

コロンビア国
ボゴタ首都圏総合的水資源管理を
踏まえた持続的水供給計画
事前調査報告書

平成19年3月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

環 境
J R
07-023

コロンビア国
ボゴタ首都圏総合的水資源管理を
踏まえた持続的水供給計画
事前調査報告書

平成19年3月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

序 文

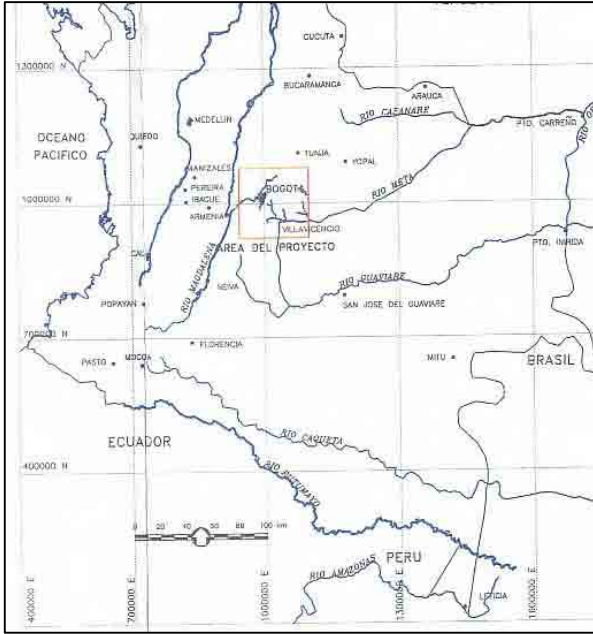
日本国政府は、コロンビア国の要請に基づき、同国のボコタ首都圏の水供給計画調査に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施いたしました。











当機構は、本格調査の先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるために、平成16年11月15日から同年12月8日までの24日間、及び平成17年3月27日から同年4月14日までの19日間にわたり、各々高知工科大学社会システム工学科 教授の村上雅博氏を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。調査団は本件の背景を確認するとともに、コロンビア政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果をふまえ、本格調査に関する実施細則(S/W)に署名しました。

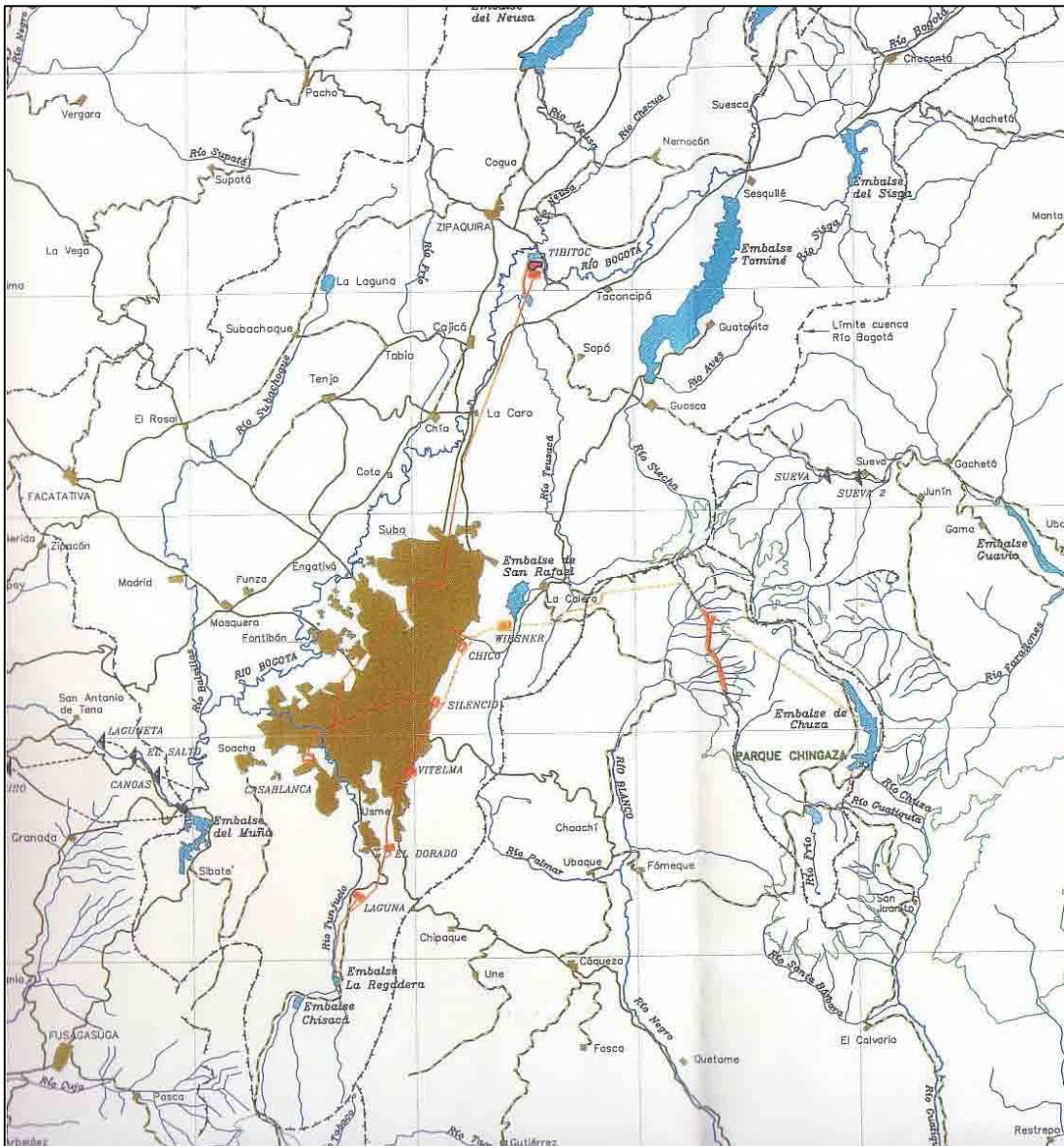
本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成19年3月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部
部長 伊藤 隆文



-  既存ダム
-  潟湖
-  市街地
-  既存導水トンネル
-  既存導水管
-  既存タンク
-  既存送水ポンプ場
-  既存水力発電所
-  既存浄水場
-  流域境界



調査対象地域図

写 真 集



写真-1 ポゴタ都心部



写真-2 ポゴタ都心部と東部山地



写真-3 北東部貧困地区
セロノルテ地区。4段のポンプ送水が行われている。



写真-4 北東部のポンプ場
コイトIIタンク(2675m)にある送水ポンプ。144m³/hが2台。



写真-5 南東部貧困地区(サンクリストバル地区)
合法的な貧困層居住地区。森林と市街地の境界は標高約3000m。



写真-6 サンクリストバル地区
合法的な居住地区。標高約2850mから撮影。



写真-7 サンクリストバル地区の非合法居住区
アグアスクラーラ(約300世帯)は森林保護区内にある非合法居住区。農園の私有地を個人が購入して分譲。



写真-8 アグアスクラーラ(非合法居住区)の水源(約2950m)
自治会が運営している。水源は極く小さな湧水(1.5m³/h程度)。未処理。毎月2000ペソ/世帯徴収している。



写真-9 南東部貧困地区 (ウスメ地区)



写真-10 ウスメ地区 (合法的な居住区)



写真-11 ウスメ地区 (ラスビオレタス) の非合法居住区
森林保護区内および国有地内。標高約 3150m。学校には
ACUEDUCTO の給水車が来る。



写真-12 ラスビオレタスの配水タンク
自治会により谷川の水を引いて配水タンクに貯め、各戸
給水が行われている。乾期に水無い。料金取っていない。



写真-13 ウスメ地区 (ビラロジタ) の非合法居住区
約 250 世帯。森林保護区内。



写真-14 ビラロジタの配水タンク (約 3200m)
自治会により谷川の水を引いて配水タンクに貯水して
いる。各戸給水。毎月 2000 ペリ/世帯徴収している。



写真-15 ビラロジタの貧困家庭 (電気、水道)
トタン屋根の家が多い。電気メーターがある。自治会運
営の水道管が見える。



写真-16 ビラロジタの貧困家庭 (ガス)
都市ガスのメーターがある。非合法地区ではあるが、電
気と都市ガスは民間運営のため整備されている。



写真-17 南部貧困地区（シダートボリバル地区）合法的居住地区。尾根まで家が立ち並ぶ。



写真-18 シダートボリバル地区の水道メーター
同地区は水道メーターはほとんどの家にあるが、不法接続がかなり多い地域である。



写真-19 シダートボリバル地区の水道料金支払い拒否地区
ボリバル地区のカレコリ〜サンタビビアナの約 2500 世帯は ACUEDUCTO の給水受けているが町ぐるみで支払は無い。



写真-20 配水タンク
写真 19 の水道料金未払い地区に給水しているシエラレキIII 配水タンク。標高 2835m。容量 10,200m³。



写真-21 国内難民の多い地区
ソアチャとボリバルの境界地域のアルトスデカスカは国内難民が多く居住する地域。



写真-22 アルトスデカスカの不法接続
ほとんどの家に不法接続が行われており、自治会が資金を出して工事を行っているものと推測される。



写真-23 アルトスデカスカの盗水
国内難民や貧困問題のため盗水を罰してはいない。



写真-24 アルトスデカスカの水運搬
ポリ缶に水を入れ一輪車や手で運搬している。



写真-25 アルトスデカスカの盗水
写真 26 のタンクからバケツで汲んでいる。盗水した水を販売している可能性もある。



写真-26 アルトスデカスカの不法なタンクとポンプ
Acueducto のパイプが水源で、このような大規模な配水タンクと送水ポンプが自治会？により不法に設置されている。



写真-27 ソアチャ市の未給水地区
この地区は合法的な居住区だが、水道が来ていない。



写真-28 ソアチャ市の未給水区と試掘可能サイト



写真-29 サンタナ水力発電所
ウエスト-浄水場からの落差を利用した ACUSDUCTO のサナ水力発電所。水源はチンガサ水系。発電容量 12MW。



写真-30 導水トンネル出口のバルブ
ウエスト-浄水場からボゴタ東部山地を通過しサナ水力発電所の手前に入る直径 3.5m のサナガバラ導水トンネル出口。バルブは無線で自動制御されている。



写真-31 テビトック浄水場
最大浄水能力は 10.5m³/s。水利用コンセッション 4.8 m³/s。運営はフランスの VIVENDI 社に委託している。



写真-32 テビトック浄水場の取水口
ボゴタ川から取水している。この付近ではシルトで濁っているが黒色の濁りや異臭は無く水質良い。



写真-33 試掘候補サイトのひとつ
シウダード・ボリバル地区の高標高貧困地区背後に集水域の広い丘陵があり試掘候補サイトとして適していると思われる。地主との交渉に問題あるかもしれない。



写真-34 ビテルマの涵養試験井戸
ビテルマ浄水場の水源であるサンクリストバル川の取水口付近に ACUEDUCTO が白亜紀砂岩層中に設置した深井戸で、前回開発調査で涵養試験に使用した。



写真-35 ボゴタ川下流
ボゴタ川下流の水は真っ黒でほとんど透明度がなく強い異臭がある。



写真-36 フアンアマリージョ湿地
ACUEDUCTO が湿地環境改善プログラムを実施している湿地。



写真-37 ボゴタ平原の井戸
ボゴタ平原部の農家の井戸が揚水量が減ったため井戸掘削会社がメンテナンス中。地盤沈下の影響と見られる井戸の抜け上がりがやや見られる。



写真-38 地盤沈下による家屋の亀裂
地盤沈下による被害を受けているマドリッド市の民家。壁に大きな亀裂が入っており、塀は倒壊している。



写真-39 花卉栽培のビニールハウス
ボゴタ平原の過剰揚水の主要原因と言われている花卉のビニール栽培。花卉は米国への主要輸出品である。



写真-40 S/W 調印
ACUEDUCTO 総裁と村上団長との S/W 調印。

略語集

ACUEDUCTO	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (ボゴタ上下水道公社)
AIS	Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (コロンビア地震技術者協会)
BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素消費量)
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (クンディナマルカ県地域自治公社)
COD	Chemical Oxygen Demand (化学的酸素消費量)
CORPOGUAVIO	Corporación Autónoma Regional de Guavio (グアビオ地域自治公社)
CORPOORINOQUIA	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (オリノキア地域自治公社)
DAMA	Departamento Administrativo del Medio Ambiente (ボゴタ首都区環境管理局)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística (国立統計管理局)
DAPD	Departamento Administrativo de Planeación Distrital (ボゴタ首都区地域企画局)
DNP	Departamento Administrativo Nacional de Planeación (国家企画庁)
DPAE	Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (国家防災局)
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (ボゴタ上下水道公社)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EMGESA	Empresa de Generadora de Energía S.A. (発電会社)
FONAM	Fondo Nacional Ambiental (国家環境基金)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GIS	Geographical Information System (地理情報システム)
HIMAT	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (コロンビア水文・気象・土地改良研究所)
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (水文・気象・環境調査研究所)
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (国土地理院)
INEA	Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas (核科学・代替エネルギー研究所)
INDERENA	National Institute of Natural Resources (国立自然資源研究所)
INGEOMINAS	Instituto de Investigaciones e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (地科学・鉱山環境・核調査情報研究所)
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (海洋沿岸研究所)

MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (環境・住宅・土地開発省)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation (国際協力銀行)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (復興金融金庫)
NGO	Non Governmental Organizations (民間非営利団体)
PMA	(環境管理計画書)
POT	Plan de Ordenamiento Territorial (土地整備計画)
SINA	Sistema Nacional Ambiental (国家環境システム)
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (アマゾン科学研究所)
TEM (TDEM)	Time Domain Erectro-Maginetic Method (時間領域電磁探査法)
TSS	Total Solid Solution (総懸濁物質)
UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (国立自然公園システム特別管理ユニット)

目 次

序文

調査対象地域図

写真集

略語集

第1章 事前調査の背景・目的	1-1
1-1 事前評価調査の背景・目的	1-1
1-2 事前調査団の構成	1-2
1-3 調査日程	1-3
1-4 総括(団長所感)	1-4
1-5 留意点・対処方針に比した調査・協議結果	1-7
第2章 調査対象地域の概要	2-1
2-1 行政区分と人口	2-1
2-2 経済・社会状況	2-7
2-3 自然状況	2-12
2-3-1 地形・地質	2-12
2-3-2 気象・水文	2-17
第3章 ボゴタ上下水道公社の給水システムの現状	3-1
3-1 上水道水源システムの全体概要	3-1
3-2 上水道水源システムの各施設の現況	3-3
3-3 地下水水源および利用状況	3-12
3-4 配水システム	3-13
3-5 給水施設の運営・管理状況	3-16
第4章 水資源管理・開発に関する法制度・組織・計画の概要	4-1
4-1 水資源関連法制度の概要	4-1
4-2 水資源関連組織の現状	4-4
4-3 水資源開発・管理関連計画の概要	4-19
第5章 高標高貧困地区の現況	5-1
5-1 高標高貧困地区の社会経済状況	5-1
5-2 高標高貧困地区の給水状況	5-4
5-3 高標高貧困地区給水の課題	5-10
第6章 緊急事態への対応	6-1

6-1	既存防災組織・制度・計画・既往災害	6-1
6-2	ACUEDUCTOによる緊急対策	6-3
6-3	緊急事態対応の課題	6-4
第7章 水質保全の現況		7-1
7-1	水質のモニタリングと水質の現況	7-1
7-2	水質保全に関する組織・制度・計画	7-2
7-3	排水の実態と許可・監視制度	7-7
7-4	水質保全の課題	7-8
第8章 環境社会配慮		8-1
8-1	ボゴタ周辺の環境の概要	8-1
8-2	環境社会配慮関連機関、制度、計画	8-2
8-3	「コ」国の環境影響評価制度	8-4
8-4	環境予備調査スクリーニング / スコーピング	8-8
第9章 本格調査の実施方針		9-1
9-1	本格調査の留意点	9-1
9-2	本格調査への提言	9-6
9-3	本格調査の基本方針	9-10
9-4	調査内容および範囲	9-12
9-5	調査工程および要員計画	9-15
9-6	現地再委託先の現況・能力	9-17
9-7	調査用機材	9-22
付属資料		
資料1 : S/W, M/M		
資料2 : 指示書 (案)		
資料3 : 見積資料		
資料4 : 収集資料リスト		
資料5 : 協議議事録		
資料6 : 環境事前調査報告書 (英文)		
資料7 : 事前調査評価表		

第 1 章 事前調査の概要

1-1 事前評価調査の背景・目的

下記(1)～(3)を踏まえて、本事前調査は関連情報の収集分析、先方政府関係機関との協議、現地踏査を通じて本格調査の実施細則(S/W)(案)について協議し、条件が整った場合にはS/Wと協議議事録(M/M)の署名交換を行うことを目的とする。

(1) 開発調査「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」の経緯

コロンビア国(以下「コ」国)のボゴタ平原(面積 4305km²)に位置する首都ボゴタ特別区と周辺都市の人口は 868 万人(2000 年/ボゴタ上下水道公社)で、「コ」国政治・経済の中心である。同地域の主要水源は表流水、給水原単位は 160 ㎥/人/日(1999 年)と短期的には水供給は量的に確保されている。

しかしながら中期的には人口増(2020 年には 1,200 万人に達すると予測されている)による需要増への対応、また過去の教訓を踏まえた自然災害等緊急時の代替水源の確保が急務となっている。このような背景下、我が国政府は「コ」国政府の要請を受けてボゴタ平原地域の地下水開発に係わる計画策定を目的とした開発調査「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」(以下「ボゴタ地下水調査」)を実施した。(2003 年 2 月完了)

(2) 開発調査「ボゴタ地下水調査」要請の経緯

「ボゴタ地下水調査」の結果、ボゴタ市の東部に位置する白亜紀層の山地帯(東部山地帯)では、地下水開発ポテンシャルが高いことが判明し、「コ」国政府は我が国に対し、「ボゴタ地下水調査」に基づいた、フィージビリティスタディー調査(F/S)を主要内容とする「ボゴタ市地下水開発・保全計画調査」(開発調査)の実施を要請した。

(3) 本件(総合的水資源管理)要請への経緯

上記(2)を踏まえて我が国が 2004 年 11 月に事前調査団を派遣した結果、ア.当面(2020 年までは)水量は確保される見通しであること、イ.総合的水資源管理の観点からの調査・検討が不足していることから、地下水開発の F/S は、現時点では妥当性が十分確保できないことが判明した。

代わりに、ア.貧困(BHNの観点から最低限の水供給の確保)、イ.人間の安全保障と防災対策に配慮した水供給関連施設、ウ.環境と持続性(飲料水の供給源であるボゴタ川の水質の改善、地盤沈下、廃棄物処理場による地下水源の汚染対策へ配慮)、エ.組織・制度の 4 点の視点を織り込んだ本件「ボゴタ首都圏総合的水資源管理・持続的水供給計画」が要請された。(2004 年 11 月ミニッツ締結)

1-2 事前調査団の構成

事前調査団の構成は以下のとおり。

表 1.2-1

調査団員名簿 Member List

Preparatory Study Team for the Study on Integrated Water Resources Management and Sustainable Water Supply for Bogota City and the surrounding Area
コロンビア国ボゴタ首都圏総合的水資源管理・持続的水供給計画調査(事前調査)

No. 番号	Name 氏名	Job title 担当分野	Occupation 所属・職位	Period 派遣期間
1	Masahiro <u>Murakami</u> (Mr.) 村上 雅博	Team Leader 総括	Professor of International Development Kochi University of Technology 高知工科大学 教授	3/April/2005- 10/April/2005
2	Atsushi <u>Nakamura</u> (Mr.) 中村 篤	Water Supply Planning 上水道計画	Deputy Manager, Construction & Management Division, Waterworks Bureau in Ube City 宇部市 水道局 工務課 課長補佐	3/April/2005- 10/April/2005
3	Takeo <u>Ishikawa</u> (Mr.) 石川 剛生	Study Planning 調査企画	Chief, Team II-Group III (Water Resources and Disaster Management) Global Environment Department. JICA JICA 地球環境部第3グループ第2チーム(水資源・防災) 主査	27/March/2005- 10/April/2005
4	Toshio <u>Murakami</u> (Mr.) 村上 敏雄	Integrated Water Resources Management 総合的水資源管理	Senior Consultant Sowa Consultants INC. 株式会社 ソーワコンサルタント シニア・コンサルタント	27/March/2005- 18April/2005
5	Satoshi <u>Nakamura</u> (Mr.) 中村 哲	Water Quality Conservation/Environmental, social aspects 水質保全／環境社会配慮	Executive Engineer Earth System Science Co., LTD 株式会社 地球システム科学 技師長	27/March/2005- 18April/2005

1-3 調査日程

日数	日付	曜日	調査内容等		空港出迎え	宿泊
			官団員3名 (総括/上水道計画)	／調査企画			コンサルタント団員2名 (総合的水資源管理/水質保全・環境社会配慮)
1	3月26日	日	/	成田発(17:05)C0006便⇒ヒューストン着(13:45) ヒューストン発(16:00)CO883便⇒ボゴタ着(21:44)	空港出口 (運転手)	
2	3月27日	月		1)9:00～10:00 JICA事務所(別添3-1) 2)10:30～12:30 Acueducto(別添3-2) 3)14:30～15:30 CAR(別添3-3) 4)16:30～17:00 日本大使館(別添3-4)		
3	3月28日	火		1)09:30～10:30DAMA(別添3-5) 2)11:00～12:00 ACCI(別添3-6) 3)14:30～16:30 CAR(別添3-7) 4)17:00～18:00 MAVDT(別添3-8)		
4	3月29日	水		SW案策定作業 於Acueducto		
5	3月30日	木		MM案策定作業 於Acueducto		
6	3月31日	金		SW, MM案策定作業 於Acueducto		
7	4月1日	土		9:30～18:00 現地調査(ソアチャ市一部ボリバル地区、San Diego浄水場跡、Santa Ana配水・発電施設)(別添3-9)		
8	4月2日	日	成田発(16:20)C0006便⇒ヒューストン着(14:00) ヒューストン発(16:00)CO883便⇒ボゴタ着(20:49)	資料整理	Baggage Claim (所員)	Hotel Lugano Imperial Suites calle 70A No7.-62, Bogota D.C. TEL: 国57-地域1-313-1113 FAX: 国57-地域1-313-0756
9	4月3日	月	9:00～11:00 団内協議(第1週を踏まえた今後の方針) 11:00～12:00 JICA事務所報告 12:00～12:30 コロンビア国内避難民の概要について(生田企画調査員より説明)(別添3-10) 14:00～17:00 問題意識の確認(一部CAR職員の前回開発調査の結論の曲解/貧困地区の同定/調査の骨子MP等)、ACUEDUCTO側のコメントを織り込みSW,MMの修正			
10	4月4日	火	9:00～9:30:ACUEDUCTO総裁表敬(別添3-11) 9:30～11:00 署名時間変更(11:00⇒7:30)に伴い関連機関へ連絡 11:00～18:00 現地調査(ボゴタ市北東部貧困地区/ライトロック浄水場)(別添3-12)			
11	4月5日	水	終日:SW, MMの修正			
12	4月6日	木	終日:SW, MMの修正			
13	4月7日	金	7:30～9:30 SW,MM署名式(於技術者協会)(別添3-13) 9:30～14:00 エルドラド浄水場等調査 16:00～17:00 大使館報告 17:00～18:00 JICA事務所報告 ボゴタ発(23:55)DL8920便⇒			
14	4月8日	土	⇒ニューヨーク着(06:30)/ニューヨーク発(12:15)NH009便⇒	資料整理		
15	4月9日	日	⇒成田着(14:50)	資料整理		
16	4月10日	月	/	ACUEDUCTOと協議(コンセクション/環境関連)(別添3-14) 現地再委託関連調査		
17	4月11日	火	/	IGAC, DANE, INGEOMINAS資料調査 ACUEDUCTOと協議(給水関連)(別添3-15) 現地再委託関連調査		
18	4月12日	水	/	Vitelma, Zone 4方面現地踏査(別添3-16) 防災対策関連(施設)調査(別添3-17) 現地再委託関連調査		
19	4月13日	木	/	CAR打ち合わせ(別添3-18) 地盤沈下地帯現地踏査 大使館報告 現地再委託関連調査		
20	4月14日	金	/	防災対策関連(operation)調査 防災対策関連(施設)調査 JICA報告		
21	4月15日	土	/	物価調査、現地調査資機材調査 ボゴタ発(23:55)DL8920便⇒		
22	4月16日	日	/	⇒ニューヨーク着(06:30) ニューヨーク発(12:15)NH009便⇒		
23	4月17日	月	/	⇒成田着(14:50)		

