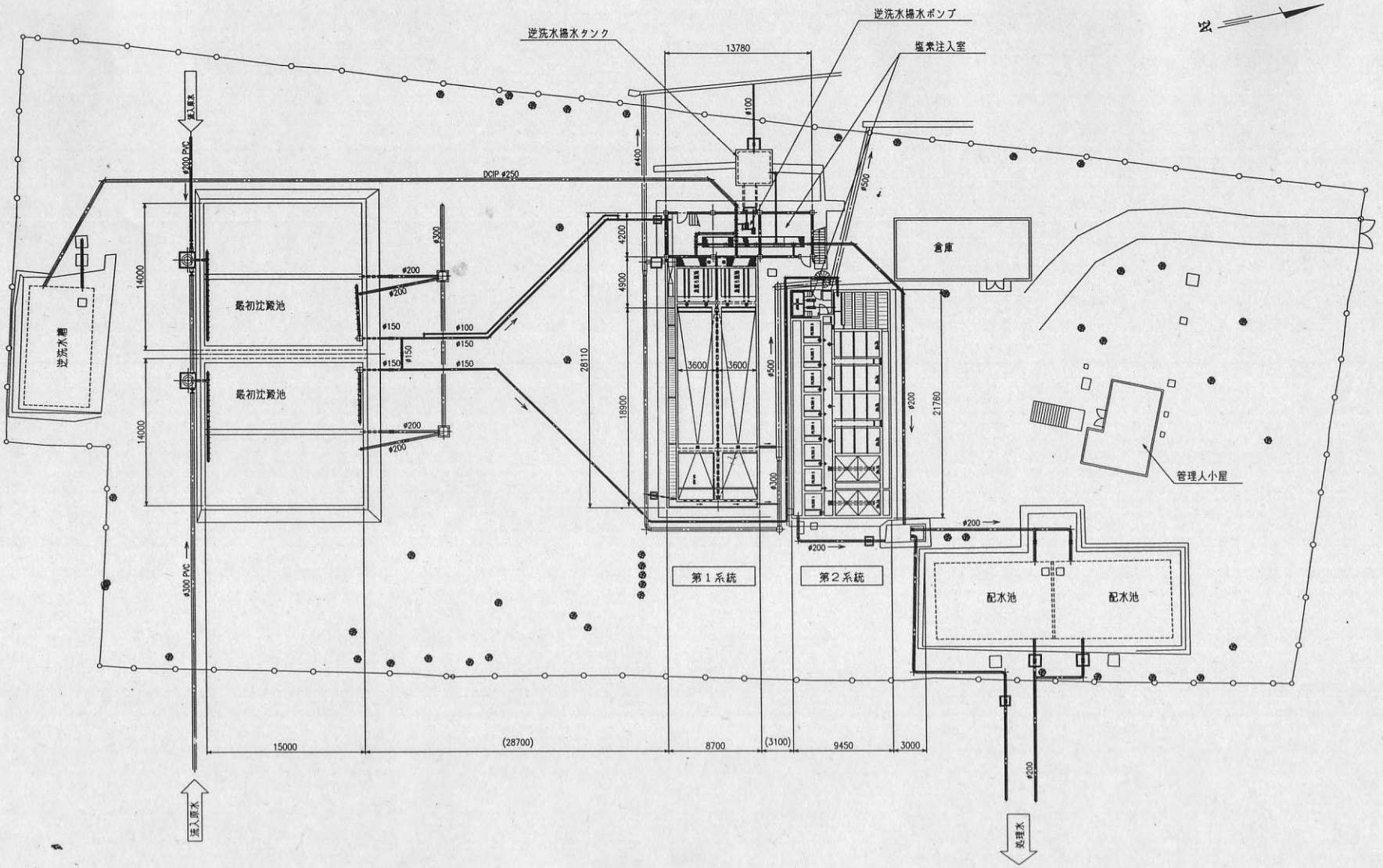


図 2.2.5 サナラテ市浄水場現況図

DISEÑO:				PROYECTO:
LUBICACION: サナラテ　浄水場	FECHA:	NUMERO: 1 / 1	ESCALA: 1 : 200	

2-23

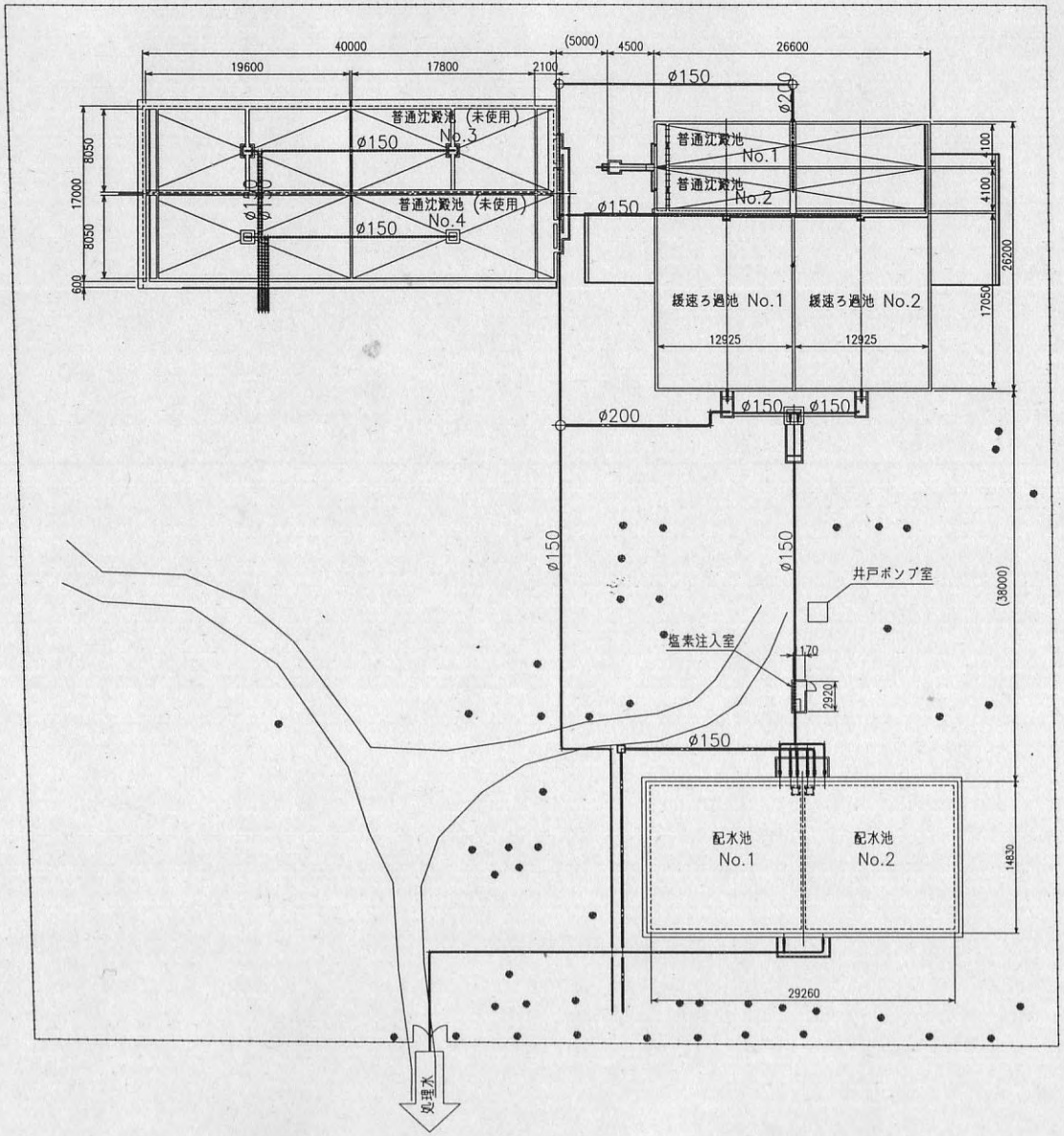


図 2.2.6 サラマ市浄水場現況図

DISEÑO:				PROYECTO:
LUBICACION: サラマ 浄水場	FECHA:	NUMERO:	ESCALA: 1 : 250	

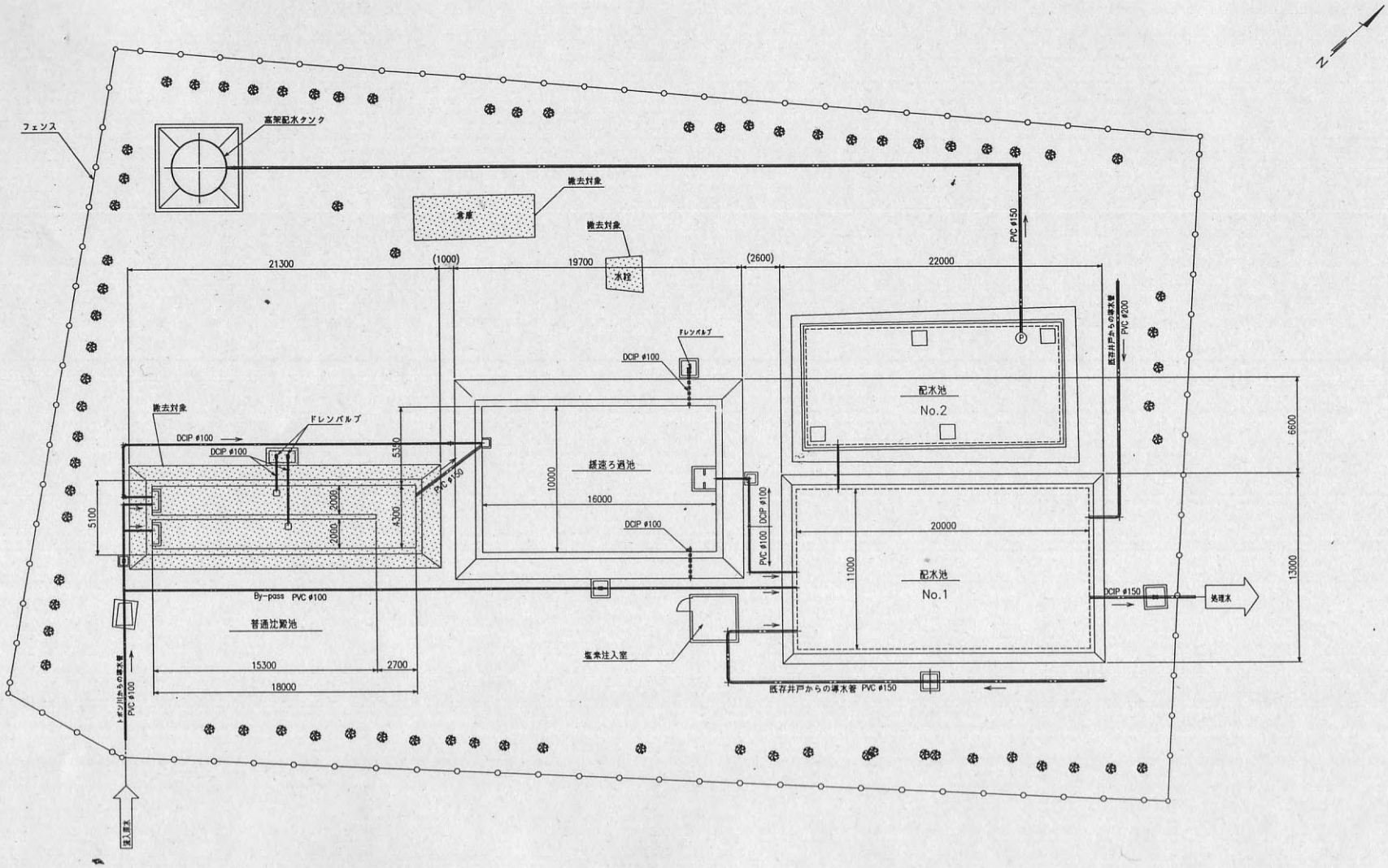


図 2.2.7 カバーニャス市浄水場現況図

DISEÑO:				PROYECTO:
LUBICACION: カバーニャス　浄水場	FECHA:	NUMERO: 1 / 1	ESCALA: 1 : 150	

2-2-3-2 原水及び処理水の水質状況

既存浄水場の水質検査は、INFOM の水質試験室の協力を得て、2005 年 7 月より月 1 回実施しており、本現地調査期間に行った検査結果を合わせて整理した。各サイトにおける水質面の概況を表 2.2.18～表 2.2.20 に、検査結果の集計を表 2.2.21～表 2.2.23 に示す。

また、2005 年 7 月から約 2 ヶ月間、調査団の依頼により、サナラテ市及びサラマ市浄水場の高濁度時に各浄水場運転担当者が採水した流入原水について INFOM の水質試験室が測定している。サナラテ市浄水場は、原水濁度が常時 100 度(143NTU)を越えるため、急速ろ過池での処理が必要である。サラマ市浄水場では、雨期 2 ヶ月間で原水濁度が 10 度(14NTU)を越える日数が 13 日と極めて少なく、その多くは 1 日程度で濁度が低下するとのことから、薬品注入設備は必要ないものと判断できる。カバーニャス市浄水場では過去 2 年間浄水場の運転が行われておらず、井戸による給水が続けられているため当期間の河川原水濁度は不明であったが、現地調査にて表流水を確認した限り、薬品注入設備を設けずに緩速ろ過で処理が可能であると判断できる。

表 2.2.18 水質調査結果の概要

調査地名	水質調査結果の概要
ｻﾅﾗﾃ市 浄水場	【物理的性状】 流入原水の色度、濁度は高い傾向にあり、特に降雨が数日続いた直後では高濁度が記録されている。濁度は、硫酸ｱﾙﾐﾆｳﾑの注入量を増やす他、ろ過池速度を低下させるなどの工夫によって大きく低下しており、原水で僅かに感じられた臭気についても処理過程で除去されている。 処理過程のﾌﾛｯｸ形成池以降で pH が低下しているが、市内配水管網での pH は中性に近い値であるため、浄水場内での硫酸ｱﾙﾐﾆｳﾑ過剰注入による一時的なものと思われる。 ろ過砂の品質や粒度組成が悪く JWWA の規格に適合せず、急速ろ過のろ過材として不適当であるため、原水濁度の上昇に対応できない状況にある。
	【化学的性状】 雨期に硝酸塩の急激な増加が見られるが、農耕地の肥料散布などに起因する降雨直後のものと考えられる。これらはごく一時的なもので全体的には問題ないレベルにあるが、将来的な水源としての安定性確保の観点から、グ国側へ水源周辺の環境管理を提言すべきである。 また、現地でのﾋｱﾘﾝｸﾞ及び検査結果によれば、高濁度の原水が大量に流入する際、一時的に鉄分が多く検出されることがある。このため、鉄分除去を目的としたｴｱﾚｰｼｮﾝ設備が着水井手前に設置されている。
	【農薬類】 グ国にて一般に利用されている農薬類は検出されなかった。

表 2.2.18 水質調査結果の概要

調査地名	水質調査結果の概要
ｻﾗﾏ市 浄水場	【物理的性状】 ｶﾁﾙ川を水源とする浄水場への流入原水は、概ね良好な状態にある。雨期の降雨が数日続いた直後には一時的に高濁度となるが、その多くは半日から一日で濁度は低下することが管理者に対するﾋｱﾘﾝｸﾞにより確認された。ろ過砂の品質や粒度組成が悪く JWWA の規格に適合せず、緩速ろ過のろ過材として不適当であるため、原水濁度の上昇に対応できない状況にある。
	【化学的性状】 流入原水の水道水源としての条件は良い。 なお、場内の塩素注入設備は管理が悪く、塩素ｶﾞｽが空になってから数日が経過しており、さらに予備ｼﾘﾝﾀﾞｰがないため、現地調査期間中、塩素注入がされていない状況にあった。民間機関の検査結果からｶﾄﾞﾐｳﾑ含有の可能性が懸念されたが、ｸﾞ国鉱山ｴﾈﾙｷﾞｰ省及び本邦の計量証明事業所における再検査を実施した結果、検出下限以下であり飲料水として問題ないことが確認された。 浄水場による給水区域には、井戸 2 本(浄水場内及びﾗ･ﾋﾞﾙﾍﾝ)があり、乾期の渇水期に運転されている。本現地調査中の検査によれば、井戸ﾗ･ﾋﾞﾙﾍﾝの電気伝導度は 1000μS/cm と高く、鉄やﾌｯ素を多く含有していた。本井戸は乾期のみに稼動するため、調査実施時の雨期には休止状態にあった。通常、水質が安定するまでには井戸稼動から数日間は必要であるが、本調査時に井戸を一時的に稼動させて短時間にて採水を行ったため、鉄分や不純物が比較的高い値で検出されたものと考えられる。
	【農薬類】 ｶﾁﾙ川、市内井戸 4 本の全てで低濃度のｸﾛﾙﾋﾟﾘﾎｽが検出されたが、いずれも 0.001mg/ﾘｯﾄﾙ以下と微量であった。ｸﾛﾙﾋﾟﾘﾎｽは農業用有機ﾘﾝ系殺虫剤として日本でも使用されており、WHO ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ値では 0.03mg/ﾘｯﾄﾙが規定されている。
ｶﾊﾞｰﾆｬｽ市 浄水場	【物理的性状】 ﾄﾎﾞﾝ沢を水源とする浄水場への流入原水は、概ね良好な状態にある。雨期の降雨が数日続いた直後には一時的に高濁度となるが、その多くは半日から一日で濁度は低下することが管理者に対するﾋｱﾘﾝｸﾞにより確認された。 ろ過砂の品質や粒度組成が悪く JWWA の規格に適合せず、緩速ろ過のろ過材として不適当であるため、原水濁度の上昇に対応できない状況にある。
	【化学的性状】 流入原水の水道水源としての条件は良い。 なお、過去 2 年間は地震による沈澱池の損害により、河川水の原水使用を止めているため、市内 2 本の井戸による給水を行っている。これらの井戸は、電気伝導度が比較的高く、硝酸性窒素も高い値が確認されており、飲料水として将来的に利用することは望ましくない。民間機関の検査結果からｶﾄﾞﾐｳﾑ含有の可能性が報告されたが、ｸﾞ国鉱山ｴﾈﾙｷﾞｰ省及び本邦の計量証明事業所における再検査を実施した結果、検出下限以下であり飲料水として問題ないことが確認された。
	【農薬類】 ｸﾞ国にて一般に利用されている農薬類は検出されなかった。

表 2.2.19　雨期 7 月～8 月における原水濁度の状況

調査地名	採水 No.	濁度 (NTU)	採水 No.	濁度 (NTU)	濁度変化の状況
ｻﾅﾗﾃ市 浄水場	1 2 3 4 5 6 7	980 700 940 760 860 890 440	-	-	原水濁度一年を通じて 100NTU を大きく越える。 調査期間中、原水の色度は高く、常時褐色を呈していた。
ｻﾗﾏ市 浄水場	1 2 3 4 5 6 7 8 9	45 12 65 6 150 16 120 140 540	10 11 12 13 14 15 16 17 -	160 35 34 9 14 140 5 26 -	雨期 7 月～8 月で濁度が 12.5NTU(10 度)以上を記録した日数は 13 日間である。 調査期間中、降雨直後のみ色度が高かったが、ほぼ無色透明を呈していた。 乾期は水量が少なくなるが濁度は極めて低くなる。
ｶﾊﾞｰﾆｬｽ市 浄水場	1	210			10 月 6 日に採水。降雨が数日間続いており、1 年の中でも高い値に属する。

(注)　各浄水場管理者による自主的なｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞのため、ｻｲﾄ毎のｻﾝﾌﾟﾙ数は異なる。

表 2.2.20　各戸給水水質分析結果

市名	地区名	濁度 (NTU)	濁度 (度)	pH	電気伝導度 (mS/cm)	残留塩素 (mg/l)	備　考
サナラテ市	サン･カルロス	2.9	2.0	6.8	-	1.0	水道水
	ラス･トゥナス	2.7	1.9	6.8	-	1.2	水道水
	ウパヨン	1.4	1.0	6.6	-	1.3	水道水
	エル･アランブラド	2.3	1.6	6.5	-	1.5	水道水
	ロス･シプレセス	1.4	1.0	6.6	-	1.3	水道水
サラマ市	ラ･ビルヘン	1.3	0.9	8.6	-	0	水道水
	サンタ･ヘレナ･ソナ5	1.9	1.3	8.6	0.29	0	水道水
	サンタ･ヘレナ･ソナ5	-	-	7.2	0.30	0	井戸水
	カルバリオ･ビネジャ	2.0	1.4	8.6	0.29	0	水道水
	アグア･カリエンテ	0.7	0.5	8.6	0.29	0	水道水
カバーニャス市	カバーニャス	0	0	7.9	0.60	0	水道水
	ラス･ラグナス	0	0	7.9	0.61	0	水道水
	ケブラーダ･オンダ	0.14	0.1	7.9	0.62	0	水道水

(注) 1NTU(比濁度計濁度単位)=約 0.7 度(カオリン濁度単位)

表2.2.21 サナラテ市浄水場水質分析結果集計表

	水質項目		単位	WHOガイドライン	「グ」国基準値(LMP (COGANOR29001)	2005年7月12日							2005年8月9日							2005年9月7日					
						最初沈殿池出口	1962年薬品沈殿池入口	1962年薬品沈殿池出口	1998年薬品沈殿池入口	1998年薬品沈殿池出口	1998年ろ過池出口	配水池内	最初沈殿池出口	1962年薬品沈殿池入口	1962年薬品沈殿池出口	1998年薬品沈殿池入口	1998年薬品沈殿池出口	1998年ろ過池出口	配水池内	浄水場流入原水	最初沈殿池出口	1962年薬品沈殿池出口	1998年薬品沈殿池出口	1998年ろ過池出口	配水池内
	A. 物理的性状																								
1	Olor	臭気	-		無	有	有	無	有	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	有	有	無	無	無	無
2	Color aparente	見かけ色度	TCU	15	35	7980	8380	17	10480	19	10	<1	70	115	5	80	<1	2	<1	2010	2800	10	15	7	<1
3	Color verdadero	色度	TCU		-	1080	13	13	7	<1	<1	<1	45	<1.0	<1.0	<1	<1	<1	<1	390	520	<1	2	<1	<1
4	pH	pH	-	-	6.5-8.5	7.1	4.4	4.6	4.7	4.6	4.7	4.5	8.0	6.9	7.2	7.4	7.3	7.4	7.3	7.4	7.2	4.6	4.8	4.9	4.4
5	Temperatura	温度	℃	-	34.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	20.0	21.0	20.0	20.0	20.0	-
6	Turbiedad	濁度	NTU	5	15	3460.0	2570.0	2.0	4330.0	3.0	2.0	1.0	13.0	21.0	3.3	16.0	2	2.8	1.4	420.0	700.0	2.4	3	2.0	2.0
7	Conductividad	電気伝導度	uS/cm	-	750	100	220	180	170	180	190	200	165	180	170	170	180	180	180	110	105	180	150	150	190
8	Solidos disueltos totales	全溶解性物質	mg/l	1000	1000	50	110	90	85	90	95	100	82	90	85	85	90	90	90	56	52	90	75	75	-
9	Alcalinidad Total	全アルカリ度	mg/l	-	-	30	5	5	5	5	5	5	40	20	30	35	30	30	30	20	20	2	3	2	-
	B. 化学的性状																								
10	Nitratos, NO3-N	硝酸性窒素	mg/l	50(※3)	10	40.0	12.0	13.0	15.0	15.0	14.0	13.0	5.7	5.7	6.2	7.0	6.2	7.0	7.5	110.0	200.0	11.0	14.0	12.0	-
11	Nitritos, NO2-N	亜硝酸性窒素	mg/l	3(※3)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
12	Nitrogeno Amoniacal, NH3-N	アンモニア性窒素	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.13	0.13	<0.1	-
13	Dureza, Total ($CaCO_3$)	全硬度	mg/l	-	500	50	50	50	45	45	50	55	50	40	50	45	50	45	50	40	40	40	40	40	-
14	Dioxido de carbono	二酸化炭素	mg/l	-	-	7.7	32.8	11.7	24.0	15.8	12.8	13.0	1.8	4.6	4.0	2.6	2.9	2.0	2.4	-	-	-	-	-	-
15	Magnesio (Mg)	マグネシウムイオン	mg/l	-	100	7.3	7.3	5.3	6.3	3.4	3.4	5.0	4.7	2.9	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	-	-	-	-	-	-
16	Calcio (Ca)	カルシウムイオン	mg/l	-	150	8.0	8.8	11.0	7.2	12.0	13.0	14.0	12.0	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	-	-	-	-	-	-
17	Cloruros (Cl)	塩化物イオン	mg/l	250	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.8	2.9	1.8	1.6	-
18	Sulfatos (SO_4)	硫酸イオン	mg/l	-	250	7.0	50.0	70.0	60.0	70.0	70.0	65.0	14.0	50.0	35.0	30.0	34.0	35.0	34.0	45.0	40.0	65.0	50.0	56.0	-
19	Hierro total	全鉄	mg/l	0.3	1.0	29.00	1.40	0.20	1.20	1.20	0.23	0.09	0.03	0.50	<0.02	0.03	<0.02	0.13	0.09	0.01	0.20	0.04	0.05	0.01	-
20	Manganeso,Mn HR	マンガン	mg/l	0.4	0.5	1.0	1.0	<0.1	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-
21	Fluores (F)	フッ素	mg/l	1.5	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.43	0.37	0.30	0.40	0.45	-
22	Cianuros	シアン化合物	mg/l	0.07	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-
23	Cadmio	カドミウム	mg/l	0.003	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	-	-	-
24	Cinc	亜鉛	mg/l	3	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Arsenico	ヒ素	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	-	-	-
26	Plomo	鉛	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.072	-	-	-	-	-
27	Mercurio	水銀	mg/l	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	-	-	-
28	Celenio	セレン	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	-	-	-
29	Cloro residual	残留塩素	mg/l	5.0	1.0	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-
30	DQO	COD		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.0	88.0	1.0	1.0	20	-
31	DBO	BOD		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-
32	Escherichia coli	糞便性大腸菌	NMP/100ml	-	-	5.0×10^4	5.0×10^4	170	2.6×10^4	100	30	<2	1.1×10^3	400	400	800	70	80	<2	3.0×10^4	3.0×10^4	500	300	70	<2
33	Coliformes fecales	大腸菌群	NMP/100ml	0	<2	1.3×10^5	1.1×10^5	700	2.8×10^5	5.0×10^3	170	<2	1.7×10^4	1.4×10^3	1.4×10^3	3.0×10^3	170	300	<2	1.7×10^5	3.0×10^5	3.0×10^3	700	1.3×10^3	<2

※1 網掛の値は(グ国許容基準(LMP)を満足していないもの。LMP=人間による消費に適さない値。なお、健康への被害を意味するものではないが、人の消費に対して感覚的に好ましくない基準値は最大受容基準(LMA)と称する。

※2 「N.D.」は未検出 「<0.0**」の値は分析機器の検出限界以下

※3 WHOの値は硝酸塩、亜硝酸塩としてのもの(硝酸性窒素：11.3mg/l、亜硝酸性窒素：0.91mg/lに相当)

表2.2.22 サラマ市浄水場水質分析結果集計表

	水質項目		単位	WHOガイドライン	「グ」国基準値LMP (COGANOR29001)	2005年7月19日				2005年8月10日				2005年9月14日						
						浄水場流入原水	普通沈殿池出口	緩速ろ過池出口	配水池内	浄水場流入原水	普通沈殿池出口	緩速ろ過池出口	配水池内	浄水場流入原水	普通沈殿池出口	緩速ろ過池出口	井戸（浄水場内）	井戸（ビルヘン）	井戸（アルカンタリージャ）	井戸（エスタンシア）
	A. 物理的性状																			
1	Olor	臭気	-		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
2	Color aparente	見かけ色度	TCU	15	35	910	385	57	45	20	16	9	12	20	20	10	40	20	6	<1
3	Color verdadero	色度	TCU		-	520	190	52	37	8	9	<5.0	11	10	20	10	20	10	6	<1
4	pH	pH	-	-	6.5-8.5	7.7	8.2	8.1	7.9	8.4	8.4	8.5	8.5	8.3	8.4	8.4	7.7	7.5	7.7	7.6
5	Temperatura	温度	℃	-	34.0	22.0	22.0	22.0	30.0	-	-	-	-	19.0	20.0	21.0	35.0	35.0	29.0	27.0
6	Turbiedad	濁度	NTU	5	15	165.0	58.0	5.0	3.0	2.4	5.2	2.0	1.0	0.6	0.5	0.5	4.0	2	0.5	0.3
7	Conductividad	電気伝導度	uS/cm	-	750	120	190	230	440	310	310	310	310	320	340	330	490	1000	450	550
8	Solidos disueltos totales	全溶解性物質	mg/l	1000	1000	60	95	115	220	155	155	155	155	160	170	160	250	500	220	270
9	Alcalinidad Total	全ｱﾙｶﾘ度	mg/l	-	-	35	65	80	150	120	120	120	120	140	140	140	170	130	250	240
	B. 化学的性状																			
10	Nitratos, NO3-N	硝酸性窒素	mg/l	50(※3)	10	5.3	3.5	8.8	3.0	4.0	4.0	4.8	3.5	4.8	5.3	4.8	3.5	4.4	4.0	4.4
11	Nitritos, NO2-N	亜硝酸性窒素	mg/l	3(※3)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
12	Nitrogeno Amoniacal, NH3-N	ｱﾝﾓﾆｱ性窒素	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.10	0.11	0.12	0.18	0.01	<0.01
13	Dureza, Total ($CaCO_3$)	全硬度	mg/l	-	500	60	100	115	165	170	170	165	170	200	200	200	180	60	180	140
14	Dioxido de carbono	二酸化炭素	mg/l	-	-	1.5	1.1	1.1	2.2	<0.22	<0.22	<0.22	<0.22	-	-	-	-	-	-	-
15	Magnesio (Mg)	ﾏｸﾞﾈｼｳﾑｲｵﾝ	mg/l	-	100	7.3	16.0	21.0	19.0	35.0	34.0	34.0	35.0	-	-	-	-	-	-	-
16	Calcio (Ca)	ｶﾙｼｳﾑｲｵﾝ	mg/l	-	150	12.0	12.0	12.0	35.0	11.0	12.0	11.0	11.0	-	-	-	-	-	-	-
17	Cloruros (Cl)	塩化物ｲｵﾝ	mg/l	250	250	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	<1	<1	3.8	70.0	3.8	11.0
18	Sulfatos (SO_4)	硫酸ｲｵﾝ	mg/l	-	250	<5.0	<5.0	<5.0	24.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	1.0	1.0	1.0	26.0	180.0	8.0	43.0
19	Hierro total	全鉄	mg/l	0.3	1.0	0.20	0.55	0.20	0.44	0.10	0.20	0.13	0.06	0.11	0.16	0.04	0.83	2.10	0.07	0.05
20	Manganeso,Mn HR	ﾏﾝｶﾞﾝ	mg/l	0.4	0.5	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.
21	Fluores (F)	ﾌｯ素	mg/l	1.5	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.43	0.32	0.46	0.58	5.60	0.62	2.10
22	Cianuros	ｼｱﾝ化合物	mg/l	0.07	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
23	Cadmio	ｶﾄﾞﾐｳﾑ	mg/l	0.003	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.001	-	-	<0.001	<0.001	-	-
24	Cinc	亜鉛	mg/l	3	70	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	<0.1	<0.1	-	-
25	Arsenico	ヒ素	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	0.003	0.006	N.D.	N.D.
26	Plomo	鉛	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
27	Mercurio	水銀	mg/l	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
28	Selenio	ｾﾚﾝ	mg/l	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
29	Cloro residual	残留塩素	mg/l	5.0	1.0	-	-	-	<0.1	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-	-
30	DQO	COD	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	<1	<1	1	<1	<1	<1
31	DBO	BOD	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<1	-	<1	<1	<1	<1
32	Escherichia coli	糞便性大腸菌	NMP/100ml	-	-	5.0×10^4	1.3×10^4	2.3×10^3	800	400	400	80	90	300	230	80	23	<2	22	<2
33	Coliformes fecales	大腸菌群	NMP/100ml	0	<2	1.6×10^5	9.0×10^4	5.0×10^4	5.0×10^3	3.0×10^3	6.0×10^3	7.0×10^3	2.2×10^3	1,600	1,100	3,000	23	7	1,600	7

※1 網掛の値は(グ国許容基準(LMP)を満足していないもの。LMP=人間による消費に適さない値。なお、健康への被害を意味するものではないが、人の消費に対して感覚的に好ましくない基準値は最大受容基準(LMA)と称する。

※2 「N.D.」は未検出 「<0.0**」の値は分析機器の検出限界以下、カドミウム・亜鉛は本邦計量証明事業所による検査結果。

※3 WHOの値は硝酸塩、亜硝酸塩としてのもの(硝酸性窒素：11.3mg/l、亜硝酸性窒素：0.91mg/lに相当)

