

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

エクアドル共和国(以下、「エ」国と称する)は、南米大陸北西部の赤道直下に位置し、北はコロンビア、南・東をペルーと国境を接した面積約 27 万 km²、人口約 1,216 万人(2001 年)の国である。当該セクターは、「国家開発計画」のもとに上水道施設の整備に取り組んでいるが、衛生的な水の供給率は全国平均でも都市部で 65%、地方部では 43%と周辺国に較べても低い水準にある。

各県の水道事業は行政の地方分権化に伴い、これまで中央省庁の指導で実施されていた計画の策定、実施計画、施工管理などが県や市といった地方自治体の指導で実施されるように変更された。しかし、行政以降後間もないこと、県庁の水道技術員の不足と技術レベルの問題と国の経済状況の悪化などにより、給水施設の整備は計画どおりに進捗していない。

イバラ市(2001 年人口:153,256 人)は、首都キトの北 120km、標高 2,200m に位置するインバブラ県の県都である。イバラ市では、1970 年代に建設された既存の給水システムの老朽化に伴い漏水率は 50%近くに達し、市内各所で給水制限が行われている。

インバブラ県イバラ市の上水道事業は都市部・地方部全域を対象にして「イバラ市水道公社(Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Canton Ibarra (EMAPA-I))」(以下、EMAPA-I と称する)が行っている。対象地域の上水道施設は 1970 年代に建設されたものが多く、特に同送水管に使用されているアスベストセメント管は老朽化が著しい状況にあり、破損箇所は漏水の原因のみならず水質汚染の原因となっている。2002 年 11 月には破損箇所から下水の流入と見られる汚染事故が発生して 1 万人におよぶ健康被害と 1 名の死亡者を出している。

また、水源量は比較的豊富であるにもかかわらず、人口の拡大に対する適切な配水施設の不足から給水時間が制限される地区が存在する。

イバラ市は事件の後、EMAPA-I の総裁をはじめ幹部職員を一新して水道水質の改善と給水サービスの改善に努めているが、厳しい財政事情の中で施設整備は遅れているのが現状である。

1-1-2 開発計画

(1) 上水道分野の上位計画

「エ」国は「国家開発計画(2001 年～2005 年)」を策定し、上水道分野に於いては上水道施設の普及・整備を最重要課題として位置付けている。この計画をもとに、県レベルでは上水道の施設整備に重点を置いた「戦略開発計画」を策定している。これら国及び県の上位計画に従い、EMAPA-I は 2003 年に「イバラ市上水道整備計画」を策定し、給水施設の整備等を行っている。

(2) 上水道分野の上位計画

EMAPA-I は、水供給量の増加、水質改善、漏水削減による有収率の向上、配水区のブロック化、水の安定供給、水道普及率の向上、地域経済の活性化と雇用促進を目的に、都市部及び地方部における上水道施設の整備計画を策定している。

1) 都市部における主要な施設整備の内容

- ・ 導水管、送水管の更新
- ・ 配水管網、バルブや消化栓等の整備
- ・ 配水地の増設
- ・ 流量計の設置
- ・ 市内の地下水調査と井戸水源の建設

2) 地方部 19 地区を対象とする上水道施設の整備内容

- ・ 施設全体の改善（取水工、配水地、管理棟）
- ・ 配水地の増設
- ・ 浄水施設の改善と増設
- ・ パッケージ型浄水施設の導入
- ・ 導・送水管の更新、拡張

EMAPA-I では中央銀行からの融資により、市内配水管の部分的な更新を 1990 年台後半に実施するとともに、2004 年は市内で井戸 1 井を建設しているが、その後は融資先の獲得が困難な状況にある。

1-1-3 社会経済状況

(1) 「エ」国の社会状況

「エ」国の 2001 年の人口は、約 1,216 万人で、人口分布は約 6 割が都市、残りの 4 割が地方に居住している。「エ」国は伝統的に農業国であり、農業従事者は就業人口の三分の一を超えるが、農地は国土面積の 1 割にも満たない。主な農産物は、山岳地方では伝統的にトウモロコシ、ジャガイモ、麦等の国内消費用の作物が栽培されており、海岸地方ではバナナ、カカオ、コーヒー、米等の輸出用作物が栽培されている。

「エ」国の 2003 年の名目 GDP は 268.44 億 US\$ で、産業別 GDP は農業 10.0%、鉱工業 40.2%、サービス業 49.8% となっている。近年海岸地区でのエビの養殖が盛んで、貴重な輸出財源となっている。

(2) イバラ市の社会状況

イバラ市の人口は 153,256 人（2001 年）で、インバブラ県全人口 344,044 人の約 45% を占め、同市全人口の約 70% が都市部に集中している。当市は北部コロンビア国との国境付近 5 県の経済と交通の中心地であり、主要産業は農牧畜業、工業、サービス業で構成され、サービス業の労働人口が約半数を占め、次いで農牧畜業となっている。先住民であるインディヘナおよびアフリカ系住民などが多く居住しており、近年隣国コロンビアからの移住者が増えるとともに、物流経済活動も増加している。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概況

イバラ市(2001 年人口 : 153, 256 人)は、首都キトの北 120km、標高 2, 200km に位置するインバブラ県の県都である。イバラ市では、1970 年代に建設された既存の給水システムの老朽化に伴い漏水率は 43%近くに達し、市内各所で給水制限が行われている。

現在、インバブラ県では戦略開発計画として「飲料を目的とする上水道の地域拡大及び質の改善プログラム」(2002-2005 年)を掲げており、その具体的な目標を示した「イバラ市上水道整備計画」が 2003 年に策定された。本要請はこの計画の優先度の高い施設整備と機材調達について、我が国に対し無償資金協力を要請してきたものである。

上述の要請に対し、我が国は必要性・妥当性の確認、不足する情報の収集等を目的に 2004 年 5 月から予備調査団を派遣した。その結果、イバラ市の都市部では導送配水管の高い漏水率と水配分の不均衡により、地域的な水不足が生じていること、また地方部では溪流の表流水を水源としており、雨期には一部浄水施設の能力不足から水質の悪い(濁度の高い)水を利用せざるを得ない状況にあり、維持管理のための機材整備と合わせて早急に改善する必要があることが確認された。

要請内容は以下のとおりである。

表 1.2.1 イバラ市都市部施設要請内容

No.	項 目	数 量
1	グアラクサパス浄水場ーカランキ浄水場導送水管 PVC Φ450, 315mm	13km
2	ユユコチャ取水場ーカランキ浄水場間導水管 PVC Φ315mm	1km
3	パレスチナ取水場ーエヒド配水池間送水管 PVC Φ160mm	2.4km
4	グアラクサパス取水場ーグアラクサパス浄水場間導水管 PVC Φ450mm/315mm/200mm/160mm/90mm/63mm	1.22km
5	カランキ浄水場内配管 PVC Φ400	130m
6	アサヤ配水池(増設) V=2, 500m ³	1式
7	チュチュプンゴ配水池(新設) V=1, 000m ³	1式
8	エヒド配水池(増設) V=200m ³	1式
9	ベジャピスタ・デ・カランキ配水池(増設) V=200m ³	1式
10	サンタロサ配水池(増設) V=1, 000m ³	1式
11	流量計設置 Φ160mm, 110mm, 90mm, 63mm	36ヶ所
12	ユユコチャ系統(地下水及び湧水)、グアラクサパス系統(湧水)の為の分配槽設置	1ヶ所
13	上水道施設リスク軽減プログラム	1式

表 1.2.2 イバラ市地方部施設要請内容

No.	項 目	数 量
1	アロプロ・プリオラト 多段フィルター浄水場	1式
2	カロリーナ パッケージ型浄水場	1式
3	スレタ パッケージ型浄水場	1式
4	ヤウアルコチャ パッケージ型浄水場	1式
5	チョタ パッケージ型浄水場	1式
6	リタ パッケージ型浄水場	1式
7	フンカル浄水場(管理等、フロキュレーター、沈澱池)	1式
8	タンガリン・サン・アントニオ浄水場(沈澱池、逆洗付きフィルター、逆洗用タンク)	1式
9	ラ・カルボネリア取水場ーアロプロ浄水場間導水管 PVC Φ110mm	10.33km
10	ピンサキ取水場ータンガリン・サン・アントニオ浄水場間導水管 PVC Φ200mm/160mm	14km
11	サン・アントニオ配水池(増設) V=200m ³	1式

表 1.2.3 資機材要請内容

No.	資 機 材 名	数 量
1	高圧洗浄車	1
2	排水ポンプ	8
3	地方給水施設管理用四輪駆動車	2
4	浄水場管理用四輪駆動車	1
5	音調式漏水探知機	2
6	相関式漏水探知機	2
7	ポータブル型超音波流量計	2
8	高圧洗浄ポンプ	3
9	塩素ガス注入機20～30 ℓ/秒（村落部簡易浄水場用）	5
10	塩素ガス注入機200 ℓ/秒（都市部浄水場用）	3
11	コンパクター	2
12	ロードローラー	1
13	水質管理用車両	1
14	給水車（容量9m ³ ）	1
15	水道メーターテストベンチ	1
16	無収水削減用四輪駆動車	1
17	ダンプトラック	1
18	水質試験機：ガスクロマトグラフ	1
19	水質試験機：原子吸光高度計	1
20	パワーシャベル付きバックホウ	1

1-3 我が国の援助動向

我が国が「エ」国に対して実施してきた関連案件に関する援助動向は下記のとおりである。

無償資金協力案件：「キット市南部上水道施設整備計画（95～97 年度、18.26 億円）」

「ピチンチャ州地下水開発計画（97～98 年度、9.55 億円）」

「ロハ州地下水開発計画（00～02 年度、13.24 億円）」

「アスアイ州地下水開発計画（03 年度、6.4 億円）」

「チンボラソ州地下水開発計画（03 年度、7.94 億円）」

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 他ドナーの援助動向

都市部においては他ドナーの援助協力はない。しかし、EMAPA-I では現在下水道整備計画を策定中で、集水管の敷設、下水処理場の建設を計画しており、これらの実施にあわせてファイナンス先を探している。地方部においてはこれまで、ベルギー国による小規模な水道施設の建設、CARE による塩素注入設備の援助などが行われた。

(2) 他ドナーとの協調・連携の可能性

地方部においては本計画が水源及び浄水場までの協力であり、配水池、配管網の整備等については EMAPA-I の自己資金だけでは限界があり、他ドナーの協力が必要である。このため協調・連携先を積極的に探しており、その可能性は高いと思われる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1)EMAPA-I の組織・人員

EMAPA-I は、1969 年 8 月 12 日に市条例認可により市から独立、水道公社として設立された。組織は総裁のもと総務部、財務部、技術部の 3 部から構成される。運営機関として総裁の上部に理事会が設置されている。この理事会の構成メンバーは市長又は代理人、公共事業委員会の代表を務める市議員、市議会により任命された市議員 2 名、教区議会の代表などで構成されており、理事会の代表は市長である。従って総裁には発言権はあるが議決権はない。

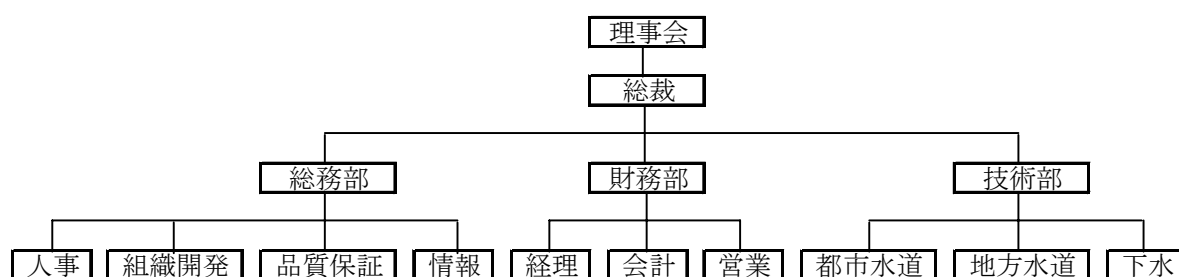


図 2.1.1 イバラ市上下水道公社（EMAPA-I）組織図

主な部署の人員配置は、総務部 45 名（人事課 7 名、組織開発課 2 名、品質保証課 2 名、情報課 3 名、運転手 24 名、その他 7 名）、財務部 46 名（経理課 3 名、会計課 3 名、営業課 40 名）、技術部 145 名、総裁他 10 名等で総職員は 246 名である。

(2)技術部の構成

技術部 145 名の人員配置構成は部長 1 名、秘書 2 名、研究設計室 9 名、環境管理室 2 名、水質管理室 2 名、無収水対策室 7 名、都市水道課 76 名、地方水道課 22 名、下水道課 24 名である。EMAPA-I の重要課題である無収水対策と品質管理問題を解決するために 1 年前から無収水対策室を設置しているが、現状では配水管と各家庭の給水管接続部で一日 20 件以上の漏水が発生し、その対応に追われている。

都市水道課 76 名の内訳は本部職員 4 名、現場操作員 41 名、配水・引込管維持管理要員 19 名、他 12 名となっている。地方水道課は主として各農村の給水施設管理者への教育訓練を行っており、運営維持管理は村落住民に委託しているが、水道料金は利用者が直接 EMAPA-I の納付窓口に来て支払を行うことになっている。ただし、調査対象村落のうちフンカルでは料金が無料となっており、地方部での料金徴収率向上と料金適正化を如何にして進めるかが課題となっている。

無収水対策室では、現在主要な業務である地上漏水の補修に加えて、調達機材の投入に合わせて技術員の配置転換による増員を図り、地下漏水の早期発見と補修にも業務を拡大する計画である。

技術部の組織図を図 2.1.2 に示す。

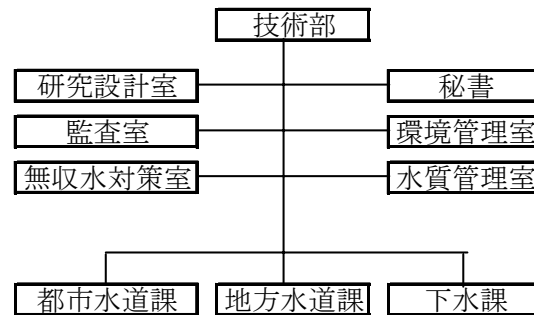


図 2.1.2 技術部の組織構成

2-1-2 財政・予算

(1) 財務状況

EMAPA-I の財務状況は表 2.1.1 のとおりである。2002 年度より当期利益が黒字へ転換し、2004 年度に売上総利益も黒字へ転換するなど収益力の回復傾向が顕著に現れている。その理由としては次の要因が挙げられる。

- ① 水道料金など料金収入の増加が堅調に推移していること。
- ② 売上高に対する売上原価率が 2001 年度 144%、2004 年度 94%、2005 年度（予測）77%と減少していること。
- ③ 2003 年度には 46%であった人件費率が 2005 年度予測で 33%と減少すること。
- ④ 長期借入金の返済（残高 2.48 百万 US\$）による金利負担（年利 10.22%）の減少など財務収支の改善が見られること。更に、2004 年 12 月の料金値上げによる売上増が 2005 年度から計上されること等である。

2004 年度の決算（推定値）では水道料金収入が総売上高 3,711,557 US\$の 60%を占めており、2004 年 12 月新料金改定により 2005 年度売上高は 5,020,340 US\$と 35%増加、当期利益は 1,218,967 US\$から 1,961,735 US\$へ約 61%の増加が見込まれている。従って、今後とも健全な経営が維持され、都市部や地方部での漏水など無収水対策及び地方部での料金徴収率の向上が行われれば、売上高の増加と利益の拡大が期待できる。こうした利益拡大は設備投資金額の増大と旧施設の改修や更新を可能とし、利用者のサービスへの満足度向上と同時に EMAPA-I の収益率向上という良い循環に入ることが予測され、本計画の予算措置をも確実にするものと考えられる。

表 2.1.1 EMAPA-I イバラ市上下水道公社の財務状況 (単位: US\$)

