

ラカヒータ断層

グアユリバ断層

サブダクション

図-9(2)

建物被害分布 (被害率)

2) 人身被害

死者および負傷者は建物被害想定の結果に基づいて推定している。建物被害と死傷者・負傷者の関係は DANE が実施したキンディオ地震における「死者の数と建物被害」を参考にしている。想定の結果は下表に示す。

表 - 33 死傷者および負傷者

場所	人口	ケース1 ラカヒータ		ケース2 グアユリバ		ケース3 サブダクション	
		死者 (人)	負傷者 (人)	死者 (人)	負傷者 (人)	死者 (人)	負傷者 (人)
ボゴタ市	6,378,928	37,626	261,005	38,667	268,792	3,026	21,959
8都市	606,581	1,621	11,622	1,772	12,769	239	1,791
合計	6,985,509	39,248	272,627	40,439	281,560	3,265	23,750

ケース1およびケース2の想定死者数約4万人は、2001年インドのグジャラート地震の死者2万人を遥かに超える規模である。

3) ライフライン施設

下記の4タイプのライフライン施設の被害を想定した。

- (1) 給水パイプライン
- (2) ガスパイプライン
- (3) 電力供給ケーブル
- (4) 電話ケーブル

(1) 給水パイプライン

A. 被害関数

地震被害は、地震による管の破損またはジョイントの被害等直接被害を推定する。被害は過去の地震被害の実績をベースに推定すべきだが、今回データが入手できないため必要なデータは仮定する。

被害想定の方法は、1999年のキンディオ地震の調査結果を考慮しながら、日本水道協会が提案しているパイプライン（水道・ガス）の被害想定の方法を適用する。

日本では、久保及び片山が提案（1975）している給水パイプラインの標準被害率がパイプラインの耐震評価に広く使用されている。

パイプラインの被害率は以下のように定義されている。

$$Rm() = Cp \times Cd \times Cg \times Cl \times R()$$

ここで

R() : 標準被害率(被害箇所数/km),

Cp : 管材による補正係数

- Cd : 管径による補正係数
 Cg : 地形および地盤による補正係数
 Cl : 液状化の場合の補正係数
 地表面加速度 (gal)

日本水道協会は、1995年の神戸地震の実績をもとに被害率とPGA値との関係について取りまとめた(1996年)。この結果では、特に加速度が300galから800galの範囲では、被害率に顕著な相違がある。

川上の調査(1996年)によると、被害率0.6箇所/kmの場合、地震2日後に給水サービスの中断は約60%、2.0箇所/kmの場合給水サービス中断は87%である。

1999キンディオ地震の調査結果は：

- アルメニアではPGA589galを記録しているが、地震2日後は給水サービスがほとんど無かった。
- ペレイラではPGA291galを記録しているが、地震2日後は給水サービスがほとんど問題無かった。

調査の標準被害率

仮にアルメニア地震のPGA589galを日本水道協会の被害曲線に適用すると、被害率は0.6箇所/kmとなる。しかし、地震2日後ほとんど給水サービスがなかった事実は、川上の調査による0.6箇所/kmより被害率が高いことを示唆している。従って、日本水道協会の被害曲線より高い被害率を提案した。

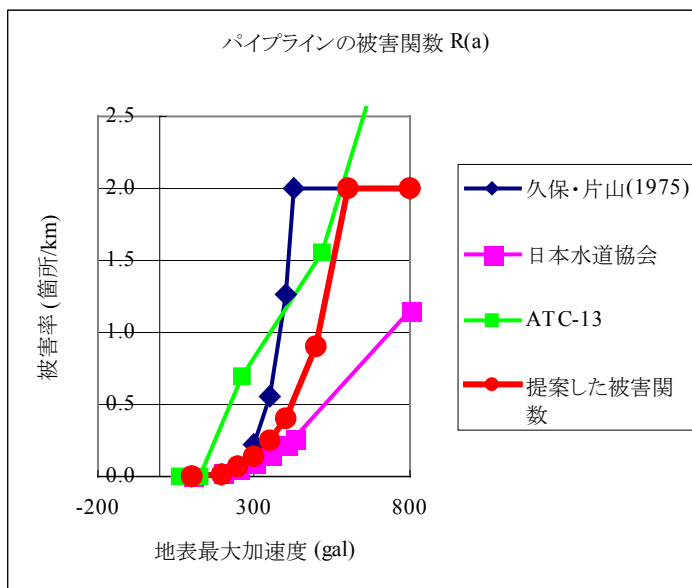


図 - 10 パイプラインの被害率

B. 被害想定の結果

ケース1：ラカヒータ

想定被害は、高い表面加速度と液状化地域の影響により、調査地域の南部に集中している。クンディナマルカではソアチャが主要被害地域となる。

ボゴタではウスメおよびシウダ ポリバールの被害率が2.0 箇所/kmを超えている。サンクリストバルおよびソアチャの被害率はそれぞれ 1.3 箇所/km、1.4 箇所 /kmである。

液状化は可能性の高いケネデイ、プエンテ アランダ、ラファエルウリベおよびシウダポリバールの各区に広範囲の被害をもたらす。又、管材は、石綿管が約70%を占めているためその被害率が高い。

ケース2：グアユリバ

想定被害は、ケース1に比較し少ないが、ボゴタ市の広範囲に渡る。最も高い被害率を示すのはトゥンフェリトの0.5 箇所 /kmである。

ケース3：サブダクション

被害はほとんどない。

表 - 34 給水パイプラインの被害個数と被害率

場所	延長(m)	ケース1 ラカヒータ		ケース2 グアユリバ		ケース3 サブダクション	
		被害 個数	被害率 (箇所/Km)	被害 個数	被害率 (箇所/Km)	被害 個数	被害率 (箇所/km)
ボゴタ市	6,253,444	3,504	0.6	1,488	0.2	15	0.0
8都市	536,048	249	0.5	57	0.1	1	0.0
合計	6,789,491	3,753	0.6	1,545	0.2	16	0.0

C. 他のライフライン施設の被害想定

a) ガスパイプライン: 全長・被害個数・被害率

場所	延長 (m)	被害個数			被害率 (箇所/km)		
		Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3
ポゴタ市	8,023,800	388	132	1	0.05	0.02	0.00
8 都市	767,657	39	7	0	0.05	0.01	0.00
合計	8,790,457	428	139	1	0.05	0.02	0.00

b) 電力供給: ケーブル延長・被害延長および被害率

場所	延長 (m)	被害延長 (m)			被害率 (%)		
		Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3
ポゴタ市	4,921,217	2,319	950	0	0.05	0.02	0.00
8 都市	843,730	90	51	0	0.01	0.01	0.00
合計	5,764,947	2,409	1,001	0	0.04	0.02	0.00

c) 電話: ケーブル延長・被害延長・被害率

場所	延長 (m)	被害延長 (m)			被害率 (%)		
		Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3
ポゴタ市	10,503,245	5,088	2,083	0	0.05	0.02	0.00
8 都市	1,196,524	495	105	0	0.05	0.02	0.00
合計	11,699,770	5,583	2,189	0	0.05	0.02	0.00

4) 橋梁の被害想定

(1) 被害想定の方法

道路橋梁の地震被害は片山(1978)の方法により想定する。この方法は東京都の防災委員会で使用されているうえ、日本国内で広く用いられている。この方法は桁、橋脚や基礎の破壊ではなく、落橋の危険性について評価する。下記の要素考慮している。

- 地盤のタイプ、液状化、桁のタイプ、桁の数
- シューのタイプ、橋座の幅
- 橋台、橋脚の最高高さ、震度
- 橋台、橋脚の基礎のタイプおよび材料

地震時の落橋の危険性は「高い」、「中程度」、「低い」の3段階に評価する。

(2) 危険度評価の結果

ケース1およびケース2は評価結果が概ね同じで、橋梁の約1/3が「危険性が高い」と評価されている。しかし、ケース3では全て危険性は低いと評価されている。クンディナマルカの橋梁は、何れのケースも「危険性は低い」と評価されている。また、液状化の影響は大きく、危険性が高いと評価された橋梁の70%以上が液状化の影響と推測される。

地震時の危険度評価の結果は以下の表に示す。

表 - 35 危険度評価の要約

地震危険度	Case 1: ラカヒータ		Case 2: グアユリバ		Case 3: サブダクシヨン	
	個所数	%	個所数	%	個所数	%
高	53	27.3	58	29.9	0	0.0
中	1	0.5	0	0.0	0	0.0
低	140	72.2	136	70.1	194	100.0
合計	194	100.0	194	100.0	194	100.0

(3) 歩道橋

歩道橋は液状化の可能性のある地域についてのみ行う。

地震時の液状化は橋梁に与える影響は大きい。液状化地域に位置する歩道橋について検討した。その結果、歩道橋の 20% が液状化の可能性のある地域に位置している。

表 - 36 液状化可能地域の歩道橋

液状化	橋梁数		率 (%)	
	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2
なし	134	133	81.2	80.6
可能性あり	4	4	2.4	2.4
可能性大	27	28	16.4	17.0
Total	165	165	100.0	100.0

5) 地震による 2 次災害

(1) 地すべり

地震時の地すべりの可能性については、シナリオ地震時の斜面の安定性について検討した。その結果ケース 1 以外は、地震時に地すべりが発生する可能性は極めて低い。ケース 1 の不安定斜面は震央に近い調査地域の南部地域に分布している。

(2) 洪水

液状化可能性地域に位置する河川構造物は地震時の安全性について検討が必要である。

(3) 産業施設

A. 2 次災害の可能性

調査対象地域にある 1,974 の産業施設（ボゴタ市：1,582，8 都市：392）について、東京消防庁の統計的アプローチにより、地震時の 2 次災害、火災発生の危険性について検討した。本アプローチは東京都消防庁が過去の地震時における火災発生調査、種々の実験および研究調査により作成したものである。

産業施設を 8 カテゴリーに分類した結果は以下の通り。

表 37 カテゴリーと施設数

カテゴリー	産業施設の数
1. 鉱油&脂:	42
2. パルプ&紙:	17
3. 石鹼 & 洗剤, 塗料:	113
4. 無機化学産物:	417
5. 有機化学産物:	536
6. 医薬 & 薬剤:	118
7. 他の化学関連:	117
8. その他産業:	614
合計	1,974

B. 結果

計算の結果は要約すると以下の通り。

- ケース 1 およびケース 2 共に火災発生の危険性が高い地域はプエンテアランダおよびロス マルティレスである。これらの地域は危険物質を扱う産業施設が多数存在しており、地表面加速度も大きい。
- ケース 1 およびケース 2 共に火災発生の危険性が中程度の地域はソアチャである。これは産業施設が多数存在し、地表面加速度も大きい。

液状化の可能性地域はプエンテ アランダ、ケネデイ、ラファエルウリベ、シウダ ボリバールに関係しており、液状化地域には 257 の産業施設が位置している。プエンテ アランダのガソリンタンクも隣接しており、耐震性のチェックが必要である。また、塩素、アンモニア等毒物についても検討が必要である。

表 - 38 区と地震時に火災発生危険度との関係

市	ローカリティ	地震評価		
		ラカヒータ	グアユリパ	サブダクション
ボゴタ	ウサケン	低	中	低
	シャピネロ	低	低	低
	サンタフェ	低	低	低
	サンクリストバル	低	低	低
	ウスメ	低	低	低
	ツウンフエロ	低	低	低
	ボサ	低	低	低
	ケネディ	中	中	低
	フォンティボン	低	中	低
	エンガティバ	低	低	低
	スバ	低	低	低
	バリオスユニド	低	中	低
	テウスクエロ	低	中	低
	マルティネス	高	高	低
	アントニオ ナリノ	低	低	低
	プエンタアランダ	高	高	低
	ラカンデリア	低	低	低
	ラファエロウリベ	低	低	低
シウダ ボリバール	低	低	低	
クンディナマルカ	チア	低	低	低
	コタ	低	低	低
	ファカタティバ	低	低	低
	フンサ	低	低	低
	ラ カレーラ	低	低	低
	マドリッド	低	低	低
	モスケーラ	低	低	低
	ソアチャ	中	中	低

注：火災発生率
 高：1.5 - 5.0
 中：1.0 - 1.5
 低：0 - 1.0

C. 液状化の危険

液状化可能性地域であるプエンテ アランダ、ケネディ、ラファエルウリベ、シウダ ボリバールの各首都地区は部分的に液状化可能性地域に判別されている。液状化可能性地域に位置する産業施設は 257 ヶ所である。

ガソリタンクがこの地域に隣接している。

- ガソリタンクはプエンテ アランダに位置している。ガソリタンクの地震の影響について検討が必要である。容量が極めて大きいデータンクが被災した場合は、悲劇的な惨事になる可能性がある。また、塩素、アンモニアのような有毒物についても検討が必要である。

