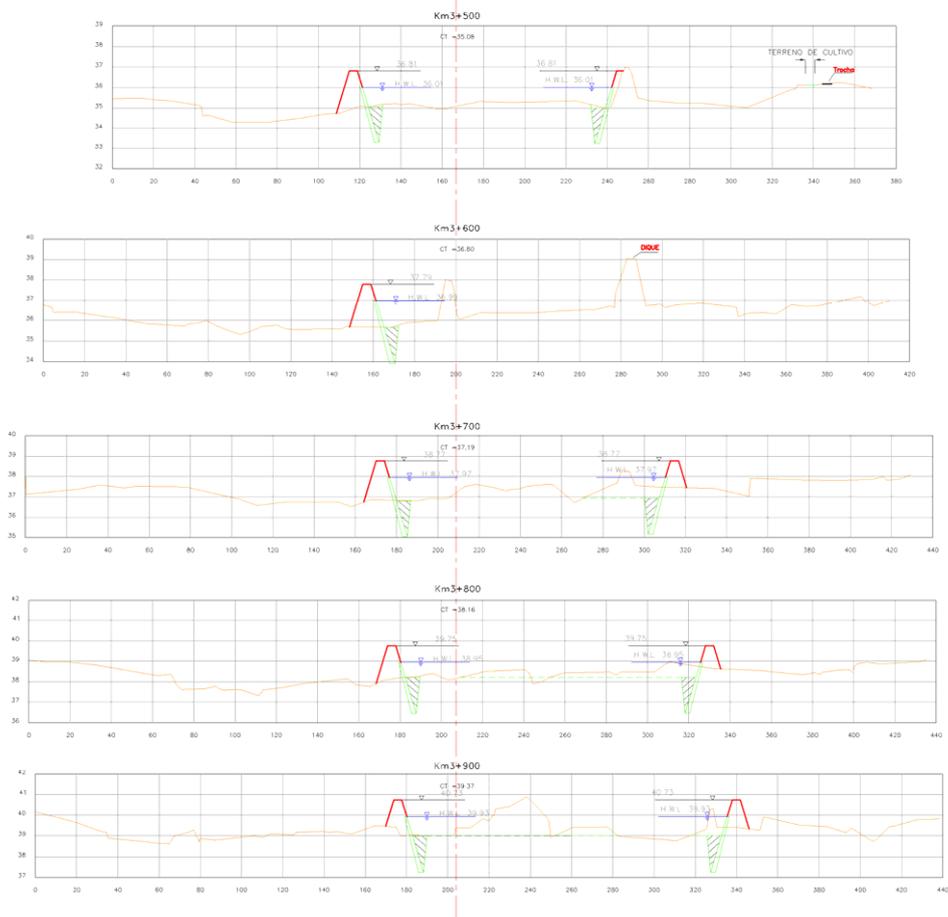


図 2.3.2 Chico-1 代表横断面図



■ 施設の概要 (Chico-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Chico-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共に、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を整備する。 ▼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。

図 2.3.3 Chico-2 施設平面図

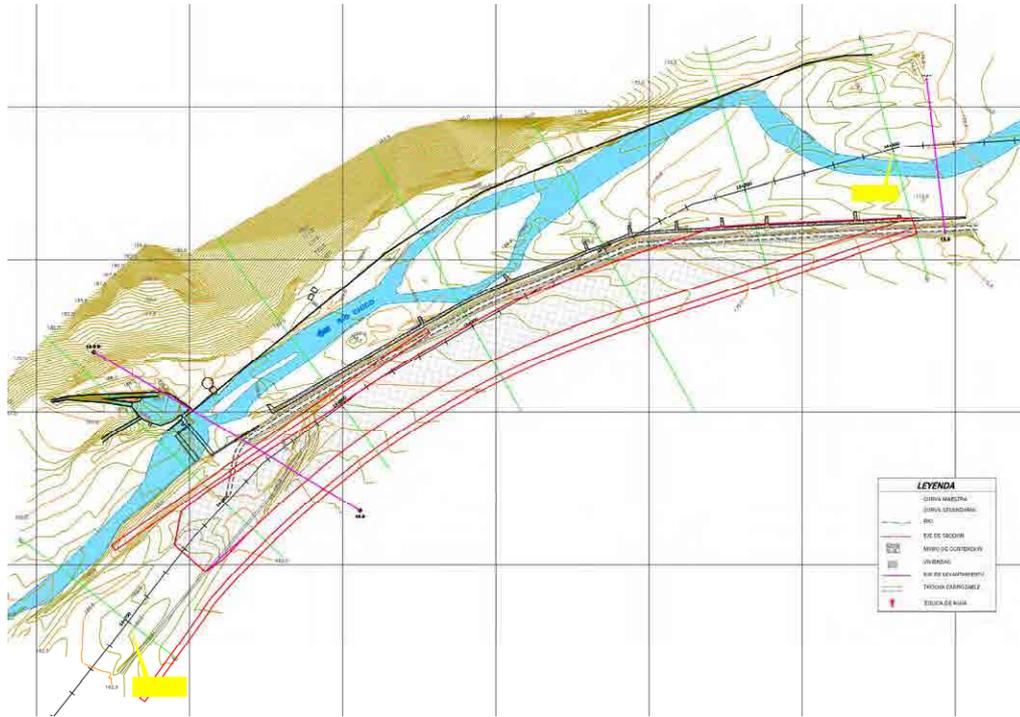
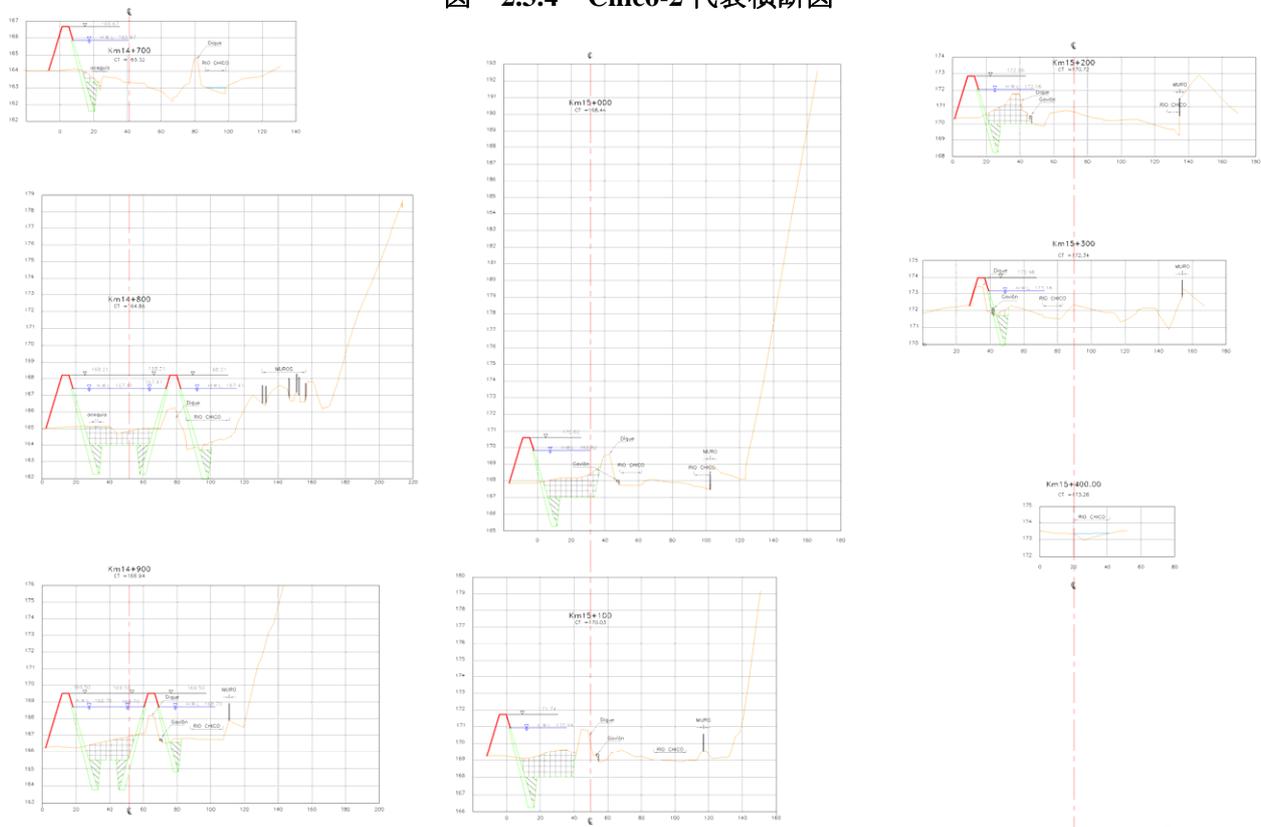


図 2.3.4 Chico-2 代表横断面図



■ 施設の概要 (Chico-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Chico-3	Chico 川 24. 2km～24. 5km (全体)	当該箇所は、チンチャ川の流水がチョ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、チョ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、チョ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、チョ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> ○チョコ川、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。

図 2.3.5 Chico-3 施設平面図

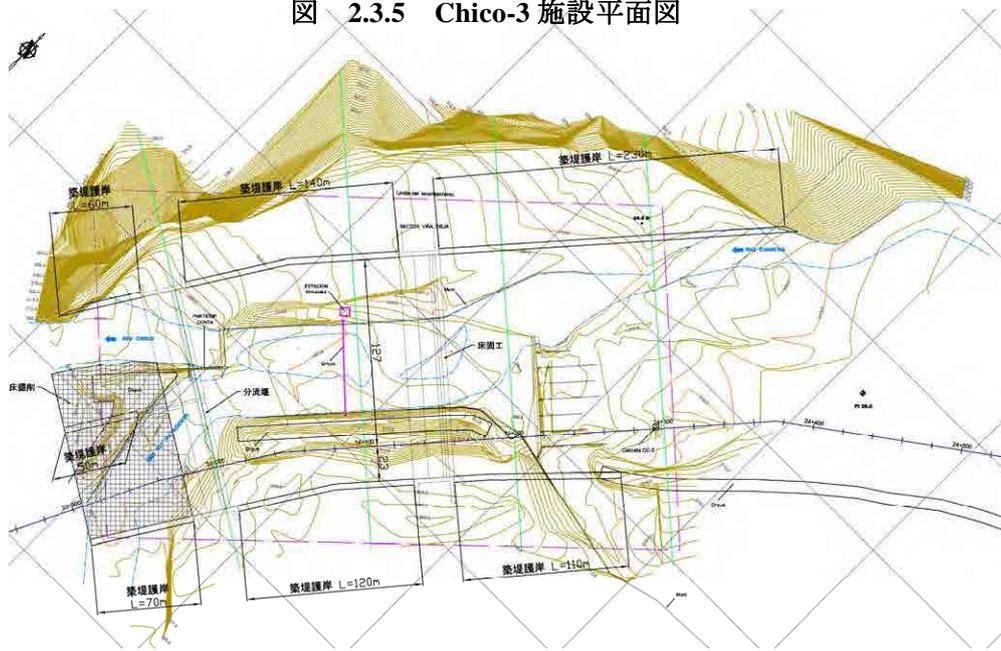


図 2.3.6 Chico-3 代表横断面図

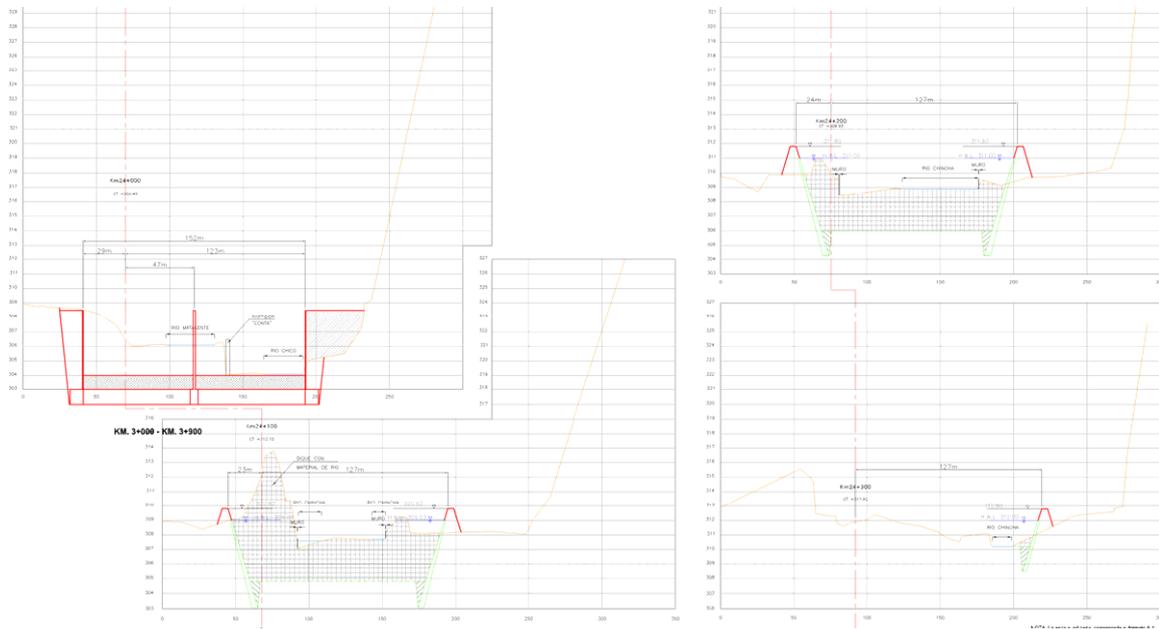


図 2.3.7 Chico-3 分流堰構造図

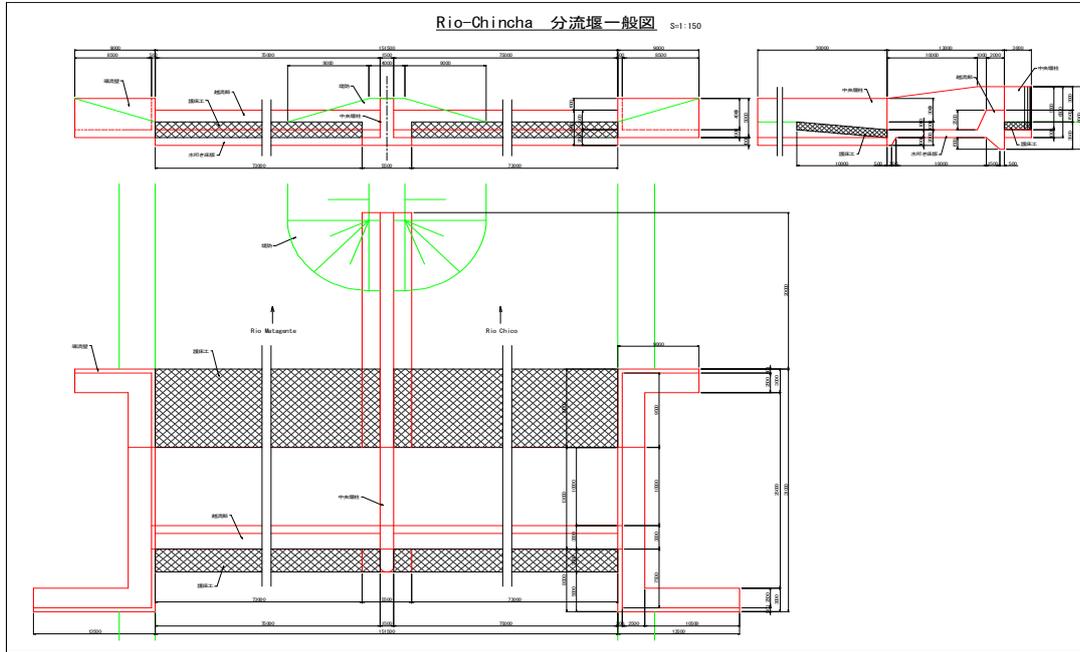
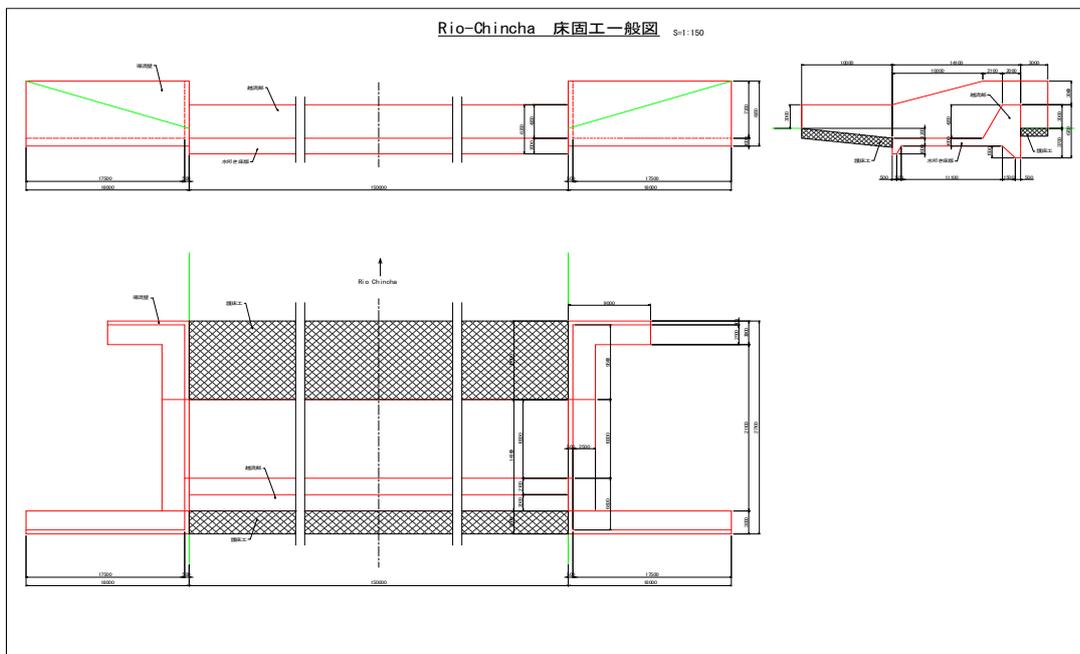


図 2.3.8 Chico-3 床固工構造図



<Rio Matagente>

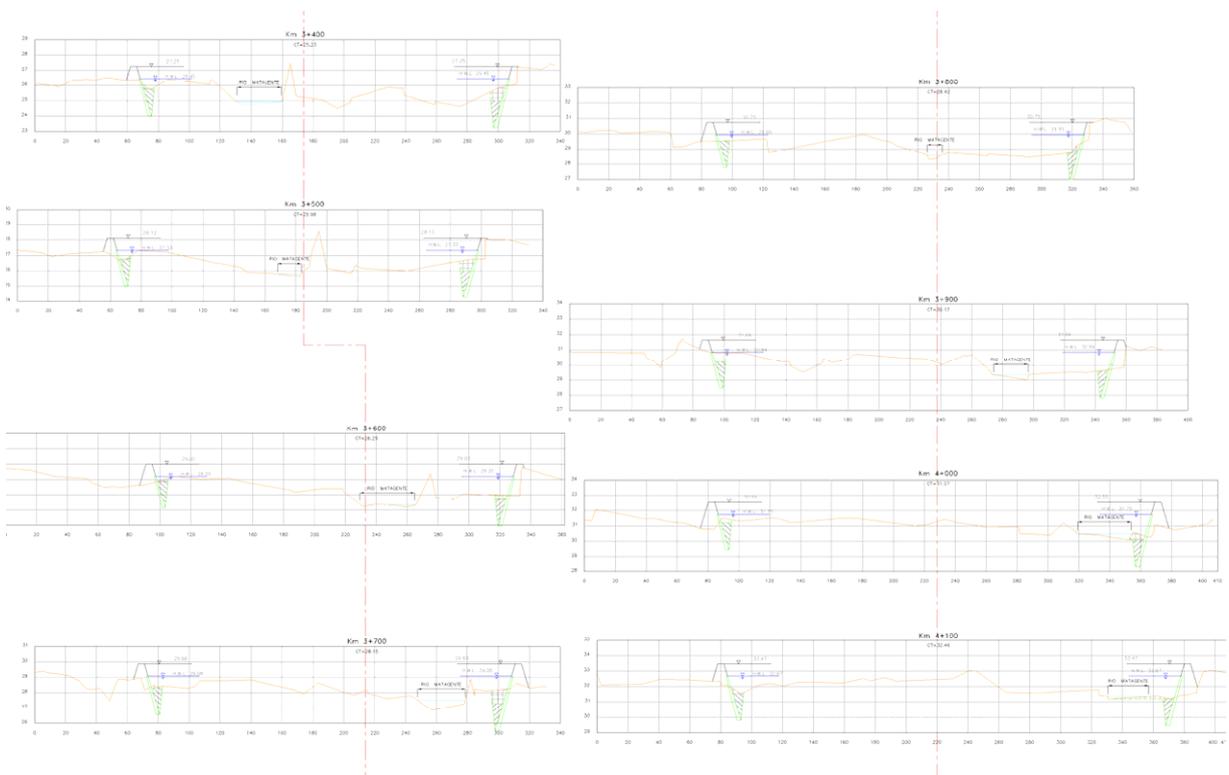
■ 施設の概要 (Matagente-1)

地点名	対策位置	選定根拠
Matagente -1	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。

図 2.3.9 Matagente-1 施設平面図



図 2.3.10 Matagente-1 代表横断面図



■ 施設の概要 (Matagente-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Matagente -2	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。