勘定科目/年 損益計算書	2001年		2002年		2003年		2004年(推定)		2005年(予測)	
売上高	1,501,443	100%	2,254,849	100%	3,031,009	100%	3,711,557	100%	5,020,340	100%
水道料金	886,105	59%	1,308,773	58%	1,766,421	58%	2,214,342	60%	2,966,172	59%
下水道料金	458,704	31%	664,955	29%	883,098	29%	1,116,308	30%	1,497,540	30%
その他	156,634	10%	281,121	12%	381,490	13%	380,907	10%	556,628	11%
売上原価	2,158,367	144%	2,423,858	107%	3,216,635	106%	3,477,892	94%	3,845,000	77%
人件費	582,364	39%	845,648	38%	1,408,648	46%	1,603,340	43%	1,665,000	33%
事業費	294,057	20%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
生産関連費	0	0%	0	0%	876,219	29%	866,472	23%	950,000	19%
消耗品	751,334	50%	1,032,228	46%	327,631	11%	432,776	12%	450,000	9%
減価償却費	530,612	35%	545,982	24%	545,982	18%	546,000	15%	720,000	14%
消耗機材	0	0%	0	0%	58,154	2%	29,304	1%	60,000	1%
売上総利益	-656,925	-44%	-169,009	-7%	-185,626	-6%	233,665	6%	1,175,340	23%
移転収支	473,444	32%	898,468	40%	1,554,058	51%	1,161,522	31%	988,815	20%
移転収入	493,838	33%	911,438	40%	1,586,434	52%	1,204,636	32%	1,056,815	21%
経常収入	311,889	21%	424,084	19%	784,435	26%	824,707	22%	856,815	17%
電話料ICE15%配賦金	296,160	20%	409,757	18%	767,620	25%	807,911	22%	840,000	17%
売上税配賦金	15,729	1%	14,328	1%	16,815	1%	16,796	0%	16,815	0%
資本収入	181,949	12%	487,354	22%	801,998	26%	379,930	10%	200,000	4%
MIDUVI緊急衛生	0	0%	0	0%	700,000	23%	100,000	3%	0	0%
市との契約に基づく資金等	181,949	12%	487,354	22%	101,998	3%	279,930	8%	200,000	4%
移転支出	20,395	1%	12,970	1%	32,375	1%	43,114	1%	68,000	1%
その他経常支出	20,395	1%	12,970	1%	32,375	1%	43,114	1%	68,000	1%
財務収支	-343,867	-23%	-299,923	-13%	-276,669	-9%	-182,380	-5%	-202,420	-4%
投資収入等	43,849	3%	60,072	3%	95,909	3%	152,581	4%	152,580	3%
財務コスト	387,716	26%	359,996	16%	372,577	12%	334,961	9%	355,000	7%
金利等	376,482	25%	346,769	15%	333,136	11%	298,608	8%	300,000	6%
保険及び手数料	11,234	1%	13,227	1%	39,441	1%	36,353	1%	55,000	1%
その他収支	0	0%	0	0%	0	0%	6,160	0%	0	0%
当期利益	-527,347	-35%	429,536	19%	1,091,764	36%	1,218,967	33%	1,961,735	39%

貸借対照表	2001年		2002年		2003年		2004年(推定)		2005年(予測)	
流動資産	378,950	4%	1,085,720	9%	1,240,997	10%	1,734,532	13%	1,154,573	8%
現金預金	8,649	0%	197,232	2%	86,586	1%	98,675	1%	98,675	1%
前渡金	26,885	0%	106,460	1%	287,939	2%	578,295	4%	536,280	4%
売掛金	236,420	2%	651,843	6%	590,248	5%	613,277	5%	297,476	2%
消費財	105,427	1%	124,942	1%	163,700	1%	201,663	1%	100,832	1%
在庫品	1,569	0%	5,243	0%	112,525	1%	242,622	2%	121,311	1%
固定資産	10,189,891	95%	9,857,437	86%	9,540,799	78%	10,662,607	79%	12,763,055	85%
有形固定資産(管理)	192,557	2%	226,303	2%	226,303	2%	0	0%	0	0%
有形固定資産(生産)	9,997,334	93%	9,631,134	84%	9,314,496	76%	10,662,607	79%	12,763,055	85%
(減価償却費)	-2,194,480	-20%	-2,740,462	-24%	-3,286,444	-27%	-3,832,444	-28%	-4,552,444	-30%
投資等	184,749	2%	532,253	5%	1,499,099	12%	1,106,549	8%	1,098,069	7%
資産の部合計	10,753,590	100%	11,475,410	100%	12,280,896	100%	13,503,689	100%	15,015,697	100%
負債の部	2,861,084	27%	2,915,559	26%	2,846,628	23%	2,850,454	21%	2,400,728	16%
流動負債	46,330	0%	197,079	2%	238,700	2%	370,247	3%	79,877	1%
預り金	0	0%	1	0%	3,595	0%	7,284	0%	7,284	0%
未払金	46,330	0%	197,079	2%	235,105	2%	362,963	3%	72,593	0%
固定負債	2,814,755	26%	2,718,479	24%	2,607,928	21%	2,480,207	18%	2,320,851	15%
長期借入金	2,814,755	26%	2,718,479	24%	2,607,928	21%	2,480,207	18%	2,320,851	15%
資本の部	7,892,506	73%	8,331,731	74%	9,434,267	77%	10,653,235	79%	12,614,970	84%
自己資本	5,540,904	52%	5,550,593	49%	5,561,366	45%	5,561,366	41%	5,561,366	37%
利益剰余金	2,351,602	22%	2,781,138	25%	3,872,902	32%	5,091,869	38%	7,053,604	47%
負債及び資本の部合計	10,753,590	100%	11,247,290	100%	12,280,896	100%	13,503,689	100%	15,015,697	100%

職 員 数	2001年	2002年	2003年	2004年(推定)	2005年(予測)
本 部 職 員	61	60	62	66	66
現 場 職 員	108	102	102	117	117
契 約 職 員	40	46	60	63	63
合 計	209 人	208 人	224 人	246 人	246 人
参考: 職員一人当たり人件費/月US\$	232 US\$	339 US\$	524 US\$	543 US\$	564 US\$

勘定科目の補足説明

事業費(廃止)
生産関連費(新設)
消耗品
消耗機材(新設)
電話料ICE15%配賦金
売上税配賦金
MIDUVI緊急衛生(新設)
市との契約に基づく資金
人件費
有形固定資産

2003年度より資産の投資勘定科目へ移行した為廃止
電気・電話料金、水道管の維持管理費用など
薬品、水道管の原材料代
パソコン関連部品、事務所パーテーションなど
電話料金に含まれている特別消費税15%の10%が全国の水道公社に配賦される。
市が徴収する売上税を原資として水道公社に配布される。
上下水道が原因で発生した衛生上の問題を解決するための資金としてMIDUVIが交付する資金。
個別事業毎に市・EMAPA I・教区など契約に基づく負担金の交付
国家財政の逼迫により2004年以降公共機関の人件費と人員増加が抑制された。
有形固定資産は2003年度に管理・生産部門を統合

(2) 料金徴収及び事業体の経営状況

EMAPA-I は水道利用者に対し、現地コンサルタントを利用して給水サービスについてのアンケート調査を実施した。その調査結果は質の向上に伴う料金の値上げは 83.3%が認めるというもので、2004 年 12 月分より新料金の徴収を行っている。料金改定は月使用量 21~60 m³の世帯で基本料 1.65 US\$から 3.38 US\$と約 2 倍、従量料金率を 0.17 US\$から 0.27 US\$と約 1.6 倍の値上げとなっている。都市部の水道料金体系は表 2.1.2 のとおりである。

表 2.1.2 都市部の水道料金体系 (単位: US\$)

水道料金			2003年 11月まで		2004年 12月より	
	使用量 m ³		基本料金	従量料金	基本料金	従量料金
住 宅	0	10	0.68	0.00	1.38	0.00
	11	20	0.82	0.10	1.38	0.20
	21	60	1.65	0.17	3.38	0.27
	61	100	8.15	0.38	14.18	0.48
	101	300	28.56	0.55	33.38	0.65
	301 ~		139.30	0.59	163.38	0.69
商 業	0	10	1.50	0.00	2.20	0.00
	11	20	2.00	0.25	2.20	0.35
	21	60	4.10	0.44	5.70	0.54
	61	100	21.15	0.71	27.30	0.81
	101	300	48.82	0.76	59.70	0.86
	301 ~		201.60	0.90	231.70	1.00
工 業	0	10	2.43	0.00	3.13	0.00
	11	20	3.19	0.44	3.13	0.54
	21	60	6.97	0.67	8.53	0.77
	61	100	32.87	1.05	39.33	1.15
	101	300	74.28	1.07	85.33	1.17
	301 ~		287.59	1.28	319.33	1.38
福 祉	0	10	0.34	0.00	1.04	0.00
	11	20	0.41	0.05	1.04	0.15
	21	60	0.82	0.08	2.54	0.18
	61	100	4.07	0.19	9.74	0.29
	101	300	14.28	0.27	21.34	0.37
	301 ~		69.65	0.29	95.34	0.39

地方部の料金徴収はアロブロ・プリオラト、カロリーナ、スレタの各地区では約 10%の未払い率であり、フンカルでは給水施設の主要部を村落側が建設したため全利用者の料金は無料となっている。水道料金は低地の農村では 8.3 US\$、高地では 4.0 US\$で平均すると 5.1 US\$である。特に低地農村の料金が低いのは、リタの料金が流量計の代金を含むためである。

こうした新料金値上げによる収入向上は 2005 年度決算から反映される。2005 年度決算予測及び過去 4 年間の財務状況の推移は「表 2.1.1 EMAPA-I イバラ市上下水道公社の財務状況」に示したとおりであり、経営状況の改善が顕著となっている。

(3) 予算措置

水道料金収入の増加、売上原価率の減少、人件費の削減、借入金の金利負担の減少等、経営状況は好転しており、更に本計画が実施されることにより有効水量が増加することで、今

後、確実に利益が計上されるものと推測される。従って、本計画に対する予算措置も確実に履行されるものと考えられる。

2-1-3 技術水準

EMAPA-I では技術員の公募採用を行う等、技術レベルの向上に努めており、社内的には品質保証課と組織開発課の新設を行い、将来の ISO9001、1400 などの認証取得を視野に入れている。また、内部規定など業務規定の整備を行うとともに、社内 LAN を構築して業務の迅速化と透明化を徹底させており、内部監査性も導入している。

一方、技術員は定期的に研修会を開くなど技術向上に努めるとともに、キト水道公社と技術協力協定を締結して技術及び経営指導を受けている。更に職員だけでなく地方部の配水システムの維持管理を担当する住民管理員に対する教育訓練を徹底させ、そのためのマニュアル類の整備を行っている。こうしたことから技術レベルは高く、常に技術力向上に努めていることが伺え、日本からの更なる技術指導を熱望している状況である。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

インバブラ県の県都であるイバラ市は首都キト市から北へ約 120km の地点に位置し、この間の道路は完全舗装されており、キト市と北部地域を結ぶ重要な幹線道路となっている。イバラ市の中心部はアスファルト舗装であるが、周辺部及び水源地への道路などは石畳舗装や未舗装の道路となっている。地方部の道路については、幹線道路のみが舗装されているものの、その他は未舗装の道路である。こうした状況から雨期期間中は支線道路への車両搬入は難しい状況にある。

北部地域の電力事情は、コロンビアと国境を接する 3 県(エスメラルダ、カルチ、スクンビオス)は政府の管理の下、送電が停止される場合もあるが、インバブラ県は安定した供給を受けている。イバラ市では停電もほとんどなく、電力事情は良好である。

下水道は、都市部において約 88%が整備されている。ただし下水管網のみで、処理場は無く河川に直接放流されている。放流先のタウアンド川、チョルラビ川の両河川は市の西部と東部を北から南へ縦断しており、市の西部を流れるタウアンド川に市内下水の約 90%が流れ込んでいる。EMAPA-I は、現在「下水道整備計画」の策定中であり、タウアンド川沿いに集水管の布設と下流に処理場の建設予定を予定している。

2-2-2 自然条件

地勢的には標高 700m から 2,200m の中央山岳地域に属し、年間平均気温が 18℃前後であり、朝晩は涼しく昼間は温暖な山岳地特有の気候である。季節は雨期(3 月～5 月、10 月～12 月)と乾期に分かれ、降雨量は年間 600mm 程度である。(表 2.2.1 イバラ市の気象データ参照)

水理地質的に見ると、イバラ市の北方に位置するインバブラ山系を中心とした山裾の地域では多くの湧水地と地下水に恵まれ、火山性の堆積物が良好な帯水層を形成している。

表 2.2.1 月平均気象データ(2004 年)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
降雨量(mm)	33.3	10.3	29.3	97.1	58.7	3.7	9.7	0.1	31.2	31.1	80.8	60.4	608.2
平均気温(℃)	18.6	18.6	18.1	18.3	18.7	18.0	18.7	19.4	19.0	18.1	18.0	17.7	---
最高気温(℃)	27.5	27.3	26.9	26.8	26.8	27.1	27.4	27.2	28.2	27.2	26.5	26.0	---
最低気温(℃)	6.6	7.5	7.5	8.7	9.6	6.8	6.0	7.5	7.0	8.9	8.7	8.2	---

2-2-3 イバラ市上水道の現状

EMAPA-I はカントンイバラ(市及び周辺地域を含む郡レベル)の水道事業に携わっており、都市部と地方部からなる。

(1) 都市部

既存給水システム

イバラ市都市部の給水システムはグアラクサパス、ユユコチャ、パレスチナの3湧水、ユユコチャ及びキンタの4井戸を主要な水源としている。水源からは自然流下および送水ポンプによって、市の中央部に位置するカランキ配水池と南東部のアサヤ配水池及び市北部に分散する小配水池(50～200 m³)33池に送水され、これらの配水池を経て市内に給水されている。既存の給水システムを図2.2.1に示す。

また、配水セクター別の給水状況は図2.2.2の給水セクター図及び表2.2.2の給水状況図に示すとおりで、市の中心部では24時間給水されているが、周辺部では6時間～18時間/日の時間制限給水が実施されている。