表2.2.23　カバーニャス市浄水場水質分析結果集計表

					浄水場流入原水			井戸(ｱﾏﾃ1)	井戸(ｲｽﾗ)
	水質項目	単位	WHOｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ	「グ」国基準値LMP (COGANOR29001)	2005年7月13日	2005年8月9日	2005年9月21日	2005年9月21日	2005年9月21日
	A. 物理的性状								
1	Olor 臭気	-		無	無	無	無	無	無
2	Color aparente 見かけ色度	TCU	15	35	56	<1.0	20	4	6
3	Color verdadero 色度	TCU		-	7	<1.0	10	<1.0	2
4	pH pH	-	-	6.5-8.5	8.6	8.2	8.5	7.7	7.6
5	Temperatura 温度	℃	-	34.0	30.0	30.0	28.0	30.0	28.0
6	Turbiedad 濁度	NTU	5	15	22.0	1.0	1.5	0.2	0.2
7	Conductividad 電気伝導度	uS/cm	-	750	600	680	520	640	860
8	Solidos disueltos totales 全溶解性物質	mg/l	1000	1000	300	340	260	320	430
9	Alcalinidad Total 全ｱﾙｶﾘ度	mg/l	-	-	275	220	280	270	390
	B. 化学的性状								
10	Nitratos, NO3-N 硝酸性窒素	mg/l	50(※3)	10	5.7	3.5	10.0	30.0	15.0
11	Nitritos, NO2-N 亜硝酸性窒素	mg/l	3(※3)	1	-	-	0.01	0.01	0.01
12	Nitrogeno Amoniacal, NH3-N ｱﾝﾓﾆｱ性窒素	mg/l	-	-	-	-	0.04	0.04	0.04
13	Dureza, Total ($CaCO_3$) 全硬度	mg/l	-	500	340	345	300	300	420
14	Dioxido de carbono 二酸化炭素	mg/l	-	-	<0.22	<0.22	-	-	-
15	Magnesio (Mg) ﾏｸﾞﾈｼｳﾑｲｵﾝ	mg/l	-	100	49.0	60.0	-	-	-
16	Calcio (Ca) ｶﾙｼｳﾑｲｵﾝ	mg/l	-	150	55.0	40.0	-	-	-
17	Cloruros (Cl) 塩化物ｲｵﾝ	mg/l	250	250	-	-	1.8	12.0	14.0
18	Sulfatos (SO_4) 硫酸ｲｵﾝ	mg/l	-	250	60.0	60.0	35.0	60.0	80.0
19	Hierro total 全鉄	mg/l	0.3	1.0	0.36	<0.02	0.35	0.07	0.10
20	Manganeso,Mn HR ﾏﾝｶﾞﾝ	mg/l	0.4	0.5	<0.1	N.D.	0.1	0.1	0.2
21	Fluores (F) フッ素	mg/l	1.5	1.7	-	-	0.4	0.55	0.64
22	Cianuros ｼｱﾝ化合物	mg/l	0.07	0.07	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
23	Cadmio ｶﾄﾞﾐｳﾑ	mg/l	0.003	0.003	-	-	<0.001	<0.001	<0.001
24	Cinc 亜鉛	mg/l	3	70	-	-	<0.1	<0.1	<0.1
25	Arsenico ヒ素	mg/l	0.01	0.01	-	-	N.D.	0.003	0.006
26	Plomo 鉛	mg/l	0.01	0.01	-	-	N.D.	N.D.	N.D.
27	Mercurio 水銀	mg/l	0.001	0.001	-	-	N.D.	N.D.	N.D.
28	Selenio ｾﾚﾝ	mg/l	0.01	0.01			N.D.	N.D.	N.D.
29	Cloro residual 残留塩素	mg/l	5.0	1.0	-	-	-	-	-
30	DQO COD	mg/l	-	-	-	-	<1	3	7
31	DBO BOD	mg/l	-	-	-	-	<1	<1	<1
32	Escherichia coli 糞便性大腸菌	NMP/100ml	-	-	30	200	110	<2	30
33	Coliformes fecales 大腸菌群	NMP/100ml	0	<2	3.0×10^4	1.7×10^5	9.0×10^3	<2	240

※1　網掛の値は(グ国許容基準(LMP)を満足していないもの。LMP=人間による消費に適さない値。なお、健康への被害を意味するものではないが、人の消費に対して感覚的に好ましくない基準値は最大受容基準(LMA)と称する。
※2　「N.D.」は未検出　「<0.0**」の値は分析機器の検出限界以下、カドミウム・亜鉛は本邦計量証明事業所による検査結果。
※3　WHOの値は硝酸塩、亜硝酸塩としてのもの(硝酸性窒素：11.3mg/l、亜硝酸性窒素：0.91mg/lに相当)

2-2-3-3 サナラテ市

⑴ 上位計画、他計画の実施状況

上水道にかかわる開発計画等の策定は、特に行われていない。

⑵ 水源の状況、水源量

浄水場の水源であるプラタノス川は樹林に覆われた山林地域にあり、取水点では390km^{2}と広大な集水面積を持つが、流域内には集落があり住宅や農地からの排水が流入し、樹木の伐採による山地の荒廃が進んでいる。集水面積が広いため年中流量は豊富であり、プラタノス川の流量は乾期も多く雨期と同量の取水が可能である。渇水流量は 1.1m^3/秒以上と推定される。乾期の原水濁度は 100NTU 以下と比較的安定するが、雨期は概ね 700～900NTU で、降雨直後には 3000NTU の高濁度を記録することがある。

⑶ 施設状況

1) 取水、沈砂池、導水施設

1962 年建設の第 1 系統の急速ろ過システム建設時に、既存浄水場から約 4.3km 離れたプラタノス川を水源としたポンプ揚水系の導水システムが建設された。その後、1998 年に新規の急速ろ過施設が建設され、その際、当取水地点から約 12.5km 上流部より自然流下で導水するための取水工と導水管も建設された。このため現在では、ポンプ系の導水施設は放棄され、使用されていない。

【取水工】

プラタノス川に設けられたコンクリート固定堰（堰長 33m）の堰上げ方式による取水工で右岸側より取水を行っている。浄水場へ導水する管路(PVCφ15”)と、近くの牧場用の管路(PVCφ12”)があり、異物流入防止用スクリーンを通して取水している。取水管の側方に排砂ゲートがあり、排砂用の水量調整のためにゲートの開度調整を行うことにより、取水口スクリーン部の水位が変化する。

【沈砂池】

年間を通じて毎週 1 池づつ 2 池の掃除を行っている。建設当初は現在位置より河川側にあったが、1998 年にハリケーン・ミッチにより破損したため、川より離れた現在の位置に再建された。

【取水工～沈澱池間の導水路】

取水工から沈砂池までは導水管(PVCφ15”及びφ12”)によって導水されている。総延長は 293m である。沈砂池手前において取水工からの流入物や土砂の撤去用に開渠状開口部(長さ 2.0m、1.5m の 2 ヶ所)がある。沈砂池は 2 池のコンクリート構造で、それぞれの池からの排泥管(PVCφ6”)によりプラタノス川に排

水される。この排泥用バルブボックスは、バルブからの漏水が原因で水が溜まった状態にあり、操作に支障をきたしている。また、排砂性能が悪いため１本の排泥管はφ6”からφ10”に交換されており、他の排泥管１本も交換の必要がある。

沈砂池手前の導水管開口部２ヶ所の水位測定を行ったところ、第１開口部と第２開口部の水位差が大きく、この間に異物、泥の詰まりが確認された。また、取水口からの距離 213m 地点が一番低くなっており、ここから第 1 開口部に向けて逆勾配となっている。取水口水位と沈澱池内必要水位の水位差に余裕はないにもかかわらず、沈砂池手前の導水管部は非常に泥や異物の溜まりやすい状況となっている。従って、導水路内に沈澱物が溜まらないようにするために 213m 地点には排泥工の設置が必要であり、また、第 1 開口部から第 2 開口部に到る 18m 間は清掃作業を容易にするために開水路化が必要である。

【導水管付帯工】

原水は、プラタノス川右岸の取水工より導水管(PVCφ12”～15”、総延長 12.5km)を通じて浄水場の最初沈澱池に導水される。途中 2 ヶ所の逆サイホン形式の河川横断工、空気弁工 23 ヶ所、排泥弁工 13 ヶ所がある。沈砂池２池の清掃を毎週行うため、清掃直後に市の導水路管理担当者が導水路を全線歩いて付帯構造物の点検及び排泥作業を行っているが、空気弁の性能が悪く、泥が詰まるために弁を取り外して掃除を行っている。また、この沈砂池清掃時に導水管内に空気が混入し、これが排出されにくく、凸部でありながら空気弁設置のない箇所や長距離にもかかわらず設置されていない区間がある。従って、既存 23ヶ所と新規 11ヶ所に空気弁を設置する必要がある。さらに、路線が凹部であるにもかかわらず排泥工が設置されていない地点が 12 ヶ所あるため、この場所には排泥工が必要である。

取水口には制水ゲートは無く、また導水管には浄水場の最初沈澱池の流入点にバルブがあるのみである。また、導水管途中に制水弁が１ヶ所もなく、導水管の維持管理のために通水を遮断することができないため、沈砂池の上流にて排泥工を設け、同地点の本管に制水弁を設けることが必要である。

【河川横断工】

プラタノス川の横断工は 2 ヶ所ある。工法は鋼管をコンクリート巻き立てとしたサイホン形式であり、蛇籠の防護工が施されている。第 1 横断地点（延長 40m）においては排泥工がないため、下流側に排泥工の設置が必要である。

【アクセス道路状態】

浄水場から約 6km 地点(下流第 2 河川横断地点)までは、導水管はほぼ車道沿いに布設されているが、それより上流は車道のない山林である。導水路の管理人は 12.5ｋｍの導水管沿いの小路を 3 時間歩いて日常の維持管理作業を行っている。取水工手前の沈砂池へは別の未舗装道路を使用して車両にて到達可能であるが、路面状況は極めて悪く、旧勾配や降雨時のぬかるみもあり、通行は困難ある。サナラテ市

街より沈砂池までは約 2 時間を要する。第 2 河川横断地点近くには吊り橋があり対岸へ徒歩の渡河が可能であり、上流の第 1 河川横断地点には索道がある。本計画における工事について、第 1 河川横断部への車両の進入は不可能であり、資材の運搬は既存索道により、全て人力作業となるほか、導水路の空気弁工、排泥弁工、制水弁工等の付帯工工事もすべて人力作業となる。

【導水管通水量】

導水管通水量の実情把握のために、浄水場の最初沈澱池流入点において超音波流量計を使用して通水量の測定を行った。導水管の設計通水量は設計図によると 88 ﾘｯﾄﾙ/秒であり、また巻末添付資料の水理計算に示すように設計流量 88 ﾘｯﾄﾙ/秒の通水は可能であるが、実測結果では下表に示すとおり 62～73 ﾘｯﾄﾙ/秒に留まっており、設計流量の 70～83%の流量しか浄水場に到達していない。この原因は、前述したように、適切な箇所に空気弁、排泥弁の設置がなく、空気や泥の溜まりが通水を阻害していることにある。また、浄水場の最初沈澱池流入部のエアレーション用噴水は、導水管φ12”から分岐用スタンド PVCφ6”を 2.2m の高さまで立ち上げておりこのための水頭損失が大きいことも通水阻害の原因である。

原水の鉄分含有量は常時は水質基準値以内であるが、濁度の高い場合は基準値を超過する。濁度の高い場合はエアレーション用噴水を利用するが、通水量の拡張を図るため、濁度の低い通常時はエアレーション用噴水を通過させずに直接池内に流入させるための流入管が必要とされる。巻末の添付資料にサナラテ市浄水場の導水管縦断図と水理計算書を示す。

表 2.2.24 サナラテ市浄水場導水管通水量の計測値

測定日 2005 年	流量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	備 考
9 月 6 日	63.0	最初沈澱池の水位回復時間測定による
9 月 6 日	67.0	最初沈澱池前導水管、超音波流量計による
9 月 8 日	72.6	浄水場内の送水量より推定
9 月 9 日	72.5	最初沈澱池前導水管、超音波流量計による
9 月 10 日	61.5	同上
9 月 18 日	69.2	同上

2) 浄水場施設

サナラテ市浄水場内の既存施設は、最初沈澱池、2 系統の急速ろ過方式の浄水処理施設ならびに配水池から構成されている。さらに、浄水場敷地外の直下には 3 基の配水池が増設されている。塩素注入設備は第 1 系統のみに設置されている。既存浄水場内の各施設の諸元は以下のとおり。

【最初沈澱池】

構造 :石積み擁壁構造
寸法 :幅 14.0m×長 15.0m×深 2.5m×2 池
有効容量 :525m^3/池

【第 1 系統施設】

① 横流式薬品沈澱池

構造　　:鉄筋コンクリート擁壁構造
寸法　　:幅 3.6m×長 18.6m×深 3.0m×2 池
有効容量　:201m^3/池

② 急速ろ過池

構造　　:鉄筋コンクリート擁壁構造
寸法　　:幅 3.6m×長 3.2m×2 池
ろ過面積　:11.52m^2/池

③ 逆洗用水タンク及びポンプ

構造　　:石積み擁壁構造
寸法　　:幅 10.0m×長 5.00m×深 2.5m×1 池
有効容量　:100m^3/池
逆洗水送水ポンプ:3HP(2.2kW)×2 台(1 台予備)

【第 2 系統施設】

④ 上向流傾斜板式薬品沈澱池

寸法　　:幅 2.4m×長 4.25m×深 2.47m×6 池
有効容量　:25.2m^3/池

⑤ 急速ろ過池

寸法　　:幅 1.5m×長 1.6m×8 池
ろ過面積　:2.40m^2/池

⑥ 浄水場内配水池

構造　　:石積み擁壁構造
寸法　　:幅 6.5m×長 10.2m×深 2.7m×2 池
有効容量　:150m^3/池

⑦ 浄水場外配水池

構造　　:鉄筋コンクリート構造
寸法　　:幅 10.3m×長 17.0m×深 3.4m×3 池
有効容量　:500m^3/池

【浄水場内送水量、処理量】

浄水場内での最初沈澱池から両処理施設に至る間の送水方法に問題があり、最初沈澱池から第 1 系統、第 2 系統の両処理施設へ十分な水量を送水できない状況にある。このため、正規の場内送水管に加えて、最初沈澱池 2 池のうち 1 池の余水吐管と排水管に計 4 本の仮設配管(PVCφ3")を接続して地上部に配管し、両処理施設への送水量を補っている。また、最初沈澱池の両池から池外に常時オーバーフローがある。下記の流量観測結果から明らかなように、15%程度の損失量が発生している。既存施設の施設容量は第 1 系統 29 ﾘｯﾄﾙ/秒、第 2 系統 40 ﾘｯﾄﾙ/秒、計 69 ﾘｯﾄﾙ/秒であるが、両施設とも 30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度で運転されており、既存施設容量の 87%量しか処理されていない。

表 2.2.25　サナラテ市浄水場内送水量の測定値

測定日 (2005 年)	測定位置	第 1 系統施設 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	第 2 系統施設 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	備　考
9 月 8 日	最初沈澱池	-	-	損失 10 ﾘｯﾄﾙ/秒
9 月 8 日	正規送水管	22.8	24.0	46.8
	仮設送水管	6.8	5.9	12.7
	計	29.6	29.9	59.5
9 月 10 日	正規送水管	22.8	23.6	46.4
	仮設送水管	6.4	6.3	12.7
	計	29.2	29.9	59.1
9 月 10 日	合流水槽	-	-	流量 53.9 ﾘｯﾄﾙ/秒

【処理水の水質管理】

浄水場の原水は褐色を呈し、濁度は年中高く、雨期の降雨後に著しい。オペレーターからの聴取によれば、処理量については特に運転規則はなく、導水される分を処理している。ただし、過去の経験から、各浄水場とも 30 ﾘｯﾄﾙ/秒を超える流量の時に濁質が漏洩するため、処理施設下流にある分配槽の浄水濁度を目視にて監視しつつ浄水施設の流量を調整しており、第 1 系統、第 2 系統ともに 30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度で運転しているとのことであった。一日の中でも、処理濁度が変化するのが目視で確認でき、運転担当者の違いによっても処理濁度が変化する。雨期に濁度が高い場合は処理量を減らして水質を確認しつつ運転するが、この場合に給水量が不足する。この運転方法を遵守している場合、INFOM による水質分析結果によると、原水の濁度が最も高かった時期でもろ過水の濁度はグ国基準値内にコントロールされていた（原水最高濁度 3,460NTU、処理後のろ過水濁度 1NTU）。また、調査団による現場測定において、ろ過水の濁度はグ国基準値をほぼ満たしていることが確認された。

表 2.2.26　サナラテ市浄水場浄水濁度の測定値

測定日 (2005 年)	第 1 系統濁度		第 2 系統濁度		合流槽	
	(度)	(NTU)	(度)	(NTU)	(度)	(NTU)
9 月 10 日	0.5	0.7	-	-	2.8	4.0
10 月 3 日	3.7	5.3	0.8	1.1	-	-
	EC123、pH6.8		EC121、pH6.7		5.6	8.0

処理水の試験結果からは、上記処理量においてはグ国水質基準を一応満足しているが、第 2 系統施設はろ過速度を設計値（180m/日）の 75%程度に抑えて 135m/日で運転している。

【運転状況】

両系統施設ともに原水濁質の凝集･沈澱はフロック形成池内の迂流板の損壊などもあり、フロックの形成不良となっている。また、水質分析結果では、処理水濁度は基準値内であったが、ろ過池内の水位が調査期間を通じて常に高かったことから、ろ過池に負荷がかかっている状況にあるものと推定された。ろ過処理後の分配槽中には、濁質の漏洩が時折確認されたことからも、運転状況は安定していないことが

わかる。

浄水場オペレーターの主な作業は凝集剤(硫酸アルミニウム)の注入と、ろ過池の逆流洗浄作業である。機械式の注入設備は両系統施設ともに損壊しており、現在、注入･攪拌はすべて人力にて行っている。凝集剤注入作業については、ジャーテストの結果を基にした凝集剤注入量の設定を行っておらず、オペレーターの過去の経験から注入量を決めている。凝集剤は、現場に置かれたドラム缶にコップで計量した所定量を投入し溶解した後、着水路に注入されており、注入量は第 1 系統施設で、乾期 50mg/ﾘｯﾄﾙ、雨期 70mg/ﾘｯﾄﾙ、第 2 系統施設で、乾期 40mg/ﾘｯﾄﾙ、雨期 80mg/ﾘｯﾄﾙである。注入作業を全て人力作業で行っており、注入量が原水の流入量や濁度の変化に対応していないため、適正な量の注入作業を安定して行うことができない。

第 1 系統施設の逆流洗浄作業は逆洗タンクからの重力方式にて行っているが、洗浄用水を逆洗用タンクに揚水するための揚水ポンプの能力が 3HP と小容量である。このため、ろ過池 1 池分の揚水に 4 時間以上を要しており、2 池分と逆洗作業時間を考慮すると 10 時間以上にも及び、適切な時間に逆洗作業が行えない。また、オペレーターは第 2 系統の施設管理や、凝集剤の注入･混和作業も行わなければならず、そのため、第 1 系統施設の逆洗回数は 1 池当たり 2 日に 1 回とせざるを得ない状況にある。第 2 系統施設は 1 池当り毎日 1 回逆洗作業を行っている。沈澱池の清掃は月 1 回 2 日がかりで行っている。

塩素は、第 1 系統施設の処理水にしか注入されていないが、第 2 系統施設の処理量も含めた全体の想定処理量を対象として 17 ポンド/日(7.7kg/日)の注入が行われている。全体で 60 ﾘｯﾄﾙ/秒の生産量とすると、平均注入量は 1.5mg/ﾘｯﾄﾙである。

浄水場の運転体制はオペレーター3 人（内 1 人は助手）の一日、12 時間 2 交代制（6:00～18:00）で常駐する体制を敷いている。市役所の水道部本部とは常に携帯電話で連絡できる体制をとっており、緊急事態が生じたときに本部より支援要員が派遣される体制となっている。なお、オペレーターの 2 名は、過去に 1 度 INFOM による運転維持管理のトレーニングを受けている。

⑷ 既存施設の問題点と改修内容

既存施設の能力は施設の老朽化の程度と原設計流量から機能診断を行う。各施設の現状と現地調査で確認した問題点を以下に取りまとめた。

【最初沈澱池】

- 流入工エアレーション部で管渠口径φ12”からφ6”へ絞り、2.2m ほど管が立ち上がっているため水圧損失が大きい。
- 沈澱池流出部はφ10”の PVC 有孔管にて集水している。当初の設計では沈澱池の幅分の延長を

予定していたが、実際は半分以下であったため、オリフィス(孔)数が少なく集水能力不足である。管内の堆積した汚泥の清掃ができないことからトラフ形式に更新する必要がある。

- 最初沈澱池から 2 つの処理施設に至る場内配管の通水能力が低い。第 1 系統施設の管路(φ6")は、当初は設計量 29 リットル/秒の送水が可能であったと思われるが、現在は 22 リットル/秒程度の通水しかできない。第 2 系統施設の管路(φ6")は当初から 30 リットル/秒程度の通水能力しかなかった。現在はさらに 24 リットル/秒程度の通水能力に低下している。これは、送水管に凹部があるにもかかわらず排泥弁の設置がなく、泥が管内面に堆積固結し、通水阻害しているためと考えられる。既存管口径をφ6"からφ8"に拡張し、かつ凹部に排泥弁を設ける必要がある。

【第 1 系統浄水施設】

① 凝集剤注入設備

- 流入量計量装置が整備されていない。
- 凝集剤注入設備は老朽化により故障したため撤去され、現在は凝集剤をプラスティック製ドラム缶に注入し、人力にて攪拌している。このため、作業が煩雑で、安定した凝集剤注入作業が行えない。
- 凝集剤の注入量はジャーテストで決定しておらず、オペレーターの過去の経験により大まかな注入量を決めている。結果的にはグ国の水質基準をほぼ満たしているものの、凝集剤の注入量管理は不安定である。

② フロック形成池

- 現状の流量 29 リットル/秒をもとにフロック形成池の水理計算を行った結果、滞留時間 20 分（設計指針値 20～40 分）、G 値 79 秒$^{-1}$（設計指針値 10～75 秒$^{-1}$）、GT 値 92,200（設計指針値 23,000～210,000）とほぼ満足しているため、構造寸法上の問題はない。
- 迂流板の損壊が多く、良好なフロックが形成できていない。また、フロック形成池内に溜まった泥がたびたび沈澱池内に漏洩している。

③ 薬品沈澱池

- 横流式滞留時間は原設計流量においては表面負荷率、滞留時間ともに問題ない。
- フロック形成池からの流入ゲート(角落し)が 1 池あたり 2 箇所設けられているが、鋼製ゲートに経年的劣化が見られ、全閉の状態で漏水がある。
- 整流壁が下流側に設置されていない。
- 沈澱池排泥用の平底弁(φ8")には経年的劣化に伴うずれが発生し、漏水が生じている。

④ ろ過池

- ろ過池内の水位が常に高く、沈澱池からの流入トラフの天端を超える状態が頻繁に確認され、閉塞

が進んでいるものと考えられる。ろ過砂の分析の結果、有効径、均等係数ともJWWAの規格値より大きく閉塞しやすい粒度組成となっている。また、洗浄濁度、強熱減量、塩酸可溶率についても規格値以上でありろ過材としては不適当である。

- ろ過池歩廊のスラブが一部損壊しており、補修を行う必要がある。
- 逆洗用水の排水路に設置されている平底弁(φ14")には、沈澱池平底弁と同様、経年的劣化に伴うずれが発生し、完全に閉じることが困難である。
- 流量計が設置されていないため、浄水場からの生産量が不明。

⑤ 逆洗水送水施設(給水槽及びポンプ)

- 洗浄用水は、建設当初、塩素消毒された浄水を使用していたが、配管の詰まりがあるため、現在は沈澱池の表層部から洗浄用水を取っている。
- 現在の逆洗用水送水ポンプは3HP(2.2kW) 2台が設置され、1台が予備となっている。逆洗用水量約100m^3/池を送水するのに4時間以上を要しており、効率的に逆洗作業が行えない。

⑥ 塩素注入施設

- 塩素注入機(液化塩素)は耐用年数が過ぎており、老朽化している。
- 配水池への場内配管はろ過池管廊と隣室の塩素室の連続したピット内に配置されており、塩素室内での塩素の遺漏事故発生の場合には、ろ過池の管廊にまで塩素が流出する。

【第2系統施設】

① 着水井

- 流量計が設置されていないため、流入水量に応じた凝集剤注入が確実に行えない状況にある。

② 凝集剤注入設備

- 当初は希釈槽に攪拌用ミキサーが設置されていたが、損壊したため撤去され、現在は人力で凝集剤の注入･攪拌を行っている。このため、注入量、注入率が不安定な状況となっている。

③ フロック形成池

- 現状の設計流量40ﾘｯﾄﾙ/秒をもとにフロック形成池の水理計算を行った結果、滞留時間18分(設計指針値 20～40 分)、*G* 値 68 秒$^{-1}$(設計指針値 10～75 秒$^{-1}$)、*GT* 値 71,100(設計指針値 23,000～210,000)と満足しているため、構造寸法上の問題はない。
- 迂流板(ウッドチップの構造用パネル　プラスティック塗腹板)の損壊が多く、迂流板段数が不足していることから良好なフロックが形成できていない。

④ 薬品沈澱池

- 表面負荷率及び滞留時間に問題はないが傾斜板に問題がある。傾斜板はビニールシート製であり、沈澱池の壁にフックにて引っ掛ける形で傾斜板が設置されている。このビニールシート製傾斜板は堆積した汚泥の自重でフックから外れ易く、既に外れているものも多く、沈降効率が低下している。ビニール製材質のため、沈澱池底部に汚泥が沈降しにくく汚泥の除去清掃にも問題がある。
- 維持管理用弁及びろ過池導水路の遮断弁については、ハンドル操作がきかない弁や芯がずれて開閉が完全にできない弁がある。

⑤ ろ過池

- 排水用仕切弁のハンドル操作がきかないものが確認された。
- 弁や芯がずれて開閉が完全に行えない弁が確認された。
- ろ過池内の水位が常に高く、沈澱池からの流入トラフの天端を超える状態が頻繁に確認され、閉塞が進んでいるものと考えられる。ろ過砂の分析の結果、有効径、均等係数ともJWWAの規格値より大きく閉塞しやすい粒度組成となっている。また、洗浄濁度、強熱減量、塩酸可溶率についても規格値以上でありろ過材としては不適当である。

⑥ 塩素注入施設

- 塩素注入設備の設置が計画されていたが、実際には設置されていない。このため、現在ろ過処理直後の処理水には塩素が注入されていない。

⑦ 排水施設

- 第1系統におけるフロック形成池の排水流末先が、垂れ流しの状態となっている。

⑧ 配水池

- 全配水池容量は2,300m^{3}であり、設計容量69 ﾘｯﾄﾙ/秒に対して約9.3時間の容量を持つ。

(5) 給水計画、給水状況

サナラテ市の主要産業は農業であり、セメント、セラミック、レンガ、石灰等の工場もあるがそれら工場は井戸による独自の給水システムを持つものが多い。市内の配水地区は大きく浄水場外下部配水池、浄水場内配水池の2系統3区域に分かれている。

① 浄水場下部配水池系統（都市部：図2.2.2中の赤塗りｴﾘｱ）

浄水場外の250m下流に位置する配水池（500m^3、3池：TD2）による配水地区。主に都市域中心部へ

の配水。配水システムも配水池から直接配水管にて供給しているためシステム系統が単純で運転管理状態は良く、常時 24 時間のサービスを受けている。雨期は降雨時に濁度に問題が発生する。

② 浄水場内配水池系統（北部域、南部域：図 2.2.2 中の薄青塗りエリア）

本系統は浄水場内配水池（150m³×2 池：TD1）から、市内北部にある別の配水池（セロ・デ・フエゴ、250m³×2 池：TD3）への送水管(PVCφ6”, L=1,625m、ACPφ6”, L=2,009m)からの分岐管、及び配水池 TD3 からの配水管によって配水されている。一部は街の入り口部のコロニア・ソノロに給水、市街地東部の高台には非常時のみ給水している。この給水範囲のうち、南部区域における標高の高い地区(浄水場南部)、ならびに北部区域における標高の高い地区(国道以北の遠隔地と配水池 TD3 近辺)において、乾期の給水が困難となっている。これは、全ての配水管が配水池を経由しておらず、送水管からの分岐管の存在により配水管理が煩雑であることによる。市内の配水管は全て PVC 管で、全延長は約 70km である。配水管は原則的に水量が届く範囲に限り整備されており、現時点で大幅な拡張の計画はない。通常は、既存の配水管網内に限って新規接続の認可を行っているが、市の工事能力は年間約 2km 程度である。市街地の周辺部においては、申請があった場合、給水条件に問題がないことを確認した上で延長する。漏水状況については、一日 2 件、月 60 件程度の漏水修理を行っている。漏水はφ2”以下の給水管が主であり、幹線にはほとんど発生していない。漏水の発見はほとんどユーザーの通報による。

都市域内における各家庭の訪問調査では、市内の中心部については、概ね配水状況は問題ない。しかし、配水池から離れた市周辺部地域や配水池と標高差の少ない市街地の一部高台においては、雨期・乾期を通して給水が困難であるほか、市の給水車により対応している地域もある。また、雨期の降雨後に水道水に濁りが出るなど、一部地域ではサービスが十分に受けられないといった状況がある。浄水量の不足という問題も大きいが、全給水地域に対して適切な配水を実施するためには浄水場整備以外にも、配水能力向上のために市として送水管を含めた、配管網の整備を行うことが必要である。

家庭の給水濁度は下表に示すようにグ国飲料水基準の 5NTU 以下である。また、塩素濃度は高いが、貯め水をして使用しているため、汚染の危険性が高い。雨期の水量は十分あるが、降雨後に水道水に濁りが生じ、乾期には市街地周辺地区で 2～3 週間の断水が生じる場合もある。

表 2.2.27 サナラテ市各戸給水における水質状況

場 所	採水場所	濁度 (NTU)	残留塩素 (mg/ﾘｯﾄﾙ)	pH	備考
No2.マルガビ・パス	家庭内蛇口	4.7	1.0	6.8	
No.14 ツナス	家庭内蛇口	4.4	1.2	6.8	雨期 雨が降った後水道がにごる、乾期は問題ない
No.11、レストラン	家庭内蛇口	2.4	1.3	6.6	
No.22	家庭内蛇口	3.7	1.5	6.5	夏は 22 日水が出ない時があった、降雨後濁りが出る
No.1	家庭内蛇口	2.3	1. 3	6.6	夏は 15 日間水が出ない時がある

注：調査時期、サナラテ市北部給水地区 2005 年 9 月

2-2-3-4 サラマ市

(1) 上位計画、他計画の実施状況

EU は Proyecto ALA 94/88、Director National (1997‐2002 年 4 月)において、サラマ周辺地区の農業、学校、上下水、道路等に関する支援プロジェクトを実施していたが、ハリケーン・ミッチによる被害救済のため、緊急プログラムである「PRRAC‐Post Huracan Mitch 1998 年」の実施が決められた。2000 年 9 月～2001 年 6 月の間、ニカラグア、エルサル、ホンジュラス、グアテマラの市、NGO 等に対してインターネットウェブ上で公募を行った。その結果、2001 年 9 月にグ国の市レベルでは唯一サラマ市がインフラ整備のプロジェクト対象地として採択された。グ国のその他地域ではトレーニング、人材教育への融資も決定された。

融資期間は 2001 年 9 月～2002 月 4 月。この計画実施につき市役所では技術者がいないため、EU からの技術支援を受け、その結果、図 2.2.8 に示すような緩速ろ過システムの大幅な拡張整備（既存浄水場以外に、沈澱池、緩速ろ過池 3 池、配水池 2 池の新設）が計画され、設計と入札書類作成の協力も行われた。しかしながら、EU は単に資金を提供するだけで施工監理をするまでの義務や能力をもたず、市は独自にプロジェクトを進める必要性に迫られた。さらに、2002 年 4 月以降は、EU の協力を得ることができず、2002 年に資金は使い果たされ、その結果、取水・導水施設が完成したのみで、沈澱池は建設途中で工事が挫折、他の施設の施工には取りかかれずに EU の計画は終了している。浄水場関連施設につき完成された施設内容は下記のとおりである。