- 液状化可能性地域の危険物質を取り扱う産業施設は地震時の影響について検討しなければならない。

3.3 地震防災対策の考察

1) 地震被害

調査地域の地震被害は要約し以下の表に示す。

表 - 39 地震被害

項目	シナリオ地震			
	ケース 1 (La Cajita)	ケース 2 (Duayuriba)	ケース 3 (Subduction)	
震度	最大加速度：0.908g. 調査地域全体震度：VII (Strong) 以上, 調査地域の南部：X (Violent) から XI (Very violent).	最大加速度：0.361g, 調査地域の震度： VII (Strong) または VIII (Very strong).	最大加速度：0.125g. 調査地域の震度：VI (Moderate) から VII Strong).	
直接被害	建物	倒壊建物：399,384 建物被害：17,316,160 Million P. 建物の 50 % 以上倒壊する区 (Locality) は： ウスメ シウダ ポリバール サン クリスタバル, トゥンフェリト, ラ カンデラリア, ラファエル ウリベ, サンタ フェ, アントニオ ナリニオ ボサ	倒壊建物：421,989 建物被害：22,198,638 Million P. 建物の 50 % 以上倒壊する区： ウスメ, トゥンフェリト, ラ ラ カンデラリア, ボサ サン クリスタバル ラファエル ウリベ ケネデイ サンタフェ アントニオ ナリニオ	倒壊建物：61,829 建物被害：4,056,774 Million P. 建物の 10 % 以上が倒壊する区： コタ チア フンサ マドリッド
	死傷者	調査地域全体： 死傷者：40,000 負傷者：280,000 負傷者が 10,000 人以上の地域： シウダ ポリバール ケネデイ サン クリスタバル ラファエル ウリベ ウスメ ボサ トゥンフェリト プエンテ アランダ	調査地域全体： 死傷者：41,000 負傷者：288,000 負傷者が 10,000 人以上の地域： ケネデイ エンガティバ スバ シウダ ポリバール サンクリスタバル ボサ ラファエル ウリベ ウスメ ウサケン プエンテ アランダ	調査地域全体： 死傷者：3,000 負傷者：24,000 負傷者が 3,000 人以上の地域： ケネデイ スバ エンガティバ
	基盤施設/ライフライン	施設被害：378,683 Million P. 橋：53 ヶ所 水およびガス管被害地域： シウダ ポリバール サン クリスタバル ウスメ, ケネデイ, ボサ プエンテ アランダ 電気および電話線被害地域： ウスメ, シウダ ポリバール サン クリスタバル ラファエル ウリベ	施設被害：408,921 Million P. 橋：58 ヶ所 水およびガス管被害地域： ケネデイ プエンテ アランダ ラファエル ウリベ ウスメ 電気および電話線被害地域： 調査地域全体特に液状化地域	
2次被害	産業施設	地震による火災発生の可能性が高い地域： (大) プエンテ アランダ マルテイレス (中) ケネデイ ソアチャ	地震による火災発生の可能性が高い地域： (大) プエンテ アランダ マルテイレス (中) ウサケン, ケネデイ フォンティボン バリオス ウンドス テウサキジョ, ソアチャ	地震による火災発生の可能性は低い
	地すべり	断層に近い調査地域の南部地域の斜面で地すべり誘発の可能性はある。	地すべり誘発の可能性は無い。	地すべり誘発の可能性は無い。

2) 地震シナリオ

直下型のケース1（ラカヒータ断層）地震について直接的な影響の概要を示し、それによってボゴタ首都圏に必要な耐震強化対策および緊急対応を示すものである。

(1) 地震

調査終了直後、ボゴタ首都圏南部のソアチャに位置するカヒータ断層を震源とする地震が早朝に発生する。対象地域での震度は MMI： - で、震源付近は震度：VIII-X，ボゴタ南部は震度：VIII-IX、ボゴタ市中央部から北部 - 西部は概ね震度：VIIである。ただし、ファカタティバの段丘・崖推、チア、ラカレーラおよびボゴタ市東部の山麓では震度： の地域が予想される。建物は南部地域を中心に大破、ボゴタ市中央部から北部 - 西部は中破、小破するものが多い。多数の建物倒壊に伴い、死者、負傷者が多数発生する。特に、ボゴタ市街地南部は液状化の影響もあり、インフラ・ライフライン施設の被害が多発する。幹線道路の橋梁・フライオーバーが多数壊れ、道路閉塞箇所が多数発生する。水道管、ガス管、電線、電話線等の被害により公共サービスもストップする。さらに国、県、市の緊急体制の未整備、国内他地域および国外との連携体制の未整備から、具体的な緊急対応が遅れ、ボゴタ首都圏は悲惨な状況になる。

地震災害によるボゴタ首都圏の機能麻痺および復旧復興の遅れは、地域社会・経済に大きな影響を与え、その影響は国の経済にも波及する。

(2) 防災体制および緊急体制の遅れによる被害の拡大

地震発生後、即日、大統領は戒厳令を発令する。翌日には国が国家災害(National Disaster) を宣言し、対策本部を設立する。首都圏の軍・警察は速やかに首都圏の治安維持に従事する。大統領は、緊急対応、復興・復旧資金財源として「ボゴタ首都圏復興基金」(Fund for the Reconstruction and Social Development of the Bogota Metropolitan Area) を設立し、国家レベルの緊急対応体制をとる。しかし、地域レベルの具体的な緊急対応は遅れ、被害は拡大する。

国、県、市の防災センターおよび対策本部は、無線等で責任者に連絡は取れるが、具体的な緊急対応、初動対応が取れない。又、落橋等による首都圏中央部の主要道路の輸送機能麻痺が緊急対応の遅れに拍車をかける。

国、県、市の行政サイドは、緊急時の責任体制、初動体制が確立していないので、具体的な緊急対応が取れず、初動対応は主に、軍、警察、シビルデフェンス、赤十字、消防等の個別の対応が中心となる。組織的・総合的な初動対応および復旧・復興対応の遅れは、新たな被害を生むことになる。

(3) 建物被害

ボゴタ首都圏の建物（95.6万棟）の大半は耐震性が無いか又は耐震性が低い。本格的な耐震強化対策がまだ未着手なので、建物約40万が大破する。建物被害はボゴタ首都圏

全域にわたるが、特に南部地域のウスメ、シウダ ポリバール、サンクリストバル、トゥンフエリト、ラ ラ カンデラリア、ラファエル ウリベ、サンタフェ、アントニオナリニョ、ボサおよびケネデイ地区の被害が大きい。この地域は緊急時の避難スペース、避難道路等の基盤施設整備も遅れており、被災者の避難・救出も遅れる。

国、県、市の政府建物等の公共建物は、最近建設された建物を除き耐震性が低い物が多く、倒壊または被害を受ける公共建物が多数発生する。公共建物倒壊に伴い、基本的な統治機能が低下・停滞し、緊急対応も遅れる。多数の建物の倒壊は、被災建物の処理、大量の瓦礫処理等の新たな対応が必要となるが、準備不足から、避難所の整備、建物復旧支援が遅れ、社会不安が広がる。

(4) 建物被害に伴う人的被害

約 40 万戸の建物倒壊に伴い、死者数 3.9 万人、負傷者数 27 万人に達する。死傷者数の規模は、現在のボゴタ首都圏の緊急医療対応能力を大幅に越えている。また、医療施設・病院で地震被害を受けるものも多く、医療機能の低下、同時多発、要員不足などから救出・救援が遅れる。また、他地域との連携体制不備により、周辺都市および諸外国の救援、広域輸送も遅れる。初期対応の遅れおよびその後の対応の遅れにより二次的被害も拡大し、ボゴタ首都圏は悲惨な状況になる。

(5) インフラ被害に伴う緊急輸送道路の機能低下

ボゴタ首都圏幹線道路上の橋梁・フライオーバー倒壊は 53 ヶ所の多数にのぼり、ボゴタ市内の緊急輸送道路にあたる幹線道路が各所で閉塞され、緊急道路が機能しない。機能の早期回復のために復旧作業の着手が遅れる。復旧作業および機能回復作業は、準備不足により遅れ復旧が長期化する。緊急対応および緊急物資輸送は迂回路を利用して行われるが、輸送範囲が限定される。当初車輛避難による混乱があるが、一般車輛の通行は全面的に規制される。全面的機能回復作業は長期化し、輸送機能の回復の遅れ、都市機能回復にも影響を与える。

(6) 家を失った人、避難スペースおよび避難所

ボゴタ首都圏は、家屋・建物約 40 万戸倒壊により、家を失う人は 300 万人以上に達する。しかし、避難スペースおよび避難施設も不足しており、大半の被災者は倒壊した家屋に戻ることになる。避難スペース、避難施設の不足と共に、水・食料および生活必需品が不足するが補給が出来ず、悲惨な状況が続く。

(7) ライフラインの被害と緊急対応施設の不足

水道管被害 3,753 箇所、ガス管被害 428 箇所、電線切断 2,077 箇所、電話ケーブル切断 2,771 箇所が地震被害を受け、関連機関がその復旧に努力する。これらの機関の既存対応能力を遥かに超えており、準備不足による着手の遅れ、復旧作業が長期化する。給水

サービス等、不可欠な公共サービスが長期に渡りストップする。避難スペース、避難施設、緊急給水施設等緊急対応施設の未整備により緊急対応が出来ない。

(8) 脆弱地域地域の大きい被害

脆弱地域に該当する、南部地区および北部地区の1部は、地震により高い直接被害率となる。さらに避難スペースの不足、道路網の不足から二次的災害が拡大する。

(9) 通信

電話は南部地域で不通となり、回復に手間取る。無線および携帯電話が活躍する。しかし、必要な災害情報、安全情報、至急物資情報、安否情報の収集・伝達が出来ない。

(10) 2次災害

地震時の2次災害として、プエンテ アランダ、ロス マルティレスにおいて、工場火災が発生する。消防施設の被災及び緊急道路網の閉塞により、速やかな対応が出来ず、火災被害が拡大する。

震源に近い南部地域で地震に誘発され地すべりが発生し、危険地域の住民が避難する。

3) 必要な対応と対策

ボゴタ首都圏の地震被害軽減・防止を図るには下記の対応と対策が必要である。

- 各行政組織の防災体制を整備し防災対策を推進する。死傷者および被害の軽減・防止を図るには、速やかに防災体制を整備し防災対策の実施および緊急対応策の準備を推し進めることが基本となる。
- 都市建物・施設の耐震性の強化により、建物被害、インフラ・ライフライン施設の被害軽減、防止を図る。特に死傷者数の軽減を図るには建物の耐震性の強化が不可欠である。また、災害時に緊急対応および緊急輸送をスムーズに進めるためには、緊急輸送道路に係わる橋梁および主要ライフライン施設の耐震強化が不可欠である。
- 緊急対応策の整備を図り、被害を最小限にする。必要な緊急対応を実施するには緊急体制の準備と同時に、各責任機関が初動体制の準備を図ることが基本となる。また、災害後の復興・再建を進めるためには、災害後の対応について、事前に準備、調査・研究を推し進めることが基本となる。
- 防災意識の普及・啓蒙、高揚により死傷者、被害軽減、防止を図る。常時の耐震建物建設、既存建物の耐震性強化の推進ならびに災害時の初期対応には、住民の自衛的防災活動が不可欠である。そのためには、防災のための啓発活動を継続的に進めることが必要である。

4. ボゴタ首都圏の防災基本計画

4.1 基本方針

1) 概要

防災基本計画は防災対策および緊急対応のための既存体制の整備・強化を目的とする。ボゴタ首都圏では地すべりおよび洪水災害に対して既存体制があるが、地震災害に対する体制は未整備である。

ボゴタ首都圏を構成する行政組織(国、県、市)の地震に対する防災・緊急対応対策は、何れもまだ準備段階であり、体制を早急に整備し地震防災対策および緊急対応対策を進める必要がある。

ケース3シナリオ地震(サブダクション)はシナリオ地震の中では最も被害が小さいが、それでも、1999年のキンディオ地震よりは遥かに大きい被害をボゴタ首都圏にもたらすことが予想される。ボゴタ市、クンディナマルカ県および国の地震対応体制整備を主に防災基本計画として示す。

2) 基本計画の前提

基本計画の前提は以下に示す。

- 大規模地震災害は多数の死者、負傷者、財産の損失、生活基盤システムの崩壊、ならびに地域経済に影響を与える。
- 死傷者や被害の程度は地震の規模、発生時間、天候、人口密度、建物のタイプにより異なる。また、火災および地すべり等2次災害発生の可能性がある。
- 多数の死傷者、建物およびインフラ・ライフラインに対する大きな被害が、基本的公共サービスを崩壊する。さらに、クンディナマルカ県およびボゴタ市の初動対応能力を低下させるため、中央政府が緊急対応する。

3) 実施の方針

- 災害・緊急対応は、基本的にはボゴタ市およびクンディナマルカ県が実施する。中央政府は、地方政府の要請に基づきサポートを行う。
- 災害後、人命救助および財産保護のための緊急対応が復旧作業に優先する。
- 災害防御、緊急対応、復旧作業を中心となって実施する中心的組織を設定する。この中心的組織は、行政、プログラム、専門的な業務、補給管理、情報伝達、財務管理、組織、情報収集・分析・伝達等、広範囲の対応能力が必要である。

