

目次

概要
目次
表目次
図目次
略語

1.	調査の背景と目的	1
2.	調査地域の災害と脆弱性	4
2.1	地震	4
2.2	地すべり	5
2.3	洪水	6
2.4	産業施設	9
2.5	社会経済条件.....	10
2.6	建物および主要基盤施設の分布.....	13
2.7	緊急保健・医療システム.....	21
2.8	情報連絡システム.....	26
2.9	公共教育	27
2.10	法制度	28
3.	地震被害の想定	30
3.1	地震	30
3.2	地震被害	36
3.3	地震防災対策の考察.....	47
4.	ボゴタ首都圏の防災基本計画	52
4.1	基本方針	52
4.2	防災対策	53
4.3	緊急対応策.....	67
4.4	震災復興	69
4.5	緊急保健・医療サービス.....	70
4.6	公共教育	72
4.7	情報システム.....	72
4.8	実施計画	74
4.9	評価	77
5.	結論と勧告	79

表目次

表-1	調査地域で発生した主要な地震	4
表-2	斜面災害危険度区分判断要素	5
表-3	地すべり危険地域の危険度区分	6
表-4	調査地域の洪水および内水問題	7
表-5	洪水危険地域 (ボゴタ市)	8
表-6	被害人口および家族数 (ボゴタ市)	8
表-7	洪水危険地域 (クンディナマルカの8都市)	8
表-8	被害人口および家族 (クンディナマルカの8都市)	9
表-9	コロンビアおよび主要都市の人口増加状況	10
表-10	ボゴタ市の各区の人口および人口密度 (2000年)	11
表-11	8都市の人口および人口密度(2000年)	11
表-12	コロンビアの国内総生産 (GDP) の変化	12
表-13	ボゴタの地域総生産	12
表-14	建物タイプと棟数	14
表-15	公共建物および施設	17
表-16	道路および橋梁の管理機関	18
表-17	橋梁タイプと個所数	19
表-18	主要浄水場の給水ゾーン	20
表-19	EAABの給水システムEAAB	20
表-20	ボゴタ市の災害原因	21
表-21	災害の種類により予想される障害	22
表-22	レベルおよび地域別公共病院およびベッド数 (Year: 2001)	24
表-23	民間診療所および他の公共病院およびベッド数	24
表-24	災害医療に関する教育・訓練を実施している機関	26
表-25	災害防止教育・訓練を実施している組織	27
表-26	シナリオ地震	30
表-27	地盤区分の定義	31
表-28	地盤区分別平均増幅度	31
表-29	調査における液状化評価の基準	33
表-30	調査における建物分類	36
表-31	レンガ積建物タイプ別分布の設定	36
表-32	建物倒壊 (数、率)	37
表-33	死傷者および負傷者	40
表-34	給水パイプラインの被害箇所と被害率	42
表-35	危険度評価の要約	44
表-36	液状化可能地域の歩道橋	44
表-37	カテゴリーと施設数	45
表-38	区と地震時に火災発生危険度との関係	46
表-39	地震被害	48
表-40	ボゴタ首都圏の耐震強化する優先建物	55
表-41	危険性の高い橋梁リスト	59
表-42	避難場所および避難所	60
表-43	ボゴタ市の広域避難場所のリスト	61
表-44	クンディナマルカの地域避難場所のリスト	62
表-45	地域公園の分析	62

表-46	再開発の優先地域-1	63
表-47	再開発の優先地域-2	63
表-48	洪水対策の構造物対策の要約.....	65
表-49	監視組織で取り扱う情報.....	66
表-50	提案の緊急対策本部リスト.....	69
表-51	実施スケジュール.....	76
表-52	資金支出スケジュール.....	77
表-53	プログラムの評価.....	78

目次

図-1	調査地域	3
図-2	保健・医療システム	22
図-3	保健・医療システムの4ゾーン区分および病院の配置	23
図-4	ボゴタ首都圏の無線連絡網	25
図-5	構造地質のマイクロゾーン	32
図-6	液状化可能性地域	34
図-7	震度（MMI）分布	35
図-8	提案の建物倒壊率	37
図-9 (1)	建物被害分布(被害数)	38
図-9 (2)	建物被害分布(被害率)	39
図-10	パイプラインの被害率	41
図-11	提案の緊急道路網	57
図-12	再開発の優先地域	64
図-13	災害時の救急医療のフロー	71
図-14	情報の流れ	73

略語

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACCI	Colombian Agency of International Cooperation (Agencia Colombiana de Cooperación Internacional)
ACERCAR	Environmental Technical Attendance Unit for Micro, Small, and Medium Sized Companies (Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa)
ACGIH	American Assembly of Government Industrial Hygienists
ACOTOFA	Colombian Association of Toxicology and Pharmacology (Asociación Colombiana de Toxicología y Farmacología)
AIS	Colombian Earthquake Engineering Association (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)
AMBAS	Generating Company of Electricity in Facatativa (Compañía Generadora de Electricidad en Facatativa)
ANDI	National Association of Industrialists (Asociación Nacional de Industriales)
ANSI	American National Standard Institute
API	American Petroleum Institute
ARP	Professional Risks Administrator (Administradora de Riesgos Profesionales)
ASEMGAS	Association of Liquefied Petroleum Gas Companies (Asociación de Empresas de Gas Licuado de Petróleo)
ASTER	Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATC	Applied Technology Council
BOR	Beds Occupation Rate
CADELs	Administrative Center of Local Education (Centro Administrativo de Educación Local)
CAM	Municipal Committee of mutual Attendance for Prevention and Attention of Disasters
CAMI	Center of Immediate Medical Attention (Centro de Atención Médica Inmediata)
CAPS	Primary Attention Center (Centro de Atención Primaria)
CAR	Regional Autonomous Corporation (Corporación Autónoma Regional)
C.C.A.E.	Center for Coordination and Attention of Emergency (Centro de Coordinación y Atención de Emergencias)
CCF	Family Compensation Fund (Fondo de Compensación Familiar)
CCP	Colombian Code of Bridges (Código Colombiano de Puentes)
CCS	The Colombian Safety Council (Consejo Colombiano de Seguridad)
CDP	Productive Development Center (Centro de Desarrollo Productivo)
CEDERI	Center of studies about Disasters and natural Risks (Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales)
CEPREVE	Study Center for the Prevention of Disasters (Centro de Estudios para la Prevención de Desastres)
CISPROQUIM®	Safety Information Center of Chemical Products (Centro de Información de Seguridad sobre Productos Químicos)
CLE	Emergency Local Committee (Comité Local de Emergencia)
CLOPAD	Local Committee for the Prevention and Attention of Disasters (Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres)
COE	Operational Emergency Committee (Comité Operativo de Emergencia)

CON-PNC	National Operative Committee of the National Contingency Plan (Comité Operativo Nacional del Plan Nacional de Contingencia)
CPVM	Promoting Fund of Military Housing (Fondo de Promoción de Vivienda Militar)
CRA	Regulation Committee for Water (Comité de Regulación para el Agua)
CREG	Regulation Committee for Energy and Gas (Comité de Regulación para la Energía y Gas)
CREPAD	Regional Committee for the Prevention and Attention of Disasters (Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres)
CRT	Regulation Committee for Telecommunications (Comité Regulador para las Telecomunicaciones)
CRU	Emergencies Regulating Center (Centro Regulador de Urgencias)
CRUC	Regulating Center of Urgencies of Cundinamarca (Centro Regulador de Urgencias de Cundinamarca)
CTE	Energy Transport Center (Centro de Transporte de Energía)
CTS	Information, Collection and Transmission System (Sistema de Recolección y Transmisión de la Información)
DABS	Administrative Department of Social Welfare (Departamento Administrativo de Bienestar Social)
DAMA	Administrative Department of the Environment (Departamento Administrativo del Medio Ambiente)
DANE	National Administrative Department of Statistics (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas)
DAPD	Administrative Department for District Planning (Departamento Administrativo de Planeación Distrital)
DB	Database
DBMSs	Database Management Systems
DGPAD	General Directive Office for Prevention and Attention of Disasters (Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres)
DMA	Disaster Management Agency
DMIS	Disaster Management Information System
DNP	National Department of Planning (Departamento Nacional de Planeación)
DNPAD	National Office for the Attention of Disasters (Dirección Nacional para la Atención de Desastres)
DOT	Department of Transportation
DPAE	Direction for the Prevention and Attention of Emergency (Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias)
DSS	Decisions Support System
EAAB	Company of Water Supply and Sewage Service of Bogotá (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá)
EAAB-ESP	Company of Water Supply and Sewage Service of Bogotá (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá)
ECOGAS	Colombian Company of Gas (Compañía Colombiana de Gas)
ECOPETROL	Colombian Company of Petroleum (Empresa Colombiana de Petróleos)
EEB	Company of Energy of Bogotá (Empresa de Energía de Bogotá)
EMGESA	Generating Company of Electric Energy (Empresa Generadora de Energía Eléctrica)
EMI	Emergency Management Institute
EOT	Territory Ordering Scheme (Esquema de Ordenamiento Territorial)
EPA	Environmental Protection Agency
EPM	Public Companies of Medellín (Empresas Públicas de Medellín)
EQT	Technical Team of DPAE (Equipo Técnico de DPAE)