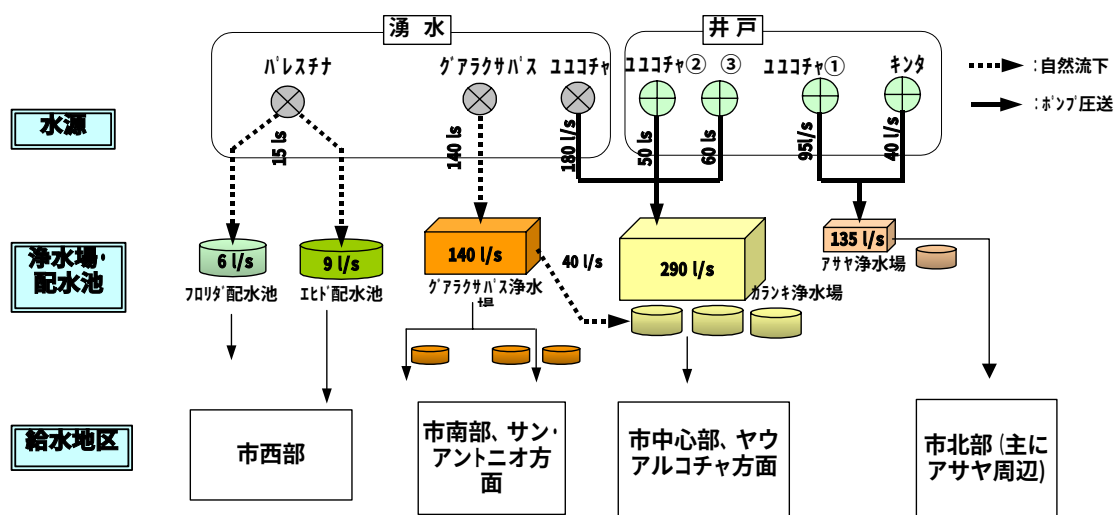


図 2.2.1 既存給水システム

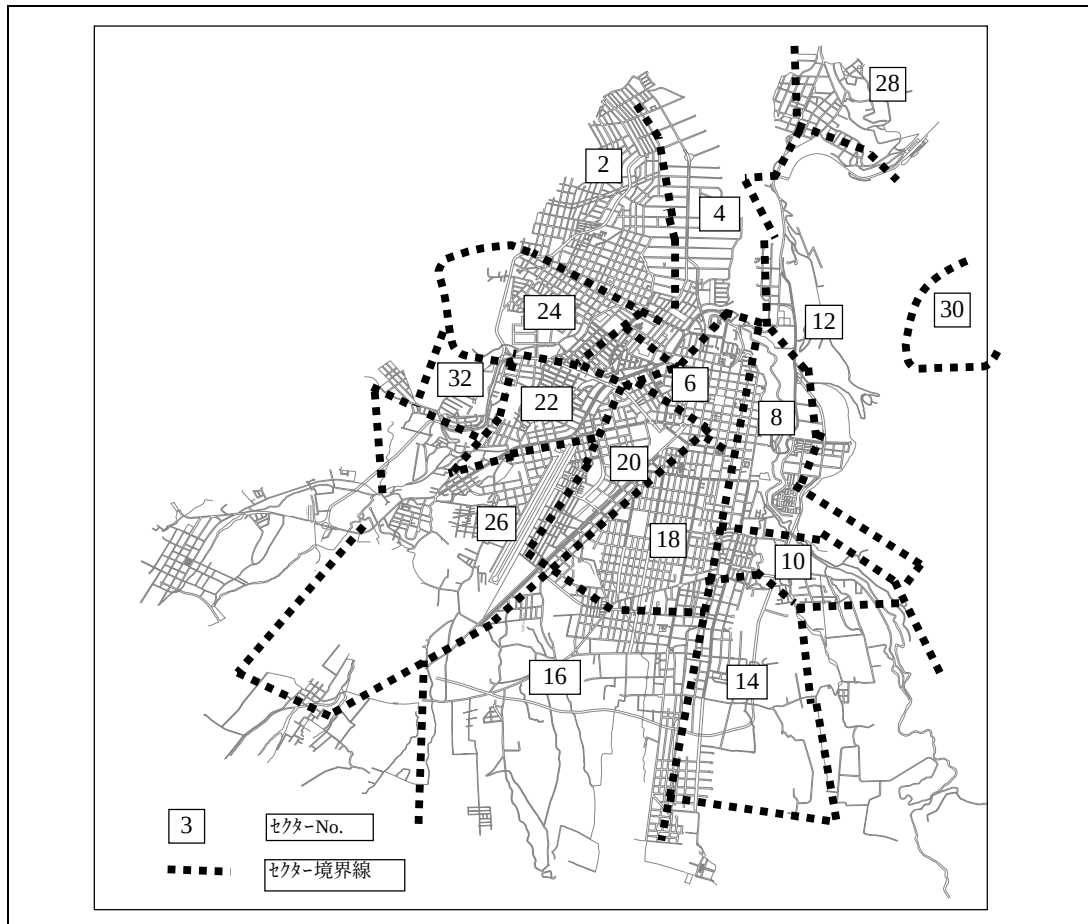


図2.2.2 イバラ市給水セクター図

表2.2.2 イバラ市都市部 セクター別給水状況

エリア コード	給水エリア (営業)	配水池	メーターから の推定人口 (2004年)	契約者数 (メーター数)	2004年10月 有収水量 (m3/月)	契約者当 たりの有収水 量(m3/月)	1人1日当 たりの有収水 量 (l/day)	大口消費者 数	大口消費 者の有収水量 (m3)	1大口消費 者当たりの 有収水量 (m3)
2	Azaya	Azaya	7,455	1,491	32,984	22	147	6	735	123
4	Cdla El Chofer Huertos Familiares	P caranqui Azaya	13,290	2,658	70,321	26	176	43	1,174	27
6	Centro de la Ciudad	P.Caranqui	13,455	2,691	89,319	33	221	96	29,158	304
8	Desde la Bolivar al Oriente	P.Caranqui	15,530	3,106	92,928	30	199	66	17,798	270
10	Los Ceibos Romerillo Primanvera	P.caranqui Sta Rosa	9,325	1,865	43,465	23	155	14	2,658	190
12	El Olivo UTN La Victoria	P.caranqui	9,775	1,955	43,888	22	150	38	9,824	259
14	Bella Vista de Caranqui San Diego Jardines del Retorno	Bellavista TRP 5	5,700	1,140	25,258	22	148	5	1,055	211
16	Caranqui Central Coop 10 de Agosto Colinas de Caranqui	Pintag/Ejido/bellavista	12,415	2,483	48,674	20	131	20	3,855	193
18	Sur Mercado Amazonas Yacualle	P.Caranqui	12,360	2,472	88,263	36	238	49	18,616	380
20	Occidente Colegio Ibarra Pílanqui BEV	P.Caranqui	6,490	1,298	32,135	25	165	26	7,164	276
22	Occidente Ejido de Ibarra Colinas del Sur	P.caranqui / Pugacho	5,855	1,171	26,215	22	149	24	3,937	164
24	Alpachaca	Azaya/TQ loma azaya	7,315	1,463	32,382	22	148	7	1,086	155
26	Aeropuerto, Complejo Ferial Los Galeanos	P.Caranqui	4,585	917	23,124	25	168	24	4,719	197
28	Priorato Aloburo	TQ loma azaya / aloburo	4,280	856	17,998	21	140	20	4,021	201
30	Yahuarcocha	Yahuarcocha	1,595	319	6,463	20	135	5	1,045	209
32	Pugacho Cananville	Pugacho / P. Caranqui	2,590	518	10,281	20	132	7	1,790	256
34	San Antonio Tanguarin	Varios tanques	16,680	3,336	66,012	20	132	28	4,823	172
36	La Esperanza el Tejar	Varios tanques	6,820	1,364	28,416	21	139	16	6,211	388
44	La Compania Sto Domingo Chorlavi de Moras	Sto Domingo /Bolivar	1,250	250	2,384	10	64	-	-	-
			156,765	31,353	780,510	25	166	494	119,669	

都市部既存施設及び要請施設の配置図は「イバラ市都市部対象地区位置図」に示すとおり。
既存施設の施設内容は以下のとおりである。

(a) 水源

グアラクサパス湧水

グアラクサパス湧水は市の南に位置し、水源地区内にある大小 21 ヶ所の湧水から全体で約 140ℓ/秒の水量を産出している。水質は pH が低く、遊離炭素を多く含むため、ばっ気処理を実施している。

ユユコチャ湧水

ユユコチャ湧水地は市の中央部に位置し、約 200ℓ/秒の湧水を産出し、約 20ℓ/秒を隣接する公園等に給水し、180ℓ/秒をカランキ浄水場にポンプで送水している。

パレスチナ湧水

パレスチナ湧水は市の南西部に位置し、15ℓ/秒を産出している。この水源からは約 2.5km 離れたエヒド配水池に自然流下によって送水されている。

ユユコチャ井戸 (No. 1、No. 2、No. 3)

ユユコチャ湧水地の周辺に 3 本の井戸が建設されており、3 井で約 205ℓ/秒を産出している。井戸の水中ポンプによりカランキ浄水場へ約 110ℓ/秒、アサヤ浄水場 95ℓ/秒が送水されている。

キンタ井戸

市の北西部に 2004 年に建設された井戸で約 40ℓ/秒の揚水量である。全量がアサヤ浄水場へ送水されている。各水源の内訳は表 2.2.3 に示すとおりである。

表 2.2.3 水源の概要

No.	水源名	取水量 (ℓ/秒)	建設年	種別	水源流量 (ℓ/秒)	流量計の有無
1	グアラクサパス湧水	140	1969	湧水	150	無し
2	ユユコチャ湧水	180	1977	湧水	220	無し
3	ユユコチャ井戸 1	95	1995	井戸	95	有り
4	ユユコチャ井戸 2	60	1999	井戸	60	有り
5	ユユコチャ井戸 3	50	2004	井戸	50	無し
6	ラ・キンタ井戸	40	2004	井戸	40	無し
7	パレスチナ湧水	15	1976	湧水	20	無し

(b) 導送水管

調査の対象となった導送水管は以下のとおりである。

グアラクサパス導・送水ルート

グアラクサパス湧水群から集水し、グアラクサパス浄水場まで送る導水管と、浄水場からカランキ浄水場まで自然流下で送水する送水管である。全ルートでアスベストセメント管（以下、AC 管）が使用されているが、30 年以上経過した老朽管である。水源からカランキ浄水場までの標高差は約 500m あり、途中 6 箇所の減圧槽によって水压を調整している。導水管の一部では接続箇所等が草木の根により破損している状態であり、また、バルブ類の老朽化も著しい。

ユユコチャ送水ルート

ユユコチャ湧水とカランキ浄水場を結ぶ送水ルートで、AC 管が使用されており、管及びバルブ類が老朽化している。オペレーターによれば、送水ポンプの圧力を上げると管自体が損傷する状況である。

パレスチナ送水ルート

パレスチナ湧水とエヒド配水池を繋ぐ送水ルートで、布設から 30 年以上が経過した AC 管が使用されている。本ルートには 5 箇所の水管橋が含まれており、ワイヤー吊り形式が用いられている。導送水管の諸元は以下のとおりである。

表 2.2.4 導送水管の諸元

No.	導送水管ルート	流量 (ℓ/秒)	建設年	延長距離 (km)	材質
1	グアラクサパス湧水ーグアラクサパス浄水場	150	1971	0.4	AC
2	グアラクサパス浄水場ーカランキ浄水場	150	1971	12.8	AC
3	ユユコチャ湧水ーカランキ浄水場	100	1977	1.0	AC
4	パレスチナ湧水ーエヒド・デ・カランキ配水池	9	1976	2.4	AC

(c) 配水池、配水管

既存配水池は市街地の拡大に伴い、小ブロック用に建設された小容量(50 m³～100 m³)のものが多く、全体 32 基のうち大規模な配水池はカランキ浄水場内の 3 配水池とアサヤ浄水場にある配水池のみである。総容量は 14,800 m³であり、貯水量は生産量の 7.2 時間分に相当する。配水池の容量としては概ね充足されているが、計画的に配置されておらず、安定供給を可能とする配水池の機能を発揮していない。特に人口の増加に伴い、水需要の増加が激しい給水区では水量、水压ともに不足しており、適切なブロック化のもとでの増設が必要となっている（表 3.2.8 参照）。

市中心部の配水管網はφ50～400mm の径で全長はおよそ 55,000m であり、1990 年代後半に当時のマスタープランに基づいて PVC 管に更新されている。この際、カランキ浄水

場の南部を除く約 85%の管が更新されているが、バルブ類、水道メーターは引き続き老朽化したものが使用されている。なお、この更新では完全な配水ブロック化が行われなかったため、詳細な配水管理を行う上で、一部配水管の更新やバルブをはじめとするアクセサリー類の更新が課題として残されている。現在 EMAPA-I によって配水管内容の確認と AutoCAD によるデータ化が進められている。

(d)漏水

イバラ市の 2004 年における推定生産量と有収水量は表 2.2.5 に示すとおりであり、有収率は 50～60%程度である。但し、2004 年 10 月の資料によると、都市部の水道メーター 31,285 個(サンアントニオを含む)のうち、約 4,300 個のメーターは作動しておらず、これらの顧客からは基本料金が徴収されるとともに、基本量を 10 m³と仮定して現在の有収量が算出されている。一方、EMAPA-I の維持管理班によって行われた 2004 年の給配水管の修理内容は表 2.2.6 に示すとおりであり、1 日当りの修理実績は 10 箇所である。多くの場合、配水管から分岐された歩道までにある給水管接続部が対象となっている。

表 2.2.5 都市及び地方部における無収水量の割合

年月	配水量(m ³)		有収水量(m ³)		無収水率(%)		
	都市部	農村部	都市部	農村部	都市部	農村部	平均
2003年1月	1,111,536	333,461	681,895	127,123	38.7	61.9	46.8
2003年2月	1,003,968	301,190	628,818	113,684	37.4	62.3	46.1
2003年3月	1,127,214	333,461	632,574	107,105	43.9	67.9	52.3
2003年4月	1,090,725	322,704	582,091	109,770	46.6	66.0	53.4
2003年5月	1,144,735	333,461	638,627	108,799	44.2	67.4	52.3
2003年6月	1,064,569	322,704	602,038	106,341	43.4	67.0	51.7
2003年7月	1,121,351	333,461	618,898	115,331	44.8	65.4	52.0
2003年8月	1,117,118	333,461	662,374	120,506	40.7	63.9	48.8
2003年9月	1,146,580	322,704	625,972	125,448	45.4	61.1	50.9
2003年10月	1,196,234	333,461	675,104	127,040	43.6	61.9	50.0
2003年11月	1,163,746	322,704	676,792	110,053	41.8	65.9	50.3
2003年12月	1,200,640	333,461	600,088	130,578	50.0	60.8	53.8
2004年1月	1,200,548	333,461	731,188	120,656	39.1	63.8	47.7
2004年2月	1,097,745	301,190	591,448	128,366	46.1	57.4	50.1
2004年3月	1,205,043	333,461	655,781	124,638	45.6	62.6	51.5
2004年4月	1,161,586	322,704	725,957	155,520	37.5	51.8	42.5

表 2.2.6 給配水管の修理内容と数(2004 年)

区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
歩道部	50	30	43	44	48	30	36	35	37	44	31	-	428
配水管	34	36	94	123	26	74	93	202	44	46	74	-	846
メーター	1		1						1			-	3
給水管	293	199	238	435	244	331	288	306	245	249	339	-	3167

(2) 地方部

調査対象の 8 地区は地方部対象地区位置図に示されるとおりである。各施設の給水諸元及び施設内容を表 2.2.7 に示す。

表 2.2.7 給水施設諸元

	地区名	浄水場名	導水路 (km)	処理水量 (ℓ/秒)	浄水設備	水質	配水管
1	アロプロ・プリオラト	アロプロ	10.3	4.0	A+B+G+C+D	不良	家庭配管
2	カロリーナ	カロリーナ	6.0	4.0	C+D	良	家庭配管
3	スレタ	スレタ	7.0	4.0	A+G+C+D	不良	一部共用 栓
4	ヤウアルコチャ	ヤウアルコチャ	3.0	4.0	A+G+C+D	良	一部共用 栓
5	チョタ	チョタ	23.0	4.0	A+B+C+D	良	家庭配管
6	リタ	リタ	6.0	4.0	A+B+C+D	良	一部共用 栓
7	フンカル	フンカル	13.0	9.0	A+G+C+D	不良	家庭配管
8	サンアントニオ	サン・アグスティン	14.0	16.0	A+E+F+B+G+D+C	不良	家庭配管

A：着水井、B：沈殿池、C：塩素注入施設、D：浄水池兼配水池、E：エアレーション、F：フロック形成池 G：ろ過池

多くの場合、水源の水質・水量に恵まれているものの、地区によっては雨期に濁度が上昇するため水質の処理が出来ず、この期間に水不足となっている。水源の種別、概要及び今回調査で実施した水質試験と EMAPA-I の実施した既往水質データをもとにした原水濁度を表 2.2.8 に示す。

表 2.2.8 既存施設の概要

	浄水場	水源の種別			水源の概要	水質 (原水濁度)
		調査前	調査方法	調査結果		
1	アロプロ	湧水	現地確認済	渓流水×3箇所	渓流水のため、濁度成分の混入が年間をとおして認められる。雨期には濁度があがる。	乾季：2.0 度 雨期：22.5 度
2	カロリーナ	湧水	聴き取り	同左	極めて良好な原水が浄水場（塩素滅菌のみ）に着水している。	乾季：0.2 度 雨期：0.5 度
3	スレタ	湧水	現地確認済	渓流水×2箇所	渓流水のため、濁度成分の混入が年間をとおして認められる。雨期には濁度があがる。	乾季：2.0 度 雨期：データなし
4	ヤウアルコチャ	湧水	現地確認済	懸崖の裂か水	数箇所の懸崖の落下水を取水し、集合井から導水	通年：1.0～3.0 度 雨期が高い
5	チョタ	湧水	現地確認済	懸崖の裂か水	懸崖の裂罅水をコンクリート水路で受けている。	通年：0.1～0.2 度 雨期が高い
6	リタ	湧水	現地確認済	渓流水×1箇所 懸崖の裂か水×1箇所	渓流水は、年間をとおして濁度があり、雨季には濁度が高くなる。裂罅水は、水質は良好である。	・混合原水 乾季：データなし 雨期：1.0～5.0 度
7	フンカル	農業用水路	現地確認済	同左	取水分岐柵を設置している農業用水路は、大河川を水源としている。雨期には高濁度となる。	乾季：データなし 雨期：15～350 度
8	タンガリン	深井戸	現地確認済	同左	高濃度の鉄・マンガンを含むサンタクラ深井戸を取水源としている。近隣は皆同様の地下水質とのことである。	取水直後：無色透明 空気酸化後：22.5 度