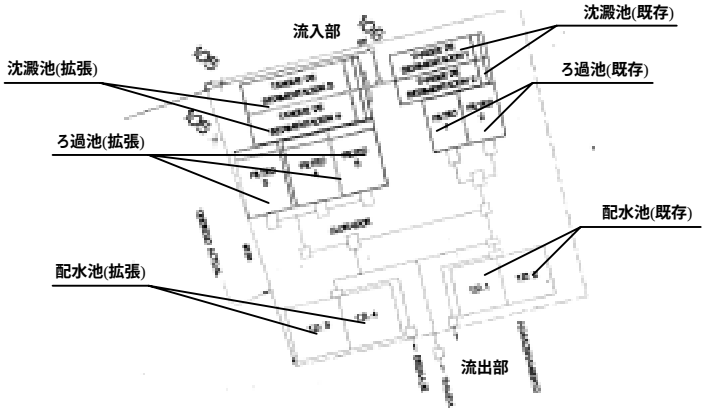


図 2.2.8 サラマ市 EU プロジェクトの浄水場計画図

【EU 計画の概要と現状】

- カチル川を水源とした取水工、導水路は既存施設を廃止し、新規に建設した。
- 既存取水工の直上流に取水工の新設を行った。
- 導水管の設計容量を 63 ﾘｯﾄﾙ/秒とし、既存の導水路（開渠）の中に PVC 管（φ8”～12”, L=3.75km）を布設した。この結果、既存処理容量は 24 ﾘｯﾄﾙ/秒から計画処理容量 54 ﾘｯﾄﾙ/秒へ増加。
- 浄水場内の沈澱池の建設は援助期間満了のため未完成であるが、中断され使用されていない。
- ろ過池、配水池等浄水場内の他の新設予定施設の工事は行われていない。
- 市内配水管網の整備は、EU 技術者により計画されたが、工事の実施は行われていない。

(2) 水源の状況、水源量

浄水場の水源であるカチル川の集水域は樹林に覆われた山地で面積は 26km^2、流域は浄水場の北東部に位置する。集水流域内には小規模の集落が散在し、100 世帯ほどの住民が生活しており、一部の山林斜面がトウモロコシ等の畑となっている。乾期は水量が減少するが、雨期は河川の水量は多く、取水点で流量 63 リットル/秒(導水管設計流量)以上の取水が可能である。雨期に降雨が長時間続いた場合、降雨後一時的に濁度が高くなる。生活用の飲料用取水、農場への灌漑等の取水や、生活排水の流出がある他、農地での殺虫剤等の農薬使用があるため河川水の汚染の可能性がある。また、集落住民による生活用に使用するための森林伐採があり、降雨による土砂の流出がある。自然保護、流域保全につき市は何らかの対策を取る必要あるが、農業省国家森林局(INAB)によればガイドラインはあるものの、法的な規則は整備されていない。浄水場以外の浄水水源としては、浄水場敷地内に井戸 1 本カチル（12.0 リットル/秒）、市内に井戸 2 本（ラ・ビルヘン、アグア・カリエンテ 計9.2リットル/秒）があり、給水量不足時の補填や公共水栓等に用いられている。

(3) 施設状況

1) 取水・導水施設

浄水場は市街地から約 3ｋm離れた山麓にあり、取水工はコンクリート式固定堰である。取水源は北東の山中を流れる渓流カチル川で、取水工はカチル川の旧取水工上流に EU の融資によって 2002 年に建設された。取水工から浄水場までの導水管 3.75km についても、2002 年に EU の融資により更新された。EU の設計資料によると導水管の設計流量は 63 リットル/秒であるが、浄水場の設計流量は 54 リットル/秒となっている。導水管は、EU の計画施設の建設が中断されたため、浄水場の着水路に仮設の形で設置されたままとなっている。導水管途中での分水は下記の 3 ヶ所に存在する。

① 取水工下流約 400m 地点

農村部域としてカチル村 27 世帯（人口 150 人程度）に給水しており。給水栓には水道メーターの設置があり水道料金を徴収している。配水タンクが設置されている。②と③は隣接しており、浄水場より上流 1.5km 地点にあり農場に給水している。1912 年に水利権協定を結んでいる。

②フィンカ・カチル

水道メーターの設置ない。乾期に地主が自主的にバルブを調整している。

③フィンカ・サンニコラス

水道メーターはあるが料金徴収はしていない。水利権 3,600m^3/月。夏の水源量が少ない上に導水管から分水するために浄水場の到達量が少なくなる場合も考えられるが、平均すると①0.37 リットル/秒、②③1.39 リットル/秒程度であるため、浄水場到達量からの損失量としては少ない。

現地調査時に測定した導水管の浄水場到達流量は 66～72 リットル/秒であり、また、測定期間連夜に降雨があったにもかかわらず浄水場の到達水は濁度が 0.6～3.8 度以下であった。浄水場管理人への聴

き取りによると、通常は降雨後一時的に濁度が上がることはあっても数時間内に低下するとのことであり、また、6～9 月の雨期に 5～6 回程降雨後の濁度が大きく上昇するが、1 日以内で平常に戻るとのことである。雨期には EU の導水管設計流量である 63 ﾘｯﾄﾙ/秒以上の流量が浄水場に到達している。一方、乾期の浄水場到達量は、浄水場の管理人によると雨期の 40%程度とのことであり、到達水路の三角堰による測定(2004 年 3 月 12 日)では 29 ﾘｯﾄﾙ/秒であった。乾期の到達量は河川流量の減少及び導水管途中からの農場等への分水のために 25～30 ﾘｯﾄﾙ/秒と推定される。巻末の添付資料に導水管縦断図と水理計算書を示す。

【導水到達量及び水質測定】

浄水場の着水井及び直上流の導水管における測定値は下表に示すとおりである。

表 2.2.28 サラマ市浄水場の導水到達量及び濁度測定値

測定日	流量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	濁度		備考
		(度)	(NTU)	
04 年 3 月 12 日	29	-	-	-
05 年 7 月 19 日	-	115	165	サンプル分析による
8 月 10 日	-	1.7	2.4	サンプル分析による
9 月 12 日	66.5	1.3	1.85	着水水路 微流速計
9 月 13 日	77.5	0.8	1.14	着水水路 微流速計
9 月 13 日	76.3	-	-	超音波流量計による
9 月 15 日	66.0	0.7	1.00	着水水路 微流速計
9 月 16 日	71.8	2.2	3.14	着水水路 微流速計
9 月 17 日	69.8	0.6	0.86	着水水路 微流速計
9 月 24 日	-	3.8	5.43	着水水路 微流速計

2) 浄水場施設

浄水場内の既存施設は、着水井、沈澱池への取付け水路、普通沈澱池、緩速ろ過池、配水池及び塩素注入施設から構成される。1968 年に建設された緩速ろ過システムであり、凝集剤の注入設備はない。また、EU の資金援助にて市が独自で行った給水施設の拡張工事のうち、取水工と導水施設の工事が完了しており、その他の施設としては沈澱池が未完成の状態でプロジェクトが終了している。EU の沈澱池を含めた既存施設の構造寸法と諸元は以下のとおりである。

【既存施設】

① 着水井及び開水路

構造 :鉄筋コンクリート

着水井寸法 :幅 1.00m×長 1.00m×深 2.10m×1 槽

開水路寸法 :幅 0.50m×深 0.75m×長 3.00m

② 普通沈澱池

構造 :鉄筋コンクリート擁壁式構造

寸法 :幅 4.10m×長 26.10m×深 3.29m(有効深さ 2.90m)×2 池

有効容量　　：310m^3/池

③ 緩速ろ過池

構造　　：鉄筋コンクリート擁壁式構造
寸法　　：幅 12.90m×長 17.05m×2 池
ろ過面積　　：220m^2/池

④ 配水池

構造　　：石積み擁壁構造
寸法　　：幅 13.5m×長 14.1m×深 2.5m×2 池
有効容量　　：有効容量 400m^3/池

【EU 支援プロジェクトによる普通沈澱池(EU 沈澱池)】

構造　　：鉄筋コンクリート式水槽（コンクリート打設のみ施工）
寸法　　：幅 8.05m×長 39.4m×深 3.80m×2 池
有効容量　　：有効容量 1,205m^3/池

【既存施設の運転管理状況】

既存の浄水場施設は緩速ろ過システムであるが、ろ過池能力自体の不足に加えて、既存施設容量以上の給水を行いたいために不適切な運転を行っている。ろ過池は設計処理量が 24 ﾘｯﾄﾙ/秒であるが、雨期には 70 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の到達量の全てを沈澱池経過後、ろ過池内に流入させている。しかし、ろ過層でこの全てを通過させることができず池壁よりオーバーフローするため、池内から池壁を越して流出側の調節井に流れるようにポリエチレン管 15 本をバイパス管として設置している。総流入量 70 ﾘｯﾄﾙ/秒の約 30%がこのバイパス管によって送水されており、残り約 49 ﾘｯﾄﾙ/秒がろ層を通過（ろ過速度 9.6m/日）している。処理水は、適切なろ過速度の下、全てろ過層を通過させるべきであるが、現状の運転方法ではろ過池の本来の機能が果たされておらず、無処理の状態に等しい。しかし、水量的には、サラマの日平均需要量である 46 ﾘｯﾄﾙ/秒以上の流量が浄水場から供給されており、現在雨期における配水量は充分にある。一方、乾期需要量は 55 ﾘｯﾄﾙ/秒と推定されるが、河川水到達量と市内井戸水を合計しても 46 ﾘｯﾄﾙ/秒程度であるため 17%程度の不足量があり、現在も乾期には、特に市街地外周の標高の高い地区において水不足が発生している。

緩速ろ過池 2 池の調節井から配水池までは、正規の送水管以外に、場内連絡管を設けている。この連絡管にて送水される水は塩素注入室を経由していないため塩素が注入されていない。また、正規の送水管についても現地調査時には塩素シリンダーが空になっており、塩素が注入されていなかった。

ろ過池のろ層は 3 層構造で、設計図面によると当初下層：玉石 40cm 厚、中層：礫 30cm 厚、上層：砂 50cm 厚の全層厚 1.2m であったが、現在は全層厚が 90cm となっており、砂層厚は僅かに 20cm である。

ろ過水量が減少してくると、ろ過砂表面を掻き取ることのみを繰り返し行っている。以前は、砂層厚が不足してくるとサラマ川河床の砂を補充していたが、現在、補砂は行われていない。

現在、浄水場には場内で生活する警備員を1名配置しているのみで、浄水場専任のオペレーターは在籍しない。日常的な管理作業としては、沈澱池及びろ過池水面のごみの撤去や塩素注入状態の監視のみである。ろ過池の洗浄作業や沈澱池の排泥作業時には、その時のみ人員を調達している。本計画による改修に伴い、浄水場専任のオペレーターの配置を含む適正な運転管理（水量調節、水質監視、ろ過砂掻き取り洗浄、排泥、塩素注入、運転記録等）を実施できる体制を整える必要がある。

本来、通常の緩速ろ過池であれば2週間程度毎に必要とされる、ろ過砂の掻き取り・洗砂作業が行われておらず、その代わり、大掛かりなろ過池洗浄作業が 6 ヶ月毎、年に 2 回行われている。1 回目は下部ろ層の玉石まで含めて行い、2回目はろ層上部の砂のみ行う。この清掃時に 20 人程度の人夫を要すが、臨時雇いの 12 人で砂表面のスラッジとろ層をスコップやクワを使用して池外に搬出し、他は市の常雇い人夫でまかなう。このろ材の搬出作業に3週間を要し、池外でろ材を洗った後池内に戻す作業にさらに 3 週間を要する。ろ材の洗浄作業はポンプで水をかけてクワで洗い、再利用できない砂は捨てる。この作業期間中、約 1.5 ヶ月はろ過池の使用ができない。ろ過池は 1 池ずつ清掃されるため、1回目の2池清掃に3ヶ月、2回目の2池清掃に1ヶ月、計年に4ヶ月の作業時間が必要とされる。従って、2池の正常運転は年間 8 ヶ月しかできない。清掃後、また 1 ヶ月も経過するとろ過能力が低下する状況にある。

3) 市内の既存井戸の状況

サラマの市内には水中ポンプ汲み上げによる深井戸が 6 ヶ所（浄水場給水区域 4 ヶ所、その他 2 ヶ所）存在する。

【浄水場給水区域内】

- カチル浄水場内井戸：2002 年建設。カチル川からの導水量が不足する場合に稼働するが、3 月～7 月はほぼ毎日使用。井戸深 180m、ケーシングφ200mm(8”)、揚水量 190GPM(12.0 ﾘｯﾄﾙ/秒)、水中ポンプ 40HP。

  井戸ポンプの揚水量計測： 超音波流量計にて実測 PVCφ100mm(4”)、Q=12.10 ﾘｯﾄﾙ/秒。
- ラ・ビルヘン：1995 年建設。グアテマラ市からの幹線道路脇にある。直接市内の配水管に注水。浄水場からの送水があるときは停止し、夏の数ヶ月の補助用に使用。井戸深 240m、ケーシングφ200mm(8”)、揚水量 130GPM(8.2 ﾘｯﾄﾙ/秒)、水中ポンプ 50HP。
- アグア・カリエンテ：公共水栓用に井戸 1 ヶ所（5HP、タンク 1.2m^3）、仮設の市場用に 1 ヶ所（5HP、高架タンク 55m^3）、乾期に住民がバケツで汲みにくる。

【浄水場給水区域外】

配水管網は別で井戸ポンプは常時稼働している。この 2 井戸で約 479 世帯の給水を行う。

- バリオ・エスタンシア：手堀の井戸、7.5HP 水中ポンプ貯水タンクがある。
- アルカンタリージャ： 7.5HP、地上ポンプ 7.5HP、丘陵の中腹に配水タンクがある。

(4) 既存施設の問題点と改修内容

各施設（沈澱池、ろ過池、配水池）の構造物躯体から水漏れは確認されなかったため、継続的な使用に問題はないものと判断された。既存施設の設計容量に対する、各施設の現状と問題点を以下に取りまとめた。

【着水井】

- 沈澱池流入前のゲートが経年劣化で壊れており、沈澱池清掃時は水路内にコンクリート片、骨材、布切れ等を詰めて止水していた。

【沈澱池】

- 滞留時間が約 7.2 時間であるが、横流式普通沈澱池の場合は滞留時間 8 時間が必要である。
- 整流壁が下流側に設置されていない。
- 排泥用平底弁(φ8”)の経年劣化に伴い、排泥口を確実に閉めることができず、定期的な清掃ができない状況にあった。このため、沈澱池底部に大量の汚泥堆積が確認された。

【ろ過池】

- ろ過池への導水路のゲートの漏水が著しい。
- 調整井のフロートバルブのフロートが壊れ、閉じた状態となっており、流量の調整ができない。
- 本来、各ろ過池のろ過水ピットの配管が合流し、塩素注入室を経由して配水池に流入すべきであるが、ろ過水ピットから塩素注入無しに配水池に直接流入するバイパス配管の設置がある。
- ろ過池壁体と原地盤の間の高低差が大きく、ろ過砂掻き出し作業が行いにくい。
- 流量計の設置がなく、浄水場での生産量の把握ができない。
- ろ過砂分析の結果、有効径、均等係数とも JWWA の規格値より大きく、閉塞しやすい粒度組成となっている。洗浄濁度、強熱減量、塩酸可溶率についても規格値以上であり、ろ過材としては不適当である。

【配水池】

- 現在、配水池容量は 800m^3 であり、設計水量（24 ﾘｯﾄﾙ/秒）の 9.3 時間の容量がある。

【EU の協力で建設された沈澱池】

- コンクリート構造物表面が粗く、鉄筋のかぶりが十分に確保されていない箇所や豆板(ジャンカ)も確認されたため、そのまま利用することはできない。

- 沈澱池は2池から構成され、各池の中間に整流壁が設けられている。 排水施設としてPVC管φ6”が各々の槽に設けられていたが、排水弁は未設置である。また、この排水管は場内の排水管には未接続の状態である。沈澱池に既設の排水管の通水能力を確認するために注水試験を実施したところ沈澱池4ヶ所の排水管の全てが利用可能であることが確認できた。

(5) 給水計画、給水状況

サラマ市全体では、カチル川、浄水場内の井戸1井、市内に建設された井戸6井を水源としている。給水区域は、「カチル浄水場により給水される区域」と、「それ以外で市内既存井戸のみにて供給される区域」に分けられ、下記の5系統に分けた配水サービスを実施している。

① カチル浄水場からの配水系統（都市部：図2.2.3中の赤塗りエリア）

浄水場からの浄水された水を市内に提供している。雨期はほぼ24時間サービスを行なっている。乾期は、浄水場水源量が極端に減少するため、浄水場内井戸（SP6）と、市内井戸（SP3）を稼動して配水している。しかし、供給量が十分でないため、24 時間運転には至らない。SP3 は井戸より直接配管網に接続されている。

② 市内井戸アルカンタリージャ（SP1）による配水系統 （本計画の対象外地区）

井戸を水源として常時稼動し、井戸元貯水層、送水ポンプ、配水池、配管網が独立した配水系統で整備されている。通期24時間の給水サービスが提供されてある。

③ 市内井戸エスタンシア（SP2）による配水系統 （本計画の対象外地区）

井戸を水源として、配水池、配管網が独立した配水系統で存在する。通期 24 時間の給水サービスが提供されている。

④ 送水ポンプ（BP2）による配水系統

市内の標高の高い給水地域への送水のためバリオ・カラバリオ セクトール・ミネルバに中継ポンプがあり、カチル浄水場からの配水を貯水池に受けて、送水ポンプ 5HP で丘の中腹の配水池に送水し、給水地域に配水されている。給水サービスは①の系統と同様である。

⑤ 市内井戸（SP4、SP5）による市場用系統 （本計画の対象外地区）

本系統は市場用の系統であり、2本の井戸が通期、日中のみ稼動している。内1本は井戸に併設された共同水洗のために稼動し、誰でも無料で利用できる体制となっている。このため乾期の水不足の際には多くの利用者が訪れる。

浄水場による給水地区の一般家庭用給水栓数は3,633栓である。市内中心部においても空地は多く、住居建設の余地があり、将来的な人口増加の可能性がある。市内の配水管網は、1969年にINFOMの支援により整備され、給水率は90%以上とされる。管種はほとんどPVCであるがACPも若干存在する。

配水管網はある程度セクター分けされており、制水バルブがあり、漏水工事等の場合に特定区域のみの遮断が可能である。漏水は月に 60 件程度であるが、そのほとんどが各戸給水接続線である。主要配管の漏水は月に 5～6 回程度である。

配水管網の整備については、①幹線の送水管からバリオ・サンホセを通してセメンタリオまで送水管 PVC φ4”(約 2.0km)、②バリオ・サンタ・エレナ 送水管 PVCφ4”(約 2.0km)の建設が必要であるとされる。市場が火事に遭ったため、本年 4 月より仮設市場を開き井戸により給水している。

聴取りによると、街の中心地域は水圧があるが、苦情として主に街の周辺地区で浄水場に対して標高差の少ないところあるいは高いところで水圧不足である。乾期は、都市域の 20%の地区で水が不足する。水質の濁りは雨期の 5～10 月に多く発生する。

2-2-3-5 カバーニャス市

(1) 上位計画、他計画の実施状況

1949 年に公共事業局がハラパ川からの導水計画を実施した。自然流下で浄水場まで導水するシステムで、取水施設、導水路、沈砂地、沈澱池、緩速ろ過池、塩素注入施設で構成された。また、初めて鋳鉄管使用の配水網が市街地に整備された。浄水場より上流約 6km のところに旧取水工がある。

ハラパ県を上流とするハラパ川はハラパ市からの生活排水の流入により水質が悪化したことを契機に、水源の変更をする必要性が生じたことから、1971 年に公共事業局はシステムの拡張プロジェクトを実施した。これにより、サンペドロ・ピヌーラ山系を水源とするトボン沢からの取水を行うこととし、取水工、導水路、沈砂池が建設され、旧導水施設は使用されないようになった。また、アスベスト管や亜鉛メッキ鋼管を使用して市内の配水網の拡張も実施された。1988 年には上記の水源のバックアップとして、深井戸が 2 本掘削されたほか、PVC 管で配水網の拡張・整備が行われた。1996 年、INFOM によりトボン沢からの導水路の機能向上のために改修工事が行われ、減圧槽 1 基、ボックス付の空気弁等が設置された。その後、国庫からの補助金を利用し、給水率 100%を目的として給水システムの整備・補修が実施された。

現在では、井戸ポンプにより直接給水される配水網、配水地から自然流下で給水される配水網が構成され、市の給水地区は市の東部ケブラーダ・オンダ、西部のラ・ラグナ及びエル・プエンテの 3 村落にまで及んでおり、配水地から各村落まで各々独立した給水システムがある。また、現在は、井戸の経済性を考慮し、給水システムはセクター化され、時間別給水が行われている。しかしながら、既存施設には運用上の問題があり、システム改善の必要性が認められる。特に配管は 30 年以上前に布設されたものが多く、また当初のシステムが技術的な調査なしに更新されている。市は給水システムの問題点について取りまとめ、2003 年 6 月、上水道改善計画として SEGEPLAN にプロジェクト実施を申請したところ、FIS による融資が決定した。FIS 融

資により実施が決まった内容は下記のとおりである。

① 取水工の改修 トボン沢１ヶ所
② 取水工接続枡１ヶ所
③ 導水管改修 2,610m、既存管口径の拡張φ4”→φ6”（PVCφ6”、φ3”PVC、亜鉛めっき管φ6”）
④ 減圧水槽１ヶ所
⑤ 石積配水池の建設 300m^3
⑥ 高架タンク（鋼製）建設 30m^3
⑦ 送水管 450mPVCφ100
⑧ 配水管 3,294m(PVCφ100～φ13)

(2) 水源の状況、水源量

本市における上水道の水源は、ハラパ川の支流であるトボン沢及び市内にある井戸２本（アマテI、イスラ）である。既存の浄水場施設は緩速ろ過システムであるが、沈澱池及びろ過池の躯体に漏水などの問題が生じ、2 年前よりその使用を停止している。乾期はトボン沢から導水する原水を浄化処理せずに、直接場内の配水池に送水しており、水量が不足する場合は市内井戸の水を使用している。

住民からの聴取では水道水が降雨後濁るというのは、トボン沢の水を導水する際に、沈澱池、ろ過池を使用せずに配水していたためと推定される。また、井戸水はごく限られた一部地区を除き、浄水場内の配水池に送水されている。雨期の 5～10 月の間は、降雨後に一時的に濁りが発生するため導水管の送水を停止し、市内２ヶ所の井戸を使用している。

取水工の管理人によると、トボン沢の水は雨期の降雨後月に 3～4 回濁ることがあるが、濁りは半日で低下する。高濁度時には取水工の点検者から処理場へ無線で連絡された後、導水を止めており、その間は市内の井戸にによる給水を行う。本現地調査中、本流のハラパ川は濁度が非常に高いにもかかわらず、トボン沢は水質良好で濁りはなかった。流量については、乾期においても取水点において全量取水とはならず、若干量が河川流として下流へ流れるとのことであった。前述したように、比流量による推定では乾期の渇水流量は 24 ﾘｯﾄﾙ/秒程度と推定される。

市街地にはアマテI、アマテII、イスラの３本の井戸が存在する。これらの井戸は 1988 年に建設されたが、アマテ II は 4 年前の建設時より問題があり現在は使用しておらず、操作盤は撤去されている。それぞれの井戸からは送水管が浄水場内の配水池に通じており、またアマテ I は、市街地の高位部で浄水場の配水池からの給水圧が低い地区に対して直接給水を行っている。井戸アマテI は連日運転しており、日中は市内配管へ直接配水、夜間は浄水場の配水池に送水を行っている。一方、井戸イスラは午前中のみ運転している。井戸水の単位時間当たり使用量は 20.6 ﾘｯﾄﾙ/秒（イスラ：揚水量 37.9 ﾘｯﾄﾙ/秒、ポンプ稼働 3 時間、アマテI ：揚水量 19.0 ﾘｯﾄﾙ/秒、ポンプ稼働 20 時間）であるため、現況の給水量は時間連続量に換算すると 21 ﾘｯﾄﾙ/秒と想定される。

①井戸アマテ Ⅰ

運転時間：毎日 20:00～16:00、トボン沢の水利用可能時（10～2 月）5:00～17:00、ケーシングφ8”、モーター30HP、揚水量 18.9 ﾘｯﾄﾙ/秒（9 月 20 日超音波流量計による測定 20.32 ﾘｯﾄﾙ/秒）

②井戸イスラ

ディーゼルエンジン駆動、縦軸タービンポンプ。9:00～12:00 毎日使用。トボン沢から水が来る時は1時間のみの運転。12:00 頃には配水池が満杯となるため運転を停止する。手掘り井戸、96HP、揚水量 37.9 ﾘｯﾄﾙ/秒（9 月 20 日超音波流量計測定 34.2 ﾘｯﾄﾙ/秒）

(3) 施設状況

1) 取水･導水施設

トボン沢の取水工下流 360m 地点には沈砂池があり、浄水場までの導水路は全長 15.9km にわたって PVC 管(φ4”～6”)が敷設されている。取水工までのアクセスは 10.0km までは車道、残り 5.9km は徒歩で全工程 3 時間の距離である。トボン沢からの導水路は、取水口直下の約 90m の配管が 2000 年に河川の増水により流失。それ以降、雨期に川の増水による破損を防止するため一時的に導水管が撤去されており、この期間、トボン沢の水が導水不可能となるため、市内の深井戸を稼働させている。また、18 ﾘｯﾄﾙ/秒の設計流量に対して 12～14 ﾘｯﾄﾙ/秒しか浄水場に導水されておらず、管路の更新や管径の変更が必要であると認められ FIS 融資による工事が実施された。導水路 90m 区間の工事は、市の費用で蛇籠による防護工を行うこととなっている。

本現地調査時点では、FIS の融資により、取水施設、導水施設、浄水場内の配水池施設、配水管施設の改修工事が進められており、導水管の FIS 事業に係る管口径の拡張工事は完了しており、改修後計画流量は 18 ﾘｯﾄﾙ/秒とされた。しかしながら、本現地調査で実測した結果は、取水工の排砂ボックス下流で 25.2 ﾘｯﾄﾙ/秒、減圧ボックスの下流で 16.5 ﾘｯﾄﾙ/秒、浄水場沈澱池流入部で 13.7 ﾘｯﾄﾙ/秒であり、FIS の改修目的である 18 ﾘｯﾄﾙ/秒の導水は実現されていない。沈砂池から減圧ボックスの間で水量の損失が大きく、これら施設の嵩上げ、余水吐き管の撤去等の改良が必要とされる。また、減圧水槽水位に対する浄水場流入部の静水圧が 124m であり、既存の PVC 管（160psi=11.2kg/cm^2）では耐圧強度に問題があるため、既存の減圧水槽と浄水場の間に新規減圧水槽を設ける必要があるが、その場合 18 ﾘｯﾄﾙ/秒の通水を確保するためには要請にある浄水場手前約 866m 区間の管口径拡張工事（PVCφ4”→φ6”）を行うことが必要である。巻末の添付資料にカバーニャス市浄水場の導水管縦断図と水理計算書を示す。

河川本流のハラパ川は雨期の濁度が高いが、取水地点は水質の良い支流のトボン沢にあるため、雨期においても著しい濁りは発生していない。今回の現地調査においても連日夜間に降雨があったが、原水は 3.6～8.7NTU 程度の濁度しか測定されなかった。聴き取り調査により、多少高い濁度が発生しても降雨直後の数時間以内に低下するものと判断された。

表 2.2.29 カバーニャス市浄水場の導水到達量及び濁度測定値

測定日	測定場所	流量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	濁度		測定方法	備 考
			(度)	(NTU)		
9 月 21 日	沈澱池着水	13.7	2.5	3.6	超音波流量計	前夜、降雨あり。
9 月 22 日	取水工	-	6.1	8.7	-	前夜、降雨があったが濁度は低い。
9 月 23 日	取水工直下	25.2	-	-	超音波流量計	-
9 月 23 日	No1.減圧槽下流	16.5	-	-	同 上	-
9 月 23 日	沈澱池着水	13.7	-	-	同 上	前夜、かなりの降雨があったが見た目には濁度はなく、透き通っている。

2) 浄水場施設

既存浄水場内の既存施設は、普通沈澱池、緩速ろ過池及び配水池から構成されている。 また、FIS の融資により、浄水場内に配水池の増設及び高架タンクの新設工事が行われた。現場での計測並びに現地関係者からの聴取から、既存施設の諸元は以下のとおりであった。

① 普通沈澱池
　構造　　:石積み擁壁構造
　寸法　　:幅 2.00m×長 36.4m×深 3.00m(有効深さ 2.70m)×1 池
　有効容量　:196.6m^3
② 緩速ろ過池
　構造　　:石積み擁壁構造
　寸法　　:幅 10.0m×長 16.00m×1 池
　ろ過面積　:160m^2
　ろ過砂厚(現在) :1.05m
③ 配水池
　構造　　:石積み擁壁構造＋レンガ積み
　寸法　　:幅 10.7m×長 15.3m×深 2.45m×1 池
　有効容量　:有効容量 400m^3
④ FIS 建設配水池:鉄筋コンクリート造、有効容量 150m^3×2 池
⑤ FIS 建設高架タンク:有効容量 60m^3×1 池

3) 既存施設の運転管理状況

現地側関係者からの聴取によると、2 年前の地震により浄水場内の沈澱池並びにろ過池にひび割れが発生し、その補修を行ったとのことであった。被害程度や補修内容が不明であったため、目視確認の他に、空であった沈澱池に原水を注水し満水状態として漏水状況を確認した。

現在、浄水場には警備員を 1 名配置しているのみで浄水場専任のオペレーターは在籍しない。日常的な管理作業としては、警備作業の他に沈澱池及びろ過池水面のごみの撤去や塩素注入の監視のみを行っている。現在は浄水システムが機能しておらず、本来必要であるべき運転管理業務は行われていないが、本計画による改修に伴い、浄水場専任のオペレーターの配置を含む適正な運転管理（水量調節、水質監視、ろ過砂掻き取り洗浄、排泥、塩素注入、運転記録等）を実施できる体制を整える必要がある。塩

素の注入は 6 ポンド/日の注入を行うとのことであり、21 ﾘｯﾄﾙ/秒の生産量とすると、注入量は 1.5mg/ﾘｯﾄﾙであり、妥当な量と判断される。

(4) 既存施設の問題点と改修内容

既存施設の問題点と改修内容は下記に示すとおりである。

【沈澱池】

- 既存は 1 池しかないため、維持管理作業時に通水を停止せざるを得ない。
- 整流壁の設置がない。
- 設計流量 12 ﾘｯﾄﾙ/秒から計算すると、沈澱池の滞留時間は 4.5 時間と少ない。
- 沈澱池を水張して躯体の水密性につき確認したところ、沈澱池天端より約 1m 下方にある幅 5mm 程度のクラックから約 20m^3/日の漏水を確認した。沈澱池は練り石積み構造で建造されており、他の箇所においても地震による被害を受けているものと推定された。

【ろ過池】

- 既存は 1 池しかないため、維持管理作業時に通水を停止せざるを得ない。
- 設計流量 12 ﾘｯﾄﾙ/秒に対してろ過速度が 6.5m/日と大きい。
- ろ過砂の分析の結果、有効径、均等係数とも JWWA の規格値より大きく閉塞しやすい粒度組成となっている。また、洗浄濁度、強熱減量、塩酸可溶率についても規格値以上でありろ過材としては不適当である。
- 排泥弁が設置されているが、バルブ以降に管渠が設置されていない。
- ろ過池側壁の内側にひび割れを確認した。ひび割れは幅約 1mm で構造物壁体を縦から下部方向に走り、枝状のひび割れも派生していた。

【配水池】

- 既存配水池の容量は 400m^3 であり、9.3 時間の貯留時間があり、特に問題はない。
- 既存配水池は躯体からの漏水も確認されず、特に構造上の問題はない。
- 泥吐き管は現在、カバーニャス市センター地区以外の配水本管として使用されており、本来の機能を果たしていない。
- 流出側に流量計が設置されていないため、配水量が不明。

【塩素注入施設】

- 塩素注入は他の 2 都市と同様に INFOM より指導されている液化塩素による方式である。
- 現在、注入設備が 1 基しかないため井戸アマテからの地下水のみに注されており、井戸イスラからの地下水とトボン沢からの表流水には塩素注入できない。