4) 基本計画の構成

ボゴタ首都圏の災害に対する脆弱性を改善するために、基本計画は「防災対策」、「緊急対応」、「その他サポート対策」3つの柱で構成している。

(1) 防災対策

ボゴタ首都圏は防災体制を整備し予想される災害に対し、現状の脆弱性を改善することが必要である。その目的のために、地震災害に対し、ボゴタ首都圏の各政府機関の防災体制、公共・民間建物、基盤施設およびライフライン施設、脆弱地域の耐震強化、ならびに、緊急対応施設の整備を計画する。

なお、防災対策および緊急対応を実施するには、ボゴタ首都圏は第1調整機関およびサポート機関を正式に決定し、各機関が対応計画を準備する。

(2) 緊急対応

ボゴタ首都圏の危急の課題は地震災害に対し政府関係機関およびNGOが各々の責任と求められる機能を基に、緊急対応システムを整備することが必要である。災害時に必要なサポート機能は12分野に類別する。すなわち、輸送、通信・連絡、公共事業および技術、消防、情報管理・計画、マスケアー、資材サポート、保健・医療サービス、捜索・救助、有毒物質、食料、エネルギーである。関連機関は各々の責任と機能により、第1責任機関あるいは補助機関を定める。また、脆弱地域については、復興・復旧計画を事前に作成することを推進する。

(3) サポート対策

防災対策および緊急対応を進めるに当たり、サポート対策として、情報システム、保健・医療サービスの整備・強化、公共教育の普及・高揚を図る。

4.2 防災対策

1) 防災体制の整備

(1) 必要な組織

ボゴタ首都圏の防災体制はボゴタ市、クンディナマルカ県および国の行政組織が関与している。法律に基づき各々の機関が「防災委員会」を設立している。しかし、各行政機関が、地震災害に対処するため防災対策および緊急対応に必要な体制を早急に整備する必要がある。各行政機関は、「防災委員会」を通し関連機関整備を推進する。

ボゴタ市は「地区防災委員会」を通し、クンディナマルカ県は「地域防災委員会」、国は「国家防災委員会」を通し、防災対策および緊急対応の実施体制を整備することを計画する。各機関の指導的機関および調整機関を下記のように提案する。

責任機関	ボゴタ首都圏		
	ボゴタ市	クンディナマルカ県	コロンビア国
指導的機関	計画局	政務局	内務省
調整機関	防災・緊急対応局	政務局・防災局	国家防災局

2) 構造物対策

(1) 緊急・戦略的公共建物の耐震強化

ボゴタ首都圏の戦略的公共建物は耐震対応が出来ていないものが多い。指揮センター、消防署、病院等の重要な建物について耐震診断を実施しているものもあるが、耐震補強が実施された建物は、まだ僅かである。防災対策および緊急対応に必要な緊急建物の耐震補強を計画する。緊急建物の優先順位は以下のように設定する。

- 第1優先： 指揮センター、救助・救援対策本部、重要な病院
- 第2優先： 救助・救援所、病院、地域救援建物
- 第3優先： その他救援関連建物、他の重要な政府建物

耐震性が必要な戦略的建物を選定し下表に示す。

表 - 40 ボゴタ首都圏の耐震強化する優先建物

一次優先					
カテゴリー	施設名	建物の種類	床面積(m ²)	備考	
緊急指令センター	内務省 (Kra 8 #8-09)	煉瓦造	3,861	1860年に建設された古い建物。	
	OPAD (Kra 58 #10-05)	煉瓦造	600	一般的な地域住宅タイプ。	
	グンディナマルカ県庁(Avenida El Drado #47-73)	コンクリート	38,187	新建築基準NSR-98年が実施される1年前のもの。	
	ローカリティ事務所(19ヶ所)	煉瓦造 コンクリート	19,420 17,740	シウダボリバルのデータは無し。	
救出活動にかかわる組織	警察本部(AV. Caracas #6-51)	コンクリート	8,600	ボゴタ市本部。	
	防衛庁本部(Kra27A #52-60-Galerias)	コンクリート	720	ボゴタ市本部。	
	赤十字本部(Avenida 68#66-31)	コンクリート	9,800	赤十字国家本部および緊急サービス。	
	軍司令本部	コンクリート	31,800	50年程度前に建設された建物。	
重要な病院	レベルIIIサービスの病院及びクリニック	煉瓦造	97,234	レベルIII病院は30ベッド以上と手術を実施する。また、このうちの幾つかは脆弱性調査を実施あるいは実施中である。	
		コンクリート	500,518		
二次優先					
救出活動にかかわる建物	消防署(13ヶ所)	煉瓦造	9,866	13中の7ヶ所においては、脆弱性調査実施済み。	
		コンクリート	4,136		
		煉瓦造	149,620		情報はボゴタ市警察の建設・管理グループから収集された。
		コンクリート	900		
		コンクリート	11,700		一般的な住居地域のタイプ。
		煉瓦造	79,815		一般的に築30及び40年。「その他」のタイプはプレハブおよび鉄骨を含む。
コンクリート	179,665				
その他	25,848				
病院	病院(15ヶ所)及びクリニック	煉瓦造	8,468	レベルI及びIIタイプの病院およびクリニックのデータ。	
		コンクリート	5,074		
近隣避難所	公園及びオープンスペース	コンクリート	68,236	IDRDから入手した情報。	
		スチール	22,675		
三次優先					
その他の避難所候補地	幼稚園(84ヶ所)	煉瓦造	21,367	DABSから入手した情報、幾つかの幼稚園は一般的な地域住宅タイプ	
		コンクリート	8,942		
		その他	1,788		
その他重要政府ビル	省関連施設(28ヶ所)	煉瓦造	20,962	殆どのものが築70年以上。鉄骨タイプの建築物は、農業省の持ち物である。	
		コンクリート	247,834		
		スチール	10,000		
交通	空港(旅客および貨物ターミナル)	煉瓦造	1,639	脆弱性調査は実施されたが、その結果は未だ反映されていない。	
		コンクリート	149,065		
		コンクリート	37,665		1984年に建設された。
物資保管所	ボゴタバスターミナル	コンクリート	39,811	16の建築物は、補強無しであり、11の建築物は補強済みである。	
	コルフエリア(展示場)	スチール	5,597		
食料保管所	コラバストス	煉瓦造	5,422	33施設が食料保管複合施設に対応する。	
		コンクリート	65,046		
		スチール	15,900		

出典: JICA Study Team

一次優先				
カテゴリー	施設名	建物の種類	床面積(m ²)	備考
緊急司令センター	ローカル市長室	煉瓦造	5,768	14施設に対応する。「その他」の建物については、築100年以上のものも含む。
		コンクリート	8,614	
		その他	2,340	
救出活動にかかわる組織	消防署	煉瓦造	394	5つのムニシパリティにおける消防局からの情報。
		コンクリート	2,568	
	警察署	煉瓦造	4,128	現地踏査により情報は収集され、14施設に対応。
		コンクリート	4,266	
	防衛局	煉瓦造	261	8ムニシパリティのうち、4つの防衛局がある。
		コンクリート	475	
	赤十字	煉瓦造	72	「その他」の建物については、1,815m ² の煉瓦構造である。
		その他	1,865	
軍	煉瓦造	498	空軍管理施設はマドリッドに設置されている	
	コンクリート	8,079		
重要な病院	病院及びクリニック	煉瓦造	4,340	データは公立・私立のレベルI及びIIの病院とクリニックに対応
		コンクリート	8,079	
二次優先				
病院	健康コンサルティングセンター	煉瓦造	13,978	データは8都市における公立・私立の46健康コンサルティングセンターを含む
		コンクリート	38,149	
近隣避難所	公園及びオープンスペース	コンクリート	15,800	ファカタティバ及びモスケラには、ムニシパルスタジウムがある。
三次優先				
その他の避難所候補地	学校及び幼稚園	煉瓦造	49,659	データは8都市における、415の公立・私立の学校及び幼稚園を含む。
		コンクリート	133,427	
		その他	15,542	

出典: JICA Study Team

(2) 民間建物の耐震強化

地震時の建物被害は、レンガ積建物を中心に、多数の建物が倒壊し、甚大な被害が発生することが予想されている。建物被害に密接に関連する人的被害を含め、地震被害の大きな部分を占めることが予想される。従って、ボゴタ首都圏の防災対策において、建物被害の軽減・防止は必要不可欠である。レンガ積み建物の大半は、住宅用建物であり、耐震性の強化は所有者の責任となる。政府は住民の防災意識を高めると同時に、補助金、融資等の資金援助および技術指導により住宅の耐震強化を奨励し建物の耐震化を促進する。

また、不法建築の禁止を徹底する。建築許可事務所 (CURADURIAS Urbana) は新しい建物の建築設計審査の実施、建築許可を出している。しかし、事務所の設計審査能力は、住宅建設需要に対し大幅に不足しているため、審査能力強化および設計審査範囲を既存建物の耐震設計審査にも広げることを提案する。

(3) 基盤施設（道路・橋梁）の強化

A. 緊急道路網

災害時の緊急輸送は、救援・救助活動、緊急医療活動、基盤施設およびライフラインの復旧活動、救援物資輸送等の緊急対応の基本的なものである。緊急輸送を確実にするために、ポゴタ首都圏の緊急輸送路道路網を設定し、災害防止に備え、橋梁等付帯施設の耐震化を推進する。

緊急道路網は、戦略的公共建物および施設に接続する。第1および第2緊急道路と、ポゴタ首都圏と他地域を結ぶ5本の国道を含めている。選定した緊急道路網は次の図に示す。

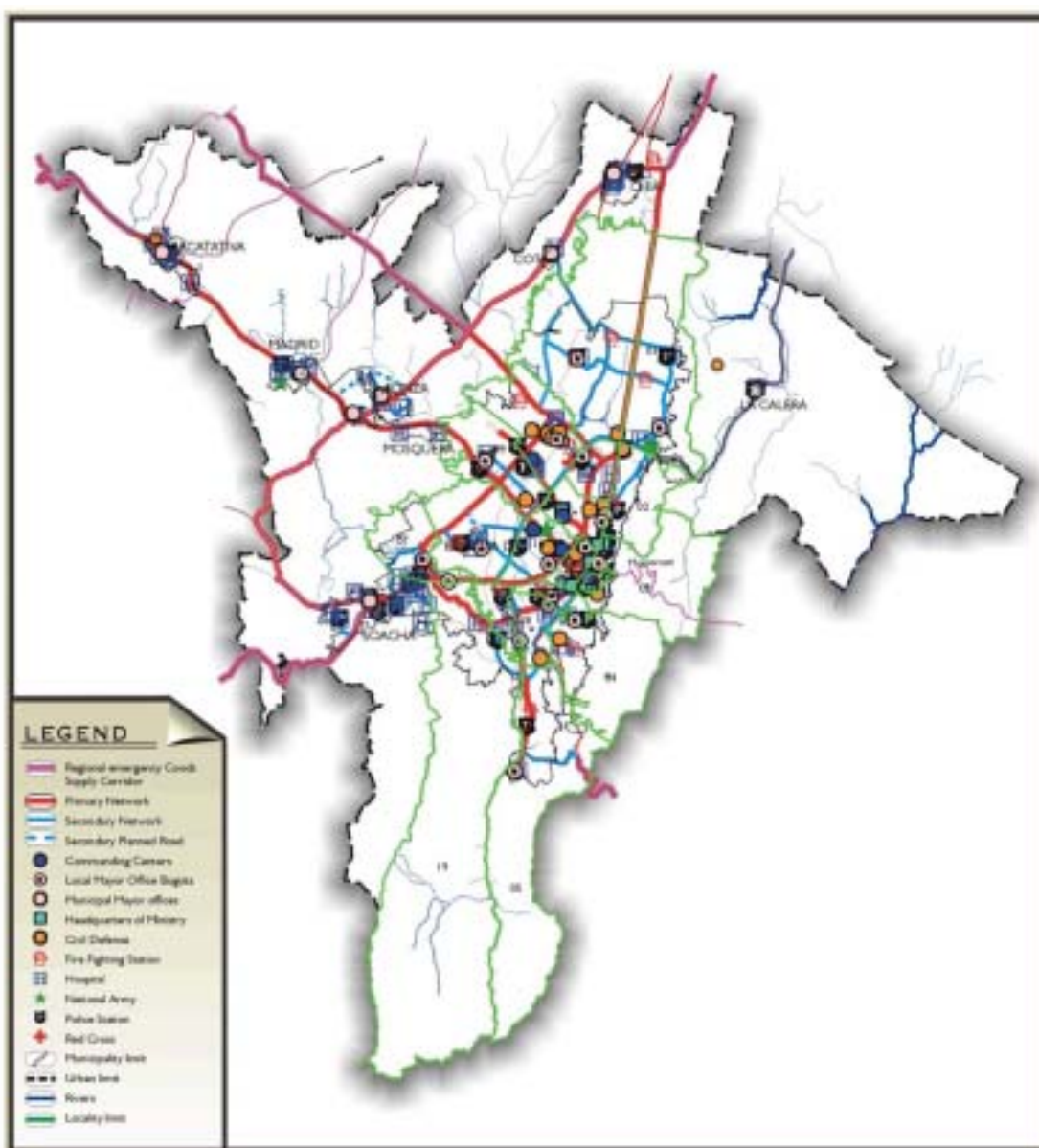


図 - 11 提案の緊急道路網

B. 橋梁の補強

シナリオ地震ケース 2 の場合、ボゴタ首都圏では落橋の危険性が高い橋梁が 58 ケ所あり、その 80 % がボゴタ市南部の液状化の可能性のあるケネデイ、プエンテ アランダ、トゥンフェリト、ラファエルウリベに位置している。危険性の高い橋梁 58 個所のうち、緊急道路網の橋梁 46 ケ所、液状化地域の橋梁 37 ケ所である。ボゴタ都市開発機構(IDU) は耐震診断を進め、速やかに耐震補強に着手することを推進する。