表 2.2.9 に各地区浄水場の現状を示す。多くの施設が 20 年以上前に建設されており、その当時は機能したものの現在では水源の濁度の上昇に対応できない地区が出てきている。

一部地区の雨期期間中の高濁度については、水源地域の保護や取水口の整備等により対応できる可能性が高く、EMAPA-I 自身での対応が可能と判断される。

表 2.2.9 浄水場の現状

浄水場	状況
<u>アロブロ浄水場</u> 普通沈澱 表面負荷率 18.5mm/min 水深 1.6m、滞留時間 1.4 時間 ↓ 粗ろ過 ろ過速度 41m/day ↓ 配水池	原水が渓流水で比較的大きな粒子が混入することから、簡単な普通沈澱及び粗ろ過で十分処理可能と考えて計画したものと推定される。しかし、年間を通し微小濁度成分が混入し、浄水は濁ったままの状態である。また、既存浄水場は斜面を切り開いて建設されており、この地点には施設の増設スペースが確保できない。
<u>スレタ浄水場</u> 着水井 三角ノッチ有 ↓ 粗ろ過 1 池、ろ過速度 29m/day ↓ 配水池	アロブロ同様に、原水が渓流水であるため粗ろ過で十分処理可能として計画されたものと推定される。しかし、年間を通し微小濁度成分が混入し、浄水は濁ったままである。
<u>ヤウアルコチャ浄水場</u> 着水井 三角ノッチ有 ↓ 緩速ろ過池 2 池、ろ過速度 6.4m/day (2 池稼動時) ↓ 配水池	原水が懸崖の裂隙水であるため、良質な原水と想定した緩速ろ過のみの浄水場であるが、わずかではあるが濁度成分が混入する。このため、緩速ろ過池の閉塞がはやく、砂の掻き取り頻度が増えるなどの維持管理上の問題が生じている。
<u>フンカル浄水場</u> 着水井 1 池 ↓ ダクミックスフィルター ろ過速度 15.0m/day ↓ 3 段式粗濾 1 池×3 段、ろ過速度 15.0m/day ↓ 緩速ろ過池 2 池、ろ過速度 4.6m/day ↓ 塩素混和池 1 池 ↓ 配水池 1 池	河川表流水から引き入れた農業用水路から取水しているため、降雨時には原水濁度がかかなり高くなる。ダクミックスフィルターは、超高濁度時には速やかに閉塞し、後段の 3 段式粗ろ過池への原水流入を妨げるものである。現在はこの機能を忌避し、使用していない。3 段式粗ろ過池は、緩速ろ過池への流入濁度を適切な値に保つため設けられたものである。緩速ろ過は仕上げの浄水過程であり、無薬注を心がけた設計となっている。
<u>タンガリン浄水場</u> エアレーター 1 池、塩素注入、 ↓ 急速攪拌・フロック形成池 1 池、凝集剤注入 ↓ 薬品沈澱池 1 池、表面積負荷 26.1mm/min 滞留時間 1.6 時間 ↓ 急速ろ過池 1 池、ろ過速度 145m/day ↓ 配水池 1 池	サンタクララ井戸（深井戸）を原水としている。取水直後は無色透明の極めて清澄な原水であるが、鉄、マンガンを高濃度に含有している。フロック形成池では、エアレーター及び前塩素で酸化された鉄が、凝集剤によりフロックを形成する。沈澱池では、フロック形成池で形成された鉄フロックが沈澱している。急速ろ過池では、沈澱池でキャリーオーバーしたフロックと、マンガンが除去されている。浄水処理を午前中のみ行っているため、沈澱池、急速ろ過池が 1 池しかなくとも、洗浄が可能である。しかし、将来的に通年 24 時間運転するためには、予備池が必要となる。

水源から浄水場までの導水管については、その布設距離が長いことと、管の老朽化による漏水が確認されており（表 2.2.10 参照）、更新が必要となっている。現在、「エ」国で公共事業、特に地方水道に関しては裨益住民が労働力を提供する「ミンガ」方式が各地で実施されている。ミンガによって建設された施設は住民の管理が行き届く特徴を有しており、これは「施設が住民自身のもの」との考え方に基づいているものと思われる。

導水管の諸元を表 2.2.10 に示す。

表 2.2.10 導水管の諸元

No.	導水管ルート	流量(ℓ/秒)	建設年	延長距離(km)	材質
1	カルボネリア取水ーアロブロ浄水場	8.0	1993	15.0	PVC, ポリエチレン, AC
2	ピンサキ湧水ータンガリン浄水場	18	1961	14.0	AC

(3) 水質

イバラ市都市部の水源及び地方部の各浄水場全 14 ヶ所においてサンプルを採取し、水質検査を実施した。分析結果の詳細は表 2.2.11 に示すとおりである。

基本的に、対象地域の水質は良好で、飲料水としての問題はない。都市部ユユコチャの井戸・湧水、パレスチナ湧水及び地方部サンアントニの水源であるサンタクララ井戸では pH がやや低く、遊離炭酸が比較的多く含まれており、ばっ気によって水質の改善が行われている。

また、鉄分について、地方部のアロブロ浄水場で比較的多く、サンアントニオ水源のサンタクララ井戸では全鉄 4.5mg/ℓ、マンガン 0.198mg/ℓと高濃度であり、飲料水の水源としては劣る。

2-15

	水質項目		単位	Whorl(トラン)	[土]固基準(NTE MENE 1108)	ユココチャ井戸-I	ユココチャ井戸-II	ユココチャ井戸-III	ユココチャ(湧水)	グアラクサバシ(湧 水)	パレスチナ(湧水)	アロプロ浄水場入口	カロリーナ浄水場入 口	スレタ浄水場入口	ヤウアルゴリナ浄水場入 口	フンカル浄水場入口	サンタクララ井戸	チョタタ浄水場入口	リタ浄水場入口	リタ浄水場入口	アロプロ浄水場出口	スレタ浄水場出口	ヤウアルゴリナ浄水場出 口	フンカル浄水場出口	カンタリッパ釐地埋後	カンタリッパ過地埋後	チョタタ浄水場出口
	A. 物理的性状																										
1	Olor	臭気	-			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	Sabor	味	-			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
3	Color	色度	TCU	15	30	0	0	0	0	0	0	15	0	5	0	80	0	0	10	10	20	5	0	10	0	0	0
4	pH	pH	-	-	6.5-9.5	6.16	6.18	6.27	5.86	6.63	5.65	6.85	7.12	6.61	6.94	8.02	5.78	7.89	7.79	7.65	6.79	7.11	7.41	7.96	7.19	7.32	7.95
5	Temperatura	温度	°C	-	-	21.0	21.1	21.0	21.2	21.1	21.0	21.6	23.8	20.5	21.9	21.3	21.6	21.3	23.0	23.6	21.5	19.9	22.4	21.3	22.1	22.1	21.2
6	Turbiedad	濁度	NTU	5	20	0.23	0.06	0.25	0.05	0.05	0.05	1.71	0.17	1.45	0.82	16.90	22.50	0.10	1.20	1.77	1.67	2.40	0.17	1.20	0.30	0.10	0.05
7	Conductividad	電気伝導度	uS/cm	-	-	361.0	372.0	358.0	378.0	312.0	253.0	72.8	219.0	145.7	172.2	160.9	411.0	410.0	74.3	75.0	73.3	116.8	175.1	163.1	402.0	401.0	412.0
8	Solidos disueltos totales	全溶解性物質	mg/l	1000	1000	179.0	184.8	178.0	187.8	135.3	125.6	36.1	108.7	72.2	86.4	80.6	205.0	204.0	36.3	27.4	36.3	57.9	87.5	80.8	200.0	201.0	203.0
9	Alcalinidad Total	全アルカリ度	mg/l	-	-	191	195	185	197	173	145	45	122	82	96	92	214	220	38	39	45	78	98	91	210	212	221
	B. 化学的性状																										
10	Nitratos, NO3	硝酸性窒素	mg/l	50	40	10.10	11.90	11.90	10.60	10.60	6.20	3.50	5.30	4.40	5.30	2.20	4.00	7.90	3.50								
11	Nitritos, NO2	亜硝酸性窒素	mg/l	3	-	0.013	0.020	0.020	0.017	0.017	0.017	0.010	0.017	0.013	0.013	0.013	0.007	0.013	0.013								
12	Oxigeno Disueltos	溶存酸素	mg/l	-	-	5.8	5.9	5.9	4.7	6.0	5.5	6.5	6.4	6.7	5.9	6.2	4.1	6.1	6.4								
13	Dureza, Total (CaCO ₃)	全硬度	mg/l	-	300	150.0	252.0	150.0	160.0	132.0	112.0	32.0	114.0	66.0	80.0	76.0	180.0	146.0	124.0								
14	Acido carbonico	遊離炭酸	mg/l	-	-	91.0	71.0	59.0	64.0	16.0	147.0	3.0	1.0	4.0	5.0	1.0	220.0	0.0	1.0								
15	Magnesio (Mg)	マグネシウムイオン	mg/l	-	30	20.0	17.0	14.0	12.0	12.0	6.0	3.0	10.0	4.0	8.0	8.0	15.0	11.0	5.0								
16	Calcio (Ca)	カルシウムイオン	mg/l	-	70	27.0	38.0	37.0	45.0	32.0	34.0	8.0	30.0	19.0	19.0	17.0	47.0	41.0	9.0								
17	Sodio (Na)	ナトリウムイオン	mg/l	200	-	25.8	27.5	27.4	27.1	24.6	20.4	5.3	5.2	8.4	9.8	12.1	24.6	40.2	3.0								
18	Potasio (K)	カリウムイオン	mg/l	-	-	0.7	0.8	0.7	0.6	3.3	0.6	0.8	1.2	2.0	1.2	1.1	0.4	4.5	0.4								
19	Cloruros (Cl)	塩化物イオン	mg/l	250	250	4.4	5.1	4.0	2.7	2.5	1.4	0.3	0.7	0.9	1.1	2.4	2.2	2.6	1.4								
20	Bicarbonatos (HCO ₃)	重炭酸イオン	mg/l	-	-	212.0	220.0	212.0	224.0	193.0	156.0	51.0	124.0	105.0	117.0	71.0	256.0	0.0	50.0								
21	Sulfatos (SO ₄)	硫酸イオン	mg/l	-	200	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	10.0	1.0	24.0	1.0	1.0	21.0	0.0	2.0	1.0								
22	Hierro total	全鉄	mg/l	0.3	0.8	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.32	0.02	0.03	0.01	0.50	4.50	0.01	0.04						0.02	0.05	
23	Manganeso,Mn HR	マンガン	mg/l	0.4	0.3	0.004	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.029	0.198	0.006	0.002						0.009	0.007	
24	Fluores (F)	フッ素	mg/l	1.5	-	0.45	0.55	0.46	0.35	0.38	0.34	0.06	0.21	0.30	0.27	0.20	0.28	0.62	0.12								
25	Cobre (Cu)	銅	mg/l	2	1.5	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01								
26	Cromo hexavalente (Cr ⁶⁺)	クロム	mg/l	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00								
27	Cianuros	シアン化合物	mg/l	0.07	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000								
28	Cadmio	カドミウム	mg/l	0.003	0.01	0.000	0.003	0.003	0.002	0.004	0.000	0.005	0.001	0.001	0.004	0.003	0.000	0.002	0.001								
29	Arsenico	ヒ素	mg/l	0.01	0.05	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1								
30	Plomo	鉛	mg/l	0.01	0.05	0.012	0.014	0.013	0.008	0.007	0.014	0.013	0.014	0.018	0.019	0.012	0.026	0.015	0.014								
31	Zinc	亜鉛	mg/l	3	-	0.07	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.05	0.14	0.04	0.06	0.28	0.06	0.06								
32	D.Q.O (COD)	COD		-	-																						
33	Acido Sulfhidrico (H ₂ S)	硫化水素		0.05	-																						
34	Coliformes totales	一般細菌	NMP/100ml	-	0	3	6	650	106	127	5	164	310	300	175	4000	14	128	2210	1950	183	1300	4	1	0	0	440
35	Coliformes fecales	大腸菌	NMP/100ml	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	184	0	0	82	55	1	2	0	0	0	0	0

2-2-4 対象地区の社会状況

プロジェクト対象地区は都市部と地方部に分かれ、都市部は 14 地区及び地方部は 8 村落から構成されている。住民意識および水利用実態調査のための社会状況調査サンプル数は都市部 327 サンプル、地方部では各村落 10 サンプル×8 村落で計 80 サンプルである。都市部及び地方部を合わせたプロジェクト対象地域全体では合計 407 サンプルである。

(1) 都市部

都市部の給水セクターは 14 地区に分割されているところから(図 2.2.2 参照)、各地区の利用者数に応じて訪問によるアンケート調査を行った。都市部は大きく分けると、旧市街を中心とする都市中心市街地区及び宅地化が進展している都市周辺地区に分けられる。訪問調査結果の概要は以下のとおりである。

イバラ市中地区の平均世帯月収は約 400~700 US\$、都市周辺地区で 200~400 US\$、全体では概ね 347 US\$である。

市周辺地区である No. 10 ロス・セイボス、No. 24 アルパチャカなどで 1 週間当りの給水時間が 69~117 時間と少なくなっている。その他の地区では週 7 日、概ね 24 時間水道水が利用できる状況となっているが、多くの家庭で断水に備えて約 400ℓの洗濯用水槽に水道水を溜めている。都市部及び周辺部の両地区での利用水量は概ね 382ℓ/世帯/日である。水量に関して不満を持っている家庭は 19%と比較的少ない。

水質に関する不満は 36%であり、水量に比較すると不満がより多くなっている。平均月収が 250 US\$を超えると飲用のために別途飲用水を購入する家庭が多くなるが、全体平均では 97%の世帯で水道水を飲用にも利用している。ロメリージョス、シウダ・デ・チョフェール、ヤクカジェなどにおいて塩素の匂いなど水質改善を望む意見がある。

水道料金はセントロ・デ・ラ・シウダでは 16 US\$となっているが概ね 8~10 US\$を支払っている。各地区の詳細については表 2.2.12 都市部社会状況調査結果に示すとおりである。

(2) 地方部

地方部は比較的低地にあり温暖なチョタ、フンカル、カロリーナ、リタの 4 村落と比較的高地にあるスレタ、サンアントニオ、ヤウアルコチャ、アロブロ・プリオラトの 4 村落の 2 地区に大別できる。

地方部全体の平均収入は 165 US\$で、電気代 14.4 US\$、水道代 5.1 US\$を負担している。97%の家庭で水道水を飲用にも利用している。利用可能時間は両地区とも週 6.5 日、約 20 時間で概ね 1 週間当り 134 時間の給水時間となっている。使用水量は両地区とも約 280ℓ/世帯/日であるが、ヤウアルコチャで 64ℓと少ない。高地では飲用水を別途購入する世帯も多い。全般的に水量よりも水質に関する改善要望が多く、水量に関する不満は 39%であるが、水質に関する不満は 74%の利用者が持っている。低地の農村では多雨後の濁りを指摘する意見が多い。各農村の詳細については「表 2.2.13 地方部社会状況調査結果」に示すとおりである。