【排泥施設】

- 場外に垂れ流しにされており、放流可能な場所まで排水路を建設する必要がある。

(5) 給水計画、給水状況

カバーニャス市都市部の給水地域は、①都市中心部、②ケブラーダ･オンダ、③ラ･ラグーナ、④エル･プエンテの 3 村落である。水源はトボン沢を水源とした浄水場の浄水と、市内 2 本の井戸を水源としているが、これらの水は一旦浄水場内の配水池に集水された後、配水される一系統のサービスを行っている。カバーニャス市内、エル･プエンテ、ケブラーダ･オンダの標高が高い一部の地区で水圧が不十分であるが、現在 FIS により建設中の高架タンクによってこの問題は解消される。給水栓接続数は 1,427 栓で、水道メーターの設置計画が現在進められている。2006 年 3 月には全ての接続が完了し、2006 年 4 月から新料金体制に基づいた料金徴収が開始される予定である。現在、住民側の節水意識が低いことを踏まえ、運転コストの縮減を図るため、井戸の運転時間を抑えた運転を行っているが、FIS 計画及び本改修計画の完成と、水道メーターの整備により、同市の配水システム上の問題はなくなるものと考えられる。また、全家庭より排水できる汚水管は既に整備されている。現在の水需要量は約 22 ﾘｯﾄﾙ/秒であり、現在のトボン沢の原水到達量 12～14 ﾘｯﾄﾙ/秒からすると約 60%の充足率であるが、実際には市内の井戸を全面的に利用して 21 ﾘｯﾄﾙ/秒の配水を行っており、需給量はほぼバランスしている。

2-2-4 給水地区の水利用状況

(1) 社会情況調査の方法

調査の目的は、本計画対象施設に求められる適切な機能や規模を決定するための基礎条件を得るために、プロジェクトサイトにおける住民の意識、生活環境などの社会条件を的確に把握することである。調査方式は調査団作成のアンケート票を使用し、訪問面談調査で、下表に示す世帯数の 8～10%の世帯数を対象に、INFOM の地方自治体強化課社会担当室が実施した。

表 2.2.30 アンケート調査対象母集団

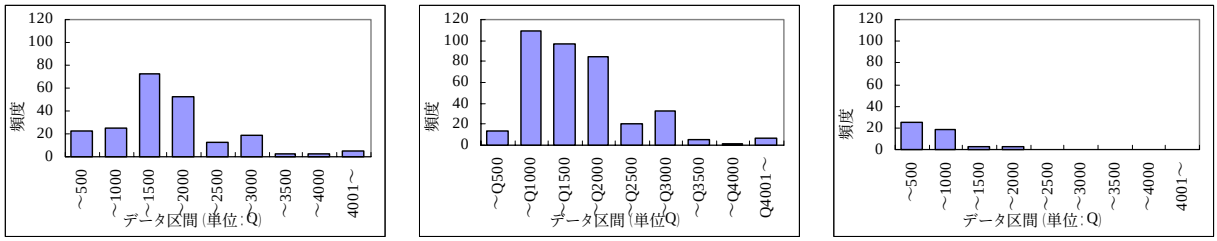
都市名	ｻﾝﾌﾟﾙ母数 (戸)	給水ｴﾘｱ内 戸数(戸)	ｻﾝﾌﾟﾙ数の 割合 (%)
サナラテ市	351	4,586	7.7
サラマ市	404	3,915	10.3
カバーニャス市	108	1,427	7.6

(2) 社会状況

社会状況に関する項目の結果を下記に示す。

表 2.2.31 社会状況に関するアンケート調査結果

都市名	世帯当り家 族数 (人/戸)	月収 (Q/月)	電話設置率 (%)	電化率 (%)	ゴミ収集利 用率 (%)	ﾌﾟﾛﾊﾟﾝｶﾞｽ 使用率 (%)	ﾄｲﾚ設置率 (%)
サナラテ市	4.82	1,952	34.1	98.8	67.1	91.3	99.4
サラマ市	5.00	1,550	58.0	99.3	62.9	90.3	99.3
カバーニャス市	5.32	473	39.3	94.4	27.1	59.3	100.0



サナラテ市　　サラマ市　　カバーニャス市

図 2.2.9　月平均所得の分布

表 2.2.32　就業構成率　　**（単位：%）**

市　名	行商	単純労働者	洗濯屋	農民	店員	料理人	整備工	市職員	職人	運転手	その他
サナラテ市	7.5	5.1	0.3	13.2	9.0	2.4	5.4	7.5	4.2	3.6	41.7
サラマ市	6.1	5.1	0.3	15.4	16.2	1.0	7.1	4.8	15.2	2.3	26.8
カバーニャス市	8.3	0.9	0.9	40.8	3.5	1.9	0.9	0.0	1.9	7.4	33.4

一世帯の家族数は 4.8～5.3 人、電化率 95%以上、トイレ設置率はほぼ 100%である。月平均収入はサナラテ市で Q1,952 と、グ国が定義する極貧困層の所得 Q1,911 よりも高いが、サラマ市は Q1,550 とこれを下回っている。また、カバーニャス市では Q473 と極端に低く、住民の多くは零細規模経営の農家、一時雇いの労働者であるために、安定した収入が得られないのが現状である。

(3) 水利用状況

1) サナラテ市

サナラテ市では、以前水道サービスに起因してコレラが発生したことがあり、また「給水に汚れがある」と感じている率も 67%と高く、水道水水質に対する信頼性は低い。住民の約 70%は飲料用にボトル入りの市販水を利用している。調理用についても水道水の使用率は 87%に過ぎず、水道水は飲用よりも洗濯、炊事、水浴用に多く使用される傾向にある。

同市では雨期、乾期を通じて、都市部を中心に 24 時間給水を得ている住民が雨期 80%、乾期 90%と高い。24 時間サービスを得られていない住民の多くは、比較的標高の高い地域に位置しているか、あるいは配水システムが適切に機能していない地域に居住している。雨期の給水時間が乾期よりも少なく、雨期に給水の濁りが高くなる傾向にあり、特に降雨後に濁りの発生が出る。水量については満足度が 73%と比較的高いのに対して、水質の満足度は 60%程度である。「問題があるとする時期」は雨期とする率は 57%、乾期 11%、通期 8%で、問題の発生頻度としては 66%の住民が高いと感じている。「住民の給水に対する要望事項」は、「給水時間改善(61%)」よりも「水質向上(88%)」が多い。これらのことより、特に雨期における給水の問題が多く、現状として特に雨期の浄水場の水質処理機能が低いことがわかる。市では処理水の水質に対して不安があり、塩素の注入を多少多めにしているため、各戸給水栓において塩素臭が強い

という住民の声が多い。調査団が実施した各戸給水栓での計測値も残留塩素が 1.0～1.5mg/ﾘｯﾄﾙと高い値を示した。

2) サラマ市

サラマ市では、「給水に汚れがある」と感じている率が 65%、「混入物あり」が17%と高く、水道水水質に対する信頼性は低い。そのため住民の 80%がボトル入りの市販水を利用し、22%が調理用にも市販水を利用している。水道水は飲用よりも洗濯、炊事、水浴用に多く使用される傾向にある。同市では 24 時間給水を受けられる住民の率に雨期 90%、乾期 15%と極端な差がある。しかし、水量については満足度が62%であるのに対して、水質の満足度は 36%程度とそれ以上に低い。「問題がある時期」は雨期とする率は 63%、乾期 15%、通期 4%で、住民は乾期の水不足よりも雨期の水質に対して高い不満を感じている。問題の発生頻度としては 69%の住民が高いと感じている。「住民の給水に対する要望事項」は、「乾期の水不足を対象とした給水時間改善」が88%と高いが、「水質向上」がそれよりも高く93%となっている。水質は雨期の降雨後に濁度が高くなる傾向にある。以上のことから、特に雨期における給水の問題が多く、浄水場の水質処理機能が低いということがわかる。従って、既存浄水場の機能改善と、乾期の給水量補填の方策を講じる必要性がある。

3) カバーニャス市

同市では、「給水に汚れがある」と感じている率が 45%、「混入物あり」が 19%と高いにもかかわらず、飲用、調理用を含めた全ての用途に、ほぼ全ての住民が水道水を利用している。ボトル入りの市販水の利用はほとんどない。同市では水道メーターの設置につき準備段階中であり、反対の住民が居ることから市側の政策によって全市内において給水時間制限が実施されており、現在 24 時間随時給水を受けられる住民はいない。このため、水量に対する不満度が水質に対する不満度の 50%よりも多く、83%となっている。要望としても 24 時間給水を望む声が 97%と非常に多い。給水の原水は、沢水を原水とする導水管に問題があるため、現在は市内の井戸水を主として利用しているが、河川の水を利用できる場合においては雨期の降雨後に濁度が高くなる傾向にあり、水質向上に対する要望は 82%と高い。「問題がある時期」は通期 62%、雨期 30%で、通期は水量、雨期は水質に対して不満を感じている。問題の発生頻度としては 86%の住民が高いと感じている。

各市における水利用状況を図 2.2.10～図 2.2.13 及び表 2.2.33～表 2.2.41 に示す。

表 2.2.33 貯水槽所有、隣家への分水率　(単位：%)

サイト名	住居タイプ	貯水槽	隣家への売水/分水
	持ち家	所有	有り
サナラテ市	90.0	11.4	2.1
サラマ市	94.2	17.8	5.0
カバーニャス市	94.4	2.8	5.6

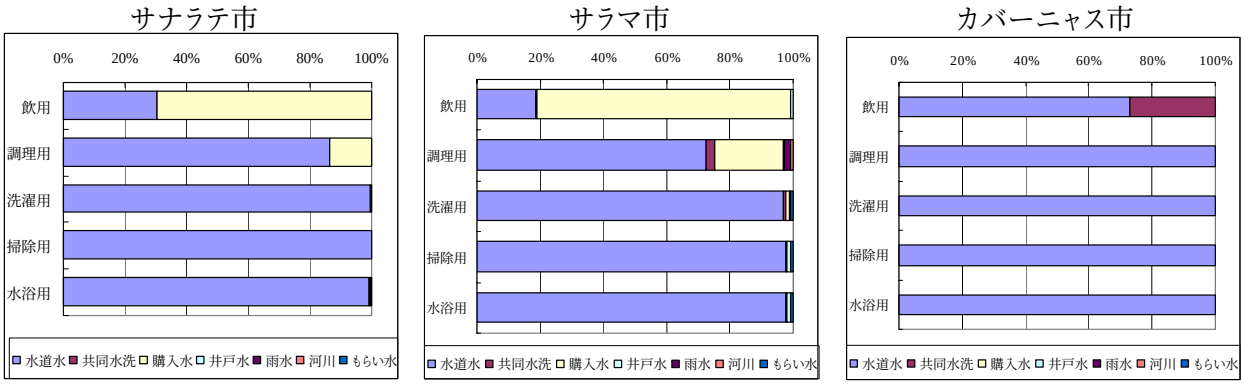


図 2.2.10　用途別水道水利用状況

表 2.2.34 用途別水利用状況　　**(単位：%)**

用　途	サイト名	水道用	共同水洗	市販水	井戸水	雨水	河川	もらい水
(1) 飲用	サナラテ市	30.5	0	69.8	0	0	0	0
	サラマ市	18.3	0.5	79.0	0.7	0	0	0
	カバーニャス市	73.0	27.0	0	0.0	0	0	0
(2) 調理用	サナラテ市	86.5	0	13.8	0	0	0	0
	サラマ市	72.0	2.5	21.8	0.2	2.0	0.7	0
	カバーニャス市	100.0	0	0	0	0	0	0
(3) 洗濯用	サナラテ市	99.7	0	0.3	0	0	0	0
	サラマ市	96.0	0.7	1.2	0.5	0	0	0.7
	カバーニャス市	100	0	0	0	0	0	0
(4) 掃除用	サナラテ市	100	0	0	0	0	0	0
	サラマ市	97.0	0.5	0	1.2	0	0	0.7
	カバーニャス市	100	0	0	0	0	0	0
(5) 水浴用	サナラテ市	93.3	0.3	0.3	0	0	0	0
	サラマ市	97.0	0.5	0	1.2	0	0	0.7
	カバーニャス市	100	0	0	0	0	0	0

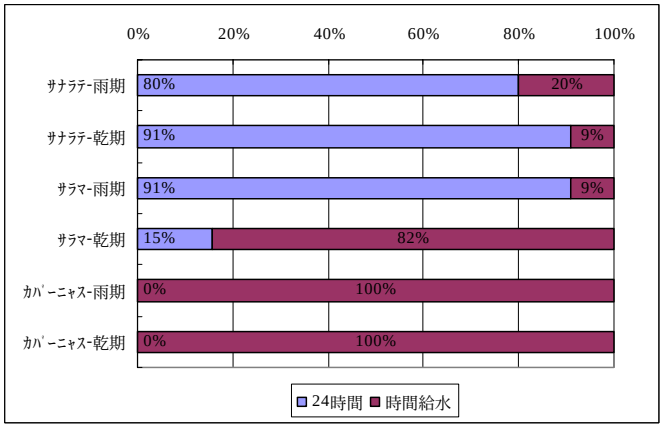


図 2.2.11　住民に対する 24 時間給水サービス率

表 2.2.35　給水サービス時間　　**(単位：%)**

サイト	雨期		乾期		水道メーター設置状況			漏水の有無
	24 時間	時間給水	24 時間	時間給水	有機能	有不良	無	有
サナラテ市	79.9	20.1	90.9	9.1	97.0	0.6	2.4	2.9
サラマ市	90.9	9.1	15.1	81.9	98.0	1.8	0.3	3.8
カバーニャス市	0	100	0	100	47.2	0	52.8	0

表 2.2.36 水因系疾病発症数 (単位:%)

サイト	下痢	コレラ	胃腸炎	ｱﾒｰﾊﾞ赤痢	結膜炎	天狗熱	マラリア	その他	無し
サナラテ市	20.5	0.0	2.6	3.7	2.0	7.1	0.0	33.0	38.5
サラマ市	34.7	10.1	13.9	20.5	11.1	34.2	9.4	12.6	38.1
カバーニャス市	13.9	2.8	6.5	14.8	0.9	10.2	1.9	41.7	39.8

表 2.2.37 水利用上の衛生観念 (単位:%)

サイト	飲料水利用方法	衛生教育受講
	煮沸飲用	経験あり
サナラテ市	39.9	9.4
サラマ市	58.7	21.0
カバーニャス市	15.7	13.2

表 2.2.38 給水水質状況 (単位:%)

サイト名	汚れあり	混入物あり	異臭	その他	問題なし	未回答
サナラテ市	67.0	6.8	0.3	0.3	5.4	22.8
サラマ市	64.6	16.6	0.2	0.2	-	15.8
カバーニャス市	45.4	19.4	0.9	0.0	-	51.9

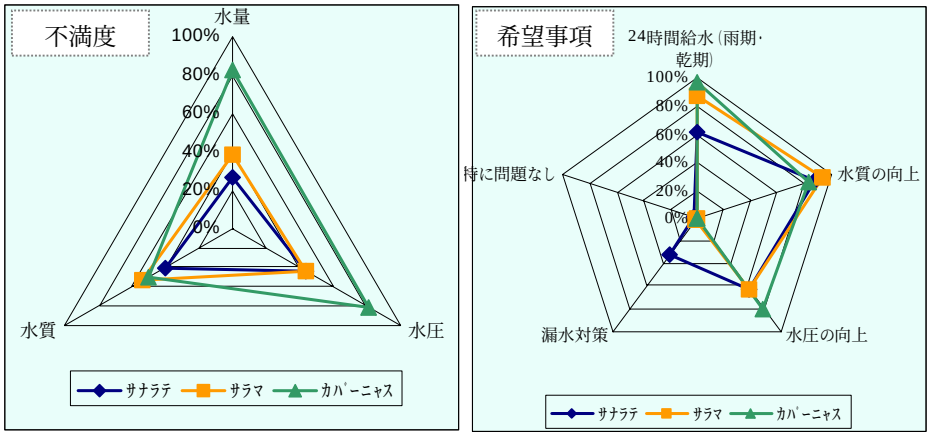


図 2.2.12 水道サービスに対する不満度と希望事項

表 2.2.39 水道サービスの満足度 (単位:%)

サイト	水量		水圧		水質	
	満足	不満足	満足	不満足	満足	不満足
サナラテ市	73.1	26.9	55.9	44.1	59.7	40.3
サラマ市	61.5	38.5	55.9	44.1	36.2	53.3
カバーニャス市	17.5	82.5	18.9	81.1	50.5	49.5

表 2.2.40 給水に対する要望 (単位:%)

サイト名	24 時間給水	水質向上	水圧向上	漏水対策	問題なし
サナラテ市	61.3	87.5	62.1	32.8	1.7
サラマ市	87.4	92.6	62.1	1.2	0.2
カバーニャス市	97.2	82.4	79.6	0	0

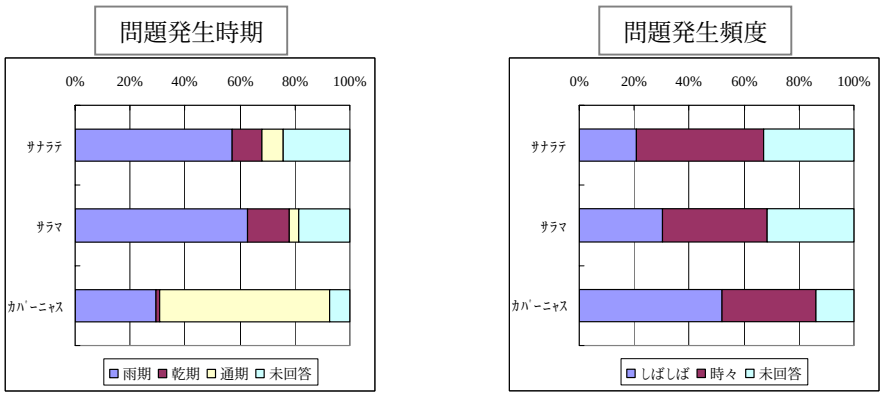


図 2.2.13 水道サービスの問題発生時期と発生頻度

表 2.2.41 不満発生時期及び頻度 (単位:%)

サイト	時期				頻度		
	雨期	乾期	通期	未回答	しばしば	時々	未回答
サナラテ市	57.3	10.5	8.0	24.2	20.8	46.2	33.0
サラマ市	62.9	15.1	3.5	18.6	30.4	38.1	31.4
カバーニャス市	29.6	0.9	62.0	7.4	51.9	34.3	13.9

(4) 水道料金徴収に関して

アンケートから得られた現在の水道料金支払額と、支払可能額の頻度分布を以下に示す。

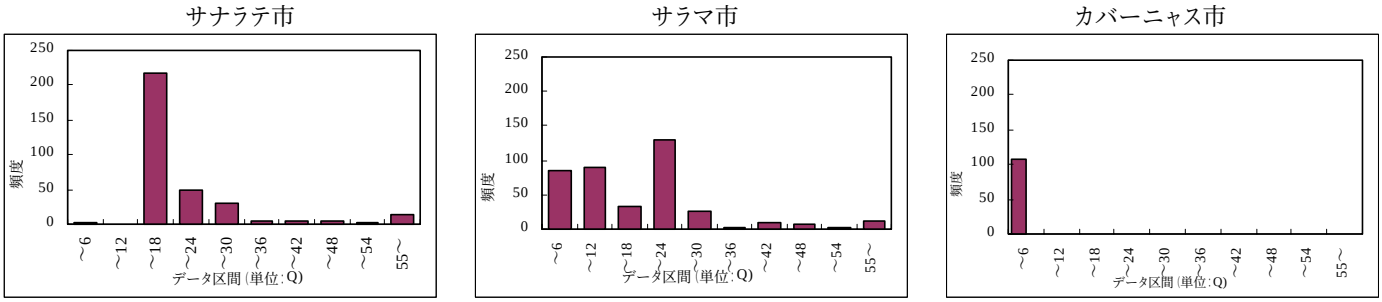


図 2.2.14 現状の水道料金支払額

表 2.2.42 公共料金の支払額 (単位:Q/月)

サイト名	電気、ゴミ、ガスの公共料金支払	水道料金支払い額	支払い可能額	家計収入
サナラテ市	231.55	19.35	25.28	1,952
サラマ市	218.73	17.80	22.67	1,550
カバーニャス市	167.69	5.0	10.00	473

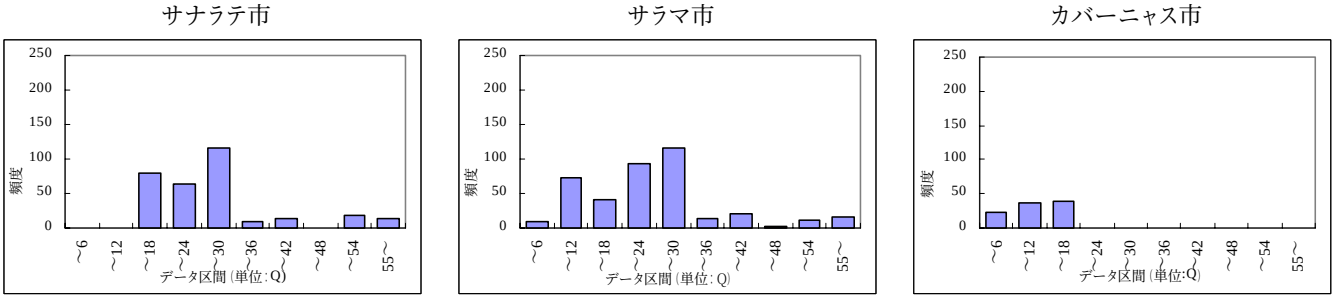


図 2.2.15 水道料金支払い可能額(満足なサービスが得られると仮定した場合)

1) サナラテ市

水道メーターは 97%の割合で設置されており故障率は 0.6%と低い。同市では 1998 年に料金改定によって、現在の料金徴収体制が決定されている。アンケートより現在の支払額平均 Q19.35 に対して、支払可能額平均は Q25.28 である。しかし、25%の住民が現状維持を希望している。

2) サラマ市

水道メーターは 98%の率で設置されており、故障率は約 2%である。同市では基本料金が浄水場掛り 2 通り、井戸係り 1 通りの計 3 通りある。アンケートの結果では、現在の支払額平均 Q17.8 に対して、支払可能額平均は Q22.67 である。

3) カバーニャス市

2006 年 4 月までにメーターの全戸取り付けと新料金体制が実施される予定となっている。アンケート結果からは現在の支払額平均 Q5.0 に対して、支払い可能額平均は Q10.0 であった。約 24%の住民が現状維持の Q5.0 を希望しているものの、約 40%の住民が市の計画している新料金体制である Q15.0 を支払可能額と回答している。

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

本プロジェクトの上位計画は、実施機関である INFOM が策定した「地方浄水場改修アクションプラン」であり、本プロジェクトはその最終段階である要請 3 市の既存浄水場の改修を行うものである。本プロジェクトは、要請 3 市の既存浄水場において、老朽化により失われた本来の処理能力を回復することを原則とし、他の給水施設を含めた当該地域全体の給水計画との整合性を図りつつ、計画目標年度である 2009 年の水需要に即した水量を供給することを目的とする。また現在、水質の悪い給水により下痢や水因性疾患などの危険に晒されている市民に対して、グ国の飲料水基準を満たす安全な水道水を供給することにより、市民生活の衛生環境を改善することを目標としている。そのために、浄水場関連施設の改修を、また実施機関や市に対して技術支援を行うものである。

3-1-2 プロジェクトの基本構想

各都市の浄水施設の改修に係る基本構想は以下のとおりである。

表 3.1.1 プロジェクトの基本構想

項　目	要請内容	基本構想
プロジェクト目標		現在、水質の悪い給水により下痢や水因性疾患などの危険に晒されている市民に対し、グ国の飲料水基準を満たす安全な水道水を供給することにより、市民生活の衛生環境を改善することを目標とする。
計画目標年度		本プロジェクトの計画目標年度は日本が無償資金協力によって改修する浄水施設の全工事の完成が予定される 2008 年の翌年の 2009 年とする。
対象都市	サナラテ市 サラマ市 カバーニャス市	必須項目指標（原水水質、原水水量、他計画との重複、配水施設の整備状況、施工上の阻害要因、運転･維持管理体制、裨益効果の検証）により計画対象としての妥当性を総合的に評価する。
協力範囲		本プロジェクトは、既存浄水場の改修について行われるもので、日本側は取水施設から浄水場敷地内配水池までの既存施設に対する有効な改修事業を実施する。 グ国側は、配水池以降の送･配水施設及び日本によって改修された施設の適切な運転･管理を行う。
施設計画容量 (計画施設規模)	年間を通じて適切な水質を保ち、かつ、住民の水需要量を満たす浄水生産を行うための既存浄水処理施設の状況改善	グ国の水質基準を遵守した水質の浄水生産ができる施設内容とする。また、改修する浄水場関連施設の計画容量は、計画目標年度 2009 年における各都市の給水需要量を満たす規模とするが、導水施設の通水能力を限度とし、不足の給水量は市内の井戸等他水源で補填することを原則とする。なお、完成後の施設の運転･維持管理が対象都市の財政力、技術力で可能な施設規模とする。計画完了後の対応を検討するために 10 年後の 2019 年までの給水需要量予測を行う。

項　目	要請内容	基本構想
施設建設内容	表 1.2.1 に示す。	・ 導水施設を含む施設の老朽化、能力低下に対する復旧、改善 ・ 原水の高濁度化に対応し、安全な給水を行うための機能改善 ・ 適切な運転管理を行うための施設･設備機能の向上 ・ 運転･維持管理費の縮減を図るためのシステム及び規模選定 ・ 施設容量拡張のために必要とされる施設改善 ・ 浄水場運転使用機材の調達（洗砂作業用機械、水質検査器）
技術支援	浄水場の運転管理に関する訓練	・ソフトコンポーネント(コンサルタント)：浄水場全体の運転･維持管理理論と方法についての技術指導を行う。 ・初期操作指導(業者)：試運転調整時に施設･設備の運転操作方法、維持管理方法についての技術指導を行う。

3-1-3 既往案件からのフィードバック

調査団は、過去に協力が実施された「第 2 次地方浄水場改修計画」における、ハラパ市、ラビナル市、サンヘロニモ市及びエスキプラス市（ハラパ市は急速ろ過システム、他は緩速ろ過システム）の 4 浄水場において運転･維持管理状況を視察した。各浄水場ともに施設、設備には問題はなく、いずれも地方市相応の水準において運転･維持管理に対する努力を続けている。

ハラパ市では、給水の水質が大きく改善され、また 24 時間給水が可能になり、それを契機として水道料金の改定を計画し、2005 年 5 月に基本料金を 30m^3/月当たり Q10 から Q20 に改定できたということであった。サンヘロニモ市でも、保健所での聴き取りによれば水質が改善したとのことであった。エスキプラス市では、24 時間給水が実現され、水量、水質ともに改善されたので市民からの苦情がなくなった。2006 年 1 月から実施予定の水道料金の改定が予定され、これにより基本料金は Q9 から Q15 になる。これらの市については運転管理要員が適切に配置され、特に緩速ろ過池のろ過砂管理に必要な人員数が充足している。

しかし、ラビナル市では浄水場運転管理要員は 2 人しかおらず、交替制であるため実質 1 人による管理作業であり、1 池のろ過砂の掻取･洗浄･敷均作業に 1 週間をかけている。そのために、雨期はろ過池 3 池のうち 1 池しか使用できない状況であり、処理量が不足するために、沈澱池処理水をろ過池を通さずに直接バイパス管で配水池に送水している。保健所での聴き取りによると乾期の水質、水量ともに施設改修前に比べてかなり改善されたとされるが、雨期は降雨後、市内の水道水に濁質が混入するということであった。ラビナル市については、INFOM から管理要員の増員を要請するように調査団は勧告した。既往案件調査により得られた教訓及び本計画に向けての改善策は下記のとおりである。

① 適正な運転管理要員の配置がないと浄水場の適切な運転･維持管理が行えない。特に緩速ろ過システムにおいては、ろ過砂の管理に最低 3～4 人の配置が必要とされる。緩速ろ過システムであるサラマ市、カバーニャス市ではオペレーター及び浄水場専任の作業要員がいないため、各市に対して専任のオペレーター2 名及び作業要員 4 名の配属が必要である。

② 運転管理作業上の改善点として、緩速ろ過池のろ過砂の掻取り･洗砂作業における、砂の池外への搬出、池内への搬入作業にかなりの労力と時間を費やしており、ろ過池運転停止時間の短縮と作業員の労力軽減のためにベルトコンベアの導入を考慮する必要がある。本計画では、サラマ市、カバーニャス市に対して浄水場改修の必要機材としてベルトコンベアの調達を考慮する。

③ 緩速ろ過池のろ過砂洗浄作業では、砂表面の濁質の高い硬化した沈澱物の排除は困難であり、これを含む砂は洗浄できずに廃棄している。また、砂の洗浄作業は日本のように機械式洗砂器を使用せずとも手作業で行うことができる。洗砂場に洗砂用水路を設けて洗浄しているが、排水を捨てるときに砂分が流出し、砂量の損失が発生している。ろ過砂の維持管理上発生するこれらの損失に対して補充が必要とされるが、ろ過池用の粒度調整された特殊な砂であるため、その調達が難しく補充されていない。従って、緩速ろ過池のろ過砂の交換については、2 年分の予備砂の調達を考慮する。

④ 運転記録が毎日記録されていても、その整理や活用が行われていない。また、現場で測定した濁度及び水量に基づいた運転がされておらず、オペレーターの勘に頼っている状況にある。濁度測定器は時々精度補正が必要となるが、現状の運転員の技術レベルでは困難な場合がある。よって、浄水場オペレーターに対しては、コンサルタントによる浄水場運転管理技術指導に関するソフトコンポーネントを実施し、また、濁度測定器は精度補正が不要である比色式のものの調達を考慮する。

⑤ 工事完了時に初期操作及び運転･維持管理のトレーニングを行ったにもかかわらず、当時の運転管理者、運転員が離職し交代している場合が多い。市長改選と同時に市職員の異動が行われる場合が多いが、日本側のトレーニングを受けた浄水場運転関係者の交替は避けるよう申し入れる。

これらの既往プロジェクトの留意点を本計画に対して反映させるものとする。

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

⑴ 浄水場施設に対する方針

1) 浄水場の施設容量の決定

計画目標年度である 2009 年の水需要量を改修後の処理容量とすることを基本とするが、元々の水源量や導水管の通水可能量がその容量に満たない場合、その能力によって処理容量が制限される。給水需要量については、乾期の需要量を日最大需要量、雨期の需要量を日平均需要量とする。容量決定のためのフローを図 3.2.1 に示す。また、水需要量予測結果は表 3.2.7 に示すとおりである。

2) 浄水場処理システムの選定

既存の浄水場システムを維持することを原則とするが、現行システムでは原水水質に対応する処理ができない場合、あるいは処理規模が大きくなり、現行システムの拡張の必要性から用地上の問題が新たに発生する場合、処理システムの変更を行う。現行が急速ろ過システムの場合はシステム上の変更は無いが、緩速ろ過システムの場合、原水濁度が継続して 30 度を超える場合、凝集処理施設の追加についても検討する。システム選定フローは図 3.2.2 に示すとおりである。

3) 浄水場の改修対象項目

改修、整備内容として下記項目を対象とする。

① 導水施設を含む施設の老朽化、能力低下に対する復旧、改善
- 導水施設の付帯工（空気弁、排泥弁）の機能不良に対する対応
- 沈砂池、減圧水槽の嵩上げ、減圧水槽の設置、管口径の拡大更新
- ポンプ等耐用年数の超過、ゲート、バルブ、傾斜板等の動作不良に対する対応

② 原水の高濁度化に対応し、安全な給水を行うための機能改善
- 凝集剤注入・処理施設/設備の追加

③ 適切な運転管理を行うための施設・設備機能の向上
- 導水施設の付帯工（制水弁、空気弁、排泥弁）の不足に対する対応
- 流量計測設備、流量調節設備、塩素注入設備、ろ過池調節井等の流量調整ゲートの整備

④ 運転・維持管理費の縮減を図るためのシステム及び規模選定
- 市内井戸の使用を減らすための自然流下による導水システムの積極的な利用

⑤ 施設容量拡張のために必要とされる施設改善
- 既存施設の設計容量から今回の改修計画容量に拡張するための対応(着水井、フロック形成池、沈澱池、ろ過池、配水池、場内の送水管等容量の拡張等)

4) 既存施設の活用

施設の改修に際しては、既存施設を最大限に活用し、新たな施設の建設や設備の導入は最小限に留めるように配慮する。サラマ市において EU の融資により建設された沈澱池の躯体については、下記理由、条件の下、本プロジェクトにて有効利用する。

- 排泥弁の設置はなく、排水管 PVC 管φ150mm(φ6")が布設されている。この排水管の状況確認のために通水試験を行ったところ、全ての排水管の機能には問題のないことが確認された。

・ 構造物表面が粗く、十分に鉄筋のかぶりが確保されていない箇所や豆板(ジャンカ)が確認された。また、配筋の状況は不明であり、躯体本体の構造的な信頼性が確認できないことから、補強のために内部に新しく鉄筋コンクリートの沈澱池を建設する。