危険性の高い 58 橋梁は次の表に示す。

なお、優先順位は以下のように設定する。

- 第 1 優先橋梁： 緊急道路上の道路橋
- 第 2 優先橋梁： 液状化可能性地域の道路橋

表 - 41 危険性の高い橋梁リスト

	橋の位置	橋番号	種類	緊急道路網	液状化
1	Avenida Boyaca Carrera25 (Rio Tunjuelito)	R13	河川		
2	Autopista Sur (Rio Tunjuelito)	R15	河川		
3	Autopista Sur (Rio Tunjuelito)	R16	河川		
4	Autopista Sur (Canal)	R17	河川		
5	Autopista Sur (Canal de la Albana)	R18	河川		
6	Avenida Ontario (Canal de la Albana)	R19	河川		
7	Avenida Boyaca (Rio Fucha)	R2	河川		
8	Avenida 27 Sur (Canal de la Albana)	R20	河川		
9	Avenida Caracas (Canal de la Albana)	R21	河川		
10	Carrera 40 (Canal)	R22	河川		
11	Avenida 1 de Mayo (Canal)	R23	河川		
12	Avenida 1 de Mayo (Canal de la Albana)	R24	河川		
13	Autopista Sur (Rio Fucha)	R25	河川		
14	Avenida Ontario (Rio Fucha)	R26	河川		
15	Avenida la Hortua (Rio Fucha)	R27	河川		
16	Avenida la Hortua (Rio Fucha)	R27A	河川		
17	Avenida Caracas (Rio Fucha)	R28	河川		
18	Avenida del Libertador (Rio Fucha)	R29	河川		
19	Carrera 7 (Rio San Cristobal)	R30	河川		
20	Calle 20 Sur (Rio San Cristobal)	R31	河川		
21	Carrera 86 (Rio Tunjuelito)	R32	河川		
22	Avenida las Americas (Rio Fucha)	R33	河川		
23	Carrera 68 (Rio Fucha)	R34	河川		
24	Carrera 68 (Canal)	R35	河川		
25	Transversal 40 (Rio Fucha)	R36	河川		
26	Avenida Jorge Gaitan Cortes (Rio Tunjuelito)	RA27	河川		
27	Avenida Ciudad Villavicencio (Rio Tunjuelito)	RA28	河川		
28	Avenida Ciudad de Quito por Calle 13	V1	道路		
29	Avenida Ciudad de Quito por Calle 68	V10	道路		
30	Avenida Ciudad de Quito por Calle 80	V12	道路		
31	Avenida Ciudad de Quito por Calle 80	V13	道路		
32	Avenida Ciudad de Quito por Calle 92	V14	道路		
33	Avenida Ciudad de Quito por Calle 92	V15	道路		
34	Avenida Calle 26 por Av. 68	V28	道路		
35	Avenida Calle 26 por Av. Boyaca	V30	道路		
36	Autopista Norte por Calle 100	V37	道路		
37	Autopista Norte por Calle 116	V39	道路		
38	Autopista Norte por Calle 134	V41	道路		
39	Autopista Norte por Calle 170	V44	道路		
40	Avenida Boyacá por Av. Villavicencio	V45	道路		
41	Avenida Boyacá por Av. Villavicencio	V46	道路		
42	Avenida Boyacá por Av. 1o. De Mayo	V47	道路		
43	Avenida Boyacá por Av. 1o. De Mayo	V48	道路		
44	Avenida Boyacá por Av. 1o. De Mayo	V48A	道路		
45	Avenida Boyacá por Calle 13	V49	道路		
46	Avenida Boyacá por Calle 80	V51	道路		
47	Avenida Boyacá por Calle 80	V52	道路		
48	Avenida Boyacá por Autopista Sur	V53	道路		
49	Avenida Boyacá por Autopista Sur	V53A	道路		
50	Avenida Carrera 68 por Calle 13	V56	道路		
51	Avenida Carrera 68 por Calle 68	V57	道路		
52	Avenida Carrera 68 por Calle 80	V58	道路		
53	Avenida de las Américas por Av. Ciudad de Quito	V61	道路		
54	Avenida de las Américas por Av. El Espectador	V67	道路		
55	Avenida de las Américas por Av. Boyaca	V68	道路		
56	Avenida de las Américas por Av. Boyaca	V69	道路		
57	Avenida Ciudad de Quito por Calle 53	V7	道路		
58	Avenida Circunvalar por Barrio Egipto - Cra. 4a.	V70	道路		
TOTAL				46	37

注：緊急道路網： 一次道路網、 二次道路網
：液状化地域

優先度設定

一次

二次

三次

緊急道路上の橋

液状化地域の橋

高い危険度のあるその他の橋

出典: JICA Study Team

(4) ライフラインの強化

ライフライン事業者は耐震法（法令 400/1997）により、2000 年までに脆弱性調査を実施、仮に問題がある場合は 2003 年までに耐震強化を実施することになっている。各ライフライン事業者は、各マイクロゾーンの PGA および液状化可能性地域に基づき、主要施設の耐震診断を実施し、必要に応じて耐震補強の実施を促進する必要がある。

上水供給システムに関しては、多くの地域で給水施設被害が発生し給水サービスが止まる可能性がある。ボゴタ市およびクンディナマルカの 8 都市は住民の給水を確保するため、上下水道会社（EAAB）と協力し緊急給水タンクまたは緊急給水施設の準備を推進する必要がある。

ボゴタ市では、チャピネロ、サンタフェ、サンクリストバルおよびウスメの 4 区は、既存タンクにより、ある程度まで給水は可能だが、サンタフェ以外は容量が不足している。

避難者が最低限の衛生的生活を確保するために、避難施設または避難場所に下水管布設を提言する。

(5) オープンスペースおよび避難場所

ボゴタ市およびクンディナマルカ県は緊急時の避難スペース、避難場所および避難道路の整備を推進する。

一般に、災害時には、被災者は最寄の避難場所に救出され、安全な避難道路を経て広域避難場所に移動する。

検討の結果、ボゴタ市では 12 区、クンディナマルカでは 7 都市において広域避難所のスペースが不足している。これらの区および都市では広域避難場所の設置が必要である。避難場所のレベルおよび避難場所、地域公園は以下の表に示す。

表 - 42 避難場所および避難所

避難場所のレベル	内容
コミュニティレベル	各コミュニティは、小学校、コミュニティ公園等の避難場所を定める必要がある。災害後、被災者はコミュニティレベルの避難場所に避難し、行方不明者を確認し、コミュニティレベルの救助隊を編成する。
地域レベル	地域レベルの避難場所は比較的規模が必要である。災害後、被災者の安全を確保する。避難場所は、地域レベルの災害管理センターとしての役割をはたす。
仮設避難所	住居を失った被災者は、政府が仮設住宅を提供する。

出典: Regional Disaster Prevention Plan (1998), Tokyo Metropolitan Government

表 - 43 ボゴタ市の広域避難場所のリスト

ボゴタ市内					
番号	ローカリティ	場所名	住所	面積 (Ha)	備考
1	1-ウサケン	Cementerio Jardines de Paz	Autopista Norte Km. 14	59.7	墓地(私立)
2	1-ウサケン	Country Club	Diagonal 129 Carrera 15	92.2	ゴルフ場(私立)
3	2 - チャビネロ	Parque El Virrey	Calle 87 Y 88 Carrera 15 Y Autopista N	16.1	都市公園, 45%森林
4	3 - サンタフェ	Parque Nacional	Calle 26 Avenida Circunvalar	14.1	58%森林, 3%水面
5	4 - サンクリストバル	Parque Nueva Granada	Carrera 1 B No. 20 A 97 Sur	7.4	コミュニティ公園
6	4 - サンクリストバル	Parque San Cristóbal 1° de Mayo	Calle 18 Y 13 Sur Carrera 3 Y 5 Este	23.0	70%を避難場所として活用可
7	5 - ウスメ	Parque Famaco	Calle 91 Sur Carrera 53B 55A Este	5.6	85% 入手可能面積, 4%水面
8	5 - ウスメ	Parque San José	Calle 97 Sur Avenida Caracas	20.5	ボゴタ市提案(設計)
9	6 - トウンフェリト	Parque El Tunal	Avenida Mariscal Sucre Carrera 24 y Calle 48B Sur Avenida Boyacá	66.0	89% 入手可能面積, 1%水面
10	7 - ボサ	Parque Laureles Naranjo	Calle 70A Carrera 86 - Diagonal 3A Cal	5.0	地区公園
11	7 - ボサ	Parque Villa del Rio II	Calle 55 Sur Carrera 67 I	8.9	コミュニティ公園
12	7 - ボサ	Parque el Recreo	Proyecto Metrovivienda	15.0	設計中 - 地区公園
13	7 - ボサ	Parque del Rio	Carrera 99A N° 74A - 09	10.5	地区公園, 20% 森林
14	7 - ボサ	Parque Tibanica	Diagonal 73F Sur Transversal 83	20.4	ボゴタ市提案(設計)
15	8 - ケネディ	Parque Mundo Aventura	Carrera 71 - 71B Calle 26 Sur	18.3	40%を避難場所として活用可
16	8 - ケネディ	Parque Marsella	Carrera 68 B Avenida Américas a Calle	9.5	コミュニティ公園
17	8 - ケネディ	Parque Cayetano Cañizares	Carrera 86 Entre Calles 40 Y 42D Sur	11.6	20% コンクリートの骨組みで建設
18	8 - ケネディ	Parque Timiza	Calle 39 a 40 Sur Carrera 70 a 68A	52.0	9% 建設(コンクリート) 40% 水面
19	8 - ケネディ	Parque El Tintal	Carrera 84 Calle 13A Y 13B	5.5	6% コンクリートの骨組みで建設
20	8 - ケネディ	Parque La Igualdad	Avenida Américas - 3A Sur Carrera 68F - Rio Fucha	5.9	地区公園(再開発計画提案中)
21	8 - ケネディ	Parque Urapanes	Transversal 62A Y 62D Calle 42 Sur	6.9	コミュニティ公園
22	9 - フォンティボン	Parque Canal Boyacá	Carrera 74 Calle 43B	17.5	25% 森林
23	10 - エンガティバ	Parque Ciudadela Colsubsidio	Carrera 110 a 112 C Entre Calles 83 A	12.9	30% 森林
24	10 - エンガティバ	Parque Bonanza	Avenida Boyacá con Calle 72A	9.9	コミュニティ公園
25	10 - エンガティバ	Parque San Andrés	Calle 82 Carrera 100	7.4	20% 森林
26	10 - エンガティバ	Parque Jardín Botánico	Avenida Rojas Calle 63	20.3	65% 森林
27	10 - エンガティバ	Unidad Deportiva El Salitre	Avenida 68 con Calle 63	25.2	70%を避難場所として活用可
28	10 - エンガティバ	Parque La Florida	Avenida Engativá Rio Bogotá	279.5	18% 森林, 2% 水面
29	11 - スバ	Parque La Gaitana	Carrera 116 con Transversal 116	6.4	30% 森林
30	11 - スバ	Canal Salitre	No Address	7.2	都市公園
31	11 - スバ	Parque Mirador de Los Nevados	Cerros de Suba	6.6	都市公園
32	11 - スバ	Carmel Club Campestre	Diagonal 154 Carrera 43	51.1	クラブ(私立)
33	11 - スバ	Club Campestre El Rancho	Calle 195 Carrera 45	42.5	クラブ(私立)
34	11 - スバ	Club Deportivo Los Arrayanes	Vía Suba - Cota Desviación Carretera Aeropuerto Guaymaral Km.13	78.3	クラブ(私立)
35	11 - スバ	Club Los Lagartos	Diagonal 103 Carrera 61	55.1	クラブ(私立)
36	12 - バリオス ウニドス	Parque Deportivo El Salitre	Calle 63 Carrera (Avenida) 68	66.1	20% 森林, 5% 水面
37	12 - バリオス ウニドス	Centro de Alto Rendimiento	Calle 63 Carrera 38	57.3	5% は簿コンクリートの骨組みで建設
38	12 - バリオス ウニドス	Parque de Los Novios - El Lago	Calle 63 Carrera 30	22.7	28% 水面(ほぼ湖)
39	12 - バリオス ウニドス	Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba	Calle 80 Carrera 38	43.9	軍学校
40	13 - テウサキジョ	Parque Virgilio Barco	Calle 63 Carrera 38	14.5	70%を避難場所として活用可
41	13 - テウサキジョ	Parque Central Simón Bolívar	Calle 63 Carrera (Avenida) 68	101.1	58% 入手可能面積, 12% 水面
42	13 - テウサキジョ	Universidad Nacional	Carrera 30 Calle 45	121.8	州立大学(データ無し)
43	15 - Antonio Nariño	Parque Villa Mayor Principal	Avenida - Carrera 30-35 Calle 34-30A S	7.9	地区公園
44	15 - アントニオ ナリニョ	Parque Ciudad Jardin	Avenida Carrera 10 y Avenida Caracas y los 2 costados del Canal	8.1	地区公園
45	16 - ブエンテアランダ	Parque Ciudad Montes	Carrera 38 a 41C Calle 10 a Diagonal 16	6.8	18% 森林, 5% 水面
46	16 - ブエンテアランダ	Parque Milenta - Tejar San Eusebio	Diagonal 17A a Calle 18 Sur entre Trans	7.9	地区公園
47	18 - ラファエル ウリベ	Parque Bosque San Carlos	Calle 27A Sur Diagonal 39A Sur	22.7	40% 森林
48	18 - ラファエル ウリベ	Parque Diana Turbay	Carrera 1A Y 2A Este Calle 48 R Sur	5.5	地区公園
49	18 - ラファエル ウリベ	Parque Estadio Olaya Herrera	Calle 22 y 27 Sur Carrera 21 y Avenida	5.1	地区公園, 10% コンクリートの骨組みで建設
50	18 - ラファエル ウリベ	Parque Santa Lucía	Diagonal 36 Sur Carrera 16 B	10.7	都市公園, 7% Built, 50% 森林