CO:Continental Airlines
DL:Delta Air Lines
NH:Nippon Airways

Traductora 通訳
Sra. Keiko Yaguchi
Celular: 310-8849582

Conductor en Bogotá 運転手
Sr. Jaime Ferrer
Celular: 310-6800932

Contraparte en Acueducto カウンターパート
Sra. Elsa Garcia
Celular: 310-8367731

1-4 総括（団長所感）

JICA が 2004 年 11 月に実施した「コロンビア国ボゴタ市地下水開発・保全計画調査 事前調査」のミニッツに含まれる要請案件名と調査内容の変更および S/W の素案を JICA（外務省）側は「ボコタ市上下水道公社」が再提出すべき要請書と同義と判断して、今回の「コロンビア国ボゴタ首都圏総合的水資源管理を踏まえた持続的水供給計画調査」ミッションを 2005 年 3 月から 4 月に派遣した。現地調査は「ボコタ市上下水道公社」および関連機関との協議と現地視察および S/W と Minutes の作成と調印からなる。

節水運動と給水圧を下げる工夫を加えて水道料金を上げたことにより、給水総量は減少したものの、会計収支は改善され、ボゴタ市水道公社 (ACUEDUCTO) はこの数年間で黒字会計の水道事業経営に転換した。社会派のボゴタ市長の選挙公約の一つである水道料金の値下げ政策の議論をめぐって現ボゴタ市水道公社総裁の Mr. Alberto Merlano Alcocer が一ヶ月後に辞任することが 4 月 4 日に市議会で承認された。翌日の 4 月 5 日の Alcocer 総裁との最初のミーティングにおいて本人から辞任の経緯を伝えられたが、彼はコロンビアの内政的な一部の人事問題が今後の JICA との協力合意（今回の S/W）に影響することはなく、自身が退任するまでの間に ACUEDUCTO が主カウンターパートとしてしっかりと JICA の開発調査にコミットできるように次期総裁に引き継ぎ、4 月 9 日に予定されている本件の S/W とミニッツの調印者の役割を果たす責任と意志を調査団に伝えた。Alcocer 総裁は本人の置かれている難しい局面と立場を乗り越えて、5 月からはボコタ市の社会政策アドバイザーのポストにつくことから、今後も個人としても出来る範囲で JICA 調査団をサポートできる可能性があることを述べ、残る仕事への責任を果たそうとしている。

総裁の辞任にもとづいて、5 名の局長クラスの人事異動が予定され、前回事前調査に対するボゴタ市水道局側のトップ・カウンターパートであった Mr. Santiago Montejó Rozo マスターシステム局長もこの一ヶ月以内に辞任する可能性があることを本人から電話で伝えられた。よって今回は ACUEDUCTO 側のカウンターパートは Ms. Elsa Garcia Salazar 地下水アドバイザーが一人で全ての対応を任されたかたちとなったため、彼女の献身的な努力にもかかわらず、特に他関連機関との協議のまとめや調整が結果としてうまく機能せずに S/W 協議の最終段階で問題と課題を残すことになった。

S/W 協議の最大の問題点と課題とは、クンディナマルカ地域自治公社 (CAR) が所管する試験井戸掘削許可のコミットへの意志が協議議事録に残っているのみで、CAR が証人機関 (WITNESS) としてのミニッツ署名を最終的（調印日の前日）に否定したことにある。よってメイン・カウンターパートである ACUEDUCTO が井戸掘削許可を有する CAR の理解と協力を文書にて確認できた段階で S/W が有効となることを ACUEDUCTO と協議し、調印式当日の早朝にその一文をミニッツに入れることで最終合意に至り、JICA 調査団長と ACUEDUCTO 総裁との間で S/W とミニッツに調印した。

調印式に先立ち、本件 S/W が有効になるための条件となっている CAR からの試験井戸掘削許可問題について、JICA 調査団長から以下の 3 点につき ACUEDUCTO 総裁に対して要望した (Witness として外務省、環境省が参加)。

- 1) CAR 長官(Dr.Gloria Lucia Alvarez)が試験井戸掘削許可のコミットへの意志を示した 3 月 28 日の協議議事録にもとづき、JICA 調査団の試験井戸掘削許可に対して CAR が優先的に対応することを、申請者となる ACUEDUCTO が書面で確認をとること。
- 2) 同時に、試験井戸掘削許可の前提条件(審査要件と基準)と申請様式について ACUEDUCTO が CAR に書面で確認を得ること。
- 3) ACUEDUCTO が一年半前に申請した白亜紀砂岩層における試験井戸掘削許可が未だに CAR から得られていないが、本格調査と密接に関連する調査井戸でもあるため至急に ACUEDUCTO が CAR から掘削許可を得るよう最大限の努力を行うこと。

さらに、JICA コロンビア事務所長から、上記 3) について、なぜ ACUEDUCTO が申請から 1 年半をすぎても結果が得られないのか、その理由と経緯について CAR から書面で説明を取り付け願いたいとの要望が付け加えられた。

以上の 3 点の確認に関する書面が JICA コロンビア事務所経由で JICA 東京に届けられた後に、本件 S/W が有効になり本格調査団派遣の準備に入ることが可能となる故を説明したところ、すぐに ACUEDUCTO 総裁から急な要望事項で S/W のコンディションでもあると理解し、JICA 側の意を汲んで早急に真摯に書面での対応を行いたい旨の発言があり、直後に JICA 調査団長と ACUEDUCTO 総裁との間で S/W とミニッツに調印した。

今回の現地調査の主要なファインディングは以下のとおり。

ボコタ市水道局は昨年から本館建物の耐震補強工事を行っているが、震災時における市内の水道給水システムの危機管理(Crisis Management)についてはガイドラインすら検討されておらず、常に先送りの課題として扱われてきた経緯がある。ACUEDUCTO は水道施設やシステムについてはそれなりの技術レベルにあり問題も少ないが、貧困対策や震災時の危機管理については ACUEDUCTO の弱い部分で早急に対応して解決すべき課題であるとの認識を示した。今回の調査対象地域の一つである高標高地帯の白亜紀砂岩層地下水井戸の危機管理対応ポテンシャルの評価を含めて、ACUEDUCTO 内部での危機管理に関する組織的なキャパシティー・ビルディングについて協力のニーズが高いことが確認できた。総裁から JICA からの地下水を含めた総合的水資源管理の技術移転をまさに今求めている由の発言が S/W の調印に先立ってあったことから、両者の調査のニーズおよび目的と目標に対する共通の理解と認識と信用醸成が得られる段階に達しているものと思料する。

震災時に主要三給水系統の拠点浄水場（チンガサ(12m³/s)、エルドラド(1.6m³/s)、ティビトク(10.5m³/s)）に依存する全ての給水システムがストップするケースでは、高標高地帯の白亜紀砂岩層の地下水井戸が唯一生き残る危機管理に対応可能な分散型の水源で、高標高地帯に位置するがためにボコタ市内の給水区に重力のみで給水が可能となる。よって地下水ポテンシャル評価を含めて震災時の危機管理に対応した地下水給水システムの評価についても高い協力のニーズとその可能性があることを確認できた。

ボコタ市内の貧困層住居地域(ESRATO 1,2)は高標高地帯 (Zonas Altas; 標高 2,700m 以上) にあり、偶然にも殆どが白亜紀砂岩の地下水帯水層の上に位置している。よって、白亜紀砂岩地下水帯水層の開発は貧困層居住区に直接的に裨益することはもちろんであるが、浄水プロセスが不必要なレベルの高水質であるため、最も安価で安全な飲料水を供給できる可能性が高い。一例に北部高標高地帯 (Zonas Altas, Cero Norte) の深井戸の計画取水量を 3,000m³/日、既存の揚水パイプラインの標高落差を 370m と仮定し、最末端パイプライン部にミニ水力発電機を設置した場合の発電容量は 100kW に及び、深井戸の水中モータポンプの消費電力をはるかに上回る電気(クリーンエネルギー)を生産することも可能であるため、間接的には ACEDACTO の事業収益性が向上することも成果の一部に加わる可能性が高い。

ボコタ川水源地帯の未処理排水の放流による水質汚染は深刻な状況にあり、1954 年から稼働しているティビトク浄水場の安全性信頼喪失と処理負担増による造水コスト高の原因になっている説明を前回の事前調査で聞いたが、今回のインタビューで仮にボコダ川の水質が改善されたとしたら浄水コストは何パーセントくらい低下するかを質問したところ、薬品費が僅かに減る程度で、全体コストの低下にはほんの僅か程度しか貢献しないことを予測している。現在、ティビトク浄水場で占める維持管理コストで問題になっているのは電気代で 25%以上に及んでいることが判明した。水道局全体としても、維持管理費で問題になっているのは高揚程のポンプアップに必要な電気料金で、特に貧困層が集中して居住している高標高地帯 (Zonas Altas) への給水は最もコストがかさみ水道事業経営のアキレス腱になっている。

これらを総合すると、浄水場の水質問題がコスト問題に与える影響は小さく、地形標高差の大きい配水区のポンプアップに必要なエネルギー（電気）費用が大きな問題としてクローズアップされている。

高標高地帯 (Zonas Altas) における白亜紀砂岩層の地下水開発は、偶然にも貧困地帯と場所がオーバーラップしており、地下水開発が人間の安全保障と BHN に関わる多岐の分野（紛争、貧困、環境）に亘って裨益する可能性が極めて高いオプションであることにも注目すべきである。

1-5 留意点・対処方針に比した調査・協議結果

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
<p>(1) 主要課題とそれに対する具体的提言事項(案)(本格調査の成果品イメージ)を先方機関と共有した本格調査の設計</p>	<p>2004年11月に実施した事前調査において、 1) 貧困(BHNの観点から最低限の水供給の確保) 2) 人間の安全保障と防災対策に配慮した水供給関連施設の拡充 3) 環境と持続性(飲料水の供給源であるボゴタ川の水質の改善、地盤沈下、廃棄物処理場による地下水源の汚染対策への配慮)、 4) 組織・制度 の4点の視点を織り込んだ本格調査を実施することで基本的合意を得た(2004年11月23日付ミニツ)。 現時点の情報を基に上記4点の視点を踏まえたボゴタ首都圏給水の主要課題として 7. 高標高貧困地区への良質・安価な安定的水供給 8. 緊急事態(主として地震)への対応能力強化 9. 上水(水源・飲料水)の水質確保 の3点が挙げられる。 今次事前調査においては先方関連機関に対して「本格調査成果品イメージ」を提示し主要課題(案)について先方関連機関と協議を行い、本格調査の骨子を決定することとする。</p>	<p>・ ACUEDUCTO 他関連機関との協議では、「本格調査成果品イメージ(事前にコロンビア事務所が西語訳)」を提示し認識の共有に努めたが、先方機関との間で覚書という形で残すまで深度の深い協議には至らなかった。 ・ 主要課題を当方が提示したア、イ、ウとすること、優先順位をア、イ、ウとすることと先方と合意を得た(M/Mに記載)。 ア：高標高貧困地区への良質・安価な安定的水供給 以下3つの理由により課題アの優先度を最も高くすることが妥当と判断される。 1) 内戦による国内避難民の流入・居住の拡大に対してACUEDUCTOの給水が十分にはカバーしておらず、「人間の安全保障・BHNの確保」の観点から緊急に対応する必要性が高いこと 2) 表流水に依存した既存配水網からの最大4段階のポンプ圧送、盗水がACUEDUCTOのコスト圧迫の主要因となっていること 3) 高標高貧困地区は良質な地下水の賦存が見込まれており、この地区の地下水利用により、貧困地区への給水拡大、ACUEDUCTOのコスト(特にエネルギーコスト)削減、更に地震等緊急時の給水確保等の効果が期待される。 但し、「対象貧困地区」の特定に際しては以下の要因を留意する必要がある。 1) 合法地区・非合法地区：ACUEDUCTOは定款上合法的居住者に対してのみ給水する義務があるが、対象地区には非合法居住区が含まれており、ACUEDUCTOが給水すべき顧客対象を明確にする必要あり。 2) 現状の「給水/水利用状況：ACUEDUCTOからの正規供給、ACUEDUCTOからの盗水、給水業者からの購入・雨水利用等。 3) 利用原単位：地区により居住者の沿革・貧困度・生活スタイルが異なり、利用原単位が異なることが想定される。 4) 居住者の沿革：以前(1997年以前)からの居住者とそれ以降の「避難民」が同じ地区に混在して居住しており、政府・NGO・国際機関等からの援助獲得に対して、「避難民」と「それ以外の住民」との間で軋轢が生じており、留意が必要。</p>

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
<p>(2) ACUEDCUTOが策定した「水供給システム拡張計画」の確認</p>	<p>ACUEDCUTOがマスカフラン「既存施設の最適化・拡張・リハビリテーション・脆弱性に関連したボゴタ市と周辺市に対する給水拡張計画(Plan de Expansion de Agua para Bogota y sus municipios vecinos en los aspectos relacionados con la optimizacion del sistema existente,</p>	<p>イ：緊急事態(主として地震)への対応能力強化</p> <p>下記を踏まえ、課題イについては課題アと関連付けて緊急事態の際の白亜紀地下水の活用についての提言を中心とすることが妥当と判断される。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 本社建物、Santa Ana配水場等部分的には地震対策を行っていること 2) ACUEDCUTOの浄水・配水システムは巨大であり、施設システムの耐震診断に加え組織的対応体制強化まで提言に含めることは過大となること <p>ウ：上水(水源・飲料水)の水質確保</p> <p>以下3つの理由により課題ウの優先度は最も低くし、主として既存データによる解析に留めることが妥当と判断される。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ティビドック浄水場の水源であるボゴタ川上流部の水質管理の責を担うCARから本件のC/Pとなることにつき同意が得られなかったこと 2) ティビドック浄水場のコストの内、薬品コストの構成は低く、原水の水質向上による操業コストダウンに対する寄与度は小さい 3) ボゴタ上流部の具体的水質管理対策を提言するためには、排水源である170の皮革工場のインベントリーを実施する必要があるが、それを本格調査TRに含めるのは過大となること <p>(留意事項)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ACUEDCUTO内で3課題の必要性がどこまで組織的に認識されているのか、 ・ 他関連機関(CAR、MAVDT、DAMA)の意向(関連機関の視点からACUEDCUTOに対する提言は妥当性があるものか、受容可能なものか、他関連機関に直接提言する内容については、他ドナーとのプロジェクト動向を踏まえて、どの程度の深度で提言を行うべきか)について十分な情報を得ることが出来なかった。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 水需要を現在(2005年)の14.39m³/s⇒目標年(2020年)18.403 m³/sと年率1.65%で増加すると想定して施設拡張計画を策定。 2) 既存施設能力を既存施設の増強程度により6通りに想定。 ア) 最小ケース(水利権ベース)の給水量は16.53 m³/sで2013年から拡張が必要(超過需要が発生)

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
	<p>expansion rehabilitacion y vulnerabilidad)」が2005年3月上旬に策定された（内容の詳細は確認中であるが、チンガサシステムの拡充や地下水の活用を含む）。</p> <p>本調査においてマスタープランの内容を確認するとともに、本格調査においては本マスタープランの内容を必要に応じて修正・補完するよう留意する。</p>	<p>1) 最小ケース（供給能力ベース）の給水量は19.91 m³/sで2025年から拡張が必要（超過需要が発生）</p> <p>2) 最大ケース（供給能力ベース）の給水量は21.77 m³/sで2031年から拡張が必要（超過需要が発生）としている。</p> <p>3) 拡張計画としては、①チンガサ水系拡張（6.28 m³/s）、②レカテラ第2ダム建設（0.70m³/s）、③ヌハス山塊開発（25.4 m³/s）を供給に順次拡張することとしており、全て表流水を水源としている。</p> <p>（所見）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 需要の増加は人口増加率をベースとして推測されるが、過年度（2000年～2005年）に人口増加に關らず需要は減少している。 ・ 無収水率（30%）の削減については触れられていない。 ・ 地下水利用にかかると記述は「今後も定期的に検討するべき」というレベルにとどまっている。
<p>(3) C/P機関の決定（範囲）</p>	<p>本開発調査は当初、ボゴタ地下水ファイブリテイスタディー調査（F/S）を主要内容とする「ボゴタ市地下水開発・保全計画調査」（開発調査）がACUEDUCTOから要請されたものである。しかしながら、(1)で挙げた主要課題はACUEDUCTO(ボゴタ上下水道公社)以外に3つの機関が関連することが想定され、特に課題ウ. 上水(水源・飲料水)の<u>水質確保</u>は主たるC/P機関がMAVDT(環境・住宅・土地開発省)となることが想定される。</p> <p>従って、上記3点を調査の主要課題とすることが、そのためにC/P機関を複数とすべきことを提案するが、合意が得られない場合には課題ア、イに限定する。</p>	<p>3月28日(月)のJICA事務所打ち合わせ、ACUEDUCTOとの協議を踏まえ、ACUEDUCTO, CARをC/P(ACUEDUCTOがC/Pの総括)とし、他の2機関(MAVDT, DAMA)を証人(witness)とすることで、関連機関と調整した。</p> <p>しかしCARは「水資源管理機関であり実施機関ではない」と主張し署名者となることについての同意は得られなかったが、証人機関(witness)となり、本調査に対する協力の同意を口頭で取り付けたが、署名日前日に署名できない旨連絡を受けた。当方の調整・確認不足によりこのような結果となった。</p> <p>付) 面談したCARの職員の中にJICAの開発調査(ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査)の提言を十分に理解していないに留まらず誤解をしている者がいたため、議事録を作成し、先方へ送付することとした。(別添5)</p> <p>付2) 最終局面でCARをWITNESSとして本件の開始時から巻き込むことが出来なくなり、このままでは試掘許可権をもつCARの協力を十分に得られる保証がないと判断し、M/Mに「CARの本件実施(特に試掘)に対する協力をACUEDUCTOが確保したとJICAが確認した時点で、S/Wは発行する」という条項を挿入し、先方の理解を得、署名に至った。</p>
<p>(4) S/W、M/M署名相手及び使用言語</p>	<p>(3) を踏まえて</p> <p>1) 署名相手として ACUEDUCTO(ボゴタ上下水道公社)</p>	<p>1) 署名相手：ACUEDUCTO(ボゴタ上下水道公社)</p> <p>2) 証人機関(witness)： ACCI(コロンビア国際協力庁)</p>

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
	<p>MAVDT (環境・住宅・土地開発省) 証人機関(witness)として ACCI (コンビア国際協力庁) CAR(クンデ・イナルカ地域自治公社)、DAMA(ボゴタ首都区環境技術管理局)を想定。</p> <p>2) 言語は英語(正)、西語(副)とする。</p> <p>3) 先方負担事項について確認する。</p>	<p>MAVDT (環境・住宅・土地開発省)</p> <p>3) 言語は英語(正)、西語(副)とした。</p> <p>4) 先方負担事項について確認しM/Mに記載した(詳細は別添7に記載)。</p>
(5) 調査名	<p>Study on Sustainable Water Supply for Bogota City and Surrounding Area Based on the Integrated Water Resources Management を提案する。</p> <p>2004年11月のミニッツにおける暫定名称は Study on Integrated Sustainable Water Resources Development and Management for Water Supply and Sewerage for Bogota City and Surrounding Area</p>	<p>当方提案の「Study on Sustainable Water Supply for Bogota City and its Surrounding Area Based on the Integrated Water Resources Management」が受け入れられた。</p> <p>ゴシックが修正箇所。</p>
(6) 本格調査の内容		
1) 本格調査の格子	<p>本格調査の骨子はS/W(案)(対処方針会議資料別添7)及び本格調査工程(案)(対処方針会議資料別添5)のとおりとするが、当方で想定している主要3課題以外に先方から提案がある場合、または主要3課題のうちMAVDTが中心的C/P機関となることが想定される課題を含める調整が困難である場合は、調査工程、調査経費に大幅な変更を来さないと判断される範囲内で先方の要求を受け入れるものとする。</p>	<p>1. 調査工程：フェーズI(基礎調査+マスタープラン策定)、フェーズII(優先事業のPre-FS調査)の流れで合意(変更なし)</p> <p>2. 調査期間：当初の18ヶ月⇒26ヶ月に伸ばす(試掘許可取得手続きに5ヶ月程度要することを織り込んだ)</p>
2) 調査目的	<p>以下を調査目的とする。</p> <p>「総合的水資源管理の視点・方法論を踏まえつつ、貧困層地区への良質・安価な安定的水供給、緊急事態(主として地震)への対応能力強化、上水(水源・飲料水)の水質確保のために、ボゴタ上下水道公社他関連機関が具体的に取るべき諸施策が策定される</p>	<p>協議の結果以下となった。</p> <p>「総合的水資源管理の視点・方法論を踏まえつつ、ボゴタ首都圏において持続的に効率的かつ安定的に良質な水が供給されるためにボゴタ上下水道公社他関連機関が具体的に取るべき諸施策が策定される。」</p> <p>主要課題ア、イ、ウについてはM/Mに記載することとした。</p>
3) 調査対象区域	<p>以下を調査対象地域とする。</p> <p>ボゴダ平原(面積4,305km²)及びチンガサ水系、スマバス水系</p> <p>ボゴタ特別区(Bogota. D.C)と周辺13市町村(計人口835万人)</p>	<p>・実質的な対象地域は変更ないが、ACUEDUCTOが給水している周辺市(Municipalities)13市のうち、2市がボゴタ市に編入されたため、周辺市は11市となった。</p> <p>・具体的対象市をM/Mに列挙。</p>