5) 設計基準

設計基準値は「水道施設設計指針 2000 年版、日本水道協会」を遵守し、下記のとおりとする。

・ ろ過速度　　：急速ろ過　120～150m/日
　　：緩速ろ過　4～5m/日（水質が良い場合は 6m/日まで）
・ 沈澱池形式　　：原水濁度 30 度以上が継続して発生する場合　→薬品凝集沈澱池
　　：原水濁度 30 度未満の場合　　→普通沈澱池
・ 沈澱池滞留時間　：普通沈澱池の場合 8 時間以上（凝集剤を使用しない場合）
・ 配水池貯留容量　：計画処理量の 8 時間分以上
・ 凝集剤　　：グ国で一般的に流通している硫酸アルミニウムとする。注入率はサナラテ市の既存施設の運転実績である、乾期 40mg/ﾘｯﾄﾙ、雨期 80mg/ﾘｯﾄﾙとする。
・ 塩素注入率　　：塩素の平均注入率は 1mg/ﾘｯﾄﾙとする。

6) 要請対象の選定審査

要請対象選定のための必須条件指標の調査結果は下記及び表 3.2.1 に示すとおりである。

① 原水水質

浄水場に流入する原水の水質試験結果によると、各浄水場の原水はグ国の水質基準に照らして特に問題のないことが確認されている。農薬、重金属等の混入はなく、浄水場で適切な処理を行えば、水質の管理目標値に適合する安全な水の供給が可能である。但し、3 市ともに水源流域内において生活排水や農地からの排水の流入があることから、今後水源水質の管理に充分留意し、水源の水質保全に努める必要がある。

② 原水水量

サナラテ市では一年を通じて河川水源量が取水量に対して豊富である。カバーニャス市は乾期において河川水源量の余裕はないが、取水源であるトボン沢の取水点から本流のハラパ川までの距離は 0.5km と短く、この間で特に他の利用の用途はないことから、全量取水を行うことで計画取水量を賄うことができる。また、不足時には現在使用している市内の井戸水源を利用することが可能である。サラマ市は雨期の河川水量には問題はないが、乾期に水量が減少するため、計画取水量(62 ﾘｯﾄﾙ/秒)の 40%程度（25 ﾘｯﾄﾙ/秒）の取水しか行えない。この場合、浄水場の計画容量(52 ﾘｯﾄﾙ/秒)の 50%の浄水量の生産を行うことができるが、不足分については既存井戸 4 本(計 21 ﾘｯﾄﾙ/秒)を利用し、残りは新規井戸建設により補填する必要がある。しかしながら、表 2.2.5 に示したように近傍河川の比流量データによると、取水点の渇水

量は 63 ﾘｯﾄﾙ/秒と推定されるため、取水位置、取水方法等の改善方法についても検討することが望ましい。

③ 他計画との重複

3 市の上水道整備に関する他の計画については、サラマ市の EU 融資事業、カバーニャス市の FIS 融資事業がある。EU 融資事業については 2002 年に完了しており、FIS 融資事業は実施中であるが、両事業ともに対象とする施設そのものについて本計画との重複はない。

④ 配水施設の整備状況

3 市とも、改修の対象となる浄水場で生産した浄水の給水を行うための配水管網は整備されており、現在、この配水管網を通して給水地区への配水が行われている。サナラテ市では、現行給水量（約 60 ﾘｯﾄﾙ/秒）は浄水場の設計処理量（69 ﾘｯﾄﾙ/秒）以下であり、今後、配水管整備が必要とされるものの、市の工事能力は年間 2km あり特に問題はない。サラマ市及びカバーニャス市では、既に浄水場の改修計画処理量を上回った水量が配水管網を通じて供給されている（サラマ市：設計 24 ﾘｯﾄﾙ/秒、計画 52 ﾘｯﾄﾙ/秒、現行 66 ﾘｯﾄﾙ/秒、カバーニャス市：設計 12 ﾘｯﾄﾙ/秒、計画 18 ﾘｯﾄﾙ/秒、現行 21 ﾘｯﾄﾙ/秒）。さらに、カバーニャス市では現在、FISの融資により配水池、送水管、配水管の新設工事が行われている。このように、今回の浄水場改修計画の計画処理量に対して、各市とも配水管網の整備状況上の問題はない。

⑤ 施工上の阻害要因

3 市とも施設改修に伴う用地上の制約はない。浄水場のアクセス道路は、サナラテ市において一部整備が必要であるが他市においては必要ない。また、送電線引き込みについても、サナラテ市、カバーニャス市については 3 相電源の設備が既に備わっている。カバーニャス市はベルトコンベア及び照明用の単相電源の引き込みが必要であるが、作業は容易である。

⑥ 運営･維持管理体制

プロジェクト実施後に適正な運営･維持管理を行うためには、市の水道事業部門として独立した営業利益を得ることが重要であり、そのためには現行でも低すぎる水道料金の改正を行う必要がある。本基本設計により水道料金の試算を行い、住民の支払い意思額と比較して水道料金の試算額の妥当性を評価する。結果として、本計画の場合、3 市とも現行の処理システムの変更は行わず、また、計画処理量も現行の給水量とほとんど変わらないため、市の経営上、本計画完成後に浄水の安定供給により収益が増えることはあっても、施設の運転･維持管理が市財政に負担となることはない。

⑦ 裨益効果の検証

本計画施設の改修を行うことにより、計画目標年の計画需要量を満足するため、水量、水質面での裨益効果は得られるものと期待できる。

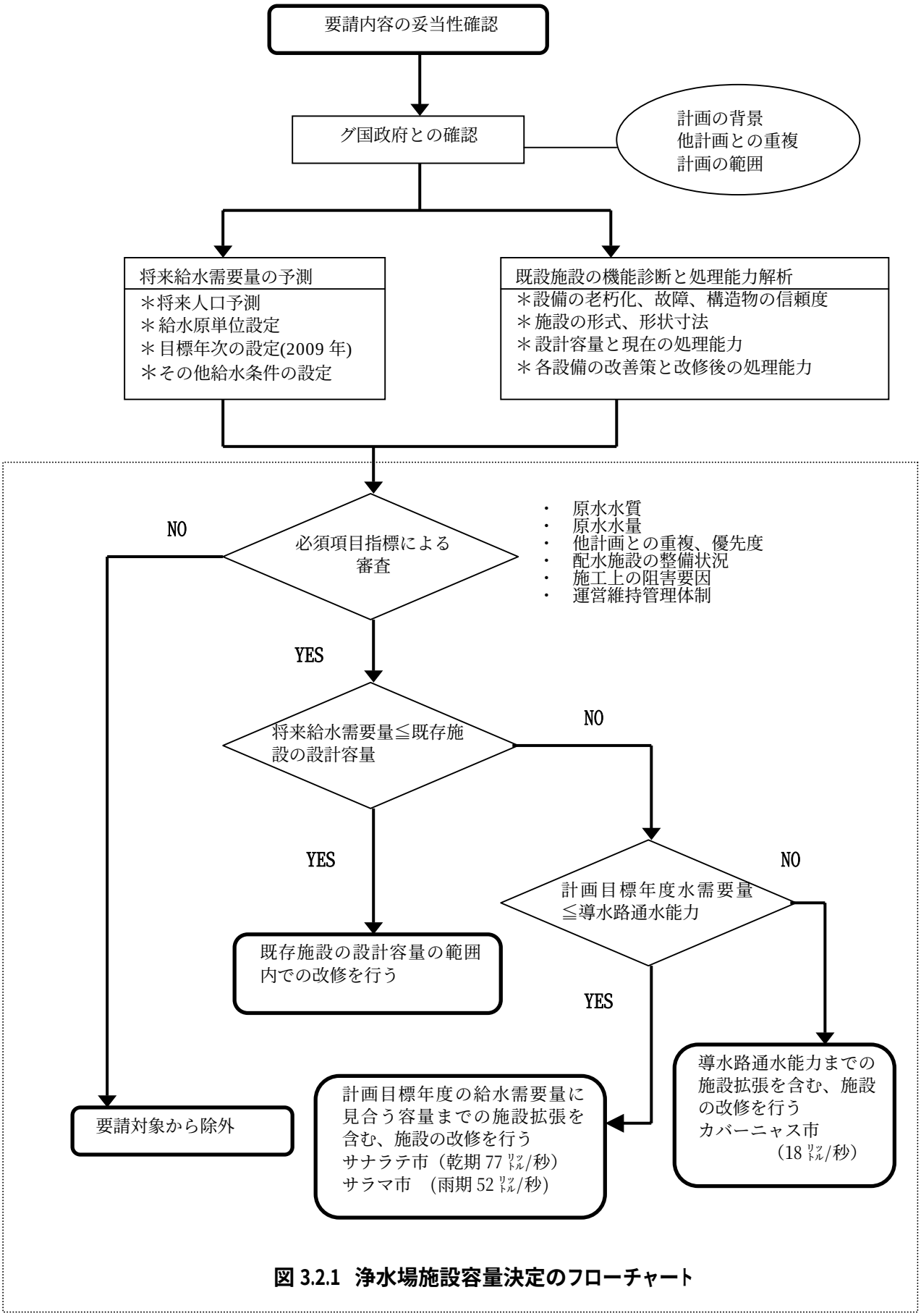


図 3.2.1 浄水場施設容量決定のフローチャート

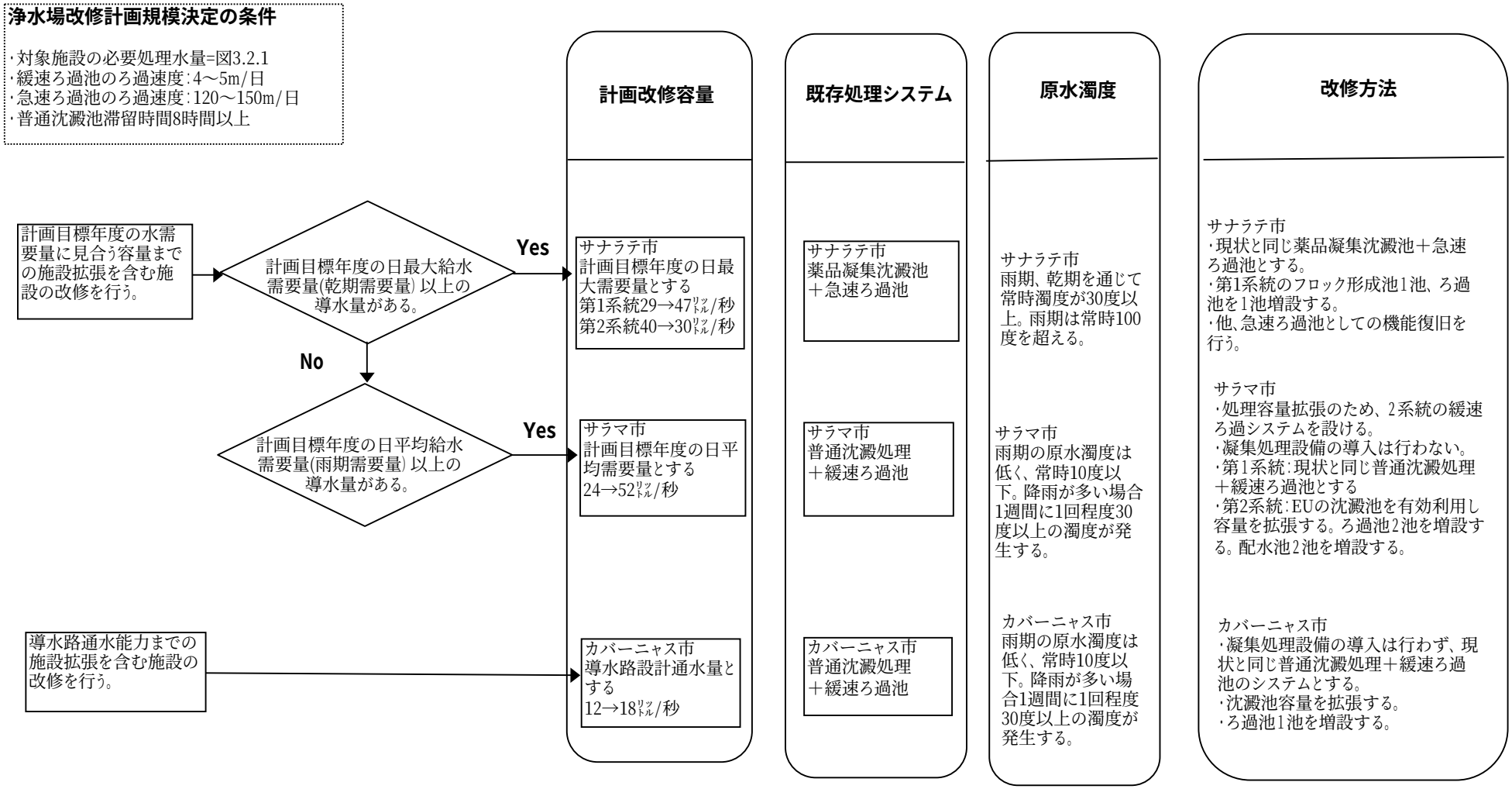


図3.2.2　改修方法の選定フローチャート

表 3.2.1 要請対象の選定審査結果

項　目	サナラテ市	サラマ市	カバーニャス市
現況給水人口 (2005 年)	21,800	17,800	7,200
計画給水人口 (2009 年)	25,000	20,300	7,900
既存浄水場容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	69	24	12
浄水場計画容量(ﾘｯﾄﾙ/秒)	77	52	18
(m^3/日)	6,650	4,490	1,560
処理システム	急速ろ過システム　2 系統 容量の拡張　69→77 ﾘｯﾄﾙ/秒 ろ過池1池の追加 その他機能改善	緩速ろ過システム 容量の拡張　24→52 ﾘｯﾄﾙ/秒 EU 既存沈澱池の利用 EU 沈澱池系列のろ過池2池新設 配水池整備 2 池 その他機能改善	緩速ろ過システム 容量の拡張　12→18 ﾘｯﾄﾙ/秒 既存沈澱池の廃棄、新設 既存ろ過池の改修　1 池 ろ過池追加新設　1 池 その他機能改善
水源	プラタノス川。樹林に覆われた広大な山域であるが流域内に集落があり、住宅や農地からの排水が流入。流域面積は 390km^2。	カチル川。樹林に覆われた山地であるが流域内に集落がある。流域面積は 26km^2。	トボン沢。樹林に覆われた山地であるが流域内に集落がある。流域面積 16km^2。
原水水質	年中濁度が高い。そのため現在急速ろ過システムにより処理されている。乾期の原水濁度は 100NTU 以下と比較的安定しているが、雨期は常時濁度が高く、特に降雨直後には 3000NTU の高濁度を記録することがある。	雨期において多少の降雨があっても濁度は極めて低い。降雨が継続した場合、降雨後一時的に濁度が高くなるが、濁りは半日で低下する。	雨期においても多少の降雨があっても濁度は極めて低い。雨期は降雨後月に 3～4 回濁りが発生することがあるが、濁りは半日で低下する。
原水水量	流域が広く流量は豊富で乾期においても計画取水量に対して余裕がある。ただし、導水管の通水能力に問題あり、設計流量の 70～80%流量しか浄水場に到達しない。	雨期は水量が豊富であるが、乾期は雨期の 40%程度の取水量となり、需要量に対して大きく不足する。	乾期においても設計取水量である 18 ﾘｯﾄﾙ/秒の全量取水とはならず河川水量としては多少余裕がある。河川の渇水量は推定で 24 ﾘｯﾄﾙ/秒。
他計画との重複、優先度	特になし。	EU 融資の事業があったが 2002 年に完了している。工事途中で放棄された沈澱池を本計画において改修し、有効利用する方針である。	SEGEPLAN による給水施設改善計画の調査が行われた。この内容に沿って FIS 融資の事業が現在行われており 2006 年 3 月完工の予定であった。本計画に関係するところは、導水路の改修、場内の配水池の建設であるが、本計画との重複はない。
配水施設の整備状況	既存の配水管網がある。 水道メーターの設置がある 100%。	既存の配水管網がある。水道メーターの設置率は 90%。 浄水場給水地区内に井戸 4 本、浄水場の給水地区以外に井戸 2 本あり。	既存の配水管網がある。 水道メーターの設置率は 30%。整備中。2006 年 4 月より新料金体制に移行を予定。 市内に井戸 2 本があり、浄水場の水源量補填用に使用可能。
施工上の阻害要因	浄水場へのアクセス道路の一部補修が必要。 既存浄水場用の送電線あり。	アクセス道路問題なし。 場内に深井戸用の送電あり。	アクセス道路問題なし。 家庭用の送電線が場外にある。
運転･維持管理体制	実施体制に問題はない。現行体制で対応可能。	浄水場専任のオペレーターがいない。現在のろ過砂の洗浄作業は不適切である。専任オペレーターとろ過砂洗浄用作業員の確保が必要。	浄水場専任のオペレーターがいない。現在沈澱池、ろ過池の使用がないが、改修後は、専任オペレーターとろ過砂洗浄用作業員の確保が必要。
裨益効果	水質、水量改善の効果が期待される。	水質改善効果が期待される。乾期は水源量が不足するため、市側に新たな井戸掘削等の水源量の補填対策が必要とされる。	水質改善効果が期待される。市内の井戸の使用量が極めて軽減されるため電気料金の削減を図ることができる。

⑵ 自然条件に対する方針

プロジェクト対象地域は、グアテマラ首都圏から東方 40～100km の範囲に位置する。3 市とも年間を通じて平均気温は 20℃以上、最高気温は 30℃以上を記録する。年間降雨量は 850～1,010mm で、5 月～10 月の半年が雨期、その他の時期は降雨量がほとんどない乾期となる。年間降雨量の 90%は雨期に集中するため、これに伴う河川の原水濁度の上昇は、浄水場への大きな負荷となっている。このため、工事中の雨期原水の濁度処理につき留意する必要がある。また、雨期には幹線道路で土砂崩れが発生する場合もあり、工事管理、調達スケジュールへの影響が懸念されるため、雨期の工事工程や方法には特に入念な事前検討を行い、工事実施中のトラブルを未然に防ぐことに努める。

⑶ 社会経済条件に対する方針

プロジェクト対象地域は第1次産業を主としたグ国東部の地方基幹都市であるが、住民の経済レベルは低い。地元住民の雇用に当たっては、現地の慣習や行事に留意し、就労条件に十分な配慮を払う。

⑷ 現地業者、現地資機材の活用に関わる方針

本プロジェクトの対象地域 3 市では、いずれも農業、牧畜などの第 1 次産業が生活の基盤となっている。対象地域には浄水場改修の専門の土木･設備工事を行うことができる建設業者はなく、一定規模の工事はグアテマラ市に拠点を持つ建設業者が請け負っている。グアテマラ市には、一般建設業者のほか、測量調査や地質調査などの専門業者が多く存在しており、本プロジェクトで建設される施設規模において、下請として対応できる十分な技術力を有している。工事実施に当たっては、日本人技術者による施工管理体制を敷き、現地業者を十分活用する方針とする。建設資材については、砂、骨材、セメント、コンクリート、木材及び一部建材等の基礎材料と PVC 管等は国内で生産されている。また、鉄筋、鋼管などの二次製品、ポンプ等の汎用機械、塩素注入機、硫酸アルミ注入機等は米国、メキシコなどの近隣諸国からの輸入品で一般的に市場に出回っている。特殊機材を除き、これらの現地資機材の活用を図る。建設機械の多くは現地リースが可能である。

⑸ 運営･維持管理に対する方針

サナラテ市浄水場の急速ろ過システムは、ポンプ運転や逆洗浄運転の技術を必要とするが、現在の人員体制は整っている。サラマ、カバーニャス両市は組織面での脆弱さはあるが、運転･維持管理費用の少ない緩速ろ過システムを採用している。設計に当たっては、現在と同様の浄水システムを採用し、最低限の負担で運転･維持管理が行える設備内容とするが、本来行うべきろ過池の日常管理を十分に行き届かせるため、施設の改修に加えて、理論･実践両面からの技術支援を組み合わせたプロジェクト内容とする。

⑹ 浄水場設備のグレードに対する方針

浄水場に設置する制御機器･計器類は、調達に支障がない限り、現地代理店を通じたアフターサービスを

受けることができる現地製品とし、動力費のかからない手動式を採用する。ただし、薬品注入器や塩素注入器は確実な制御が求められることから、簡素なシステムで自動制御可能なものとする。

(7) 工法/調達方法、工期に対する方針

労務、建設機械は可能な限り現地調達を基本とし、工事用資機材でその品質や経済性に問題がないものは、現地調達とする。なお、グ国内の流通事情の問題から一定期間内に入手が困難な場合、著しく品質に問題がある場合、現地調達が不可能な資機材については、第三国または日本からの調達とする。本プロジェクトは、日本の無償資金協力によって実施し、工期は単年度での完了として計画する。

3-2-1-2 給水需要予測及び給水計画

⑴ 給水需要予測算定方法

① 給水人口に直接･間接給水の給水使用量原単位を乗じて家庭用給水需要量を算出する。
② 総給水需要量は家庭用給水需要量にその他の給水需要量を加算して求める。
③ 日平均需要量は総給水需要量に漏水等の無効水量を加算して求める。
④ 日最大需要量は日平均需要量に負荷率を乗じて求める。

表 3.2.2 日平均給水需要量の算出方法

<table>
<tr><td rowspan="8">日平均需要量</td><td rowspan="7">有効給水量
(総給水需要量)</td><td>家庭用需要量</td><td>直接給水＋間接給水</td></tr>
<tr><td>直接給水</td><td>直接給水原単位×直接給水人口</td></tr>
<tr><td>間接給水</td><td>間接給水原単位×間接給水人口</td></tr>
<tr><td>その他需要量</td><td rowspan="4">家庭用需要量×その他需要率</td></tr>
<tr><td>商業用</td></tr>
<tr><td>工業用</td></tr>
<tr><td>公共用</td></tr>
<tr><td>無効給水量</td><td>漏水</td><td>日平均需要量×漏水率</td></tr>
</table>

⑵ 給水需要予測の基準及び条件

1) 予測期間：2005～2019 年

2) 給水区域：

各要請都市の給水区域は、本計画対象浄水場で処理された浄水が給水される地域とし、2002 年センサスでは、表 3.2.6 に示すように都市部域と地方部域から構成される。

3) 給水人口：

給水区域において、浄水場からの給水を各戸引き込みの給水栓によって受ける人口を直接給水人口、公共栓やもらい水によって水を得る人口を間接給水人口とする。市からのヒアリングにより、直接給水人口を 95%、間接給水人口を 5%とする。直接給水人口としてはセンサス人口があるが、センサスの人口は計

上漏れがあるため、より実状に近い市水道部の顧客契約データから得た各戸給水栓数にセンサスの世帯当たり人数を乗じて算定した数値を採用する。センサスの人口データは給水栓数を基に算定した数字の検証にのみ使用する。表3.2.3に示すように、サナラテ市及びサラマ市ではセンサス人口と給水栓数による推定人口との間にほとんど差がない。カバーニャス市についてはセンサス人口が 82%と低いが、調査エリアの取扱いの判断に差があるものと思われる。間接給水人口は、直接給水人口を 95%で除した値に 5%を乗じて算出する。

表 3.2.3 直接給水人口の検証

市 名	センサス人口①		給水栓数を基に求めた人口②	①/②
	2002 年	2005 年推定値		
サナラテ市	18,036	1,9997	20,683	97%
サラマ市	14,977	16,509	16,930	97%
カバーニャス市	5,279	5,643	6,864	82%

注：2005 年推定値は表 3.2.4 に示す人口増加率採用値に基づく

4) 人口増加率

人口増加率は、INE 実施の 1994 年センサスから 2002 年センサスにかけての本計画対象給水地区の人口増加率と、市水道部による給水栓接続実績率を比較し、数値の小さい方を採用する。センサス実施年間における人口増加率は表 3.2.4 に示すとおりである。サナラテ市、サラマ市については市街域の範囲が急速に広がっているため、人口増加率は自然増加、社会増加要因以外に都市部扱い面積の増加要因も加わり、4～7%と極端に高い増加率を示している。しかしながら、配水管網自体は工事実施能力以上の急速な拡張はできず、給水栓接続数も市の認可制限、接続能力により設置数が制限されるため、ここでは、下記に述べる市の給水栓接続能力を考慮して表 3.2.4 に示す採用値を決定する。なお、人口センサスの集計は表 3.2.6 に示す。

表 3.2.4 人口増加率 **(単位:%)**

市 名	センサス結果より (1994 年-2002 年)			給水栓接続能力	採用値
	都市部	地方部	給水地区平均	平均	
サナラテ市	5.2	2.2	4.26	3.50	3.50
サラマ市	7.1	1.8	6.99	3.30	3.30
カバーニャス市	2.4	1.5	2.25	2.80	2.25

【給水栓接続実績による増加率】

① サナラテ市

2005 年の給水栓接続数は 4,586 である。給水栓接続は、月に 25 件程度の申請があるが、困窮度合い、給水の可能性、料金支払能力等について審査され、約 10 件、年間 120 件程の認可を行っている。また、自己水源（井戸）を持った集合住宅地が市の水道供給範囲に編入される年もあり、2004 年の例では 40 世帯の新規加入があった。これらを考慮すると、増加率は全体で 3.5%(160/4,586)となる。

② サラマ市

浄水場からの 2005 年の給水栓接続数は 3,633 であり、給水接続の申請は 15 件/月程度ある。認可においては、「納税証明があること」、「登記されていること」、「配水区域内であること」及び「給水可能な標高に位置していること」の点につき審査を行い、月に 10 件程度の許可を行い市の配管工が接続工事を行っている。従って、年間の新規接続数は 120 件程度であり、増加率は 3.3%(120/3,633)となる。

③ カバーニャス市

2005 年の浄水場係り給水栓接続数は 1,427 である。年間 40 栓程度の接続は可能であり、この場合増加率は、2.8%（40/1,427）となる。

5） 給水原単位

直接給水の給水原単位は、INFOM が設定した 150 ﾘｯﾄﾙ/人/日（地方中小都市）～200 ﾘｯﾄﾙ/人/日（大都市）を基本とするが、要請 3 市の人口規模は 2 万人以下の中規模以下で、供に農業、牧畜、林業の第 1 次産業就業率が多く、住民の生活レベルは低い。ﾄｲﾚの設置率は高いが、水洗式のものは 50%以下であり、その整備率は依然として低い。以上を踏まえ、直接給水の水使用原単位は 3 市ともに 150 ﾘｯﾄﾙ/人/日とする。また、間接給水としては、もらい水や公共水栓使用を対象とした INFOM のデータである 40 ﾘｯﾄﾙ/人/日を採用する。

6） その他の給水需要量

商業用、工業用、公共施設用等のその他の給水需要量を家庭用給水需要量との比率から算定する。サナラテ市の料金徴収データによると用途別には区分されていないが、概ね超過分がその他用途利用量に等しく、その使用量は基本使用量の 22%である。サナラテ市及び人口が同規模のサラマ市についてはその他の給水需要率を 22%とし、カバーニャス市は、経済活動が劣るため 10%を適用する。

表 3.2.5 サナラテ市水道料金徴収実績(2004 年 9 月～2005 年 8 月)

年 月	基本料金 (Q)	超過料金 (Q)	ユーザー数
2004 年 9 月	72,978	18,942	
2004 年 10 月	75,660	21,167	
2004 年 11 月	77,640	16,551	
2004 年 12 月	75,660	21,167	4,458
2005 年 2 月	77,863	21,070	4,490
2005 年 3 月	73,286	20,661	4,506
2005 年 4 月	86,645	26,887	4,522
2005 年 5 月	72,881	22,876	4,538
2005 年 6 月	76,964	19,681	4,554
2005 年 7 月	76,912	18,787	4,570
2005 年 8 月	76,914	19,551	4,586
平均	76,673	20,667	

基本料金分消費量	127,788	m^3	単価 Q0.6/m^3
超過分消費量	27,557	m^3	単価 Q0.75/m^3
合 計	155,345	m^3	
基本料金に対する超過分の割合	22%		

7) 漏水率

対象 3 市とも配水管網は整備、改修されている。各都市とも浄水量、配水量のデータが捕捉されておらず、漏水率の把握は困難である。しかし、市は顧客の情報に基づいて漏水箇所の修理を行っているが、漏水の発生箇所は給水栓が主であり、有効率は比較的高いと考えられるため、漏水率は 20%とする。

8) 負荷率（日最大需要量/日平均需要量）

給水需要の季節変動は、一般に①気温･降雨量等の自然的要因、②人口規模等の都市特性と関連する。3 市は季節の変化が夏季と冬季でさほど大きくはないため、負荷率は INFOM の基準値である 1.1～1.3 の中間値である 1.2 を採用する。

9) 計画給水量

以上の条件によって推定された日最大需要量および日平均需要量を計画給水量として設定する。その結果を図 3.2.3 及び表 3.2.7 に示す。

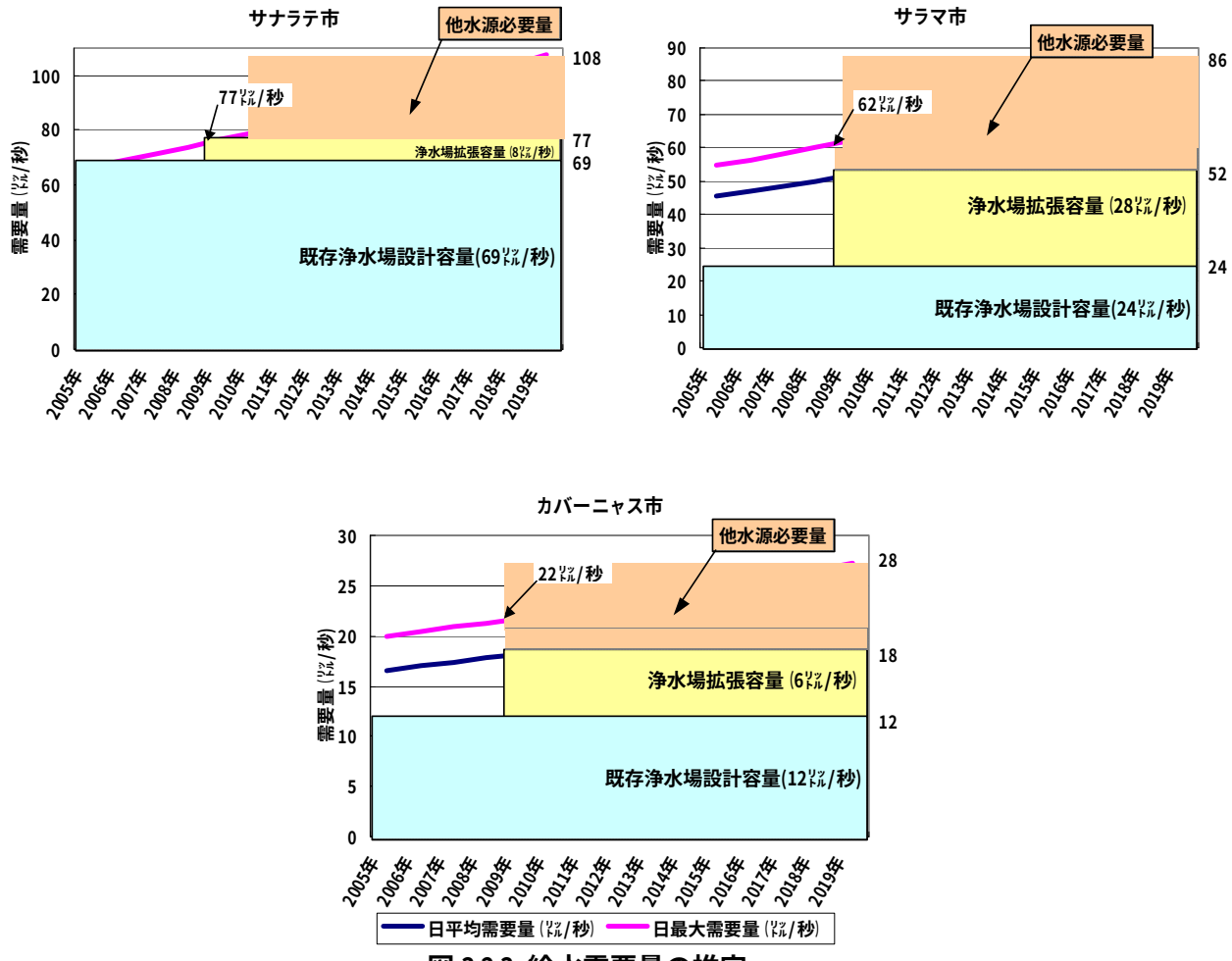


図 3.2.3 給水需要量の推定

表3.2.6 要請対象市センサス集計表 （センサス2002年、INE）

サナラテ市

No.	市　名	1994年人口	2002年人口	戸　数	家族数	一戸当り平均人数	1家族当り平均人数	1994年都市域		1994年地方部		2002年都市域		2002年地方部		人口増加率（都市域）	人口増加率（地方部）
	全サナラテ市	25,414	33,025	8,419	7,264	3.92	4.55	9,308	*36.6%*	16,106	*63.4%*	13,931	*42.2%*	19,094	*57.8%*	*5.2%*	*2.2%*
																3.33%	
A	Sanarate（都市部）		12,368		2,750		4.50					12,368	*100%*	0	*0.0%*		
1	Los Cipreses		272		59		4.61										
2	San Carlos		396		79		5.01										
3	La Cruz		249		65		3.83										
4	Dona Maria Mirador		11		2		5.50										
5	Sonoro		21		3		7.00										
6	El Conacaston		1,133		248		4.57										
7	El Nuevo Amatillo		500		102		4.90										
8	Colonia Eden		222		50		4.44										
9	La Cumbre		40		10		4.00										
10	Monte Gurande		793		168		4.72										
11	Upyon		693		167		4.15										
12	La Coyotera		138		28		4.93										
22	El alambrado		47		11		4.27										
13	El Chilar		8		3		2.67										
14	Las Tunas		361		72		5.01										
15	El Coco		16		5		3.20										
16	Colonia Bellos Horizontes		180		44		4.09										
17	Colonia Belen		71		18		3.94										
18	Colonia Cerito de la Virgen		199		43		4.63										
19	San Antonio		103		23		4.48										
20	Colonia Grasias Dios		47		9		5.22										
21	Pobracion Dispersa		168		43		3.91										
	計		**18,036**		4,002		4.51										
				*2002		*2002											*1994年-2002年