ERG	Emergency Response Guidebook (Guía de Respuesta a Emergencias)
ESP	Public Services Company (Compañía de Servicio Públicos)
ESRI	Environmental System Research Institute
ETB	Company of Telecommunications of Bogotá (Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá)
E.U.	Uni-personal Company (Empresa unipersonal)
FAVIDI	Fund of Saving and Housing of the District (Fondo de Ahorro y Vivienda del Distrito)
FCS	Flood Control Structures
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FERROVIAS	Colombian Company of Railroad (Empresa Colombiana de Ferrocarriles)
FFMM	Military Forces (Fuerzas Militares)
FINDETER	Financial Society for Territorial Development (Sociedad Financiera para el Desarrollo Territorial)
FNA	National Fund of Saving (Fondo Nacional de Ahorro)
FNC	National Railway of Colombia (Ferrocarril Nacional de Colombia)
FOPAE	Fund for Prevention and Attention of Emergencies (Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias)
FOREC	Fund for Reconstruction of Coffee Axis Region (Fondo para la Reconstrucción de la Región del eje Cafetero)
FOVIS	Fund for the Family Subside of Well - Being Housing (Fondo para el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social)
FPSF	Passive Social Fund of Railways (Fondo Pasivo Social de Ferrocarriles)
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Geographic Information System
GMP	Good Manufacturing Practice
GNP	National Gross Product
GOC	Government of Colombia
GOJ	Government of Japan
GPS	Global Positioning System
GRE	Response Guide to Emergencies with Dangerous Materials (Guía de Respuesta a Emergencias con Materiales Peligrosos)
GTZ	German Technical Cooperation
HF	High Frequency
HMR	Hazardous Materials Regulation
HP	Horizontal Property
IAEE	International Association of Earthquake Engineers
ICA	Colombian Institute of Agriculture (Instituto Colombiano Agropecuario)
ICBF	Colombian Institute for Family Welfare (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar)
ICONTEC	Colombian Institute of Technical Norms and Certification (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación)
ICS	Incident Command System
ICT	Institute of Territorial Credit (Instituto de Crédito Territorial)
ICU	Intensive Care Unit
IDB	Inter-american Development Bank
IDEAM	Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales)
IDRD	District Institution of Sports and Recreation (Instituto Distrital de Recreación y el Deporte)

IDS	Information Distribution System
IDU	Institute of Urban Development (Instituto de Desarrollo Urbano)
IGAC	Geography Institute "Agustin Codazzi" (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)
INGEOMINAS	Institute of Investigation and Geo-scientific, Mining-Environmental and Nuclear Information (Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear)
INURBE	National Institute of Housing of Social well – being and Urban Reform (Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana)
INVIAS	National Institute of Roads (Instituto Nacional de Vías)
INVEMAR	Institute of Marine and Coastal Investigations (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras)
IPC	Index of Consumer Prices (Índice de Precios al Consumidor)
ISA	Electric Interconnection (Interconexión Eléctrica)
ISO	International Organization of Standardization
JAC	Assembly of Community Actions (Junta de Acción Comunal)
JAL	Local Administrative Assembly (Junta Administradora Local)
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japanese Industrial Standards
KFW	German Development Bank
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MMI	Modified Mercali Intensity
NFPA	National Association for the Protection Against Fires
NGOs	Non-Governmental Organization
NHP	Non Horizontal Property
NNE-SSW	Northeast - Southwest
NSR	Norm for Seismic Resistant
NPGA	National Association of LPG of the United States
NTC	Colombian Technical Norm (Norma Técnica Colombiana)
OCCEL	Telecommunications Company of Occident (Compañía de Telecomunicaciones de Occidente)
ODBC	Open Database Connectivity
OPAD	Office for the Prevention and Attention of Emergency and Disasters of Cundinamarca Department (Oficina para la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres del Departamento de Cundinamarca)
OPES	Coordination Office for Prevention and Attention of Emergencies (Oficina de Coordinación para la Prevención y Atención de Emergencias)
OPVs	Popular Housing Organizations (Organizaciones Populares de Vivienda)
OSHA	Safety and Occupational Health Association
PBOT	Basic Territory Ordering Plan (Plan Básico de Ordenamiento Territorial)
PBX	Phone Box
PCM	Project Cycle Management
PGA	Peak Ground Acceleration
P.M.U.	Unified Control Post (Puesto de Control Unificado)
PNC	National Contingency Plan (Plan Nacional de Contingencia)
POT	Territorial Ordering Plan (Plan de Ordenamiento Territorial)
PS	Information Processing System
PSI	Pound per Square Inch
PSM	Process Safety Management
RPM	Risk Management Plan

RSS	Social Solidarity Network
S.A.	Public Limited Company (Sociedad Anónima)
SAE	Society of Automobile Engineers
SAMU	Service for Medical Attention of Urgencies (Servicio de Atención Médica de Urgencias)
SDE	Spatial Data Engine
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDPAE	Districtal System for Prevention and Attention of Emergencies (Sistema Distrital para Prevención y Atención de Emergencias)
SEAOC	Structural Engineers Association of California
SENA	National Service of Vocational Training (Servicio Nacional de Aprendizaje)
SIRE	Information System for Risk Management and Attention of Emergency (Sistema de Información para el Manejo y Atención de Emergencias)
SISBEN	Selection System of Beneficiaries for Social Programs (Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales)
SMLM	Monthly minimum legal salary (Salario Mínimo Legal Mensual)
SNPAD	National System for the Prevention and Attention of Disasters (Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres)
SPT	Standard Penetration Test
SQL	Structured Query Language
SUME	Unified System for Emergency Handling
SURATEP	Professional Risks Administrator of South American Insurances
STF	Colombian Society of Railway Transport (Sociedad Colombiana de Transporte Férreo)
STFO	West Colombian Society of Railway Transport (Sociedad Colombiana de Transporte Férreo del Occidente)
STT	Secretary of Transit and Transportation (Secretaria de Tránsito y Transporte)
TELECOM	National Company of Telecommunications (Empresa Nacional de Telecomunicaciones)
TLV	Threshold Limit Value
TOAD	Tools for Oracle Application Development
U.K.	United Kingdom
UBA	Basic Unit of Attention (Unidad Básica de Atención)
UBC	Uniform Building Code
UHF	Ultra High Frequency
UN	United Nations
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNDP	United Nation Development Program
UPA	Primary Unit of Attention (Unidad Primaria de Atención)
UPES	Unit for the Prevention and Attention of Emergencies (Unidad para la Prevención y Atención de Emergencias)
UPZ	Unit of Zone Planning (Unidad de Planeamiento Zonal)
USAID	United States Agency for International Development
USEPA	United States Agency for Environment Protection
UVR	Unit of Monetary Adjustment (Unidad de Valor Real)
VIS	Social Interest Housing (Vivienda de Interés Social)
VHF	Very High Frequency

コロンビア国ボゴタ首都圏防災基本計画調査

要 約

1. 調査の背景と目的

本報告書はコロンビア国ボゴタ首都圏の防災基本計画を取りまとめている。

本調査の対象地域はボゴタ市およびクンディナマルカ県の8都市(ラカレーラ、チア、コタ、フンサ、ファカタティバ、マドリッド、モスケラおよびソアチャ)で構成されている(図-1参照)。調査対象地域の面積および人口はそれぞれ1,949km²および699万人(2000年人口計画)である。ボゴタ市は特別市であり、国の首都およびクンディナマルカ県の県庁所在地である。近年ボゴタ市は急激に大きくなった。1951年には人口僅か67万人であったが、2000年の推定人口によると、643万人に増加している。この急速な都市人口の増加に伴い、市街地域は隣接するクンディナマルカ県の8都市地域に拡大している。

当地域は、都市地域の急激な開発に伴い、地震、地すべり、洪水および化学工場災害等、様々な災害の危険が顕在化している。国、ボゴタ市およびクンディナマルカ県は、1990年代の始めから防災体制の整備を進めてきた結果、既に地すべり、洪水災害については、防災体制が出来ているが、地震防災の体制整備が遅れている。

当地域は、MSK震度：以上の地震は、過去100年に3回(1917、1923、1967)記録されており、地震に対する備えが必要である。コロンビア国は、1984年より建物の耐震化を進めているが、ボゴタ首都圏の建物およびインフラ・ライフライン施設の耐震化は遅れており、特に建物(約95万戸)の耐震強化が遅れている。首都圏に大地震が発生すれば、建物の倒壊、落橋等により、悲惨な状況になることが予想される。しかし、政府機関、非政府機関および住民の防災意識は低く、地震災害に対処するためには、ボゴタ首都圏の政府機関、非政府機関および地域社会の防災体制を整備し、都市の耐震化を推進するために、防災意識の普及、防災意識の高揚が課題である。

上記の認識を基にコロンビア政府は日本政府に対し「ボゴタ首都圏の防災基本計画調査」の要請を行った。国際協力事業団は、現地に事前調査団を派遣、2000年11月27日、ボゴタ市防災・緊急対応局(DPAE)、クンディナマルカ県防災局(OPAD)およびコロンビア国際協力庁(ACCI)とS/Wの署名・交換を行った。

本調査は以上の背景を踏まえ、下記を目的としている。

- (1) ボゴタ首都圏の防災計画の策定。
- (2) 調査実施を通し、カウンターパートへの技術移転をはかる。

国際協力事業団は、(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル・応用地質(株)共同企業体からなる調査団による本格調査を2001年4月から2002年3月に実施した。

調査期間中、防災対策および災害情報管理ツールとして、下記のゾーニングをベースにしたデータベース(ORACLE, Arc/Info)を構築し、基本データおよび情報を整備した。

地域	郊外地域	都市地域	ゾーンの数
ボゴタ市	村境界	バリオ(Barrio)	950
クンディナマルカの8都市	村境界	セクター(Sector)	110
			合計 1,060