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
4) 目標年次	短期・中期・長期的に対応するべき提案事業を包摂するため目標年次は2020年とすることを提案する。	当方案とおおり。M/Mに記載。
5) 調査内容・工程	対処方針会議別添5本格調査工程(案)のおおりに	別添5のおおりに。主たる変更点は以下のとおりに。 調査期間：18ヶ月⇒26ヶ月 契約区分：1～2年次⇒1～3年次 工程：試験サイト選定から試験調査間を5ヶ月空けた追加した調査項目：環境状況、危機管理状況（行政全般／ACUEDUCTO）、水質評価・処理方法検討、水収支解析、対象地区地下水賦存量評価（以上「基礎調査」）。総合的水資源管理計画策定（基本戦略策定）
(7) 調査期間	要請書による調査期間は24ヶ月程度を想定しているが、現行案の調査工程を踏まえると18ヶ月程度が適当と判断される。ただし調査骨子の合意如何により大幅な変更を来たさない範囲で柔軟に対応することとする。	試験サイトを選定してから実際に試験を開始するまでに5ヶ月要することを踏まえ工程を延長し、当初案の18ヶ月⇒26ヶ月とした。（5ヶ月の内訳） ・サイトの所有者からの許可：3ヶ月 ・申請書類の作成・CARの審査・許可手続き：2ヶ月
(8) 調査用資機材	先方所有機材の借用の可否を確認し、必要不可欠な資機材について本格調査の中で対応することとする。	現時点で想定される調査用資機材は以下のとおりに 1. 水質測定機器一式（約400千円） 2. 水位測定機器一式（約600千円） 3. その他現場調査用機器一式（約850千円） （計1,850千円）
(9) パイロットプロジェクト	パイロットプロジェクトの候補として、貧困地区への地下水を利用した給水（ハード/ソフト両面）が想定されるが、 1) 技術・資金面では先方実施機関（ACUEDUCTO）は給水施設建設の能力を十分に有していることが想定されること 2) ソフト（維持・管理・料金徴収システム等）では限定された調査期間内に有意義な結果を抽出することは困難であること を踏まえ、高標高地区の地下水賦存量調査までを本格調査で行うこととし、パイロットプロジェクトは実施しない。	左記1)、2)の理由に加えて ・試験権と水利権は別であり、調査期間内にCARが地下水利用（供給）権をACUEDUCTOに与える目処は現時点ではついていない 試験後の給水についてはACUEDUCTO側の責任と理解する旨先方から発言があった ことを踏まえ、当方案のおおりにパイロットプロジェクトは実施しないこととする。但し、開発調査の目に見える成果をアピールするためには、調査と平行してACUEDUCTO側が先方負担で給水できるよう調査団は側面支援することとする。
(10) 本格調査の実施体制（ステアリングコミティ）	以下関連機関からカンクンパートを選出し、ステアリングコミティを構成することを提案する。 水質管理体制（課題）についてはMAVDT（環境・住宅・土地開発省）が主導的役割を果たす必要があることを確認・合意する。	ステアリング・コミティ(M/M概要箇所より抜粋) 主催：ACUEDUCTO 目的：調査結果(途中経過)の共有・フィードバック、関連機関間での必要な調整・協力、一貫性(整合性)の確保

留意点・対処方針		内容		現地協議・調査結果		
		また、必要に応じて対象地区の自治体 (Municipality)、NGOの参加を促すこととする。 ACUEDUCTO (ボゴタ上下水道公社) MAVDT (環境・住宅・土地開発省) CAR (クンデ・イマルカ地域自治公社)、 DAMA (ボゴタ首都区環境技術管理局)		メンバー：ACUEDUCTO、MAVDT、CAR、DAMA、IDEAM、INGEONIMAS、ACCI。 特記事項：調査団滞在中にACUEDUCTO総裁がボゴタ市長に辞表を提出・受理 (5月に交代) という予期せぬ事態が生じ、総交代に伴い一部幹部・職員の異動も予想されるため、「総交代にかかわらずACUEDUCTOは組織として本件の円滑な実施に最大限努める」という一文をM/Mの別添に含めた。		
(11) 事業化 (提言内容の実行) の目処の確保		成果品提出後のコロンビア関係機関側の「実行」を確保することとを最重要視し、下記2点について確認する。 1) 本格調査開始初期から成果品 (提言事項) の具体的なイメージを双方で共有 2) リト面の提言については特に実施を可能とする諸条件 (行政慣行・組織・社会文化) を十分に調査する		十分に協議し確認することができなかつた。		
(12) カウンタートパートに対する技術移転		・本格調査における共同作業 (OJT) やワークショップの過程を通じて、カウンタートに必要な技術移転がなされるよう最大限留意することを確認する。 ・本格調査の目的は「〜ボゴタ上下水道公社他関連機関が具体的に取るべき諸施策が策定される。」ことにありカウンタート研修は想定しない。但し、先方関連機関が強く要望し実施の妥当性が判断される場合には、M/Mにその旨を記載し持ち帰り検討・判断することとする。		技術移転：調査過程において、最大限技術移転することに努める旨M/Mに記載。 C/P研修：ACUEDUCTO (エルサ氏) 側から地下水開発、環境保全、地盤沈下の3分野にて本邦研修の強い要請がなされたため、その旨M/Mに記載した。		
(13) レポート		本件調査で作成するレポートについては、次のとおりとし、公開とすることで了承を得る。部数、言語については先方の英語力を十分に見極めて必要に応じて途中段階の報告書も西語で作成することとするが、英語が正であることをつき先方に確認する。		ACUEDUCTO側より、西語でのレポート作成について強い要望があったため、調査内容の関係者間での共有の観点から下記のとおり全てのレポート (サボ・ティンク/データを除く) につき西語で作成する旨S/Wに記載した。 但し、英語が正である旨先方から了解を得た。		
		IC/R	英語 (部数) 20	西語 (部数) 30	英語 (部数) 10	西語 (部数) 15
		P/R	30		10	10
		IT/R 1	30		10	15
		IT/R 2	30		10	15
		DF/R	20	30	10	20
		F/R	30	40	30	30

留意点・対処方針	内容	現地協議・調査結果
(14) コロンビア側便宜 供与	S/Wにある便宜供与事項を確認する。調査団事務所スペース、コピー機、電話、FAX、必要機器等は出来るだけ先方が提供するよう求める。但し要望は協議の場では決定せず、持ち帰って検討することとする。ポイントとして考えられる点は以下の通り。 先方での対応が困難な場合は、車輛借り上げで対応することとする。	ACUEDUCTOの組織合理化（業務の外部委託化）の流れの中で、調査団用車両の提供は困難でありJICA側で負担願いたいとの申し入れがあったため、その旨M/Mに記載した。
1) 調査用車両の提供	調査用事務所スペース及び備品については、円滑な調査実施の観点から	事務所スペース、机、椅子、電話、LAN、書棚等の供与について、ACUEDUCTO側から確認し、その旨M/Mに記載した。
2) 事務所スペース等の提供	ACUEDUCTO 内にスペースを確保するとともに、必要な備品について出来るだけ提供するよう求める。	以下をM/Mに記載した。
3) カウンターパート職員の配置	担当分野に関連したカウンターパート職員を出来るだけ多く配置するよう求める。また、カウンターパートのレベル、部署、人数等について明確にする。	・カウンターパートチームをACUEDUCTOが組織（分野別にC/PはACUEDUCTO以外の機関の職員が含まれることを想定し）、C/Pは各組織よって調査コンサルタントの専門分野を踏まえた上で資格・能力を有する人物が選定することとする。 但し、各機関別の分野、人数、部署等については、現時点では本格調査の団員構成を特定し先方に提示することは適切ではないと判断し、M/Mに記載しないこととした。
4) 現地踏査等に行き するカウンターパート 職員に係る諸経費	カウンターパートに係る給与、日当、調査旅費等は、コロンビア側の負担とする。	調査対象地区がボゴタ首都圏に限定されており、安全管理を踏まえると現地調査については日帰り出張で対応することが想定されるため、M/M等には記載しないこととした。
(15) JICA事務所、大使館への報告	協議の進捗状況、内容及び結果については、適宜JICAコロンビア事務所及び在コロンビア日本大使館と連絡をとりつつ、調査団において柔軟に対応する。	日本大使館、JICA事務所に対し適宜進捗報告・相談に努めたが、CARの意向の確認について、事務所側から懸念が提示されたにもかかわらず、ACUEDUCTOのC/Pの認識を過信し、調査団側で徹底した確認を怠ったため、CARが土壇場で署名者から外れる事態に陥り、関係者に多大なご迷惑をおかけしたことを陳謝するとともに、ご協力に心より感謝致します。

第2章 調査対象地域の概要

2-1 行政区分と人口

(1) 行政区分

コロンビア国 (Republica de Colombia) は、図 2.1-1 のコロンビア国の県区分に示すように、32 県 (Departamento) と 1 首都区 (Distrito Capital) に区分される。

調査対象区域となるのは、ボゴタ首都区 (Bogotá D.C. :Distrito Capital de Bogotá) 及びクンディナマルカ県 (Cundinamarca) の一部である。クンディナマルカ県は、15 郡 (Provincia) 及び 116 の自治体 (市町村) (Municipio) に区分される。一般にボゴタ市と呼ばれているボゴタ首都区は、図 2.1-2 に示すようにクンディナマルカ県に囲まれて南北に細長く広がっており、南部は人口過疎な村落部、北部は都市部となっている。

ボゴタ首都区内と周辺市の行政区分図を図 2.1-3 に示す。ボゴタ首都区は、20 の区 (Municipidad) に区分される。ボゴタ市街地区はボゴタ首都区の都市計画 (POT) により法的 (ボゴタ市条例) に決められている。最南部のスマパス区のみ全域が村落部に位置し 19 の区は市街地区を持っている。細かく見ると、市街地区の北端の平原と東部の山地も村落部に区分される。

なお、コロンビア国の面積は 1,139,000km² (日本の約 3 倍)、クンディナマルカ県は 24,210 km²、ボゴタ首都区は 1,636.6 km² である。

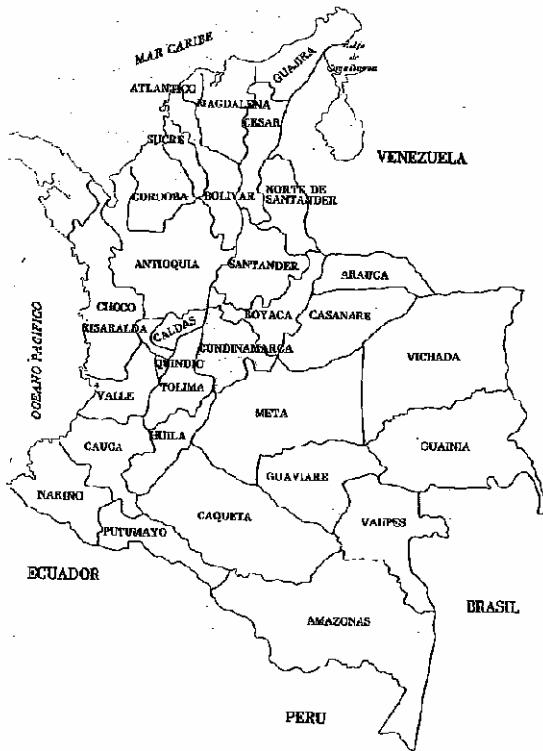
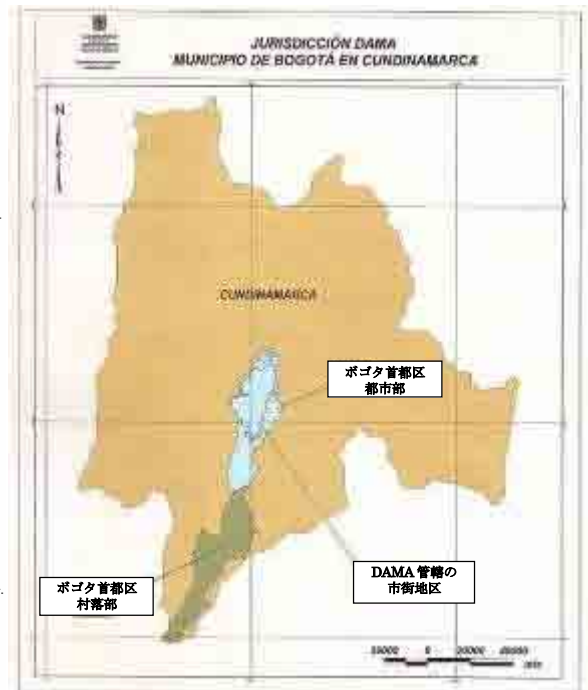
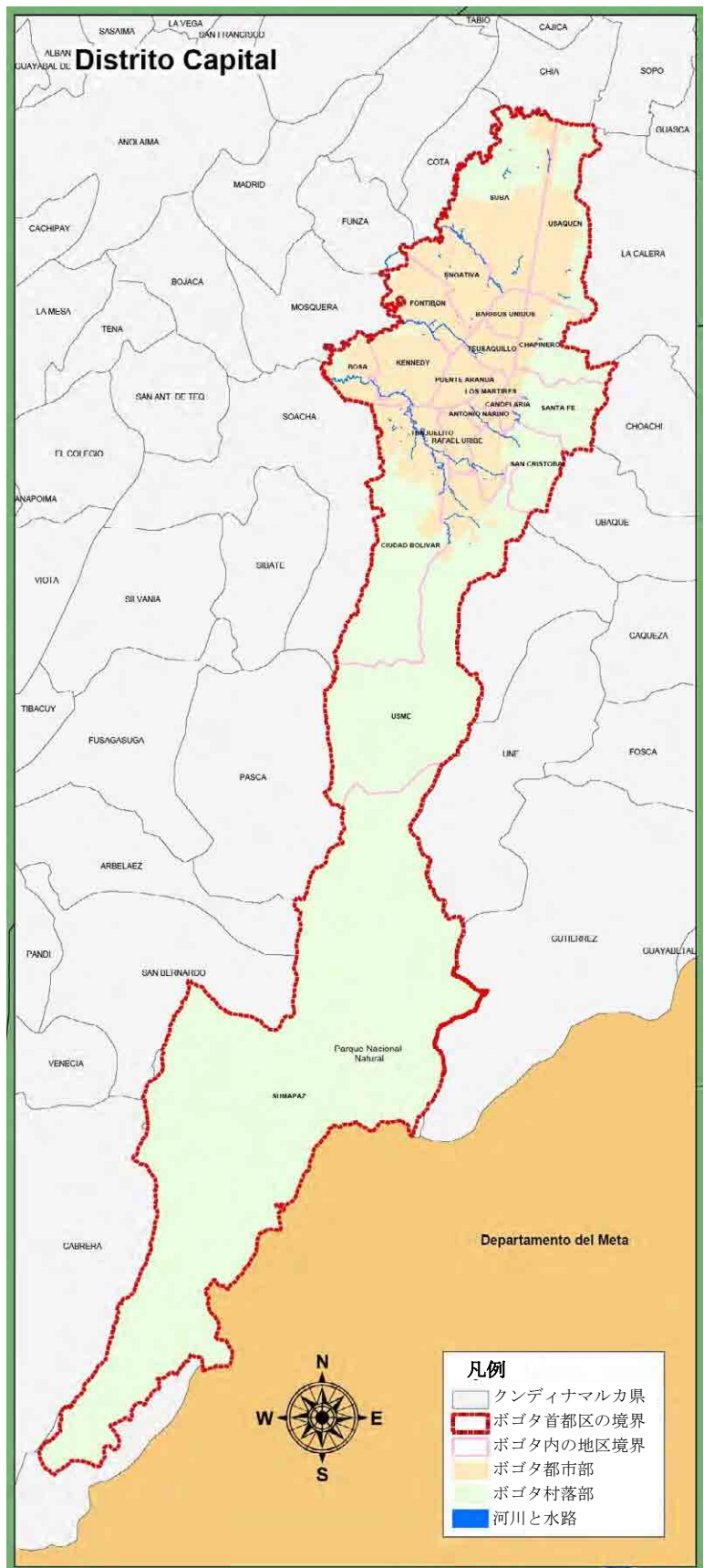


図 2.1-1 コロンビア国の県区分図



出典：DAMA (ボゴタ環境管理局)

図 2.1-2 クンディナマルカ県とボゴタ首都区の行政



出典：ボゴタ DC 市役所のウェブサイトから引用

図 2.1-3 ボゴタ首都区および周辺市の行政区分

(2) 人口

人口統計に関する国勢調査は国立統計管理局（DANE :Departemento Administrativo Nacional de Estadística）が 1985 年と 1993 年に行っている。次回の国勢調査は 2003 年に行われる予定であったが遅れており、2005 年 5 月頃から実施されるとのことである。従って、本件においては、対象地域の人口は、2005 年に行われる国勢調査の結果が出た時点で見直すことが望まれる。

1993 年以降国勢調査が行われていないため、ボゴタ上下水道公社（ACUEDUCTO）による資料「人口推計：ボゴタ、クンディナマルカ及び影響下の市町村 1995-2020」にある人口予測を、ACUEDUCTO が現在給水事業を行っているボゴタ市および周辺の 11 市の人口について編集したものを表 2.1-1 に示す。参考のためにクンディナマルカ県企画局による資料から 2000 年の 11 市の人口を DANE によるボゴタ首都区の 2000 年人口を併記した。ACUEDUCTO による人口予測値よりも若干小さな値となっているが、近い値となっている。2005 年現在の対象地域の人口は約 8,164,000 人、目標年である 2020 年の人口は 10,885,000 人と推定される。

表 2.1-1 「人口推計：ボゴタ、クンディナマルカ及び影響下の市町村 1995-2020」

市町村(Municipio)	2000 年	2000 年 ⁽¹⁾	2005 年	2010 年	2020 年
ソアチャ Soacha	332,826	283,889	406,449	483,688	640,955
チア Chía	62,786	61,783	70,916	79,045	94,647
マドリッド Madrid	52,713	52,110	59,178	65,595	77,800
フンサ Funza	51,832	51,808	58,249	64,628	76,782
カヒカ Cajicá	41,574	40,158	47,623	53,772	65,845
モスケラ Mosquera	31,317	27,753	37,307	43,691	57,055
ラ・カレラ La Calera	22,340	24,188	23,849	25,274	27,811
トカンシパ Tocancipá	16,730	14,602	20,066	23,716	31,820
コタ Cota	16,411	14,784	19,377	22,548	29,221
ソポ Sopó	14,847	14,586	16,725	18,644	22,441
ガチャンシパ Gachancipá	7,687	6,707	8,986	10,366	13,254
A. クンディナマルカ県の 11 市の合計	651,063	592,368	768,725	890,967	1,137,631
B. クンディナマルカ県全体	2,145,741	2,142,260	2,347,563	2,549,109	2,937,810
C. Bogotá D.C.	6,539,525	6,437,840 ⁽²⁾	7,395,610	8,235,624	9,747,386
D=A+C ボゴタ D.C.と 11 市	7,190,588	7,030,208	8,164,335	9,126,591	10,885,017

出典：ボゴタ上下水道公社資料から編集

(1) :クンディナマルカ県計画局「ESTADISTICAS DE CUNDINAMARCA 1998-2000」

(2) :DANE「Censos de Población, Proyecciones Municipales 1985-2016」

DANE によるボゴタ首都区の 1985～2016 年の人口予想値を表 2.1-2 に示す。2004 年現在で約 703 万人となっており、人口増加率は 1993 年の 3.01%をピークにして減少傾向にあり、2004 年は 2.22%、2016 年には 1.27%になると予想されている。

表 2.1-2 ボゴタ首都区の人口の推移（予想）

年	人口	人口増加率 (%)
1985	4,302,943	2.46
1986	4,408,888	2.68
1987	4,527,068	2.81
1988	4,654,492	2.90
1989	4,789,668	2.83
1990	4,925,073	2.78
1991	5,062,003	2.79
1992	5,203,322	2.93
1993	5,355,979	3.01
1994	5,517,422	2.92
1995	5,678,343	2.42
1996	5,815,511	2.43
1997	5,956,995	2.61
1998	6,112,196	2.69
1999	6,276,428	2.57
2000	6,437,840	2.10
2001	6,573,291	2.11
2002	6,712,247	2.29
2003	6,865,997	2.39
2004	7,029,928	2.22
2005	7,185,887	1.89
2006	7,321,831	1.84
2007	7,456,798	2.05
2008	7,609,424	2.12
2009	7,770,761	1.91
2010	7,919,120	1.67
2011	8,051,666	1.54
2012	8,175,942	1.73
2013	8,317,194	1.83
2014	8,469,196	1.58
2015	8,602,814	1.27
2016	8,711,961	

出典：DANE 「Censos de Población, Proyecciones Municipales 1985-2016」

ボゴタ首都区内の地区ごとの人口について、ボゴタ D.C. 市役所のホームページで公開しているデータを編集したものを表 2.1-3、表 2.1-4、表 2.1-5 および表 2.1-6 に示す。これらの人口データは、基本的に DANE による国勢調査と、ボゴタ首都区地域企画局（DAPD：Departamento Administrativo de Planeación Distrital）が実施した「2003 年生活の質アンケート調査」に基づいている。なお、ボゴタ首都区は 20 の区に区分されるが、最南端に位置するスマパス（Smapaz）区はこれらの統計に含まれていない。これはスマパス区が、面積は首都区の約半分を占めるが市街地を持たず全域が村落部に属しており、人口が現在約 9,000 人しかいないためである。

表 2.1-3 にボゴタ首都区の地区別人口の過去（1973 年、1985 年、1993 年および 2003 年）の推移を示す。また、表 2.1-4 に各地区の人口増加率を示す。Santa Fé、Barrios Unidos、Teusaquillo、Los Mártires、Antonio Nariño、Puente Aranda、La Candelaria 等の都心部の区は、商業・ビジネス街にあるため、人口増加率が低いかマイナスとなっている。一方、北部の Suba と Usaquén、西部の Fontibón と Bosa、南部の Usme と Ciudad Bolívar 等の周辺地区は、人口増加率が非常に高く市街地が拡大しており、人口のスプロール現象が起こっている。

表 2.1-5 にボゴタ首都区の地区別世帯数と平均世帯人数を示す。平均世帯人数は 1973 年には 5.18 人であったが 2003 年には 3.55 人となっており、核家族化が進行している。

南部の San Cristbal、Usme、Siudad Bolivar 等は、貧困世帯が多いため世帯人数がやや多い。

表 2. 1-6 にボゴタ首都区の 2004 年から 2008 年までの地区別の人口予測を示す。

表 2. 1-3 ボゴタ首都区の地区別人口

地区	1973年	1985年 ⁽¹⁾	1993年 ⁽¹⁾	2003年 ⁽²⁾
Usaquén	71,427	216,320	348,852	441,131
Chapinero	90,324	110,235	122,991	135,895
Santa Fé	118,130	120,694	107,044	126,014
San Cristobal	177,445	346,001	439,559	488,407
Usme	6,394	164,847	200,892	252,817
Tunjuelito	164,871	(185,217)	204,367	225,511
Bosa	23,871	122,737	215,816	525,459
Kennedy	195,955	561,710	758,870	898,185
Fontibón	90,060	166,427	201,610	284,449
Engativá	319,367	530,610	671,360	796,518
Suba	97,459	334,700	564,658	805,245
Barrios Unidos	221,839	199,701	176,552	178,704
Teusaquillo	127,251	132,501	126,125	155,841
Los Mártires	127,768	113,778	95,541	101,755
Antonio Nariño	116,283	111,247	98,355	104,120
Puente Aranda	221,776	305,123	282,491	288,890
La Candelaria	35,047	30,948	27,450	26,892
Rafael Uribe	255,454	283,213	379,259	422,969
Ciudad Bolivar	35,451	326,118	418,609	602,697
ボゴタ合計	2,496,172	(4,362,127)	5,440,401	6,861,499

⁽¹⁾ DANE 「Censos de Población, Población ajustada」

⁽²⁾ DANE - DAPD 「Encuesta de Calidad de Vida 2003」

表 2. 1-4 ボゴタ首都区の地区別人口増加率 (平均増加年率)