図 2.3.11 Matagente-2 施設平面図

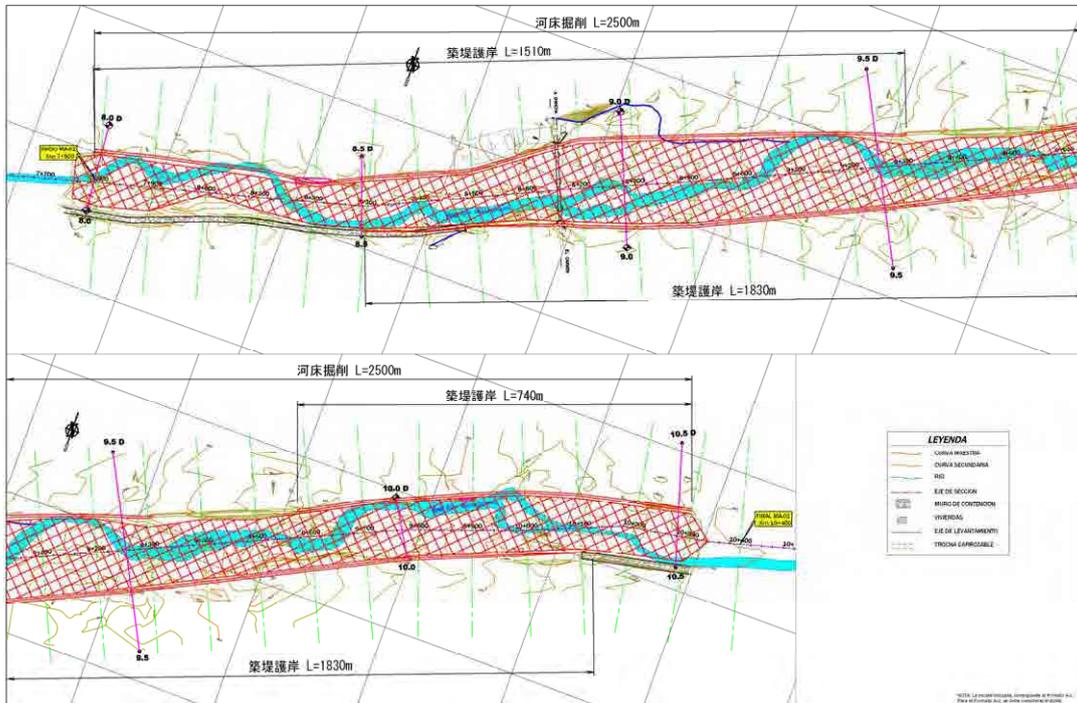
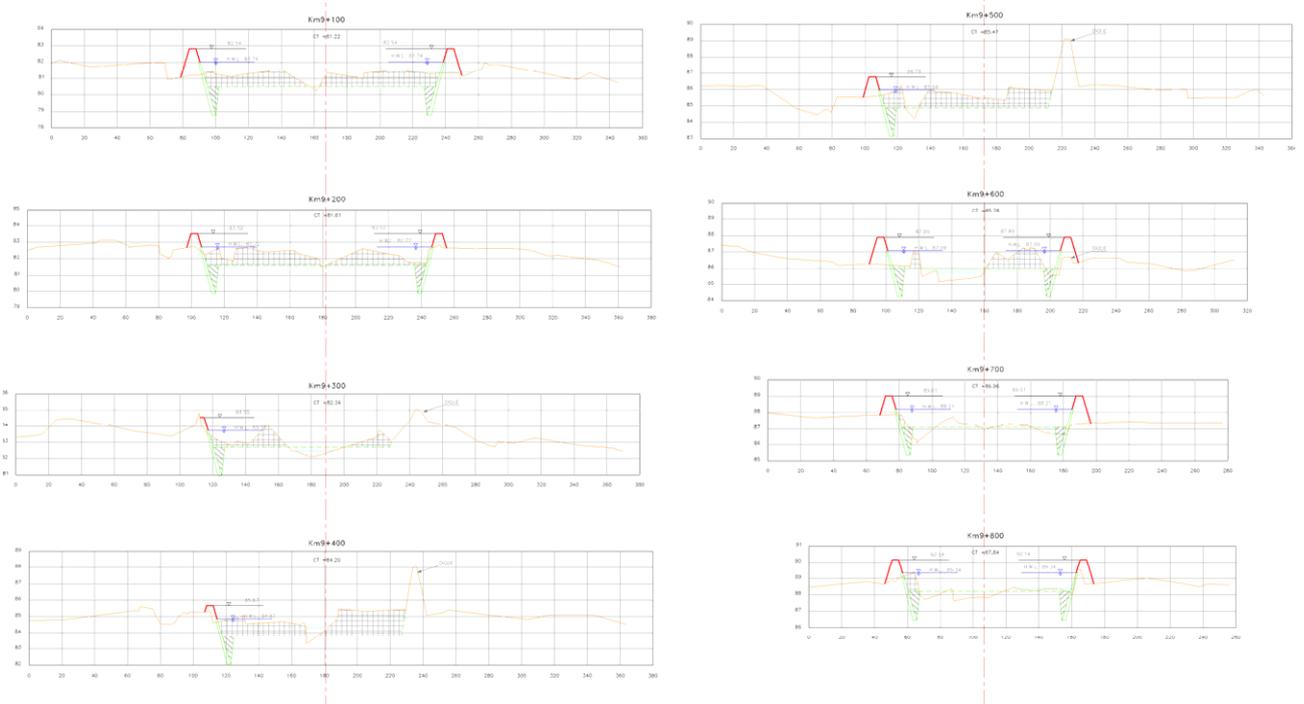
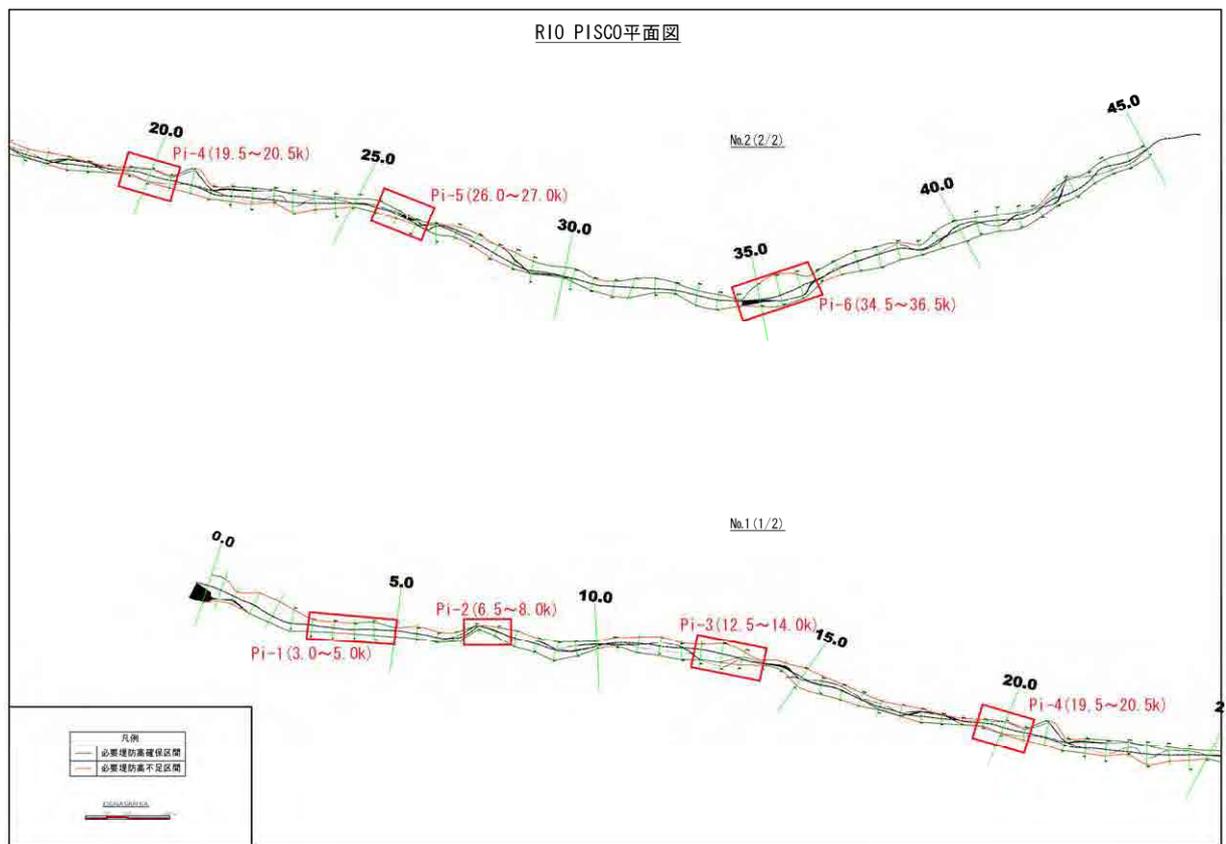


図 2.3.12 Matagente-2 代表断面図



< Rio Pisco >



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。

■ 施設の概要 (Pisco-1)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-1	3.0km～5.0km (左岸側) + (右岸側)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○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 <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.4.1 Pisco-1 施設平面図

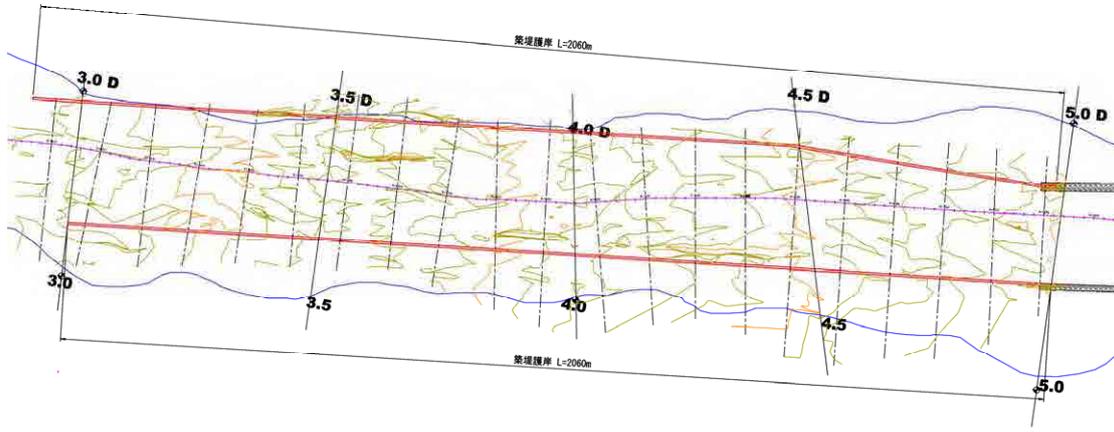
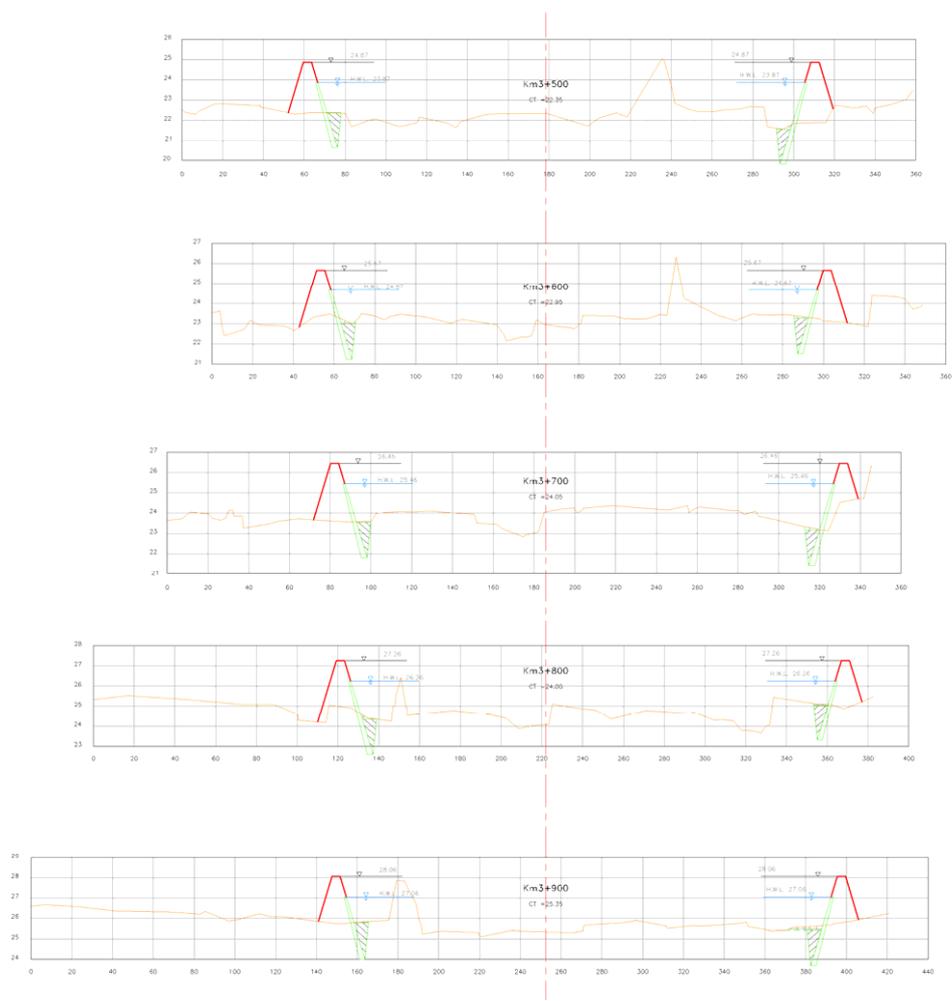


図 2.4.2 Pisco-1 代表横断面図



■ 施設の概要 (Pisco-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-2	6.5km~8.0km (河道掘削)	<p>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箇所である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置左岸側農地及び上流部左岸側の農地</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.4.3 Pisco-2 施設平面図

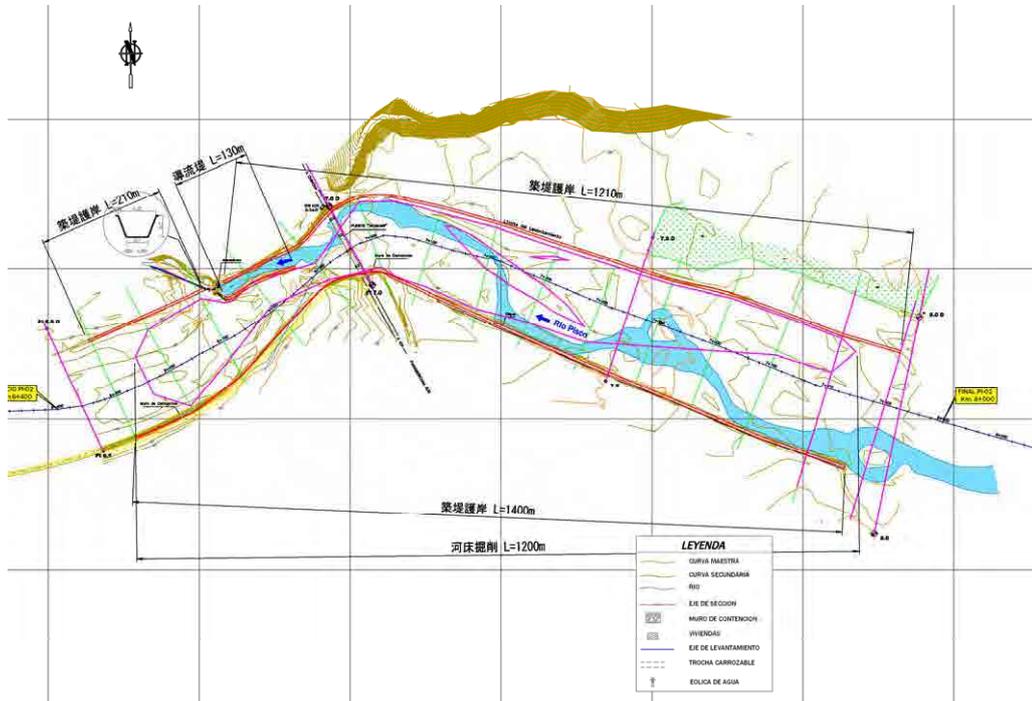
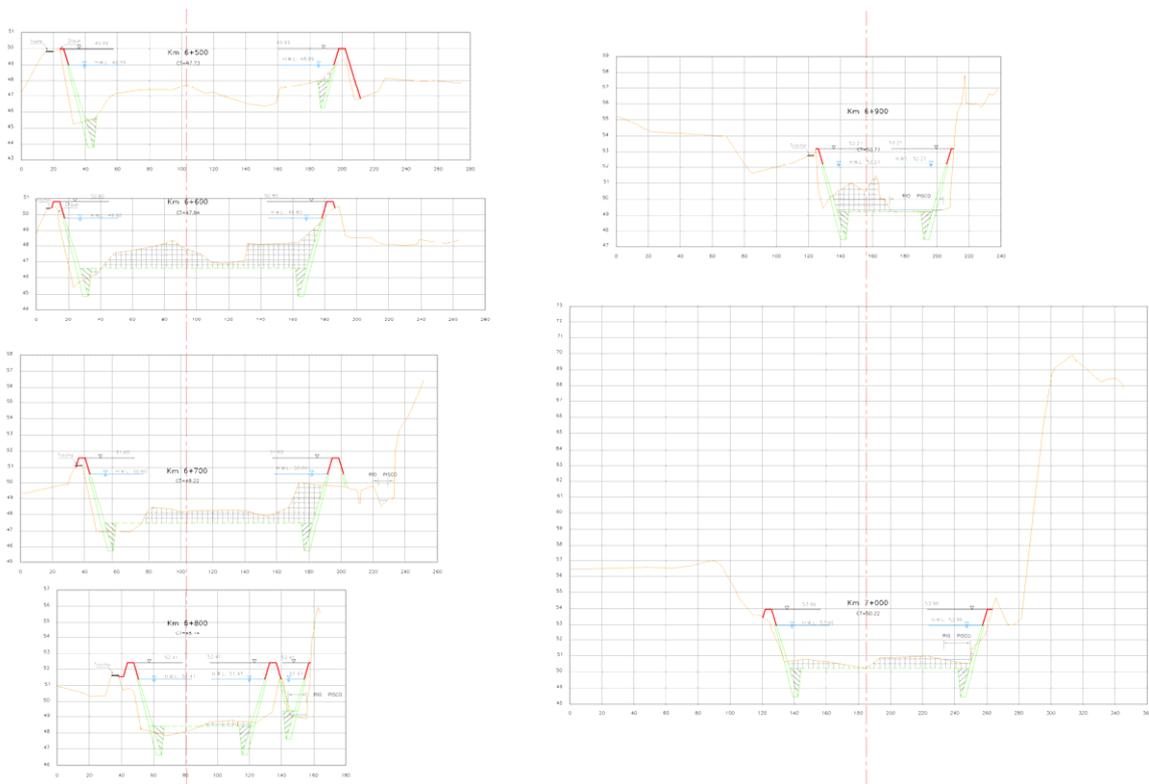


図 2.4.4 Pisco-2 代表横断面図



■ 施設の概要 (Pisco-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-3	12.5km~14.0km (左岸側)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側及び下流側の農地 <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.4.5 Pisco-3 施設平面図

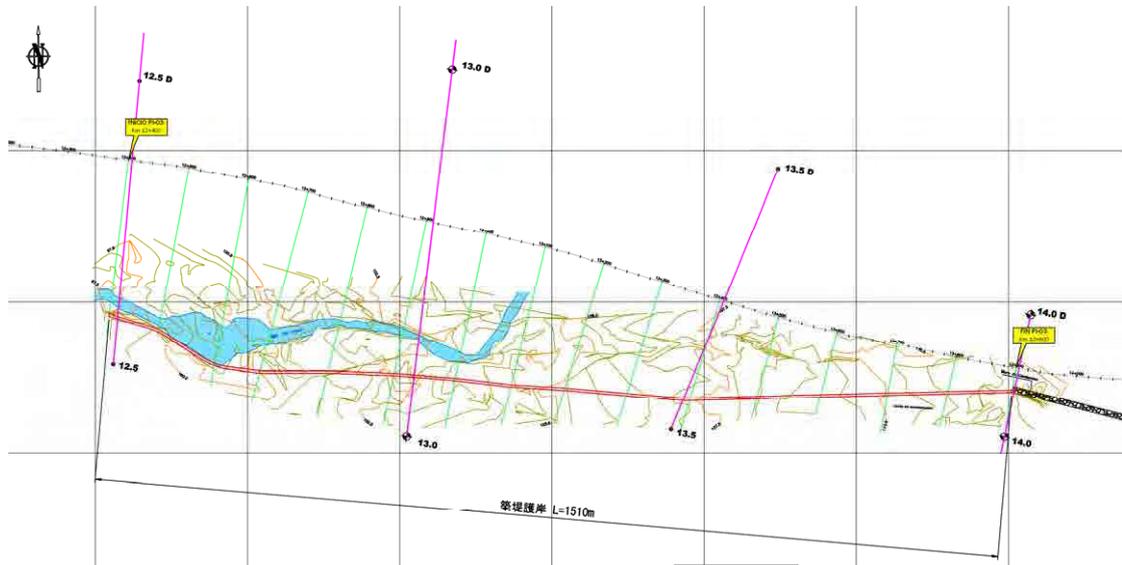
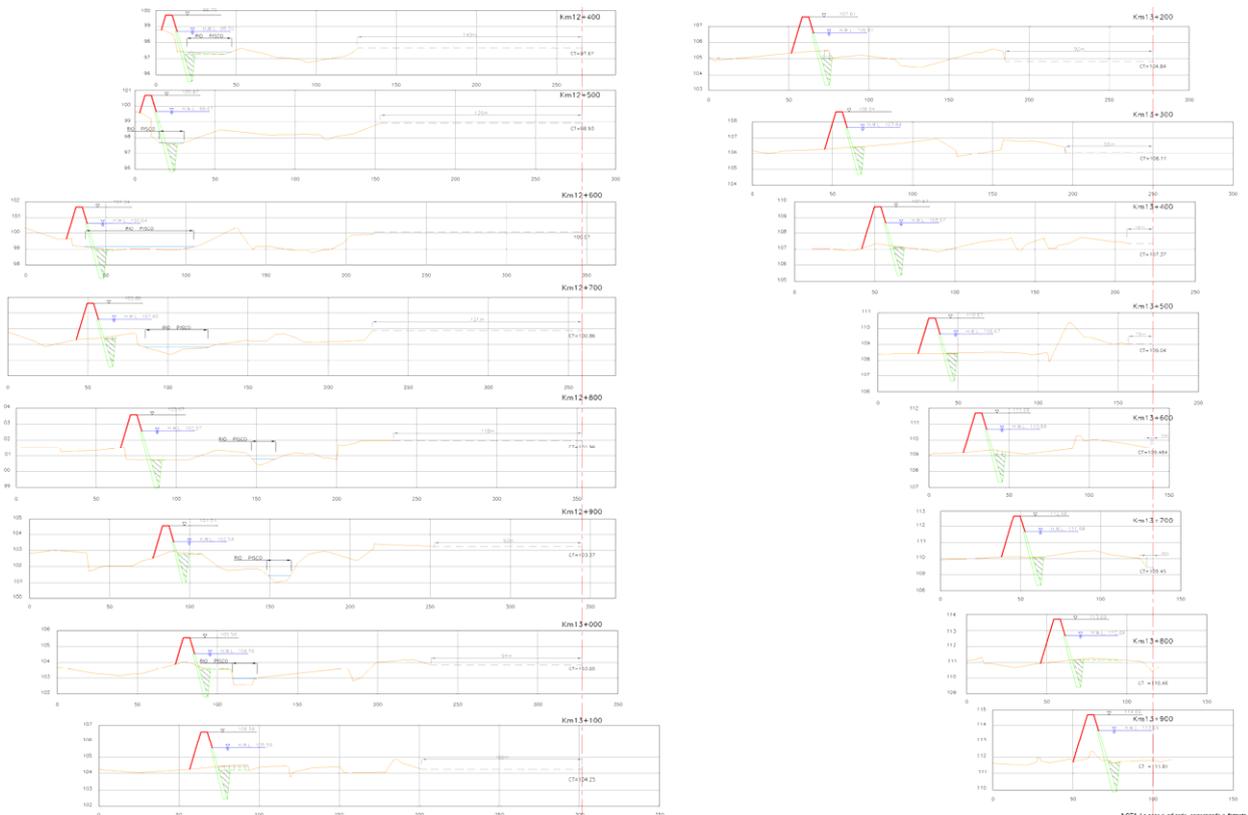