出典: JICA Study Team

表 - 44 クンディナマルカの地域避難場所のリスト

8都市内 (クンディナマルカ県) :				
51	チア	17501 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
52	コタ	21401 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
53	ラ カレーラ	37701 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
54	ファカタティバ	Estadio Municipal de Facativá	入手不可	7.5 都市公園, 20% コンクリートで建設
55	ファカタティバ	26901 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
56	マドリッド	Estadio Municipal de Madrid	入手不可	6.6 都市公園
57	マドリッド	43001 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
58	モスケラ	Villa Olímpica Municipio de M	入手不可	11.6 拡張可能, 7%建設済み
59	ソアチャ	75401 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
60	ソアチャ	75402 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り
61	ソアチャ	75403 - Urban Place to define	定義無し	- ムニシパリティによる都市地域判明の必要有り

表 - 45 地域公園の分析

ボゴタ市内				
ローカリティ	都市人口	公園面積 (Ha)	必要面積 (Ha)	可能面積 (Ha)
1 - ウサケン	421,320	151.82	84.26	67.56
2 - チャピネロ	122,991	16.12	24.60	-8.48
3 - サンタフェ	107,044	14.11	21.41	-7.30
4 - サンクリストバル	455,028	30.32	91.01	-60.69
5 - ウスメ	244,270	26.09	48.85	-22.76
6 - トウンフエリト	204,367	65.99	40.87	25.12
7 - ボサ	410,099	59.76	82.02	-22.26
8 - ケネディ	912,781	109.77	182.56	-72.79
9 - フォンティボン	278,746	17.55	55.75	-38.20
10 - エンガティバ	749,068	355.17	149.81	205.36
11 - スバ	706,528	247.26	141.31	105.95
12 - バリオスウニドス	176,552	189.90	35.31	154.59
13 - テウサキジョ	126,125	237.35	25.23	212.13
14 - ロスマルティネス	95,541	0.00	19.11	-19.11
15 - アントニオナリニョ	98,355	15.95	19.67	-3.72
16 - プエンテアラランダ	282,491	21.56	56.50	-34.94
17 - ラカンデラリア	27,450	0.00	5.49	-5.49
18 - ラファエルウリベ	384,623	43.95	76.92	-32.97
19 - シウダボリバール	575,549	0.00	115.11	-115.11
8都市内 (クンディナマルカ県) :				
ムニシパリティ	都市人口	公園面積 (Ha)	必要面積 (Ha)	可能面積 (Ha)
チア	61,783	0.00	12.36	-12.36
ファカタティバ	90,266	7.50	18.05	-10.55
フンサ	51,808	0.00	10.36	-10.36
マドリッド	52,110	6.58	10.42	-3.84
モスケラ	27,753	11.56	5.55	6.01
ソアチャ	283,889	0.00	56.78	-56.78

出典: JICA Study Team

(6) 脆弱地域の改善

地震被害に対する脆弱地域を判別するために、ボゴタ市の19首都地区、クンディナマルカの8都市について避難スペース、人口密度、脆弱建物の集中度について検討した。改善を優先的に進める脆弱地域として、サンクリストバル、ウスメ、ラファエルウリベ、シウダポリバール、サンタフェ、ボサ、ケネディ、スバの各地区の優先度が高い。これら地域は、市街地域の再開発、スムーズな緊急対応のために狭さく道路網およびオープンスペースの整備が必要であり、優先地域の基盤施設整備の促進を提案する。

優先地域は下記の表および図に示す。

表 - 46 再開発の優先地域 - 1

ロ - カリティ	UPZ 名	面積(ha)
サンクリストバル	33 ソシエゴ	235.49
サンクリストバル	50 ラグロリア	385.88
ウスメ	56 ダヌピオ	258.11
ラファエルウリベ	55 ディアナ トウルパイ	182.12
シウダポリバール	65 アルポリザドラ	326.97
合計		1398.57

表 - 47 再開発の優先地域 - 2

ローカリティ	UPZ名	面積(Ha)
サンタフェ	95 ラス クルセス	98.48
サンクリストバル	51 ロス リベルタドレス	389.08
ウスメ	52 ラ フロラ	206.88
ウスメ	57 グラン ヨマサ	530.24
ウスメ	58 コムネロス	483.22
ウスメ	59 アルフォンソ ロベス	233.54
ボサ	84 ボサ東	717.45
ボサ	85 ボサ中央	402.24
ケネディ	48 ティミザ	431.38
ケネディ	80 コラバストス	187.51
ケネディ	81 グラン プリタリア	179.41
ケネディ	82 パティオ ボニト	314.21
スバ	23 カーサ ブランカ スバ	419.92
ラファエルウリベ	54 マルエコス	358.6
シウダポリバール	66 サン フランシスコ	182.34
シウダポリバール	69 イスマエル ベルドモ	554.89
合計		5,689.39

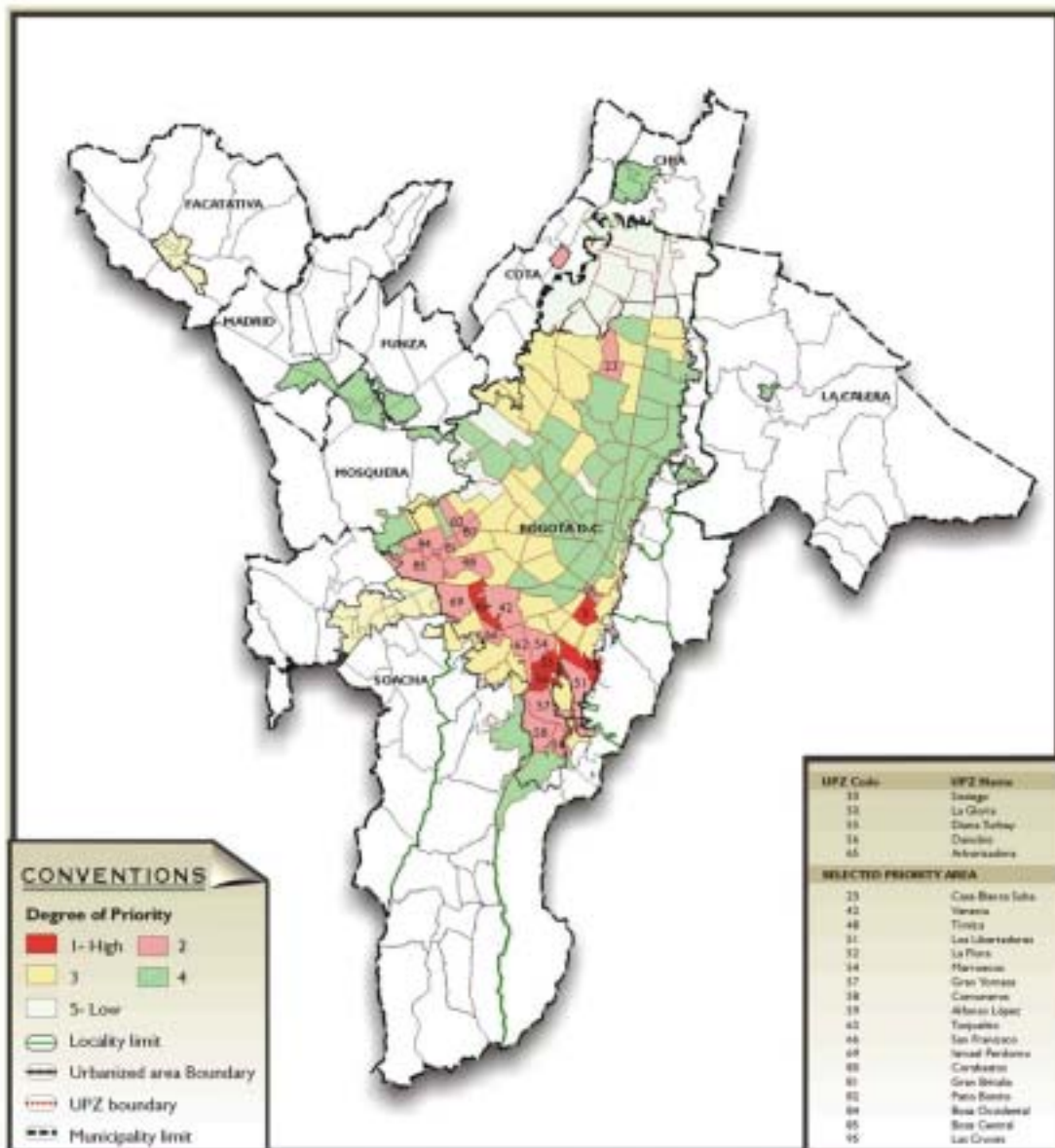


図 - 12 再開発の優先地域

(7) 地すべり

地すべり危険地域の地すべり工事の実施（ La Carbonera, Montebello, El Espino, Jerusalem, San Luis and El Paraiso ）を推進する。

(8) 洪水

洪水対策の構造物対策は、土砂排除、河道拡幅、既設堤防および施設改善工事実施を推進する。

洪水対策の構造物対策は以下の表に要約する。

表 - 48 洪水対策の構造物対策の要約

河川名	設計確率年	改良の内容	都市	備考
ボゴタ川	100-年確率	河川改修（アリカチン－コネフェラ） - 左岸堤防は既存堤防から30m後ろに移動する、 - 移動した堤防は3m嵩上げする - 拡幅河道の掘削	ボゴタ チア コタ モスケラ ソアチャ	EAABの調査
ツンフェロ川	100-年確率	洪水制御施設の改良	ボゴタ	
ポッテイジョ川	10-年確率	河道改修	ファカタ ティバ	水文・水理調査が必要
ソアチャ川	10-年確率	掘削・拡幅による既存河道の改修	ソアチャ	水文・水理調査が必要
トマ川	10-年確率	市街地域の水路および排水管の改良	ラカレ ーラ	水文・水理調査が必要

(9) 産業施設

危険物質を取り扱う産業施設の耐震診断により、地震対策として以下の事項の実施を提案する。

- 重要かつ危険な施設には地震計を設置し、機械停止システムと連動させる。
- 緊急停止システムの設置する（PGA150 gal 以上を感知したら停止する）。
- 危険物質・有毒物質のタンクの流入・流出パイプに遠隔操作バルブを設置する。
- フレキシブルジョイントおよびパイプシステムを導入する。

3) 非構造物対策

(1) 監視組織および警報

早期警報のために、地震、地すべりおよび洪水に関する情報の監視システム整備を推進する。この監視組織で取り扱う情報は以下のとおり取りまとめ表 - 49 に示す。

表 - 49 監視組織で取り扱う情報

災害の種類	情報	情報伝達方式	頻度
地震	地震波形	テレメトリック (ラディオ)	連続 地震観測
地すべり	地すべり活動	テレメトリック セミオートマテイク マニュアル	10分間隔(常時) 事前に決定したクライテリアよりも地滑りが増えた場合、モニタリングを実施する。
	降雨量	テレメトリック	10分間隔(常時) 事前に決定したクライテリアよりも地降雨量が増えた場合、モニタリングを実施する。
	地下水位	テレメトリック セミオートマテイク マニュアル	2回/日(常時)
洪水	降雨量	テレメトリック	10分間隔(常時) 事前に決定したクライテリアよりも地降雨量が増えた場合、モニタリングを実施する。 警戒時および緊急時には1分毎の対応。
	水位	テレメトリック	2回/日(常時) 30分間隔(警戒時) 10分間隔(緊急時)