地区	1973～1985年	1985～1993年	1993～2003年
Usaquén	9.23 %	5.97 %	2.35 %
Chapinero	1.66 %	1.37 %	1.00 %
Santa Fé	0.18 %	-1.50 %	1.63 %
San Cristobal	5.5 %	2.99 %	1.05 %
Usme	27.08 %	2.47 %	2.30 %
Tunjuelito	(0.97 %)	(1.24 %)	0.98 %
Bosa	13.64 %	7.05 %	8.90 %
Kennedy	8.78 %	3.76 %	1.69 %
Fontibón	5.12 %	2.40 %	3.44 %
Engativá	4.23 %	2.94 %	1.71 %
Suba	10.28 %	6.54 %	3.55 %
Barrios Unidos	-0.88 %	-1.54 %	0.12 %
Teusaquillo	0.34 %	-0.62 %	2.12 %
Los Mártires	-0.97 %	-2.18 %	0.63 %
Antonio Nariño	-0.37 %	-1.54 %	0.57 %
Puente Aranda	2.66 %	-0.96 %	0.22 %
La Candelaria	-1.04 %	-1.50 %	-0.21 %
Rafael Uribe	0.86 %	3.65 %	1.09 %
Ciudad Bolivar	18.49 %	3.12 %	3.64 %
ボゴタ合計	(4.76 %)	(2.80 %)	(2.34 %)

出典 : DANE 「Censos Nacionales de Población 1985, 1993.」

DAPD 「Encuesta de Calidad de vida 2003, Cálculos DAPD」

表 2.1-5 ボゴタ首都区の地区別世帯数と平均世帯人数 (世帯数 / 平均世帯人数)

地区	1973年	1985年 ⁽¹⁾	1993年 ⁽¹⁾	2003年 ⁽²⁾
Usaquén	11,644 / 6.13	49,455 / 4.37	83,850 / 4.16	137,095 / 3.22
Chapinero	18,517 / 4.88	29,306 / 3.76	32,866 / 3.74	52,972 / 2.57
Santa Fé	28,085 / 4.21	34,192 / 3.53	26,296 / 4.07	41,256 / 3.05
San Cristobal	36,525 / 4.86	69,587 / 4.97	92,878 / 4.73	126,433 / 3.86
Usme	1,104 / 5.79	15,203 / 10.84	61,779 / 3.25	64,268 / 3.93
Tunjuelito	31,274 / 5.27	46,311 / (4.00)	50,890 / 4.02	62,077 / 3.63
Bosa	4,666 / 5.12	36,190 / 3.39	58,918 / 3.66	141,958 / 3.70
Kennedy	33,875 / 5.78	102,774 / 5.47	148,067 / 5.13	238,199 / 3.77
Fontibón	16,574 / 5.43	33,627 / 4.95	46,980 / 4.29	79,451 / 3.58
Engativá	57,981 / 5.51	112,735 / 4.71	140,577 / 4.78	226,639 / 3.51
Suba	17,051 / 5.72	65,721 / 5.09	109,238 / 5.17	239,781 / 3.36
Barrios Unidos	43,752 / 5.07	46,996 / 4.25	45,025 / 3.92	56,191 / 3.18
Teusaquillo	25,303 / 5.03	31,828 / 4.16	31,724 / 3.98	54,927 / 2.84
Los Mártires	27,626 / 4.62	27,600 / 4.12	23,045 / 4.15	28,196 / 3.61
Antonio Nariño	21,135 / 5.50	24,550 / 4.53	23,621 / 4.16	29,131 / 3.57
Puente Aranda	44,845 / 4.95	60,465 / 5.05	68,276 / 4.14	79,617 / 3.63
La Candelaria	8,993 / 3.90	7,050 / 4.39	6,214 / 4.42	9,252 / 2.91
Rafael Uribe	46,460 / 5.50	61,679 / 4.59	65,774 / 5.77	112,298 / 3.77
Ciudad Bolívar	6,459 / 5.49	41,766 / 7.81	74,056 / 5.65	155,086 / 3.89
ボゴタ合計	481,869 / 5.18	897,035 / (4.86)	1,190,074 / 4.57	1,934,827 / 3.55

⁽¹⁾ DANE 「Censos de Población, Población ajustada」

⁽²⁾ DANE - DAPD 「Encuesta de Calidad de Vida 2003」

表 2.1-6 ボゴタ首都区の地区別人口予測

地区	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
Usaquén	451,959	461,986	470,726	479,403	489,216
Chapinero	139,231	142,320	145,012	147,685	150,708
Santa Fé	129,108	131,972	134,468	136,947	139,750
San Cristobal	500,396	511,497	521,174	530,781	541,645
Usme	259,023	264,769	269,778	274,751	280,375
Tunjuelito	231,047	236,172	240,640	245,076	250,092
Bosa	538,357	550,301	560,712	571,047	582,736
Kennedy	920,233	940,648	958,443	976,111	996,090
Fontibón	291,431	297,897	303,532	309,128	315,455
Engativá	816,070	834,175	849,956	865,623	883,341
Suba	825,011	843,314	859,268	875,108	893,019
Barrios Unidos	183,091	187,153	190,693	194,208	198,183
Teusaquillo	159,666	163,209	166,296	169,362	172,828
Los Mártires	104,253	106,566	108,582	110,583	112,847
Antonio Nariño	106,676	109,042	111,105	113,153	115,469
Puente Aranda	295,981	302,548	308,271	313,954	320,380
La Candelaria	27,552	28,163	28,696	29,225	29,823
Rafael Uribe	433,352	442,966	451,346	459,666	469,074
Ciudad Bolívar	617,491	631,190	643,131	654,987	668,393
ボゴタ合計	7,029,928	7,185,887	7,321,831	7,456,798	7,609,424

出典：DANE 「Proyecciones Municipales 1985-2016 (ボゴタ全体の人口)」

DAPD 「Subdirección de Desarrollo Social, Área de Desarrollo Humano (地区ごとの人口)」

2-2 経済・社会状況

(1) コロンビア国の経済・社会状況

世界銀行によるコロンビア国の近年の主要な経済・社会指標を表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 コロンビア国の主要な経済・社会指標

項目	1999年	2002年	2003年
People			
人口(人)	4160万	4380万	4460万
人口増加率(%)	1.8	1.8	1.7
貧困率(%)	64.0	..	..
平均余命(年)	..	71.8	71.9
出産率(女性1人あたり)	..	2.5	2.5
幼児死亡率(1,000人あたり)	..	..	18.0
5歳児未満死亡率(1,000人あたり)	..	..	21.0
HIV感染率(15-49歳中の%)	..	..	0.7
男性識字率(15歳以上の男性中の%)	91.4	92.1	..
女性識字率(15歳以上の女性中の%)	91.3	92.2	..
初等教育終了率(%)	91.0	88.0	..
女性の初等教育終了率(%)	93.0	90.0	..
初等教育就学率(%)	88.1	87.4	..
中等教育就学率(%)	54.3	..	..
Environment			
面積(km ²)	110万	110万	110万
1人あたり国内淡水水資源量(m ³)	..	..	47,371.3
1人あたりCO ₂ 排出量(トン)	1.3	..	..
改善された水源へのアクセス(%)	..	92.0	..
改善された衛生へのアクセス(%)	..	96.0	..
1人あたりエネルギー使用(石油kg等価)	670.0	625.0	..
1人あたりの電力利用(kWh)	770.7	817.3	..
Economy			
GNI(current US\$)	908億	795億	805億
GNI per capita(current US\$)	2,180.0	1,810.0	1,810.0
GDP(current \$)	863億	803億	787億
GDP成長率(annual %)	-4.2	1.9	3.9
GDP農業(% of GDP)	14.0	13.6	12.3
GDP工業(% of GDP)	28.6	30.3	29.4
GDPサービス業(% of GDP)	57.4	56.1	58.3
物品・サービスの輸出(% of GDP)	18.3	19.8	21.4
物品・サービスの輸入(% of GDP)	17.8	21.3	22.5
歳入(収入)、補助金を除く(% of GDP)	..	17.1	18.8
通貨 余剰/不足(% of GDP)	..	-9.7	-4.6
Technology and infrastructure			
固定電話と携帯電話(1,000人あたり)	207.6	285.6	320.6
パソコン(1,000人あたり)	33.7	49.3	..
インターネット使用者(1,000人あたり)	16.0	46.2	52.5
舗装道路(% of total)	14.4	..	..
航空機出発数	208,600	180,000	171,900
Trade and finance			
物品の貿易のGDP割合(%)	25.8	30.7	33.8
ハイテク輸出(輸出製品中の%)	8.1	7.1	6.5
交換条件貿易(1995=100)	89.0	93.0	..
外国直接投資, 流入価(current US\$)	15億	21億	17億
債務の現在価額(current US\$)	..	362億	363億
総債務率(輸出品・サービス中の%)	40.8	39.5	43.9
短期未払い債務(current US\$)	40億	37億	36億
1人あたり援助(current US\$)	7.3	10.1	18.0

出典：世界銀行「World Development Indicators database, April 2005」

(2) ボゴタ首都区およびクンディナマルカ県の社会・経済状況

主としてボゴタ首都区地域企画局(DAPD)の報告書「EVALUACION DE LAS POSIBILIDADES DE LA REGION BOGOTA Y CUNDINAMARVA EN EL CONTEXTO DEL ATPDEA, 2003」により得られたボゴタ首都区およびクンディナマルカ県の経済状況を以下に示す。

ボゴタ首都区の主要な産業活動は、施設数によると次のとおり。

- 飲料を除く食料品製造 (318)
- 機械を除く金属製品製造 (216)
- グラフィックアート部門 (206)
- 衣料品製造 (193)
- 化学部門とプラスチック製品製造 (161)
- 繊維製造 (157)
- 非電気機械製造 (129)

クンディナマルカ県の主要な産業活動は、施設数によると次のとおり。

- 製パン所 (1579)
- 金属部品製造 (603)
- 衣料品製造 (459)
- 家具製造 (319)
- 建築用部材製造 (127)

2001年のボゴタ首都区とクンディナマルカ県の総輸出額は21億5900万米ドルで、その内82%がボゴタの企業による。また2001年に確認されたボゴタおよびクンディナマルカの2359の輸出企業の内96%はボゴタに位置する。ボゴタの輸出企業は次のとおりである。

- 皮革・靴・繊維・縫製部門、化学・薬品・石油化学部門 (394社)
- 花卉・植物・野菜およびその他農業部門 (353社)
- 機械・輸送機器・医療科学機器部門 (310社)
- その他製造業部門 (270社)
- 木材・ダンボール・紙部門および製造 (246社)
- 金属製品輸出 (131社)
- 建設資材、陶製品・ガラス、畜産、果物、食品・飲料部門 (70社)

クンディナマルカ県の輸出企業は次のとおりである。

- 花卉・植物・野菜およびその他農業部門 (30社)
- 化学・製薬部門、ゴム・プラスチック製造 (17社)
- 機械、輸送機器、医療・科学機器 (13社)
- 食品・飲料部門 (8社)
- 皮革・靴・繊維・縫製部門、金属・建設資材・陶製品・ガラス製造 (5社)
- 木材・ダンボール・紙部門および製造 (1社)

1990年から2002年に、ボゴタ首都区とクンディナマルカ県の輸出は3.4倍になった。主な輸出先は米国(33%)、ベネズエラ(18%)、エクアドル(15%)、メキシコ(6%)、ペルー(5%)、パナマ(2%)、ドミニカ(2%)である。ボゴタとクンディナマルカからの総輸出の65%は次の5つの部門である。

- 農業産品(28%)：花卉が主要な農産品である。乳製品、タバコ、果物の重要度はより小さい。

- 化学・薬品（14%）：主要産品は医薬品、植物精油、香水・化粧品である。1990～2002年に、この部門の割合は1990年～2002年に3%から14%に増加した。
- 輸送機器（8%）：自動車とその部品が主である。1990年～2002年にこの部門の輸出額は700万米ドルから1億8400万米ドルに増加し、輸出割合は1%から8%に増加した。
- 機械、電気・電子機器および部品（8%）：電気製品が主である。1990年～2002年にこの部門の輸出額は3000万米ドルから1億7200万米ドルに増加し、輸出割合は5%から8%に増加した。
- 繊維・縫製（7%）：衣料、ニット地の繊維および染色生地が際立った産品である。1990～2002年に、この部門の割合は1990年～2002年に15%から7%に減少した。

ボゴタおよびクンディナマルカから最大輸出先である米国への輸出は1990年から2002年に3億200万米ドルから7億2800万米ドルに増加した。米国への最大の輸出は農産物で1990年～2002年に55%から65%に増加した。主産品は花卉で、ボゴタ平原において花（バラが多い）のビニールハウス栽培が最も重要な産業となっている。

ボゴタ D.C. 市役所のウェブサイトから得られた、ボゴタ首都区の地区ごとの公共サービス（民営含む）にアクセスできる世帯数を表 2.2-2 に示す。電力と都市ガスは民営で、それぞれ 99.8%と 70.0%の普及率となっている。上水道と下水道の普及率は、それぞれ 99.4%と 98.9%と高い。ごみ収集は 99.8%の地域で行われている。

また、ボゴタ首都区の地区ごとの、生活への悪影響源近くに居住する世帯数を表 2.2-3 に示す。

表 2.2-2 地区ごとの公共サービス（民営含む）にアクセスできる世帯数

地区	総世帯数	電力		都市ガス (天然ガス)		上水道		下水道		ごみ収集		公共サービス が全く無い	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Usaquén	137,095	137,095	100	72,612	53	137,095	100	137,095	100	137,095	100		
Chapinero	52,972	52,972	100	19,199	36.2	52,510	99.1	51,502	97.2	52,972	100		
Santafé	41,256	41,196	99.9	10,785	26.1	40,915	99.2	40,987	99.3	41,256	100		
San Cristóbal	126,433	125,584	99.3	85,603	67.7	125,104	98.9	121,389	96	125,760	99.5	497	0.4
Usme	64,268	64,164	99.8	54,842	85.3	63,386	98.6	63,532	98.9	64,268	100		
Tunjuelito	62,077	62,077	100	53,150	85.6	61,993	99.9	61,993	99.9	61,993	99.9		
Bosa	141,958	141,958	100	113,978	80.3	140,110	98.7	136,962	96.5	139,723	98.4		
Kennedy	238,199	238,199	100	194,734	81.8	238,199	100	238,199	100	238,199	100		
Fontibón	79,451	79,451	100	58,260	73.3	79,203	99.7	79,451	100	79,451	100		
Engativa	226,639	226,282	99.8	159,008	70.2	226,639	100	226,639	100	226,639	100		
Suba	239,781	239,465	99.9	138,357	57.7	236,618	98.7	231,873	96.7	239,465	99.9		
Barrios Unidos	56,191	55,958	99.6	32,233	57.4	56,037	99.7	56,191	100	56,191	100		
Teusaquillo	54,927	54,927	100	28,716	52.3	54,927	100	54,927	100	54,927	100		
Mártires	28,196	28,156	99.9	13,897	49.3	28,001	99.3	28,196	100	28,156	99.9		
Antonio Nariño	29,131	29,092	99.9	23,988	82.3	29,131	100	29,131	100	29,131	100		
Puente Aranda	79,617	79,617	100	69,477	87.3	79,617	100	79,617	100	79,617	100		
La Candelaria	9,252	9,213	99.6	2,083	22.5	9,175	99.2	9,252	100	9,252	100		
Rafael Uribe	112,298	111,993	99.7	95,522	85.1	111,802	99.6	111,596	99.4	112,298	100		
Ciudad Bolívar	155,086	153,703	99.1	127,615	82.3	153,598	99	154,610	99.7	154,610	99.7	476	0.3
ボゴタ合計	1,934,828	1,931,103	99.8	1,354,059	70.0	1,924,062	99.4	1,913,143	98.9	1,931,004	99.8	973	0.1

出典：ボゴタ D. C. 市役所

表 2.2-3 地区ごとの生活悪影響源近くに居住する世帯数

地区	総世帯数	影響源付近の家庭数		工場		ごみ捨て場		市場、畜殺場		飛行場		バスターミナル	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Usaquén	137,095	25,354	18.5	5,561	4.1	345	0.3	345	0.3			4,037	2.9
Chapinero	52,972	687	1.3										
Santafé	41,256	8,705	21.1	1,980	4.8	618	1.5	2,867	6.9			1,461	3.5
San Cristóbal	126,433	26,866	21.2	15,908	12.6	1,516	1.2	4,081	3.2			222	0.2
Usme	64,268	32,535	50.6	3,662	5.7	22,691	35.3	2,550	4			1,707	2.7
Tunjuelito	62,077	23,246	37.4	12,880	20.7	1,790	2.9	7,589	12.2			1,846	3
Bosa	141,958	61,047	43	24,023	16.9	2,341	1.6	15,202	10.7			1,425	1
Kennedy	238,199	61,152	25.7	17,558	7.4	2,223	0.9	18,720	7.9			3,941	1.7
Fontibón	79,451	62,728	79	17,679	22.3	608	0.8	6,477	8.2	45,080	56.7	11,392	14.3
Engativa	226,639	94,074	41.5	9,592	4.2	402	0.2	8,492	3.7	23,880	10.5	28,420	12.5
Suba	239,781	40,051	16.7	9,510	4	2,724	1.1	633	0.3			5,448	2.3
Barrios Unidos	56,191	18,955	33.7	9,607	17.1	457	0.8	7,111	12.7			313	0.6
Teusaquillo	54,927	7,207	13.1	4,052	7.4	286	0.5	141	0.3			773	1.4
Mártires	28,196	11,774	41.8	8,355	29.6	196	0.7	5,072	18			683	2.4
Antonio Nariño	29,131	9,422	32.3	5,937	20.4	168	0.6	3,660	12.6				
Puente Aranda	79,617	31,480	39.5	15,681	19.7	252	0.3	2,151	2.7			112	0.1
La Candelaria	9,252	1,439	15.6	151	1.6	14	0.1	983	10.6			91	1
Rafael Uribe	112,298	38,124	33.9	7,471	6.7	3,554	3.2	7,831	7			7,808	7
Ciudad Bolívar	155,086	64,704	41.7	29,855	19.3	7,195	4.6	21,038	13.6			5,175	3.3
ボゴタ合計	1,934,828	619,550	32	199,460	10.3	47,380	2.4	114,941	5.9	68,960	3.6	74,855	3.9

地区	総世帯数	下水道		下水処理場		ガス管路		高圧電線		影響無い	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Usaquén	137,095	14,569	10.6					2,665	1.9	111,741	81.5
Chapinero	52,972							687	1.3	52,285	98.7
Santafé	41,256	2,515	6.1					121	0.3	32,551	78.9
San Cristóbal	126,433	6,741	5.3					395	0.3	99,567	78.8
Usme	64,268	13,964	21.7					997	1.6	31,733	49.4
Tunjuelito	62,077	8,161	13.1	83	0.1			186	0.3	38,830	62.6
Bosa	141,958	29,099	20.5					5,604	3.9	80,911	57
Kennedy	238,199	20,105	8.4					7,965	3.3	177,047	74.3
Fontibón	79,451	3,494	4.4			499	0.6	2,098	2.6	16,723	21
Engativa	226,639	32,152	14.2			2,057	0.9	5,396	2.4	132,566	58.5
Suba	239,781	22,954	9.6					2,477	1	199,730	83.3
Barrios Unidos	56,191	7,281	13					574	1	37,236	66.3
Teusaquillo	54,927	1,553	2.8			70	0.1	1,430	2.6	47,720	86.9
Mártires	28,196	324	1.1					176	0.6	16,422	58.2
Antonio Nariño	29,131	2,721	9.3			39	0.1	286	1	19,709	67.7
Puente Aranda	79,617	15,104	19			101	0.1	1,573	2	48,138	60.5
La Candelaria	9,252	204	2.2					272	2.9	7,813	84.4
Rafael Uribe	112,298	19,443	17.3					923	0.8	74,175	66.1
Ciudad Bolívar	155,086	31,204	20.1	398	0.3			5,424	3.5	90,382	58.3
ボゴタ合計	1,934,828	231,588	12	482	0	2,766	0.1	39,248	2	1,315,278	68

2-3 自然状況

2-3-1 地形・地質

(1) 地形

コロンビア国においてはアンデス山系が3つの山脈に分岐している。南南西—北北東に延びるこれら3つの山脈の内、東部の東コルデネラ山脈の高地にボゴタ平原が位置する。

ボゴタ平原は、標高 2,500~2,600m の平坦な地形で、周りを山地や丘陵に囲まれた盆地状の地形となっている。平原は北北東から南南西に緩く傾斜しており、この傾斜に沿って、平原の中央をボゴタ川が緩やかに流れ、テケンダマの滝付近で盆地から流出している。平原の東部は急峻な山地に、西部は緩やかな山地・丘陵と接している。ボゴタ市街地付近においては、急峻な東部山地と平原の境界は岩錐堆積物に覆われた緩斜面となっている。東部山地の山地斜面は、はっきりとした直線的なリニアメント構造を示しており、大規模な断層帯の存在が推測される。また、平原内には東部山地の続きと思われる白亜紀砂岩の丘陵が、第四紀層から頭を出しており、大きな褶曲構造や断層が存在するものと思われる。この地域には、第四紀の造山運動に関連した褶曲構造や断層群が大規模に発達しているものと思われる。

ボゴタ平原北部には5つの長い谷が平行して発達しており、氷河谷の地形のように見えるが、大きな褶曲構造の可能性もある。

ボゴタ平原中央部～西部のテンホ、コタ、フンサ、モスケラおよびマドリッド市周辺には、地盤沈下と言われている現象（陥没、道路の浪打、井戸の抜け上がり、貯水高架槽・地下水揚水用風車・電信柱等の傾き）が起こっている。特に被害の大きなマドリッド市の市街地においては、道路に段差が見られる他、約 100 件の家の壁や塀にひびが入って倒壊の危険があり、深刻な状況となっている。岩盤が露出する山地に平行に沿った線状の被害分布となっており、山麓の粘土層の層厚変化が激しい箇所では不等沈下が起こっているものと推定される。

(2) 地質

ボゴタ周辺を含むクンディナマルカ県地域の地質層序は表 2.3-1 に示すとおり、カンブリア紀～第三紀の堆積岩類と第四紀の堆積物で構成されており、火成岩類は分布しない。これらのうち、水源の調査対象地域となるボゴタ平原および周辺の山地においては、白亜紀の Cipague 累層から上部が分布している。

地史としては、白亜紀層から第三紀最下部のグアデュアス層までは海生層で、当時ボゴタ周辺は浅海の環境にあった。古第三紀の暁新世中期に造山運動が始まり、これ以降現在まで陸性層となる。第三紀の陸性層は主に河川および湖沼の堆積物からなり透水性が悪い。第四紀更新世には氷河が発達し氷成堆積物がボゴタ平原に厚く堆積した。ボゴタ平原中央部における第三紀と第四紀層の深さは 1000m 以上と言われている。

表 2.3-1 クンディナマルカ県地域の地質層序

地質年代		地層名 (岩相層序区分)		岩層		
新 世 代	第四紀	完新世	沖積層	粘土、シルト、砂、礫		
		更新世	Terraza 累層	粘土、シルト、細粒砂		
			Sabana 累層	粘土、粘土質砂、火山灰		
			Tilata 累層	粘土、シルト、砂、特に礫に富む、火山灰、下部は固結		
	第三紀	漸新世	Usme 累層	粘土岩、岩鉄砂岩		
		始新世	Regadera 累層	中～粗粒粘土質砂岩、		
			Bogota 累層	粘土岩、砂岩の薄層を挟む		
		暁新世	Cacho 累層	砂岩、泥岩を挟む		
			Guaduas 累層	粘土岩、部分的に細粒砂岩、石炭脈を挟む、鉄分多量に含む		
		中 世 代	白亜紀	上部	Guadalupe 層群	Labor & Tierna 累層	細～粗粒砂岩、泥岩、軟質部が多い
Plaeners 累層	細粒砂岩、シルト岩					
Dura 砂岩累層	細粒砂岩、珪化、硬質					
下部	Villeta 層群			Chipaque 累層	粘土岩、シルト岩、含鉄泥質細粒砂岩	
				Une 累層	細～粗粒珪質砂岩、泥岩、硬質	
				Fomeque 累層	粘土岩、シルト岩、石灰質泥岩、細粒珪質砂岩	
				Caqueza 層群	Juntas 砂岩累層	砂岩
					Macanal 頁岩累層	頁岩
					Guavio 石灰岩累層	石灰岩
					ジュラ紀	Bata 累層	泥岩、砂岩、
古 生 代	デボン～石炭		Guatiquia 赤色層	赤色砂岩・泥岩		
			Gutierrez 砂岩層	砂岩、粘板岩		
	カンブリア～オルドビス		Quetame 層群	石灰岩、砂質粘土岩、珪化砂岩		