図 2.4.6 Pisco-3 代表横断面図



■ 施設の概要 (Pisco-4)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-4	19.5km~20.5km (左岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●無堤のため兩岸に氾濫し、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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側の農地 ○Pisco 市街地への導水管 (重要施設) <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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箇所である。 ▼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

図 2.4.7 Pisco-4 施設平面図

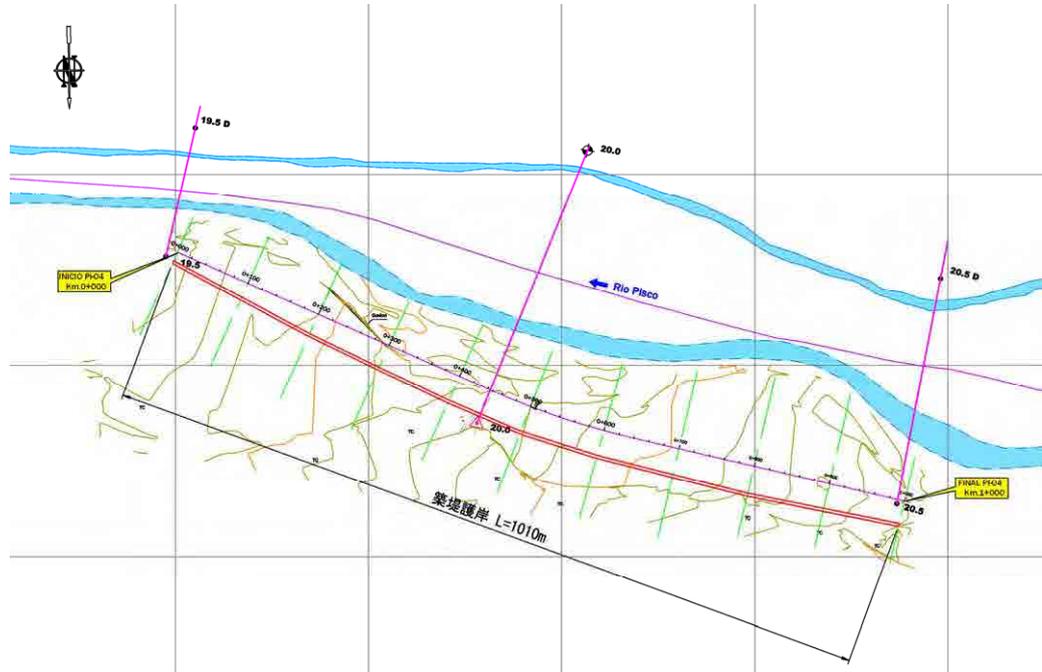
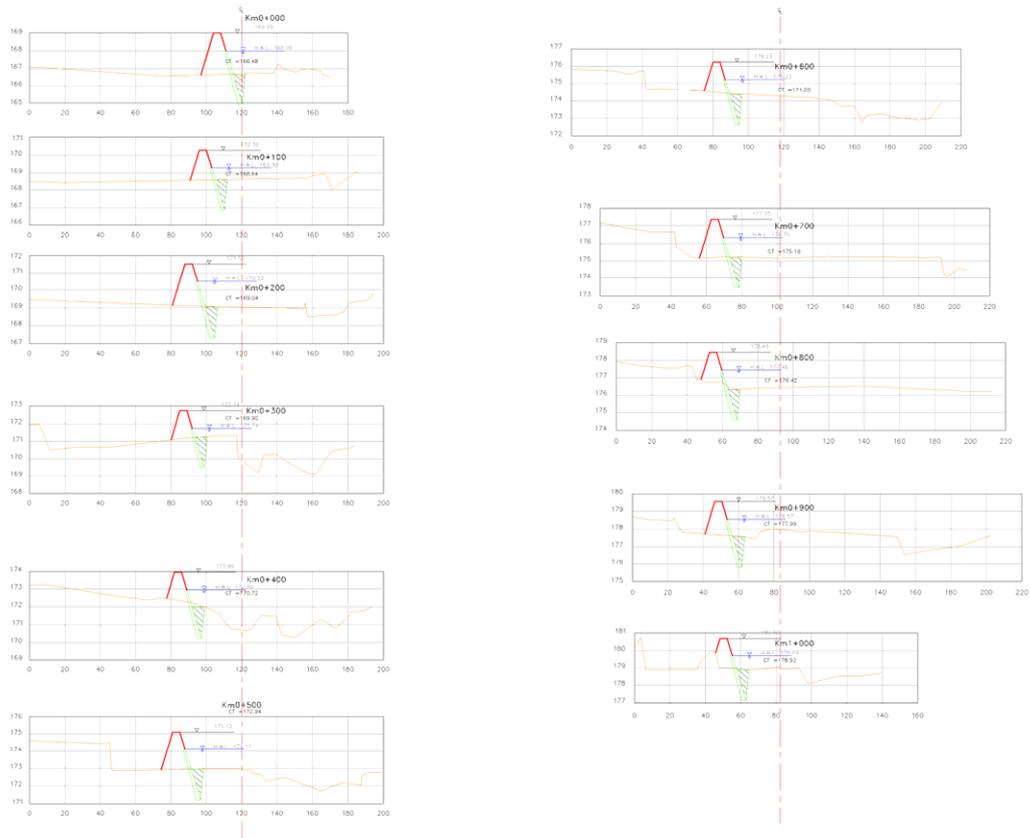


図 2.4.8 Pisco-4 代表横断面図



■ 施設の概要 (Pisco-5)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-5	26.0km~27.0km (左岸側への河道拡幅)	<p>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箇所である。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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側の取水堰</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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）

図 2.4.9 Pisco-5 施設平面図

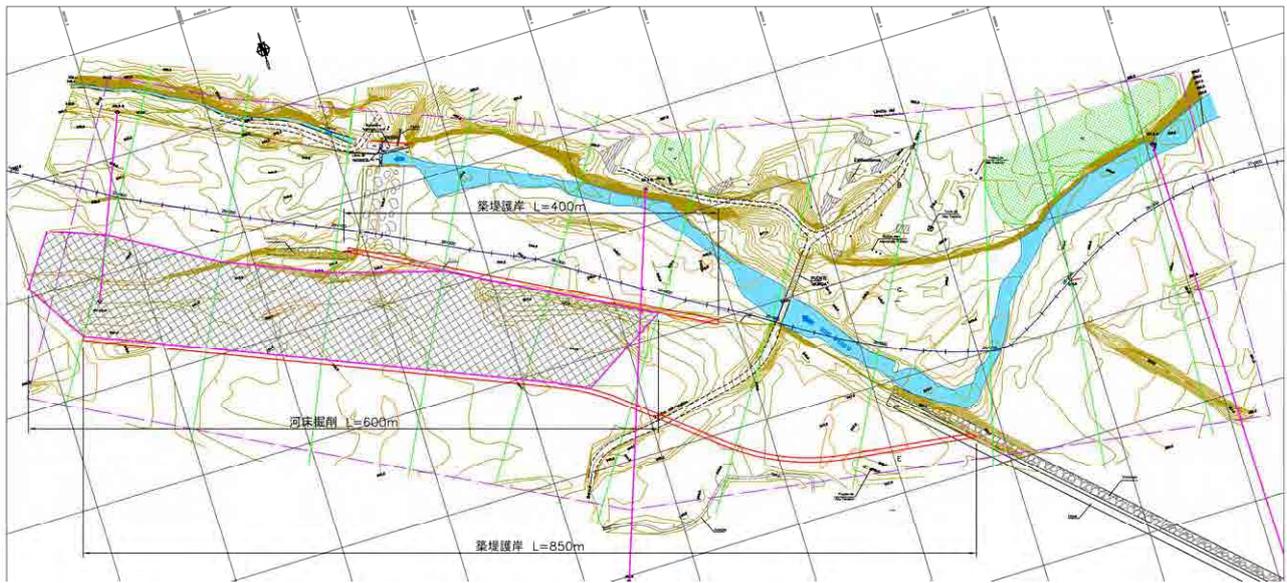
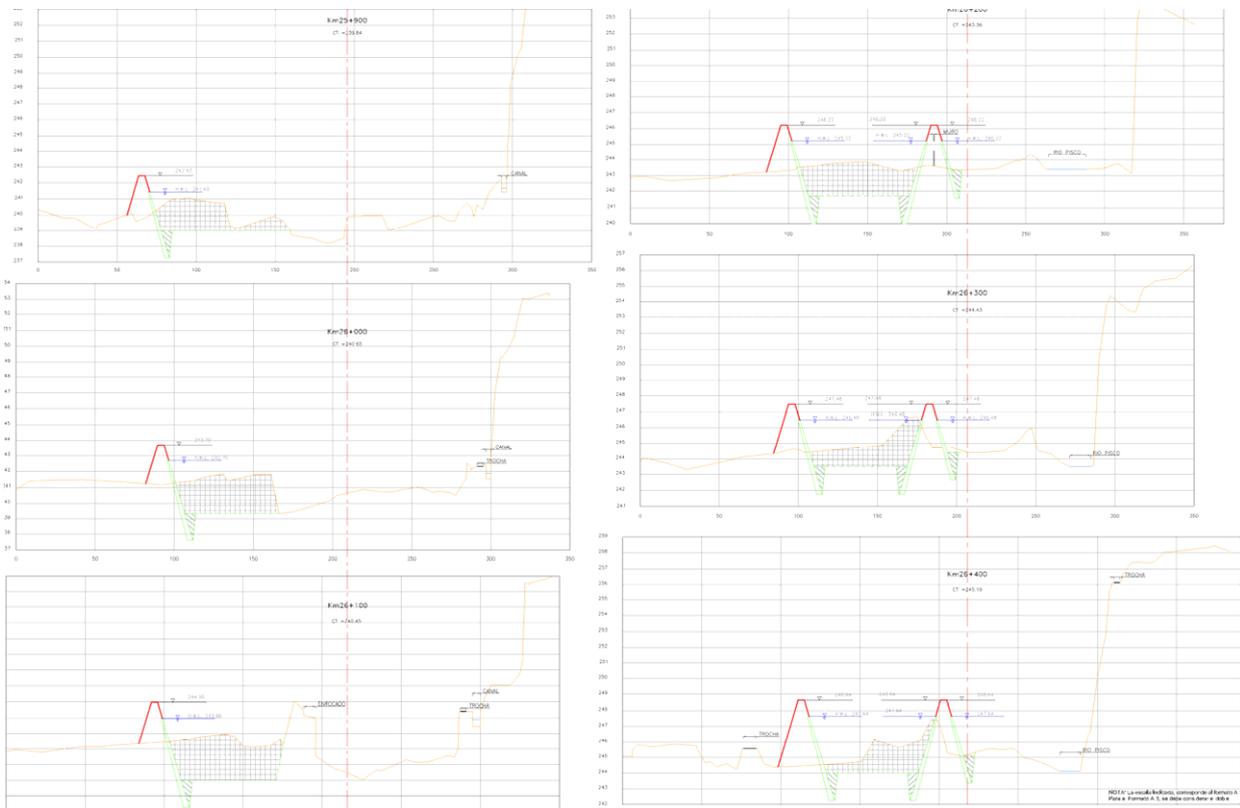


図 2.4.10 Pisco-5 代表横断面図



■ 施設の概要 (Pisco-6)

地点名	対策位置	選定根拠
Pisco-6	34.5km～36.5km (全体)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の下流側全域</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <p>▼当該箇所は、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。ピスコ川の特長としては、流量が増加すると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、ピスコ川の特長を考えると 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。</p>

図 2.4.11 Pisco-6 施設平面図(1)

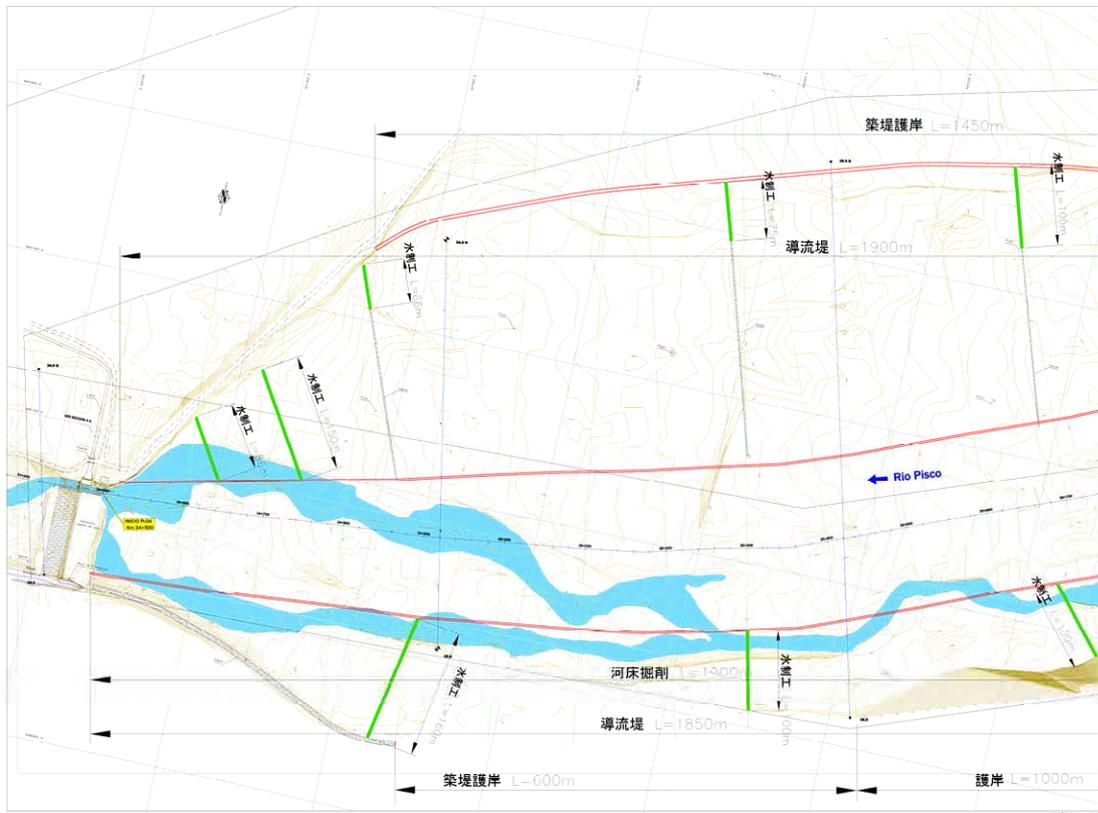


図 2.4.12 Pisco-6 施設平面図(2)

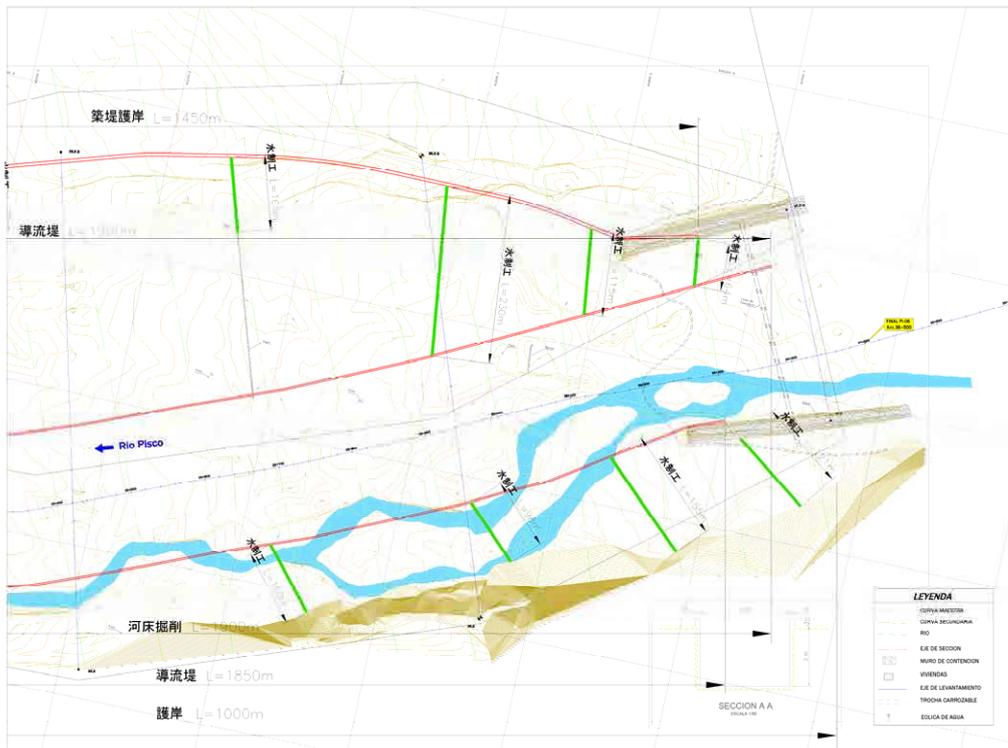


図 2.4.13 Pisco-6 代表横断面図

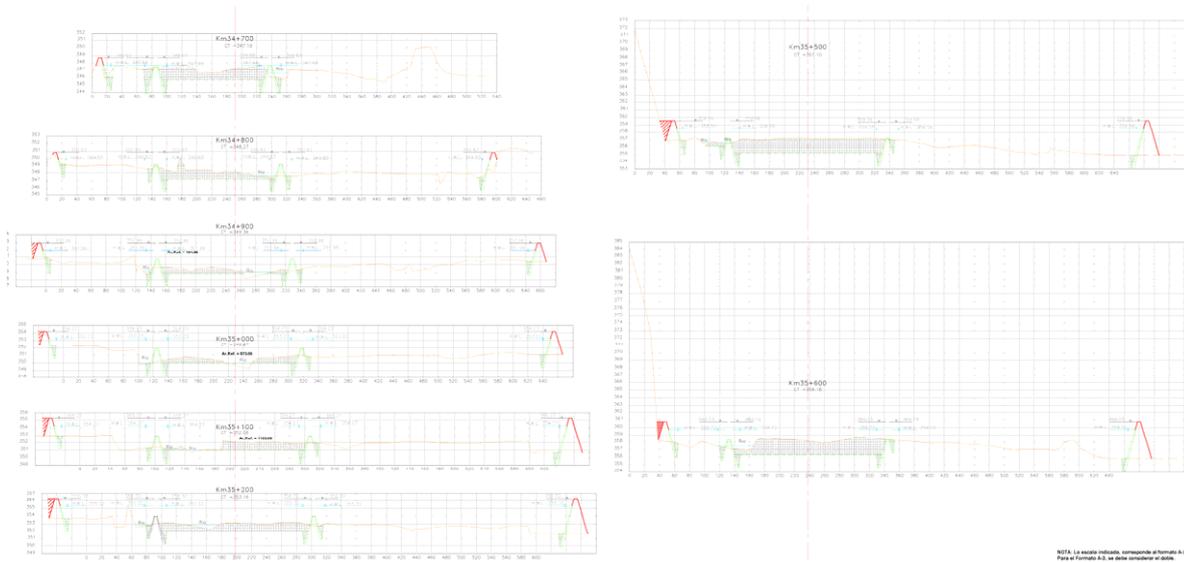
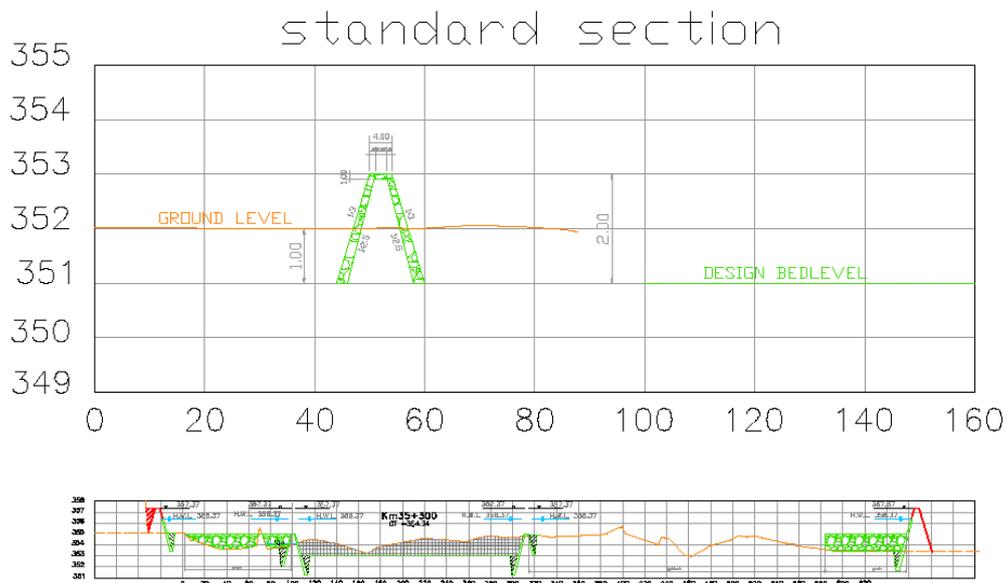
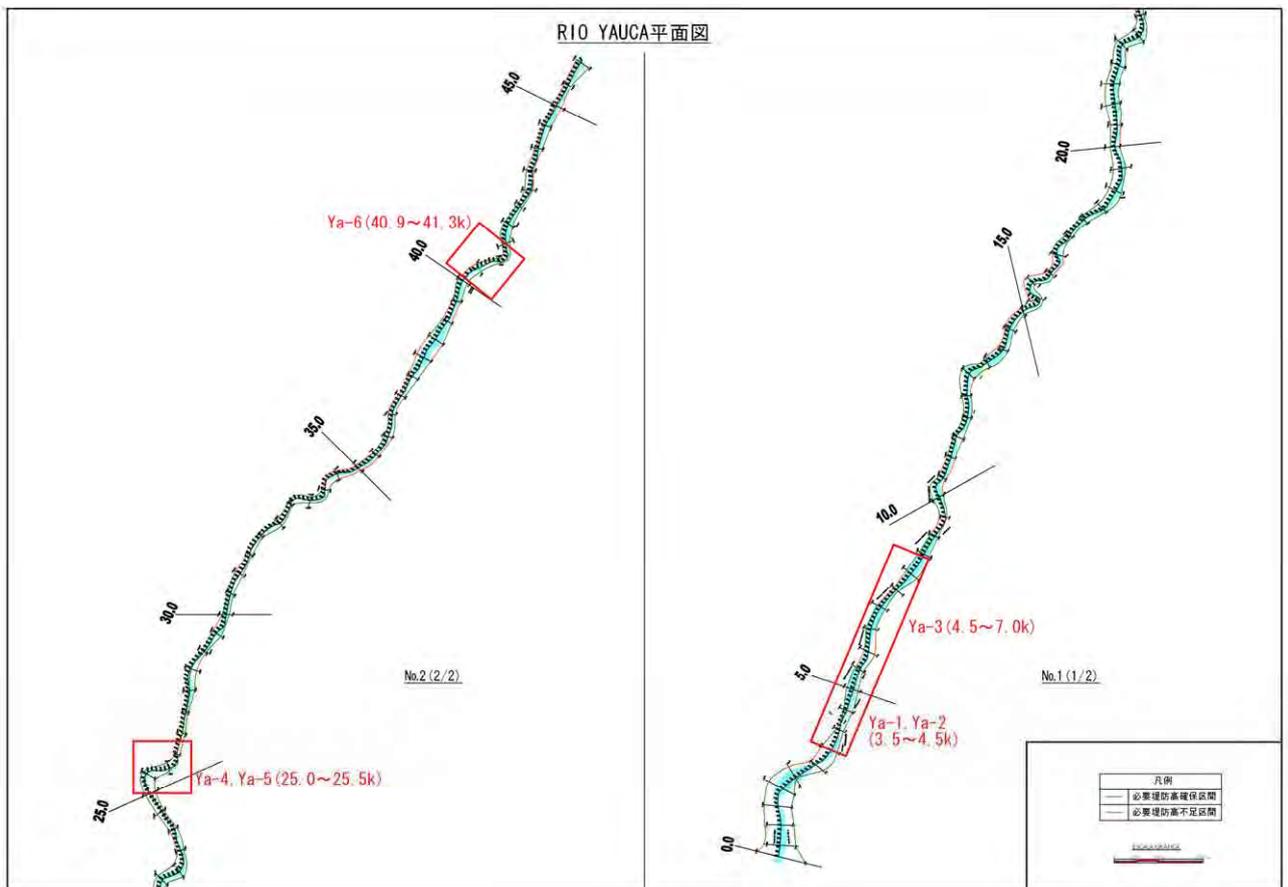