出典: JICA Study Team

観測データは情報センターに伝達し、警報のために処理する。何れの警報システムも災害被害の軽減に効果的である。特に、地すべりおよび洪水は、事前に予測出来るので効果的である。従って、警報システムの導入は地すべり及び洪水の危険度が高い地域に計画する。住民への伝達・連絡方式は、情報連絡、社会等の信頼性について検討後決定するものとする。

(2) 土地利用の規制

地すべりや洪水のように被災地域が限定される場合の土地利用規制は、被害防止に最も効果的な方法の一つである。従って、土地利用規制は、地すべりおよび洪水の危険が高い地域における規制強化を促進する。

A. 地すべり地域

地すべり危険地域は下記の規制を図る。

- 危険度 1 地域：建築・住宅建設規制地域（公園・緑地等に利用する）
- 危険度 2 地域：建築基準に基づく建築（公共建物および重要施設は規制）
- 危険度 3 地域：適用しない

B. 洪水地域

ボゴタ市および8都市の土地利用計画（Territorial Ordering Plan: POT）によると、ボゴタ市および各都市は、河川地域を河川を中心から、ボゴタ川は75mおよび支川は50mと定めており、河川区域の土地利用規制を図る。

河川地域	:	ボゴタ川	:	左右岸に河川中心から 75m
		支川	:	左右岸に河川中心から 50 m
		無許可	:	環境保全以外の活動

高危険度地域 : 建物・住宅建設を規制 (緑地または公園等として利用)

中危険度地域 : 建築基準 (高床式)

低危険度地域 : 無規制

4.3 緊急対応策

災害発生時および発生後の防災組織は、人命救助、財産防護に必要となる緊急対応、ベーシックヒューマンニーズ、将来の脆弱性削減等に対応し災害地域の復旧・復興について、緊急対応および復旧・復興に係る各機関の責任を明らかにし、各機関が責任遂行に必要な体制と準備を進めるものとする。

1) 緊急対応体制

1989年の法律919号第62条によると、各行政組織は災害時には緊急対応が義務付けられている。早急に、ボゴタ首都圏は地震災害に対応する緊急対応体制を整備する必要がある。ボゴタ市、クンディナマルカ県およびコロンビア国は、緊急対応に必要な機能(輸送、通信・連絡、公共事業および技術、消防、情報管理・計画、マスケア -、資材サポート、保健・医療サービス、搜索・救助、有毒物質、食料、エネルギー)を基に、緊急対応体制を整備することが必要である。

2) 体制の準備

防災組織の緊急対応には下記の準備が重要である。

- 災害後の被害推定、緊急通信連絡、医療救護、救援救助等の緊急対応チームの編成準備、
- 他地域との相互応援協力体制の準備、
- 被災地域に必要な装備と救援物資(食料、水、発電機、キャンプ装備)の備蓄、
- 現場活動拠点事務所の設置および災害復旧拠点事務所に必要な事務所用備品の備蓄、

- 緊急サービス（被災道路の開通、避難所および給食センターの開設および運営）の準備、
- 仮設住宅建設の準備、
- 災害後の被害軽減および復旧に必要な財政援助（貸付、補助）体制の準備、
- 道路補修および公共建物復旧資金の準備、
- 将来の被害軽減に関する技術援助、他の救援（カウンセリング、減税、法的サービス）体制の準備

3) 初動体制の整備

被害を最小限のものとするためには、初動体制の整備が重要であり、各緊急対応機関は下記の準備が必要となる。

- 動員体制の整備を行うため、活動要領および体制の整備を行う。
- 活動拠点の整備を進めるため、防災拠点および装備の整備を行う。
- 防災情報システムの充実・強化をはかるため、既存システムの強化、情報システムの強化、観測体制の強化および通信機器の整備を行う。
- 救助・支援体制の強化を推進するために、避難場所（広域避難場所）・避難道路等の整備、避難所機能の強化および水・食料の確保を行う。
- 消火・救助体制の整備を促進するために、消防力の強化、地震火災用資器材等の整備および救助資器材の整備を行う。
- 救急体制・医療救護体制の整備を推進するために、救急体制の整備、救急医療情報システムの整備、初動医療体制の整備、後方医療体制の整備および医療救護環境の整備を促進する。
- 交通・輸送体制の整備を推進するために、自動車等交通対策の策定、緊急輸送ネットワークの整備、緊急道路障害物除去態勢の整備、道路啓開用資器材の整備および空港の整備を行う。

4) 緊急対応本部の設置

地震災害時の責任者は、ローカルレベルでは、ローカル知事、ボゴタ市またはクンディナマルカ県レベルでは、それぞれ市長または知事である。しかし、ボゴタ首都圏の緊急対応を効率的に進めるために、緊急対策本部の設置と緊急対策指揮者については法律で定めるべきである。

ボゴタ首都圏の緊急対策本部

国： 内務省/国家防災局（ボゴタ市保健局の建物内）

ボゴタ市： ボゴタ市保健局の建物

クンディナマルカ県： クンディナマルカ県庁舎

ボゴタ市各区およびクンディナマルカ 8 都市： 各庁舎

なお、緊急対策本部候補の建物は次の表に示す。

表 - 50 提案の緊急対策本部リスト

カテゴリー	施設名	場所	建物の情報			耐震補強
			床面積 (m ²)	構造	建設年度	
国家レベル	内務省	ボゴタ	3,861	煉瓦造(未補強)	1860	×
	ボゴタ市保健省	ボゴタ	35,827	コンクリート造(補強済)	1999	○
地域レベル	ボゴタ市防災局(DPAE)	ボゴタ	1,015	コンクリート造(補強済)	1992	○
	クンディナマルカ県防災室	クンディナマルカ	600	煉瓦造(未補強)	1986	×
	ボゴタ市市長室	ボゴタ	6,825	煉瓦造(未補強)	1900	○
	クンディナマルカ県	クンディナマルカ	38,187	コンクリート造(補強済)	1997	○
地区 Level	ウサケンローカルオフィス	ボゴタ	1,272	煉瓦造(未補強)	1840	×
	チャピネローカルオフィス	ボゴタ	3,250	コンクリート造(補強済)	1975	×
	サンタフェローカルオフィス	ボゴタ	1,093	コンクリート造(補強済)	1993	○
	サンクリストバルローカルオフィス	ボゴタ	776	煉瓦造(未補強)	1980	×
	ウスメローカルオフィス	ボゴタ	2,538	コンクリート造(補強済)	1955	×
	トゥンフェリトローカルオフィス	ボゴタ	1,783	煉瓦造(未補強)	1985	×
	ボサローカルオフィス	ボゴタ	1,144	煉瓦造(未補強)	1982	×
	ケネディオローカルオフィス	ボゴタ	4,176	コンクリート造(補強済)	1984	×
	フォンティボンローカルオフィス	ボゴタ	1,236	煉瓦造(未補強)	1961	×
	エンガティバローカルオフィス	ボゴタ	800	煉瓦造(未補強)	1997	○
	スパローカルオフィス	ボゴタ	1,330	煉瓦造(未補強)	1928	×
	バリオスウニドスローカルオフィス	ボゴタ	8,938	煉瓦造(未補強)	1940	×
	テウサキジョローカルオフィス	ボゴタ	499	煉瓦造(未補強)	1940	×
	ロスマルティレスローカルオフィス	ボゴタ	640	コンクリート造(補強済)	1958	×
	アントニオナリニョローカルオフィス	ボゴタ	2,268	コンクリート造(補強済)	1971	×
	ブエンテアラランダローカルオフィス	ボゴタ	3,422	煉瓦造(補強済)	1978	×
	ラカンデラリアローカルオフィス	ボゴタ	243	煉瓦造(未補強)	1900	×
	ラファエルウリベローカルオフィス	ボゴタ	1,752	コンクリート造(補強済)	1949	×
	チア市長室	チア	1,680	煉瓦造(未補強)	1939	×
	コタ市長室	コタ	273	コンクリート造(補強済)	2000	○
	ファカタティバ市長室	ファカタティバ	2,205	コンクリート造(補強済)	1989	○
	フンサ市長室	フンサ	1,734	コンクリート造(補強済)	1960	×
	ラカレーラ議会室	ラカレーラ	2,046	煉瓦造(未補強)	1778	×
	マドリッド政治官邸	マドリッド	1,488	煉瓦造(未補強)	1890	×
	モスケラ市長室	モスケラ	852	煉瓦造(未補強)	1900	×
	ソアチャ議会室	ソアチャ	4,675	コンクリート造(補強済)	1997	○

出典: JICA Study Team

4.4 震災復興

ボゴタ首都圏に震災が発生した場合に備えて、予防対策や応急対策だけでなく、震災後の復興の進め方について十分検討を行い、あらかじめ適切な対応をしておくことが必要である。防災対策の一環として、調査地域で最も脆弱性の高い地域について、基本的な復旧および復興基本計画の作成を推進する。復旧・復興計画は二つのカテゴリーすなわち日常生活の回復、都市地域の回復に分けられる。

日常生活の回復は災害前の生活を取り戻すことであり、被災者の多くは、家、生活条件および仕事を失うかもしれない。政府は下記の復旧活動が必要となる。

- 被災者の住宅再建作業

- 政府の公共建物、基盤施設の修繕、再建および将来の被害軽減策計画
- 政府の援助、補助、技術サービス計画；住宅再建のための資金援助・低金利の融資、技術援助および教育・情報による被災者の回復作業推進

4.5 緊急保健・医療サービス

1) 基本方針

ボゴタ市保健局の「病院緊急計画の作成指針」によると、災害の程度により、準備レベルを下記の3レベルと定義している。

レベル	定義
I	既往の災害医療関連資源および医療施設で対応できる。
II	全ての災害医療資源および医療施設の動員し対応することが必要
III	医療施設の規模を超えており、対応には、外部に援助を求めることが必要である。必要

シナリオ地震による被害は、レベル Ⅱ またはそれ以上である。

大規模な災害の場合の緊急医療サービスは、通常時の個別の緊急事態とは全く異なる対応が求められる。レベル Ⅲ の対応を要約すると

(1) 人命救助を優先する

生存可能性の高い患者に全ての努力を発揮する。災害医療は多数の傷病者を対象にベストを目標にしている。この観点からトリアージ作業が極めて重要である。

(2) 傷病者に対応するために、首都圏の全ての医療リソースを動員する

多くの傷病者を無理なく被災地域外の、広範囲の病院に輸送できるようにする。

(3) 医療制度上の階層に基づき組織的な対応する

郡、首都および国の保健医療の3レベルによる対応システムのニーズにマッチしている。このシステムを確立するためには、医療災害に関与する全ての機関の役割と責任を定義し、各関係機関間の調整メカニズムを解決するべきである。

(4) 時間の経過に伴い変化するニーズにマッチしたタイムリーなサービスを提供する

これは、時間の経過に伴い常に変化していく医療ニーズへの対応である。第1に重症者を、次に内臓疾患、慢性疾患、そして精神疾患の順位である。

2) 計画のアウトライン

災害医療管理計画は対策と対応からなる。共に、下記の5つの基本的活動からなる医療活動を含んでいる。

- 情報の収集および伝達
- 現場での救急医療
- 病院での救急医療
- 後方業務
- 輸送

これら医療活動による傷病者のフローは以下の図に示す。

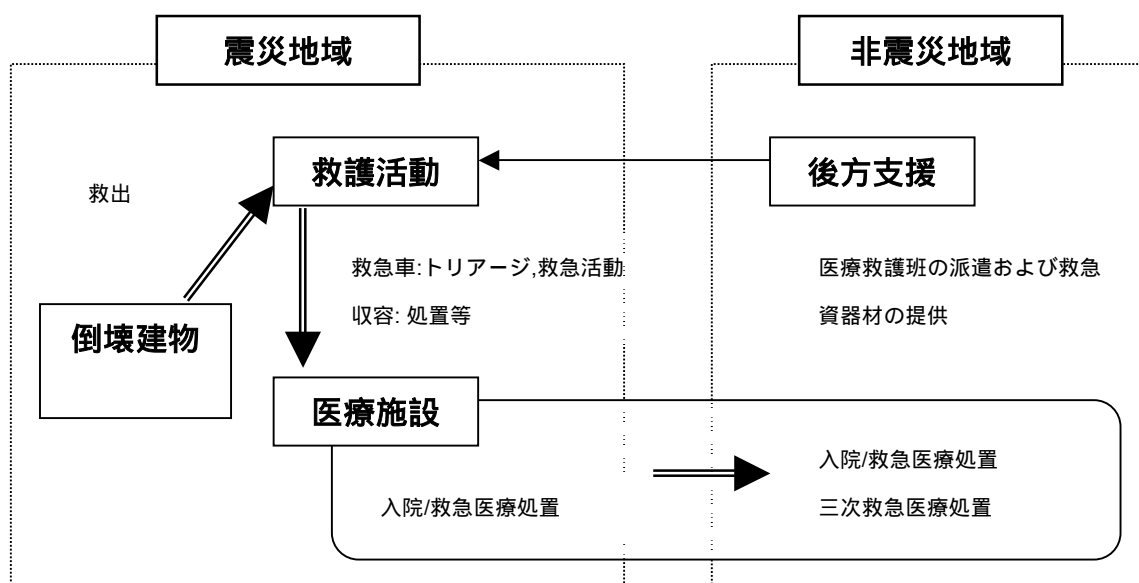


図 - 13 災害時の救急医療のフロー

対策計画では、基本的対策を準備し、対応計画ではそれらの対策活動の手順と保健医療関係機関の責任を明確にする。

- (1) 緊急対応のために輸送機能整備をはかる。震災時、多数の傷病者輸送、重傷患者の他市への空輸を含め、広範囲の医療関係者および医薬品供給のための輸送機能を整備する。
- (2) 現場救急医療体制を強化し、首都圏の大量医療サービス需要に対応する。
- (3) 全ての医療リソース、公共および民間を動員できる医療システムを整備する。
- (4) 保健環境および病気防止対策活動の整備を図る。
- (5) 病院における被害軽減対策。レベル の病院の電気、水タンク、燃料、医療ガスの供給能力向上を整備する。
- (6) 緊急用医薬品および必需品のストック整備する。非常時に供給なしに、72 時間医療業務を続行出来るように整備する。
- (7) 住民の災害時の応急処置教育を実施し、救急医療チーム到着前の対応力を高める。
- (8) 国際機関の協力の取り決めを進める。