注：クンディナマルカ県西部における白亜紀層および第三紀層については別の地層名が付けられている。

岩層層序区分ごとの各地層の特性は以下のように要約される。

1) 前白亜紀系層

古生層の Quetame 層群、Gutierrez 砂岩層、Guatiquia 赤色層およびジュラ紀の Bata 累層からなる。これらの地層はボゴタ周辺には分布せず、ボゴタ盆地の外のクンディナマルカ県東部に分布する。特にジュラ紀層の分布域は狭い。

2) 白亜紀層

下部より Caqueza 層群、Villeta 層群、Guadalupe 層群よりなる。本調査地域には Villata 層群の Chipaque 累層から上部が分布している。白亜紀層は全て海成層で、主に砂岩と泥岩からなる。白亜紀の砂岩は良好な帯水層となっているが、泥質の部分と珪質化している部分は透水性が悪い。当時の海（湾）で形成された岩塩ドームがボゴ

タ平原北部のチパキラで見ることができる。

① Caqueza 層群

7 累層で構成される、下部白亜紀の地層で主にクンディナマルカ県西部に分布する。クンディナマルカ県東部では Caqueza 層群に対比される Guavio 石灰岩類層、Macanal 頁岩累層、Juntas 砂岩累層が分布する。Caqueza 層群は上部のみ砂質で帯水層になりうる。

② Villata 層群

下部より下部白亜系の Fomaque 累層、Une 累層、上部白亜系の Chipaque 累層よりなる。

a. Fomaque 累層

静かな海底環境で堆積した、粘土岩、シルト岩、石灰質泥岩よりなる。細粒の珪質砂岩の薄層を挟む。全体的に泥質で難透水層である。

b. Une 累層

海底に堆積した細～粗粒の珪質砂岩と泥岩からなる。上部ほど泥岩が多い。砂岩は珪化により硬質で間隙率が低いため、難透水層である。

c. Chpaque 累層

閉鎖的の海底で多くの有機堆積物を含有して堆積した粘土岩とシルト岩が主体で、鉄分を多く含む泥質の細粒砂岩を挟む。下部で石灰質部が多く上部で砂質部が多くなる。層厚は最大 800～900m。本調査地域内ではグアダルーペ層群に沿って普遍的に分布している泥質が主体なので難透水層である。

③ Guadalupe 層群

Guadalupe 層群は、下部から Dura 砂岩累層、Plaeners 累層、Labor & Tierna 累層よりなる。これらは全て海成層で、本調査地域のボゴタ東部の山地に広く分布している。ボゴタ都心部に近い東部山地のグアダルーペ山（観光地のモンセラータに隣接する山）が模式地となっている。

a. Dura 砂岩累層

細粒砂岩が主体で、泥岩の薄層を挟む。層厚は約 350m。珪化しており透水性悪いが、亀裂が発達しやすく、部分的に断裂系の帯水層となっている。

b. Plaeners 累層

珪質のシルト岩と細粒砂岩よりなる。細粒で透水性はやや落ちる。

c. Labor&Tierna 累層

細～粗粒の砂岩を主とし、数 m 程度の泥岩と互層している。粒子間があまりセメンティングされておらず、良好な帯水層となっている。

3) 第三紀層

第三紀層は、下部より Guaduas 累層、Cacho 累層、Bogota 累層、Regadera 累層、Usme 累層より成る。白亜紀層が形成する急傾斜の山地の緩傾斜な山麓部に分布しており、ボゴタ平原の各水系に分布している。第三紀上部の Regadera 累層と Usme 累層は更新

世の氷食作用によりボゴタ平原西方では欠如している。特に Usme 累層は、ボゴタ南部の Tunjuelito 川流域においてのみ分布している。古第三紀の暁新世中期に造山運動が始まったため、これ以降は陸性層となる。海成の Guaduas 累層は、もともと白亜紀層を広く覆っていたものと思われるが、氷河による侵食で第三紀層は削りとられたため、調査地域の山頂部の多くには白亜紀層が露出している。第三紀層は一般に難透水層である。

① Guaduas 累層

粘土岩を主体とし、部分的に細粒砂岩からなる。浅海の堆積層とされている。石炭層を挟むことが Guaduas 累層を同定する特徴となっている。粘土質が主体であり難透水層である。

② Cacho 累層

砂岩が主で泥岩を挟む。河川堆積物とされている。砂質部が多いため第三紀層の中では比較的透水性が良い。

③ Bogota 累層

湖成堆積物とされており、粘土岩が主体で砂岩の薄層を挟む。難透水層である。

④ Regadera 累層

河川堆積物とされており、中～粗粒の粘土質砂岩よりなる。砂岩であるが粒子間に粘土分が多いため透水性は悪い。ウスメ地区南方の Tunjuelito 川上流のレガデラが模式地となっている。

⑤ Usme 累層

河川デルタおよび湖沼堆積物とされており、下部は薄い砂岩を挟む粘土岩、上部は鉄分を含む砂岩よりなる。ボゴタ南部のウスメ地区が模式地となっている。

4) 第四紀堆積層

更新世の Tilata 累層、Sabana 累層、Terraza 累層および完新世の沖積層よりなり、ボゴタ平原を形成している。更新世には第三紀層と白亜紀層を氷河が大規模に侵食し、氷成堆積物がボゴタ平原に厚く堆積した。

① Tilata 累層

下部は、砂、礫、で有機物含有粘土と火山灰を挟む。上部は砂質粘土、有機物含有粘土、シルトおよび砂からなり、火山灰を挟む。下部は固結している。Tilata 累層は礫質部が比較的多く、透水層である。

② Sabana 累層

湖沼堆積物で、粘土、粘土質砂、火山灰からなる。ボゴタ平原の井戸は Sabana 層とされているものが多い。

③ Terraza 累層

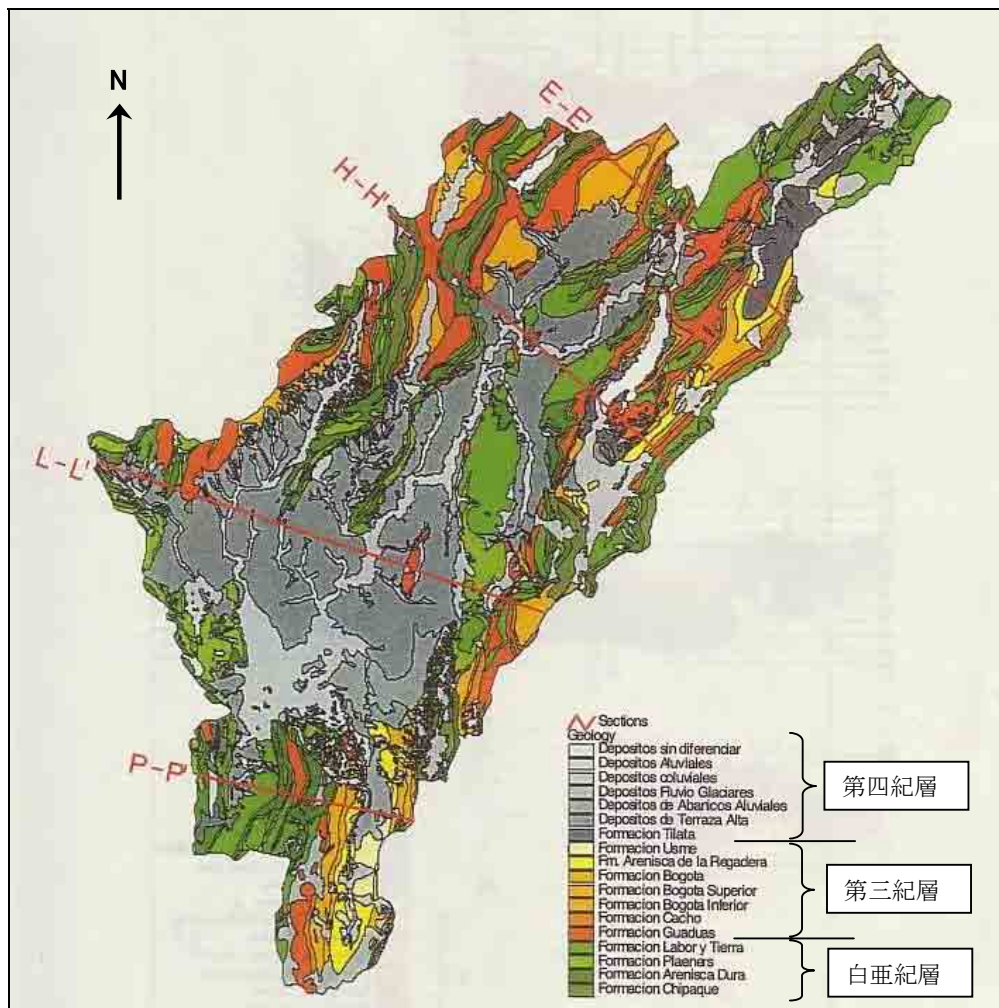
粘土、シルトおよび細粒砂の互層からなる。

④ 沖積層

現在の水系による河床堆積物、氾濫原堆積物、山麓斜面の崖錐堆積物、扇状地堆積物等で粘土、シルト、砂、礫からなる。河床堆積物、氾濫原堆積物、崖錐堆積物については各水系に普遍的に見られるが、扇状地堆積物はボゴタ南部の Usme や Soacha 付近に分布する。

ボゴタ平原および周辺地域の地質図を図 2.3-1 に示す。ボゴタ市周辺では、ボゴタ東部山地は帯水層になりうる白亜紀のグアダルペ層群の砂岩からなり、ボゴタ南部のウスメを中心にサンクリストバルおよびシウダード・ボリバルにかけての丘陵地～山地には第三紀の難透水層が分布している。平原部には、第四紀の洪積層および沖積層が粘土～砂の互層として厚く堆積している。

図 2.3-2 のクンディナマルカ県の地質構造図に示す様に、NNE-SSW 方向の山脈に平行する大断層群と褶曲軸が幾つか見られる。ボゴタ東部山地にはフルティカ断層があり急峻な山地斜面を形成しており、ボゴタ南部のウスメ地区の谷にはサン・フアン向斜軸があり第三紀層が分布する。



出典：JICA 調査報告書（ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査）

図 2.3-1 ボゴタ平原周辺の地質図

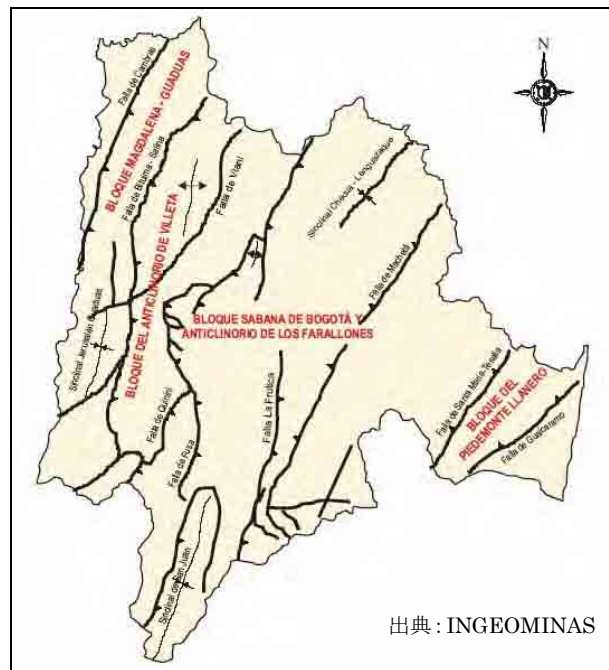


図 2.3-2 クンディナマルカ県の地質構造図

2-3-2 気象・水文

(1) 気象

ボゴタ平原及びその周辺には、CAR（気象観測所約 20 ケ所、雨量計約 50 ケ所）、IDEAM（気象観測所 9 ケ所、簡易気象観測所 40 ケ所、雨量計 61 ケ所）、ACUEDUCTO（気象観測所 11 ケ所、雨量計 50 ケ所以上）等の多くの気象観測施設がある。

標高が高い水源地域の気象観測所は少ないために、水源地域の水資源ポテンシャル評価の精度を上げる目的で前回の JICA 開発調査において La Regadera、Las Huertas、Parque Chicaque、El dorado、Alto el Vino、Altos de Potosi、Santa Clara Chia、Paramo de Guerrero、Soratama、Carmen de los Juncuales、Tomine (guacana) の 11 箇所に気象観測所を設置し、現在 ACUEDUCTO によって観測が続けられている。観測項目は、風速、風力、日射量、気温、降雨量、蒸発散量、湿度、露点などである。これらの観測データを ACUEDUCTO より入手したが、30 分ごとの詳細な生データであり解析に時間と労力を要するため、ここでは水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM) が公表しているボゴタの気象観測値を表 2.3-2 に示す。

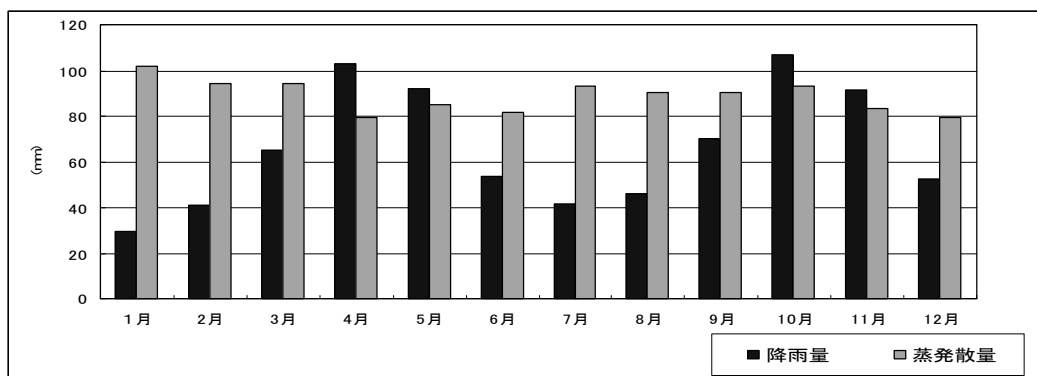
水源地域年間平均降雨量は、ボゴタ平原（盆地）内で比較的低く、600～1000mm 程度である。周囲の山地では標高が高いほど多くなる傾向にあり、1000～1600mm 程度となる。高原地帯のために、気候の年間変化は顕著には見られない。但し、図 2.3-2 に示すように 降雨量は、年間 2 回高い期間があり、4～5 月頃及び 10～11 月頃がピークとなっている。また、平均気温は、平原部では 10～14℃の間にあり、市街地が広がる東部地域が西部地域に比べて多少高くなっている。高山気候のため気温の年間変化は小さいが、3～4 月及び 11 月に比較的高くなる。年間蒸発量は、パンによる観測蒸発量で、800～1200mm

程度となっている。

表 2.3-2 ボゴタの気象観測値

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
降雨量 (mm)	29.4	41.1	65.3	103	92.2	53.8	41.9	45.9	70	107	91.3	52.8
降雨日数 (日)	8	11	14	18	20	18	17	16	16	18	17	12
湿度 (%)	79	80	81	82	82	79	78	78	79	82	83	81
最高気温 (°C)	24.9	24.8	24.9	23.2	23.5	23.1	22.4	23.6	23.3	23.6	24	23.8
最低気温 (°C)	-3	-6.4	-3.2	0	0.7	1	0.4	-1.5	-0.2	0.5	-3	-6
平均最高気温	19.9	19.9	19.9	19.5	19.2	18.7	18.3	18.6	19	19.2	19.3	19.5
平均気温 (°C)	13.1	13.4	13	14	13.7	13.3	13.2	13.3	13.4	13.4	13.4	13.1
平均最低気温	5.5	6.4	7.6	8.5	8.7	8.3	7.7	7.3	7.1	7.6	7.9	6.3
日射量 (時間)	187.1	148.2	143.1	109.8	112.9	113.9	136.3	137.3	122.1	120.7	130.8	162.9
蒸発散量(mm)	102.1	94.3	94.1	79.3	84.7	81.7	93.3	90.3	90.4	93.3	83.3	79.6
曇天 (日)	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5

出典：水文・気象・環境調査研究所（IDEAM）のウェブサイトより入手



出典：水文・気象・環境調査研究所（IDEAM）のデータを使用。

図 2.3-2 ボゴタの降雨量と蒸発散量の月変化

IDEAM の報告書「CONDICIONES E INDICADORES AMBIENTALES EN COLOMBIA, Informe N° 123 - Mayo de 2005」によるボゴタ市内の平原部（標高 2547m）に位置するエルドラド観測所における最近 2 年間（2003 年 4 月～2005 年 4 月）の月別平均気温を図 2.3-3 に、月別降雨量を図 2.3-4 に示す。また、IDEAM の 1960 年頃からの長期降雨データによると、ボゴタ付近の年間降雨量は長期的に増加傾向にある。

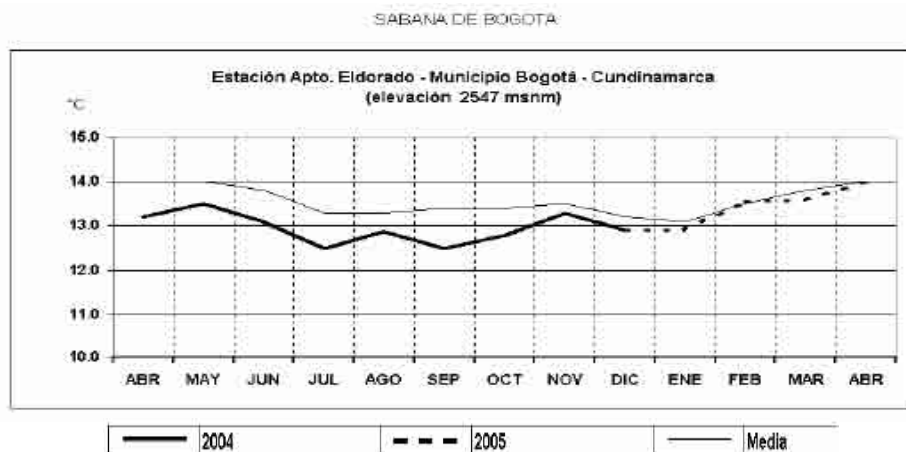


図 2.3-3 ボゴタ平原の平均気温（エルドラド観測所）

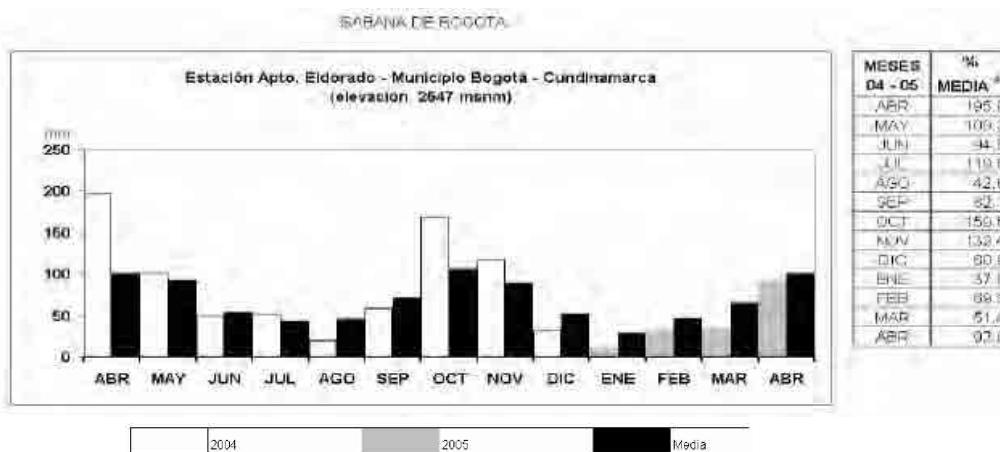


図 2.3-4 ボゴタ平原の月別降雨量（エルドラド観測所）

(2) 水文

調査対象区域は、主としてボゴタ川流域内に位置している。但し、現在及び将来計画の水源区域の一部（チンガサ水系、スマパス水系）は、ボゴタ川流域外の水域に位置している。ボゴタ川流域区分図を、前回の JICA 調査（ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査）で作成された図を流用して、図 2.3-5 に示す。ボゴタ川は、ボゴタ平原の北部山地に水源を持ち、同平原のほぼ中央部を貫流して南下している。ボゴタ川の左岸側には、ボゴタ首都区の市街地が広がっている。ボゴタ川本川には、多くの支川が流入しており、主な支川には上流側から次のようなものがある。

- Tejer 川(左岸)
- Sisga 川(左岸)
- Achury (Aves, Chipate, Siecha が合流)川(左岸)
- Neusa 川(右岸)
- Teusaca 川(左岸)
- Frio 川(右岸)
- Chicu 川(右岸)

- Juan Amarillo 川(左岸)
- San Francisco 川(左岸)
- Fucha 川(左岸)
- Tunjuelito 川(左岸)
- Balsillas 川(右岸)

ボゴタ川は、この間各所で取水されている。代表的な取水箇所には、Neusa 川合流地点の直上流に位置する Tibitoc 浄水場がある。また、平原の最下流では、水力発電用の分水と揚水取水が行われている。また、Juan Amarillo 川の合流地点には、Salitre 下水処理場からの処理水も排水されている。

ボゴタ川は、平原を出た後は、急な落差（テケンダマ滝）で流下し、その後コロンビア国の代表河川の一つである、マグダレナ(Magdalena)川に合流している。

ボゴタ平原および周辺水源地域を含む調査対象地域には、河川流量・水位の観測施設が多数あり、ACUEDUCTO が管理するものが約 100 ヶ所あり、加えて CAR が管理するものが約 100 ヶ所ある。従って河川流量に関するデータは水源の支流ごとに詳細なデータが得られる。

ボゴタ川は、途中の取水流量及び下水排水流入があるので、観測した水量データが実際の自然流量とは相当違ってくるが、前回の JICA 地下水開発調査によると、平均的には次のようになっている。

- Neusa 川合流直上流で、約 8.2m³/s
- Tibitoc 浄水場への取水直下流で、約 6.7m³/s
- Teusaca 川合流直下流で、約 10.5m³/s
- Tunjeelito 川合流直上流で、約 28.5m³/s
- ボゴタ平原最下流部で、約 30.7m³/s

ボゴタ市街地からの排水流入の割合が高いことがわかる。また河川流出量は、平均的には降雨変化を反映して変化している。但し、平原最下流部に近い、Aricachin 観測所の年間平均流量は、約 28.4m³/s となっているが、11月に約 40m³/s と高く、1月から3月にかけては、約 20m³/s となっている。

なお、ボゴタ平原の周辺山地には、主に水道、電力、灌漑等の水源として利用されている以下の貯水池がある。

- シスガダム貯水池（CAR 管理の多目的ダム）
- トミネダム貯水池（EMERSA 管理の水力発電用ダム）
- ネウサダム貯水池（CAR 管理の多目的ダム）
- チュウサダム貯水池（ACUEDUCTO 管理の給水用ダム）
- サンラファエルダム貯水池（ACUEDUCTO 管理の給水用ダム）
- チサカダム貯水池（ACUEDUCTO 管理の給水用ダム）
- レガデラダム貯水池（ACUEDUCTO 管理の給水用ダム）
- ムニャ貯水池（水力発電利用の湖沼）