基本データおよび情報を収集した主な機関は以下に示す：

データの種類	データのタイプ	データ入手先(機関)
地震	地震データ	INGEOMINAS
人口	ボゴタ市 クンディナマルカ県8都市	市計画局(DAPD) 各都市および国計画局(DANE)
建物	ボゴタ市 クンディナマルカ県8都市	ボゴタ市 Cadastral Department IGAC
基盤施設・ライ フライン施設	道路および橋梁 水道施設および配水網 電信網 ガス供給網 電力供給網	IDU EAAB CAPTEL GAS NATURAL CODENSA
その他	オープンスペース 公共施設(消防, シビルデフェンス, 赤十字, 警察, 軍, 病院および教育施設)	IDRD 消防, シビルデフェンス, 赤十字, 警察, 軍, 保健局, 教育局その他

地震被害によるボゴタ首都圏の住民の生命・財産を守るために、ボゴタ首都圏の耐震強化は不可欠であり、地震災害対策の基本対策として下記について検討した。

- (1) 防災体制の整備
- (2) 都市施設の耐震強化
- (3) 緊急対応策の整備
- (4) 防災意識の普及・高揚

なお、調査期間中にワークショップ(1)および(2)ならびにセミナー(1) および(2) を実施した。

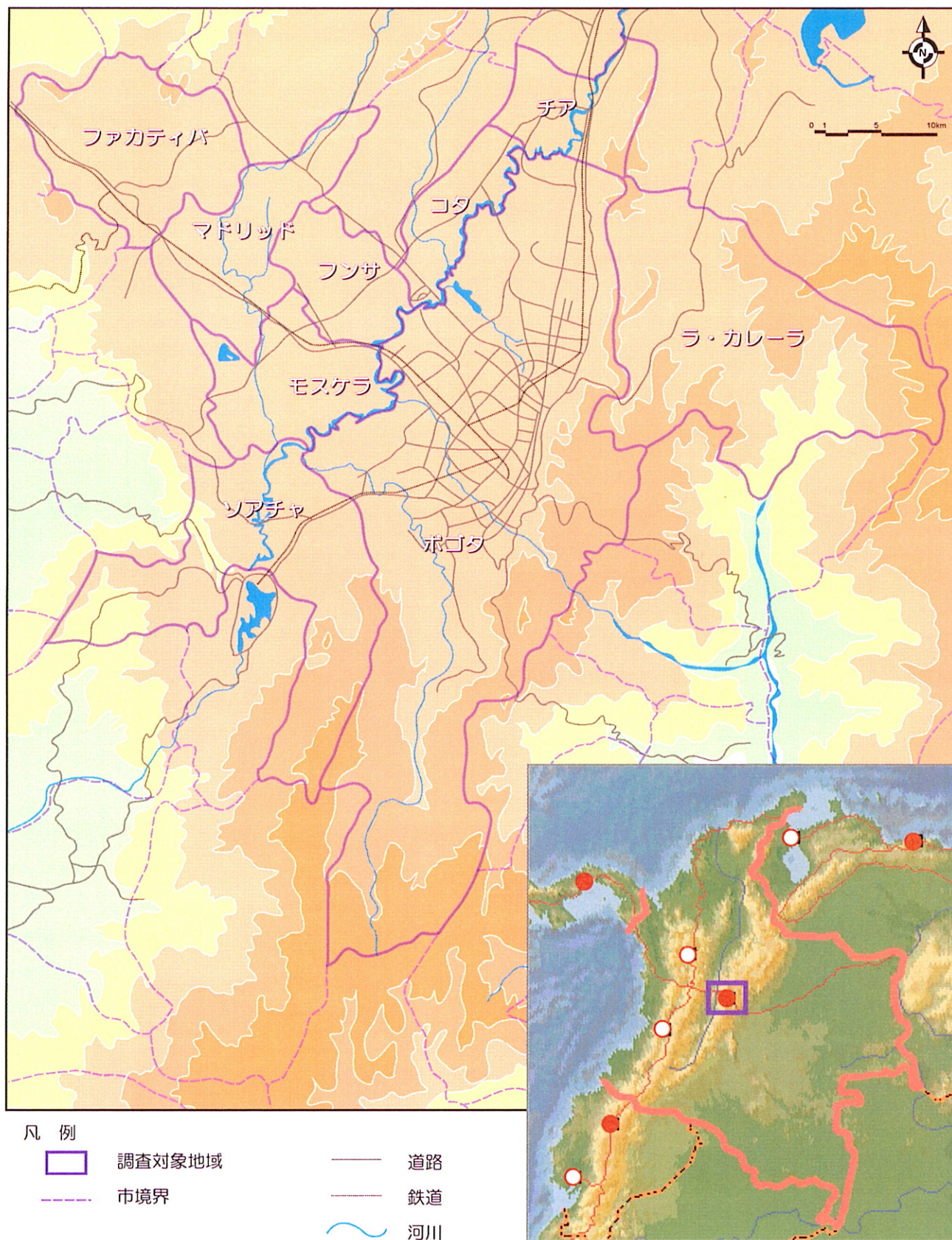


図-1 調査地域

2. 調査地域の災害と脆弱性

2.1 地震

1) コロンビアの地震観測および地震記録

コロンビア国の地震記録は 1566 年より記録がある。1922 年に観測機器による地震観測を開始、1952 年には観測機器網を整備している。1993 年に国家地震観測をスタートし、現在、全国の地震観測所は 89 ヶ所、クンディナマルカ県には 11 ヶ所である。

クンディナマルカ県の自然災害記録（1923-1997）によると、県内および調査地域の地震災害はそれぞれ 68 回、34 回起きている。地質・鉱山科学研究所（INGEOMINAS）の報告によると、ボゴタ地域では MSK 震度：VII 以上の地震が、1600 年以降 7 回発生している。

表 - 1 調査地域で発生した主要な地震

年	月	日	緯度	経度	最大震度	ボゴタの震度	震央
1616	2	--	5.00	74.00	VII		Cajica
1644	1	16	7.40	72.70	IX	VI	Pamplona
1644	3	16	4.50	74.00	IX		Chipaque
1646	4	3	5.70	73.00	VIII		Sogamoso
1743	10	18	4.40	73.90	VIII	VII	Paramo de Chingaza
1785	7	12	4.70	73.80	IX	VIII	Paramo de Chingaza
1826	6	17	4.80	73.90	VIII	VII	Sopo
1827	11	16	1.90	75.90	X	VIII	Timana
1917	8	31	4.26	74.15	IX	VIII	Paramo de Sumapaz
1923	12	22	4.40	73.20	VIII	VII	Paratebueno
1924	1	7	4.70	73.50	VIII		Gachala
1928	11	1	5.50	71.50	VII		El Milagro
1967	2	9	2.93	74.00	IX	VII	Los Cuachos
1967	7	29	6.84	74.09	VIII	VI	Chucuri

出典：Microzonificación sísmica de Bogotá city, INGEOMINAS, 1997

2) 調査地域の予想地震危険レベル

コロンビア地震技術者協会（AIS）は、1996 年に全国を 9 区分した耐震建築用地震危険地図を作成している。ボゴタ首都圏は予想地震危険レベル 5（中程度）の地域に該当しており、ボゴタ市を含む地域で考えるべき基盤加速度は 0.2 g としている。

2.2 地すべり

1) クンディナマルカ県の75年間の自然災害記録(1923-1997)によると、斜面災害は121回発生しており、自然災害死傷者の82%を占めている。また、ボゴタ首都圏における1996-2001年の斜面災害調査によると、斜面災害は404件発生している。斜面災害は「地すべり(landslide)」、「落石・崩壊(fall)」、「斜面流動(flow)」に区分され、それぞれ283件、82件、39件発生している。

2) 地すべり危険箇所は、ボゴタ市東部・南部に多く分布しており、採石場跡地および急斜面に開発された住宅地に位置するものが多い。

既存資料および現地調査により、423ヶ所の地すべり危険斜面を抽出した。現地調査に当り、事前に空中写真(1993、1994、1996、1997および1998年撮影)の判読、ならびに衛星写真(2001年3月撮影)を基に、1998年以降の土地利用、植生、地すべり発生の有無を判別した。

今後の対応を左右する危険度区分はボゴタ市防災・緊急対応局(DPAE)の調査資料および現地調査により評価した。評価基準は、表-2に示されるように、回避行動の緊急性を優先判断項目とし、想定される保全対象の数や被害の発生規模を副次的項目とした。これらの組み合わせによって、表-2の注釈に示す3つの対応を前提とした災害危険度区分を実施した。なお、評価に当っては、ボゴタ市防災・緊急対応局(DPAE)の地すべり防止計画の進捗についても考慮した。以上を加味した危険度区分評価の結果を表-3に示す。

表 - 2 斜面災害危険度区分判断要素

回避行動の緊急性 (優先項目)		災害の規模 (副次項目)	
		保全対象が複数あるいは被害が甚大なもの a	保全対象が1つあるいは軽微であるもの b
即刻(即日)	A	Aa:Grade-1	Ab: Grade-1
数日の余裕	B	Ba:Grade-2	Bb: Grade-3

Note:

Grade-1: 人命保護が構造物対策ないしは困難な場合には移転等の対応が必要な箇所、回避行動によっても人命保護が根幹な(回避が間に合わないため)箇所

Grade-2: 人命保護が構造物対策ないし回避行動によってなしえる箇所、

Grade-3: 人命保護が回避行動によってなしえる箇所

表 - 3 地すべり危険地域の危険度区分

市/都市	危険度区分			合計
	Grade 1	Grade 2	Grade 3	
ボゴタ	77	50	245	372
チア	0	1	3	4
コタ	2	2	2	6
フンサ	0	0	0	0
モスケラ	2	1	0	3
マドリッド	1	0	1	2
ファカタティバ	2	3	2	7
ソアチャ	8	9	4	21
ラカレーラ	2	2	4	8
合計	94	68	261	423