図 2.4.14 Pisco-6 水制工標準断面図



< Rio Yauca >



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。

■ 施設の概要 (Yauca-1)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-1	3.5km ~ 7.5km (右岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑) <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <p>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。</p>

図 2.5.1 Yauca-1, Yauca-2, Yauca-3 施設平面図

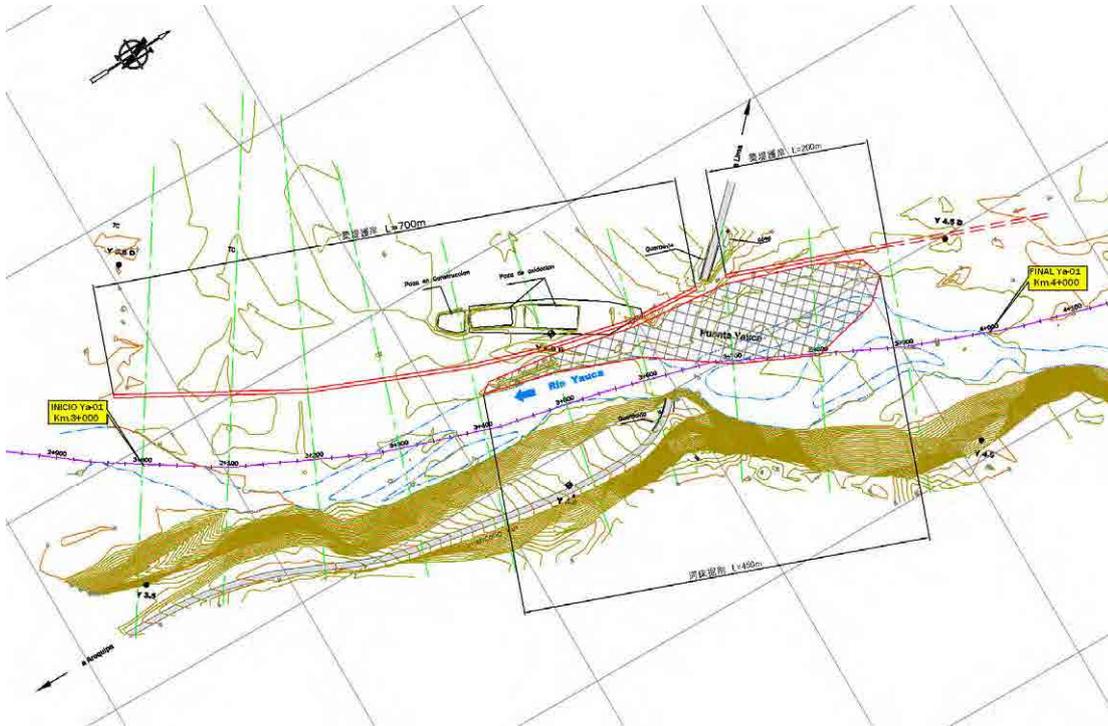
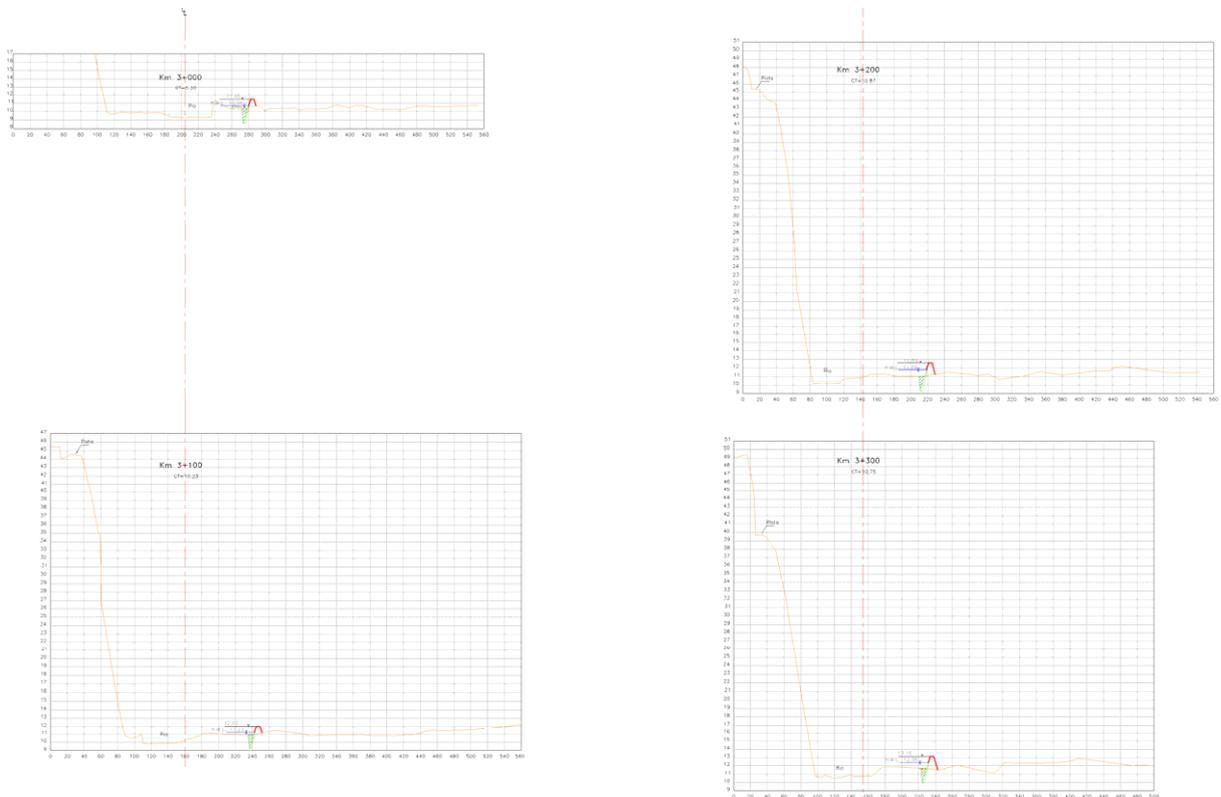


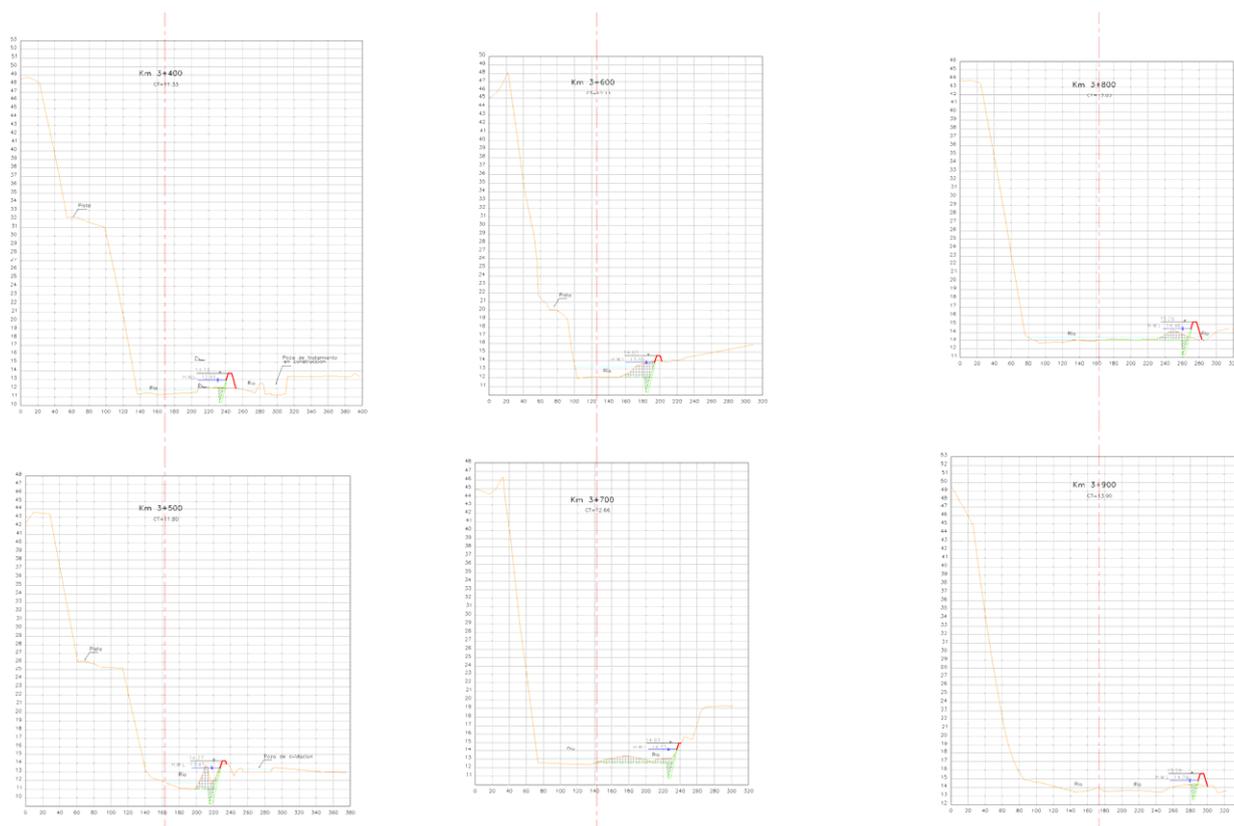
図 2.5.2 Yauca-1 代表横断面図



■ 施設の概要 (Yauca-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-2	3.5km ~ 7.5km (右岸側)	<p>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がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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が図れる箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑) <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <p>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。</p>

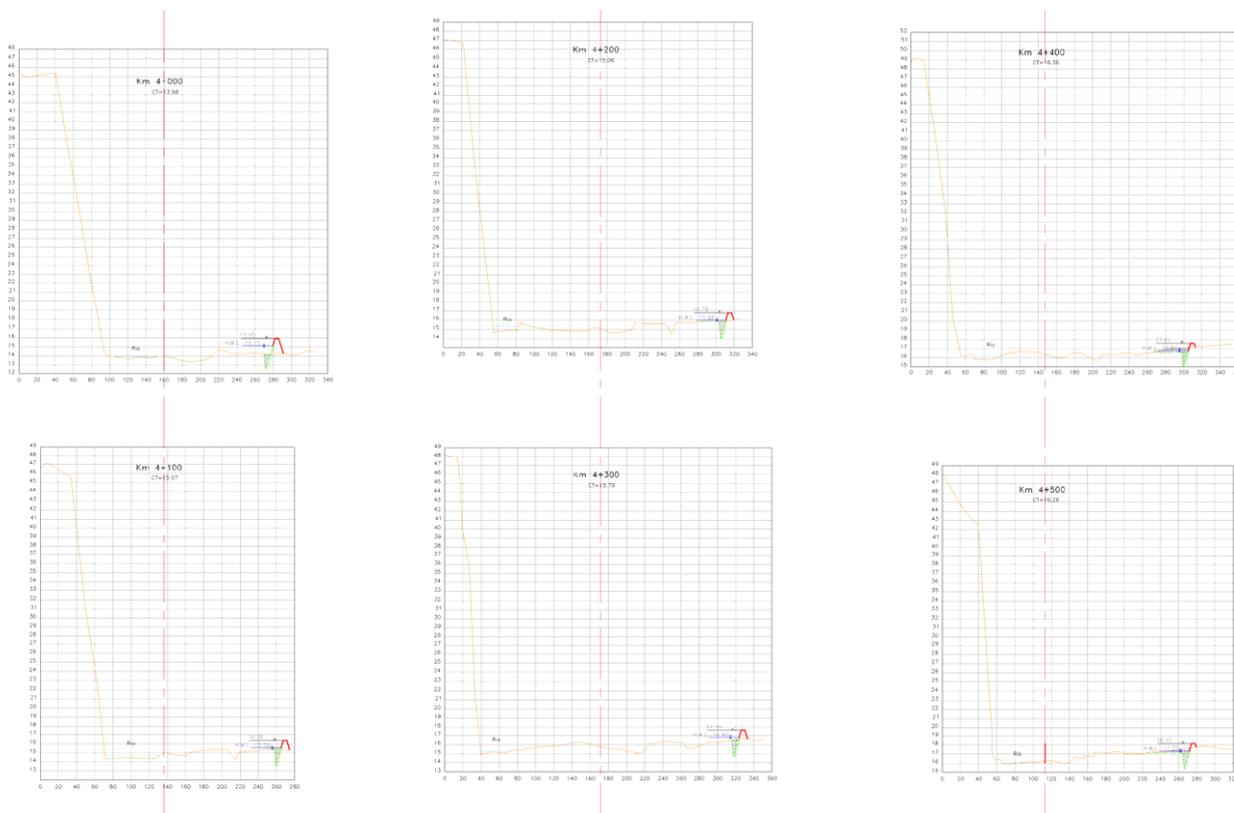
図 2.5.3 Yauca-2 代表横断面図



■ 施設の概要 (Yauca-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-3	3.5km ~ 7.5km (右岸側)	<p>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。</p> <p>当該箇所において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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑) <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <p>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。</p>

図 2.5.4 Yauca-3 代表横断面図



■ 施設の概要 (Yauca-4)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-4	25.0km~25.7km (全体)	<p>当該箇所は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。</p> <p><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</p> <p><保全対象> ○取水堰</p> <p><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</p>

■ 施設の概要 (Yauca-5)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-5	25.0km~25.7km (全体)	<p>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、このままの状態では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。</p> <p><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</p> <p><保全対象> ○対策位置右岸側に位置する地方主要道路</p> <p><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いため、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。 ▼このままの状態では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</p>

図 2.5.5 Yauca-4, Yauca-5 施設平面図

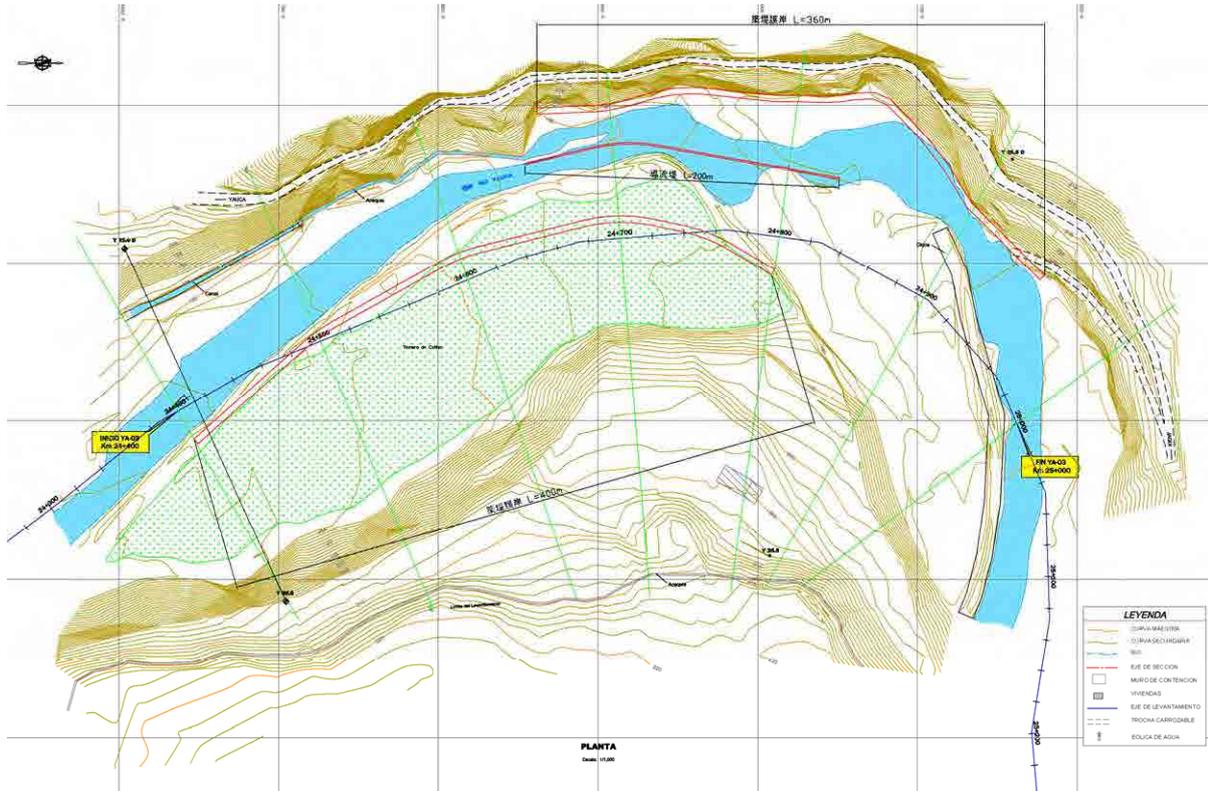
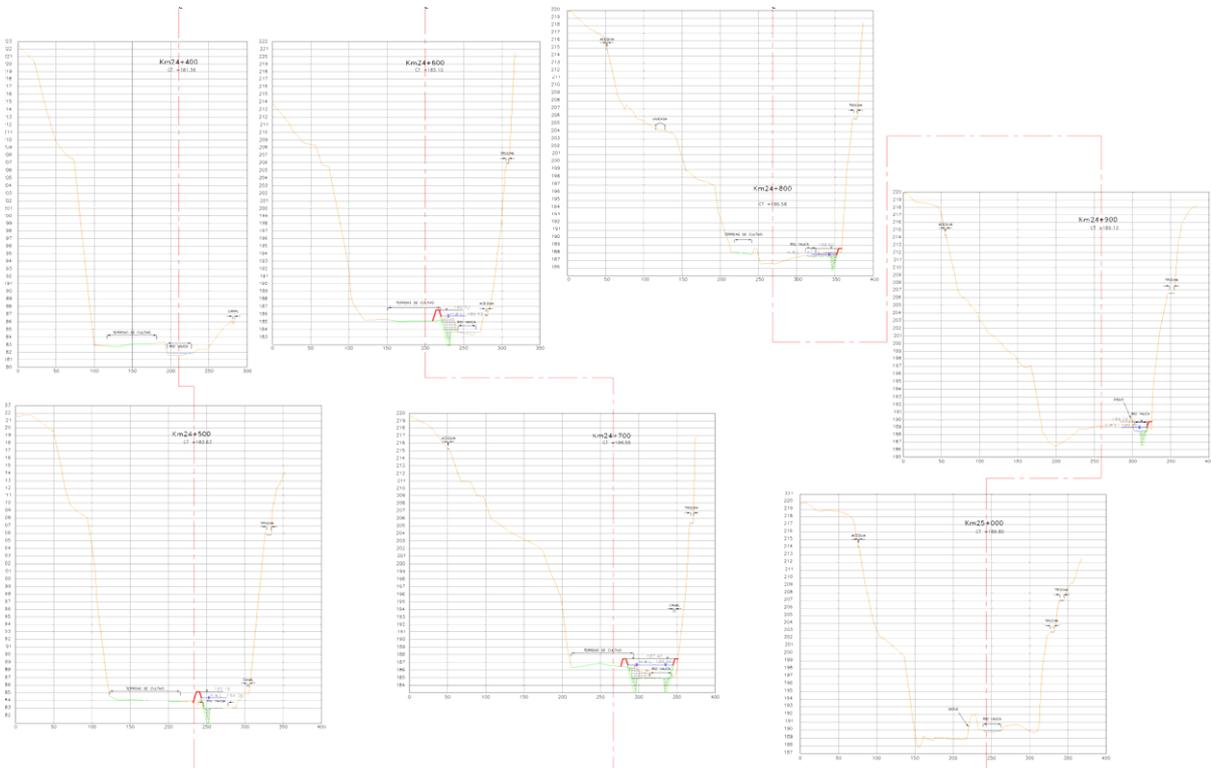


図 2.5.6 Yauca-4, Yauca-5 代表横断面図



■ 施設の概要 (Yauca-6)

地点名	対策位置	選定根拠
Yauca-6	40.9km~41.3km (左岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置区の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰 ○対策位置左岸側に位置する地方主要道路 <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.5.7 Yauca-6 施設平面図