出所：JICA 調査報告書（ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査）

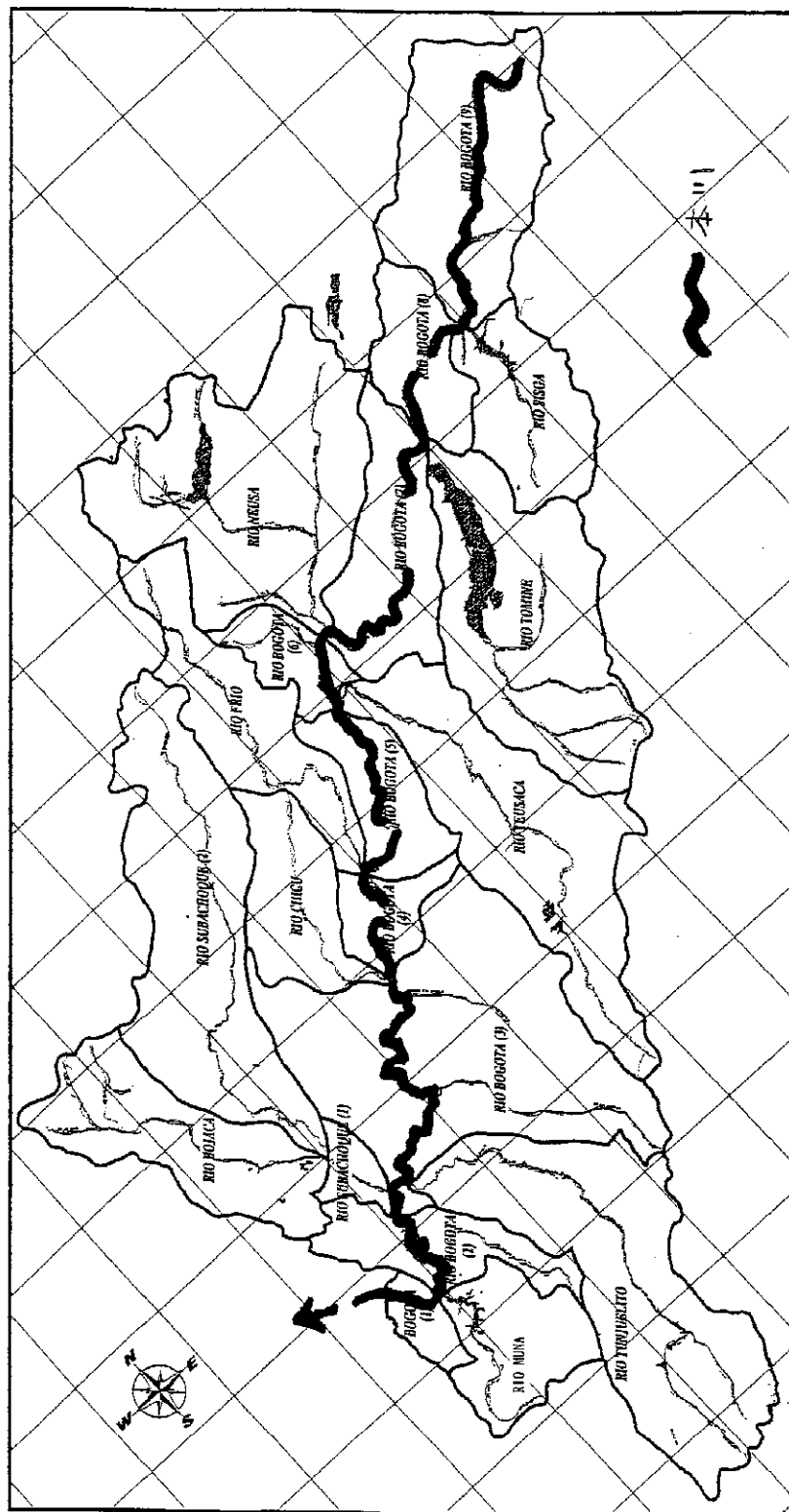


図 2.3-5 ボゴタ川流域区分

第3章 ボゴタ上下水道公社の給水システムの現状

3-1 上水道水源システムの全体概要

ボゴタ上下水道公社（ACUEDUCTO）によるボゴタ首都区および周辺自治体（市町村）への上水道の既存水源システムは、図 3.1-1 に示すように表流水の水系により、次の3つの系統に大きく分けられる。なお、地下水については、ACUEDUCTO の上水道の水源としては使われておらず、ボゴタ平原内のボゴタ首都区周辺の市町村において使われているところがある。

- ティビトック（北部）系統
- チンガサ（東部）系統
- レガデラ（南部）系統

それぞれの水源システムは、ダムと浄水場を主要施設として持っている。市北部の水源のティビトック系統は、ティビトック浄水場と水源のトミネダム、シスガダム、ネウサダムからなる。市東部の水源のチンガサ系統は、ウィエスナー浄水場と水源のチュウサダムとサンラファエルダムからなり、チュウサダムからウィエスナー浄水場まで約38kmの導水施設を持つ。市南部の水源のレガデラ系統は、エルドラド浄水場、ラ・ラグナ浄水場（休止中）、ビテルマ浄水場（休止中）と水源となるレガデラダム、チサカダムとからなる。

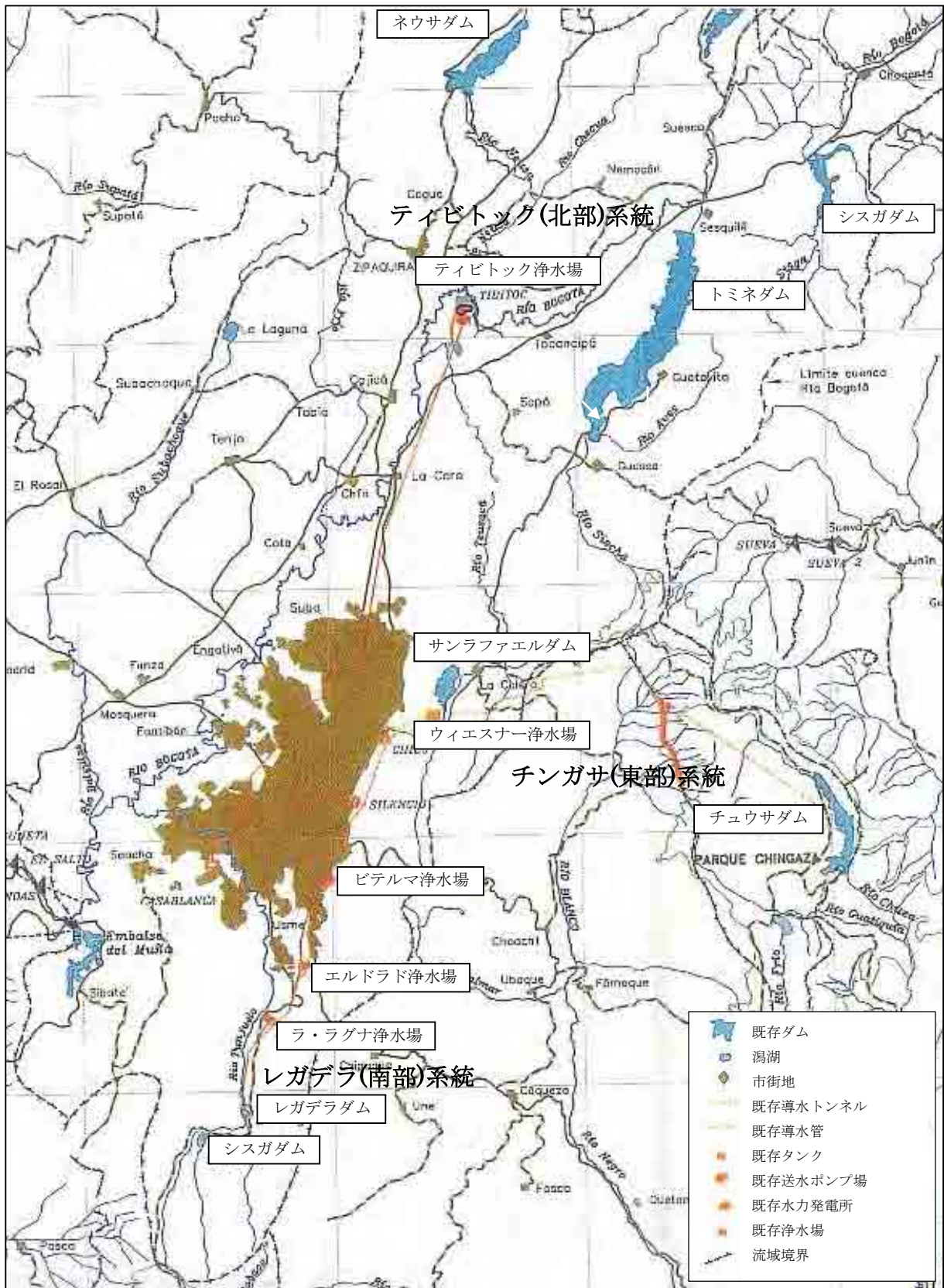
それぞれの系統の能力は浄水場の能力で見ると、表 3.1-1 に示すように、チンガサ系統のウィエスナー浄水場（14 m³/秒）が最も大きく、次いでティビトック系統のティビトック浄水場（10.5 m³/秒）が大きく、レガデラ系統の浄水場の能力は小さい。レガデラ系統の3つの浄水場の内現在稼動しているのはエルドラド（1.6 m³/秒）だけである。その他に分類されるものは、ボゴタ東部山地の小さな溪流を水源とする浄水場で、サンディエゴ（0.21 m³/秒）は休止中で、ジョマサ（0.025 m³/秒）は規模が小さい。

表 3.1-1 には最大浄水能力とともに浄水場視察時の聞き取りによる過去1年間の平均使用量を示した。

まだ施設の能力的には余裕があることがわかる。ただし、実質的に利用可能な水量は、浄水場の能力の他に水利権（水利用コンセッション）に大きく左右されている。

表 3.1-1 各浄水道水源系統の浄水場

水源システム	浄水場	最大浄水能力 (m ³ /秒)	平均使用量 (m ³ /秒)	建設年度
ティビトック系統	ティビトック (Tibitoc)	10.5	4.5	1959
チンガサ系統	ウィエスナー (Wiesner)	14	9.0~10.0	1996
レガデラ系統	エルドラド (El Dorado)	1.6	0.4~0.5	2001
	ビテルマ (Vitelma)	1.5	0	1938
	ラ・ラグナ (La Laguna)	0.5	0	1985
その他 (東部山地)	サンディエゴ (San Diego)	0.21	0	1943
	ジョマサ (Yomasa)	0.025	0.012	2003



出典：ボゴタ上下水道公社（ACUEDUCTO）マスターシステム局提供資料

図 3. 1-1 ACUEDUCTO の上水道水源システム全体配置図

3-2 上水道水源システムの各施設の現状

(1) ティビトック（北部）システムの主要施設

ティビトック（北部）システムは、ボゴタ北方のボゴタ川上流の水を水源とした上水道水源システムで、主として次の給水施設から構成されている。

- シスガダム貯水池
- トミネダム貯水池
- ネウサダム貯水池
- ティビトック浄水場

ティビトックシステムのシステム概要を、図 3.2-1 に示す。ACUEDUCTO から入手した給配水全体マトリックス図の一部から転用している。

ACUEDUCTO の給水の水源には、現在いくつかのダム貯水池があるが、そのうちティビトックシステムのネウサダムとシスガダムは、CAR が管理している。以前は、灌漑用が主目的であったという背景があるからとのこと。また、トミネダムは、発電会社の管理下にある。これらのダムは上水道水源が主目的ではないが、ダムからボゴタ川に流出している水量がボゴタ川のティビトック浄水場で取水されており、間接的には上水道水源として関係している。ティビトック・システムに関しては、CAR、発電会社（EMGESA）、ACUEDUCTO の間で CAR が主催するボゴタ川の調整委員会があり水の配分について話し合われていたが、委員会の参加が強制力のあるものではなく、2005 年現在立ち消え状態となっている。

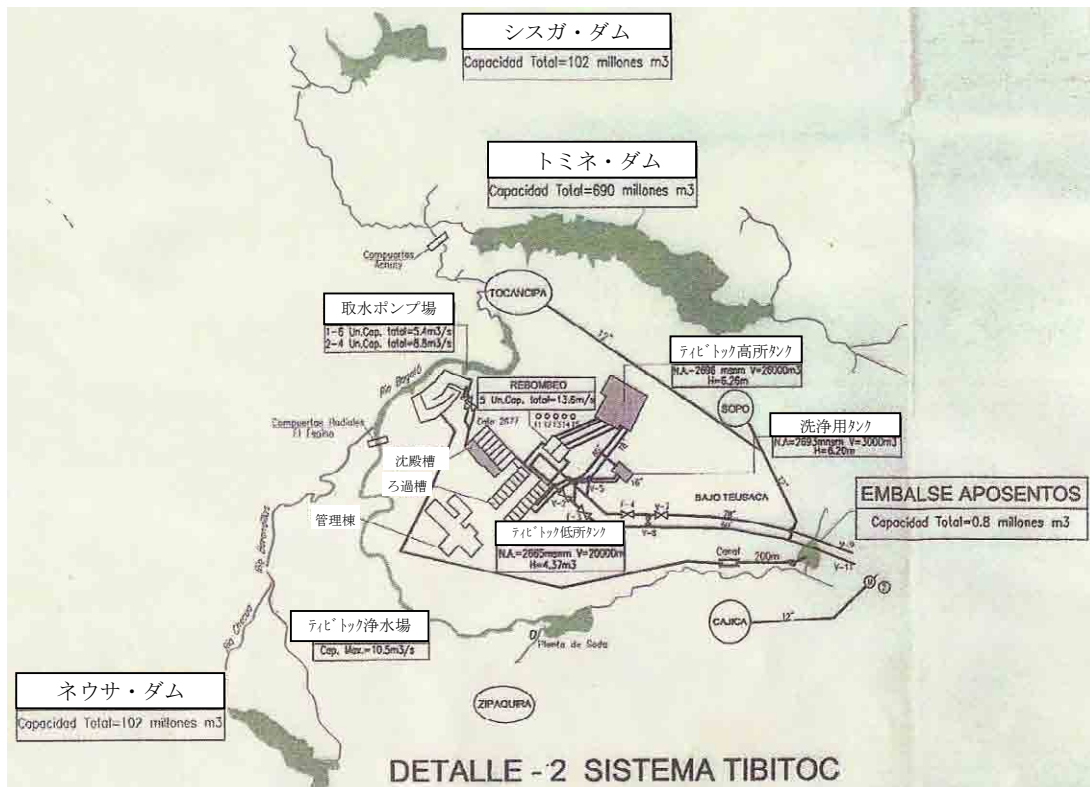


図 3.2-1 ティビトック（北部）システムの概要

ティビトック系統の各主要施設の概要は次の通りである。

1) シスガダム貯水池

シスガダムは CAR が管理している多目的ダムで、1951 年にシスガ川に建設された。遮水性コアを持つロックフィル式ダムで、堤高 52m、堤頂長 85m、堤体積 28.57 万 m³ である。貯水容量に比べて堤体が非常に小さく、効率の良いダムである。

シスガ川の支流のグラナディジョ川とサンフランシスコ川からの水が貯水される。貯水池は、貯水容量 1 億 120 万 m³、死水容量 550 万 m³、湛水面積 700ha である。常時水位標高は 2670m でボゴタ平原よりやや高い程度である。ダムからの調整流量は 2.50 m³/秒で、ボゴタ川に流入する。水の濁度が低く、見た目は比較的澄んでいる。貯水池は灌漑に利用されている他、レジャーや漁業にも利用されている。

2) ネウサダム貯水池

ネウサダムは CAR が管理している多目的ダムで、1940 年代にネウサ川に建設された。遮水性コアを持つフィル式ダムで、堤高 46.5m、堤頂長 350m である。

貯水池は、貯水容量 1 億 100 万 m³、湛水面積 965ha で、常時水位標高は 2974.5m と高地に位置する。ダムからの調整流量は 1.74 m³/秒で、ボゴタ川に流入する地点（ティビトック浄水場の直ぐ下流）では 2.69 m³/秒の流量になる。水は清水で水質が良い。貯水池は灌漑用水の他にレジャーにも利用されており、CAR が管理・運営しているキャンプ地がある。

3) トミネダム貯水池

トミネダムは発電会社（EMGESA）が管理しているダムで、1962 年に建設された。遮水性コアを持つアース式ダムで、堤高 41.5m、堤頂長 358m、堤体積 52 万 m³ である。

支流のアベス川（1.47 m³/秒）、チパタ川（1.04 m³/秒）、シエチャ川（1.17 m³/秒）からダムに貯水される。貯水池は、貯水容量 6 億 9000 万 m³、死水容量 1500 万 m³で、湛水面積が 3,850ha と非常に広い。常時水位標高は 2603.5m でボゴタ平原とあまり変わらない標高である。貯水量はボゴタ周辺の既存ダムでは最も大きい。ダムからの調整流量は 4.68 m³/秒で、ボゴタ川に流入する。水はやや濁っており、近年湖面にホテイアオイが繁茂しており水質が悪化している。大きな集落が貯水池周辺にある他、家畜の放牧が行われており、富栄養塩化が進行している。貯水池は水力発電用の水源の他に、観光・レジャーおよび漁業（鱒が有名）にも利用されている。

4) ティビトック浄水場

ティビトック浄水場は、上記の 3 つのダムから放流されている水を含むボゴタ川を水源とする浄水場で、ボゴタ市街地北端から約 30km 北のボゴタ平原内の丘陵の頂上に位置している。1959 年（1954 年という説明もあった）から操業を開始している古い浄水場であるが、機能的には現在も問題なく日本の一般的浄水場と同じレベル（凝集沈殿と急速ろ過）の浄水がなされている。1993 年に EAAB（現 ACUEDUCTO）の経営状況が悪化して民間会社に運営が委託された。現行の契約は 1998 年にフランス企業の VIVENDI 社が 20 年間

のコンセッション契約をしている。

浄水能力は、浄水施設としては $10.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ である。しかし CAR が管轄するボゴタ川からの水利権（水利用コンセッション）の問題をかかえており、現在は $10.0 \text{ m}^3/\text{秒}$ の申請に対して $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$ のコンセッションしかおきていない。ただし、チンガサからの導水がストップしている時などの必要性に応じて、事前に CAR に連絡して取水量を増加することができる。

水源としては、ボゴタ川の標高 2581m から取水し、浄水場の標高 2696m まで 115m をポンプで揚水している。また、テウサカ川とも導水路でつながっており、ボゴタ川から取水できない時はサンラファエルダムからテウサカ川に流れる最大 $6 \text{ m}^3/\text{秒}$ が施設能力としては取水できるシステムとなっている。上流の工場が夜間に工場廃水を排水しているので、19 時～3 時はボゴタ川からの取水を停止している。ただし、150 万 m^3 の沈砂池があるので、浄水場の運転はストップしない。

処理は、まず原水に硫酸アルミニウムを加えて、7つの攪拌槽で攪拌凝集させた後に7つの横流沈殿槽で沈殿させる。濁りが強い時はポリマーを添加することがあり、沈殿槽に藻が発生する時には過酸化水素を注入することがあるが、あまり使うことはない。凝集沈殿後に16のろ過槽で急速ろ過を行う。フィルターは上から無煙炭・砂・礫を使用している。フィルターのバックウォッシュは、濁度 (0.3) と圧力 (130mb) および時間 (60 時間) のいずれかの条件を超えた時に自動で行われる。ろ過後は、塩素滅菌 (調査時 $1.6 \text{ mg}/\ell$) と石灰による pH 調整が行われ、ボゴタ市街地まで約 30km 直径 1.5m と 2.0m の送水管 2 本で送水する。直径 1.5m (60 インチ) の送水管は建設後 50 年以上が経っており、現在リハビリ中で使っていない。浄水に要する時間は約 4.5 時間である。汚泥は広大な沈泥池に排水し 45 日間沈殿させた上澄みをボゴタ川に放流している。汚泥は乾燥重量で一日約 10 トン発生する。ケーキは日本同様産廃扱いたが、レンガやセメントに混ぜて再利用をはかっている。

民間運営会社との契約で、ACUEDUCTO は $4.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ の水は買わなければならない。2005 年 4 月 5 日の現地踏査時には、 $4.35 \text{ m}^3/\text{秒}$ の運転水量であり若干少なめの運転となっている。このように契約水量に満たない場合は、不足分がプールされチンガサ導水路の点検・修復期間などに増産する分で清算される。清算時に満たない場合は $4.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ に対して支払われ、 $4.5 \text{ m}^3/\text{秒}$ 以上の場合は、追加料金が支払われる。浄水する水量については、ACUEDUCTO から指示を受けてコントロールしている。

地下水の F/S が要請された背景として、ボゴタ川の水質が悪化しているためティビトック浄水場の浄水コストが高くなることが問題点とされ、ティビトックの水量を減らし地下水へ転換するとの計画があった。現地踏査時の水質は原水の濁度が 17.56、pH が 7.52 であり、ティビトック取水口地点のボゴタ川の水を事前調査団が簡易分析したところ、 $\text{COD}=13 \text{ mg}/\ell$ 、 $\text{EC}=84 \mu \text{ S}/\text{cm}$ 、 $\text{pH}=7.9$ 、 $\text{NO}_3=3 \text{ mg}/\ell$ 、 $\text{NH}_4=0.6 \text{ mg}/\ell$ 、 $\text{PO}_4=0.5 \text{ mg}/\ell$ 、 $\text{Mn}<0.5 \text{ mg}/\ell$ とそれほど水源として水質は悪くないことがわかった。また、ティビトック浄水場の浄水コストは、薬品代が占める割合は低く電気料金が占める割合が高いことがわかった。VIVENDI 社運営担当分については経費の 25～30%が、ACUEDUCTO 運営担当分については 50%が電気代となっている。電気代の多くはポンプの運転に使われている。