表 2. 2. 12 都市部社会状況調査結果

番号	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	合 計
配水区名	アサヤ	チョフェル	セントロ	デスデ・ラ・B	セイボス	オリボ	ベシヤヒスタ	カラシキ	スル・メルカド	オクシデンテ	オクシデンテ・エイト	アルバ・チャカ	アエロ・エイト	アガ・チョ	
給水人口	7,455	13,290	13,455	15,530	9,325	9,775	5,700	12,415	12,360	6,490	5,855	7,315	4,585	2,590	126,140
水量計設置数	1,491	2,658	2,691	3,106	1,865	1,955	1,140	2,483	2,472	1,298	1,171	1,463	917	518	1,802
大口顧客数	6	43	96	66	14	38	5	20	49	26	24	7	24	7	30
その他一般顧客数	1,485	2,615	2,595	3,040	1,851	1,917	1,135	2,463	2,423	1,272	1,147	1,456	893	511	1,772
各地区総利用水量 (m ³ /月)	32,984	70,321	89,319	92,928	43,465	43,888	25,258	48,674	88,263	32,135	26,215	32,382	23,124	10,281	47,088
大口顧客利用水量	735	1,174	29,158	17,798	2,658	9,824	1,055	3,855	18,616	7,164	3,937	1,086	4,719	1,790	7,398
その他一般顧客利用水量	32,249	69,147	60,161	75,130	40,807	34,064	24,203	44,819	69,647	24,971	22,278	31,296	18,405	8,491	39,691
水量計設置数増加率															0
住民の家計状況 (US\$/月)															
平均世帯月収入	231	268	541	252	272	316	234	278	680	451	372	320	445	197	347
水購入費	13	18	22	13	10	9	12	11	17	12	10	14	10	7	13
支払水道料金 (月)	9	12	16	9	7	6	9	9	13	8	7	11	7	4	9
水購入代金 (給水車・月)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水購入代金 (飲用・月)	4	6	6	4	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	4
電気料金	22	27	27	22	20	20	20	18	22	22	22	20	20	20	22
ガス料金	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3
住民の水使用状況															
給水時間 (時間/週)	151	154	164	168	69	157	168	167	166	167	140	117	152	161	150
世帯水道水使用量 (L/日)	589	544	329	250	274	280	306	334	431	424	289	631	368	294	382
飲用に使用する世帯	95%	88%	97%	100%	96%	100%	100%	94%	100%	100%	100%	94%	100%	100%	97%
水量が不満	9%	15%	6%	3%	50%	24%	14%	19%	10%	13%	32%	24%	31%	16%	19%
水圧が不満	5%	35%	6%	0%	17%	16%	14%	10%	10%	44%	26%	18%	31%	29%	19%
水質が不満	41%	35%	35%	21%	58%	36%	21%	32%	48%	19%	37%	41%	54%	29%	36%
敷地内の漏水有	14%	3%	3%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
EMAPAと契約	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
衛生状況															
下水道整備状況	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
疾病状況	下痢	下痢、胃炎	下痢、胃炎	下痢、胃炎	下痢	下痢、胃炎	下痢	下痢	下痢、胃炎	下痢	下痢	下痢、胃炎	下痢、胃炎	下痢	下痢
水困窮度合															
水不足状況 (世帯使用量/L/日)	589	544	329	250	274	280	306	334	431	424	289	631	368	294	382
裨益住民数 (その他一般顧客数)	1,485	2,615	2,595	3,040	1,851	1,917	1,135	2,463	2,423	1,272	1,147	1,456	893	511	1,772
支払意思額 (US\$)	5.0	6.3	13.0	10.0	7.0	6.0	7.0	6.0	15.6	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0
支払可能額 (月収の4%) (US\$)	9.2	10.7	21.6	10.1	10.9	12.6	9.4	11.1	27.2	18.0	14.9	12.8	17.8	7.9	13.9

表 2. 2. 13 地方部社会状況調査結果

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	合 計
配水区名	アロア・プリオリ	カリリーナ	スレタ	ヤウアルコチャ	チョタ	リタ	フンカル	サンアントニオ	
給水人口 (2004年)	3,604	2,730	3,649	1,200	954	2,544	2,600	13,984	31,265
水量計設置率 (聞き取り)	90%	60%	45%	100%	75%	75%	80%	100%	78%
推定総人口 (2004年)	4,004	4,550	8,109	1,200	1,272	3,392	3,250	13,984	39,761
平均家族人数	5.2	7.9	5.3	4.3	7.4	3.8	7.3	5.9	5.9
水量計設置数 (聞き取り調査)	800	70	320	325	90	183	150	3,500	680
水量計設置数 (EMAPA営業部)	856	104	416	320	163	183	134	3,586	720
水量計設置数増加率	2.00%	2.00%	97.00%	1.60%	3.00%	6.00%	0.00%	8.00%	14.95%
推定人口増加率	2.50%	1.00%	2.40%	2.00%	0.00%	1.40%	2.00%	2.60%	1.74%
推定人口 (2005年)	4,105	4,596	8,304	1,224	1,272	3,439	3,315	14,348	40,602
住民の家計状況 (US\$/月)									
平均世帯月収入	160	85	230	134	141	107	209	250	165
主な職業	土木作業員	農業	農業・牧畜	露天商	会社従業員	土木作業員	土木作業員	商業	
水購入費	8.7	11.4	11.0	9.3	9.8	15.7	3.0	10.0	9.9
支払水道料金 (月)	3.7	7.4	5.0	3.3	5.8	11.7	0.0	4.0	5.1
水購入代金 (給水車・月)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水購入代金 (飲用・月)	5.0	4.0	6.0	6.0	4.0	4.0	3.0	6.0	4.8
水料金支払率	90%	90%	90%	100%	90%	100%	0%	100%	73%
電気料金	9	12	17	11	11	22	16	17	14.38
ガス料金	2	3	2	2	3	2	2	2	2.25
住民の水使用状況									
給水時間 (時間/週)	133	132	123	132	123	133	148	148	134
世帯水道水使用量 (L/日)	365	232	263	64	373	161	390	391	280
飲用に使用する世帯	100%	100%	80%	80%	100%	100%	100%	100%	95%
水量が不満	30%	50%	40%	80%	70%	0%	30%	10%	39%
水圧が不満	10%	10%	20%	80%	70%	10%	20%	9%	29%
水質が不満	60%	90%	90%	50%	50%	100%	90%	63%	74%
敷地内での漏水有	0%	30%	10%	0%	10%	0%	30%	0%	10%
EMAPAと契約	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	73%	84%
衛生状況									
下水道整備状況	90%	50%	60%	65%	50%	50%	55%	75%	62%
疾病状況	下痢	下痢多い	下痢、胃炎	特に無し	特に無し	下痢多い	下痢	下痢、胃炎	
水困窮度合									
水不足状況 (世帯使用量/L/日)	365	232	263	64	373	161	390	391	280
裨益住民数 (2004年推定人口)	4,004	4,550	8,109	1,200	1,272	3,392	3,250	13,984	40,019
支払意思額 (US\$)	2.8	3.2	5.5	5.3	6.3	4.0	1.8	3.2	4.0
支払可能額 (月収の4%) (US\$)	6.4	3.4	9.2	5.4	5.6	4.3	8.4	10.0	6.6

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトはイバラ市都市部及び地方部住民の生活環境の改善を図るもので、プロジェクト目標は対象地域住民への安全な水の安定供給である。

この目標を達成するために、上水道施設の建設を行うとともに、貴重な水を有効利用するため、運転・維持管理や漏水量削減に必要な機材を調達するものである。また、上水道分野の技術指導により、イバラ市水道公社（EMAPA-I）の技術向上と経営内容の強化も合わせて図るものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

(1) プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの目標を達成するため、都市部においては上記整備計画から優先度の高い施設整備と機材調達を行うものであり、具体的には漏水の削減を図るための導・送配水管の一部更新と水均等配分のための施設建設（配水池建設）が対象となる。地方部においては、濁度が上昇する雨期においても安全な水質（濁度）を確保するために、浄水施設の改善を行うものである。また、都市部の漏水削減等を目的とした必要資機材を調達する。

プロジェクトの基本構想は以下のとおりである。

1) 都市部のプロジェクト概要

表 3.1.1 プロジェクトの基本構想（都市部）

要請内容	施設計画内容	
導・送水管布設		
グアラサハス浄水場～カランキ浄水場(約 13km)	グアラサハス浄水場ーカランキ浄水場	φ 250～350(PVC 及び DIP) 約 11.8km
ユコチャ取水場～カランキ浄水場(約 1km)	ユコチャ取水場ーカランキ浄水場	φ 300(DIP) 約 1.0km
グアラサハス取水場～同浄水場(約 1km)	グアラサハス取水場～同浄水場	φ 63～400(PVC 及び DIP) 約 L=1.4km
ハレスチ取水場～エイト配水池(約 2km)	ー	協力対象外とする。
カランキ浄水場内配管(約 0.1km)	ー	協力対象外とする。 注) PVC: 硬質塩化ビニル管 DIP: ダクタイル鋳鉄管
配水池建設		
アサ配水池(2,500 m ³)	アサ配水池	容量 2,500 m ³ ×1 基, RC 構造円形
チュチュブ ^ン ゴ配水池(1,000 m ³)	チュチュブ ^ン ゴ配水池	容量 100 m ³ ×2 基, RC 構造円形
エイト配水池(200 m ³)	ー	協力対象外とする。
ベシヤヒスタ・デ・カランキ配水池(200 m ³)	ベシヤヒスタ・デ・カランキ配水池	容量 100 m ³ ×2 基, RC 構造円形
サントロサ配水池(1,000 m ³)	サントロサ配水池	容量 200 m ³ ×2 基, RC 構造円形
	TRP#6 配水池 (追加)	容量 300 m ³ ×2 基, RC 構造円形 注) RC: 鉄筋コンクリート
その他		
湧水分配槽(カランキ浄水場 1ヶ所)	カランキ浄水場着水井	RC 構造矩形

2) 地方部のプロジェクト概要

表 3.1.2 プロジェクトの基本構想(地方部)

要請内容	施設計画内容	
導・送水管布設		
カルボネータ取水場～アロブロ浄水場(約 10km)	—	協力対象外とする。
ビンスキ取水場～サンアントニオ浄水場(約 14km)	—	協力対象外とする。
浄水場建設		
アロブロ 多段フィルター浄水場	アロブロ浄水場	普通沈殿池・緩速ろ過池
カロリーナ ハッケーシ型浄水場	—	協力対象外とする。
スレタ ハッケーシ型浄水場	スレタ浄水場	普通沈殿池・緩速ろ過池
ヤウアルコチャ ハッケーシ型浄水場	—	協力対象外とする。
チョタ ハッケーシ型浄水場	—	協力対象外とする。
リタ ハッケーシ型浄水場	—	協力対象外とする。
フンカル (管理棟, フロック形成池, 沈殿池)	—	協力対象外とする。
サンアントニオ(沈殿池, 逆洗フィルタ, 洗浄タンク)	—	協力対象外とする。
配水池建設		
サンアントニオ配水池(200 m ³)	—	協力対象外とする。

表 3.1.3 機材調達概要

資 機 材 名	要請数量	計画内容		
		数量	仕 様	用途
① 音調式漏水探知機	2台	2台	表示装置付き、携帯型、	漏水調査
② 相関式漏水探知機	2台	2台	2点検出、携帯型	
③ ポータブル型超音波流量計	2台	2台	適用管径：13～600mm 測定流速：0.03～±12m/秒	
④ コンパクター	2台	1台	振動プレートコンパクター、転圧重量80kg以上、ガソリンエンジン	漏水補修作業
⑤ ロートローラー	1台	1台	転圧ロートローラー、転圧重量700kg以上、ディーゼルエンジン	
⑥ 排水ポンプ	8台	4台	口径3インチ、ガソリンエンジン	
⑦ タンクトラック	1台	1台	ディーゼルエンジン2800cc以上、出力95HP以上、積載3m ³ 以上	
⑧ パワーショベル付バックホウ	1台	1台	ディーゼルエンジン2200cc以上、出力50HP以上、タイヤ式	地方部浄水場の塩素滅菌
⑨ 塩素ガス注入機20～30 l/秒 (地方部浄水場用)	5式	5式	注入量0.9kg/時、塩素ガスシリンダー、接続バルブ・アケサリー込	
同上補助ポンプ	—	2台	地方部塩素注入用	
⑩ 塩素ガス注入機200 l/秒 (都市部浄水場用)	3式	3式	注入量5.0kg/時、注入システム、チェックバルブ、スイッチオーバー、リモートメーターパネル	都市部浄水場の塩素滅菌
⑪ 流量計機材	—	36ヶ所	φ1", φ2", φ65～φ100	配水量のコントロール
⑫ 水道メーターテストベンチ	1式	1式	メーター10連式、計量タンク、水压測定可	有収率の向上
⑬ 高圧洗浄車	1台	—	協力対象外とする。	—
⑭ 高圧洗浄ポンプ	3台	—	協力対象外とする。	—
⑮ 四輪駆動車	4台	—	協力対象外とする。	—
⑯ 水質管理用車両	1台	—	協力対象外とする。	—
⑰ 給水車(容量9m ³)	1台	—	協力対象外とする。	—
⑱ 水質試験機 (ガスクロマトグラフ及び原子吸光光度計)	1式	—	協力対象外とする。	—

(2) 協力対象事業の位置付け

EMAPA-I は 2002 年に発生した水質事故を契機に経営体制を一新させ、独立採算制の事業体としてイバラ市民に安全な水を安定供給できる体制を作ろうと努力している。

しかし、資金的な問題から、特に巨額な投資が必要となる老朽導送水管の更新や配水池建設は困難な状態にある。当初予定していた民間銀行からの融資も IMF 設定による融資限度のために中止となっており、現在のところ、日本側からの協力以外に実施方法が考えられない状況下にある。

また、技術的にも無収水量の低減等、日本よりの技術協力を得て効率的な経営を目指しており、協力対象事業としての位置付けは高い。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

イバラ市都市部の水道は湧水と井戸を水源とし、配水池からの自然流下方式によって配水を行っている。しかし、導送水管の老朽化による漏水及び市街地の拡張により、需要分布に対応できるだけの配水池容量が不足し、効率的な水運用が行われていない。また、地方部においては浄水場の整備不足より雨期期間中の高濁度が問題となっている状況である。

本基本計画では、既存給水施設を最大限に利用することを前提とし、優先度が高く漏水削減効果の高い区間における導送水管の更新と、配水ブロックの需要に対応した配水池の増設を行うこととする。従って、水源の拡張、給水区域の拡大は考慮しない。一方、地方部対象地区においても雨期の濁度上昇が問題であるため、基本的には既存浄水施設の改良、改善に主体を置いた協力内容とする。

3-2-1-2 自然条件に対する設計方針

計画対象地区は雨期と乾期からなり、雨期期間中のみに年間の降雨量(500mm～800mm)は集中しており、管の布設工事などの工事实施時期に留意が必要である。また地方部北部は雨期期間が長いことと、雨量が多いことに注意が必要である。工事用のアクセス道路については幹線道路以外、未舗装であり、雨期期間の降雨の影響を考慮することとする。

3-2-1-3 社会・経済条件に対する設計方針

イバラ市は当国北部地域の地勢的な中心地であり、南米大陸を縦断する当国の主要道路であるパンアメリカン道路が通過する交通の要衝地でもある。キト市に近く物流が盛んなこと、織物の輸出で有名なオタバロ市と隣接していることなどから経済活動は盛んである。インディヘナや黒人が他県よりも多いことと、近年コロンビアからの移住者が増加している社会構成から、工事实施段階での地元住民を雇用する場合は就労条件に十分留意する必要がある。また地方部における給水施設の整備については経済事情を十分考慮し、運転維持管理費用のかからない設

計を行う事とする。

3-2-1-4 運営・維持管理に対する設計方針

運転維持管理が簡易で、コストがかからない施設計画とする。特に地方部は電力事情も悪い
ため、電力を必要とせずに安定的に稼働できる施設とする。都市部においても機械や電力施設
などの動力を要する設備は計画せず、現状の組織及び財政事情にて維持管理が可能な施設とす
る。

3-2-1-5 施設・機材のグレードに対する設計方針

(1) 施設

すべての施設は今後長期的に利用されるものであるため、運転及び維持管理が簡易となるよ
うな設計内容に配慮する。

【都市部】

導・送水管の更新においては、漏水削減による給水事情の改善と有収率の向上が最も期待
できる 3 ルートを対象とする。管種の選定は材料価格のみならず、異形管を含めた経済性、
施工性等を考慮して決定する。

配水池計画においては、給水制限や水圧不足を解消するための適正な配水ブロック化と、
各給水エリアの人口増加を考慮した適正な規模及び数量とする。

【地方部】

既存の浄水施設では、雨期の高濁度時の水処理が課題となっている。要請では 8 ヶ所の浄
水場の改善であるが、緊急性及び実施効果面から雨期の処理水質が特に悪い 2 地区につい
て既存施設の有効利用を基本とした施設改修を行うこととする。