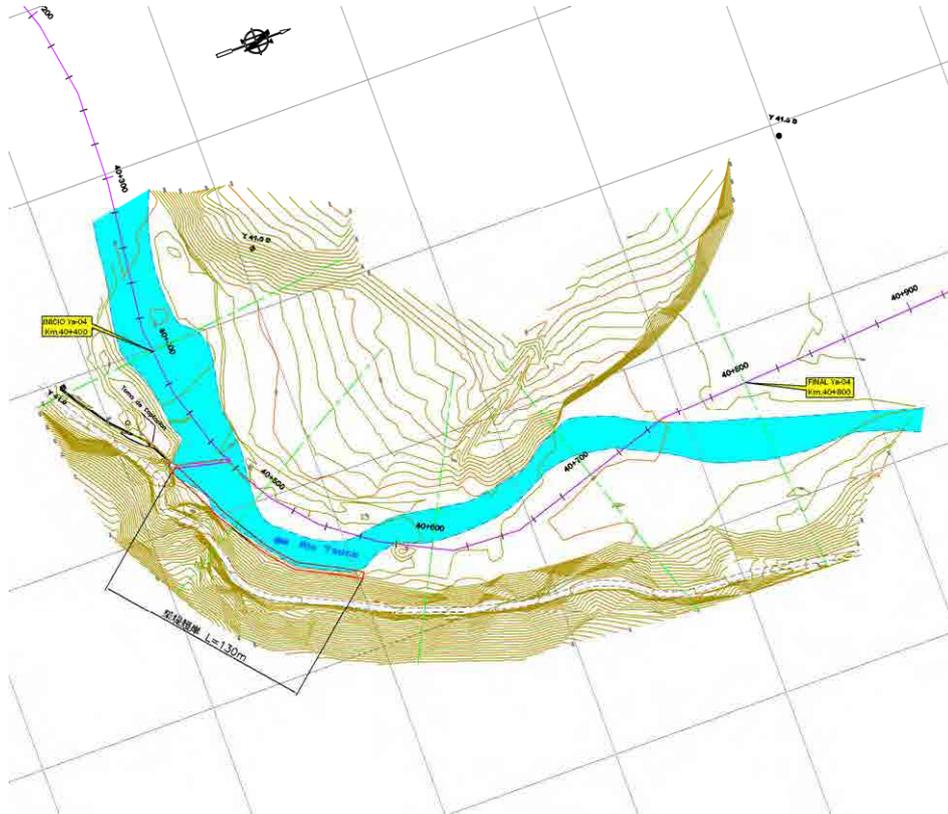
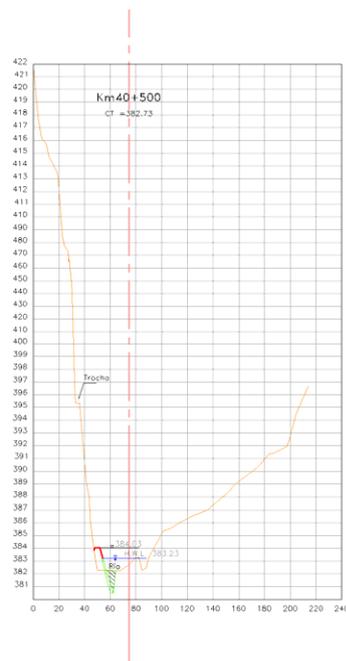


図 2.5.8 Yauca-6 代表横断面図



< Rio Majesu/Camana >

下流のカマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食箇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。

■ 施設の概要 (Camana-1)

地点名	対策位置	選定根拠
Camana -1	0.0km-4.5km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食箇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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.6.1 Caman-1 施設平面図(1)

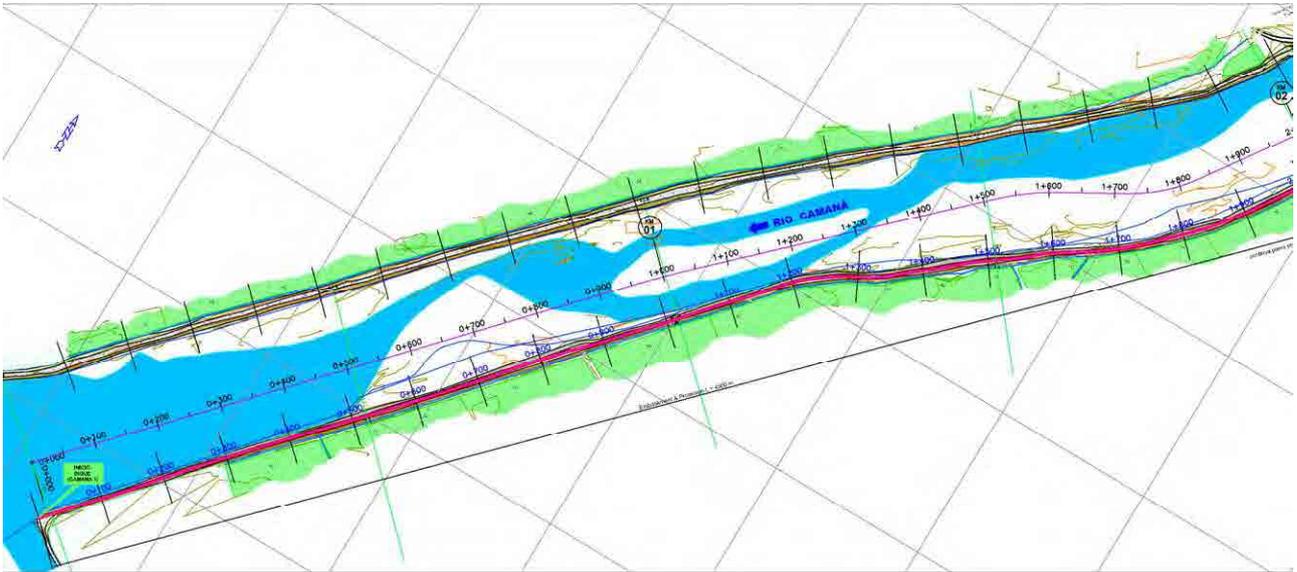


図 2.6.2 Caman-1 施設平面図(2)

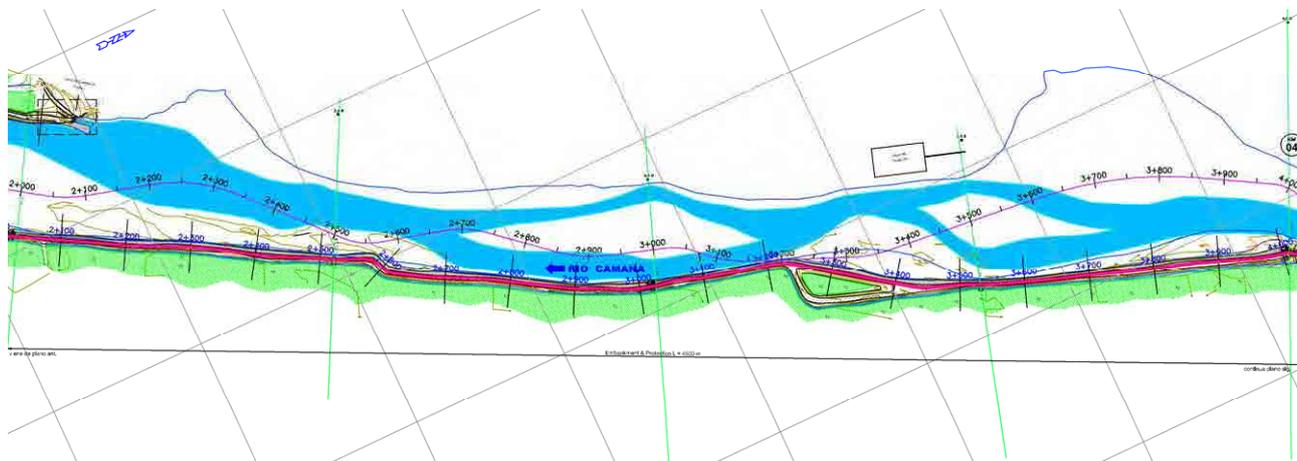


図 2.6.3 Caman-1 施設平面図(3)

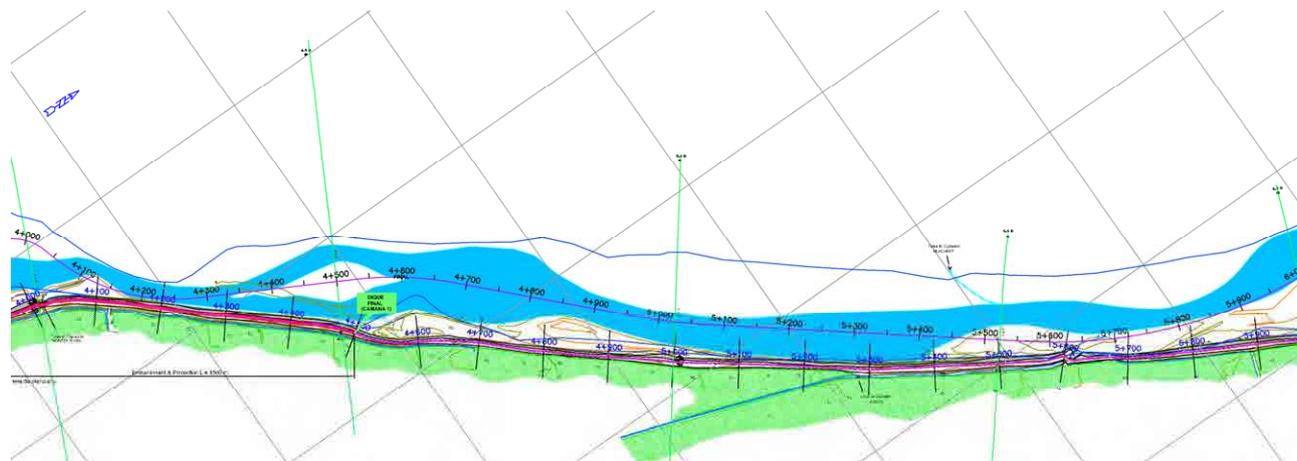


図 2.6.4 Caman-1 代表横断面図(1)

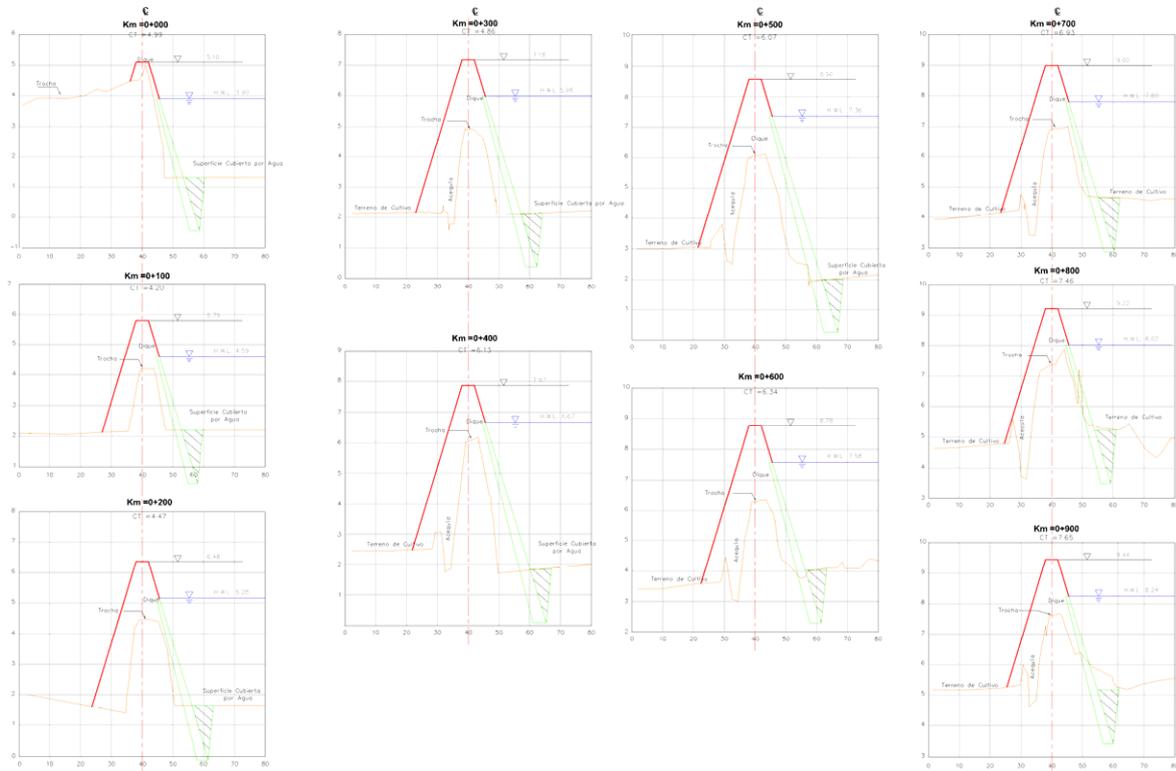
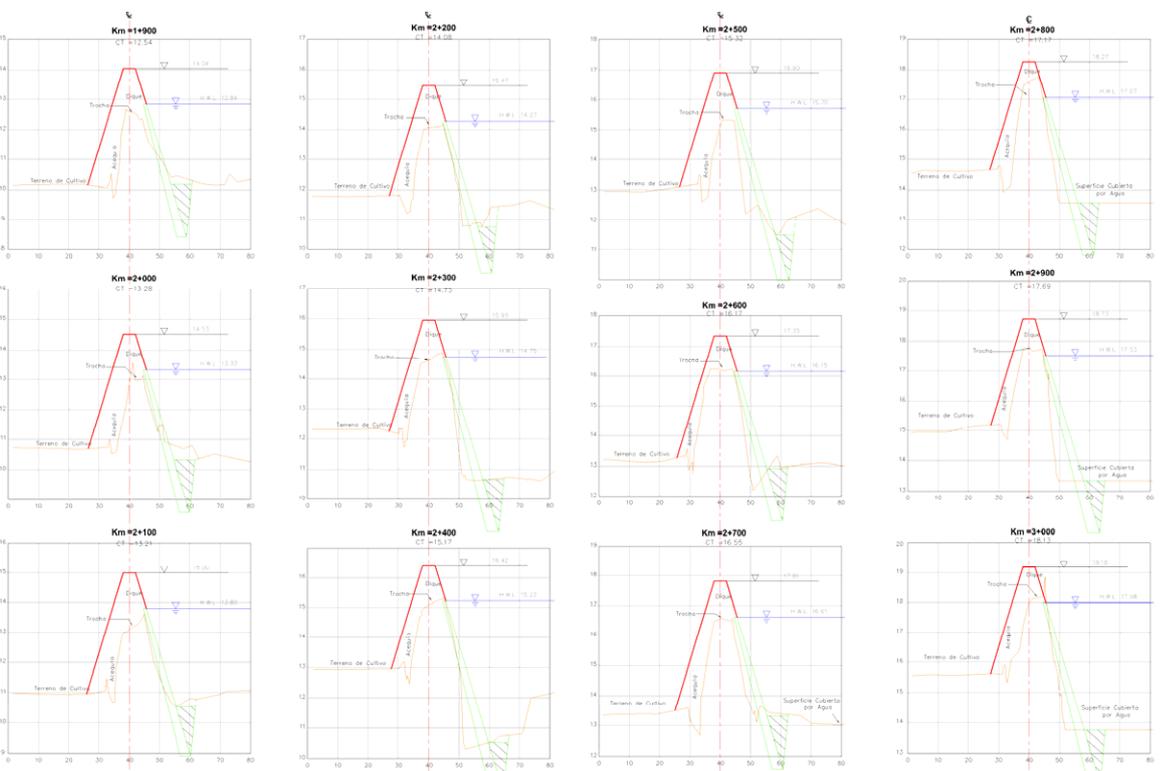


図 2.6.5 Caman-1 代表横断面図(2)



■ 施設の概要 (Camana-2)

地点名	対策位置	選定根拠
Camana -2	7.5km-9.5km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食箇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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.6.6 Caman-2 施設平面図(1)

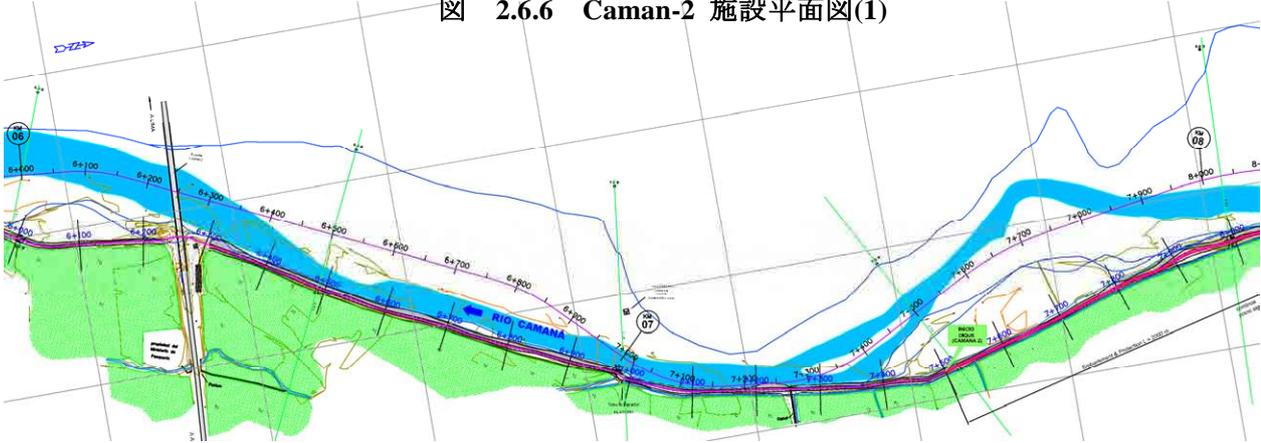


図 2.6.7 Caman-2 施設平面図(2)

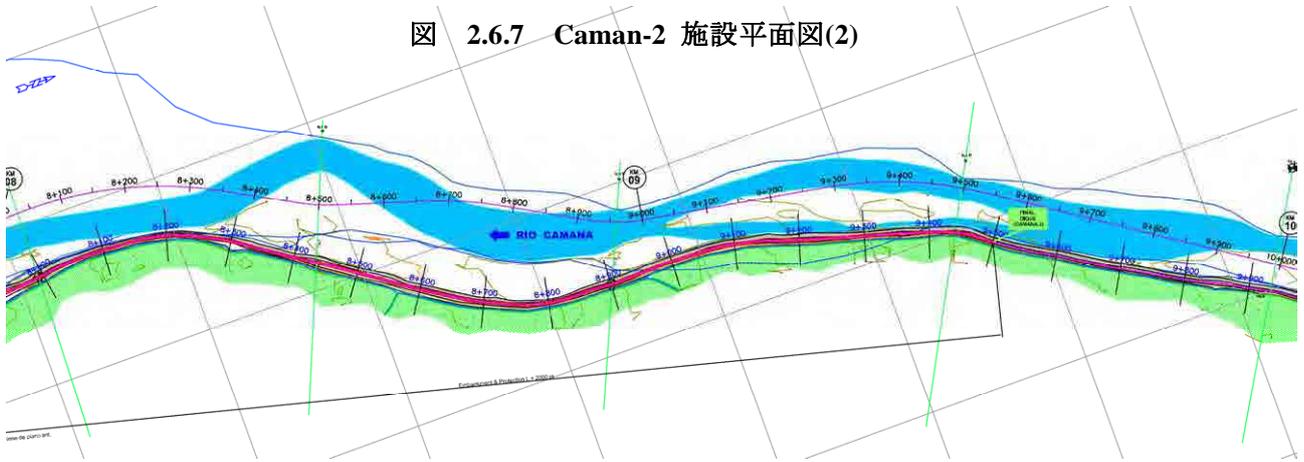
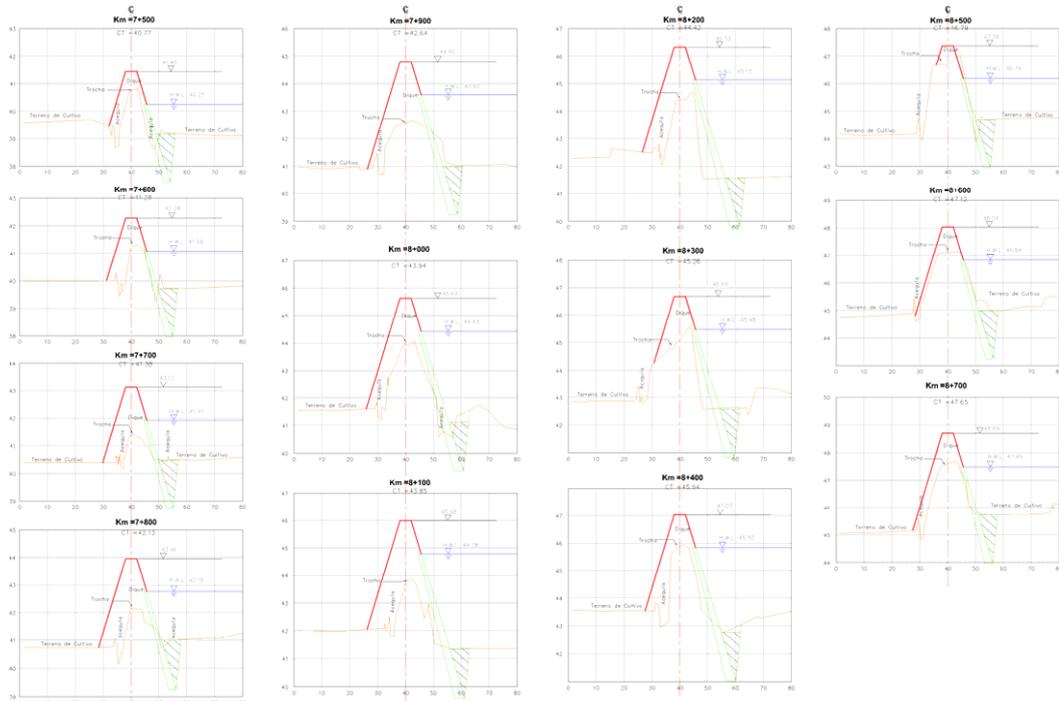


図 2.6.8 Caman-2 代表横断面図



■ 施設の概要 (Camana-3)

地点名	対策位置	選定根拠
Camana -3	11.0km-17.0km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食箇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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸沿いの用水路 (水道用) <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.6.9 Caman-3 施設平面図(1)

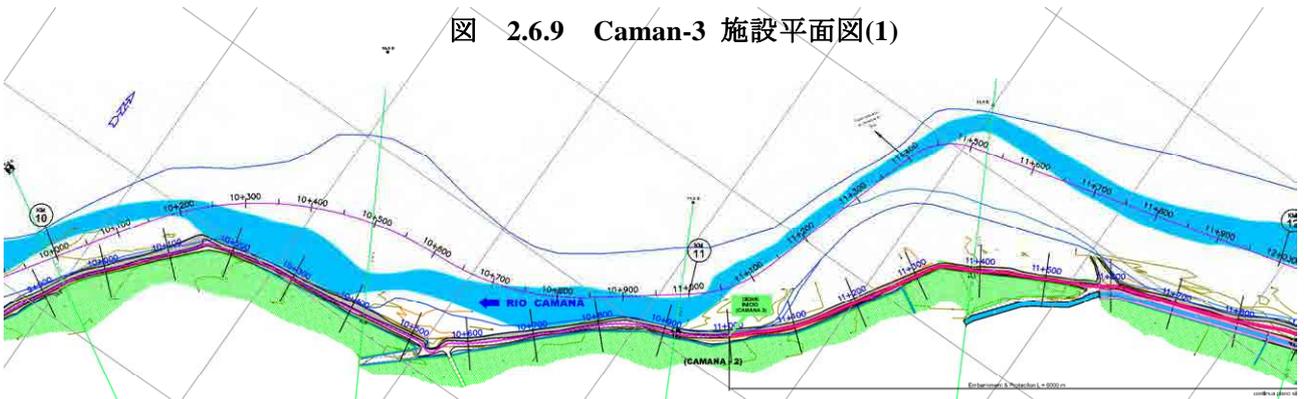


図 2.6.10 Caman-3 施設平面図(2)