2.3 洪水

1) 調査地域現況

調査地域は概ねボゴタ川上流域に属している。ボゴタ川本川はボゴタ市の西側境界を流れている。その勾配は 1/5,000 以下の緩流で、流域面積はソアチャ下流の Alicachin ゲート（発電取水）地点で 4,400 km²である。水文条件は、雨期が 4 - 6 月、9 - 11 月と年 2 回あり、年降雨量は平均 960 mm であるが、地域により 500mm - 1,500 mm と幅があり、下流域に当る南西部で少なく、水源地域に当る南東部および北西部で多くなっている。洪水は頻度・被害共に少ないが、調査地域の各市が洪水（多くは排水・内水）問題を抱えている（表 - 4 参照）。

ボゴタ川は多数の機関が関与しているが、河川および河川流域を総合的に管轄している機関は無い。ボゴタ川の左岸側（東側、ボゴタ側）はボゴタ市およびボゴタ市上下水道会社（EAAB）、右岸（西側）はクンディナマルカ地域自治会社（CAR）クンディナマルカ県および関連各都市が関係している。しかし、ボゴタ川流域の水利用、水質、洪水対策等の現状を考慮すると、流域の水資源（量・質）を総合的に管理する体制の整備が必要である。

表 - 4 調査地域の洪水および内水問題

	問題の原因			備 考
	ボゴタ川本川	ボゴタ川支川	排水施設不備	
ボゴタ	Yes	Yes	Yes	1976 年以降ボゴタ川本川の氾濫はない
チア	Yes	No	Yes	フリオ川改修前は問題あり
コタ	No	No	-	
ファカタ ティバ	Yes (Rio Botello)	No	Yes	通水断面不足と低地の住宅開発が浸水問題を起こしている
フンサ	No	No	Yes	問題はボゴタ川への排水困難
ラ カレー ラ	No	Yes (Qda. Toma)	No	トマ川の浸水問題は、トマ川の不適切な河道整備が原因
マドリッド	No	No	-	
モスケラ	Yes	Yes	Yes	ボゴタ川沿い低地の不法建築が原因
ソアチャ	No	Yes	Yes	1998 年にボゴタ川の氾濫の報告がある、河川堤防が被害を受けている

2) 洪水危険地域および被害人口

(1) ボゴタ市

ボゴタ市の土地利用計画(POT)の洪水危険地域図は、現状の河道および土地利用をベースに、2000年に防災・緊急対応局(DPAE)が「洪水危険地域ゾーニング調査」(1999-2000)を行い10年、100年生起確率の洪水危険地域図を作成している。ボゴタ川流域の洪水被害危険地域は、主にボゴタ川およびボゴタ市を流れる左支川沿いの低地に開発された住宅地域が該当している。地形および現地調査により見直しの結果、これはボゴタ市の洪水危険地域を概略示している。しかし、今後、洪水危険地域の開発、土地利用の高度化に伴い、更に詳細な洪水危険地域のゾーニングが必要となる。

なお、ボゴタ市東側の山麓斜面から多数の急流河川が市街地に流入しており、市内排水路を形成している。過去の洪水、土石流等の記録は明らかではないが、地形条件から判断し、水文条件によってはフラッシュ洪水および土石流発生の危険の可能性がある。

洪水危険地域の被害面積および被害人口を推定すると、それぞれ6,760 ha、496,800人(被災家族数：83,900世帯)である。詳細は以下の表 - 5、および表 - 6に示す。

表 - 5 洪水危険地域 (ボゴタ市)

影響地域	洪水氾濫地域 (ha)
高危険ゾーン	2,300
中危険ゾーン	3,500
低危険ゾーン	960
合計	6,760

出典: JICA Study

Note: 1. 高危険ゾーン: 洪水規模 (10年確率) 以下の洪水氾濫地域
 2. 中危険ゾーン: 洪水規模 (10-100年確率) による洪水氾濫地域
 3. 低危険ゾーン: 洪水規模 (100年確率) による洪水氾濫地域

表 - 6 被害人口および家族数 (ボゴタ市)

影響地域	影響家族数	影響人口数
高危険ゾーン	16,200	84,400
中危険ゾーン	46,900	284,100
低危険ゾーン	20,800	128,300
合計	83,900	496,800

出典: JICA Study

(2) クンディナマルカの 8 都市

クンディナマルカ 8 都市の各 POT に示されている洪水危険地域図は、過去の洪水記録をベースに作成しており、洪水解析は実施されていない。防災の観点から、将来、洪水解析と洪水危険地域の評価を実施する必要がある。

クンディナマルカ県の各都市の洪水危険地域図により、洪水危険地域および被害人口を推定するとそれぞれ 4,050 ha および 118,430 人(16,015 家族)である。

詳細は表 - 7 および表 - 8 に示す。

なお、推定洪水危険地域および被害人口にはソアチャ市の Terreros ダムの決壊による想定氾濫危険地域が含まれている。

表 - 7 洪水危険地域 (クンディナマルカの 8 都市)

都市名	洪水氾濫地域 (ha)	影響地域の率 (%)
チア	520	6.5
コタ	920	17.2
ファカタティバ	210	1.3
フンサ*1	80	1.1
ラ カレーラ	1,320	4.2
マドリッド	-	-
モスケラ*1	20	0.2
ソアチャ	980 *2	5.3
合計	4,050	

出典: JICA Study

*1: POT には洪水データが含まれていないため、周辺の洪水データを使用した。

*2: ソアチャの数字には Terreros ダム決壊による洪水危険地域、被害人口が含まれている。

表 - 8 被害人口および家族（クンディナマルカの 8 都市）

都市名	影響家族数	影響人口数	影響人口率
チア	860	3,140	4.8
コタ	410	1,610	10.7
ファカタティバ	2,450	16,520	18.3
フンサ	10	40	0.1
ラカレーラ	120	440	1.9
マドリッド	-	-	-
モスケラ	5	20	0.0
ソアチャ	12,160 *	96,660 *	17.6
合計	16,015	118,430	

出典: JICA Study

ソアチャの氾濫地域は Terroros ダム決壊による影響地域を含めている

2.4 産業施設

1) 産業施設

ボゴタ市の産業施設調査は、防災・緊急対応局（DPAE）が実施した「産業災害調査」（産業施設：1,800）により、8都市の産業施設は、今回の調査で実施した「産業施設調査」（産業施設：400）を基に検討した。

ボゴタ市の産業施設の分布はプエンテ アランダ、フォンティボン、ケネディ、エンガティバ、及び、バリオス 及びウニドスに比較的多く分布している。比較的低い率でウサケン、ロス マルティレス およびスバの各区に分布しており、これら 8 区が全体の 78%、中でもプエンテ アランダが 23%を占めている。およそ 80%の産業施設は小規模工業である。これまでの大半の緊急事態は、液体およびガス燃料の輸送、一般の化学物質の運搬、廃棄物の処理等に関連した作業中に発生している。

2) 1979 to 1998 のボゴタ市の産業施設事故

こぼれ（Spill）、もれ（Leak）、火災および爆発に関連する産業事故は 204 回発生し、そのうち 109 回が火災である。災害発生頻度および影響から、最も危険性が高い物質は、火薬、プロパン、ガソリン、アンモニア、溶剤、天然ガス、塩化物および塩酸である。

3) 1989 to 2001 のクンディナマルカ 8 都市の産業施設事故

ガス状化学物質の「漏れ」、発火性の化学物質の「こぼれ」に関連する産業施設事故が 25 回発生している。しかし、爆発や火災の発生は比較的少なかった。最も事故発生頻度が高いのは、ソアチャ市でありフンサがそれに次いでいる。

2.5 社会経済条件

1) コロンビアおよび主要都市の人口増加

コロンビアの人口は 1951 年以降コロンビアの人口は年率 2 - 3% で増加している。主要都市の中で、ボゴタ市は、最も高い人口増加率を示しており、2000 年の人口はコロンビア国人口の 15.3% を占めている。

表 - 9 コロンビアおよび主要都市の人口増加状況

	人口				人口成長率		
	1951	1985	1993 93年調整データ	2000 想定	1951-1985	1985-1993	1993-2000
コロンビア	11,454,760	30,062,207	37,145,322	42,209,299	2.88%	2.68%	1.84%
ボゴタ市	676,099	4,447,601	5,355,979	6,437,842	5.70%	2.35%	2.66%
バランキージャ	302,046	1,156,320	1,090,618	1,276,540	4.03%	-0.73%	2.27%
カリ	304,012	1,674,054	1,847,176	2,087,758	5.15%	1.24%	1.76%
メデジン	413,933	2,050,001	1,834,881	2,043,585	4.82%	-1.38%	1.55%

出典: Projection of Population by the area for Municipalities, Colombia 1995-2000, DANE

2) 調査地域の人口分布

ボゴタ市の各区およびクンディナマルカ 8 都市の人口および人口密度 (2000 年) は下表に示す。最も多くの人口を抱える行政区はケネデイ: 912,781 人, エンガティバ: 749,068 人, スバ: 706,528 人 であり、高い人口密度を示す行政区は、ボゴタ市の南部に位置するラファエル ウリベ: 286.03 (人/ha)、サンクリストバル: 271.27 (人/ha)、シウダボリバル: 275.54 (人/ha)、何れもボゴタ市の行政区である。

表 - 10 ボゴタ市の各区の人口および人口密度 (2000年)