(2) 機材

将来的に実施機関が施設整備を継続することで、有収率の向上や給水事情の一層の改善を図
らなければならないが、実施機関は、こうした作業に不可欠な建設機械や漏水調査機材などの
機材を保有していない。このため、本プロジェクトを通じて既存管路の更新に必要な建設機械、
漏水調査に必要な機材、都市・地方部の施設管理に必要な機材調達を行う。機材は、将来的な
維持管理の容易さ、アフターサービス体制、調達コストを総合的に判断し、現地産、第三国製
品を広く選定対象とする。なお、要請のうち、高圧洗浄車、水質管理用車両、給水車及び水質
試験機については緊急性がなく、本プロジェクト目標の達成に不可欠なものでないため協力対
象外とする。

3-2-2 基本計画(施設計画／機材計画)

3-2-2-1 水需要予測及び給水計画

(1) 都市部

水需要予測に必要な人口、給水原単位は以下のとおりである。

1) 人口

人口は2001年のセンサス結果108,535人をもとに、EMAPA-Iが策定した「上水道整備マスタープラン」における人口増加率を基に、2005年までは増加率3.3%、それ以降は2.8%を採用した。これは市が開発可能な地区の大きさや、経済活動などによる社会的流入人口等から推定しており、妥当な数値と判断される。

2) 計画1日最大給水量

設計の基本である1日1人当りの計画平均使用水量は「エ」国の規準では表3.2.1のとおりである。

表 3.2.1 給水原単位（「エ」国基準）

給水人口	気候	給水原単位(ℓ/人/日)
5,000 人以下	冷涼	120～150
	温暖	130～160
	暑い	170～200
5,001～50,000 人	冷涼	180～200
	温暖	190～220
	暑い	200～230
50,000 人以上	冷涼	200 以上
	温暖	220 以上
	暑い	230 以上

出典：住宅省(MIDUVI)

イバラ市は人口が約10万人で温暖地域になるため国の規準は220ℓ以上/人/日に該当するが、EMAPA-Iの既往計画で採用されている200ℓ/人/日を本計画でも用いることとする。計画一日最大給水量は以下による。(有効率、負荷率は各80%、110%とする)。

計画一日平均給水量

計画一日平均給水量＝ 計画人口 × 計画一人一日使用水量

計画一日最大給水量

計画一日最大給水量＝ 計画一日平均使用水量 ÷ 有効率 × 負荷率

3) 都市部における需要計画を表3.2.2に、給水システムの概要を図3.2.1に示す。

表 3.2.2 需要計画水量

No.	年		2000	2004	2005	2010	2015
1	給水人口	人	108,535	119,638	123,587	141,885	162,893
2	1日1人使用水量	ℓ/人/日		200	200	200	200
3	商工業使用量(20%)	ℓ/日		40	40	40	40
4	2+3	ℓ/日		240	240	240	240
5	有効率	%		80	80	80	80
6	負荷率	%		110	110	110	110
7	1日1人最大使用水量	ℓ/人/日		330	330	330	330
8	1日最大給水量	m ³ /日		39,481	40,784	46,822	53,755
9	1日最大給水量	ℓ/秒		457	472	542	622

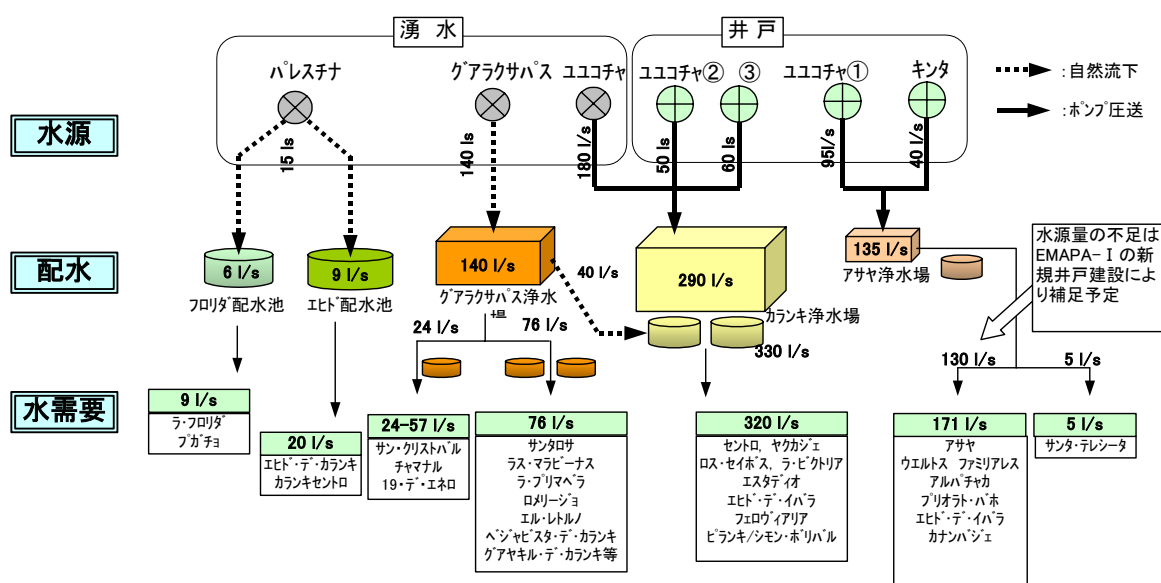


図 3.2.1 給水システム図

4) 給水計画

既存の水源地量は表 3.2.3 に示すとおりであり、グアラクサパス湧水、ユココチャ湧水及び 3 基の井戸、パレスチナ湧水、キンタ井戸を合わせて 580ℓ/秒である。表 3.2.2 の需要計画に示したとおり、今後、漏水の削減が進み、有効率が 80%まで改善した場合でも、2010 年以降には新規水源の開発が必要となる。EMAPA-I は今後の水源開発は市内での井戸建設を想定しており、今後周辺を含めた地下水開発調査を実施する予定である。

表 3.2.3 既存水源地量(2004 年)

No.	水源地	流量(ℓ/秒)
1	グアラクサパス湧水	140
2	パレスチナ湧水	15
3	ユココチャ湧水	180
4	ユココチャ井戸 1	95
5	ユココチャ井戸 2	50
6	ユココチャ井戸 3	60
7	キンタ井戸	40
	計	580

(2) 地方部

1) 人口

都市部と同様、2000年のセンサスの結果と今回の社会状況調査(地方部給水事情)の結果から2004～2005年の人口を表3.2.4のとおりに推定した。人口増加率は住民への聞き取り調査と村落の形態等の調査から村落毎に推定した。

表 3.2.4 地方部人口と人口増加率

	地区名	給水人口 (2004 年)	人口増加率 (%)	給水人口 (2005 年)
1	アロブロ・プリオラト	3,604	2.5	3,691
2	カロリーナ	2,730	1.0	2,757
3	スレタ	3,649	2.4	3,736
4	ヤウアルコチャ	1,200	2.0	1,224
5	チョタ	954	0	954
6	リタ	2,544	1.4	2,579
7	フンカル	2,600	2.0	2,652
8	サンアントニオ	13,984	2.6	14,347

2) 給水計画

地方部における給水原単位を表3.2.1の基準により求めると、温暖地域の人口規模から1300ℓ/人/日に相当するが、EMAPA-Iの既往計画で採用されている1000ℓ/人/日を本計画でも用いることとする。この数値は他県の地方部でも採用されており、また調査対象8地区での水事情調査でも水量に関する苦情が少なかったことから妥当な数値と考えられる。

現在8地区への給水量は表3.2.5のとおりで量的な問題は少ない。

表 3.2.5 地方部給水量

	地区名	給水人口	需要量(m ³ /日)	浄水場処理能力(ℓ/秒)	推定給水量(m ³ /日)
1	アロブロ・プリオラト	3,604	360.0	4.0	345.6
2	カロリーナ	2,730	273.0	4.0	345.6
3	スレタ	3,649	364.9	4.0	345.6
4	ヤウアルコチャ	1,200	120.0	4.0	345.6
5	チョタ	954	95.4	4.0	345.6
6	リタ	2,544	254.4	4.0	345.6
7	フンカル	2,600	260.0	9.0	777.6
8	サンアントニオ	13,984	1,398.4	30.0	2,592.0

なお、基本方針で記述したように地方部の協力要請内容が水質に関するものだけであるため、水量の拡張は考慮しないこととする。

一方、各浄水場の稼動状況を表3.2.6の現地調査結果概要に示す。カロリーナ、チョタ、リタの3地区については現地調査結果と住民への聞き取りから施設改良の緊急性は高くないと判断されたため、本計画の協力対象からは省くこととした。更に、3地区の浄水場(ヤウアルコチャ、フンカル、タンガリン)、2区間の導送水管(ラ・カルボネリア～アロブロ浄水場間、

ピンサキ取水場～タンガリン・サン・アントニオ浄水場間)についても EMAPA-I によって改修、改善が可能であると判断し、協力対象外とし、最終的にアロプロ・プリオラト及びスレタの2地区を協力対象地区に選定する。

表 3.2.6 現地調査結果概要

	地区名	浄水場	浄水施設概要	浄水場の問題点
1	アロプロ・プリオラト	アロプロ	普通沈澱池、及び粗ろ過のみ。塩素滅菌は別途配水池にて注入	高濁度対応の浄水施設となっていないため、高濁度時の処理に難。
2	カロリーナ	カロリーナ	塩素滅菌処理のみ	原水水質良好のため、問題なし。
3	スレタ	スレタ	粗ろ過池（上向流式）のみ	微粒子濁度除去の処理方式となっていないため、高濁度時の処理に難あり。
4	ヤウアルコチャ	ヤウアルコチャ	緩速ろ過池のみ	緩速ろ過池が、十分に機能している。浄水水質は良好である。原水水量が不足気味とのこと。汚砂の洗浄が、大変とのこと。
5	チョタ	チョタ	簡易沈殿、簡易ろ過池	原水水質が通年良好なため、特に問題なし。
6	リタ	リタ	簡易沈澱池のみ	浄水機能が小さいため、降雨時には、ほぼ原水が配水されることとなるため、配水を中断すること。
7	フンカル	フンカル	ダイナミックフィルター、3 段式粗ろ過池、緩速ろ過池	高濁度時には、粗ろ過・緩速ろ過の機能が停止する。
8	サンアントニオ	タンガリン	前塩素、エアレーター、フロック形成池、普通沈澱池、粗ろ過池	フロック形成池及び沈澱池が 1 系統のみしかない。洗浄時は浄水が生産されない。ろ過池はマンガン除去と鉄分フロックであるが、本来どおりのろ過砂が設置されていない。逆洗も本来の方法を用いていない。1 池しかないため逆洗時には浄水が生産されない。

3-2-2-2 施設計画

(1) 都市部

都市部の計画施設配置図を図 3.2.2 に示す。配水池単位で配水ブロックを確立して効率的な水運用を図るものとする。都市部の主要な配水管は 1995 年から実施された整備計画に沿って、ほとんどが PVC 管に更新されている。このため、本施設計画では日本側協力によるプロジェクトで漏水の多い老朽化した AC 管を更新するとともに、配水ブロックの需要に対応した配水池の建設を行うこととする。

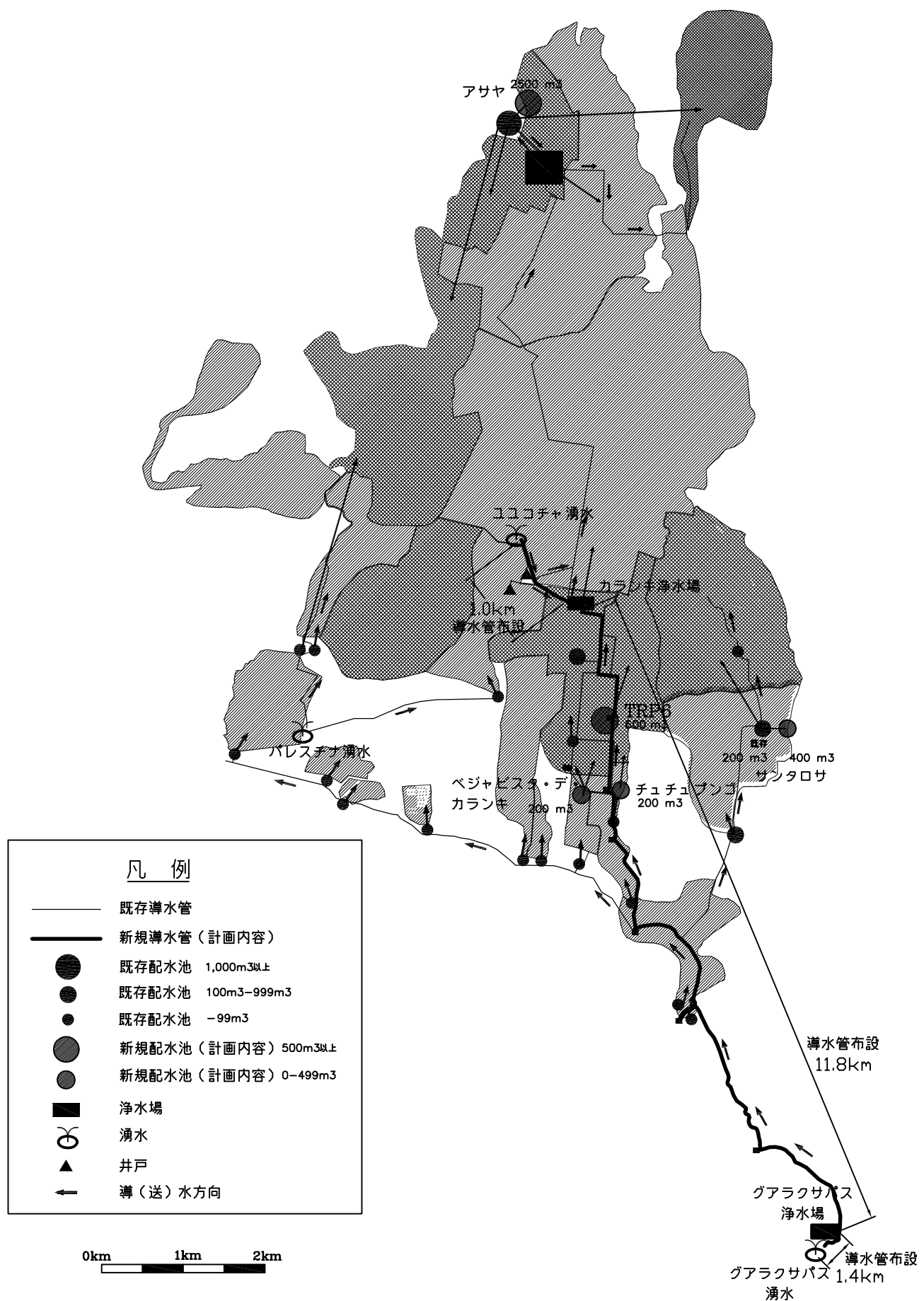


図3.2.2 イバラ市都市部計画図

1) 導送水管路計画

布設時期が古く、老朽化しているもののうち、管材に AC 管を使用しているルートについては、漏水が著しく管内に汚水の浸入する可能性が高いことから更新の対象とする。対象となる路線は都市部 3 ルートである。グアラクサパス湧水地からグアラクサパス浄水場までの導水管、グアラクサパス浄水場からカランキ浄水場までの送水管、ユユコチャ湧水地からカランキ浄水場までの導水管である。このうち、グアラクサパス浄水場～カランキ浄水場間の管路は市内給水システムの基幹ルートの一つであり、その送水状況は図 3.2.3 のフロー図のとおりである。この浄水場はイバラ市の水源の中で最も標高が高い位置にあるため、フローの図示にあるように 6 ヶ所の減圧槽を経て市南部を中心に給水され、一部の水は市郊外のサンアントニオに送水されている。なお、要請にあったパレスチナ湧水～エヒド配水池間の送水管は、EMAPA-I による更新が可能と判断し、協力対象外とする。