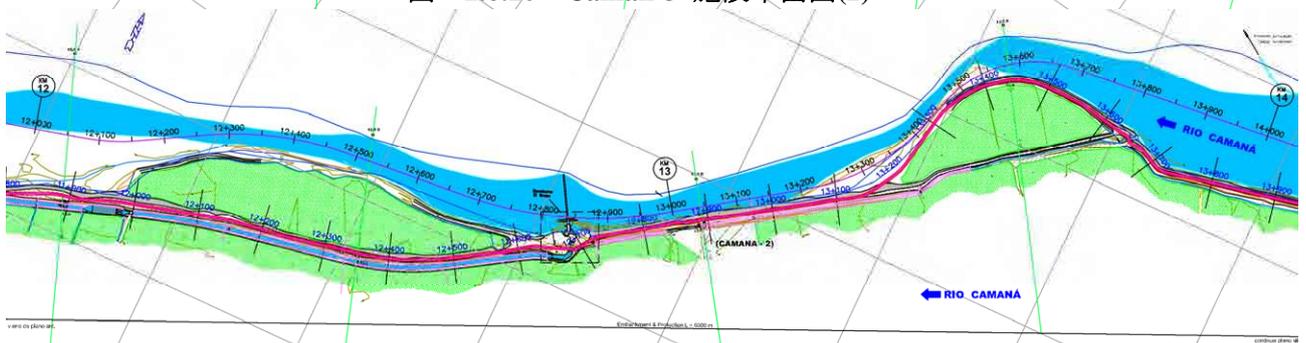


図 2.6.11 Caman-3 施設平面図(3)

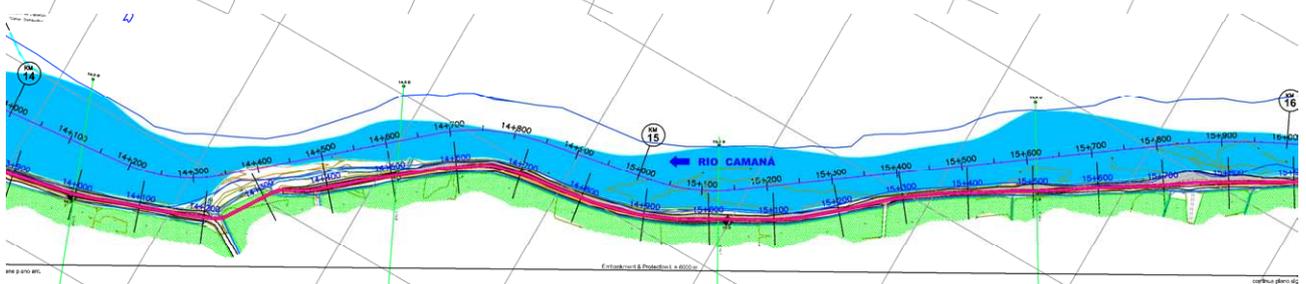


図 2.6.12 Caman-3 施設平面図(4)

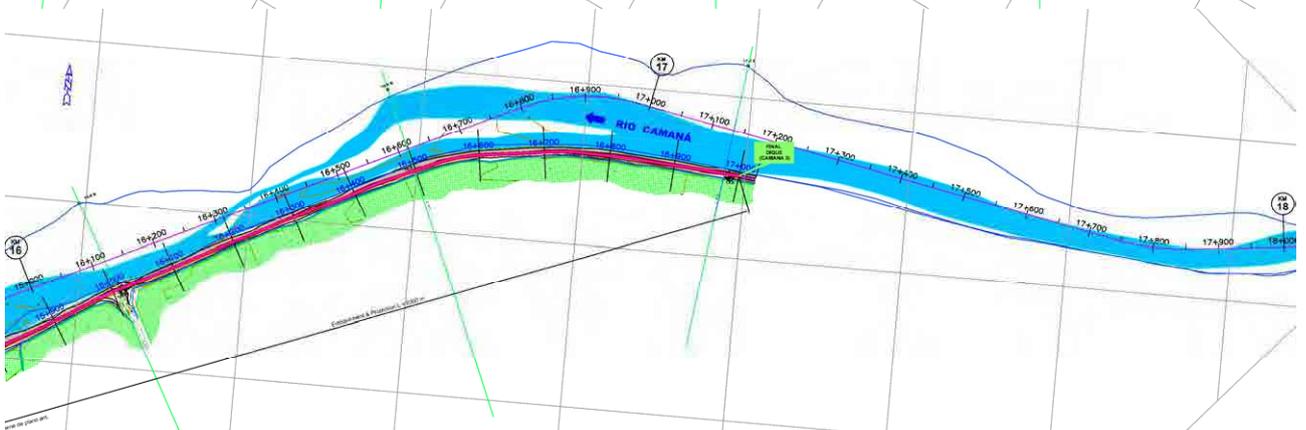


図 2.6.13 Caman-3 代表横断面図(1)

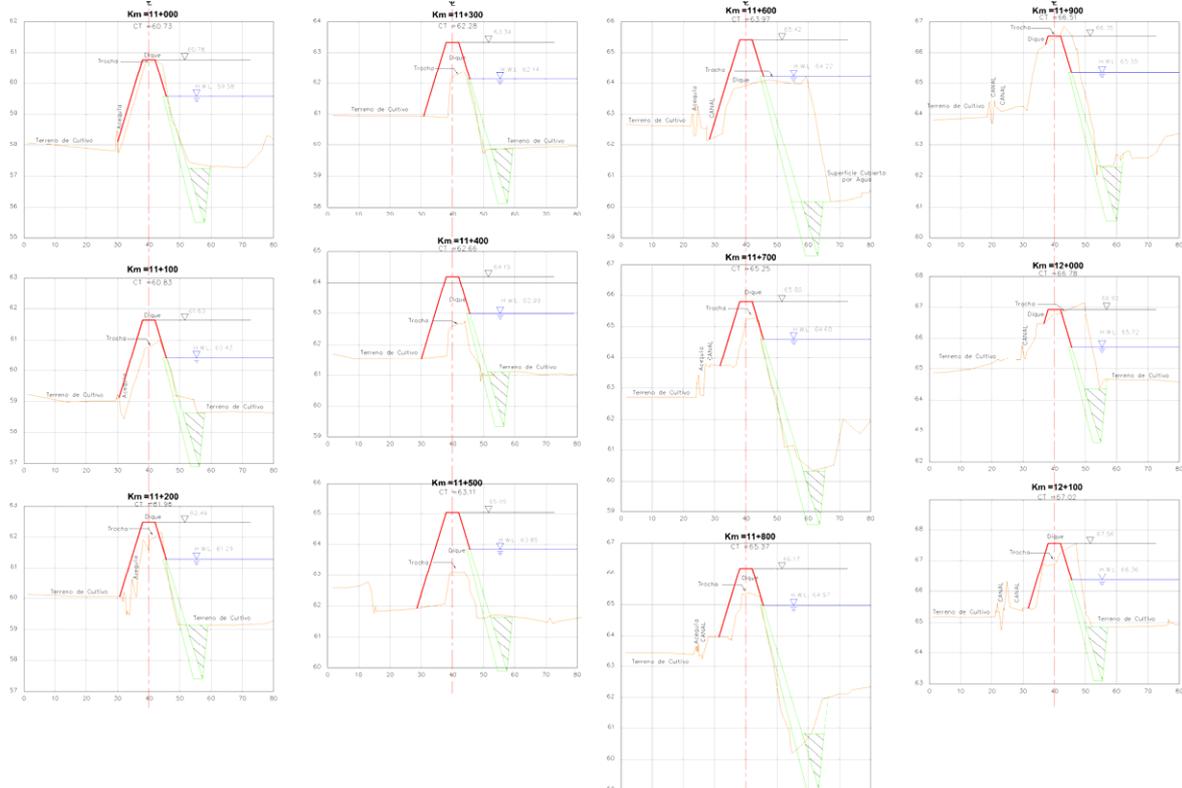


図 2.6.14 Caman-3 代表横断面図(2)

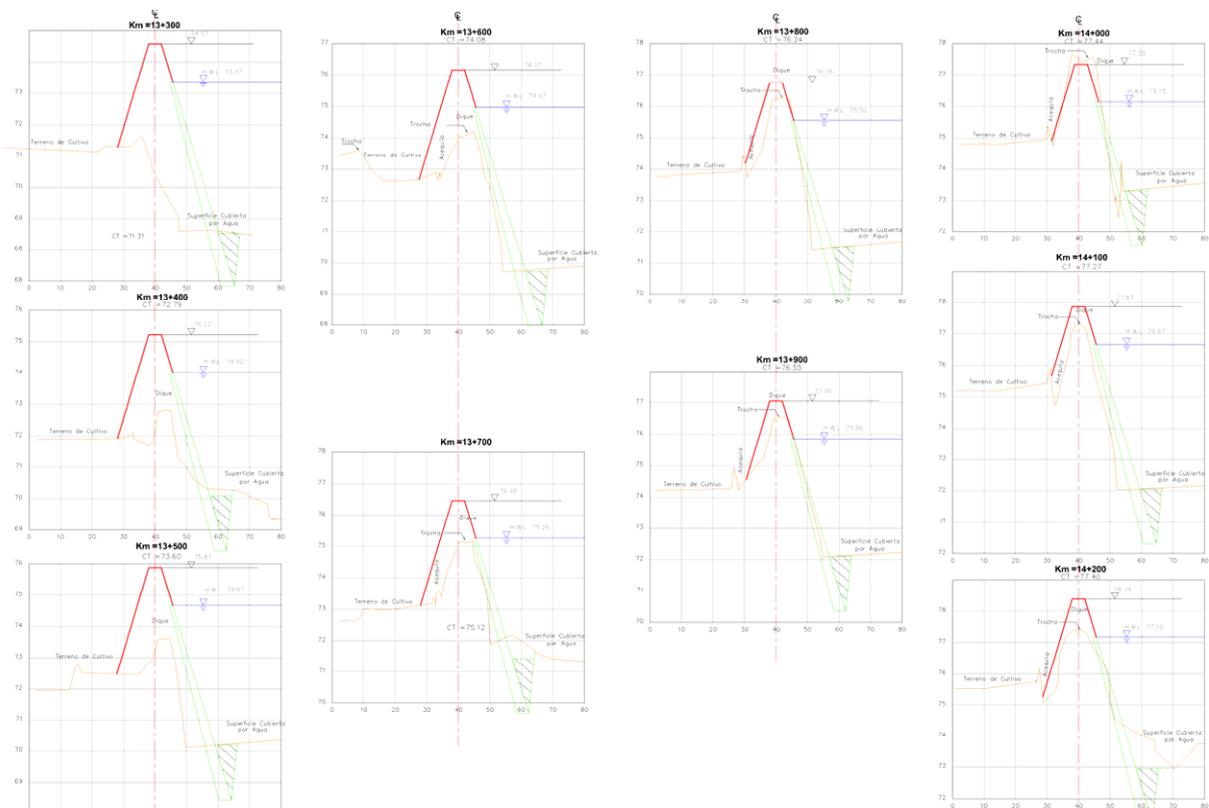
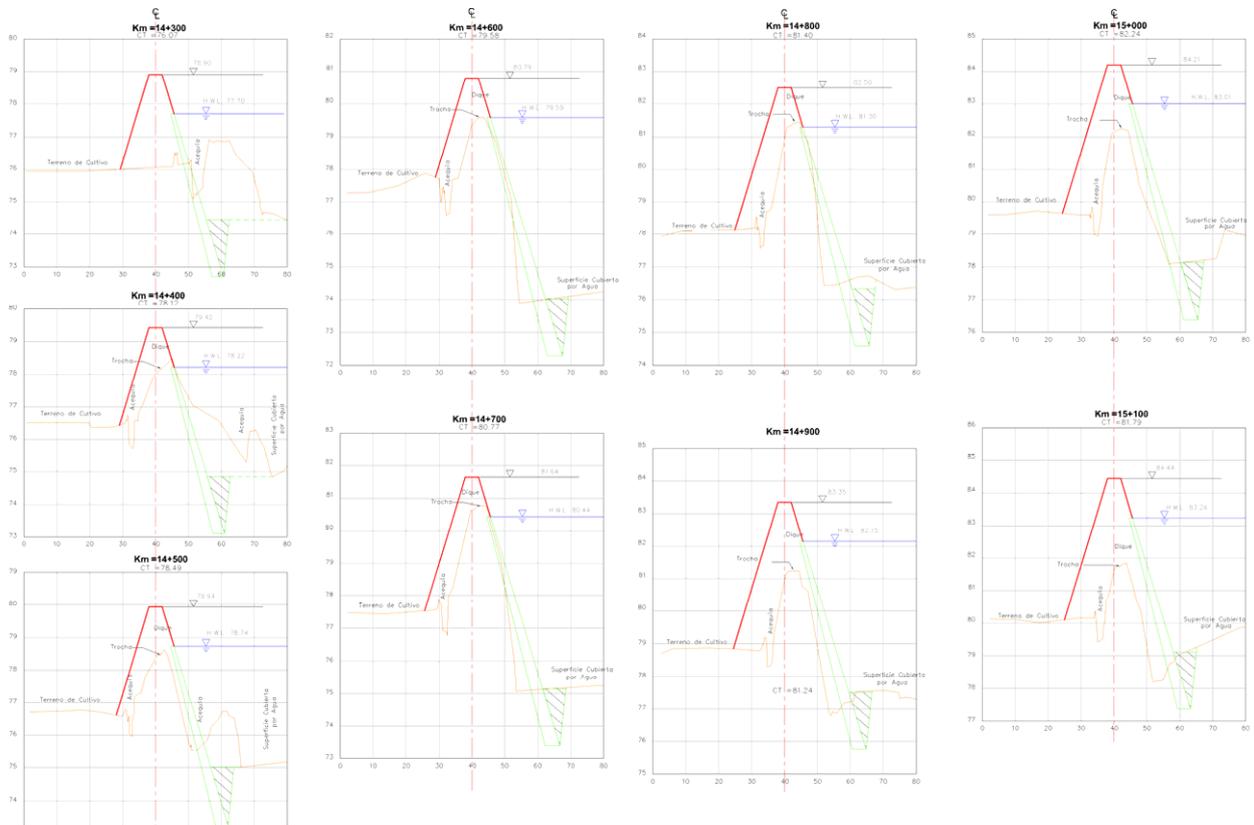


図 2.6.15 Caman-3 代表横断図(3)



■ 施設の概要 (Majes-4)

地点名	対策位置	選定根拠
Majes-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

図 2.6.16 Majes-4 施設平面図(1)

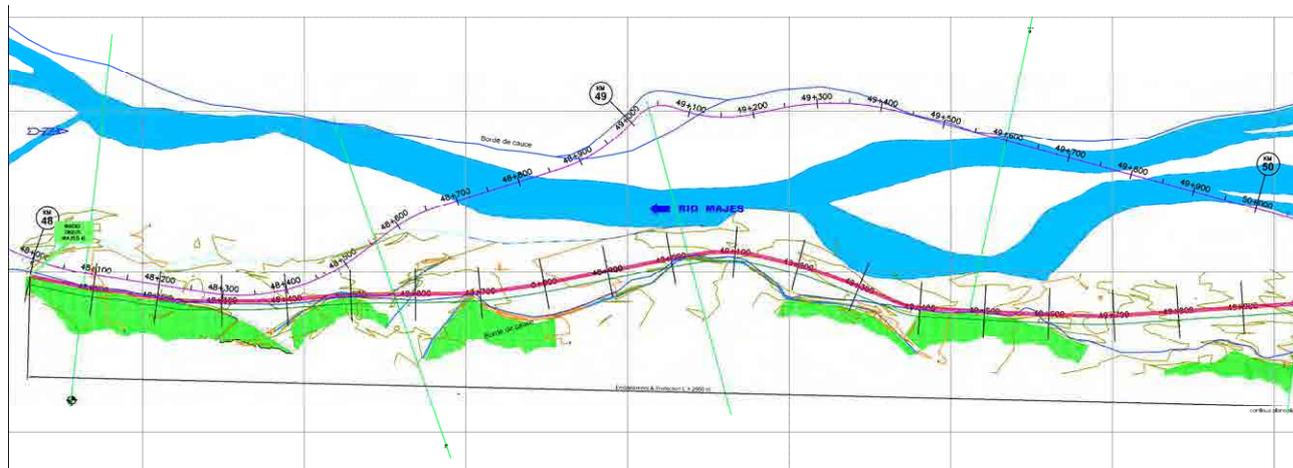


図 2.6.17 Majes-4 施設平面図(2)

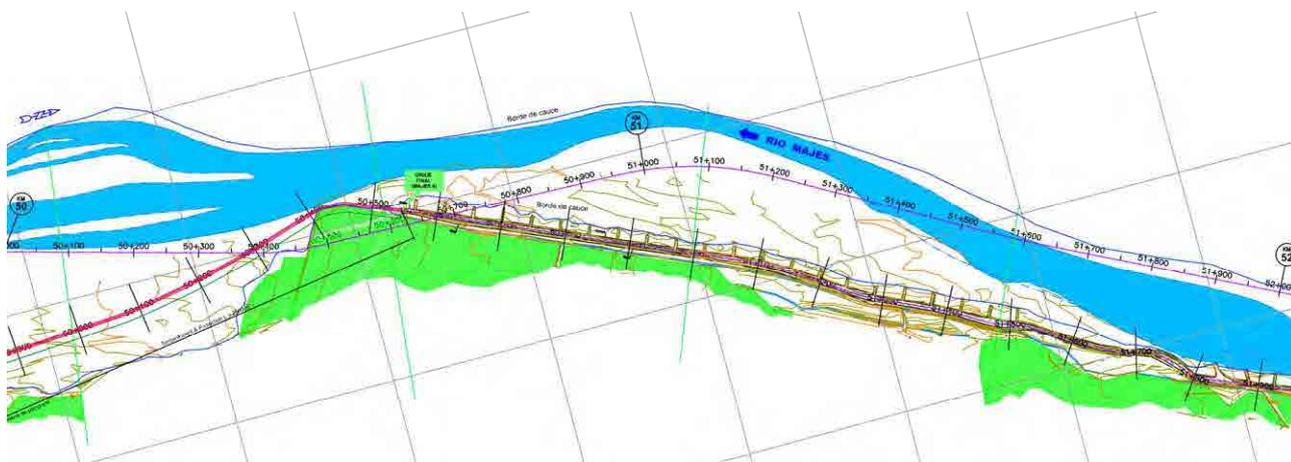


図 2.6.18 Majes-4 代表横断面図(1)

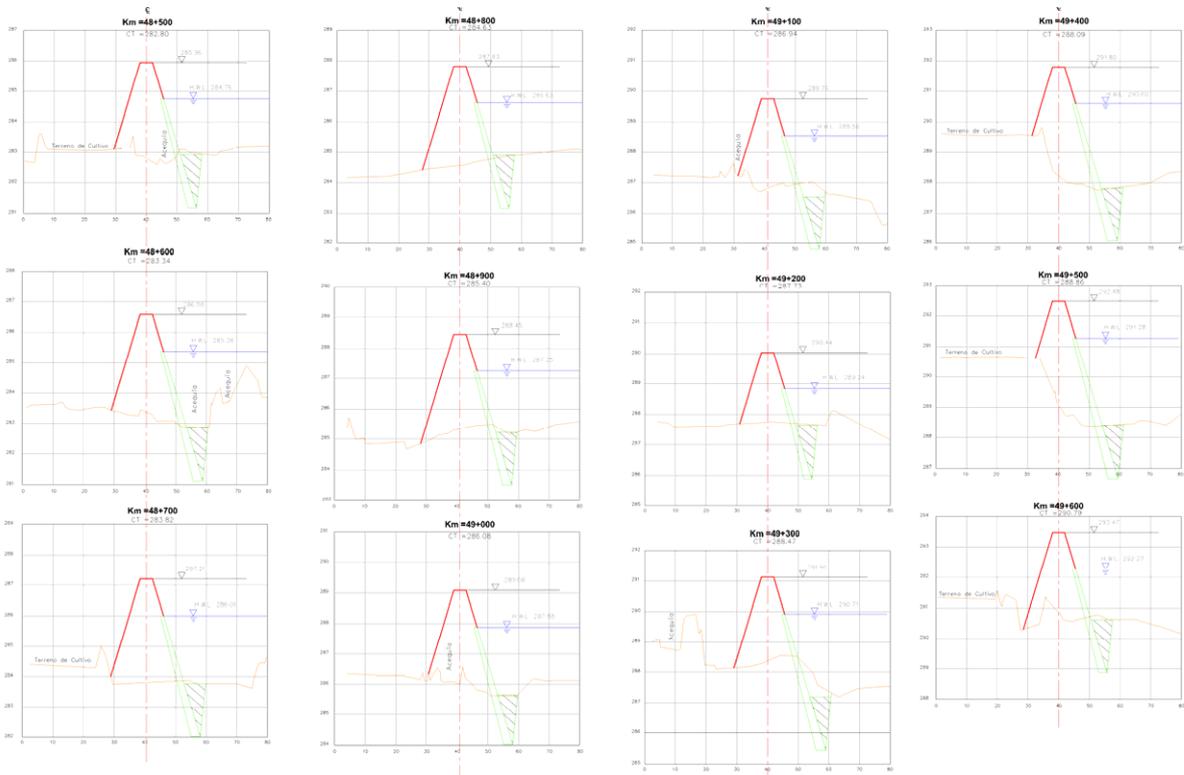
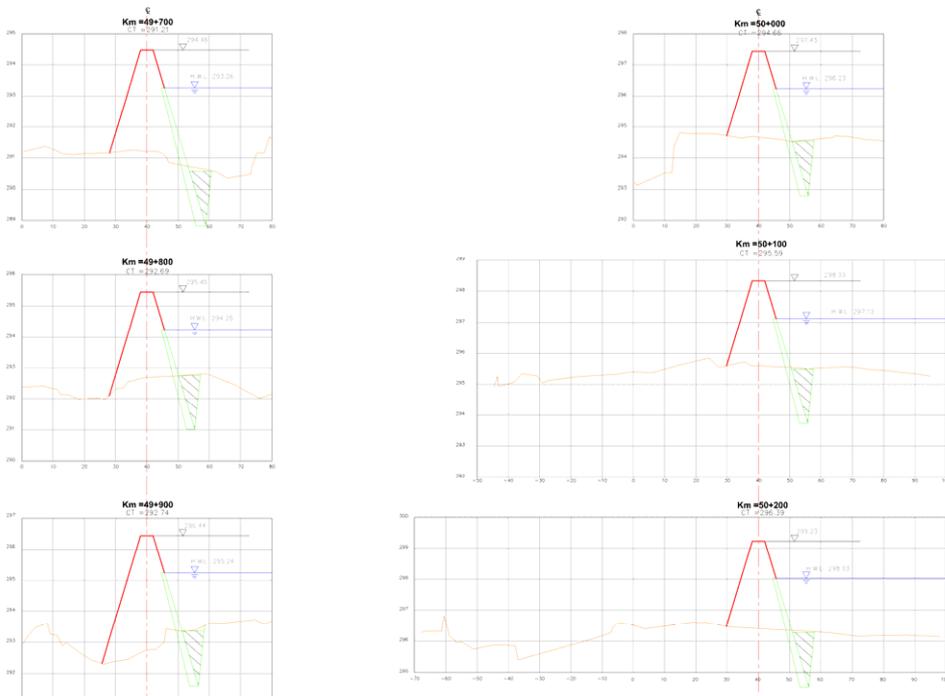