区名	人口 (in 2000)	市街地域 (Ha)	人口/Ha
1 ウサケン	421,320	4,277.07	98.51
2 チャピネロ	122,991	1,349.39	91.15
3 サンタ フェ	107,044	662.05	161.69
4 サン クリストバル	455,028	1,677.40	271.27
5 ウスメ	244,270	2,220.35	110.01
6 トウンフェリト	204,367	1,062.33	192.38
7 ボサ	410,099	1,930.11	212.47
8 ケネディ	912,781	3,786.16	241.08
9 フォンティボン	278,746	3,323.03	83.88
10 エンガティバ	749,068	3,612.27	207.37
11 スバ	706,528	9,139.60	77.30
12 バリオス ウンドス	176,552	1,190.35	148.32
13 テウサキジョ	126,125	1,419.32	88.86
14 ロス マルティレス	95,541	650.67	146.83
15 アントニオ ナリニョ	98,355	493.74	199.20
16 プエンテ アランダ	282,491	1,723.13	163.94
17 ララ カンデラリア	27,450	164.14	167.24
18 ラファエル ウリベ	384,623	1,344.71	286.03
19 シウダ ボリバール	575,549	2,088.78	275.54
合計	6,378,928	42,114.60	151.47

出典: DAPD Poblacion, estratificacion y aspectos socioeconomicos de Bogotá city

表 - 11 8都市の人口および人口密度(2000年)

	都市名	都市人口(2000年)	都市地域 (ha)	人口密度
1	チア	56,522	722	78.29
2	コタ	6,665	138	48.30
3	ファカタティバ	82,409	698	118.06
4	フンサ	47,670	542	87.95
5	ラカレーラ	15,637	94	166.35
6	マドリッド	44,485	593	75.02
7	モスケラ	24,227	1,074	22.56
8	ソアチャ	278,665	2,163	128.83

出典: Population by the DANE Projection for Municipalities 1996-2005

3) 経済条件

(1) 国内総生産 (GDP)

1999年の国内総生産および国民1人当たりのGDPはそれぞれ、72,357,004 Million コロンビアン ペソ (COP)、1,739,810 COPである。1970年以降のGDPおよびPer Capita GDPは以下の表に示す。

表 - 12 コロンビアの国内総生産（GDP）の変化

(1994年固定価格)

年	国内総生産		一人あたりの GDP	
	万コロンビアペソ	成長率	万コロンビアペソ	成長率
1970	23,864,764	-	1,115,401	-
1973	29,057,029	6.78%	1,231,057	3.34%
1975	31,440,432	4.02%	1,254,283	0.94%
1978	37,201,189	5.77%	1,367,332	2.92%
1980	40,804,622	4.73%	1,427,609	2.18%
1983	42,792,602	1.60%	1,400,749	-0.63%
1985	45,600,609	3.23%	1,433,534	1.16%
1988	52,913,800	5.08%	1,571,152	3.10%
1990	57,063,451	3.85%	1,634,273	1.99%
1993	63,821,419	3.80%	1,734,761	2.01%
1995	71,046,217	5.51%	1,843,363	3.08%
1998	75,412,448	2.01%	1,847,130	0.07%
1999	72,357,004	1.84%	1,739,810	-5.62%

出典: Colombia Statistics 1993-1999 DANE and DANE website

(2) 地域総生産（GRDP）

ボゴタ市の地域総生産（GRDP）は、1970年代から1980年代にかけて、年平均約7%で伸びている。1980年代の中期に一時、成長率は下降したが、その後再び5%以上の伸び率を示している。1995年の地域総生産は16,665,172 Million COP、これは国内総生産の約25%に当る。

表 - 13 ボゴタの地域総生産

100万コロンビアペソ(1994年固定価格)

年	総 GDP	年平均成長率 Avg Annual Growth Rate
1970	4,492,097	-
1975	6,349,231	7.17%
1980	8,445,638	5.87%
1985	9,496,560	2.37%
1990	11,971,082	4.74%
1995	16,665,172	6.84%

出典: Historic Statistics Santa Fe de Bogotá 1950-1999, department of planning, Bogotá city

4) 社会経済階層指標（Estrato）

(1) エストラートの考え方

エストラートは都市住居地域の指標であり、エストラート - 1（最低）からエストラート - 6（最高）まで6階層に区分されている。階層区分は、1995年に"Stratification Program"で計画され、国家計画局（DNP）の指導の基に、ボゴタ市計画局（DAPD）および他の市でも実施している。1996年後、各市は見直しを実施し、ボゴタ市も一部訂正を実施している。

エストラートは、DNP が出した階層モデルをベースに、全国の都市が適用している。エストラートは下記の4タイプがある。

- タイプ ポゴタ： ポゴタ市のみ適用、
- タイプ 1： 人口20万人以上の市に適用
- タイプ 2： 人口20万人までの市に適用
- タイプ 3： 人口5千人までの市に適用

各モデルにより評価内容が若干異なるが、結果的にはモデル間の差は大きくない。

エストラートの階層区分は基本的には、1．土地利用、2．住宅計画、3．建築材料、4．土地利用密度、5．公共スペースの質、6．住宅の劣化の程度等について、DNP が定めた方法による現状評価による。

(2) エストラートの分布

調査地域で最も高いエストラートはポゴタ市の中北部、チャピネ口の大部分、スバの一部地域、に設定されている。エストラート - 6地域の周辺およびバリオス ウニドスはエストラート - 5地域に設定されている。ポゴタ中央から南部は主にエストラート - 3およびエストラート - 2が分布している。クンディナマルカの8都市は、DNP の階層区分によると、主にエストラート - 2に該当する。

(3) エストラートと公共料金

公共料金の設定はエストラートが考慮される。主な考えはエストラート - 5およびエストラート - 6の住民が、エストラート - 1およびエストラート - 2の住民をカバーすることだが、基本的にはエストラートレベルと月使用料の組み合わせに基づいている。料金はポゴタ市上下水道会社（EAAB）、ポゴタエネルギー会社（EEB）、ポゴタ電話通信会社（ETB）等サービス会社が直接徴収する。

2.6 建物および主要基盤施設の分布

1) 建物

(1) 建物タイプ

ポゴタ首都圏の建物データは土地台帳データを基本にしている。建物の総数は95.6万棟（ポゴタ市：82.8万棟、8都市：12.7万棟）その内7.6万棟は建物タイプが不明となっている。建物タイプとその数は下表に示す。

表 - 14 建物タイプと棟数

建物タイプ	数量	%
木およびプレハブ	49,088	6
レンガ積み	777,347	88.4
鉄筋コンクリート	53,189	6.0
小計	879,624	100
不明	76,367	
合計	955,991	

レンガ積み構造は、主に集合住宅建物と同時に1戸建住宅と同時に病院、学校、ホテル、事務所、その他多数に建物に使用されている。これらレンガ積み建物には多数の無筋のレンガ積み建物が含まれている。また、特にエストラート - 1 およびエストラート - 2 の低い階層地域には多数の不法建築物が分布している。

地域の建物タイプは木造/プレハブ、レンガ積構造、鉄筋コンクリート構造に分れるが、レンガ積構造が88%と建物の大半を占めている。鉄筋コンクリート構造は僅か6%である。レンガ積構造は鉄筋補強の建物もあるが、低いエストラート(1、2、3)地域の建物は、耐震性が低いアドベ、プレハブおよび粗悪なレンガ積構造の建物が大半を占めている。1999年のキンディオ地震においては、同種建物の大半は倒壊しており、建物の耐震化が、当地域の地震被害防止・軽減上の最大且つ緊急の課題である。

(2) コロンビアの耐震地対応

A. 1983年法律11および1984年法令1400

コロンビアの耐震対応は、1983年のポパヤン地震(震度:5.5、死者:241、負傷者:1,500)を契機に、1984年から耐震設計基準等の整備を進めている。1984年以前は、建物の設計・施工の耐震に関する法律上の規制は無かった。経験の深い技術者は、一般の設計・施工の指針にアメリカの建築規定(UBC: Uniform Building Code)を、耐震設計の指針にはSEAOC code (Structural Engineers Association of California)を用いていた。1983年の終わりに、耐震設計に関する法律が発表され、1984年法令1400(Codigo Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes)が公布された。1984年以降、建築関連の規定が公布されている。

B. NSR-98

1997年に建物の耐震設計・施工に関する法律が改正され、その後1999および2000年に法令が出されている。これらの法令・規定はコロンビア地震技術者協会(AIS)によりNSR-98(Colombian Regulations for Earthquake Resistant Design and Construction)として取りまとめられている。法令によれば、人口10万人以上の都市は「マイクロゾーニング調査」を実施、耐震設計・施工規則を定めることを義務付けられている。ボゴタ市の対応は1994-1997に「マイクロゾーニング調査」を実施している。

最も新しい法令は「マイクロゾーニング調査」結果に基づき、2001年1月に「耐震設計・施工規定」を改訂し、建物の修繕、強化および修復を規定している。

なお、クンディナマルカ県の8都市については、ソアチャ市が「人口10万人以上の都市」に該当しているが、「マイクロゾーニング調査」はまだ実施されていない。

C. 状況

地域の建物の現状は耐震対応が出来ていないものが多い。公共建物は1984年以前に建設されたものが多く、地震災害時の防災拠点となる公共建物の多くは耐震性が不足している危険性が高く、緊急対応に必要な戦略的建物、行政機能維持に必要な行政府の建物は、早急に耐震診断および耐震工事を進めることが必要である。既に、学校・病院について、耐震診断が実施されているが、耐震工事の実施が遅れている。調査期間中にボゴタ市およびクンディナマルカ8都市の建物（病院、学校、事務所、住宅）について、それぞれ14箇所および27箇所について実施した予備的耐震調査結果によると、一部建物を除き、耐震補強工事の必要性が認められている。