4.82 アンケート結果より
4,586 接続ユーザー数

人口増加率荷重平均 **4.26%**
都市部 643.136
地方部 124.696
合計 767.832

サラマ市

No.	市　名	1994年人口	2002年人口	戸　数	家族数	一戸あたりの平均人数	1家族あたり平均人数	1994年都市域		1994年地方部		2002年都市域		2002年地方部		人口増加率（都市域）	人口増加率（地方部）
	全サラマ市	35,808	47,274	11,096	9,347	4.26	5.06	10,430	*29.1%*	25,378	*70.9%*	18,080	38.2%	29,194	61.8%	*7.1%*	*1.8%*
																3.5%	
1	Sarama（都市部）		14,667		3,154		4.65					14,667	100%	0	0.0%		
2	Velle del Sol		310		61		5.08										
	計		**14,977**		3,215		4.66										
				*2002	*2002	*2002	*2002										*1994年-2002年

5.00 アンケート結果より
3,633 浄水場接続ユーザー数
282 井戸（独立）接続ユーザー数

人口増加率荷重平均 **6.99%**
都市部 1041.357
地方部 5.58
合計 1046.94

カバーニャス市

No.	市　名	1994年人口	2002年人口	戸　数	家族数	一戸あたりの平均人数	1家族あたり平均人数	1994年都市域		1994年地方部		2002年都市域		2002年地方部		人口増加率（都市域）	人口増加率（地方部）
	全カバーニャス市	9,705	11,211	2,688	2,254	4.17	4.97	3,648	*37.6%*	6,057	*62.4%*	4,395	39.2%	6,816	60.8%	*2.4%*	*1.5%*
																1.8%	
1	Cabanas （都市部）		4,395		919		4.78					4,395	100%	0	0.0%		
2	La puente		104		23		4.52					0	0.0%	104	100%		
3	La laguna		204		37		5.51					0	0.0%	204	100%		
4	Quebrada de honda		576		118		4.88					0	0.0%	576	100%		
	計		**5,279**		1,097		4.81										
				*2002	*2002	*2002	*2002										*1994年-2002年

5.32 アンケート結果より
1,427 接続ユーザー数

人口増加率荷重平均 **2.25%**
都市部 105.48
地方部 13.26
合計 118.74

表3.2.7 給水需要量の予測

2005年水需要量

項　目	単位	サナラテ	サラマ	カバーニャス	
給水栓数	栓	4,586	3,633	1,427	*市資料による
1給水栓当りの使用者数	人	4.51	4.66	4.81	*2002年センサスによる
直接給水人口率	%	95%	95%	95%	
間接給水人口率	%	5%	5%	5%	
直接給水人口(家庭用)	人	20,683	16,930	6,864	
間接給水人口(給水無)	人	1,089	891	361	
総給水人口	人	21,771	17,821	7,225	
人口増加率	%	3.50	3.30	2.25	*市の給水栓接続能力による
直接給水原単位	ﾘｯﾄﾙ/日/人	150	150	150	*INFOM標準値
間接給水原単位	ﾘｯﾄﾙ/日/人	40	40	40	*INFOM標準値
水需要率	%	100%	100%	100%	
その他水需要率	%	22%	22%	10%	*INFOM標準値
漏水率	%	20%	20%	20%	*INFOM標準値
負荷率		1.2	1.2	1.2	*INFOM標準値
水需要量（家庭用）	ﾘｯﾄﾙ/秒	36.41	29.80	12.08	
その他水需要量	ﾘｯﾄﾙ/秒	8.01	6.56	1.21	
小計	ﾘｯﾄﾙ/秒	44.42	36.36	13.29	
漏水量	ﾘｯﾄﾙ/秒	11.11	9.09	3.32	
日平均需要量	ﾘｯﾄﾙ/秒	55.53	45.45	16.62	
日最大需要量	ﾘｯﾄﾙ/秒	66.63	54.54	19.94	
日最大需要量	m^3/日	5,757	4,712	1,723	

給水需要量予測計算結果

サナラテ市	**2005年**	2006年	2007年	2008年	***2009年***	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
接続数	**4,586**	4,747	4,914	5,086	***5,265***	5,450	5,641	5,839	6,044	6,256	6,475	6,702	6,937	7,180	7,432
直接給水人口	**20,683**	21,409	22,163	22,938	***23,746***	24,580	25,441	26,334	27,259	28,215	29,203	30,227	31,286	32,382	33,519
間接給水人口	**1,089**	1,127	1,167	1,208	***1,250***	1,294	1,339	1,386	1,435	1,485	1,537	1,591	1,647	1,705	1,765
人口計	**21,771**	22,536	23,330	24,146	***24,996***	25,874	26,780	27,720	28,694	29,700	30,740	31,818	32,933	34,087	35,284
日平均需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**55.5**	57.5	59.5	61.6	***63.7***	65.9	68.3	70.6	73.1	75.7	78.3	81.1	83.9	86.8	89.9
日最大需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**66.6**	69.0	71.4	73.9	***76.5***	79.1	81.9	84.8	87.7	90.8	94.0	97.3	100.7	104.2	107.9
浄水場設計容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**69.0**	69.0	69.0	69.0	***77.0***	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0
浄水場最大運転可能容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)				99.6	***99.6***	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6
浄水場河川既存水源　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**72.0**	72.0	72.0	80.0	***80.0***	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**72.0**	72.0	72.0	80.0	***80.0***	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
他水源必要量　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**0.0**	0.0	0.0	0.0	***0.0***	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.9	6.8	9.9
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**0.0**	0.0	0.0	0.0	***0.0***	0.0	1.9	4.8	7.7	10.8	14.0	17.3	20.7	24.2	27.9

サラマ市	**2005年**	2006年	2007年	2008年	***2009年***	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
接続数	**3,633**	3,753	3,877	4,005	***4,138***	4,275	4,417	4,563	4,714	4,870	5,031	5,198	5,370	5,548	5,732
直接給水人口	**16,930**	17,489	18,067	18,664	***19,284***	19,922	20,584	21,264	21,968	22,695	23,445	24,223	25,025	25,854	26,712
間接給水人口	**891**	921	951	983	***1,015***	1,049	1,084	1,120	1,157	1,195	1,234	1,275	1,318	1,361	1,406
人口計	**17,821**	18,410	19,018	19,647	***20,299***	20,971	21,668	22,384	23,125	23,890	24,679	25,498	26,343	27,215	28,118
日平均需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**45.5**	47.0	48.5	50.1	***51.8***	53.5	55.2	57.0	58.9	60.9	62.9	65.0	67.1	69.3	71.6
日最大需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**54.5**	56.3	58.2	60.1	***62.1***	64.2	66.3	68.5	70.7	73.1	75.5	78.0	80.5	83.2	85.9
浄水場設計容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**24.0**	24.0	24.0	52.0	***52.0***	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
浄水場最大運転可能容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)				73.2	***73.2***	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2
浄水場河川既存水源　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**66.0**	66.0	66.0	66.0	***66.0***	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**25.0**	25.0	25.0	25.0	***25.0***	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
他水源必要量　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**0.0**	0.0	0.0	0.0	***0.0***	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.3	5.6
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**29.5**	31.3	33.2	35.1	***37.1***	39.2	41.3	43.5	45.7	48.1	50.5	53.0	55.5	58.2	60.9

カバーニャス市	**2005年**	2006年	2007年	2008年	***2009年***	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
接続数	**1,427**	1,460	1,493	1,527	***1,562***	1,598	1,634	1,671	1,709	1,748	1,788	1,829	1,871	1,914	1,958
直接給水人口	**6,864**	7,023	7,182	7,345	***7,514***	7,687	7,860	8,038	8,221	8,408	8,601	8,798	9,000	9,207	9,418
間接給水人口	**361**	370	378	387	***396***	405	414	424	433	443	453	464	474	485	496
人口計	**7,225**	7,393	7,560	7,732	***7,910***	8,092	8,274	8,462	8,654	8,851	9,054	9,262	9,474	9,692	9,914
日平均需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**16.6**	17.0	17.4	17.8	***18.2***	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.8	21.2	21.7	22.2	22.7
日最大需要量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**19.9**	20.4	20.8	21.3	***21.8***	22.3	22.8	23.3	23.8	24.4	24.9	25.5	26.0	26.6	27.2
浄水場設計容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**12.0**	12.0	12.0	12.0	***18.0***	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
浄水場最大運転可能容量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)				23.5	***23.5***	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
浄水場河川既存水源　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**12.0**	12.0	12.0	18.0	***18.0***	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**12.0**	12.0	12.0	18.0	***18.0***	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
他水源必要量　雨期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**4.6**	5.0	5.4	0.0	***0.2***	0.6	1.0	1.4	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7
乾期 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	**7.9**	8.4	8.8	3.3	***3.8***	4.3	4.8	5.3	5.8	6.4	6.9	7.5	8.0	8.6	9.2

注：サナラテ市　自然流下系導水路が本計画により80ﾘｯﾄﾙ/秒までの機能回復しか期待されない場合。2008年より運用開始。
自然流下系導水路で水源量が不足する場合、旧ポンプ系導水路を復活利用する。主ポンプのみ使用、2011年乾期より運用開始。
旧ポンプ系導水路は、No.1ポンプ場　50HP+30HP、No.2ポンプ場　60HP＋30HP。
流量は、ポンプ全台運転の場合40ﾘｯﾄﾙ/秒、主ポンプ1台(50HP、60HP) のみ運転の場合29ﾘｯﾄﾙ/秒。

サラマ市　カチル川取水工の乾期取水量拡張が不可能な場合、その他水源必要量を全て市内井戸に依存する。
既存井戸、カチル、ビルヘンの他に新規井戸2本の建設が必要。2008年、2010年より運用。

カバーニャス市　給水量不足分は市内井戸アマテによる補填が可能である。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 改修の施設容量

⑴ サナラテ市

2005 年における浄水場の浄水生産能力は、第 1 系統と第 2 系統の処理施設を合わせて約 60 ﾘｯﾄﾙ/秒しかないが、給水需要量の推定では日最大需要量が 67 ﾘｯﾄﾙ/秒であり、さらに計画目標年度の 2009 年では 77 ﾘｯﾄﾙ/秒まで増加する。従って、本改修計画において導水能力及び施設処理能力の改善が急務である。具体的には、導水管の設計通水量は 88 ﾘｯﾄﾙ/秒であるが、現在 70 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の通水能力しかなく、これを 80 ﾘｯﾄﾙ/秒程度まで改善することが必要である。また、浄水処理施設は、第 1 系統、第 2 系統の両施設を合わせた現行の処理量 60 ﾘｯﾄﾙ/秒から計画目標年度の日最大需要量である 77 ﾘｯﾄﾙ/秒までに改善する。ただし、計画目標年度以降の需要量の伸びに対しては、既存の自然流下式導水路の水量のみでは不足するため、旧導水路であるポンプ系導水路の使用を復活させる必要がある。

⑵ サラマ市

2005 年の日最大需要量は 55 ﾘｯﾄﾙ/秒、計画目標年度では日最大需要量 62 ﾘｯﾄﾙ/秒、日平均需要量 52 ﾘｯﾄﾙ/秒である。現在雨期には 66 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の水を取水し、施設設計容量である 24 ﾘｯﾄﾙ/秒をはるかに超過した水量の水を市内に給水している。一方、乾期には水源であるカチル川の水量が少なくなり 25～30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の導水量しか浄水場に到達しない。原則として、計画目標年度の乾期に必要とされる日最大需要量(62 ﾘｯﾄﾙ/秒)を改修の計画容量とすることが望ましいが、乾期においては取水可能量が少なく給水需要量を大きく下回るため、本改修計画では、雨期需要量である日平均需要量(52 ﾘｯﾄﾙ/秒)を施設計画容量とすることが妥当である。乾期は、カチル川原水の他に、既存井戸（浄水場内井戸 12.0 ﾘｯﾄﾙ/秒、ビルヘン 8.2 ﾘｯﾄﾙ/秒、公共水栓用及び仮設市場用 1.0 ﾘｯﾄﾙ/秒、計約 21 ﾘｯﾄﾙ/秒）の活用を図るが、それでも 16 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の不足が発生する。この不足量に対しては、市による表流水取水や井戸等の新たな水源の確保が必要となる。

⑶ カバーニャス市

2005 年の日最大需要量は 20 ﾘｯﾄﾙ/秒、計画目標年度では 22 ﾘｯﾄﾙ/秒である。しかしながら、FIS の融資により改修中の導水管の能力は、本計画においての改修も含めて 18 ﾘｯﾄﾙ/秒程度にしかならない。現在、導水路及び沈澱池、ろ過池の問題により、市内 2 ヶ所の井戸を全面的に使用して浄水場内の配水池に送水し、市内の給水を行っているが、井戸ポンプの運転経費を極力抑えるためには、自然流下式により、トボン沢を水源とした導水路の水を最大限利用することが必要である。従って、本改修計画において計画の施設容量を現在の 12 ﾘｯﾄﾙ/秒から導水管改修後の能力である 18 ﾘｯﾄﾙ/秒に拡張する。なお、計画目標年度における日最大需要量は 22 ﾘｯﾄﾙ/秒と推定されるが、水源の不足に対しては補填用として市内既存井戸を使用することが可能である。

(4) 浄水場の改修計画容量

上記の結果、要請の各浄水場の改修施設容量は、既存施設容量、導水量、現行生産量、計画目標年度水需要量等を基に、下表のとおり決定する。

表 3.2.8 浄水場の改修計画容量 **(単位：ﾘｯﾄﾙ/秒)**

市 名		期別	既存施設設計容量	導水管改修容量	現行生産量(2005 年)	計画需要量(2009 年)	改修施設容量	他施設による配水量の補填
サナラテ市	第 1 系統	乾期	29	*	30		47	
		雨期	29	*	30		47	
	第 2 系統	乾期	40	*	30		30	
		雨期	40	*	30		30	
	合 計	乾期	69	80	60	77	77	不要
		雨期	69	80	60	64	77	不要
サラマ市		乾期	24	25	25	62	52	既存井戸 21 ﾘｯﾄﾙ/秒。新規水源量 16 ﾘｯﾄﾙ/秒が必要
		雨期	24	66	66**	52	52	不要
カバーニャス市		乾期	12	18	21	22	18	市内既存井戸を使用
		雨期	12	18	21	18	18	市内既存井戸を使用

注) サナラテ市の計画目標年度以降に不足する水源の手当は旧ポンプ系導水施設による。
*サナラテ市第 1 系統、第 2 系統の両施設ともに同じ導水を利用している。
**サラマ市の現行生産量にはろ過処理していない生産量を含む。
サラマ市の乾期は既存井戸水源を補填しても不足するため新規井戸の建設等新規水源の確保が必要とされる。
カバーニャス市の現行給水量は全量市内の井戸によるものである。

3-2-2-2 システム及び改修内容の決定方針

浄水場システム及び改修内容の決定については下記に記述するとおりである。計画目標年度の計画処理量にて既存浄水場施設の機能診断を行った結果を表 3.2.12 に、また、同計画処理量にて改修後施設の機能診断を行った結果を表 3.2.13 に示す。また、改修内容については次項に取りまとめる。

(1) サナラテ市

本市の浄水場は第 1、第 2 系統の両施設とも、現在急速ろ過システムである。乾期は常時濁度が 30 度(43NTU)以上、雨期は常時 100 度(143NTU)を超え、1000 度(1430NTU)程度にもなることがあるため、現在と同様の急速ろ過システムとしての改修を行う。計画処理量は、前記のとおり現在の 69 ﾘｯﾄﾙ/秒から 77 ﾘｯﾄﾙ/秒に拡張するが、下記に示すように、第 1 系統のろ過池においては既存ろ過池と同面積のものを 1 池増設して計 3 池とし、47 ﾘｯﾄﾙ/秒の処理容量とする。また、第 2 系統のろ過池の拡張は行わず、処理量は現行の 30 ﾘｯﾄﾙ/秒とする。浄水場関連施設の現況と問題点及び対応について整理した結果は以下のとおりである。

1) 導水路施設の問題点

水源であるプラタノス川の流量は豊富にあるが、導水管の設計通水量 88 ﾘｯﾄﾙ/秒に対して 62～73 ﾘｯﾄﾙ/秒

の通水量しか得られず、設計流量の 70～83%程度の流量しか浄水場に到達していない。この原因は、下記に記述したとおり、適切な箇所に空気弁や排泥弁が設置されていないため、空気や泥の溜まりが通水を阻害していることにある。従って、既存空気弁の交換、空気弁や排泥弁の増設、沈砂池上流水路の一部（18m）開渠化、沈砂池上流の導水管本管に制水弁の設置を計画する。

- 導水路途中にある沈砂池の排泥弁φ150mm(6")に漏水があり操作に支障をきたしている。また、排砂管の口径が小さく排砂能力が低い。
- 取水口水位と沈砂池内必要水位の水位差に余裕がないにもかかわらず、沈砂池手前の導水路は、異物や泥が溜まりやすい状況となっている。排泥弁の設置がなく、清掃作業が困難である。
- 導水路付帯工である既存空気弁 23 ヶ所は性能が悪く泥が詰まりやすく、性能の良い急排空気弁に交換することが必要である。また、導水管路が凸部でありながら空気弁設置のない場所や長距離にもかかわらず無設置の区間があるため、11 ヶ所に空気弁の増設が必要である。
- 既存の排泥弁は 13 ヶ所あるが、凹部にもかかわらず設置されていない地点が 12 箇所あるため、これらの箇所に排泥弁を新設することが必要となる。
- 取水口に制水ゲートが無く、また導水本管には浄水場の最初沈澱池の流入点に制水弁があるのみである。導水管途中に制水弁が 1 ヶ所もなく、導水管の維持管理のために通水を遮断することができない。従って、沈砂池の上流に設置する排泥工の本管分岐部下流に制水弁を設置する。
- 最初沈澱池流入部のエアレーション施設による水頭損失が大きく、導水の通水阻害要因となっている。

2） 浄水場施設の問題点

a. 最初沈澱池から 2 系統の処理施設に至る場内配管の通水能力が低い。このため、正規の場内送水管に加えて、最初沈澱池 2 池のうち 1 池の余水吐管と排水管に計 4 本の PVC 管(φ75mm, 3")を応急的に接続して地上部に配管し、両処理施設への送水を補っている。第 1 系統施設へ通じる配管(φ150mm, 6")は、当初、設計量 30 ﾘｯﾄﾙ/秒の送水が行えていたものと思われるが、現在は 22 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の通水しかできない。第 2 系統へ通じる配管(φ150mm, 6")は当初から 30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の通水能力しかもたず、現在はさらに 24 ﾘｯﾄﾙ/秒程度の通水能力に低下している。これは、送水管に凹部があるにもかかわらず排泥弁の設置がなく、泥が管内面に堆積固結し、通水を阻害しているためと考えられる。

b. 第 2 系統の施設は設計流量 40 ﾘｯﾄﾙ/秒であるが、その場合ろ過速度が 180m/日にもなり、ろ過速度の基準値(150m/日)を超えてしまう。このため、処理水の水質を確保するためにオペレーターは経験上、処理量を 30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度に抑えた運転を行っており、設計量の 40 ﾘｯﾄﾙ/秒の 75%流量以上の浄水処理ができない状況にある。原水濁度が高い場合はさらに処理量を少なくする運転をしており、ろ過処理施設の機能の低下が見られる。現在、第 1、第 2 系統の両施設とも 30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度、合計 60 ﾘｯﾄﾙ/秒の処理量しか生産できない。各施設の処理量が 30 ﾘｯﾄﾙ/秒の場合、第 2 系統のろ過速度は 135m/日であるが、第 1 系統は 112m/日となり、ろ過速度の基準値である 120m/日を下回るろ過速度での運転しかできない状況にある。生産量としては、設計処理量である 69 ﾘｯﾄﾙ/秒の 87%、計画目標年度の需

要量 77 ﾘｯﾄﾙ/秒の 78%に留まっており、現在の日最大給水需要量(67 ﾘｯﾄﾙ/秒)を考えると、浄水量が不足している。

- 処理水の水質が安定せず、一日のうちでも処理水濁度が変化する。
- 第 1、第 2 系統ともにフロック形成池の迂流板の破損ががあり、フロックの形成不良がある。
- 第 1 系統沈澱池の沈澱水取り出し設備が不良でトラフの設置がない。
- 第 2 系統沈澱池の傾斜板の多くが外れており、機能が低下している。
- 第 1、第 2 系統ともにろ過砂の粒度組成や品質が適正規格を満足しない。
- 沈澱池の排泥弁、ろ過池の流出弁、逆洗浄用弁、他弁類の多くが作動不良である。

c. 凝集剤注入設備が機械化されておらず、安定した凝集剤注入ができない。凝集剤の注入量設定はジャーテストの結果を基にしておらず、オペレーターの過去の経験により決めている。原水の流入量測定装置、濁度の計測器がなく、凝集剤の適正な量の注入を行うことができていない。

- 第 1、第 2 系統ともに凝集剤（硫酸アルミニウム）の溶解注入設備がなく、ドラム缶を使用した手作業にて注入が行われている。このため作業が煩雑で安定した凝集剤注入作業が行えない。
- 着水部の水量計がなく、処理水量の把握ができない。また、濁度計がないため濁度把握ができず、処理流量に応じた凝集剤注入量の決定ができない。

d. 第 1 系統のろ過池逆洗用水の揚水ポンプの容量が 3HP と小さく、1 池分の揚水時間が 4 時間以上かかる。2 池分の揚水と逆洗浄作業を行うと 10 時間以上にも及び、適切な時間にろ過池の逆洗作業が行えない。また、オペレーターは第 2 系統の施設管理や、凝集剤の投入･混和作業も行わなければならず、そのため 2 池ある第 1 系統のろ過池の逆洗作業は 1 日に 1 池しか行えない。また、ポンプが耐用年数を過ぎており、老朽化している。

- 第 1 系統ろ過池の逆洗用揚水ポンプの容量が不足している。
- 逆洗用水としてろ過処理後の塩素注入水が用いられておらず、沈澱処理水が用いられており、洗浄水として不適切である。
- 逆洗用水の揚水ポンプ吸水槽への流入管のフロートバルブが故障している。

e. 塩素はそれぞれの施設の処理水に対して個別に注入されるべきであるが、現状では第 1 系統の処理水にしか注入されていない。また、第 2 系統には塩素注入装置の設置が無く、第 1 系統において第 2 系統の処理量を考慮した塩素量を注入しなければならず、塩素の注入管理が困難である。

f. 第 1、第 2 系統ともにろ過処理後の量水設備がなく、実処理量に応じた正確な塩素量が注入できないほか、処理量（生産量）の積算量の把握もできない。

g. 既存浄水場の容量は、計画目標年度の水需要量である 77 ﾘｯﾄﾙ/秒までの拡張が必要とされるが、現在の両系統の合計ろ過面積から計算すると、ろ過速度が 158m/日となり、ろ過面積が不足する。従って、第 1 系統のろ過池 1 池の追加が必要となる。

77 ﾘｯﾄﾙ/秒×86.4/(11.52m^2×2 池＋2.4 m^2×8 池)＝157.5m/日

h. その他の施設について、第 1 系統の施設容量を 47 ﾘｯﾄﾙ/秒、第 2 系統の施設容量を 30 ﾘｯﾄﾙ/秒とした場合、現況施設で容量が不足する場合は拡張を行う。

3) 浄水場施設の改修内容

【最初沈澱池～処理場の送水管】

管口径が小さく、また管内部に泥の堆積があり、通水能力が計画容量に満たないため、管の更新を行う。既存の第 1 系統はφ150mm(6")からφ250mm(10")に、第 2 系統はφ150mm(6")からφ200mm(8")に口径を大きくし、また、処理場の着水井への立ち上り部には排泥弁を設ける。

【着水井】

第 1 系統の着水井は後述の 2 池のフロック形成池に対して 1 池ずつ設け、最初沈澱池からの送水量を等分して受ける。第 2 系統は現状維持とする。

【凝集剤注入装置】

第 1、第 2 両系統ともに、安定した凝集剤の注入を確実に行うために、機械式の凝集剤注入装置を導入する。また注入量の設定を行うためには、流入量と濁度の定量的な把握が必要であるため、流量計の設置と濁度計の調達を行う。

【混和池】

第 1 系統では、凝集剤の注入場所は急速攪拌の機能を持つパーシャルフリューム形式の混和池とし、混和池上に、凝集剤の注入点を設ける。第 2 系統は現状維持とする。

【フロック形成池】

凝集剤と急速混和された原水を緩速攪拌することによりフロックが形成される。攪拌は池内の上下迂流板による重力攪拌とする。第 1 系統の現況施設では、改修の計画処理量の場合に、滞留時間が 12.5 分で基準値の 20 分以下、平均流速も 32.5cm/秒と基準値の 30cm/秒を超え、また、G 値(速度勾配値)も 133/秒と基準値の 75/秒を超える。従って、要請にあるようにフロック形成池 1 池の増設を行い、容量の拡張を計画する。第 2 系統のフロック形成池は既存施設の容量のままで問題はない。第 1、第 2 両系統ともに迂流板の損壊が多く、良好なフロック形成が出来ない状況にあるため、迂流板は全数 FFU(合成木材)製のものに更新する。

【薬品沈澱池】

フロック形成のための攪拌が完了した薬品処理水は沈澱池に流入し、沈澱池内を滞留する間にフロックは成長し、沈降･分離される。フロックが分離された後の上澄水は沈澱池末端に設けられた越流トラフで集められ、ろ過池に流入する。同時に、沈澱池底部へ沈降したフロックは濃縮汚泥となって沈積する。汚泥は池の流入部付近の池底に多く集積するため、適時排泥作業を行う。

第1系統では、表面負荷率21㎜/分で薬品沈澱池としての基準値15～30mm/分に入る。平均流速は130mm/分であり、基準値の 400㎜/分以下である。従って、拡張流量の 47 ㍑/秒の場合でも、横流式普通沈澱池としての容量は現在でも十分にあり、既存沈澱池容量を拡張する必要はない。また、要請書にて要望されている傾斜板の設置の必要もないと判断される。一方、第 2 系統では処理量は拡張しないため、既存施設の躯体の使用に問題はないが、傾斜板を全数更新する。

【急速ろ過池】

全計画処理量 77 ㍑/秒に対して、両系統ろ過池のろ過面積おいて均等なろ過速度とした場合、下記計算に示すように、ろ過速度は 157m/日となり、基準値である 150m/日を超過する。従って、ろ過池面積の拡張を行う必要があるが、要請書によると、第 1 系統のろ過池 2 池の新設が要望されている。

第 1 系統　ろ過面積　11.52m^2/池×2 池＝23.04m^2
第 2 系統　ろ過面積　 2.40m^2/池×8 池＝19.20m^2
77.0 ㍑/秒×86.4/（23.04m^2＋19.20m^2）＝157.5m/日　＞　150m/日 (基準値)

第 1 系統のろ過池逆洗方式は、高所設置の逆洗タンクにより 1 池づつ独立して逆洗作業を行うことができる構造となっているため、既存のろ過池の一部取り壊しをすることなく新規のろ過池の躯体を建設することが可能である。一方、第 2 系統のろ過池は自己逆洗方式のため、8 つのろ過池のろ過層下部にある集水渠は連通しており、さらに、ろ過後の水の通水渠やろ過池への逆洗水用貯水渠となる浄水渠も各ろ過池が共有している。従って、ろ過池増設のための鉄筋コンクリートを打ち継ぐためには、既存のろ過池、浄水渠及び一部沈澱池の側壁を壊す必要があり、既存施設のコンクリート躯体に影響を与えずに増設工事を行うことはできない。このことから、要請にあるとおり、ろ過池の増設は第 1 系統施設において行うことが望ましい。

第 1 系統にろ過池を増設する場合、ろ過池の面積は逆洗の水量、水圧を一定にするために、既存ろ過池と同面積であることが必要である。第 1 系統のろ過池を 1 池増設して計 3 池とした場合、平均ろ過速度は 124.2m/日となり、基準値である 120m/日～150m/日の範囲に入り適切な施設となる。従って、要請にあげられた 2 池の増設の必要はなく、1 池のみの増設を計画する。

第 1 系統　ろ過面積　11.52m^2/池×3 池＝34.56m^2
第 2 系統　ろ過面積　 2.40m^2/池×8 池＝19.20m^2
77.0 ㍑/秒×86.4/（34.56m^2＋19.20m^2）＝124.2m/日　（120～150m/日の範囲に入る。）

また、ろ過速度を 124.2m^3/日　とした場合、第 1 系統と第 2 系統の処理量は下記計算のとおりであり、第 2 系統の処理量を現行の運転量の 30 ㍑/秒、第 1 系統の処理量を 47 ㍑/秒とする。

第 1 系統　124.2m/日×11.52m^2/池×3 池＝49.7 ㍑/秒　→　47 ㍑/秒（117.5m/日）
第 2 系統　124.2m/日×　2.40m^2/池×8 池＝27.6 ㍑/秒　→　30 ㍑/秒（135.0m/日）

【逆洗水用揚水ポンプ】

要請対象の第１系統の逆洗水用揚水ポンプについては、１池当たりの逆洗水量を１時間で揚水を可能とする容量に更新する。ポンプの仕様は下記のとおりである。

逆洗タンク　HWL：945m、サクションタンク LWL：929m、全揚程 H=16m
逆洗流量　0.9m^3/分・m^2 、逆洗時間 6 分以上
ろ過面積　3.6×3.2 ＝ 11.52m^2
既存逆洗タンク容量　100m^3 （ろ過池 1 池のみの容量）
逆洗時間　100 m^3/（0.9m/分×11.52 m^2）＝9.6 分＞ 6 分
揚水時間　60 分
　揚水管口径φ250mm、管路延長 80m
　全揚程　16m＋管路損失 1.0m＋ポンプ周り損失 1.0m → 18m
ポンプ 2 台同時運転時揚水量　50m^3/60 分=0.83m^3/分→0.9m^3/分
ポンプ仕様：横軸渦巻きポンプ、吐出量 0.9m^3/分、全揚程 18m、台数 2 台
　　出力 P= 0.163×1.0×0.9×18m/0.7×1.15 = 4.3 kW → 5.5kW

【配水池】

浄水場内外の配水池容量は 2,300m^3 であり、改修の計画容量である 77 ﾘｯﾄﾙ/秒に対して約 8.3 時間の容量となるため、増設の必要はない。

【塩素注入設備、流量計設備】

現在は第１系統のみに塩素が注入されているが、改修に伴い、第２系統についても塩素注入設備を導入する。設備形式は、現在グ国の地方浄水場や井戸で広く使用されている液化塩素ｼﾘﾝﾀﾞｰを使用した直接注入型とする。塩素の適正注入量と浄水の生産量を把握するために、両系統に流量計を設置する。

(2) サラマ市

現況の施設は緩速ろ過システムである。浄水場施設の改修内容としては、雨期の原水濁度が通常時に 10 度(14NTU)以下、降雨後にも濁度の程度が低く、1 週間に 1 回 30 度(43NTU)以上の濁度が発生する程度であるため、要請にある凝集処理施設の導入は必要ないと判断される。浄水処理は現状と同様、普通沈澱池と緩速ろ過池の組み合わせで対応可能であり、既存沈澱池及び EU が融資し未完成で放置されている EU 沈澱池の有効活用を図り、ろ過池の前処理施設である沈澱池において 8 時間以上の充分な滞留時間がとれるように配慮する。濁度が一時的に高く上がった場合は、一時取水を止めたり、ろ過速度を下げるなどして対応する。これにより、将来の運転･維持管理費が不用意に上がることを回避できる。