(2) チンガサ（東部）システムの主要施設

チンガサ系統は、ボゴタ東方約40kmのボゴタ盆地外のチンガサ水系からの導水による上水道水源系統で、主として次の給水施設から構成されている。

- チュウサダム
- チンガサ導水路
- サンラファエルダム貯水池及びポンプ場
- ウィエスナー浄水場

チンガサ系統のシステム概要を、図3.2-2に示す。ACUEDUCTOから入手した給配水全体マトリックス図の一部から転用している。

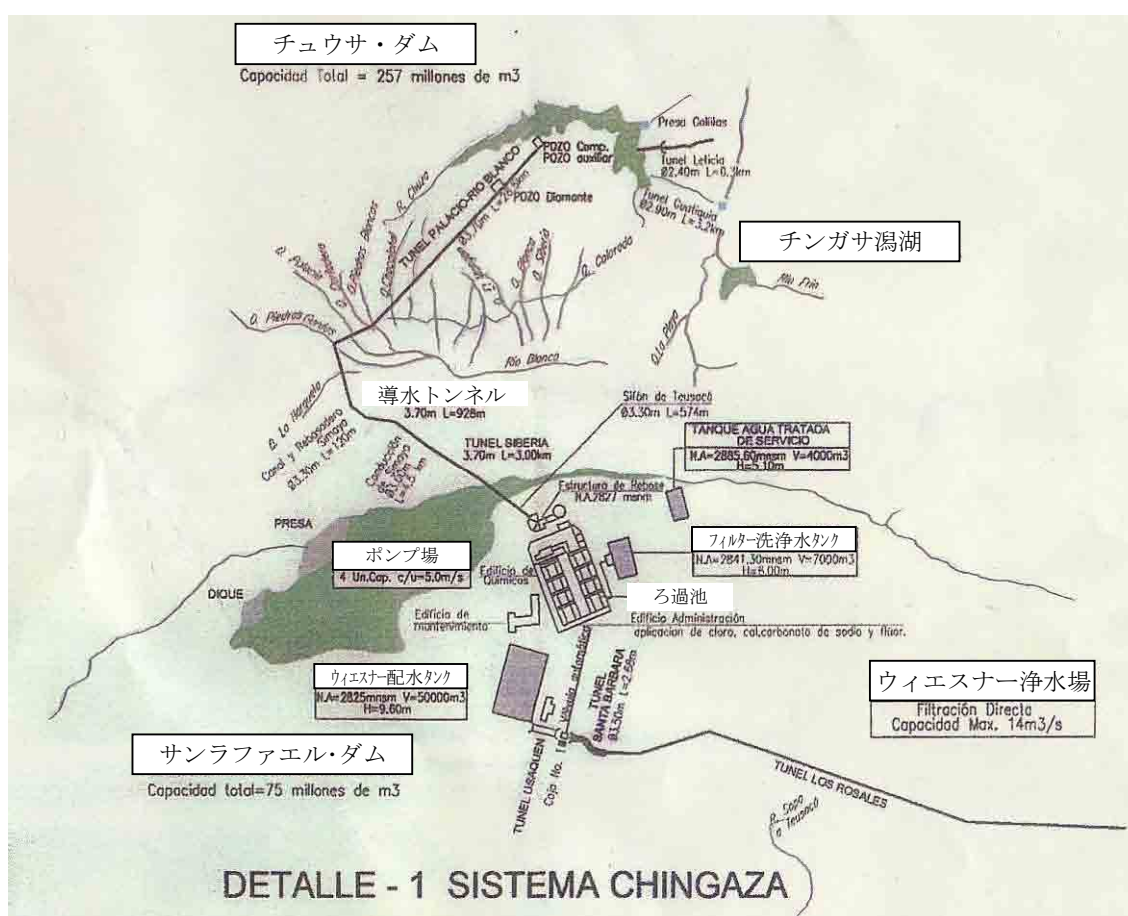


図3.2-2 チンガサ・システムの概要

チンガサ系統は現在ボゴタ市の飲料水の約 70%を供給しており、主要水源となっている。グアティキア分岐点あるいはチュウサ貯水池バルブが非合法勢力の襲撃対象となったこともあったが、重大事には至らず、チンガサ上水道は正常に機能しつづけている。

また、この上水道系統に関しては、我が国の JBIC が援助した事業が含まれている。JBIC 資金による、事業は、チンガサ系統の主要施設の一部となっているので、その概要を以下に示しておく。なお、JBIC が協調融資した、ボゴタ上水道整備事業は、1991 年からはじまり、2004 年に終了した。

名称：ボゴタ上水道整備事業 (CL-P4)

L/A 調印日：1991 年 12 月 5 日

借入金額： 8,375 百万円

借入人： ボゴタ上下水道公社 (EAAB)

実施機関： ボゴタ上下水道公社 (EAAB)

事業概要： 首都ボゴタ市において都市化・人口増加によって発生する水需要に対応するため、上水道関係施設及び上下水道網の整備を行うもの（世銀協融案件）。

(内容)

- ① サンラファエル貯水池ポンプ場建設
- ② 維持管理用資機材調達
- ③ 監視制御システム整備
- ④ コンサルティングサービス

チンガサ系統の各主要施設の概要は次の通りである。

1) チュウサダム貯水池

チュウサダムは ACUEDUCTO が管理しているダムで、1985 年にボゴタ盆地の水系外にあるチュウサ川（ボゴタ市の東方約 40km）に建設された。コンクリート表面遮水フィル式ダムで、堤高 127m、堤頂長 110m、堤体積 130 万 m³である。チンガサ国立公園内に位置するために、水利権の管轄は国立自然公園特別管理ユニット (UAESPNN) にある。

貯水池は、貯水容量 2 億 5200 万 m³、死水容量 3000 万 m³である。常時水位標高は 2999.5m とボゴタ平原より高地に位置する。チュウサダムの流量は 12.32 m³/秒であり、チンガサ導水路区間のブランコ川からの取水可能量の 3 m³/秒と合わせれば、サンラファエル浄水場の浄水能力 14 m³/秒の水量はカバーできる。清水で水質が良く、浄水場に沈殿池が必要ないため浄水コストが安い。

2) チンガサ導水路

チンガサ導水路は、機能により、チュウサダム～ウィエスナー浄水場・サンラファエルダム間とウィエスナー浄水場～ボゴタ市間の 2 つの区間に分けられる。

チュウサダム～ウィエスナー浄水場・サンラファエルダム間の 37.7km は、以下のよう構成される

- 導水トンネル（直径 3.7m、延長距離 32.3km）
- 導水管（直径 3.3m、延長距離 4.5km）
- オープンの水路（幅 3.3m、延長距離 0.3km）

- サイフォン（直径 3.3m、延長距離 0.6km）

ウィエスナー浄水場～ボゴタ市間の 14.9km は、以下のように構成される。

- 導水トンネル 14km（直径 2.8～3.5m、延長距離 32.3km）
- 導水管（直径 2.0～2.5m、延長距離 0.9km）

導水トンネルは直径 3.7m と非常に大きなもので、将来のチンガサ系統の拡張を予定して 25～27 m³/秒の導水能力がある。

チンガサ地域のチュウサダム貯水池からウィエスナー浄水場（サンラファエルダム）間の導水トンネルは、地震時に崩壊したという情報もあったが、確認したところ、地震には関係なく、1997 年に断層破碎帯の 2 ヶ所（計約 500m）で自然崩落したとのことである。修復工事には約 6 ヶ月間要したが、修復直後に別の箇所が崩落したため合計 9 ヶ月間導水が停止した。トンネル崩落の原因は、施工上の問題で、トンネルが掘削しただけの裸孔のままの状態に補強工事がなされていないことによる。このため、2001 年 10 月から ACUEDUCTO はチンガサ導水トンネルのコーティング計画を実施中であり、導水路は毎年 3 ヶ月間チュウサダムからの送水を止めて点検・補強工事が行われている。現在までに 65%の区間のトンネル補強工事が終わっている。このメンテナンス期間は、サンラファエルダムに貯水されている水を使う。従って、以前心配されたような、この導水路の不慮の事故による長期間不通の可能性は小さくなっている。

3) サンラファエルダム貯水池及びポンプ場

サンラファエルダムは ACUEDUCTO が管理しているダムで、1994 年にボゴタ川支流のテウサカ川上流に建設された。均一型アース式ダムで、堤高 59.6m、堤頂長 680m、堤体積 2700 万 m³である。チンガサ導水路からの水が貯められる他に、テウサカ川が流入している。テウサカ川の水利権の管轄は CAR にあり、ACUEDUCTO はサンラファエルダム貯水池に流入するテウサカ川上流の水利権を 0.90 m³/秒得ている。

貯水池は、貯水容量 7500 万 m³、湛水面積 371ha、常時水位標高 2772m である。貯水池は、自己流域（テウサカ川）からの流入量は 1.2 m³/秒と小さく、チュウサダムからの流量を一時貯留する機能が主たるものとなっている。このダムが築造されたおかげで、ボゴタ市の水供給を停止することなく導水路トンネルのメンテナンスを行なうことができるようになった。毎年 3 ヶ月のメンテナンス期間は、8.5 m³/秒が使用されている。

サンラファエルダム貯水池に、同貯水池の湖畔に位置するウィエスナー浄水場への送水を行う揚水ポンプ場が JBIC 資金で 1992～1996 年に建設された。揚水ポンプは 4.5 m³/秒のものが 4 台設置されており、合計 18 m³/秒の揚水能力がある。サンラファエルダム貯水池の貯水能力は、チンガサ系統の給水量のほぼ 3 ヶ月分である。

4) ウィエスナー浄水場

ウィエスナー浄水場はサンラファエルダム貯水池の湖畔に位置する。同浄水場視察時の情報によれば、1978～1982 年に建設され、1996 年にサンラファエル貯水池のポンプ場建設に伴い増設された。チンガサ導水路からの水の水質が良いために、沈殿槽は無く、薬品（硫酸アルミニウムとポリマー）投入後に濾過池でフィルター（砂層 2.2m+カーボ

ン) 処理のみが行われている。フィルターはバックフラッシュによる自動洗浄が行われており、水質により原水が濁っている時は 12～14 時間ごとに、澄んでいる時は約 80 時間ごとに、11 分間程度行われる。塩素滅菌後ボゴタ市に送水される。

浄水能力は $14 \text{ m}^3/\text{秒}$ で、2004 年 11 月の視察時の運転量は $11 \text{ m}^3/\text{秒}$ であった。ACUEDUCTO 本部の情報では 2004 年の平均使用量は $9\sim 10 \text{ m}^3/\text{秒}$ 程度である。

5) サンタナ水力発電所

ウィエスナー浄水場(標高 2825m)から導水トンネルによりボゴタ市に送水される途中、落差を利用した ACUEDUCTO 所有の水力発電所がサンタナ配水タンク(標高 2703m、容量 $30,000\text{m}^3$)にあり配電会社(CODENSA)に売電されている。フランシス型タービンで 12MW の発電能力がある。チンガサ導水トンネルの補修メンテナンス期間の 3 ヶ月間は水量が少なくなるため発電しない。水力発電所と配水タンクを通さないで圧力の高いままウサケン区の高標高地区に送水する計画があり 2005 年度中に工事を開始する。これが完成すればポンプ場を減らすことができる。

(3) レガデラ(南部)システムの主要施設

レガデラシステムは、ボゴタ南部のウスメ区の南方の上水道水源システムで、主として次のような給水施設から構成されている。

- チサカダム貯水池
- レガデラダム貯水池
- エルドラド浄水場
- ラ・ラグナ浄水場
- ビテルマ浄水場

レガデラシステムのシステム概要を、図 3.2-3 に示す。ACUEDUCTO から入手した給配水全体マトリックス図の一部から転用している。

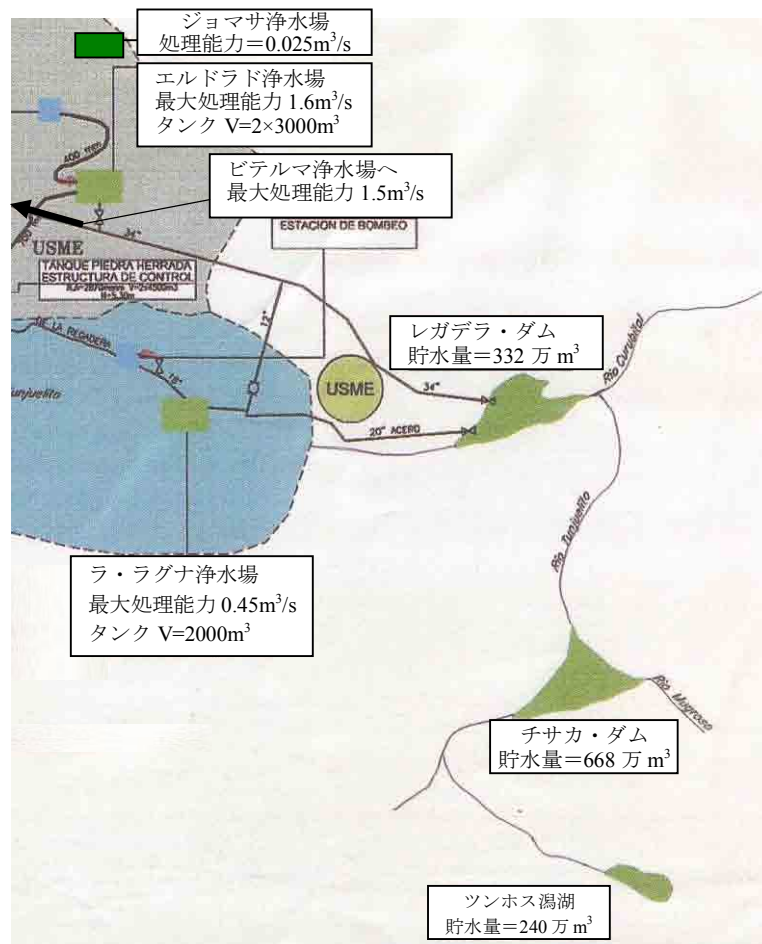


図 3.2-3 レガデラ（南部）・システムの概要

レガデラ系統の各主要施設の概要は次の通りである。

1) チサカダム貯水池

チサカダムは ACUEDUCTO が管理しているダムで、1952 年にトゥンフェロ川上流域支流のチサカ川に建設された。遮水性コアを持つロックフィル式ダムで、堤高 34m、堤頂長 370m である。

貯水池は、貯水容量 675 万 m^3 、常時水位は標高 3145m でボゴタ周辺では最も高所に位置している。湖水は降雨時にはシルトによりかなり濁っており濁度が高い。貯水容量が小さいために乾期を除き常時、洪水吐けから流出している。チサカダムの下流約 3.5km にレガデラダム貯水池が位置している。

2) レガデラダム貯水池

レガデラダムは ACUEDUCTO が管理しているダムで、1933～1938 年にトゥンフェロ上流に建設された。遮水性コアを持つフィル式ダムで、堤高 37m、堤頂長 358m、堤体積 54.4 万 m^3 である。

貯水池は、貯水容量 370 万 m^3 、湛水面積 41ha、常時水位標高 3002m である。シルトに

より濁っているが、堆積土砂量は上流に位置するチサカダムの影響があり年に 1.5 万 m³ 程度と少ない。チサカダムとレガデラダムによるトゥンフェロ川上流の ACUEDUCTO が使用可能な流量（水利権）は約 1.0 m³/秒で、水利権の管轄は CAR にある。レガデラダムの容量が小さいために年間 8 ヶ月間オーバーフローしているため、導水管路建設とレガデラⅡダム（貯水容量 3400 万 m³）の建設計画がある。同ダムが完成すれば調節流量は 1.0 m³/秒から 2.1 m³/秒に増加する。

3) エルドラド浄水場

ボゴタ市街地南東地区においては、特に貧困層の居住地域がラ・ラグナ浄水場（2820m）とビテルマ浄水場（2787m）では送水できない標高の高い場所に拡大している。これに対応するため、ボゴタ市街地の南端の標高の高い場所（GPS による測定では 2950m）にエルドラド浄水場が建設された。2001 年 10 月に完成した近代的な施設であり、2003 年 3 月から常時運転されている。

水源はレガデラダムで、約 10km の導水管（34 インチ）により導水されている。浄水能力は 1.6 m³/秒あるが、水源の水利権が 1.0 m³/秒しかない。現在は需要に対応して 0.4～0.5 m³/秒を生産し、約 25 万人に給水している。

薬品注入（硫酸アルミニウムとポリマー）し傾斜板方式の沈殿槽 4 つで凝集沈殿した後、12 の濾過槽でフィルター濾過する。96 時間ごとにフィルターをバックウォッシュしている。塩素滅菌と pH 調整を行い配水タンク 2 個（3000 m³ と 2000m³）から配水される。浄水プロセスの所要時間は約 2.5 時間と早い。浄水コストは、エルドラド浄水場のコストの他に休止中のラ・ラグナ、ビテルマ、サンディエゴ浄水場の電力コストと森林パトロール隊 21 名のコストを入れて 160ペソ/m³である。

発生する汚泥は、最新の汚泥処理施設で、真空ポンプで水分を抜き、更に天日乾燥されている。汚泥はレンガ等への利用がはかられているが、硫酸アルミニウムを取り除いた汚泥を砕石場に埋め戻すことをボゴタ首都区環境管理局（DAMA）と協議している。

浄水場は全自動・準自動併用のコントロールシステムとなっており、2名の少人数で運転されている。8時～16時と16時～8時の2交代制である。

4) ラ・ラグナ浄水場

レガデラダムから約 6km の標高 2820m に位置する。1975 年？（1985 年から運転されているとの文献もある）頃に建設されて運転されていたが、エルドラド浄水場が出来てから、2003 年 6 月に運転中止になった。浄水最大能力は 0.5 m³/秒である。必要に応じてすぐにでも運転開始できる施設となっている。但し、2004 年 10 月に新設された配水タンク（1800m³）は、エルドラドで浄化された上水が一時貯留され、ウスメ地区に配水されている。

5) ビテルマ浄水場

サンクリストバル川及びレガデラダムからの 2 水源がある。東部山地南方のサンクリストバル川の近くの標高 2787m に位置する。浄水能力は、ACUEDUCTO の資料では 1.5 m³/秒となっているが、現場視察時の浄水場管理者からの情報では 1.1 m³/秒であった。1933

年から 1938 年に建設された最も古い浄水場であり、1988 年に国の歴史文化財に指定されている。エルドラド浄水場が建設されたため、2003 年 4 月に運転を中止した。他の系統が維持管理で使えない場合、運転する体制になっている。貯水タンク (38,000m³) は現在も配水タンクとして常時利用されており、ウィエスナー浄水場から送水されている。

サンクリストバル川の 0.3 m³/秒の無期限の水利権を ACUEDUCTO は所有しているが、ビテルマ浄水場が運転を中止したため現在は使っていない。

(4) その他 (東部山地) の水源システム

1) ジョマサ浄水場

ボゴタ南部のウスメ地区の東部山地斜面には標高 3200m あたりまで市街地が拡大しているため、エルドラド浄水場 (2950m) でも対応できない地域がある。このため、2003 年 4 月にジョマサ川を水源としたジョマサ浄水場が標高 3250m 地点に設置し、Juar Rey 地区に給水している。浄水能力は 0.025 m³/秒と小さく、工場で完成されたユニット式の据付け型の浄水場である。CAR から得ているジョマサ川の水利権は 0.0183 m³/秒しかなく、2005 年 4 月現在の使用中の量は 0.012 m³/秒である。薬品として、重炭酸ナトリウム、ハイドロオキシクロライド、硫酸アルミニウムが使われている。

2) サンディエゴ浄水場

ボゴタ都心部の東部山地山麓の標高 2700m に位置する浄水場で、1943 年にビテルマ浄水場を補完する浄水場として建設された。浄水施設はビテルマと同じで米国のシステムである。施設の最大浄水能力は資料によると 0.21 m³/秒であるが視察時の現場管理者の説明では 0.17 m³/秒である。近くを流れるサンフランシスコ川が水源で、ACUEDUCTO は 0.11 m³/秒の無期限の水利権を持っている。運転していた当時の生産量は一日あたり約 1 万 m³で、ほぼ水利権の 0.11 m³/秒と同じである。エルドラド浄水場が建設されたため、2003 年 3 月 9 日に閉鎖した。現在も 2 日の準備期間で運転できる状態にある。

3-3 地下水水源および利用状況

(1) 地下水水源

ボゴタ平原の地下水水源については、前回の JICA 開発調査 (ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査) において詳しい調査がなされているため、その詳細については同調査の報告書を参照されたい。同報告書によるボゴタ平原の地下水水源の概要は次の通り。

- ボゴタ平原には 7081 本の井戸が存在し、3.7m³/秒の地下水が利用されている。
- 地下水の主要な帯水層は第四紀層で、井戸本数の 93%、揚水量の 78%となっている。白亜紀層については、井戸本数で 5%、揚水量で 20%となっている。
- 第四紀の地下水の水質は、アンモニア、硫化水素、鉄、マンガンについて濃度が高く、飲料水として適さない。白亜紀帯水層の地下水は水質が良い。
- 年間降雨量の平均値 802 mm に対し、地下水涵養量は 144 mm/年でボゴタ平原 (4,268km²) の地下水涵養量は 19.5m³/秒と推定される。

- ボゴタ平原部の第四紀の試掘井の揚水量は1本あたり 500m³/日程度であった。ボゴタ東部山地帯の白亜紀砂岩帯水層の4本の試掘井の揚水量は1本あたり 3,000m³/日以上と非常に大きく井戸の能力が高い。
- ボゴタ平原の山地・丘陵部に分布する白亜紀層の地下水は、透水性が高く揚水量が多く、水質が良い。ボゴタ平原東部山地域の地下水開発ポテンシャルは 2 m³/秒以上と推定される。
- ボゴタ平原の中央部および西部地域は、現在地下水が高度に利用されているため、地下水保全が必要である。

(2) 地下水の利用状況

現在 ACUEDUCTO の水道水源としては、地下水は使われていない。ボゴタ市北部のスバ区内の自治会が井戸2本による給水を行っているのが例外的にあるのみである。ボゴタ市以外については、ボゴタ平原内の地方自治体の水道水源の一部として使われている。

ボゴタ市街地内の標高 2700m 以下の地下水については、ボゴタ首都区環境技術管理局 (DAMA) の管轄にある。DAMA への聞き取り調査によると、ボゴタ市街地内には 443 の井戸があり、全て深度 100m 以上の深井戸である。浄水道の整備されている地域の浅井戸は現在禁止されているため、使用されている浅井戸は無い。ACUEDUCTO によると不法な非衛生的な浅井戸を使っているところが極僅かではあるが存在するかもしれない。深井戸の用途は、工業用水 (例えば清涼飲料水のビンの洗浄に使っている井戸がある) とガソリンスタンドの車両の洗浄用水として使用される場合が多い。全ての井戸が登録を義務付けられている。各揚水井戸には流量計の設置が義務付けられており、揚水量により 50 ペリ/m³ の取水料金が DAMA に支払われることになっている。実際料金徴収できているのは 10% 程度の井戸である。ちなみに、CAR の地下水取水料金は 15 ペリ/m³ とのことである。

DAMA が管轄する地区以外の地下水については、クンディナマルカ地域自治公社 (CAR) の管轄になる。CAR への聞き取り調査によると、ボゴタ平原に井戸が約 6000 本あるが、水利権 (コンセッション) 申請されているのは 1200 本しかない。CAR の管轄内の井戸は、主要な輸産品でもある花卉のビニールハウス栽培用の井戸や灌漑用の井戸が多く、飲料水水源としての井戸もある。CAR の場合もほとんど取水料金は徴収できていないようである。マドリッド市の上水道水源の一部は深井戸でまかなわれているが、CAR には地下水の取水料金を支払っていないとのことである。

なお、環境・住宅・土地開発省によると、全国に約 6 万本の井戸があるが、登録されているのは 1498 本にすぎない。全国 28 県・4 特別区の内 28 が地下水を飲料水に利用しており、1100 の市 (地方自治体) の内 211 が地下水を利用している。水量としては、1990 年は飲料水の内 5% が地下水であったが、2004 年 7 月現在 25.5% に地下水の割合が増加している。

3-4 配水システム

法的には POT (土地整備計画) でボゴタ市街地と決められている地域が ACUEDUCTO の給水区として定められている。ACUEDUCTO ではボゴタ市街地を第 1 区～第 5 区の 5 つの給水区に

区分して管理・運営を行っている。

ボゴタ市の周辺拡大地域の市（地方自治体）についても送水している。水源として水を市に販売しているところと、各戸への配水までの給水事業を行っているところがある。ティビトック浄水場からは、ソポ、トカンシパ、ガチャンシパは配水まで、カヒカ、チア、コタは市に水を売っている。ウィエスナー浄水場からはラ・カレラに、市内の配水網からはフンサ、モスケラ、マドリッドおよびソアチャに送水している。ソアチャ市の一部地区は ACUEDUCTO が水道運営を行っている。