コロンビアおよびボゴタの耐震設計および耐震施工の規定は、ある程度良く整備されており、アメリカ合衆国および日本で考慮されている項目は、概ね含まれている。しかし、設計用の地震力が小さいという根本的課題がある。

現在の建築基準は下記の諸点の検討・見直しが必要である。

a) 現地の状況を考慮したレンガ積み構造物の設計・施工指針

レンガ積み構造物の指針は現地の状況に合わせ見直しが必要である。例えば、規定されているレンガ積みの壁の最小厚（約100mm）は耐震を考慮し再考が必要である。日本では無筋のレンガ積み構造物は禁止しており、1階建てレンガ積み壁の最小厚は150mmである。

b) 建築許可の審査機能の向上と施工中・施工後の現地確認制度の導入

コロンビアでは建物の施工前に設計者はCURADURIA URBANA（建築許可事務所）に設計書を提出、建築許可をとることになっているが、建築施工中および施工後の現地確認制度がない。アメリカおよび日本では、建物の品質を保証するために、施工中および施工後の確認制度がある。耐震設計の徹底と確認制度を緊急に導入すべきである。また、現在ボゴタ市のCURADURIA URBANAは5ヶ所あり、審査件数は年間約5,000件程度都と、新規建築需要20,000-30,000棟/年に比べ少なく、審査能力の向上が必要である。

c) 違法建築の規制

ボゴタでは、正式の設計に基づかない不法建築が多数存在しており、1984年以降も増加している。大半の不法建築は耐震性に欠けており、地震時は非常に大きな地震被害が予想されている。

d) 既存建物の耐震補強

既存建物の耐震補強は緊急である。実施面からみると、現在の耐震指針は、耐震設計の必要性は記載しているが、具体的な耐震補強方法については記述していない。

(3) 公共建物

調査は戦略的建物および施設として、官庁建物、防災関連建物、輸送関連施設、貯蔵関連施設、避難所関連建物について調査した。結果は下表に示す。

表 - 15 公共建物および施設

ローカリティ	防災組織							交通		貯蔵場所		避難所施設			
	ローカリティ事務所	省	警察	シビルディフェンス	消防	赤十字	病院及びクリニック	軍	空港	バスターミナル	物資保管所	食料保管所	公共学校(初等・中等)	幼稚園	公園及び空地
ボゴタ市内															
1 ウサケン	1		1		1		9	2					32	7	246
2 チャピネロ	1		2	1	1		9						11	3	133
3 サンタフェ	1	5	4	1			2						18		71
4 サンクリストバル	1		1	1	1		7	1					64	3	194
5 ウスメ	1		1		1								64	11	154
6 トウンフェルト	1		1		1		2	1					24	5	58
7 ボサ	1		1		1		1						34	12	187
8 ケネディ	1		1		1		3					1	70	8	494
9 フォンティボン	1	1	2	1	1		1		1	1			19	1	132
10 エンガティバ	1		2	6	2	2	3						61	3	508
11 スバ	1		1	1	2		1						42	10	319
12 アントニオ ナリニョ	1		1										26	4	109
13 テウサキジョ	1	4	3	3			9	1			1		4		119
14 ロスマルティレス	1		1	2	1		4						15	1	47
15 アントニオ ナリニョ	1	3	1		1		1						12		54
16 プエンテアランダ	1		2	2	1	1		2					33	3	284
17 ラカンデラリア	2	7	1	1	1								7		15
18 ラファエルウリベ	1		1	1			2						53	5	212
19 シウダボリバル	1*		1				1						69	10	263
小計	20	20	28	20	16	3	55	7	1	1	1	1	658	86	3,599
8都市内															
チア	1		1		1	2	7						29		17
コタ	1		1				1						9		
ラ カレーラ	1		1	1			1						9		
ファカタティバ	1		1	1	1	2	7						17		18
フンサ	2		1	1	1		3						15		20
マドリッド	1		2				4	1					25		29
モスケラ	1		1		1		3						19		26
ソアチャ	2		6	1	1	1	13						32		12
小計	10	0	14	4	5	5	39	1	0	0	0	0	155	0	122
調査対象地域合計	30	20	42	24	21	8	94	8	1	1	1	1	813	86	3,721

出典: JICA Study Team

2) 主要基盤施設

(1) 概要

基盤施設は道路、橋梁、空港および鉄道について調査した。防災上の主要施設として道路・橋梁について述べる。

(2) 道路管理者

運輸省はボゴタ市外の国道を管理している。これら国道の建設・維持管理は運輸省の下部組織の INVIAS (Institute Nacional de Vias) が担当している。ボゴタ市ではボゴタ市内の全ての道路を市が管理しており、ボゴタ都市開発機構 (Urban Development Institute : IDU) がその施工・維持管理を担当している。クンディナマルカの 8 都市は、各都市内の道路を管理しており、クンディナマルカ県は国道と市道の接続道路を管理している。道路・橋梁の管理機関を以下の表に示す。

表 - 16 道路および橋梁の管理機関

道路管理区分	管理機関		
	ボゴタ	クンディナマルカ	
		8 都市の市街地域	8 都市の郊外
国道	IDU		INVIAS
市道	IDU	各都市	
県道	-	-	県

(3) 調査地域の道路

ボゴタ市に接続している 4 本の幹線道路がボゴタ市の放射状道路を形成している。4 本の幹線道路は以下の通りである。

- 国道 55 号(ボゴタ市およびツンハ/ククタ/ヴェネズエラ)
- 国道 45A (ボゴタ市およびツンハ/ククタ/ヴェネズエラ)
- 国道 50 号(ボゴタ市およびマニザレス/メデジン/カリ)
- 国道 40 号 (ボゴタ市、およびヴィジャヴィセンシオ)

これらの国道はボゴタ首都圏と他地域間との主要な供給ルートとなっている。特に西部のメデジンおよびカリを結ぶ道路は食料供給の重要ルートである。

ボゴタ市内の主要道路網は環状道路 3 本と放射状道路 7 本が形成している。市中央から外に向かう放射状道路とそれを結ぶ環状道路は以下に示す。

(環状道路)

1. キト市通り (Avenida Ciudad de Quito)
2. 議事堂通り (Avenida del Congreso)
3. ボヤカ通り (Avenida Boyaca)

(放射状道路)

1. 北自動車専用道路 (Autopista del Norte)
2. 南自動車専用道路 (Autopista del Sur)
3. ヴィジャヴィセンシオ通り (Avenida Villavicencio)
4. アメリカ通り (Avenida del Americas)
5. エルドルカード自動車専用道路 (Autopista El Dorqado)
6. メデジン自動車専用道路 (Autopista Medellin)
7. スバ通り (Avenida Suba)

2次道路は市街地域の開発、産業の発展に伴い整備されている。

(4) 橋梁の分布

既存の橋梁は陸橋: 114ヶ所、河川橋: 80ヶ所および歩道橋: 165ヶ所である。陸橋はインターチェンジに伴うフライオーバーが多い。インターチェンジは、ダイヤモンド、セミクローバー、フルクローバー等のタイプがあるが、ダイヤモンドタイプのものが最も多い。IDUのデータベースを基にボゴタ市およびクンディナマルカの8都市の既存橋梁調査結果は以下の表に示す。

表 - 17 橋梁タイプと個所数

	歩道橋	橋 梁		
		陸橋	河川橋	合計
ボゴタ市	146	108	69	177
8都市	19	6	11	17
合計	165	114	80	194

(5) 橋梁設計法規

コロンビアの橋梁設計法規 (CCP-200) は 1995 年に制定された。ボゴタの地震係数は 0.2 が採用された。1995 年以前の橋梁設計は AASHTO 基準 (USA Design Code) を変更しながら実施していた。1997 年以降は、マイクロゾーニング調査の結果に基づいて、地震係数を設定している。しかし液状化については一般に考慮していない。

3) 主要ライフライン施設

ライフライン施設は上水、電気、ガス供給施設および電話施設について調査したが、防災上重要な施設として、上水施設について述べる。

(1) 上下水の管理機関

ボゴタ上下水道会社 (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá : EAAB) がボゴタ市の上水、下水および排水の責任機関である。EAAB は首都圏の独立法人である。

クンディナマルカの 8 都市は、各市の公営企業が井戸または河川を水源に給水サービスを実施している。しかし、水不足の際には、EAAB が各市に給水している。EAAB の各市への給水は、都市により 10% から 100% の差がある。

(2) 給水システム

給水システムは水源から浄水場までの送水システム（トンネルまたは鋼管： 60 - 78 インチ）と浄水場からの主要給水ネットワーク（ 12 - 36 インチ）および給水ネットワーク（ 12 インチ）に分れる。EAAB によると、管網延長：6,500 k m、配水施設：65 ヶ所（ポンプ場：31 ヶ所、貯水槽：25 ヶ所、コントロール場：9 ヶ所）。

表 - 18 主要浄水場の給水ゾーン

ゾーン	ラグーナ	ヴィテルマ	コントロール サンタフェ	南サン ディエゴ	北サン ディエゴ	パライソ	チコ	中央ゾ ーン	南部ゾ ーン	北部ゾ ーン	ソアチャ
主水源	ラグーナ 浄水場	ヴィテル マ又はサン ディエゴ 浄水場	ウサケン ポンプ 場	サン ディエゴ 浄水場	サン ディエゴ 浄水場	ウィエ スナー 浄水場	ウィエ スナー 浄水場	ウサケン ポンプ 場	ウサケン ポンプ 場	ウサケン ポンプ 場	ウサケン ポンプ 場
ボゴタ で占める 割合 (%)	8.3	10.0	4.0	3.0	1.5	2.0	3.0	1.5	15.0	45.0	7.0

出典: JICA Study Team, 2001.