改修の計画容量 52 ﾘｯﾄﾙ/秒に対して、既存施設の現設計容量が 24 ﾘｯﾄﾙ/秒であるため、既存の沈澱池の系統に加えて、新規に EU 沈澱池を利用した新規の緩速ろ過処理系統を整備する。EU沈澱池に付随して、ろ

過池及び場内配水池の整備が必要となる。

2 つの系統の処理容量配分は下表に示すとおりで、雨期の高濁度時を想定し、凝集剤注入を行わないことから、ろ過速度、沈澱池滞留時間とも、基準値以内で安全側となるよう設定する。導水路の着水井では、両系統に水量配分の調節ができるように分水槽構造とし、ろ過池の流出側の調節井ではろ過速度の調整ができるように可動堰構造とする。

表 3.2.9 サラマ市浄水場の処理量配分

系統	処理量	ろ過池		沈澱池	
		ろ過速度	ろ過面積	滞留時間	沈澱池容量
既存系統 (第 1 系統)	20 ﾘｯﾄﾙ/秒	4.0m/日	439.9m^2 (12.9×17.05×2 池)	8.6 時間	620m^3 (310m^3×2 池)
EU 系統 (第 2 系統)	32 ﾘｯﾄﾙ/秒	4.6m/日	615.0m^2 (15.0×20.5×2 池)	15.6 時間	1､792m^3 (896m^3×2 池)
計	52 ﾘｯﾄﾙ/秒	－	－	－	－

浄水場関連施設の現況と問題点及び対応について整理した結果は以下のとおりである。

1) 浄水場施設

a. カチル川の雨期流量は豊富であるが、乾期に減少する。雨期は取水量が 66～72 ﾘｯﾄﾙ/秒となるが､乾期は 25～30 ﾘｯﾄﾙ/秒程度と通水量が 40%程度となる。導水施設に問題はない。
b. 雨期に既存施設の設計処理量である 24 ﾘｯﾄﾙ/秒の 3 倍近い流量が浄水場へ流入している。現在の水需要量は 55 ﾘｯﾄﾙ/秒、計画目標年度の給水需要量は 62 ﾘｯﾄﾙ/秒である。
c. ろ過池ではサイホン管を使用してろ過層を通る前の水を池内から調節井に送水しており、ろ過処理することなく多量の水を配水池に送っている。また、ろ過層を通している水もあるがろ過速度（約 10m）は基準値を大きく超過し、浄水場を通過している水は無処理の状態に等しい。また、ろ過池 2 池の調節井から配水池に至る区間には、正規の送水管以外に、場内の連絡管を設けており、この連絡管にて送水される水は塩素室を経由していないため塩素が注入されていない。
d. ろ過砂に粒度組成等の不良がある。ろ過層厚も当初の 1.2m から 0.9m に減っており、砂層は僅かに 20cm 程度しかない。水道施設設計指針によると、全層 1.5m、砂層 0.9m 程度は必要である。
e. 沈澱池の排泥弁、水路内ゲート等が作動不良である。
f. 毎月 1～2 回は必要な「ろ過砂の掻取り」や「ろ過砂の洗浄」が適正に行われておらず、年に 2 回大掛かりな洗砂作業が実施されている。ろ過池の壁高が砂面より 2.1m あり、ろ過砂の洗砂作業のためのろ過砂搬出作業を手作業で行うのは困難である。
g. 浄水場専任のオペレーターや作業要員の在籍がなく、日常の運転管理が適正に行われていない。
h. 浄水場の流入部の量水設備が測定不能である。
i. ろ過処理後の量水設備の設置が無く、実処理量に応じた正確な塩素量の注入が行えないほか、処理量（生産量）の積算量の把握ができない。
j. 既存浄水場の容量は、計画目標年度の水需要量である 52 ﾘｯﾄﾙ/秒までの拡張が必要とされるが、沈澱池の滞留時間は 3.3 時間となり、基準値(8 時間以上)に対して不足する。また、ろ過池は現在のろ

過面積で処理した場合、ろ過速度が 10.2m/日となり、基準値(4～5m/日)を大きく上回り、ろ過面積が不足する。従って、沈澱池及びろ過池の拡張が必要である。また、配水池容量も基準値(8 時間以上)に対して 4.3 時間と不足するため容量の拡張が必要となる。

k. その他施設については、第 1 系統の施設容量を 20 ﾘｯﾄﾙ/秒、第 2 系統の施設容量を 32 ﾘｯﾄﾙ/秒とした場合、現況施設のままの場合で容量が不足する場合は拡張を行う。

2) 浄水場施設の改修内容

【沈澱池】

52 ﾘｯﾄﾙ/秒の場合既存沈澱池の滞留時間が 3.3 時間となり、横流式普通沈澱池の滞留時間の基準値(8 時間以上)を確保できないため、沈澱池を増設する必要がある。そのため、EU 沈澱池の有効利用を図る。ただし、凝集処理施設は導入しないため、雨期の高濁度時は沈澱池において充分な滞留時間が取れるよう配慮する。

【緩速ろ過池】

既存ろ過池のろ過速度は約 10.2m/日となり基準値である最大 5m/日を大幅に超過するため、ろ過池を増設することによりろ過速度 4～5m/日まで抑える必要がある。EU 沈澱池に付随してろ過池を 2 池新設する。

【配水池】

現在、配水池容量は 800m^{3}であり、52 ﾘｯﾄﾙ/秒容量の場合、4.3 時間分しかないため、増設が必要である。8 時間容量を確保するためには、1,500m^{3}必要であるため、700m^{3}容量の配水池を増設する。配水池は既設と併せて計 3 池となるが、両系列の共通使用とする。

【塩素注入設備、流量計設備】

現在は第 1 系統と配水池を結ぶ送水管に塩素注入を行っている。本改修によって、緩速ろ過池と配水池が第 2 系統として新たに整備されるが、両系統の配水池への送水管を一本化し、既存の塩素注入室から 1 箇所で塩素注入を行う。また、塩素注入機は老朽化しているため更新する。

(3) カバーニャス市

浄水場関連施設の現況と問題点及び対応について整理した結果は以下のとおりである。

1) 導水路施設の問題点

FIS 融資による導水管の改修工事がほぼ完了しているが、管路途中にある沈砂池、減圧水槽での余水吐からの放流量が多いため、計画流量である 18 ﾘｯﾄﾙ/秒の通水が実現されておらず 12～14 ﾘｯﾄﾙ/秒しか浄水場に到達していない。この対応として下記項目が挙げられる。

- 沈砂池の壁高を嵩上げし、余水吐きを撤去することで導水量の損失を低減する。

- 減圧水槽の壁高を嵩上げし、余水吐きを撤去することで導水量の損失を低減する。
- 減圧水槽水位に対する浄水場流入部の静水圧が 124m であり、既存 PVC 管(160psi =11.2kg/cm^2) では耐圧強度に問題があるため、既存の減圧水槽と浄水場の間に新規減圧水槽を設ける。この結果、新規減圧水槽より下流の水圧が低下し、導水路の最下流である浄水場手前 866m 区間の口径がφ100mm(4")のままであると、18 ﾘｯﾄﾙ/秒の通水量の確保ができないため、要請書にあるようにこの区間の管口径をφ150mm(6")に更新する。

2) 浄水場施設の問題点

現況の施設は緩速ろ過システムである。雨期の原水濁度は低く、平常時は 10 度(14NTU)以下で、原水濁度が 30 度(42NTU)以上に上がるのは月に 3～4 回で、その場合でも半日で濁度は低下する。従って、要請には凝集処理施設の導入が挙げられていたが、サラマ市の場合と同様に、その必要性は無いと考えられる。現状と同じ普通沈澱池と緩速ろ過池の組み合わせで対応可能であるが、ろ過池の前処理施設である沈澱池において充分な滞留時間がとれるように配慮する。濁度が異常に上がった場合は導水を停止し、市内の井戸を使用する。以上より、要請項目から新規フロック形成池、薬品注入設備の新設が削除される。一方、導水管付帯施設の改修、既存沈澱池容量の拡張、ろ過池 1 池の増設、場外への排水管の建設等が必要となる。沈澱池、ろ過池ともに現在 1 池しかなく、排泥やろ過砂洗砂等の施設運転管理作業のためには、これらの施設が 2 池必要であることから増設を計画する。

a. 沈澱池、ろ過池ともに 1 池のみであるが、清掃､洗砂作業のため 2 池必要である。
b. 沈澱池、ろ過池の壁にひび割れによる漏水があり、2 年前からこれら施設は使用されていない。
c. 沈澱池の滞留時間が 4.5 時間と緩速ろ過池の普通沈澱池の滞留時間 8 時間以上に満たない。
d. ろ過砂に粒度組成等の不良があり、また、ろ過層厚も減っている。
e. ろ過池のろ過速度が設計標準値(4～5m/日)に対して 6.5m/日と基準値を超過している。
f. 沈澱池排泥弁、水路内ゲート等が作動不良である。
g. 浄水場専任オペレーター、作業要員の在籍がなく、日常の運転管理が適正に行われていない。
h. 浄水場の流入部の量水設備が測定不能である。
i. ろ過処理後の量水設備の設置が無く、実処理量に応じた正確な塩素量の注入が行えない。また処理量の積算量の把握ができない。
j. 既存浄水場の容量は導水管の通水能力である 18 ﾘｯﾄﾙ/秒までの拡張が必要とされるが、沈澱池の滞留時間は 2.2 時間と、基準値(8 時間以上)に対して不足する。また、ろ過池は現在のろ過面積で処理すると、ろ過速度は 10.7m/日と、基準値(5～6m)を大きく上回り、ろ過面積が不足する。従って、沈澱池、ろ過池の拡張が必要となる。
k. 容量拡張に対する対応事項
施設容量を 18 ﾘｯﾄﾙ/秒とした場合、現況施設のままの場合で容量が不足する場合は拡張を行う。

3) 浄水場施設の改修内容

【沈澱池】

凝集処理施設は導入しないため、雨期の高濁度時は沈澱池にて充分な滞留時間が取れるように配慮し、また、運転･維持管理のために 2 池を計画する。沈澱池容量を計画の 18 ﾘｯﾄﾙ/秒に拡張するために 8 時間容量である 520m^3 までの増設が必要となる。既存沈澱池の側壁に 2 年前の地震によるクラックが天端下 50cm から約 2m の長さで走っており、約 20m^3/日の漏水が生じている。また、側壁は練り石積み構造であり、地震の影響で他の箇所においても内部クラックが生じていることが懸念される。このための補修方法として、既存の池内に鉄筋コンクリート造の側壁と底版を内挿する方法が考えられる。しかし、この場合既存沈澱池の容量は僅かに 145m^3（滞留時間 2.2 時間）しか確保できず、さらに、容量 373m^3（幅 7.7m×長 18.0m×深 2.7m）の新規沈澱池の増設が必要となる。また、ろ過池に分水するために沈澱池からの合流水槽を設ける必要が生じる。そのため、狭い敷地内に施設が密集し、施設の運転が複雑化するとともに、空き地面積が減るため維持管理用車両の進入が困難になる。よって、既存沈澱池は撤去し、新規に沈澱池を建設することが妥当と判断できる。

【緩速ろ過池】

ろ過池数は維持管理上 2 池必要であり、また、計画処理量の 18 ﾘｯﾄﾙ/秒では既存ろ過池のろ過速度は 10.2m/日となり基準値である最大 5m/日を大幅に超過するため、ろ過池を 1 池増設する。ただし、既存ろ過池は既存沈澱池と同様 2 年前の地震によって側壁に幅 1mmのクラックが生じており、漏水を防ぐために既存の池内に鉄筋コンクリート造の側壁と底版を内挿する。

【配水池】

現在、配水池は 1 池(400m^3)であるが、FIS融資事業により 3 池(150m^3×2 池、60m^3×1 池)の建設が進められ、合計容量は 760m^3 となる。計画目標年度で 11.7 時間の貯留時間があり、拡張の必要はない。

【塩素注入設備、流量計設備】

現在は、市内の井戸アマテからの送水管に対してのみ塩素が注入されているが、改修後は、浄水場配水池への流入水として、浄水場内のろ過池処理水及び、市内の 2 井戸(アマテ、イスラ)からの送水の合流水に対して、これらの流量を計測した上で塩素を注入する。従って、これら処理水や送水の合流水槽を設置し、ろ過池からの処理水送水管に流量計を設置する。

⑷ 電気設備

電力は送電線のトランスから場内に引込み線を導き、サナラテ市では第 1 系統のろ過池配管管廊に電力メーターを設置し、これを日本側と市側の工事責任分界点とする。サラマ市では既存のポンプ小屋に電力メーターが設置されており、カバーニャス市では塩素注入室に設置される予定である。サナラテ市では、管廊内に受電･ポンプ操作盤を設置し、浄水場内の揚水ポンプ、硫酸アルミニウム注入ポンプ、ミキサー及び室内照明等の設備に配電される。サラマ市、カバーニャス市では、ベルトコンベア用屋外設置電源盤に配電される。各浄水場の使用電力及び必要変圧器容量は下表に示すとおりである。

表 3.2.10　浄水場使用電力

浄水場名	運転台数	出力(kW)	総合効率	消費電力(kW)	稼動時間(h/日)	使用電力量(kWh/日)	備考
サナラテ市							
洗浄水揚水ポンプ	2	5.5	0.85	12.941	3	38.823	2 台同時運転
硫酸ｱﾙﾐﾆｳﾑ注入機	2	0.13	0.85	0.306	24	7.344	
同上用ミキサー	2	0.19	0.85	0.447	24	10.728	
室内照明	16	0.08	0.85	1.506	2	3.012	
合　計				15.2		59.907	
サラマ市							
ベルトコンベア	4	0.4	0.85	1.882	0.4	0.753	3ｈ×2 回×2 回/30 日
室内照明	2	0.08	0.85	0.188	2	0.376	
合　計				2.070		1.129	
カバーニャス市							
ベルトコンベア	2	0.4	0.85	0.941	0.4	0.376	3ｈ×2 回×2 回/30 日
室内照明	2	0.08	0.85	0.188	2	0.376	
合　計				1.129		0.752	

表 3.2.11　変圧器容量

項　目	サナラテ市	サラマ市	カバーニャス市
総設備容量(kW)	15.2	2.1	1.2
所要容量(kVA)	30	5	5
トランス仕様	10KVA×3 台	5KVA×2 台	5KVA×2 台
必要電源	三相 460V	単相 220V	単相 220V

⑸ 機材調達

浄水場の運転･維持管理上の効率を高め、ろ過池のろ過砂の管理、処理工程における水質管理を行う上で、下記の機材を調達する。

急速ろ過システムでは、凝集剤の適正な注入量を設定するには、流入量と濁度を把握することが必要となるため、流量計の設置と濁度計の調達が必要である。

緩速ろ過システムにおいては、ろ過砂の洗浄は、ろ過砂表面の掻き取り、池外への搬出、洗浄、乾燥、ろ過池内への搬入、敷き均しの一連の作業を月に 2 回程度行う必要がある。現在、約 2mの壁を隔てて行っているろ過砂の池外への搬出、池内への搬入作業は、スコップを使用した人力作業に頼っており、重労働な上、効率が極めて悪く、1 池当たり 1 日がかりの作業となっている。サラマ市の場合、4 池の砂の出し入れに 16 日(8 日×2 回)でかかることになり、月の半分は全池の稼働ができず 3 池のみの運転となってしまう。カバーニャス市についても 8 日間は 2 池あるろ過池のうち 1 池のみの運転となる。このような無駄を省くために、日本ではベルトコンベアを使用した作業が一般的となっていることから、サラマ市及びカバーニャス市においてもベルトコンベアを導入し作業の効率化を図る。下記に調達機材を示す。

サナラテ市　　:濁度計 1 台
サラマ市　　:ベルトコンベア 4 台、濁度計 1 台
カバーニャス市　:ベルトコンベア 1 台、濁度計 1 台

表3.2.12 既存浄水場施設の機能診断(2009年の計画処理量にて診断した場合)

施設名		単位	設計標準値	サナラテ市		サラマ市	カバーニャス市
				第1系統 (1962年施設)	第2系統 (1998年施設)		
設計容量		m^3/日	-	4,061	2,592	4,493	1,556
		ﾘｯﾄﾙ/秒	-	47.0	30.0	52.0	18.0
最初沈澱池	池数		原則2つ以上	2池		-	-
	形状寸法(有効水深)	m	-	15.0×14.0×2.5		-	-
	有効容量/池	m^3	-	525.0		-	-
	滞留時間	時間	1時間以上	3.1	4.9	-	-
量水装置			-	**ﾊﾟｰｼｬﾙﾌﾘｭｰﾑ不良**	**越流四角堰不良**	**越流三角堰不良**	**無し**
凝集用薬品注入設備			-	**手作業**	**手作業**	**無し**	**無し**
フロック形成池	方式		-	上下迂流式	上下迂流式	無し	無し
	形状寸法(有効)	m	-	0.7×19.3×2.6	0.7～0.9×3.5×3.6	-	-
	有効容量	m^3	-	35.1	43.3	-	-
	滞留時間	分	20～40	**12.5**	**24.1**	-	-
	平均流速	cm/秒	15～30	**32.5**	**15.0**	-	-
	G値	秒$^{-1}$	10～75	**133.0**	**51.0**	-	-
	GT値	-	23,000～210,000	95,000	71,900	-	-
沈澱池	形式		-	横流式薬品沈澱池	上向流傾斜板式	横流式普通沈澱池	迂流式普通沈澱池 (更新)
	池数	池	2池以上	2	6	2	**1**
	形状寸法(有効)/池	m	-	3.6×18.6×3.0	2.4×4.25×2.47	4.1×26.1×2.9	1.6×36.2×2.5
	長/幅 比	-	3～8	5.2	1.8	6.4	22.6
	有効表面積/池	m^2	-	67.1	10.2	107.0	57.9
	有効容量/池	m^3	-	201.3	25.2	310.3	144.8
	有効水深	m	3～4程度	3.0	2.5	2.9	2.5
	表面負荷率	mm/分	普通沈澱池 5～10	-	-	14.6	**18.7**
			薬品沈澱池 15～30	21.0	-	-	-
			傾斜板式 7～14	-	6.5	-	-
	平均流速/ 平均上昇流速	mm/分	普通沈澱池 300以下	-	-	131.2	270.1
			薬品沈澱池 400以下	130.6	-	-	-
			傾斜板式 80以下	-	30.5	-	-
	滞留時間	時間	普通沈澱池 (8時間以上)	-	-	**3.3**	**2.2**
ろ過池	形式		-	急速濾過	急速濾過	緩速濾過	緩速濾過
	洗浄方式	-	-	逆流洗浄	逆流洗浄	無	無
	池数	池	2池以上	2	8	2	**1**
	形状寸法/池(有効)	m/池	-	3.6×3．2	1.5×1.6	12.9 ×17.05	9.4×15.4
	ろ過面積/池	m^2	-	11.52	2.40	219.95	144.80
	ろ過速度(全池運転時)	m/日	急速ろ過池 120～150	**176.3**	135.0	-	**-**
		m/日	緩速ろ過池 4～5	-	-	**10.2**	**10.7**
	流出側流量計	-	-	**設置無し**	**設置無し**	**設置無し**	**設置無し**
配水池	池数	池	-	5		2	4
	有効容量/池	m^3×池	-	150m^3×2池 500m^3×3池 500m^3×1池		400m^3×2池	400m^3×1池 150m^3×2池(FIS) 60m^3×1池(FIS)
	有効容量/全池	m^3	-	2,300		800	760
	貯留時間/全池	時間	8～12	8.3		**4.3**	11.7

凡例: 設計基準値不適合 (水道施設設計指針・解説)

表3.2.13 改修施設の機能診断

施設名		単位	設計標準値	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
				第1系統（1962年建設）	第2系統（1998年建設）	既存	新設	
設計容量		m^3/日	-	4,061	2,592	1,728	2,765	1,556
		リットル/秒	-	47.0	30.0	20.0	32.0	18.0
着水井・分配槽	池数	-	原則2つ以上に分割	-		1池		-
	形状寸法（有効）	m	-	-		1.5×2.7×1.2		-
	有効容量/池	m^3	-	-		4.86（堰前部分）		-
	滞留時間	分	1.5分以上	-		1.2		-
最初沈澱池	池数	-	原則2つ以上	2池		-	-	-
	形状寸法（有効）	m	-	15.0×14.0×2.5		-	-	-
	有効容量/池	m^3	-	525.0		-	-	-
	滞留時間	時間	1時間以上	3.1	4.9	-	-	-
量水装置		-	-	流量計の設置	流量計の設置	四角堰	四角堰	四角堰
凝集用薬品注入設備		-	-	注入設備の更新	注入設備の更新	-	-	-
フロック形成池	形式	-	-	上下迂流式	上下迂流式	-	-	-
	形状寸法（有効）	m	-	0.7×16.65×2.8 0.7×15.40×2.8	0.7～0.9×3.5×3.6	-	-	-
	有効容量	m^3	-	32.6/30.2	41.0	-	-	-
	滞留時間	分	20～40	23.1/21.4	**22.8**	-	-	-
	平均流速	cm/秒	15～30	16.3	15.0	-	-	-
	G値	/秒	10～75	50/50	**50.0**	-	-	-
	GT値	-	23,000～210,000	61,000/55,800	70,600	-	-	-
沈澱池	形式		-	横流式薬品沈澱池	上向流傾斜板式	横流式普通沈澱池	横流式普通沈澱池（増設）	横流式普通沈澱池（更新）
	傾斜板設置面積		-	-	2.4×4.25	-	-	-
	池数	池	2池以上	2	6	2	2	2
	形状寸法（有効）/池	m	-	3.6×18.6×3.0	2.4×4.25×2.47	4.1×26.1×2.9	7.45×38.8×3.1	4.7×17.5×3.2
	長/幅 比		3～8	5.2	1.8	6.4	5.2	3.7
	有効表面積/池	m^2	-	67.1	10.2	107.0	289.1	82.3
	有効容量/池	m^3	-	201.3	25.2	310.3	896.0	263.0
	有効水深	m	3～4程度	3.0	2.5	2.9	3.1	3.2
	表面負荷率	mm/分	普通沈澱池 5～10	-	-	5.6	3.3	6.6
			薬品沈澱池 15～30	21.0	-	-	-	-
			傾斜板式 7～14	-	6.5	-	-	-
	平均流速/平均上昇流速	mm/分	普通沈澱池 300以下	-	-	50.5	41.6	35.9
			薬品沈澱池 400以下	130.0	-	-	-	-
			傾斜板式 80以下	-	30.5	-	-	-
	滞留時間	時間	普通沈澱池（8時間以上）	-	-	8.6	15.6	8.1
ろ過池	形式	-	-	急速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過
	洗浄方式	-	-	逆流洗浄	逆流洗浄	-	-	-
	池数	池	-	3 （1池増設）	8 -	2 -	2	2
	形状寸法/池（有効）	m/池	-	3.6×3.2	1.5×1.6	12.9 ×17.05	15.0×20.5	9.4×15.4 11.8×17.0
	濾過面積/池	m^2	-	11.52	2.40	219.95	307.50	339.10
	濾過速度（全池運転時）	m/日	急速濾過 120～150	117.5	135.0	-	-	-
			緩速濾過 4～5	-	-	4.0	4.6	4.6
	流出側流量計	-	-	流量計の設置	流量計の設置	流量計の設置	流量計の設置	流量計の設置
塩素注入施設		-	-	更新	新設	更新	新設	更新
配水池	池数	池	-	5		4		4
	有効容量/池	m^3/池	-	150m^3×2池 500m^3×3池 500m^3×1池		400m^3×2池 350 m^3×2池		400m^3×1池 150m^3×2池(FIS) 60m^3×1池(FIS)
	有効容量/全池	m^3	-	2,300		1,500		760
	貯留時間/全池	時間	8～12	8.3		8.0		11.7

3-2-2-3 計画案の決定

前項の検討結果、施設計画の内容を表 3.2.14、表 3.2.15 に、要請と改修計画案の比較を表 3.2.16 に、表 3.2.17、表 3.2.18 に機材内容を取りまとめる。また、表 3.2.19 に現況の問題点、要請内容、施設改修内容を整理する。各サイトの改修計画平面図を図 3.2.4 及び巻末の資料に示す。

表 3.2.14 施設改修方法のまとめ

項 目	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	
現施設容量	69.0		24.0	-	12.0
(ﾘｯﾄﾙ/秒)	29.0	40.0	24.0	-	
改修施設容量	77.0		52.0		18.0
(ﾘｯﾄﾙ/秒)	47.0	30.0	20.0	32.0	
既存システム	急速ろ過システム		緩速ろ過システム		緩速ろ過システム
システム改修案	乾期は常時濁度が30度以上、雨期は常時 100 度を超え、1000 度程度にもなることがあるため、現行と同様の急速ろ過システムとする。		雨期の原水濁度が通常時に 10 度以下、降雨後においても程度が低く、1 週間に 1 回程度 30 度以上の濁度が発生する程度であるため、要請にはあるが、凝集処理設備の導入は行わない。		
導水管	現在設計通水量の 70～80%流量しか浄水場に到達しないため改修が必要。空気弁工、排泥工、最初沈澱池流入工等の改修を行う。		既存導水管に問題はない。		現在 FIS 融資事業について改修中であるが、計画通水量の 70～80%流量しか浄水場に到達しないため、さらに本計画において改修が必要。
ろ過面積の拡張	改修施設容量にした場合、ろ過速度が基準値を超過するためろ過面積の拡張が必要とされる。要請では第 1 系統に 2 池追加であるが、1 池のみの増設で問題ない。		施設容量が拡張されるため、未使用の EU 建設沈澱池を利用し、2系統の処理システムとする。第 2 系統にろ過池 2 池の新設を行う。		現在ろ過池は 1 池しかなく、ろ過速度が基準値を超過するため、1池新設し、計2池とする。既存池は漏水防止工を行い改修して使用する。
最初沈澱池	ﾄﾗﾌの不備、また、処理場への送水管の通水阻害の問題があり、送水管の拡張、排泥工の設置を行う。		無し(不要)		無し(不要)
凝集剤注入装置	適正注入のため機械式の注入装置を、量水のため流量計を設置する。		無し(不要)		無し(不要)
フロック形成池	現在1列では容量不足のため 1 列増設し 2 列とする。迂流板を更新する。	容量は問題なく、迂流板の更新のみを行う。	無し(不要)		無し(不要)
沈澱池	整流壁、越流ﾄﾗﾌの設置、排泥弁の更新を行う。	傾斜板、弁類の更新を行う。	整流壁、越流ﾄﾗﾌの設置、排泥弁の更新を行う。	EU 沈澱池内に内張りをし、越流ﾄﾗﾌ、排泥弁の改修を行う。	漏水のある既存沈澱池を改修しても容量が不足し、更に新規沈澱池の増設が必要。敷地が狭く管理状況が悪くなるため、既存池は撤去し、新規 2 槽の沈澱池を建設する。
ろ過池	1 池新設。既存池は流入可動堰、集水板、ろ過材の更新を行う。	ろ過材の更新を行う。	集水管、ろ過材の更新を行う。	2 池新設。	1 池新設。既存池は、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ槽を内挿して漏水修理を行い、また、集水管、ろ過材、流出可動堰の更新を行う。
逆洗浄設備	揚水ポンプ 2 台が老朽化、容量不足のため更新する。	―	無し(不要)		無し(不要)
塩素注入設備	注入機の更新を行う。	現在、設備が無いため新規導入する。	既存の注入機室にて両系統の合流送水管に塩素注入する。注入器の更新。		ろ過池の処理水、井戸水の合流槽を設け、塩素注入点とする。注入器の更新。

項 目	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	
流量計設備	両系統ともに現在設置されていない。凝集剤処理、処理量把握のため、処理場の流入側、流出側に流量計を設ける。		塩素注入前の合流送水管に流量計を設ける。		塩素注入前の合流送水管に流量計を設ける。
配水池	拡張、改修の必要無し。		貯留容量が不足するため追加新設する。		拡張、改修の必要無し。

表 3.2.15 施設改修計画の概要

項目	単位	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
計画裨益人口	人	25,000		20,300		7,900
建設年度	年	1962	1998	1968	2002	1973
システム系統名	-	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	-
処理システム	-	急速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過
既存設計容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	69		24		12
計画設計容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	77		52		18
	m^3/日	6,650		4,490		1,560
系統別容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	47	30	20	32	18
導水路	式	1 (付帯工改修)		1 (改修無)		1 (付帯工改修,管路更新)
着水分水槽	池	無	無	1 (新設)		無
最初沈澱池	池	1 (設備改修)	1 (設備改修)	無	無	無
流入量水設備	式	1 (新設)	1 (新設)	無		無
凝集処理設備	式	1 (新設)	1 (新設)	無	無	無
フロック形成池	池	上下迂流式 2 (設備改修 1、新設 1)	上下迂流式 1 (設備改修)	無	無	無
沈澱池	池	横流式 薬品沈澱池 2 (設備改修)	傾斜板式 薬品沈澱池 6 (設備改修)	横流式 普通沈澱池 2 (設備改修)	横流式 普通沈澱池 2 (新設)	横流式普通沈澱池 2 (既存1撤去、2 新設)
ろ過池	池	急速ろ過池 3 (2 改修、1 新設)	急速ろ過池 8 (設備改修)	緩速ろ過池 2 (設備改修)	緩速ろ過池 2 (2 池新設)	緩速ろ過池 2 (1 改修、1 新設)
逆洗浄設備	式	1 (設備更新)	無	無		無
ろ過砂洗砂場	式	無	無	2 (改修)	2 (新設)	1 (新設)
処理水合流槽	池	1(改修無し)		無		1 (新設)
塩素注入設備	室	1 (更新)	1 (新設)	1 (更新)		1 (更新)
処理水量水設備	式	1 (新設)	1 (新設)	1 (新設)		1 (新設)
配水池	池	2(改修無)	3(改修無)	5 (2 新設)		2 (改修無)
場内送水管施設	式	1 (改修)		1 (改修)		1 (改修)
場内外排水施設	式	1 (改修)		1 (改修)		1 (改修)
調達機材	台	濁度計 1		ベルトコンベア 4、濁度計 1		ベルトコンベア 1、濁度計 1

表 3.2.16 要請の内容と改修計画案の比較表

(網掛けは要請にない追加項目、下線は要請から控除項目)

市名	要請の内容	改修計画案
サナラテ市	＜第 1 系統の施設＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設 ・ フロック形成池 1 池の新設 ・ 傾斜板の設置を含む沈澱池の改修 ・ ろ過池 2 池の新設、逆洗用ﾎﾟﾝﾌﾟ 2 台、操作盤、全ろ過材の交換を含む既存ろ過池 2 池の改修 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新 ＜第 2 系統の施設＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設 ・ 傾斜板の更新を含む沈澱池の改修 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新	＜導水管の改修＞ ・ 制水弁工、空気弁工、排泥弁工の追加、補修 ・ 沈砂池排泥弁の交換 ・ 最初沈澱池流入工の改修 ・ 最初沈澱池の流出ﾄﾗﾌの改修 ＜第 1 系統の施設＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設 ・ フロック形成池 1 池の新設、既存フロック形成池の迂流板の更新 ・ 沈澱池の改修 (傾斜板の設置は不要) ・ 急速ろ過池 1 池の新設、 ・ 逆洗用水揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ 2 台及び操作盤の更新、全ろ過材の交換を含む既存ろ過池 2 池の改修 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新 ・ 流入､流出の量水施設の新設 ＜第 2 系統の施設＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設 ・ フロック形成池の迂流板の更新 ・ 傾斜板の更新を含む沈澱池の改修 ・ ろ過池 8 池のろ過材の交換 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新 ・ 流入､流出の量水施設の新設 ＜機材調達＞ ・ 濁度計
サラテ市	＜既存施設 (第1系統) ＞ ・ 新規フロック形成池1池の建設 ・ 越流ﾄﾗﾌ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修 ・ ろ過池 1 池の新設 ・ ろ過材の交換を含む既存ろ過池の改修 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新 ＜EU 施設(第 2 系統)＞	・ 着水井分配槽、流量堰の設置 ＜第 1 系統＞ ・ フロック形成池は不要 ・ 越流ﾄﾗﾌ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修 ・ ろ過材の交換を含む既存ろ過池の改修 ・ 凝集剤注入設備は不要 ・ 塩素注入設備の更新 ・ 流出の量水施設の新設 ・ 洗砂場の整備 ＜第 2 系統＞ ・ EU 既存沈澱池の改修 ・ 緩速ろ過池 2 池の新設 ・ 配水池 2 池の新設 ・ 洗砂場の整備 ・ 場内送水管、排水管の整備 ・ 場外排水管の整備 ＜機材調達＞ ・ ベルﾄコンベア、濁度計
カバーニャス市	・ 取水口と浄水場を結ぶ導水管の最終部分 800m区間の既存口径φ100 からφ150 への更新 ・ フロック形成池 1 池の新設 ・ 越流ﾄﾗﾌ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修 ・ 既存緩速ろ過池の改修、緩速ろ過池 1 池の新設、新規ろ過材の調達 ・ 凝集剤注入設備の新設 ・ 塩素注入設備の更新	・ 導水管の沈砂池、減圧水槽の補修、新規減圧水槽の設置 ・ 取水口と浄水場を結ぶ導水管の最終部分 866m区間の既存口径φ100 からφ150 への更新 ・ フロック形成池は不要 ・ 既存沈澱池の撤去、新規沈澱池の建設 ・ 既存緩速ろ過池1池の改修、緩速ろ過池 1 池の新設、新規ろ過材の調達 ・ 洗砂場の整備 ・ 凝集剤注入設備は不要 ・ 塩素注入設備の更新 ・ 流出の量水施設の新設 ・ 合流槽の設置 ・ 場内排水管、場外排水管の整備 ＜機材調達＞ ・ ベルﾄコンベア、濁度計