図 2.6.19 Majes-4 代表横断面図(2)



■ 施設の概要 (Majes-5)

地点名	対策位置	選定根拠
Majes-5	52.0km-56.0km (左岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○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) <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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

図 2.6.20 Majes-5 施設平面図(1)

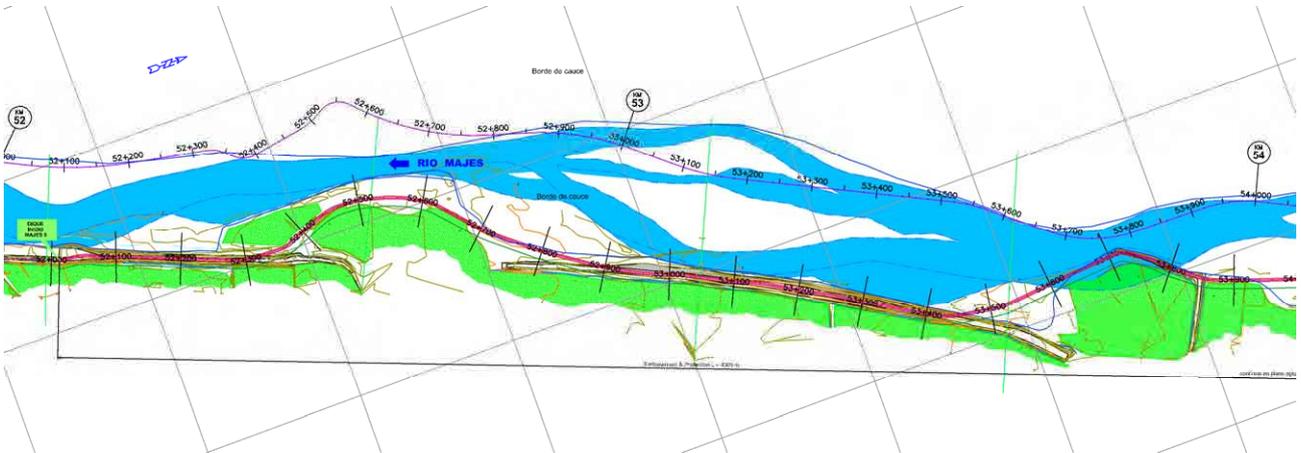


図 2.6.21 Majes-5 施設平面図(2)

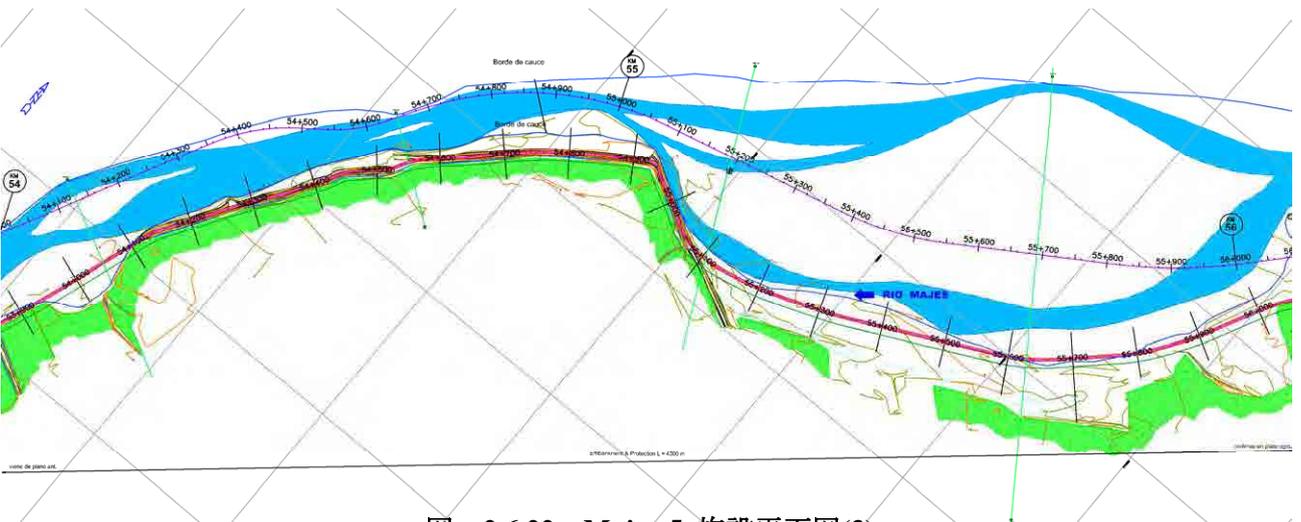


図 2.6.22 Majes-5 施設平面図(3)

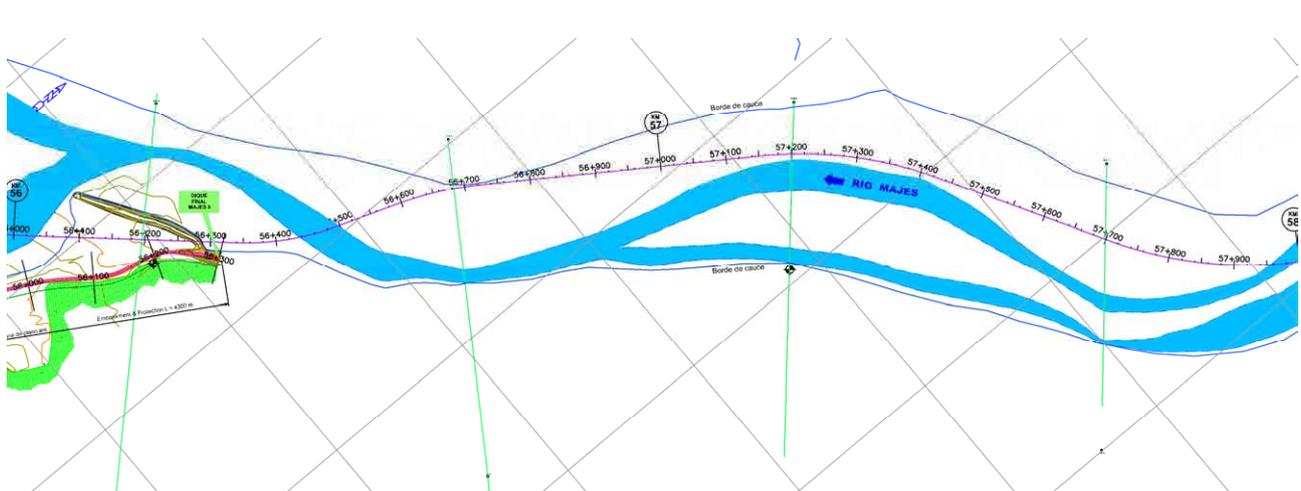


図 2.6.23 Majes-5 代表横断面図(1)

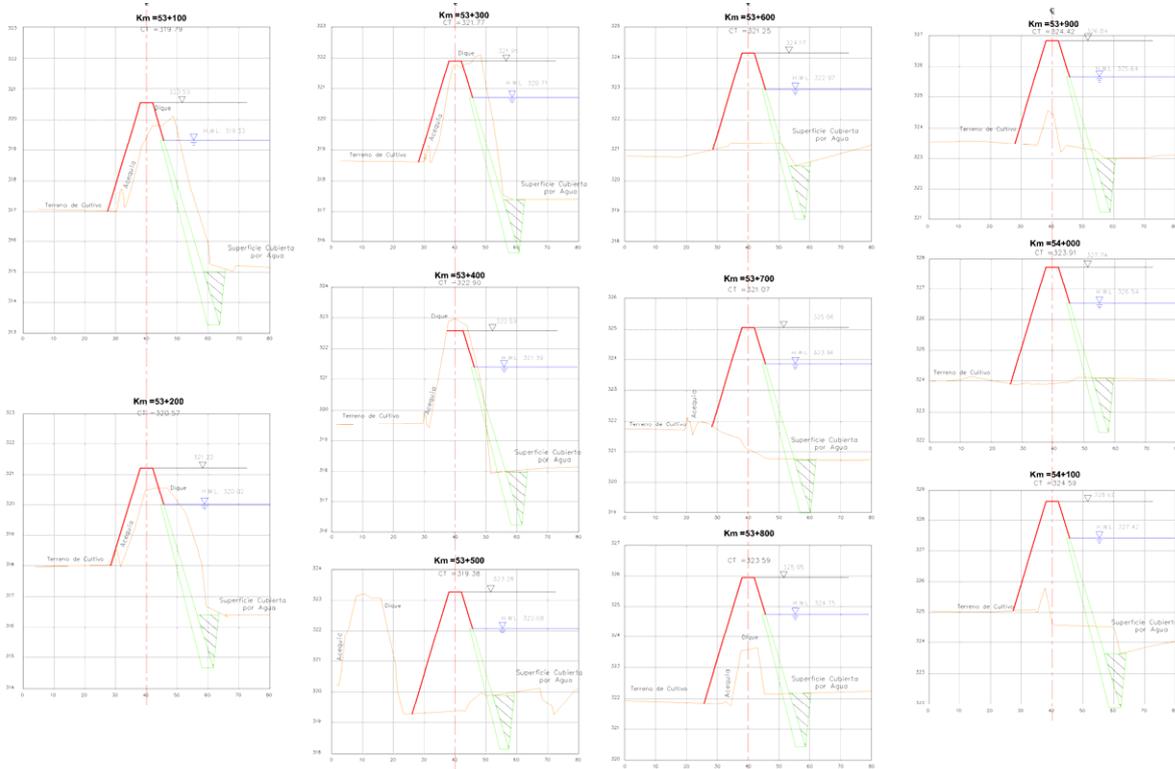
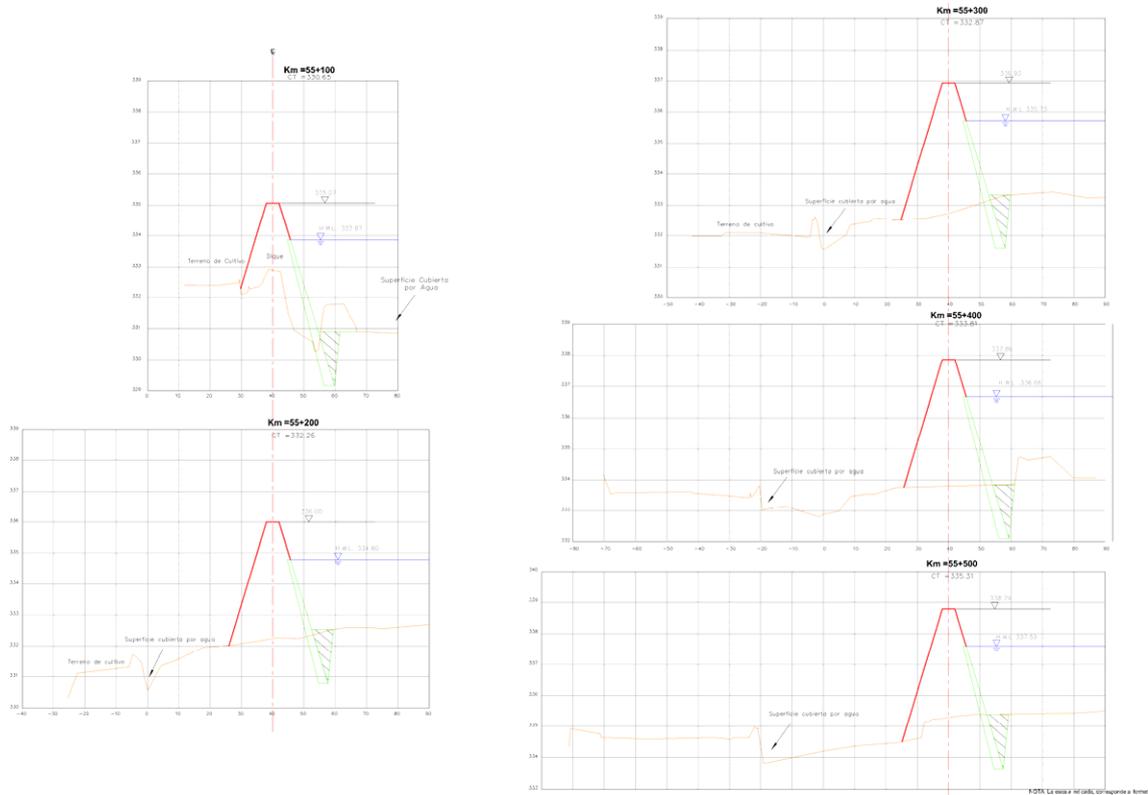


図 2.6.24 Majes-5 代表横断面図(2)



■ 施設の概要 (Majes-6)

地点名	対策位置	選定根拠
Majes-6	59.0km-62.5km (右岸側) 59.5km-62.5km (左岸側)	<p>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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <p>●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</p> <p><保全対象></p> <p>○対策位置左右岸の農地 (マヘス地区最大の農地)</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度) ></p> <p>▼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。</p> <p>▼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</p>

図 2.6.25 Majes-6 施設平面図(1)

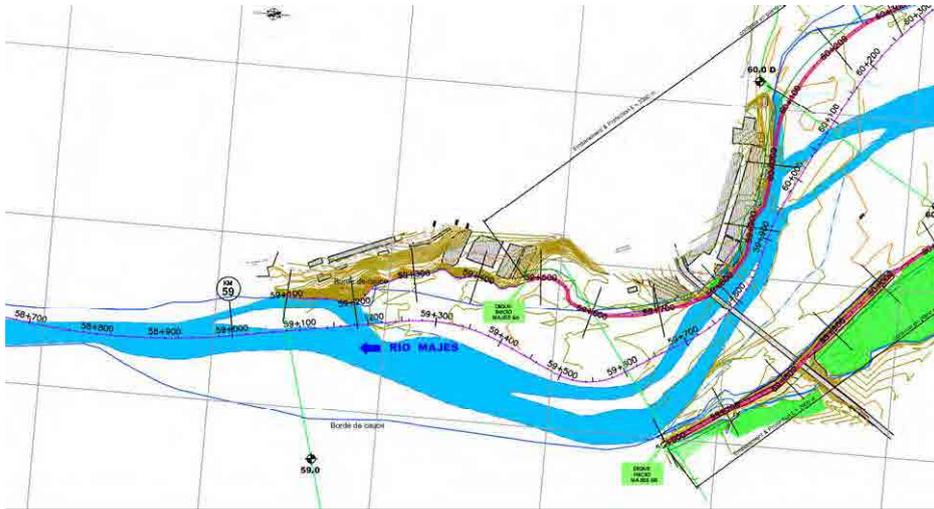


図 2.6.26 Majes-6 施設平面図(2)

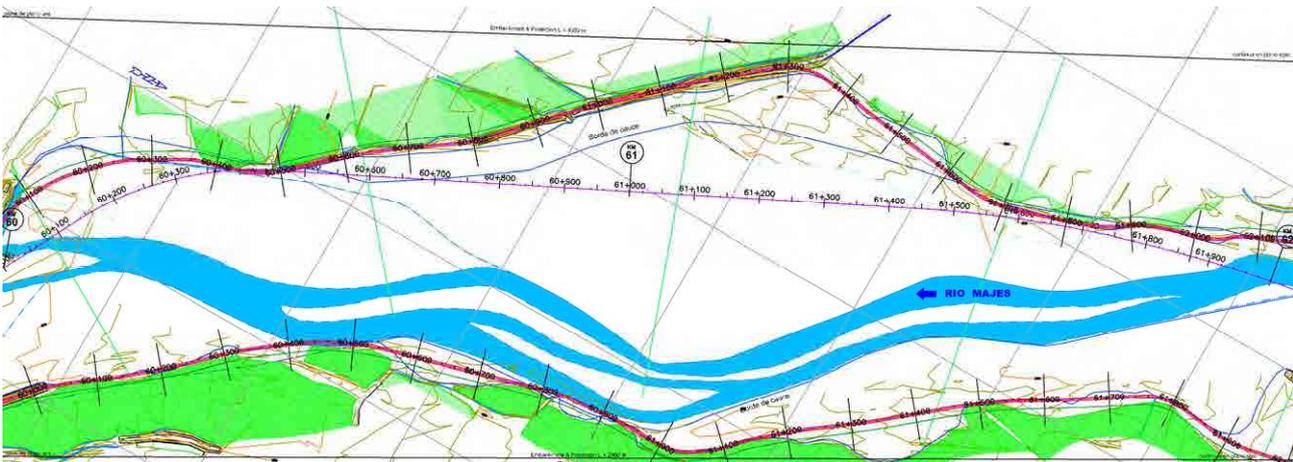


図 2.6.27 Majes-6 施設平面図(3)

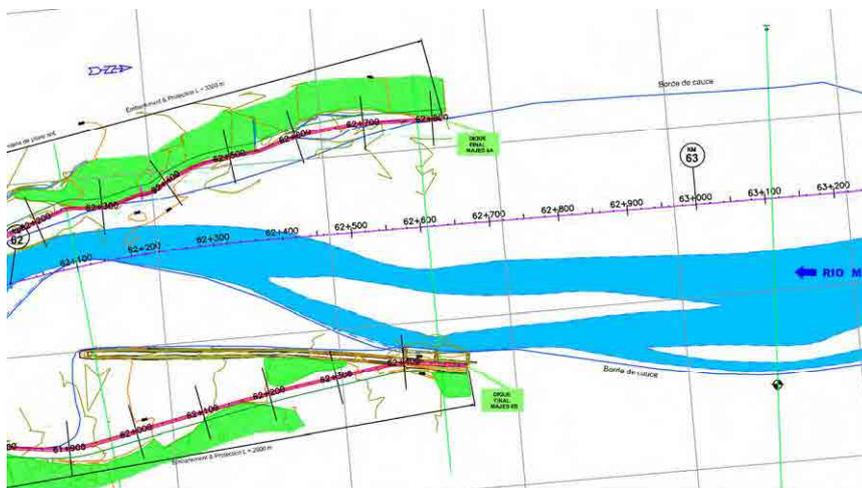


図 2.6.28 Majes-6 代表横断面図(1)

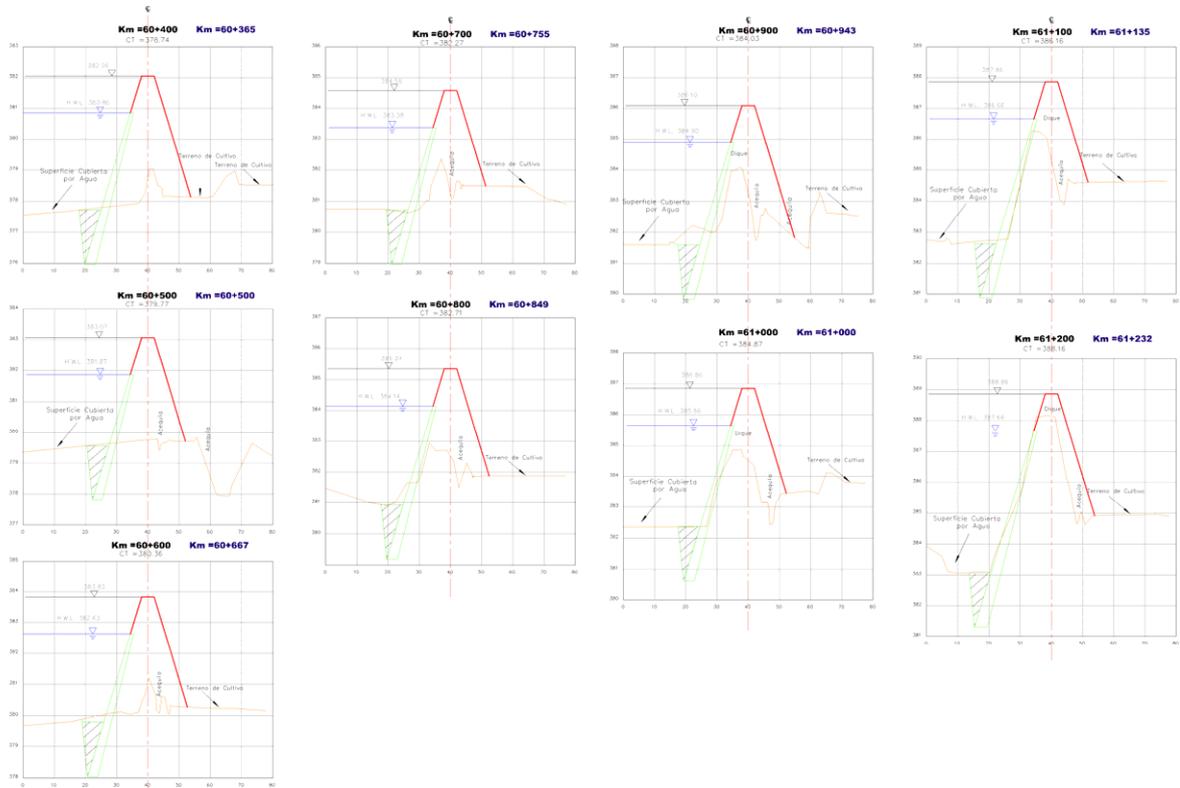


図 2.6.29 Majes-6 代表横断面図(2)