表 - 19 EAAB の給水システム EAAB

システ ム	ダム の構成	貯水量 (Million m ³)	最大供給能 力 (m ³ /seg)	トンネル送 水 (Km)	パイプライン 送水 (Km) / 直径	配水先
チンガ サ	チュザ サラファエル	332	34	32	4.5 Km (60")	ウィエスナー 浄水場
ヴィ テル マ	ラレガ デラチ サカ ラトク ホス	11	1.35	No	(34") to Vitelma (20") to La Laguna	ラ ラグナ又はピテルマ 浄水場
ティ ピ トック	シスガ トミネ ネウサ アホセ トス	894	-	No	(60")	ティピトック 浄水場、 ウサケンポンプ場
サン ディ エゴ	サンフ ラン シスコ 川	No	0.14	No	(14")	サンディエゴ浄水場

出典: JICA Study Team, EAAB, 2001.

2.7 緊急保健・医療システム

1) 既存の保健・医療計画

国、クンディナマルカ県、ポゴタ市およびクンディナマルカ各市は緊急保健・医療対応計画の策定が必要だが、すでに策定しているのはポゴタ市のみである。ポゴタ市の対応計画は災害原因を「自然」と「人間活動」に伴うものに区分している。

表 - 20 ポゴタ市の災害原因

災害の種類	危険
自然災害	地震、地すべり、洪水、強風
人為的な災害	技術的、流行性、組織的、化学的

この計画は度々起きる災害について取り上げており、例えば人間活動に伴う脅威として、反乱および社会不安を、自然の脅威としてエルニーニョ現象や洪水を取り上げており、巨大地震に対する対応は含まれていない。しかし、現在の計画をベースに対応計画作成は可能である。

災害のタイプと人体への影響とには密接な関係がある。災害時に必要な保健・医療サービスの検討により、災害地域で必要となる保健・医療サービスが明らかになる。

更に、地震後のやけどや中毒、洪水後の流行病等は可能性として考慮する必要がある。特に流行病については、適切な対応処置により防ぐことができる。

災害の被害は人そのものに対するものと、社会に対するものに区分できる。地すべり、洪水および産業災害は必要な健康・医療サービス範囲が限定されるが、地震災害の影響は、下表に示すように、広範囲に渡る可能性がある。

表 - 21 災害の種類により予想される障害

被害の種類		危険による被害の範囲			
		地震	洪水	地すべり	産業災害
人身被害	1. 死亡				
	2. 負傷	2.1 重傷 & 中程度			
		2.2 軽傷			
	3. 火傷				
	4. 化学薬品中毒				
	5. 伝染病の発生				
	6. 精神疾患				
7. 排泄機能の障害					
構造被害	1. 保健施設の破壊				
	2. 住居の破壊				
	3. 給水施設				
	4. 下水施設				
	5. 廃棄物処理システム				
	6. 医療品供給の中断				
	7. 緊急自動車輸送の中断				

Note:
 保健医療対応が必要
 効果的な対策で予防が可能

2) 保健・医療サービス システム

(1) 公共保健サービス システム

公共保健・医療機関は下記に 3 レベルに区分されている。

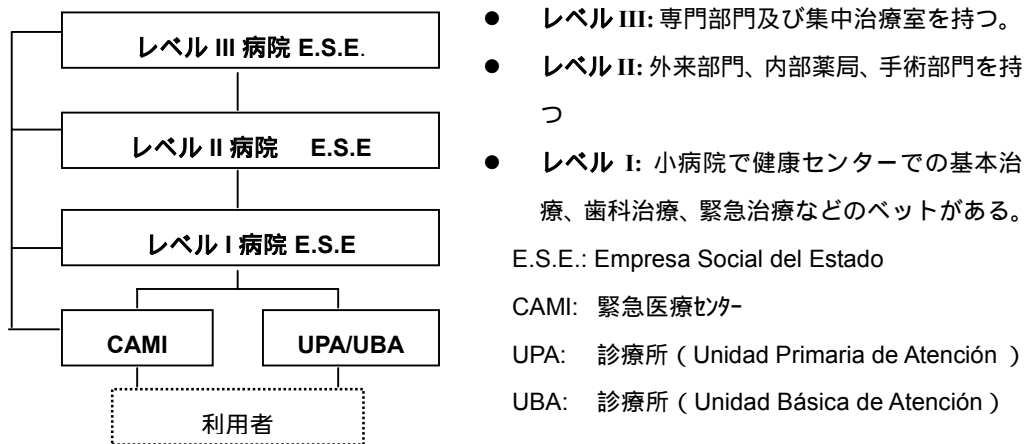


図 - 2 保健・医療システム

(2) サービス網

bogotá市保健局は市内を4つの「保健・医療サービスゾーン」に区分し、各ゾーンにレベル I の病院を1ヶ所を配置している。また、少なくとも、各区にレベルIIの病院が1ヶ所あるように設定している。

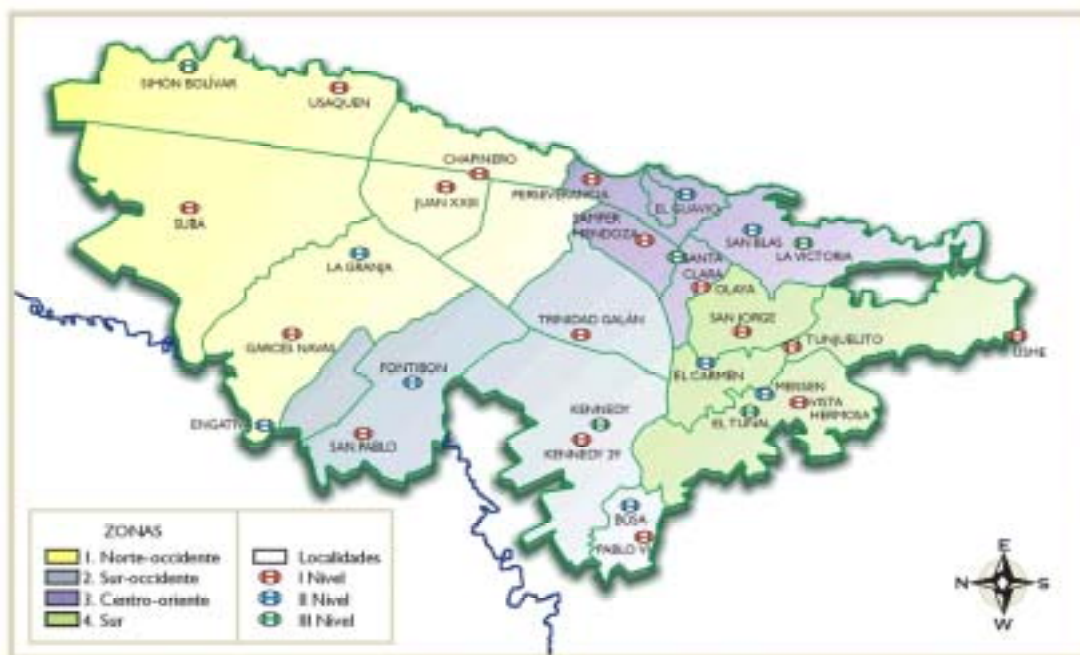


図 - 3 保健・医療システムの4ゾーン区分および病院の配置

(3) レベル別の公共病院

ボゴタ首都圏の公共病院数は39ヶ所、ベッド数2,189(緊急用ベッドは除く)である。レベルIIの公共病院は13ヶ所、ベッド数は92である。これらの13病院は、災害時の病院治療の基地となると期待される。ボゴタ市のレベルIIIの病院は、ボゴタ市のみならず、クンディナマルカ県の最高レベルの診療病院として機能している。最近の公共病院のベッド使用率は、民間診療所の60%に比べ、80 - 85%と高い率を示している。

表 - 22 レベルおよび地域別公共病院およびベッド数 (Year: 2001)

地 域		レベル III		レベル II		レベル I*	
		No.	ベッド数	No.	ベッド数	No.	ベッ ^ト 数
ボゴタ	北	1	328	3	160	6	116
	南 西	1	245	3	141	5	82
	中央 東	2	339	3	323	4	13
	南	1	165	3	157	7	120
ボゴタ 計 (a)		5	1,077	12	781	22	331
クンディナマルカ 8 都市 (b)				1	140	7	190
ボゴタ首都圏 (a) + (b)		5	1,077	13	921	29	521
クンディナマルカ計 (d)		1	258	9	1,530	67	1,271
公共病院の名前							
地 域		レベル III		レベル II			
ボゴタ	北	Simon Bolivar: 328 (ICU: 24 beds)		Engativa: 17 Granja: 51 Fusión Engativá: 92			
	南-西	Kennedy III: 245 (ICU: 23 beds)		Fontibon: 36 Fusión Fontibón: 46 Bosa: 59			
	中央 東	La Victoria: 161 Santa Clara: 178 (ICU: 15 beds)		Guavio: 52 Fusión Centro Oriente: 59 San Blás: 212			
	南	Tunal: 165 (ICU: 18 beds)		Carmen: 20 Fusión Tunjuelito: 44 Meissen: 93			

Note: *健康センターは両メンバーが含まれる。

(4) 民間診療所および他の公共病院

ボゴタ市の全てに民間診療所はレベル II およびレベル III に分類されており、37 ヶ所、ベッド数で 6,521 である。その能力は、同じレベルの公共病院に較べ、施設数で 2 倍、ベッド数で 3.5 倍である。