表 3.2.17 改修計画の機材内容

ｻｲﾄ	施設名	装置･工種	区分	内容･仕様	数量
サナラテ市浄水場	導水施設	沈砂池	交換	排泥弁 手動式ｹﾞｰﾄ弁φ8”	2 ヶ所
			改修	排泥管更新(φ10”)	47m
			改修	管路の開水路化	18m
		空気弁工	新設	空気弁室設置	11 ヶ所
			交換	空気弁交換	23 ヶ所
		排泥施設工	新設	分岐工･仕切弁室設置	12 ヶ所
		仕切弁室工	新設	仕切弁室設置	1 ヶ所
	最初沈澱池	流入管	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ12”)、(φ8”)	3 基、1 基
			新設	流入分岐管の設置	2 ヶ所
		流出弁	改修	FRP 製 V ﾉｯﾁ式ﾄﾗﾌ L=12m	2 基
			交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ10”)、(φ8”)	1 基、2基
		排泥弁	交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ8”)	2 基
		流出管	改修	PVC(φ8”～10”)	1 式
		流出調整弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁(φ10”)、(φ8”)	1 基、1基
		排水弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ4”)	2 基
	量水設備	流量計	新設	ﾀｰﾋﾞﾝ式φ200mm 積算･瞬時表示 ﾋﾟｯﾄ含	2 ヶ所
	第 1 系統凝集設備	ﾌﾛｯｸ形成池	交換	迂流板 FFU 製 84 枚	1 式
			新設	上下迂流 RC 構造 迂流板含む	1 池
		排水弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ4”)	2 基
	第 1 系統沈澱池	流入ｹﾞｰﾄ	交換	鋼板製角型 200mm×760mm	10 基
		汚泥引抜弁	交換	平底弁φ200mm 軸延長 3.5m	2 基
		流出水路	改修	FRP 製 V ﾉｯﾁ式ﾄﾗﾌ L=1.5m	6 基
	第 1 系統急速ろ過池	流入可動堰	新設	鋳鉄製角型 W=300mm	3 基
		集水装置	交換	ﾉｽﾞﾙ式 3.6m×3.2m	3 式
		流出弁	交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ8”	3 基
		逆洗流量調整弁	交換	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ10”	1 基
		逆洗水流入弁	交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ10”	3 基
		洗浄排水弁	交換	平底弁φ350mm 軸延長 2.35m	3 基
		ろ過砂	交換	有効径 0.45～0.7 比重 1.7	25m^3
		ろ過砂利	交換	洗浄濁度 30 度以下	14m^3
		排水弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁(φ3”)	3 基
	第 2 系統凝集設備	ﾌﾛｯｸ形成池	交換	迂流板 FFU 製 48 枚	1 池
	第 2 系統沈澱池	傾斜板	交換	PVC 製 2.4m×4.25m 上向流式	6 池
		汚泥引抜弁	交換	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ300mm 軸延長 3.7m	4 基
	第 2 系統急速ろ過池	流入弁	交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ65(80)mm 軸延長 2.1m	2 基
		洗浄排水弁	交換	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ250mm 軸延長 2.5m	1 基
		ろ過砂	交換	有効径 0.45～0.7 比重 1.7	14 m^3
		ろ過砂利	交換	洗浄濁度 30 度以下	8m^3
	逆洗水供給設備	揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ	交換	片吸込渦巻式 5.5kW	2 基
		逆洗水槽ﾌﾛｰﾄ弁	新設	ﾎﾞｰﾙﾀｯﾌﾟφ4”	1 基
		送水弁、排水弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ4”、 φ3”	1 基、1 基
	薬品注入設備	硫酸ﾊﾞﾝﾄﾞ注入器	新設	ｽｸﾘｭｰ容積式 注入室改修含	2 基
		薬品注入室	新設	第 1 系統ろ過池躯体(増設)に含む	1 式
		給水ﾀﾝｸ	新設	PE 製 円筒型 1 m^3	2 基
	消毒設備	塩素注入器	交換	50ppd 自動切換式	2 基
	配水池設備	流量計	新設	ﾀｰﾋﾞﾝ式φ200mm 積算表示 ﾋﾟｯﾄ含む	2 ヶ所
		流量調整弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ8”	2 基
	排水設備	場内排水管	改修	PVCφ12”	1 式
	電気設備	受分電･動力制御盤	新設	受電、ﾎﾟﾝﾌﾟ制御、薬品注入設備用	1 基
サラマ市浄水場	取水施設	流入･流出弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ8”	3 ヶ所
		分配槽	新設	1.9m×3.4m×1.8m RC 構造	1 基
	第 1 系統普通沈澱池	流入堰	新設	鋼板製角型 500mm×300mm	1 基
		流入ｹﾞｰﾄ	交換	鋼板製角型 200mm×500mm	2 基
		汚泥引抜弁	交換	平底弁φ200mm 軸延長 3.35m	2 基
		流出水路越流堰	新設	V ﾉｯﾁ式 FRP 製 4.1m	2 式
		整流壁	新設	RC 構造 4.1m××3.4m×0.2m	2 式
	第 1 系統緩速ろ過池	流入弁	交換	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ12”	2 基
		集水装置	交換	PVC 多孔管 池寸法 13m×17m	2 式
		流出可動堰	交換	鋳鉄製角型 300mm×300mm	2 基
		ろ過砂	交換	有効径 0.3～0.45mm 比重 1.7	430 m^3
		ろ過砂利	交換	洗浄濁度 30 度以下	264 m^3
		送水管流出弁、排水弁	交換	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ6”、 φ4”	2 基、3 基

ｻｲﾄ	施設名	装置･工種	区分	内容･仕様	数量
サラマ市浄水場	第 1 系統緩速ろ過池	洗砂場	新設	5m×10m 開水路、給水栓	2 ヶ所
	第 2 系統普通沈澱池	躯体工	改修	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ製	1 池
		流入ｹﾞｰﾄ	新設	鋼板製角型 200mm×500mm	2 基
		汚泥引抜弁	新設	平底弁φ150mm 軸延長 3.4m	4 基
		流出水路越流堰	新設	FRP 製 V ﾉｯﾁ式 7.45m	2 基
	第 2 系統緩速ろ過池	躯体工	新設	15m×19m/池	2 池
		流入弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ12”	2 基
		集水装置	新設	PVC 多孔管 池寸法 15m×20.5m	2 式
		流出可動堰	新設	鋳鉄製角型 300mm×300mm	2 基
		ろ過砂	新設	有効径 0.3～0.45mm 比重 1.7	602m^3
		ろ過砂利	新設	洗浄濁度 30 度以下	369m^3
		流出弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ8”、 φ4”	2 基、3 基
		洗砂場	新設	5m×10m 開水路、給水栓	2 ヶ所
	量水設備	流量計	新設	ﾀｰﾋﾞﾝ式φ200mm 積算表示 ﾋﾟｯﾄ含む	1 基
		流量調節弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ8”	1 基
	配水池	躯体工	新設	350 m^3/池 ﾋﾟｯﾄ含む	2 池
		流入弁、流出弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ8”	2 基、2 基
		排水弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ6”	2 基
	消毒設備	塩素注入器	新設	50ppd 自動切換式	1 基
	電気設備	電源盤	新設	ﾍﾞﾙﾄｺﾝﾍﾞｱ電源用	1 基
カバーニャス市浄水場	取水施設	取水ﾋﾟｯﾄ	改修	壁面嵩上げ･越流管撤去	1 ヶ所
	導水施設	導水管	新設	導水管(PVCφ6”)の布設	866m
		空気弁工	新設	空気弁室の設置	1 ヶ所
		排泥施設工	新設	分岐工･仕切弁室の設置	2 ヶ所
		減圧水槽	改修	壁面嵩上げ･越流管撤去	1 ヶ所
		減圧水槽	新設	1.0m×1.0m×1.35m RC 構造	1 ヶ所
	普通沈澱池	既設躯体解体工	解体	5.1m×18m×2.5m	1 池
		躯体工	新設	4.7m×17.5m×3.5m	2 池
		流入弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ8”	2 基
		汚泥引抜弁	新設	平底弁φ150mm 軸延長 4.1m	2 基
		流出水路越流堰	新設	FRP 製 V ﾉｯﾁ式 4.7m	2 式
		流出弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ150mm 軸延長 1.4m	2 基
	第 1 系統緩速ろ過池	躯体工	改修	9.4m×15.4m	1 池
		集水装置	交換	PVC 多孔管 池寸法 9.4m×15.4m	1 式
		流出可動堰	新設	鋳鉄製角型 300mm×300mm	1 基
		ろ過砂	交換	有効径 0.3～0.45 比重 1.7 予備込	154m^3
		ろ過砂利	交換	洗浄濁度 30 度以下	85m^3
		流出弁、排泥弁	交換	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ6”、 ｹﾞｰﾄ弁φ4”	1 基、1基
	第 2 系統緩速ろ過池	躯体工	新設	11.8m×17.0m	1 池
		集水装置	新設	PVC 多孔管 池寸法 11.8m×17.0m	1 式
		流出可動堰	新設	鋳鉄製角型 300mm×300mm	1 基
		ろ過砂	新設	有効径 0.3～0.45 比重 1.7	178m^3
		ろ過砂利	新設	洗浄濁度 30 度以下	119m^3
		流出弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ6”	1 基
		排泥弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ4”、 φ6”	1 基、1基
		洗砂場	新設	5m×10m 開水路、給水栓	1 ヶ所
	量水設備	流量計	新設	ﾀｰﾋﾞﾝ式φ150mm 積算表示ﾋﾟｯﾄ含	1 基
		流量調節弁	新設	手動式ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁φ6”	1 基
	消毒設備	塩素注入器	新設	50ppd 自動切換式	1 基
		逆止弁	新設	ｽｲﾝｸﾞﾁｪｯｷ弁φ6”	2 基
		排泥弁	新設	手動式ｹﾞｰﾄ弁φ4”	1 基
	電気設備	電源盤	新設	ﾍﾞﾙﾄｺﾝﾍﾞｱ電源用	1 基

表 3.2.18 調達機材リスト

資 機 材 名	仕 様	単位	数 量
ポータブルベルトコンベア	200V ﾓｰﾀｰ駆動(単相0.4kW) 機長5m 中寄ﾍﾞﾙﾄ(350mm幅)仕様 予備品 1式	台	5台 (サラマ市4台、カバーニャス市1台)
濁度計	0.5～20 ° JIS単位 濁度標準板 0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 20 °	台	3台 (各市 1台)

表 3.2.19 サナラテ市の施設改修計画内容

施設		施設の問題点	要請内容	改修内容
導水施設		• 空気弁、排泥工等の付帯施設の整備状況が悪く、計画量の通水が行えない。泥の管内堆積が多い。		1. 沈砂池排泥弁の交換φ200×2個、排泥管更新 φ150→φ250、L＝約47m 2. 取水工～沈砂池間導水路 ・ 制水弁設置φ350(14")×1ヶ所 ・ 排泥弁φ200×1ヶ所、排泥管PVCφ200、L=約30m ・ 管路から開水路への改修 L=18m 3. 導水管の空気弁工、排泥弁工の改修、新設 ・ 空気弁の交換φ25×23ヶ所 ・ 空気弁の新設φ25×11ヶ所 ・ 排泥施設の設置φ200×11ヶ所
最初沈殿池		• エアレーション施設の管渠口径が小さい、設計流量を送水できない。 • 流入・流出部PVC管は孔数が少なく、計画流量を流せない。また、管のため汚泥の清掃ができない。 • 制水弁ハンドルが経年的劣化から作動不良となり、開閉作業が円滑にできない。 • 足掛け金物が腐蝕している。		4. エアレーション施設はそのまま残し、別に直接流入用分岐管を設ける ・ 流入用分岐 PVCφ300、2ヶ所、バタフライ弁φ300×2ヶ所 ・ 仕切弁φ300×1ヶ所の新設 ・ 仕切弁φ200×1ヶ所の交換 5. 既存の PVCφ200 有孔管から越流トラフへ改修(合成樹脂FRP製、L12.0m×2ヶ所) 6. 仕切弁動作不良による更新(φ250×1ヶ所、φ200×4ヶ所) 7. 足掛金物設置2式
第一系統(1962年建設)	着水井	• 沈澱池から処理施設までの連絡管には排泥設備がないため、汚泥が堆積し、計画量の通水ができない。 • 流量計が設置されていないため、凝集剤注入量の決定ができない。また、流量調節弁の設置がないため、流入量の調節が行えない。	• 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設	8. 連絡管の布設替え(口径φ150→φ250、流量47～77 l/s/秒) 9. 排泥工の設置(排泥管PVCφ100) 10. 流量計1ヶ所設置(積算、瞬時)、φ200 11. 流量調節弁の設置 φ150×2ヶ所(着水井流入部)、φ250×1ヶ所 12. 凝集剤混和水路1個所、凝集剤注入点の設置2ヶ所
	凝集剤注入設備	• 凝集剤注入設備がないため、安定した凝集剤注入作業ができない。 • 凝集剤溶解用水受水槽がないため、水量管理ができない。	• 薬品注入設備の新設	13. 凝集剤注入設備1基設置(単相110V) 14. 給水タンクの設置1基、V=1.0m³ 15. 給水管設置 PVCφ40(ポンプ吐き出し管～給水タンク)
	フロック形成池	• 処理量が現在の29 l/s/秒から計画目標年度処理量の47 l/s/秒に増えた場合、処理能力を超過する。 • 多くの迂流板が損壊しており、良好なフロックが形成できない。 • 足掛け金物が腐蝕している。	• フロック形成池1池の新設	16. フロック形成池増設(1池)、迂流板の設置(合成木材FFU製1式) 17. 既存フロック形成池の迂流板の更新(合成木材FFU製1式) 18. 排泥用バルブボックス(仕切弁φ100×2個) 19. 足掛金物設置2式

施設		施設の問題点	要請内容	改修内容
第1系統(1962年建設)	薬品沈澱池	• 流入調節ゲートが経年的劣化から作動不良となり、開閉作業が完全に行えない。 • 整流壁の設置がされていない。 • 排泥用平底弁が経年的劣化から作動不良となり、開閉作業が完全に行えない。 • 足掛け金物の経年的劣化で損壊しつつある	• 傾斜板の設置を含む沈澱池の改修	20. フロック形成池からの流入部鋼製角落(ゲート10ヶ所更新) 21. 越流トラフの設置2ヶ所(合成樹脂FRP製、L1.5m×6本) 22. 整流壁の設置2ヶ所 23. 排泥用平底弁の更新φ200×2ヶ所 24. 足掛金物2式更新 25. ろ過池への配水路設置
	ろ過池	• 現在のろ過池数では、計画目標年度の処理量を処理することができない。 • 既存の角落しゲートが1池につき2ヶ所あるが、本改修計画により、ろ過池を3池にした場合、沈澱池の処理水を各ろ過池に適正配分できない。 • ろ過砂の材質、粒度等が基準に合わず不適格である。ろ過砂の閉塞が進み、洗浄効果が現れない。既存2池の下部集水装置は、新規ろ過池と同規格にしないと、圧力損失に不均衡が生じる。 • 足掛け金物の経年的劣化により、安全な作業ができない。 • 排泥用平底弁が経年的劣化で作動不良となっており、開閉作業が完全に行えない。 • 水質試験用の採水箇所が無い。	• ろ過池2池の新設 • 既存ろ過池2池の改修 • 全ろ過材の交換	26. ろ過池1池の増設(B3.6m×L3.2m) ・下部集水装置設置、ろ過砂利、砂 ・流入可動堰の設置 1ヶ所(300×300) ・ろ過池排水管 φ65×1ヶ所 ・足掛金物 ・排水渠、マンホール設置 ・排水用平底弁φ350×1ヶ所 ・余水吐き ・グレーチング設置 27. 既存の流入用角落し式ゲートを可動堰に更新×2ヶ所(300×300) 28. 既存ろ過池のろ過砂、砂利の全量更新、2池 29. 下部集水装置(集水ノズル式)の更新2池 30. 既存ろ過池用足掛け金物取替え2式 31. ろ過池歩廊の整備(流入可動堰、フロック形成池横断部) 32. 排泥用平底弁の更新φ350×2ヶ所 33. 処理水採水用蛇口φ15×1ヶ所(送水管)
	逆洗水送水施設	• 逆洗用貯水槽内のフロートバルブのフロート部が損壊しため、逆洗用浄水を水槽に送れない。 • 送水ポンプが耐用年数を過ぎ老朽化している。また、ポンプ容量が3HP と小さいため、逆洗作業が 1日に1池しか行えない。	• 逆洗用ポンプ2台、操作盤の改修	34. 逆洗用ポンプ吸水槽給水管φ100、フロートバルブの設置φ100×1ヶ所 35. 逆洗用水送水管に流量調節弁の設置(φ250×1ヶ所) 36. 逆洗用水送水ポンプ5.5kW、3相、220V、2台、自動運転タイマー制御 37. 受配電盤、ポンプ操作盤の更新
	塩素注入施設	• 既存塩素注入器が老朽化し、外装が損壊している。	• 塩素注入設備の更新	38. 塩素注入器の更新、1基
	配管	• ろ過水、逆洗用水の送水管等管廊(建屋1階)の配管が老朽化し、錆び付いている。弁の操作性は極めて悪い。 • 流量計が設置されていないため、処理量の把握ができない。		39. 新規ろ過池からの送水管、逆洗用水管、ろ過水面維持用管立ち上り、空気抜きろ過池流出弁φ200×3ヶ所、逆洗水流入弁φ250×3ヶ所、ろ過池配水弁φ65×3ヶ所 40. 建屋内既存配管、弁類の全面更新(鋼管、PVC) 41. ろ過池～分配槽間に流量計設置(積算)
	建築建屋	• 塩素室とポンプ室が遮断されておらず、塩素遺漏の場合にポンプ室への影響がある。		42. 1階:配管配置による既存壁撤去、管廊の新設 43. ポンプ室から塩素室を遮断するための配管ピット内隔壁設置(B0.9×H0.9×厚さ0.2m、1ヶ所) 44. 室内照明、配線、コンセントの設置

施設		施設の問題点	要請内容	改修内容
第二系統（1998建設）	着水井	• 沈澱池から処理施設までの連絡管には排泥設備がないため、汚泥が堆積し、計画量の通水ができない。 • 流量計が設置されていないため、凝集剤注入量の決定ができない。また、弁の設置がないため、流入量の調節が行えない。	• 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設	45. 連絡管の布設替え（口径φ150→φ200、流量30～40 ℓ/秒） 46. 排泥工の設置（排泥管 PVCφ100） 47. 流量計1ヶ所設置（積算、瞬時）φ200 48. 流量調節弁の設置　φ200×1ヶ所（流量計ボックス内設置）
	凝集剤注入設備	• 凝集剤注入設備がないため、適切に注入できない。 • 凝集剤溶解用水受水槽がないため、水量管理ができない。	• 薬品注入設備の新設	49. 凝集剤注入設備1基設置（単相110V） 50. 給水タンクの設置1基、V=1.0m^3 51. 給水管設置　PVCφ40 52. 既存凝集剤注入設備用コンクリート台の撤去
	フロック形成池	• 迂流板が損壊し、良好なフロックが形成できない。		53. 迂流板の更新、合成木材 FFU 製（1式）
	薬品沈澱池	• ビニールシート製傾斜板のためフックからはずれ易く、沈降効率が確保できない。	• 傾斜板の更新を含む沈澱池の改修	54. 傾斜板の更新、PVC 製（2.4m×4.25m、6式） 55. 排泥用仕切弁の更新、φ300×4ヶ所
	ろ過池	• ろ過砂の材質、粒度等が基準に合わず不適格である。 • 排泥用仕切弁が経年的劣化で、弁の開閉作業が円滑にできない。作動不良。 • 逆洗用仕切弁が経年的劣化で、弁の開閉作業が円滑にできない。 • 流量計が設置されていないため、生産量が把握できない。		56. 既存ろ過池のろ過砂、砂利の全量更新、8池 57. 流入弁の更新、φ65×2ヶ所 58. 排泥弁の更新、φ250×1ヶ所
	塩素注入施設	• 塩素注入設備が設置されていない。	• 塩素注入設備の更新	59. 塩素注入器の設置（1基） 60. 塩素室入り口のドアを鉄柵に交換
	配管	• 流量計が設置されていないため、処理量の把握ができない。		61. ろ過池～分配槽間に流量計設置（積算）、φ200×1ヶ所 62. 処理水採水用蛇口φ15×1ヶ所（送水管）
	建築建屋			63. 既存薬注水槽の撤去 64. 室内照明、配線、コンセントの設置
排水施設				65. 第1系統用排泥管の付け替え（人孔3ヶ所設置、排泥管 PVCφ300 敷設）
配水池		• 場内配水池周り仕切弁が経年的劣化により作動不良となり、弁の開閉作業が円滑にできない。		66. 仕切弁更新　φ200×2ヶ所
機材				67. 濁度計の調達　1台

表 3.2.20 サラマ市の施設改修計画内容

施設		施設の問題点	要請内容	改修内容
着水分水槽		• 導水管か流量調節ができない。 • 分配槽がないため、第1系統、第2系統に対して適正な流量配分ができない。		1. 導水管に流量制御用弁の設置、φ200×1ヶ所 2. 着水井兼分水槽 1 池の設置(流量測定用越流堰の設置、堰幅比率 5:8)、第1系統用流量調節弁φ200×1ヶ所、第2系統用流量調節弁φ200×1ヶ所設置
第一系統(既存浄水系統)	着水	• 着水井水路内の越流堰の腐蝕が激しく、またが計測容量に不足がある。 • 流量調節ゲートが経年的劣化で流量調節できない。		3. 第1系統用流量計測用堰の設置(0.5m×0.3m) 4. 沈澱池流入用鋼製角落しの更新、幅 0.2m×0.5m×2ヶ所
	薬品注入設備		• 薬品注入設備の新設 • 新規フロック形成池1池の建設	(薬注処理は必要としないため、薬品注入設備の新設、新規フロック形成池 1 池の建設は行わない。)
	普通沈澱池	• 排泥用平底弁が経年劣化から作動不良となり、弁の開閉作業が円滑にできない。 • 整流壁の設置がなく、沈澱機能が低い。 • 内壁に足掛け金物が設置されていないため、安全な作業ができない。	• 越流トラフ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修	5. 排泥用平底弁の更新、φ200×2ヶ所、操作路、手すりの設置 6. 越流トラフの設置 2ヶ所(合成樹脂FRP製、L=4.1m) 7. 整流壁の設置 2ヶ所 8. 足掛金物の設置(内 2 式、外 3 式)
	ろ過池	• 集水管が鋳鉄管であり、老朽化による錆びの状況が著しい。 • ろ過砂の材質、粒度等が基準に合わず不適格である。 • ろ過池への流量調節ゲート老朽化しで完全に閉切ることができず漏水が多い。 • 調節井内の配管が老朽化し、流量の調節ができない。 • ろ過池壁体とろ過砂面の差が1.5m ありろ過砂掻きだし作業が困難である。搬入の場合は壁高が3.0m ある。 • 内壁に足掛け金物が設置されていないため、安全な作業ができない。	• ろ過池 1 池の新設 • ろ過材の交換を含む既存ろ過池の改修	9. 集水管の更新 12.9mW×17.05mL、2 池 (PVCφ100、φ300) 10. ろ過砂、砂利の全量更新(予備砂を含む)、2 池 11. 沈澱池からの流入制御弁の更新、φ300×2ヶ所 12. 調節井の更新 2 池(流出可動堰 0.3m×0.3m×2ヶ所) 13. 送水管流出弁φ150×2ヶ所、排水弁φ100×2ヶ所 14. ろ過砂搬出、搬入用作業エリア、洗砂場(洗砂用水路、排水管、階段の設置)、2ヶ所 15. 洗砂用給水管、バルブの設置、φ20×2ヶ所 16. 足掛金物の設置、2 池
	配管	• 流量計が設置されていないため、処理量が把握できない。		17. ろ過池下流側に流量計 (積算、瞬時)、流量調節弁の設置、φ200×1ヶ所 18. 着水分配槽～沈澱池間の配管(PVCφ200) 19. ろ過池～配水池間の配管(PVCφ200)
	塩素注入施設	• 塩素注入器が老朽化している。	• 塩素注入設備の更新	20. 塩素注入器の更新、1 基、塩素注入点の設置

施設		施設の問題点	要請内容	改修内容
第二系統(EU 浄水系統)	普通沈澱池	• 計画目標年度の処理量に対して、既存処理場の処理能力が不足するため、拡張が必要とされる。 • 既存構造物の鉄筋組み立て構造が不明で強度的信頼性が低い。また、既存池壁面に豆板が多くそのまま使用できない。		21. EU 融資による既存沈殿池の改修、2 池 内壁(厚さ0.3m)打設による再利用(7.45m×38.8m×3.4m) 22. 流入水路仕上げ、流入角落しゲートの設置、0.2m×0.5m×2 ヶ所 23. 排泥用平底弁の設置、φ150×4 ヶ所 24. 越流トラフの設置 2 ヶ所(合成樹脂FRP製、L=7.45m) 25. 排泥弁操作用歩廊、手摺の設置
	ろ過池	• 計画目標年度の処理量に対して、既存処理場の処理能力が不足するため、拡張が必要とされる。		26. 緩速ろ過池の増設、2 池 (15.0m×20.5m×2 池) ・集水管設置 15.0mW×20.5mL(PVC φ100、φ350) ・ろ過砂、砂利の設置(予備砂を含む) ・流入バルブの設置 ・調節井の設置(流出可動堰 0.3m×0.3m×2 ヶ所) ・逆送管の設置 ・排水設備の設置 27. ろ過砂搬出、搬入用作業エリア、洗砂場(洗砂用水路、排水管、階段の設置)、2 ヶ所 28. 洗砂用給水管、バルブの設置(着水分水槽より) φ20×2 ヶ所
	配管			29. 着水分配槽～沈澱池の配管(PVC φ200) 30. 沈澱池～ろ過池の連絡管の設置(PVC φ300) 31. ろ過池～配水池の連絡管の設置(PVC φ200)
排水施設		• 既存排水人孔が損壊し、浄水場敷地にこぼれている。 • 一部排水管が敷設されていないため、場内で垂れ流しになっている。		32. 排水管の設置(PVC φ150～φ200)、排水管用人孔の設置(13 ヶ所) 33. 排水流末地点の放流工の設置
配水池		• 既存配水池容量は計画目標年度処理量に対する必要貯水量を確保できない。		34. 配水池の増設、350m^3×2 池、流入弁 φ200×2 ヶ所、流出弁 φ200×2 ヶ所、排水弁 φ150×2 ヶ所 35. 既存配水池からの送水管へ連絡管設置
その他		• ろ過砂の掻き取り洗浄作業の労力が大きく、円滑な作業ができず、ろ過池の休止日数が多い。		36. ベルトコンベアの調達 4 台 37. ベルトコンベア用の現場電源盤の設置(場内ポンプ用導電トランスより引き込み 2 ヶ所) 38. 濁度計の調達 1 台

表 3.2.21 カバーニャス市の施設改修計画内容

施設	施設の問題点	要請内容	改修内容
導水施設	• 導水管の改修工事が FIS 融資により行われているが、通水量が計画量に満たない。沈砂池、減圧水槽での漏水が多い。 • 減圧水槽の設置が無く、既存埋設管の耐圧強度が不足する。 • 上記減圧水槽の設置を行った場合、既存管最末端部の口径がφ100と小さいため、計画流量が処理場まで到達しない。	• 取水口と浄水場を結ぶ導水管の最終部分 800m 区間の既存φ100からφ150への更新	1. 沈砂池の改修 1 ヶ所(壁嵩上げ 1.0m) 2. 既存減圧水槽 1 ヶ所改修(壁嵩上げ 1.0m、) 3. 減圧水槽 1 ヶ所増設 4. 導水管最下流部更新 PVCφ100→ φ150、L=866m 付帯工(空気弁工 1 ヶ所、排泥工 2 ヶ所)
薬品注入設備		• 薬品注入設備の新設 • フロック形成池 1 池の新設	(薬注処理は必要としないため、薬品注入設備の新設、新規フロック形成池 1 池の建設は行わない。)
普通沈澱池	• 流量調節施設がない。 • 滞留時間が現計画処理量でも 4.5 時間、計画目標年度処理量では 2.2 時間と少ない。 • 壁体にクラックがあり漏水が著しい。 • 整流壁の設置がない。	• 沈澱池の改修(越流トラフ、整流壁の設置を含む)	5. 沈澱池流入管に流量調節弁の設置、φ150×2 ヶ所 6. 既存沈澱池撤去及び普通沈殿池の建設(RC 構造沈澱池 4.7m×17.5m×3.5m×2 池)(流出弁φ150、排泥弁φ150、整流壁、越流トラフ(FRP製、L=4.05m)等の設置、ろ過池用分水堰の設置(堰幅比率 52:38)
ろ過池	• ろ過速度が現計画処理量の場合 6.6m/日、計画目標年度処理量で 9.9m と基準速度を超過するため、ろ過面積の拡張が必要とされる。 • 壁体にクラックが生じている。 • ろ過砂の材質、粒度等が基準に合わず不適格である。 • 流出側に流量計が設置されていない。 • ろ過砂管理のための配慮がなされていない。ろ過砂搬出、搬入用場所、洗砂場が無い。	• 緩速ろ過池 1 池の新設 • 既存緩速ろ過池の改修 • 新規ろ過材の調達	7. 既存ろ過池の改修 9.4m×15.4m ・既存ろ過池内壁打設による漏水防止(0.3m 厚、鉄筋コンクリート造) ・集水管の更新(9.4mW×15.4mL、PVCφ100、φ300) ・ろ過砂、砂利の全量更新(予備砂を含む) ・沈澱池からの流量可動堰の更新、0.3m×0.3m×2 ヶ所 ・調節井の更新 ・流出弁φ150、排水弁φ100 ・足掛金物の設置 8. 緩速ろ過池 1 池の増設(11.8mW×17.0mL×1 池) ・集水管設置 ・ろ過砂、砂利の設置(予備砂を含む) ・流入バルブの設置 ・調節井の設置 ・流出弁φ150、排水弁φ100 ・排水設備の設置 9. ろ過砂搬出、搬入用作業エリアの設置(ベルトコンベア置き)、1 ヶ所 10. 洗砂場(洗砂用水路、排水管の設置)、砂ストックヤードの設置、1 ヶ所 11. 洗砂用給水管、バルブの設置(導水管より)φ20×1 ヶ所

配管			12. 沈澱池～ろ過池の連絡管の設置(PVC φ150) 13. ろ過池～接合枡～配水池の連絡管の設置(PVC φ150) 14. 井戸アマテからの送水管の部分移設(PVC φ150) 15. 井戸イスラからの送水管の部分移設(PVC φ200) 16. ろ過池下流側に流量計の設置(積算、瞬時)、1ヶ所(φ150) 流量調節弁 φ150 17. FIS配水池からFIS高架タンクへの場内配管の移設(PVC φ150)
塩素注入施設	• 既存塩素注入設備が市内井戸からの送水管のみに対して行われており、ろ過池の処理水に対しての塩素注入ができない。	• 塩素注入設備の更新	18. ろ過池処理水連絡管と井戸水送水管の接合桝の設置 19. 塩素注入器の更新、1基
排水施設	• 流末まで排泥管が設置されておらず、処理量敷地外へ垂れ流しの状況である。		20. 場内排水管の設置、PVC φ150、人孔の設置、4ヶ所 21. 場外排水管の設置、PVC φ150及び開水路 22. 排水流末地点の放流工の設置
その他	• ろ過砂の掻き取り洗浄作業の労力が大きく、円滑な作業ができず、ろ過池の休止日数が多い。		23. ベルトコンベアの調達 1台 24. ベルトコンベア用の現場電源盤の設置 (場内ポンプ用導電トランスより引き込み、1ヶ所) 25. 濁度計の調達 1台