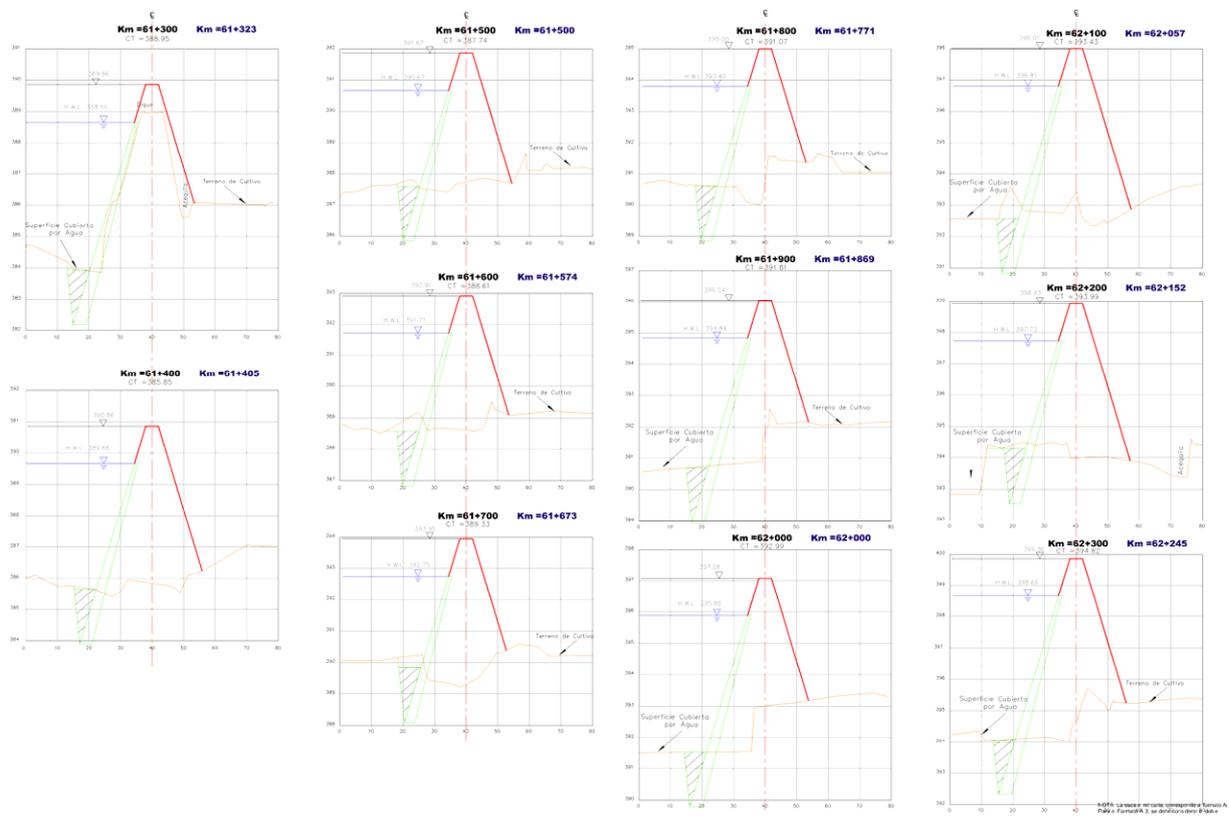
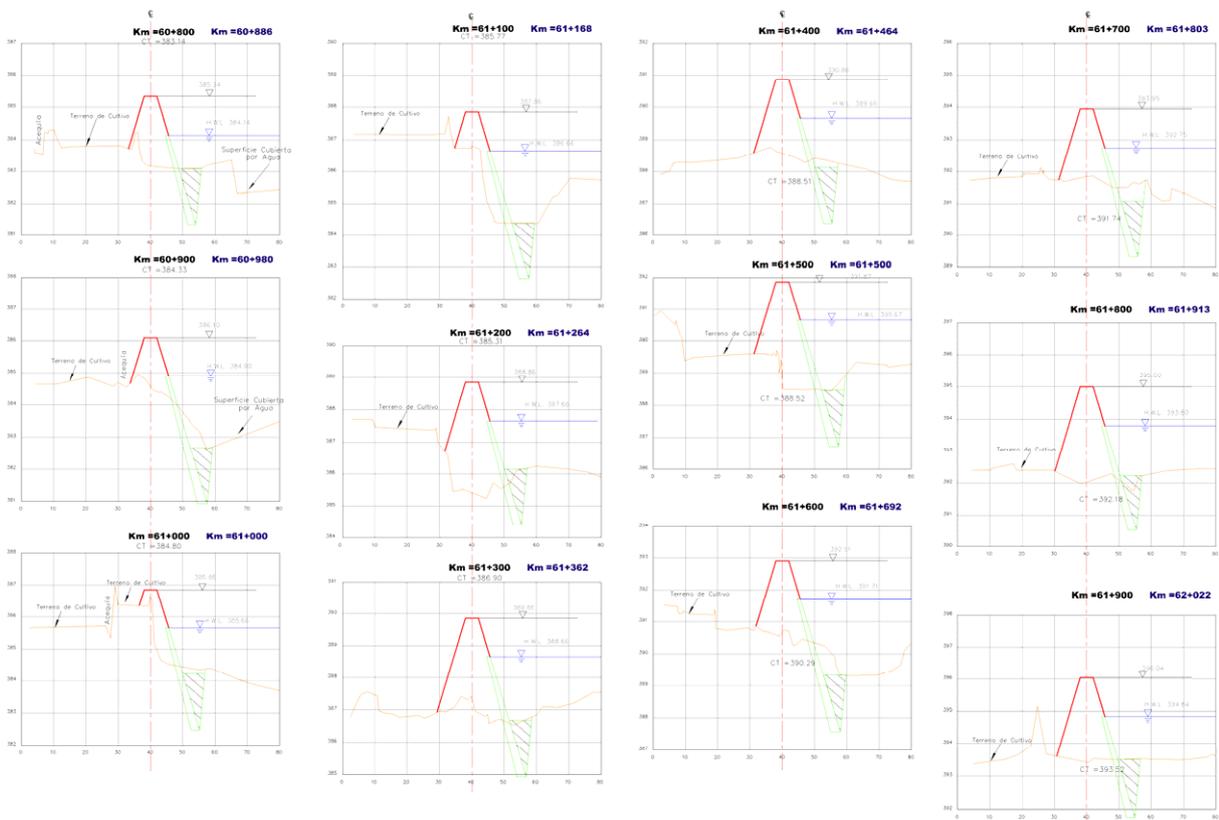


図 2.6.30 Majes-6 代表横断図(3)



■ 施設の概要 (Majes-7)

地点名	対策位置	選定根拠
Majes-7	65.0km-66.5km (右岸側)	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
	64.5km-66.5km (左岸側)	

図 2.6.31 Majes-7 施設平面図(1)

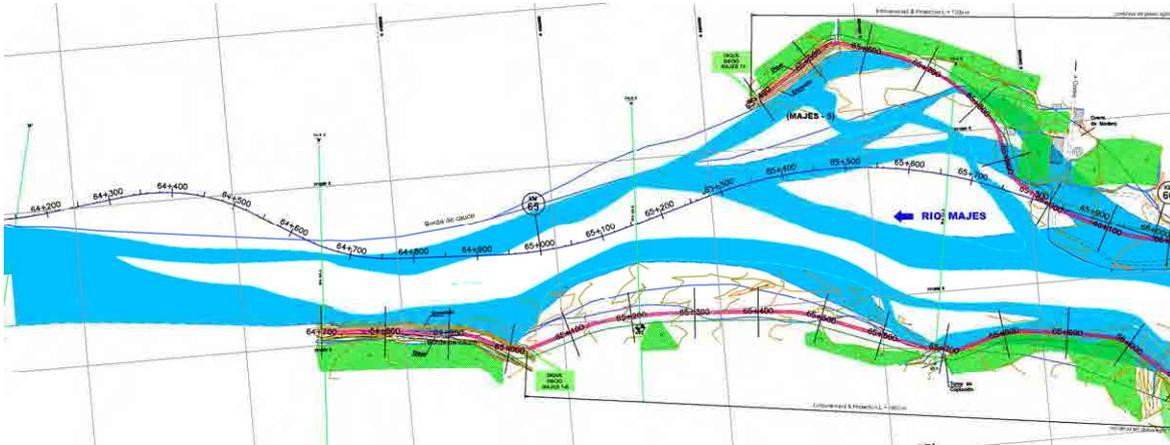


図 2.6.32 Majes-7 施設平面図(2)

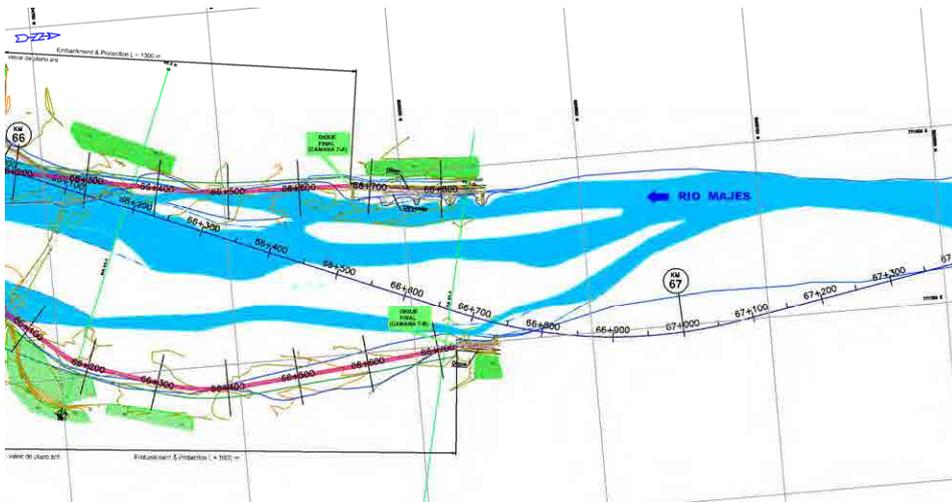


図 2.6.33 Majes-7 代表横断図(1)

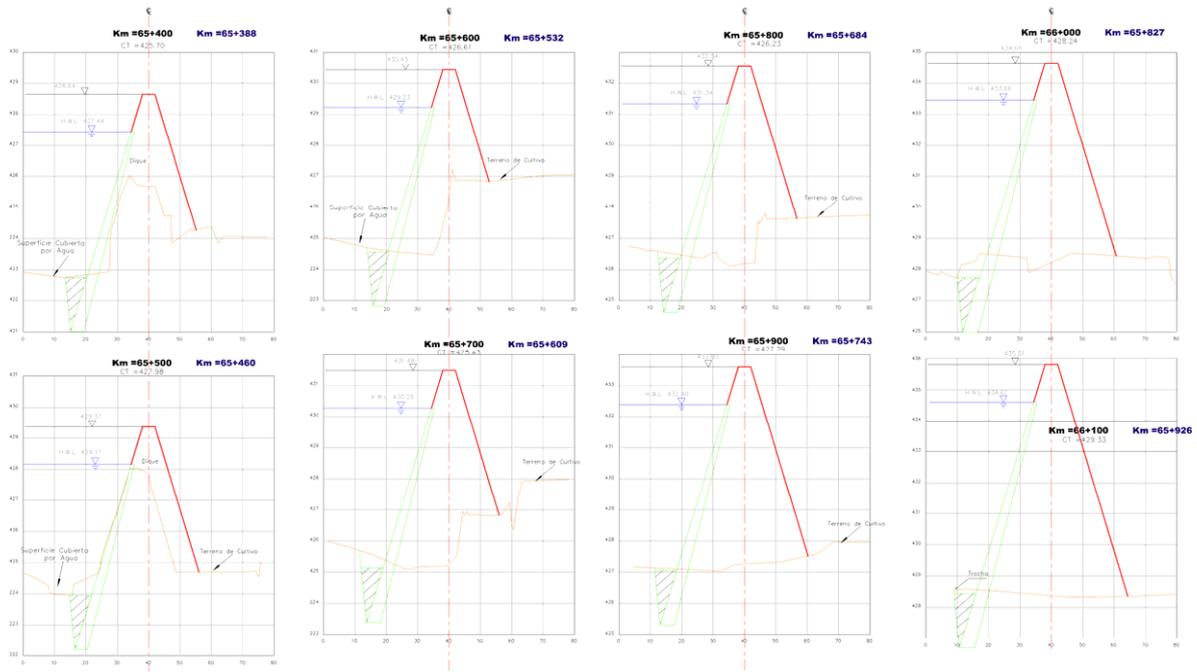
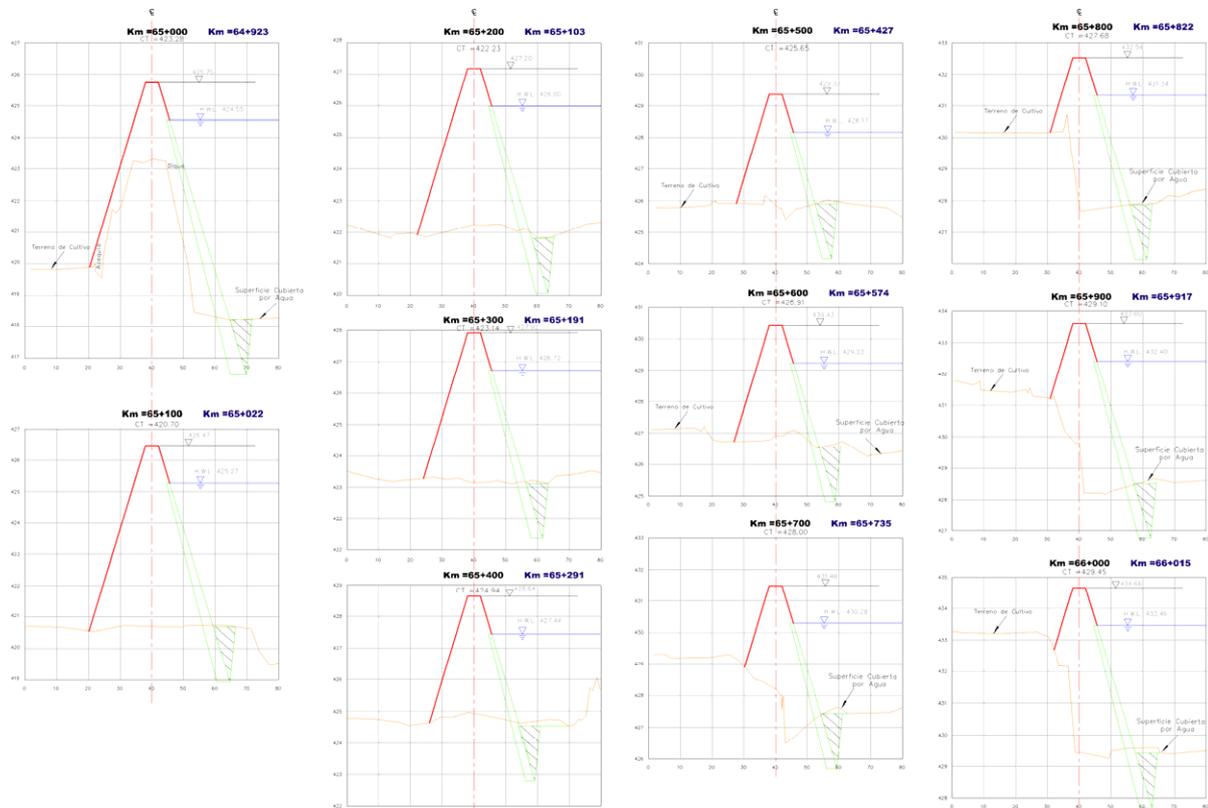


図 2.6.34 Majes-7 代表横断図(2)



第3章 堤防の構造・形状の選定

堤防は、計画高水以下の洪水流下に対して必要な高さや断面を有し、さらに必要に応じ護岸（のり覆工、根固工等）を施すことが必要である。

（1）堤防の高さと法線位置

河道計画に基づき設定した堤防の高さ及び法線位置に計画する。既存の施設についてはその施設と連続するように計画する。

（2）堤防の断面形状

1) 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。

2) 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する。

6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 チラ川のサヤナより下流では、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雪渓している堤防。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。

以下に代表的な堤防の状況写真を示す。



図 3-1 Canete 川の水制工



図 3-2 Chíncha 川の堤防 ふとん籠による護岸



図 3.3 Pisco 川河口部の巨石護岸



図 3.4 Pisco 川 上流部の堤防と巨石護岸



図 3.5 2.5 Yauca 川の堤防

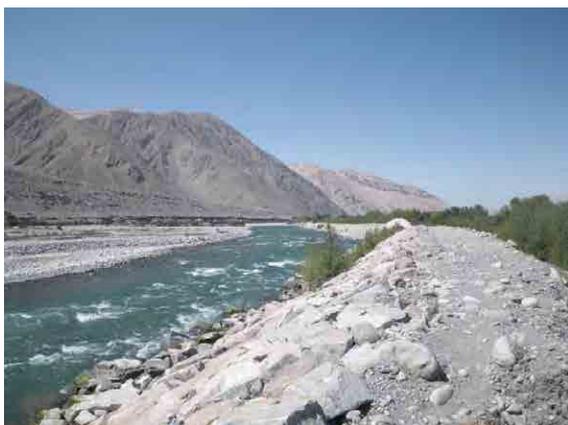


図 3.6 Majes Camana 川の堤防

これらの状況から堤防の構造は、つぎのとおりとする。

- 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 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 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)

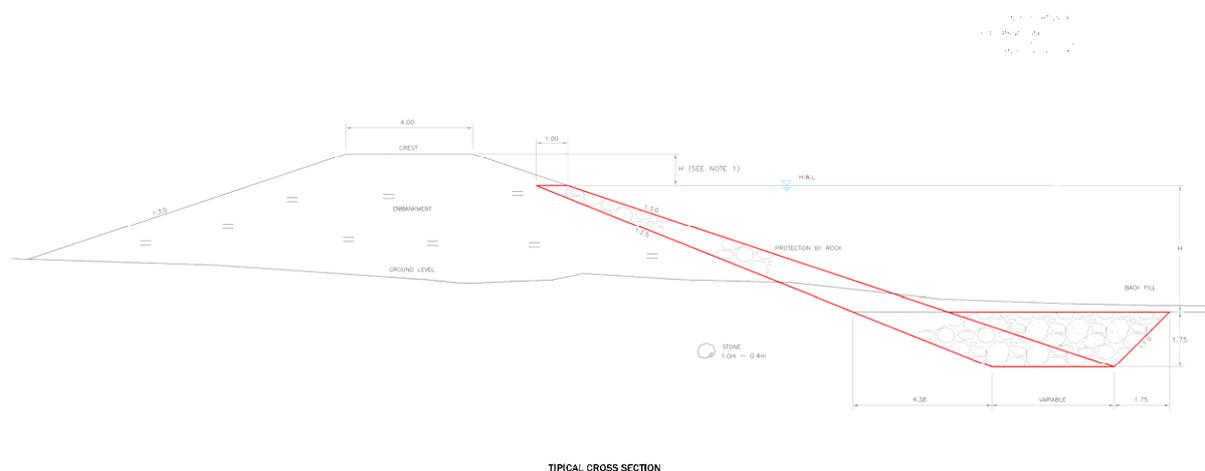
所用の安定勾配は、内部摩擦角 30° に対して $V : H = 1 : 2.6$ ($\tan \theta = 0.385$) となる。

この所用のり面勾配と、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を考慮して現地の在来堤防よりは勾配の緩い 1 : 3.0 勾配とした。

- ③ 河床勾配が比較的急なため堤防の川表のり面には、護岸を配する。護岸の形式として接続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 80cm \sim 1m として護岸の最小の厚みを 1m と計画した。

図-3.6 堤防・護岸の標準断面



(3) 堤防の嵩上げ方法

堤防の嵩上げ区間は、カニエテ川 (嵩上げ区間 1.0km/全築堤延長 7.7km)、チンチャ川 (嵩上げ区間 0.6km、全築堤延長 13.2km)、ピスコ川 (嵩上げ区間 0.8km、全築堤延長 15.2km)、マヘスカマナ川 (15.0km、全築堤延長 24.8km) となっており、合計は嵩上げ区間 17.4km、全築堤延長 60.9km である。

嵩上げ区間の築堤法線は、河川や地点により細部は異なるが基本的には以下の理由により全体拡幅形式とし、既存堤防の法線を変えないように嵩上げを計画している。

- ① 川表側で嵩上げ堤防を嵩上げる前腹付け形式は、河道幅を狭くし、結果として堤防高さが高くなる。
- ② 川裏側で堤防を嵩上げる後腹付け形式は、堤内地の用地取得範囲が広く必要となる。溪谷地形の堤内地は貴重な農地となっていることが多く出来るだけ用地の補償を少なくしたい。

- ③ 既存の堤体は締め固め状況等施工経緯や材料特性が不明であるが、現存する部分ではこれまでの洪水に対して機能を果たしてきているためこれを活用し、既設の堤防をより高強度の新堤で包み込むようにする全体拡幅形式は嵩上げ堤防の安全が確保しやすくなる。用地補償費等の費用で経済的である。

一方、河道幅が著しく狭くかつ河道が堤防に近接している箇所等では、後腹付けを計画している。このような箇所では、川表の既設堤防のり面は、護岸で補強する計画である。

第4章 提言

洪水対策施設の設計と施工面からの提言

1) 堤防構造の安定の確保について

各流域とも築堤材料は、透水性の高い砂質土ないし礫質土から構成される。溪谷の地形や地質から見て透水性の低い材料の入手は無理と思われる。

比較的透水性の高い材料で堤防を造った場合に堤防の安定上問題となることは、①パイピングによる細粒土砂の流失による浸透破壊、②浸透に伴う浸透圧によるすべり破壊である。堤防の安全性を担保するためには、築堤材料の単位体積重量、強度、透水性を調査して、浸透流解析及びすべり破壊の検討を行って適正な断面形状を決定する必要がある。

施工面で重要なことは、十分な締固めを行うことである。現在のペルーの積算基準では、トラクターにより締固めることになっているが、確実な締固めを行うためには振動ローラー等の締固め機械を使用することが望まれる。また、締固め状況管理するための密度試験や粒度試験も重要な事項である。これらの事項は積算に反映させる必要がある。

2) 護岸の工事費削減について

築堤区間の治水対策直接費の80%が護岸の建設工事費である。また、護岸工事費の45%が、採石場からの岩石の運搬費用である。マヘスカマナ川やカニエテ川など、既存の護岸工や水制工が残っている箇所では、これらの材料を再利用することが工事費の削減につながると考えられる。

3) 築堤土と掘削土の土量バランスについて

築堤土と掘削土の土量収支は、カニエテ川 240,000m³、チンチャ川 122,000m³、ピスコ川 203,000m³、マヘスカマナ川 695,000m³ 築堤土が不足することになる。河川の周辺は農地として利用されていることから、築堤土は、河川敷からの掘削に頼らざるを得ない。この場合に堤防高さが若干低くできる可能性と、反面急流な河川のため河床洗屈を助長する可能性も考えられる。詳細設計時に土取場として適当な箇所を選定することが重要である。

4) チンチャ川の分流堰構造について

チンチャ川とマタヘンテ川を分流する箇所に設置する分流堰については、既存の堰が破壊しており、破壊のメカニズムを明確にして安全な施設の詳細な設計を行うことが必要である。分流堰の直上流には、床固め工があつて、同様に破壊されている。破壊は、多分に堰のコンクリート等の構造が不安定であることや、基礎の洗屈、土砂混入流による衝撃等が考えられる。水理模型実験を行って水理現象を明確にすべきと考えられる。

また、上流の床固め工は、満砂に近い河床変動にも留意すべきである。