表 - 23 民間診療所および他の公共病院およびベッド数

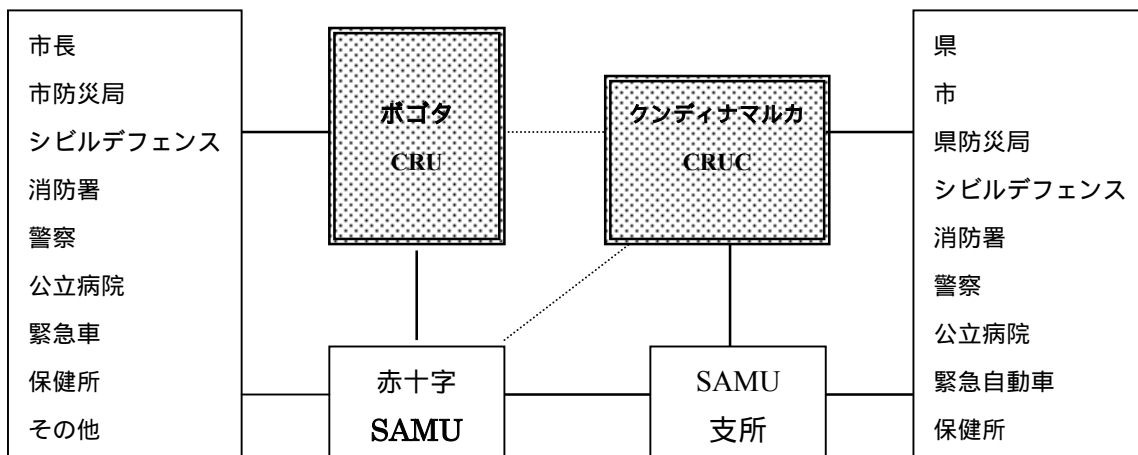
地域	レベル III		レベル II	
	病院数	ベッド数	病院数	ベッド数
ボゴタ市 (a)	31	6,153	6	368
8 都市 (b)	-	-	3	364
ボゴタ首都圏 (a) + (b)	31	6,153	9	732

Note: * Not including beds for emergency purpose. Year 2000)

3) 緊急医療サービス網

緊急医療サービスのための情報センターは、ボゴタ市が CRU、クンディナマルカ県が CRUC で、共にボゴタ市の中央部に位置している。CRU は 23 スタッフ、CRUC は 12 スタッフが 3 交代で 24 時間勤務している。しかし CRU および CRUC 間には直接交信機

能がない。SAMU（赤十字）の無線は、全ての機関と直接接続しており、ボゴタ首都圏全体をカバーする点では、重要な位置を占めている。



出典：ボゴタ市保健局

図 - 4 ボゴタ首都圏の無線連絡網

4) 対策

(1) 防災対策の準備状況

ボゴタ市は既に基本的な計画は準備しているが、大地震に対する計画は準備していない。クンディナマルカの8都市については、まだ基本的な計画も出来ていない。

(2) 医薬教育

大学等の専門教育とは別に、ボゴタ市の保健局等複数の機関が、保健関係者を中心に教育・訓練を、概ね年一回実施している。実施機関およびターゲットグループは以下の表に示す。

表 - 24 災害医療に関する教育・訓練を実施している機関

実施機関	教育目標					
	1.医学部大学生	2.大学院教育	3.保健医療専門者	4.コミュニティ保健医療ボランティア	5.コミュニティ住民	6.学生
1.保健省						
2.ボゴタ市、保健局						
3.ボゴタ市区長						
4.クンディナマルカ県保健局						
5.クンディナマルカ 各都市の市長						
6.赤十字						
7.大学または他の機関						

2.8 情報連絡システム

1) ボゴタ市防災・緊急対応局 (DPAE) システム

現在ある DPAE の情報システムは、DPAE の全職員と「地区緊急連絡網」(Red Distrial de Emergency) に記載されている 15 機関 (ボゴタ保健局、交通局、上下水道公社、エネルギー、天然ガス、電話サービス、CISPROQUIM、赤十字、民防、警察、13 旅団、国家防災局、交通警察および DPAE) と接続している。

2) SIRE (Sistema de Information para la gestion de Riesgos y Atencion de Emergencia de Bogotá)

SIRE は、速やかな情報収集、情報処理および情報提供によりリスク管理を容易にするため、防災・緊急対応基金 (FOPAE) と地質・鉱山科学研究所 (INGEOMINAS) との合意に基づき設立された。SIRE の目的を要約すると以下の通りである。

- リスク管理に関連した情報を適切に維持、統合、保存する。
- 最も速やかに、既存および将来の情報について確認または接続を容易にする。
- 防災文化の推進を助ける。
- あらゆるタイプの災害情報のプライバシー、回復、統合および安全を保障する。

SIRE は「既存情報」と「新に作成された情報」の 2 タイプの情報システムを持っている。

- 既存情報

この情報は第 3 者 (調査、地図、報告書およびその他) によって作成された情報で、使用者が変更できない情報である。

- 新たに作成された情報
この情報は、リスク管理の段階で作成された情報で、関連した表により整理される。
一般的な制限は：
- SIRE 自身はリスク管理を実施しない、ツールとしてリスク管理を容易にする。
- SIRE はリスク管理のシミュレーションモデリングに最高のシステムではない。

3) 他の関連機関

1995 年以降、クンディナマルカの全ての防災責任機関はプエンデアランダに集められている。クンディナマルカ政府の情報システムは県内の 116 市と結ばれている。

2.9 公共教育

1) 現況

多数の政府および非政府機関が災害防止に関連した公共教育を実施している。計画、教育・訓練を実施している主要な機関を、その責任と共に下記の表に取りまとめる。

表 - 25 災害防止教育・訓練を実施している組織

レベル	教育機関	災害管理のための特別機関	調整機関	協力機関	民間セクター
国	教育省	- 国家防災委員会 - National Advisory Commissions - SNPAD	国家防災局	- 保健省 - 国家消防組織 - 国家警察 - コロンビアシビルデフェンス	コロンビア赤十字
県 (クンディナマルカ)	- 教育局 - 教育委員会	- 地域防災委員会 - 地方防災委員会	県防災局	- 保健局 - 消防 - 首都警察 - CAR - シビルデフェンス	赤十字
市 (ボゴタ市)	教育局	- 市防災委員会 - 地区防災委員会	市防災・緊急対応局	- 保健局 - 消防 - 首都警察 - シビルデフェンス	赤十字

災害防止教育・訓練のために利用出来る可能性がある。既に様々な機関が、様々なターゲットグループを対象とし、教育、訓練およびワークショップを実施している。地域社会、民間、NGO と連携しているところもある。

防災教育および訓練の観点からみた、災害防止のための公共教育で最も重要なものは以下のとおりである。

- 教育活動の計画および実施には関連機関間の調整が不十分である。
- 関係情報の組織的な伝達および関係機関の情報の共有が不足している。
- 訓練およびワークショップは継続的な運営・管理が不足している。訓練方針の組織的計画が不足している。異なるターゲットグループの訓練のニーズと要望を分析していない。実施機関は自己評価およびフォローアップ活動を実施していない。各機関の訓練のテーマはほとんど類似している。予算および人材の不足により、各機関の教育・訓練に参加者の目標数が限定されている。
- 災害教育・訓練の教材準備には、ターゲットグループ、目的および現状を考慮していない。教材の評価を実施しておらず、教材の多くは異なる専門用語を用いており、教材の使用者に混乱を招く恐れがある。
- 住民の防災意識は一般に低く、住民の防災意識を高める努力がまだ不足している。
- 教育プログラムに防災教育を加えることを、多くの条例が指示しているものの、実施方法は国レベルで明らかでなく、現場では実施されていない。
- 住民の意見やアイデアは、特に災害の危険性が高いヶ所に居住する住民から計画のために情報収集・分析を実施していない。

2.10 法制度

1) 防災関連法制度

コロンビア政府は、1980年代UNDPの協力により災害管理プロジェクトを始めており、UNDPの調査はコロンビアの国レベル、地方レベルの災害管理システムの確立を提案している。

1988年11月法律46により、コロンビア政府は災害防止に関する国のシステムを確立している。1989年法律第919号は、公共セクター、民間および住民組織の責任を定める国の災害管理システムを規定した。政府は幾つかの災害関連の法律を制定している。1989年以降、コロンビア政府は災害防止システムを中央政府から地方政府に広めている。

1989年法律第919号3条に基づき、国は内務省に国家防災局を設立している。国家防災局は国家防災計画を準備し、国家防災委員会の承認を受け、1998年法律第93号により国家防災計画となる。国家防災計画はコロンビアにおける災害管理の政策、行動およびプログラムを全て含む。

1989年法令第919号52条は、各地方政府に各々の現状に基づき、災害管理システム策定を義務つけている。

ボゴタ市は、1989年法令第919号および1987年の市議会の合意第11号に基づき、防災基金（FOPAE）および調整機関（現在のDPAE）を設立した。

クンディナマルカ県は、1989年法令第919号に基づき、1998年県令3019号で県の災害管理システムを設立した。

1999年5月、クンディナマルカ政府はボゴタ市と災害時の協力協定を結んでいる。その協力協定はインフラストラクチャーおよびライフライン分野であるが、地域協力には大きな第1歩である。

2) 防災組織

(1) コロンビア国

1989年法令919号に基づき国家防災局および国家防災委員会を設け、防災委員会の構成機関として、国家技術委員会、国家運営委員会および地域・地方防災委員会を設立している。

(2) ボゴタ市

ボゴタ市防災・緊急対応局および地区防災委員会を設け、構成機関として、技術委員会、教育委員会、運営委員会および緊急地域委員会を設立している。

(3) クンディナマルカ県

防災局および地域防災委員会、構成機関として都市委員会および地方委員会を設けている。