4.6 公共教育

1) 基本方針

災害教育の目的は災害防止能力の向上である。災害管理の観点から、学校、社会および災害管理に携わる政府関係者の防災意識の普及・高揚は防災能力向上に効果的である。

2) 災害防止関連スタッフの教育

- 災害対応マニュアルの配布
- 現場での防災訓練，現地調査および監察
- 訓練、講義、ワークショップ、セミナー等
- 災害管理を目的とした専門家のコース
- 他の防災関連機関の教育
- 先生および学校関係者の訓練

3) 学校教育

- 学校教育のカリキュラムの確立
- カリキュラム外の活動
- 学校の年間教育計画の準備
- 学校による学校の災害管理計画の準備
- 大学における災害管理コースの確立

4) 社会教育

- 災害知識の伝達
- ローカル災害防止組織の作成

4.7 情報システム

1) 基本方針

災害管理情報システム（DMIS）を計画する。このシステムは「災害管理ツール」として、災害防止管理機関(DMA)の機能をサポートする。このDMISは下記の5つの独立したシステムで構成している。

(1) 情報収集および送信システム(CTS)

水文・気象情報を収集し、DMAへ伝送する。

災害情報を収集し、DMAへ伝送する。

(2) データベースシステム(DB)

関連情報をGISデータベースにストアする。

(3) 情報処理システム (PS)

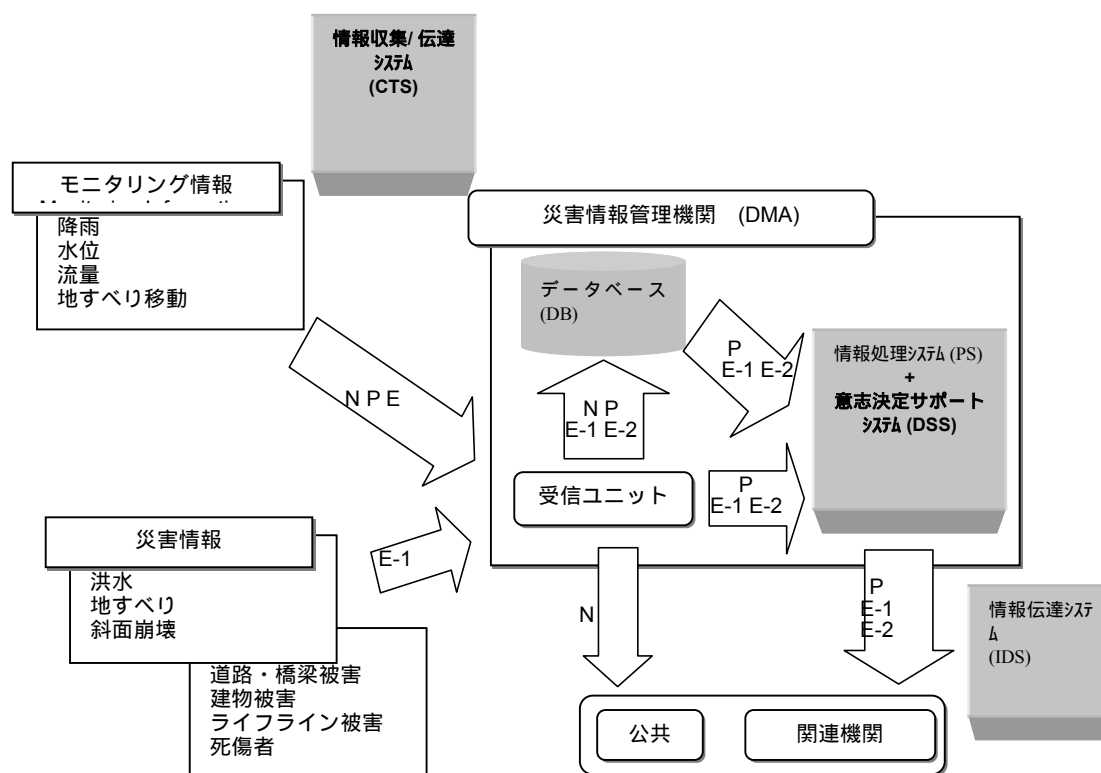
情報処理し、災害時の意思決定、調査研究、災害防止計画の策定等に利用する。

(4) 意思決定サポートシステム(DSS)

事前に危険レベルを設定し、その危険レベルに基づき意思決定の資料を提供する。

(5) 情報伝達システム(IDS)

モニターデータおよび情報処理の結果、意思決定の結果を関連機関および公共に伝達する。計画の概念は以下の図に示す。



(N: Normal, P: Pre-emergency, E: Emergency)

図 - 14 情報の流れ

2) 提案の災害管理情報システム (DMIS)

提案の DMIS 実施の基本方針は以下の通り。

本システムは

- 災害から安全であること
- 情報収集が確実であること
- 情報を正確に速やかに伝送できること

- 意思決定者に速やかに有用な情報を提供できること
- 過去の災害管理の経験を活用できること

DMIS の主要施設はボゴタ市に設置し、災害防止管理機関が管理することを提案する。この DMIS は最新情報を共有するため、他の関連機関が最新情報に自由にアクセス出来るものとする。

4.8 実施計画

1) 実施期間

提案の事業の実施期間は議会承認を受けた正式の開発計画および土地規制計画からなる既存の土地利用計画（Territorial Ordering Plan: POT）の目標年（2010年）を考慮し、2010年までとする。事業はボゴタ市の市長の任期を考慮し、下記の3期に分けて進める。

- (1) 短期：2002 - 2004
- (2) 中期：2005 - 2007
- (3) 長期：2008 - 2010

2) プロジェクトの実施スケジュール

各期の主なタスクとプロジェクトは下記のように計画した。

(1) 短期 (2002 - 2004)

- 各機関の防災体制の整備とアクションプラン（1）の作成
- 戦略的建物および施設の改善と強化（耐震診断、第1優先事業）
- 公共教育の高揚
- 緊急対応システムの整備（情報システムの準備他）
- 地すべり対策事業の実施（第1優先事業、モニタリング）
- 洪水対策事業の実施（ボゴタ川、警報システム）

(2) 中期 (2005 - 2007)

- アクションプラン（2）の準備
- 戦略的建物および施設の改善と強化（第2優先事業、脆弱地域の整備）
- 公共教育の高揚
- 緊急対応システムの整備（情報システムの強化，他）
- 地すべり対策事業の実施（第2優先事業）
- 洪水対策事業の実施（ボゴタ川、支川）
- 開発調査の実施

(3) 長期 (2008 - 2010)

- アクションプラン（3）

- 戦略的建物および施設の改善と強化（第3優先事業）
- 公共教育の高揚
- 緊急対応システムの整備（情報システムの強化）
- 地すべり対策事業（第3優先事業）
- 洪水対策事業の実施（ボゴタ川、ツンフェロ川）

3) 実施機関

事業の実施機関は事業の内容により異なっている。事業の責任政府機関はボゴタ市、クンディナマルカ県および中央政府である。民営化セクターは、上下水道会社(EAAB), 配電会社 (CODENSA), 発電会社 (EMGESA), 電話通信会社 (ETB and CAPITEL), ガス会社 (ECOGAS)そして民間の個人である。

基本計画を実施するためには、ボゴタ首都圏は、関係機関間の協調と強力な調整機関が不可欠である。

4) 実施スケジュールと費用

実施スケジュールおよび事業費について検討した。事業の実施スケジュールは短期、中期、長期に分け計画した。実施スケジュールと資金支出スケジュールは表 50 および表 51 に示す。

総事業費は 1,671,676 百万コロンビアペソ（730.3 百万 US ドル）であり、その費用支出計画は事業の実施スケジュールを基に作成した。支出割合は短期・中期・長期でそれぞれ 22 %、51.5 %、26.5 % となる。

提案事業は大半が既存施設の耐震性の強化である。事業規模は現地政府機関の投資規模の範囲であり、耐震強化事業に高い優先度を与えることによって、事業実施を推進する。

各セクターの予算規模と年平均必要事業費を比較すると、IDU(2001 年投資予算規模：685,517 百万ペソ)の場合：4.4%, EAAB(2001 年投資予算規模：881,439 百万ペソ)の場合：5.9%程度である。

なお、戦略建物の耐震強化、公共性の高い緊急対応施設の実施については、外資導入による実施が考えられるが、その妥当性については、経済分析の結果により判断することが望ましい。

一般民間建物の耐震対応は、現在の補助金および貸付制度の見直しと、市の防災基金 (FOPAE) の適用を提案する。

また、耐震対応の財源として、地震保険の 1 %を還元について検討することを提案する。

表 - 51 実施スケジュール

プログラム	プロジェクト名	実施機関	金額 (100万コロンビアペソ)	実施スケジュール											
				短期			中期			長期					
				2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
1	重要建築物の改善	1-1 重要建築物の耐震診断調査	各政府機関	5,340	■	■		■	■		■	■			
		1-2 重要建築物の強化	各政府機関	264,303	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	橋の改善	2-1 車および歩行者用橋梁の耐震診断調査	ボゴタ市	13,650	■	■									
		2-2 車および歩行者用橋梁の強化	ボゴタ市	288,500			■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.1	給水施設の耐震強化	3-1 給水施設の耐震診断調査	EAAB	447,140	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		3-1-2 緊急給水タンクの供給	EAAB	79,760	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.2	ガス救急施設の耐震強化	3-2-1 ガス供給施設の耐震診断調査	ガスナチュラル社	770	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		3-2-2 ガス供給施設の耐震性強化	ガスナチュラル社	5,660	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.3	電気供給施設の耐震強化	3-3 電気供給施設の耐震診断調査	CODENSA/EMGESA	1,160	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		3-4 電気供給施設の耐震性強化	CODENSA/EMGESA	20,600			■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.4	テレコミュニケーション施設の改善	3-3-1 テレコミュニケーション施設の耐震診断調査	ETB/CAPITEL	420	■	■									
		3-3-2 テレコミュニケーション施設の耐震性強化	ETB/CAPITEL	9,200			■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	優先地域の都市再開発	4-1 優先地域の都市再開発	ボゴタ市	87,913	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		4-2 道路の再開発	ボゴタ市	109,862			■	■	■	■	■	■	■	■	■
		4-3 オープンスペースの開発	ボゴタ市	27,380			■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	地震工学	5-1 表層地盤の物理探査	DPAE/ INGEOMINAS	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		5-2 液状化危険度評価と地震応答解析のための地盤調査	DPAE/ INGEOMINAS	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	地滑り	6-1 地滑り保護工事	DPAE	14,034	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	洪水	7-1 構造対策	EAAB/クンディナマルカ県	251,790	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		7-2 非構造対策	EAAB/クンディナマルカ県	982	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	産業施設	8-1 危険物の操作	DAMA/CAR	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	保健分野	9-1 保健分野の改善	ボゴタ市/クンディナマルカ県	33,436	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	教育分野	10-1 教育プログラム	ボゴタ市/クンディナマルカ県	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	防災管理情報システム	11-1 災害管理情報システムの構築	ボゴタ市/クンディナマルカ県	9,620	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	モニタリングプログラム	12-1 モニタリングプログラムの構築	DPAE	157	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