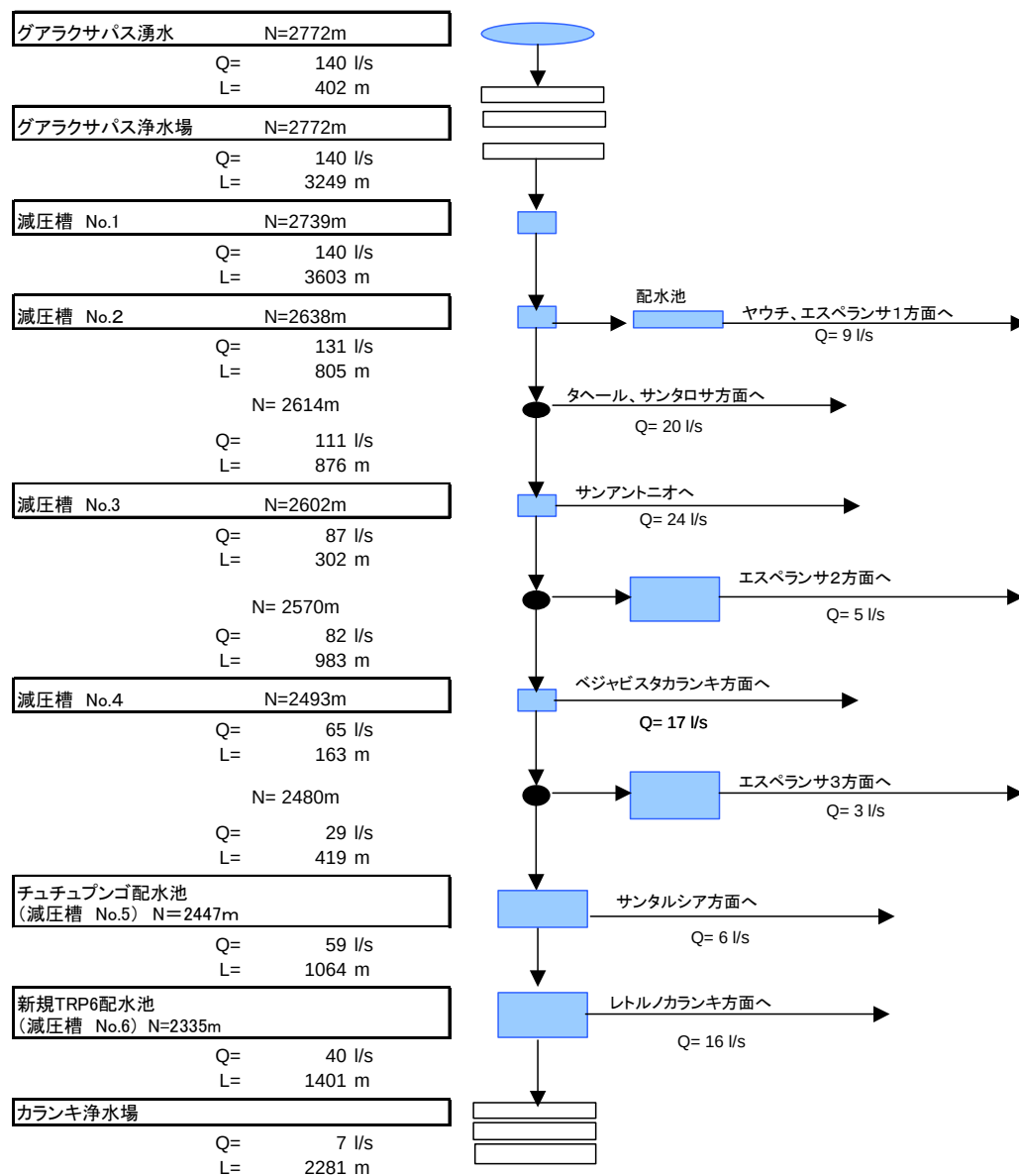


図 3.2.3 グアラクサパス水源 送水フロー図

これら導送水管路の管材の選定規準及び布設規準は以下のとおりである。

- ① 管材は現地調達を基本とし、コスト面での優位性から管径 250mm までを PVC 管、それ以上はダクタイル鋳鉄管を用いることとする。
- ② 埋設深は「エ」国内の基準に基づき、一般道路で土被り 1.0m とする。
- ③ 接続は施工の簡易性を考慮してプッシュオン形式とする。

布設工事は布設規準に従って実施されるが、布設ルートは勾配変化が大きく、畑の横断やぬかるみ、湿地帯が多く工事用道路が必要となる。管工事は更新が主であり既存管に沿って実施されるため頻繁に試掘が必要となる。また市内では他の埋設物への注意と、管切り替え時の断水時間等についても留意が必要となる。

管路施設計画の概要は表 3.2.7 に示すとおりである。

表 3.2.7 管路施設の概要(都市部)

No.	路線	管径(mm)	延長距離	材質
1	グアラクサパス浄水場－カランキ 浄水場送水管	φ 50～φ 400	11.8km	PVC、DIP
2	ユユコチャ取水場－カランキ浄水 場間導水管	φ 300	1.0km	DIP
3	グアラクサパス取水場－グアラク サパス浄水場間導水管	φ 50～φ 450	1.4km	PVC、DIP

2) 配水池の建設

配水池建設の施設計画は配水区の需要量と貯水量によるため、目標年 2015 年における配水区の給水人口、計画 1 日最大給水量を採用する(表 3.2.8)。建設対象の配水池の容量は計画 1 日最大給水量の 8 時間貯水量(「エ」国基準値)を目処に計画を行う。また、グアクサパス路線にあるチュチュプンゴ配水池については、対象とする配水ブロック内の標高差が 200m 以上となり適正な水圧の確保が困難なため、既存 No.6 減圧槽の位置との 2 ヶ所に分けて建設することとする。また、メンテナンスを考慮してアサヤを除くその他の地区の配水池は 2 基を併設して建設する。施設計画内容を表 3.2.9 に示す。なお、要請にあったエヒド配水池はパレスチナ湧水からの送水管と同様、協力対象外とする。

表 3.2.8 イバラ市都市部 計画給水量と配水池容量

No.	主要配水池	2004年 人口	2005年 人口	2010年 人口	2015年 人口	計画1人 1日最大 給水量	計画1日 最大給 水量	8時間 貯留量	既存配 水池容 量	必要容 量	要請配 水池容 量	計画容量	備考
	単位	(人)	(人)	(人)	(人)	(L/d/p)	(m ³ /day)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		
1	19・デ・エネロ	824							10	10			
2	ベジャビスタ・デ・カランキ1	4559	4709	5407	6207	330	2048	683	50	(633)			
3	ベジャビスタ・デ・カランキ2	1190	1229	1411	1620	330	535	178	0	(178)	200	100m3x2基	
4	カランキ 1+2+3	61632	63666	73092	83915	330	27692	9231	7500	(1731)			
5	カランキ・ピンタダ	-	-	-	-	330	-	-	140	-			
6	チャマナル	234	242	278	319	330	105	35	50	15			
7	エヒド・デ・カランキ 1	2120	2190	2514	2886	330	953	318	77	(241)			
8	エヒド・デ・カランキ 2	1782	1841	2113	2426	330	801	267		(267)	200	200m3x2基	エヒド1配水池の区域もカバーする
9	フロリダ+ブガチョ	1787	1846	2119	2433	330	803	268	50	(218)			
10	サンクリストバル	612	632	726	833	330	275	92	100	8			
11	アサヤ	18801	19421	22297	25598	330	8447	2816	2500	(316)			
12	コチャ	-	-	-	-	330	-	-	600	-			
13	ロマ・デ・アサヤ	13969	14430	16567	19019	330	6276	2092	1000	(1092)	2500	2500m3x1基	配水区域で貧困層への住宅地が建設予定
14	エスタディオ	-	-	-	-	330	-	-	50	-			
15	ブラデーラ	-	-	-	-	330	-	-	50	-			
16	レモンタ	-	-	-	-	330	-	-	100	-			
17	ルビバンバ	-	-	-	-	330	-	-	50	-			
18	サンファン	3420	3533	4056	4656	330	1537	512	300	(212)			
19	サンビセンテ	1045	1079	1239	1423	330	470	157	50	(107)	200	100m3x1基	
20	デハール+サンタロサ	4221	4360	5006	5747	330	1897	632	225	(407)	1000	200m3x2基	
21	チュチュプンゴ	1364	1409	1618	1857	330	613	204	0	(204)	1000	100m3x2基	想定していた区域の高標高部のみへ配水
22	TRP 6 (セイボス)	3956	4087	4692	5386	330	1777	592	0	(592)		300m3x2基	チュチュプンゴ配水区域の低標高へ配水す
	total	116736	120588	138443	158941								

表 3.2.9 配水池施設内容(都市部)

No.	位置	容量 (m ³)	基数
1	アサヤ配水池 (増設)	2,500	1
2	チュチュプンゴ配水池(新設)	200	2
3	TRP6 配水池(新設)	600	2
4	ベジャビスタ・デ・カランキ配水池 (増設)	200	2
5	サンタロサ配水池 (増設)	400	2

なお、構造は EMAPA-I の意向を汲んで RC 構造の円形とする。

3) その他

①流量計

要請された流量計は都市部を対象とする配水池の流出側に設置するものである。配水ブロック化を進める上で、給水区内への配水量を把握し、漏水削減の基礎データ収集のために必要であると判断されるために、日本側の協力では調達のみを行い、設置工事については EMAPA-I 側が実施するものとする。

②分配槽 (着水井)

本分配槽はカランキ浄水場の現着水井の位置に建設するものである。現在の着水井は、グアラクサパス湧水、ユニコチャ湧水、ユニコチャ井戸3井から受水しているが、水源ごとに分離されておらず、測水も行われていないため、各水源からの送水量を計測して生産管理を行うために設置するものである。

③リスク軽減プログラム

リスク軽減プログラムの要請内容は、取水場の保護、水管橋の改善、エアレーション施設の保護等であるが、EMAPA-I で既に実施している部分もあり、また、その他も EMAPA-I 自身で実施可能と判断されるため、協力対象外とすることとする。

その他の施設内容を表 3.2.10 に示す。

表 3.2.10 その他の施設内容(都市部)

No.	項目	内容
1	流量計設置	Φ160～63mm × 36ヶ所
2	カラッキ浄水場分配槽	1ヶ所

(2) 地方部

地方部の計画施設配置図を図 3.2.4 に示す。地方部における施設計画は浄水場の建設である。基本計画としては既存の浄水場を有効利用することから改良、改善に主眼をおき、機械、動力などはできるだけ利用しないものとする。地方部の施設建設については運転管理が比較的容易で、長期的に安定利用が可能な施設とする。

1) 浄水場建設計画

浄水場建設の基本方針は

- ① 既存施設の有効活用を図り、既存施設設計思想の継続性を持つ。
- ② 維持管理が容易で、持続可能な処理フローであること。このため、維持管理費を増加させないためにも、極力、凝集薬品を用いない施設計画とする。
- ③ 浄水（処理水）に濁りが見られないような施設計画とする。このため、微小濁度分を有する原水は、緩速ろ過もしくは、凝集沈澱を経た急速ろ過方式を採用する。
- ④ 電力費そして消毒剤の使用量をできるだけ小さくする方式とする。

従って、基本設計案は以下のとおりとする。

表 3.2.11 浄水場施設設計案

	地区名	改良施設	
		要請施設	基本設計案
1	アロプロ・プリオラト	多段フィルター浄水場	普通沈澱池、緩速ろ過池方式浄水場を新設する。
3	スレタ	パッケージ型浄水場	普通沈澱池、緩速ろ過池を追加浄水施設として建設。

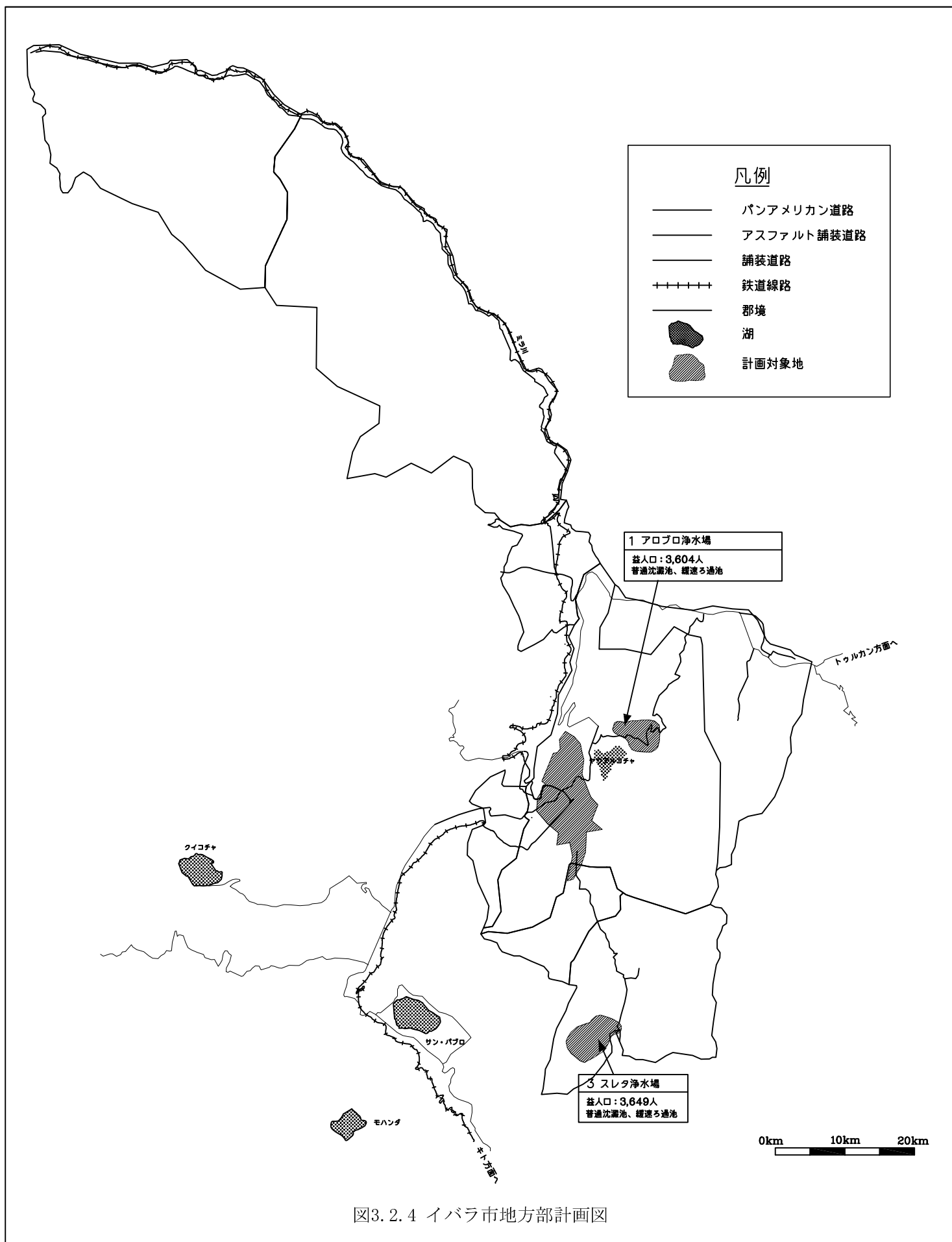
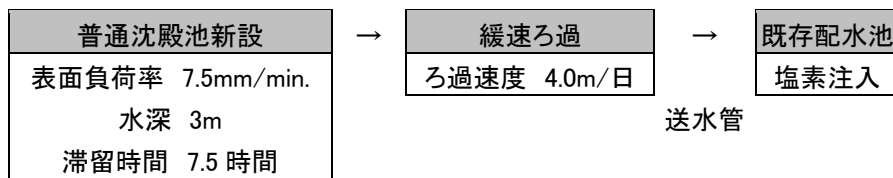


図3.2.4 イバラ市地方部計画図

2 地区の施設設計の詳細は以下のとおりである。

①アロプロ浄水場新設計画

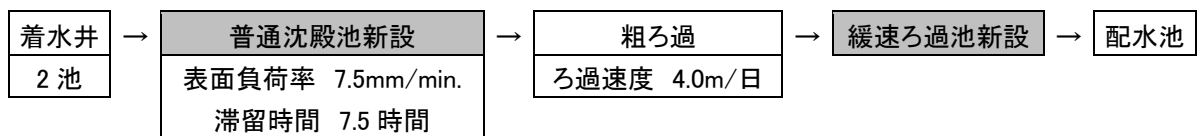
既存浄水場は丘陵地の斜面を削って建設されており、改造の用地拡張が困難なことから、浄水場は隣接地に新設する。凝集薬品が不要で維持管理が容易な横流式普通沈澱池と緩速ろ過池の組合せとする。