マスターシステム局基幹上水道ネットワーク部によると、配水管網の総延長は約 7,500km で、12 インチ以上の径の基幹ネットワークは全長 600km で市街地内が 490km、主要な配水タンクは 54 ヶ所あり内 49 が稼働、5 ヶ所はスタンバイ中である。現在の平均流量は 14.5m³/秒で、一人あたりの給水量は 110 l/day である。無収水（UFW）は、漏水と盗水（不法接続）を合わせて約 30% で、これに加えて請求書を出したが未払いの水量と一部の公共施設への無料給水量を合わせて 6~9% ある。漏水率は、主要な配水管を流量測定して把握している。漏水調査は、1 区、4 区、5 区は各区が、2 区と 3 区は ACUEDUCTO 本部が定期的に行っている。漏水率の改善のために、水道管は 50 年で交換しており、また水圧の一定化をはかっている。管の材質は、古いものはアスベストとコンクリートで新しいものは PVC に交換している。不法接続の対策としては、住民の意識改善キャンペーンを行っている他、サイクルアイまたはプラン 50 と呼んでいる不法接続地域の住民との話し合いで定量料金を徴収する対策が行われている。不法接続の状況と対策については、「5-2 高標高貧困地区の給水状況（2）不法接続（盗水）の状況」で詳しく述べる。

配水コストに関して、標高の高いエルドラド浄水場から配水できる地域以外については、標高 2700m 以上はポンプアップする必要があり、ACUEDUCTO の水道運営上負担になっている。ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区～ソアチャ市の丘陵部、ボゴタ東南部のサンクリストバル区～ウスメ区の山地斜面およびボゴタ市北東部のウサケン区の山地斜面において、このような標高 2700m 以上の配水コストの高い地域が分布している。特に南部のシウダード・ボリバル区（図 3.4-1 参照）と北部のウサケン区のセロ・ノルテ地区（図 3.4-2 参照）は 4 段階のポンプ場により標高約 3000m までポンプ圧送されており、非常にコストの高い地区である。

上水道ネットワークの運転については、以前はマニュアルであったが、自動運転化を進めて人員削減を図っており、最終的には SCADA SYSTEM による自動運転にする。第 1 段階として各地区のシステムごとに配水タンクの水位でポンプの運転を自動でコントロールし、ポンプ場から水量、水圧、水質（pH、濁度、塩素）を中央のコントロールセンターにデータ送信する。第 2 段階として統合システムで水位と需要曲線により完全自動化運転を行う。第 1 段階は 2004 年 4 月から 2006 年 6 月に設置工事を行う。各地内では無線で、各地から本部のコントロールセンターはテレメトリーで通信を行う。浄水場の自動化も進めており、エルドラド浄水場は完了した。

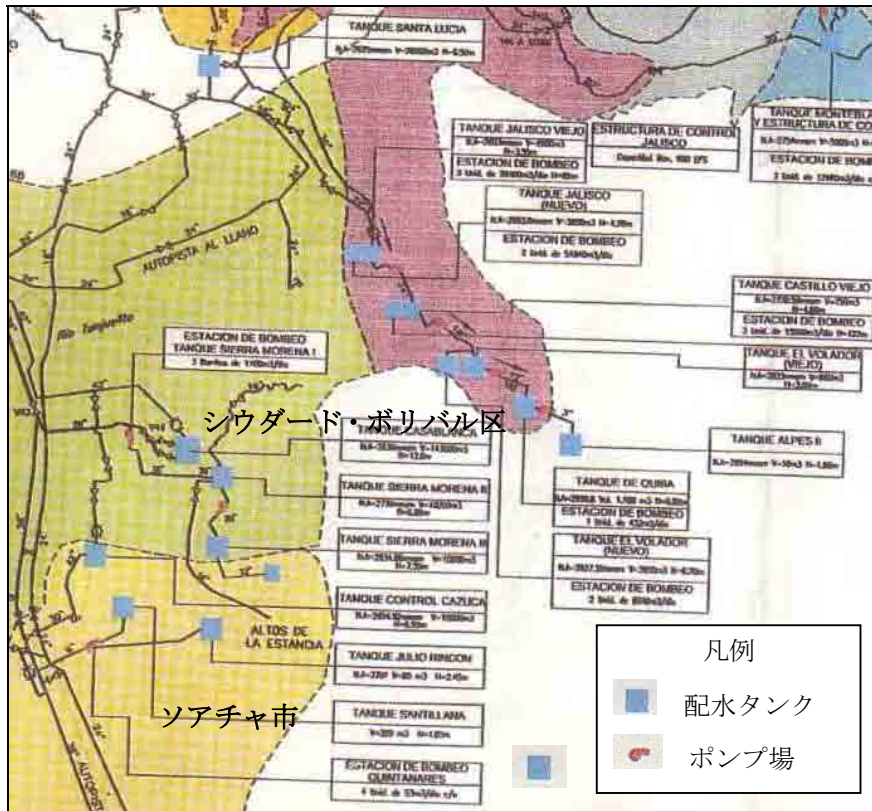


図 3.4-1 ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区～ソアチャ市のポンプ圧送システム

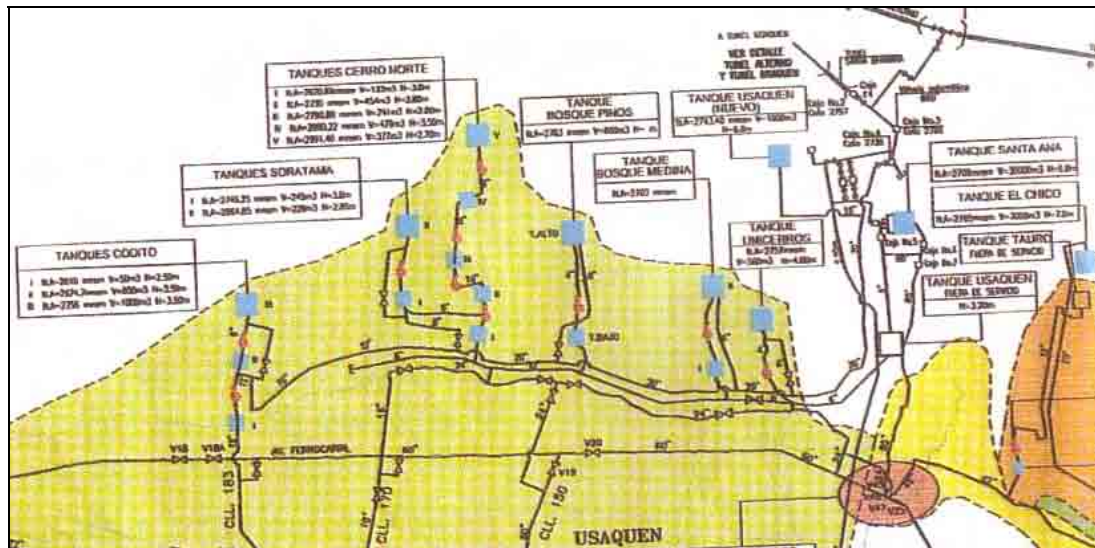


図 3.4-2 ボゴタ北部のウサケン区のポンプ圧送システム

3-5 給水施設の運営・管理状況

(1) 給水状況

ボゴタ首都区の給水率は2-10ページの「表 2.2-2 地区ごとの公共サービス（民営含む）にアクセスできる世帯数」に示したように、99.4%と非常に高く、地区単位でも最も普及率の悪いウスメ区でさえ98.6%とかなり高い。規則では上水道が整備されている地域には下水道も整備することになっており、下水道の整備率も98.9%と非常に高く、地区別では最も悪いサンクリストバル区でも96.0%と高い。雨水の配水網の整備もACUEDUCTOの責任事項となっており、その普及率は88%である。ACUEDUCTOの顧客サービス局長によると、計画としては上水と下水は2005年度中に100%に、雨水配水は2007年までに100%にする予定である。

ACUEDUCTOの2005年1月時点の上水道契約者数を表3.5-1に示す。契約の種類は居住者と非居住者に分けられる。「コ」国においては貧困対策のために社会経済階層が公に6つに区分されており、各階層の居住区はかなり明確に分かれている。社会経済階層を考慮して、居住区により階層1から6まで6段階の上水道料金区が設定されている。居住者契約総数1,347,760件の内、階層1と2の貧困層（低所得者層）の割合は40.8%と高く、階層5と6の富裕層（高所得者層）の割合は8.2%と少ない。非居住者契約は、工業、商業、事務所、特別（非営利団体）、複数利用者に分けられる。複数利用者の契約は43,801件あるが、これはビルディング全体で1つの契約をしている場合で2004年CRA決定319号によって規定されており、マンション1棟がこの契約をしている場合がかなりあり居住者が実際には多数含まれている。

表 3.5-1 ACUEDUCTO の料金階層区および契約種別の上水道契約者数

区分		上水道契約数
居住者	階層 1	102,856 (7.6%)
	階層 2	446,810 (33.2%)
	階層 3	518,564 (38.5%)
	階層 4	168,762 (12.5%)
	階層 5	60,898 (4.5%)
	階層 6	49,870 (3.7%)
	居住者の契約総数	1,347,760
非居住者	工業	8,221
	商業	85,088
	事務所	2,534
	特別（非営利団体）	28
	複数利用者（ビルディング契約）	43,801
	非居住者契約総数	139,672
その他	自治体	24
	給水トラック	0
	その他の総数	24
合計		1,487,456

出展：ACUEDUCTO 顧客サービス局資料

(2) 上水道料金

1994年法律142号の公共サービス法で、公共料金の設定方法について決められている。料金は統制委員会が決定権を持ち、水道料金は上下水道統制委員会（CRA）が決める。具体的には、運営コストとインフラ投資を基に ACUEDUCTO が料金計画を策定し委員会に申請する。

ACUEDUCTO の上水道料金は、居住者契約と非居住者契約に大きく分けられる。居住者契約については、居住地区により6段階の水道料金区が設定されており、それぞれの居住地域の貧富の差で細かく区域分けがなされている。非居住者契約の複数利用者についても、マンション等の集合住宅についてはビルディングごとに居住者契約と同じ6段階の水道料金区に分けられている。非居住者契約は、工業、商業、官庁・公共機関に分けられる。

2005年4月に改訂（料金値上げ）した最新の上水道料金について、表3.5-2に居住者の階層別料金を、表3.5-3に非居住者契約の契約種別料金を示す。下水道料金は上水道の使用量から算定され、上水道料金の約53%が下水道料金として同時に徴収される。

居住者については、階層1～2区が補助を受け、3～4区が自前でまかない（3区は一部補助受けているが将来補助を無くす予定）、5～6区が補助（利益）を生み出している。料金は階層別の他に使用量によっても料金が異なり、月に40m³までは階層により大きな料金差があるが40m³を超えるとあまり差がなくなる。

非居住者については、工業と商業については同じ料金であり、公共機関はやや安い（約8割）。従量制ではあるが使用量が増えても単価は変わらない。また、工業と商業の料金は居住者の富裕層料金に近い設定となっている。

ボゴタ市長は水道料金の値下げを公約して当選したため、ACUEDUCTO に料金値下げを要求しているが、これに抵抗して本事前評価調査時の ACUEDUCTO 総裁は5月初めに辞任することになった。また、顧客サービス局長によると ACUEDUCTO の責任で雨水排水網の整備に投資する必要があるため、ここ数年間は値下げでは無く更に料金値上げになる予定である。

表 3.5-2 居住者契約の階層別上水道料金 (単位：ペソ/m³)

料金階層	固定基本料金	0～40 m ³ /月	40～80 m ³ /月	80 m ³ /月以上
階層 1	3,298.62	609.84	2,032.81	2,132.09
階層 2	6,597.24	1,093.73	2,032.81	2,132.09
階層 3	10,995.39	1,831.78	2,032.81	2,132.09
階層 4	10,995.39	1,896.57	2,032.81	2,132.09
階層 5	29,467.66	2,281.25	2,439.38	2,558.51
階層 6	42,002.41	2,397.31	2,439.38	2,558.51

表 3.5-3 費居住者契約の上水道料金

契約種類	固定基本料金	従量料金 m ³ /月
工業	13,194.47	2,439.38
商業	13,194.47	2,439.38
官庁・公共機関	10,995.39	1,997.29

(3) 水利権

「コ」国において表流水および地下水の水利権は、再生可能自然資源の環境管理の一環として、水源を管轄する各地域の環境当局が水利用認可（コンセッション）として利用者に付与する。また、コンセッションに対しては水利用料金が課される。

水利権に比して上述した ACUEDUCTO の給水施設の能力は余裕があり、ACUEDUCTO の持っている水利権が実質的な給水可能量を左右している。表 3.5-4 に 2005 年 4 月現在 ACUEDUCTO が所有または更新中の水利権コンセッションの全てを示す。

表 3.5-4 ACUEDUCTO の上水道システムの給水水源の水利権（コンセッション）

	給水システム	取水水源	コンセッション 水量	授与環境官庁	授与日	有効 期間	次回更新日
1	ウイエスター (チンカサ)	Guatiquia 川 (La Playa)	5.248	UAESPNN	2004 年 8 月 31 日	50 年	2054 年 8 月 31 日
2	ウイエスター (チンカサ)	チュウサ・ダム	5.933	UAESPNN	2004 年 8 月 31 日	50 年	2054 年 8 月 31 日
3	ウイエスター (チンカサ)	Leticia 溪流	0.30	UAESPNN	2004 年 8 月 31 日	50 年	2054 年 8 月 31 日
4	ウイエスター (サンファエル)	テウサカ川	0.90	CAR	1990 年 9 月 3 日	50 年	2040 年 9 月 3 日
5	ウイエスター (フレンコ川)	El Mangón 溪流	0.84	UAESPNN	2004 年 8 月 31 日	50 年	2054 年 8 月 31 日
6	ウイエスター (フレンコ川)	Chupadera 溪流	0.40	UAESPNN	2000 年	50 年	
7	ウイエスター (フレンコ川)	El Mangoncito 溪流	0.09	UAESPNN	2000 年		
8	ウイエスター (フレンコ川)	Calostros 溪流	0.16	UAESPNN	2000 年		
9	ウイエスター (フレンコ川)	Blanca 溪流	0.09	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
10	ウイエスター (フレンコ川)	Siberia I 溪流	0.085	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
11	ウイエスター (フレンコ川)	Siberia II 溪流	0.006	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
12	ウイエスター (フレンコ川)	Plumareña 溪流	0.023	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
13	ウイエスター (フレンコ川)	Colorada I 溪流	0.073	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
14	ウイエスター (フレンコ川)	Colorada II 溪流	0.103	CORPOORINOQUIA	2002 年 9 月 3 日	10 年	2012 年 9 月 3 日
15	ウイエスター (フレンコ川)	Rincón 溪流	ペンディング	CAR	ペンディング		
16	ウイエスター (フレンコ川)	La Chucua II 溪流	ペンディング	CAR	ペンディング		
17	ウイエスター (フレンコ川)	N.N.3 溪流	ペンディング	CAR	ペンディング		
18	ウイエスター (フレンコ川)	N.N.2 溪流	ペンディング	CAR	ペンディング		
19	ウイエスター (フレンコ川)	Carolina 溪流	ペンディング	CAR	ペンディング		
20	ウイエスター (フレンコ川)	Charrascales 溪流	0.091	CORPOGUAVIO	2000 年		
21	ウイエスター (フレンコ川)	Horqueta I 溪流	0.160	CORPOGUAVIO	2000 年		
22	ウイエスター (フレンコ川)	Horqueta II 溪流	0.014	CORPOGUAVIO	2000 年		
23	ウイエスター (フレンコ川)	Piedras Gordas 溪流	0.353	CORPOGUAVIO	2000 年		
24	ウイエスター (フレンコ川)	Buitrago (Palacios) 溪流	0.616	CORPOGUAVIO	2000 年		
25	ウイエスター (フレンコ川)	Cortadera 溪流	0.078	CORPOGUAVIO	ペンディング		
26	ウイエスター (フレンコ川)	Pañas Blancas 溪流	0.152	CORPOGUAVIO	ペンディング		
27	ウイエスター (フレンコ川)	N.N.1 溪流	0.070	CORPOGUAVIO	ペンディング		
28	ウイエスター (フレンコ川)	La Canal 溪流	0.025	CORPOGUAVIO	ペンディング		
29	ウイエスター (フレンコ川)	Chocolatal 溪流	0.060	CORPOGUAVIO	ペンディング		
30	ウイエスター (フレンコ川)	Charrascales 溪流	0.091	CORPOGUAVIO	ペンディング		
31	ジョマサ	Yomasa 溪流	0.0183	CAR	2001 年 6 月 28 日	10 年	2011 年 6 月 27 日
32	ティビトック	ボゴタ川	4.80	CAR	2003 年 12 月 12 日	1 年	異議申し立て中
33	ティビトック	テウサカ川下流	0.25	CAR	手続中		
34	エトドラ (レガテラ)	タウンフェロ川	1.00	CAR	手続中		
35	ピテルマ	サンクリストバル川	0.30	公共事業省	1906 年 4 月 10 日	無期限	無期限
36	サンディエゴ	サンフランシスコ川	0.11	公共事業省	1906 年 4 月 10 日	無期限	無期限

出典：ACUEDUCTO マスターシステム局給水部

合計 36 の水利権コンセッションがあり、ほぼ確定しているものが 22.44 m³/秒、ペンディング中のものを入れれば約 26 m³/秒になると言われている。それらの内 30 はチンガサ系統の取水口のコンセッションである。

チンガサ系統については、国立自然公園システム特別管理ユニット (USENPNN)、グアビオ地域自治公社 (CORPOGUAVIO)、オリノキア地域自治公社 (CORPOORINOQUIA) およびクンディナマルカ地域自治公社 (CAR) の 4 つの管轄する環境当局が関係している。USENPNN からは、チンガサ水系のグアティキア川、チュウサダム、レティシア溪流から計 11.481 m³/秒、ブランコ川水系の 4 つの溪流から計 1.49 m³/秒の合計 12.971 m³/秒のコンセッションを得ており、量的に最も重要である。最近おりたコンセッションは 2004 年 8 月 31 日に USENPNN からおりたチンガサ水系のもので、50 年間の許可がおりている。これは USENPNN の長官がボゴタ首都区の DAMA 出身であり、ACUEDUCO との関係も良好なためである。CORPOGUAVIO からは、ブランコ川水系の 11 の溪流から合計 1.71 m³/秒のコンセッションを得ている。CORPOORINOQUIA からは、ブランコ川水系の 6 つの溪流から合計 0.38 m³/秒の 10 年間のコンセッションを 2002 年 9 月 3 日に得ている。CAR からは、サンラファエルダムに流入しているテウサカ川上流から 0.9 m³/秒を 1990 年 9 月 3 日から 50 年間、ブランコ川水系の 5 つの溪流については以前得ていたが現在ペンディング中である。

ティビトック系統については、ボゴタ川の 4.8 m³/秒の 1 年間のコンセッションを 2003 年の CAR 令 1429 号により得ており、またサンラファエルダムからボゴタ川へ流出するテウサカ川下流の 0.25 m³/秒について CAR に手続き中である。ボゴタ川の水利権について ACUEDUCTO は CAR との間で問題を抱えており、CAR との関係が悪化している大きな原因となっている。コンセッションが与え始められた当初はコンセッション期間は無期限であったが次に 50 年間になり、近年は 20 年以上出ない傾向にあり 10 年間が一般的となりつつある。ティビトック浄水場のボゴタ川のコンセッションは 10.0 m³/秒の 50 年間のものが切れた。ACUEDUCTO は毎年 10 m³/秒申請しているが、CAR からの許可された水量は 2001 年に 8 m³/秒、2002 年に 6 m³/秒、2003 年 12 月に 4.8 m³/秒と毎年減らされ、しかも 1 年間のコンセッションしか出ていない。ACUEDUCTO は 2003 年の CAR 令 1429 号で決められたコンセッション (4.8 m³/秒) に対し異議申し立てを行い争議中であるが、CAR が返答する行政手続き上の法的期限がないため、CAR は無視し続けている。顧問弁護士を通じた法的解釈により 2005 年現在も 2003 年の 4.8 m³/秒が有効とされている。

レガデラ系統については、トゥンフェロ川 (レガデラダムから取水している) の 1.00 m³/秒について現在 CAR に更新手続き中である。

その他のボゴタ東部山地の小河川については、ビテルマ浄水場のためのサンクリストバル川の 0.3 m³/秒とサンディエゴ浄水場のためのサンフランシスコ川の 0.11 m³/秒については ACUEDUCTO は無期限の水利権を 1906 年 4 月 10 日に得ている。また、CAR からジョマサ浄水場のためにジョマサ溪谷から 0.018 m³/秒の 10 年間のコンセッションを 2001 年 6 月 28 日に得ている。

1993 年の法律 99 号の環境法では、各環境当局が、勝手に水利権コンセッションによる水利用料金を決めていた。他の機関が 5ペリ/m³程度であるのに比べて、特にクンディナ

マルカの CAR は $83\sim 127$ ㏍/㏎³と高かった。またコンセッションは 3 年間使わないと失効する。ACUEDUCTO は、あまり使わないコンセッションについては 3 年間使わないでコンセッションを失効させるつもりであった。具体的にはチンガサ系統の 30 のコンセッションの内、チンガサ水系のグアティキア川 (5.248 ㏎³/秒)、チュウサダム (5.933 ㏎³/秒)、レティシア溪流 (0.30 ㏎³/秒)、ブランコ川水系のエル・マンゴン溪流 (0.84 ㏎³/秒) の 4 つの合計 12.321 ㏎³/秒のみを現在使っており、その他の 26 は小さい水量なので 2004 年には水利権を返すことを考えていた。しかし、2004 年の環境省令 155 号により、水資源利用料金が各環境当局で統一料金 (2.6 ㏍/㏎³) となり大幅に値下げとなったため、2005 年からは 2 年間に 1 回でも水を使って全てのコンセッションを維持する方針としている。また、この新しい料金制度では、取水量の監視などの手間を考えると料金徴収しない方が良いので、現在 CAR は水利用料金を徴収していない。

また、CAR は ACUEDUCTO のコンセッション水量を減らし農業やその他に使いたいと考えている。一方 ACUEDUCTO は、ボゴタ市の拡大に伴い周辺の市町村に給水対象区域を拡大したい意向を持っており、またリスク管理の面から代替水源を維持する必要があり、既得のコンセッション水量は保持したいと考えている。

(4) 水源地の保全・管理

ACUEDUCTO は水源域の保全のため、以下に示す合計 389 km² の広大な涵養林用の土地を所有している。

- ボゴタ東部山地の 250 km² の内の 47 km²
- レガデラ系統のトゥンフェリト川流域 280 km² の内の 35 km²
- チンガサ系統のチンガサ国立公園の 700 km² の内の 300 km²
- ティビトック浄水場が位置する丘陵地の 7 km²

水源地周辺の森林の管理は、1998 年の水系整備管理計画によっている。ACUEDUCTO 職員の森林パトロール隊が山小屋に住み込みで巡回しており、川の水質検査、投棄されたゴミの処理、植林等を行っている。当初は外来の松などの針葉樹や生長の早いユーカリを植林していたが、今後 40 年間で徐々に自生種への転換をはかる。また ACUEDUCTO は、山林の樹種と面積等について、空中写真をもとに GIS により $1/200\sim 1/500$ の地図とインベントリーの作成を最近実施した。

2002 年の法令 1297 号により水系管理は CAR と DAMA が行うこととなった。ボゴタ周辺では CAR が森林保護区の多くを管轄しており、ボゴタ市街地の高標高地区への拡大を抑制し森林を保護すべきと考えている。また、CAR は森林の自生種の再生を進めている。