出典: Study Team

表 - 52 資金支出スケジュール（単位：百万コロンビアペソ）

項目 年次	金額配分									合計
	短期			中期			長期			
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
重要建築物の耐震調査	927	926	30	625	626	52	1,001	1,002	152	5,340
重要建築物の強化	9,232	18,316	18,342	24,713	31,229	22,118	45,363	45,364	49,627	264,303
車および歩行者用橋梁の耐震性強化	6,825	6,825	57,700	57,700	57,700	57,700	57,700	-	-	302,150
給水システム耐震性強化	4,805	4,805	88,420	101,580	101,580	101,380	99,680	12,200	12,450	526,900
ガス供給システム耐震性強化	775	575	1,110	1,110	1,130	1,130	200	200	200	6,430
電気供給システム耐震性強化	780	780	1,320	3,320	3,370	3,820	3,820	3,300	1,250	21,760
テレコミュニケーションシステム	410	410	1,250	1,750	1,750	1,750	700	800	800	9,620
都市再開発プログラム	8,658	8,658	8,660	66,391	66,391	66,397	-	-	-	225,155
地震工学プログラム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地滑りプログラム	830	2,471	2,471	2,364	2,364	2,375	579	580	-	14,034
洪水プログラム	27,028	27,028	27,030	19,078	19,078	19,079	38,150	38,150	38,150	252,771
産業施設プログラム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
保健分野プログラム	4,216	4,226	4,246	4,136	4,136	4,196	2,716	2,716	2,848	33,436
教育プログラム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
情報システムプログラム	1,603	1,603	1,603	1,603	1,603	1,605	-	-	-	9,620
モニタリングプログラム	70	66	3	3	3	3	3	3	3	157
合計	66,158	76,689	212,185	284,373	290,960	281,605	249,912	104,315	105,480	1,671,676
合計(期間別)			355,032			856,937			459,707	1,671,676

出典: Study Team

4.9 評価

防災対策基本計画の提案事業について、各々の技術、社会、環境および経済的側面から検討し、提案事業の効果を A から C の 3 段階で評価する。評価基準は以下の通りである。

(1) 技術的側面

事業により想定される被害の軽減効果の技術的側面の 1 部として評価する。建物、基盤施設、ライフラインに対する地震被害は以下の通りである：

- 建物被害
地震による倒壊建物数：421,989（ケース 2）
脆弱建物の耐震補強により倒壊建物数が減少する。
- 基盤施設（橋梁）
地震による落橋数：58（ケース 2）
耐震補強により、落橋数が減少する。
- ライフライン
水、ガス、電力および電話等ライフライン施設は広範囲に被害を受ける可能性があり、関連機関の耐震補強対策の遂行により、被害が軽減する。

(2) 社会的側面

地震被害は死傷者、負傷者が出る。死傷者・負傷者の規模は建物被害とリンクしている。建物被害率は、低収入地域と特徴付けられる低エストラー地域で比較的高いので、人的被害は社会的脆弱人口と関連が高い。事業実施により人的被害が減少する。

(3) 環境的側面

災害対策上の観点から、オープンスペースの不足や緊急道路網の不足など、脆弱な地区が多数存在している。提案の事業は、調査地域の脆弱な都市地域を改善する。提案の事業は、建物被害の削減により災害時の瓦礫量を削減し、脆弱地域削減効果がある。

(4) 経済的側面

提案事業の経済的側面は、地震被害削減による、地震時の被害額減少を評価する。

評価基準に基づき、提案の事業を評価した結果は下表に示す。

表 - 53 プログラムの評価

No	プログラム	期待される効果	評価項目			
			技術	社会	環境	経済
1-1	重要建物の耐震診断調査	政府および緊急対応機関の建物の強化により、脆弱建物 700 以上の減少。	A	C	C	C
1-2	重要建物の耐震強化		A	A	A	A
2-1	橋梁および歩道橋の耐震診断調査	橋梁および歩道橋の耐震強化により緊急道路が確保される。危険橋梁 58 の強化。	A	C	C	C
2.2	橋梁および歩道橋の耐震強化		A	B	A	A
3-1-1	給水施設の耐震強化	1 3 給水施設の耐震強化により給水量の確保	A	C	A	C
3-1-2	緊急給水施設の設置	緊急給水施設（容量：110,800m ³ ）の整備により緊急時の給水量の確保	A	C	A	A
3-2	ガス供給施設の耐震強化	ガス施設耐震強化によりガス供給施設被害の減少	A	C	B	B
3-3	電力供給施設の耐震強化	電力供給施設の耐震強化により、施設被害の減少または電力供給維持	A	C	B	B
3-4-1	電話施設の耐震診断調査	既存電話施設の耐震強化により、通信機能の維持が可能。	A	C	C	C
3-4-2	電話施設の耐震強化		A	C	B	B
4-1	優先地域の耐震強化	脆弱地域の耐震強化により地震被害の減少（7,000 ha 以上）	B	A	A	B
4-2	道路網の整備		B	A	B	B
4-3	オープンスペースの整備		B	A	A	C
4-4	教育プログラム	技術の改善および2次被害の減少	-	-	-	-
5-1	地盤の地球物理調査	インフラおよび建物の耐震強化により正確な情報が得られる	A	C	C	C
5-2	地盤の挙動および液状化確認のための構造地質調査		A	C	C	C
6	地すべり防止工事	優先地域 5ヶ所の安全化	B	A	C	C
7-1	洪水対策工事	5 河川の洪水被害軽減防止	A	B	C	A
7-2	洪水非構造物対策	洪水氾濫危険地図および警報システムの導入による洪水被害の軽減防止	A	B	C	C
8	有害物質の対処	監視システムの確立	A	B	A	C
9	保健医療セクター改善プログラム	保健医療セクターのキャパシティの改善と緊急対応キャパシティの改善による保健医療対処能力の向上	C	A	C	C
10	教育プログラム	防災意識の向上による被害の軽減防止	-	-	-	-
11	災害情報管理システムの確立	災害情報管理システムの向上	B	A	C	B
12	モニタリングプログラムの確立	警報システムの確立による被害軽減防止効果	B	A	C	B

注: A: 効果大
B: 効果中
C: 効果小

5. 結論と勧告

ボゴタ首都圏の防災対策には、中央政府、ボゴタ市、クンディナマルカ県が関係している。既存の防災組織は、地震以外の地すべりおよび洪水には効果を挙げている。関連の政府機関は地震に対する準備が必要である。関連する中央政府、ボゴタ市、クンディナマルカ県の各政府は、地震に対応するため、地震防災対策および地震時の緊急対応のための責任機関を整備することが必要である。

地震被害分析の結果によると、建物、基盤施設およびライフライン施設は地震に対し脆弱であり、その中でも建物の脆弱性が最も大きな解消すべき課題である。

脆弱な建物は、不法建築および住宅開発により、ボゴタ首都圏の広範囲に分布している。この基本計画は、2010年までに、順次補強により、脆弱な建物数の削減を計画している。ボゴタ首都圏の脆弱な区および都市は、脆弱性を改善するためにパイロット調査の対象地域に選定した。

提案のボゴタ首都圏防災対策の基本計画は、技術的、財務、社会および環境上効果的である。提案の事業の実施により、地域の脆弱性は改善されるだろう。

ボゴタ首都圏の関連機関は、下記について速やかな対応をとることを提案する。

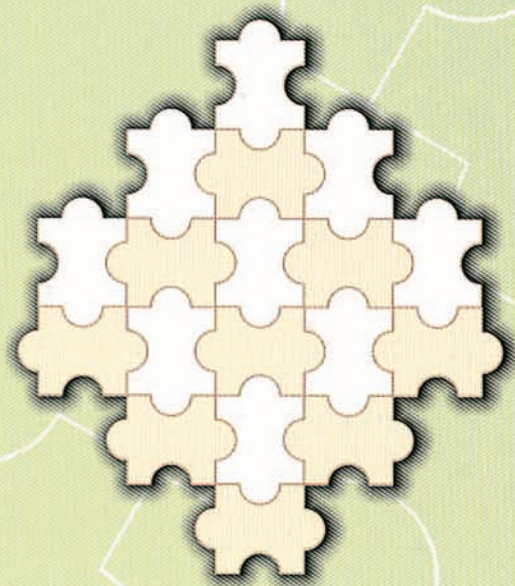
- 1) ボゴタ首都圏の震災被害軽減防止のためにボゴタ市、クンディナマルカ県および中央政府は、地震災害に対処する防災対策および緊急対応策を進めるために早急に組織を整備する必要がある。その目的を達成するために、ボゴタ市およびクンディナマルカ県ならびに中央政府は、それぞれの防災調整機関、市防災局(DPAE)、県防災局(OPAD)および国家防災局(DGPAD)で組織されている「ボゴタ地区防災委員会」、「クンディナマルカ地域防災委員会」および「国家防災委員会」にはかり、早急に防災体制を整備し、防災対策の実施および緊急対応の準備を行う。同時にボゴタ首都圏の防災対策および緊急対策準備に当る指導的調整機関を設定する。
- 2) ボゴタ首都圏のデータベースは、情報および災害情報管理システムの基礎であり、情報の共有と適切な維持管理のシステムが必要である。地震災害時には、ボゴタ首都圏の震災対策に当るボゴタ市(DPAE)、クンディナマルカ県(OPAD)および中央政府(DGPAD)の連携は不可欠であり、各関連機関が情報を共有することが不可欠である。本調査で作成したデータベースは災害情報管理の基礎的ツールであり、データベースの共有と適切な維持管理を実施する。
- 3) ボゴタ首都圏の地震被害を低減するには、建物被害を削減することが不可欠である。ボゴタ首都圏は脆弱な建物が多数存在しており、地震被害を削減するには脆弱建物の耐震強化が必要である。そのためには、首都圏全体の防災意識の高揚をはかり、首都圏の重要課題として、脆弱な建物の耐震化と不法建築の減少に対処する必要がある。現在、建築許可を担当する CURADURIA は審査能力を拡大し業務範囲を拡大

することによって、新規建築需要に対応できるように改変し耐震補強や強化プロジェクト審査が出来るようにする必要がある。また、ボゴタ市は、建築許可後の建物について、施工中の監視システム導入を提言する。

- 4) レンガ積み構造物の耐震設計・施工指針は、現状に合わせ、見直しが必要である。ボゴタ首都圏は、建物 95 万棟のうち、レンガ積み構造の建物がその大半を占めている。1999 年のキンディオ地震では、多数のレンガ積み構造の建物が倒壊しており、建物被害およびボゴタの建物の現状を考慮すると、レンガ積み建物の耐震補強方法を含め耐震設計指針の見直しをおこなう。
- 5) ボゴタ首都圏は災害情報管理システム（DIMS）を構築し、災害時の情報収集、情報処理、意志決定および情報伝達をはかるのが効果的である。現在、多数の機関が、それぞれ情報システムを所有しており、当面その強化が必要であるが、ボゴタ首都圏の防災対策を進める上で、総合的な災害情報管理システムが必要となる。防災対策および緊急対応の管理ツールとして、総合的な災害情報管理システム構築に向けて、既存のシステム見直しを含め、調査を進めることを提言する。
- 6) 基盤施設およびライフライン施設は地震被害が予想される。各公共サービス機関は責任施設について防災対策計画および緊急対応計画の準備を提言する。各公共サービス機関の防災計画は、耐震診断に基づくライフライン施設の強化計画、災害時の応急給水槽のような緊急対応施設計画、緊急対応計画は災害後のライフラインの復旧に必要な初動態勢、復旧資器材および機器を含むものとする。
- 7) 政府機関の強化、公共の防災意識の高揚には公共教育が必要である。政府機関は災害対策および緊急対応における責任に応じて強化が必要である。住民および地域社会は、通常、建築、土地開発および住宅開発には罰則はないが、耐震設計および耐震強化の必要性等、災害防止に関連する法規則を守るように、住民意識の高揚を図る。
- 8) パイロット調査は、ボゴタ首都圏の防災基本計画を進める上で、早期実施が必要である。パイロット調査の対象地域は、ボゴタ市およびクンディナマルカ県の防災上の観点から選定した脆弱地域（サンクリストバル、ウスメ、ラファエルウリベ、シウダポリパール、サンタフェ、ボサ、ケネデイ、スバ、ソアチャ、コタ）から選定し、住民組織、緊急対策施設、復興計画を含め調査を実施することを提言する。
- 9) ボゴタ首都圏の今後必要な調査実施を推進する。
 - ボゴタ首都圏パイロット地域の防災対策調査
 - クンディナマルカ県地質調査
 - クンディナマルカ県構造地質調査
 - ボゴタ川上流域の水資源・環境保全調査
- 10) 留意事項

この防災基本計画は方向を示すものである。防災基本計画の実施は下記のステップで進めることを提案する。

-
- ボゴタ首都圏の防災体制および緊急対応体制の整備は、ボゴタ市、クンディナマルカ県および国の各防災委員会に図り推進する。設定された責任機関およびサポート機関は、各責任分野の防災対策計画策定および緊急対応の準備を行う。同時に他地域および国際機関等との連携について準備を進める。
 - ボゴタ首都圏の防災対策を推進する調整機関を正式に定め、関連機関の連携および事業実施の調整を図る。
 - ボゴタ市は、地震防災が行政機関全般の連携を必要な点を考慮して、地震防災体制検討に当たっては、ボゴタ市の防災関係の調整機関に該当する防災局(DPAE)を外局から行政機関のラインに加えることを検討する。
 - インフラ・ライフライン施設の責任機関は、提案事業の耐震診断を進め、必要に応じ、提案事業の耐震強化実施を促進する。
 - 区(Locality)および都市(Municipality)地域の防災対策の策定および緊急対応の準備を実施する。



JICA
国際協力事業団