新設浄水処理フロー(取水量:4.0ℓ/s)

②スレタ浄水場新設計画

既存浄水場周囲の用地を新たに取得し、必要となる施設を増設する。処理施設として粗ろ過の直下流に緩速ろ過池を新設する。緩速ろ過の前段となる既存粗ろ過池は能力不足であり、また予備池を有していないことから、凝集薬品が不要で維持管理が容易な横流式普通沈澱池を粗ろ過の前に建設する。建設計画に当たっては、限られた水頭に十分留意するものとする。



改良浄水処理フロー(取水量:4.0ℓ/s)

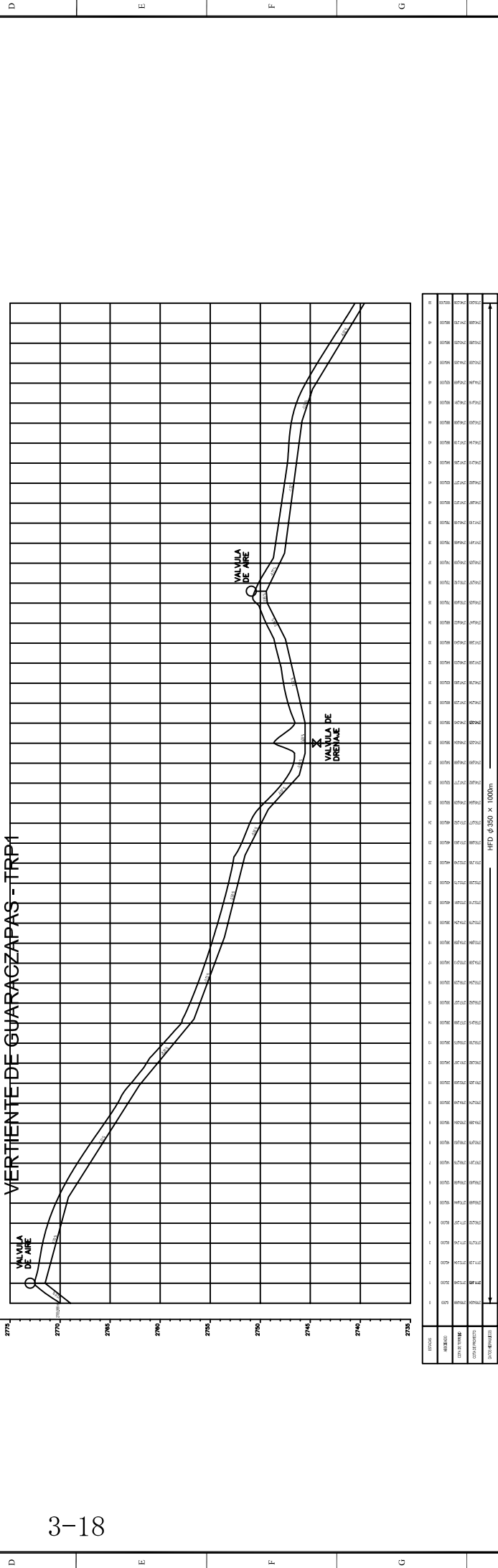
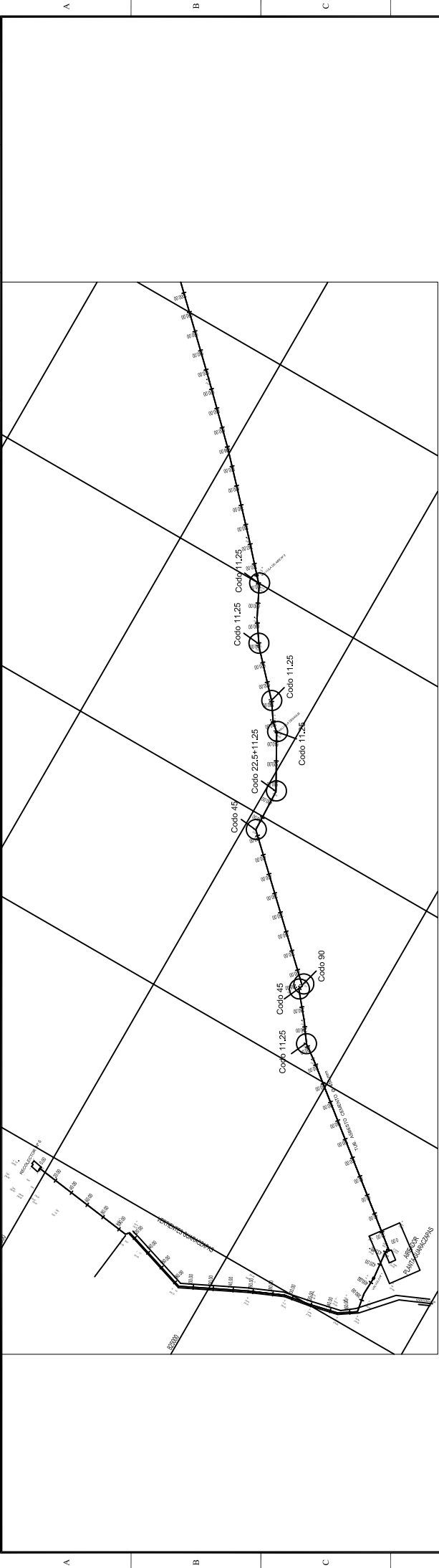
3-2-2-3 機材計画

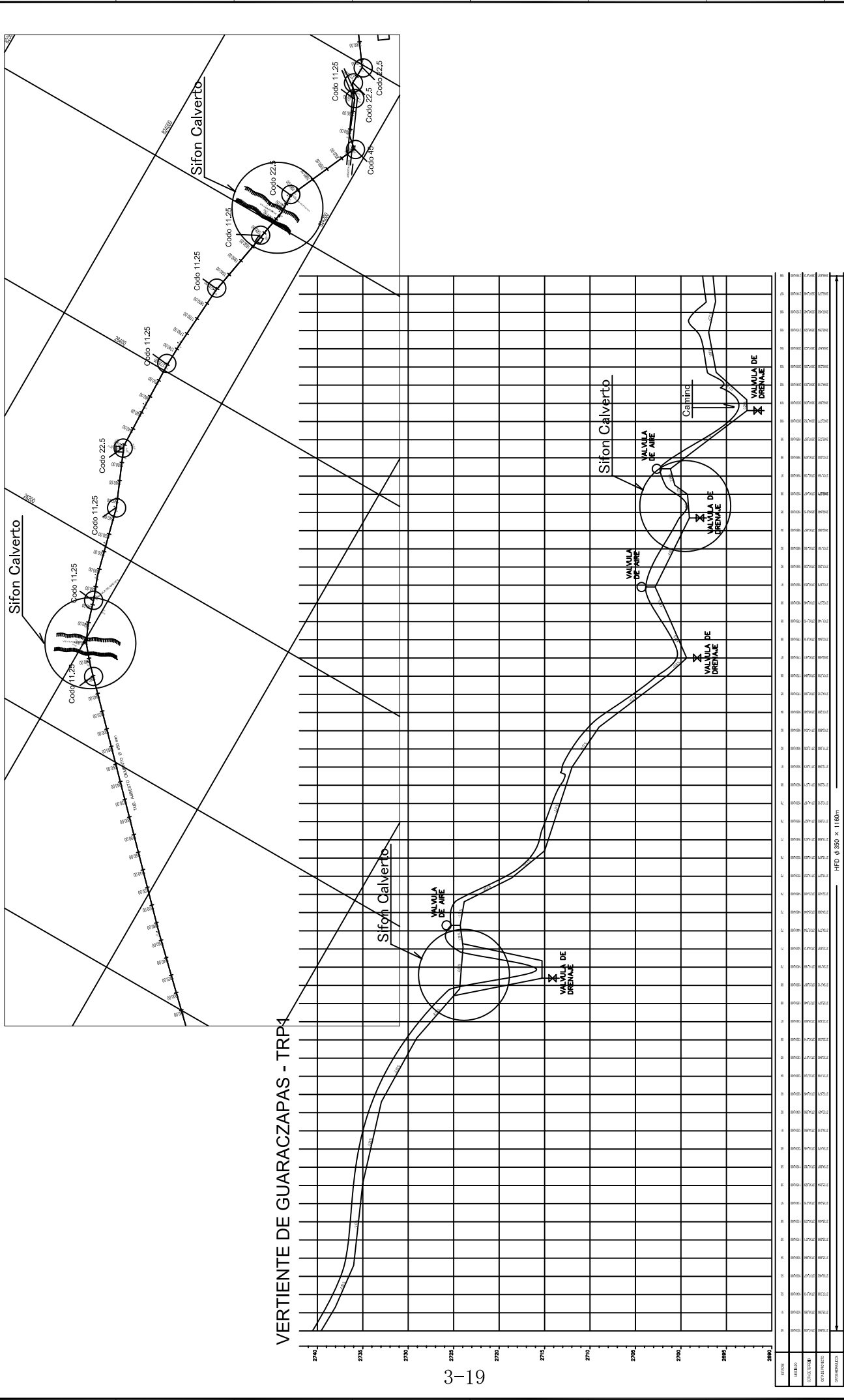
機材としては施設建設に組み込まれるものと調達対象のものがある。基本的に施設建設に組み込むものは動力費の少ないもの、運転管理が容易なものとする。調達対象のもの(漏水抑制用機材が主)はコスト縮減を念頭におき、運転管理が容易でスペアパーツ類の補給が簡単な「エ」国製もしくは第三国の機材とする。EMAPA-I は 2001 年より自己資金により市内の配水管網の整備を継続実施しており、漏水の防止に努めている。しかし、2004 年地上漏水に対する一日当りの配水管の補修件数は 10 件以上で引き続き管網の整備を必要としている。一般的に地上漏水は地下漏水の 50%程度とされ、漏水量の多い地下漏水に対しては全く手付かずの状況で、調達される機材は主に地下漏水抑制用である。

3-2-3 基本設計図

主な基本設計図は次のとおり。

- 1) 管布設図(図 3.2.5)
- 2) 配水池基本図(図 3.2.6)
- 3) 浄水場基本図(図 3.2.7)







DESIGN:

PROJECT:

ESTUDIO DE DISEÑO BASICO SOBRE EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON IBARRA EN LA REPUBLICA DEL ECUADOR

PROYECTO:

NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

EMISION:

図3.2.5(3) ガラガハス浄水場ーカランギ浄水場②

DESIGN:

2 / 15

EMISION:

Horizontal 1 : 2500
Vertical 1 : 250

EMISION:

NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

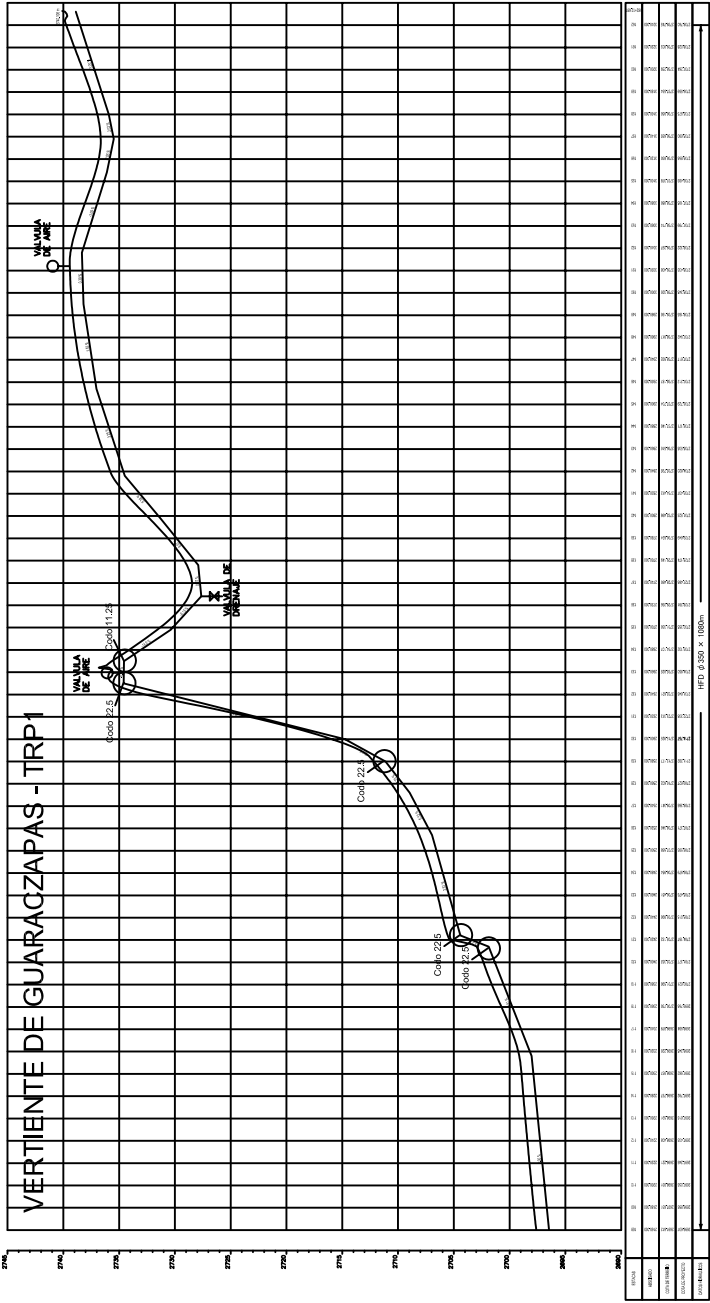
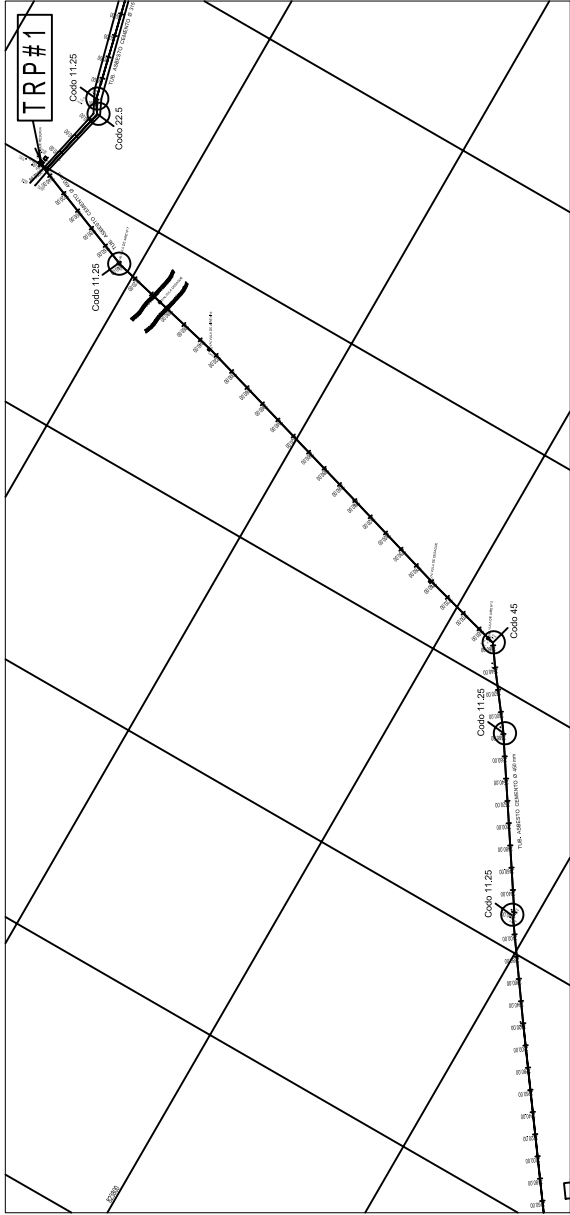
EMISION:

2 / 15

EMISION:

Horizontal 1 : 2500
Vertical 1 : 250

EMISION:





KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DESIGN: 図3.2.5(4) ガアガパ 浄水場ーカランキン浄水場③

PROJECT: ESTUDIO DE DISEÑO BASICO SOBRE EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON IBARRA EN LA REPUBLICA DEL ECUADOR



NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

EMISION: 3 / 15

ESCALA: Horizontal 1 : 3000
Vertical 1 : 300

