

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 ボリビア共和国の概要

2.1.1 国土と人口

ボリビア共和国は南米大陸の中央に位置する内陸国で、西側をチリ、ペルーと国境を接し、南側をパラグアイ、アルゼンチンと、東側をブラジルと国境を接している。首都ラパスが位置する地域は、標高 6,000m を越えるアンデス山脈があり、コチャバンバ地域は高原地帯、溪谷地帯、第2の都市サンタクルスは平原地帯である。

国土は約 110 万平方キロ、日本の約 3 倍の面積を有している。

全国は 9 県に分けられ首都はラパス県ラパスにあり、第2の面積を持つサンタクルス県は面積 37 万平方キロで「ボ」国の国土面積の 34%、わが国の国土とほぼ同じ面積を有しているが、熱帯地域で未開発な地域が多く存在する。



図 2.1.1 9 県区分図

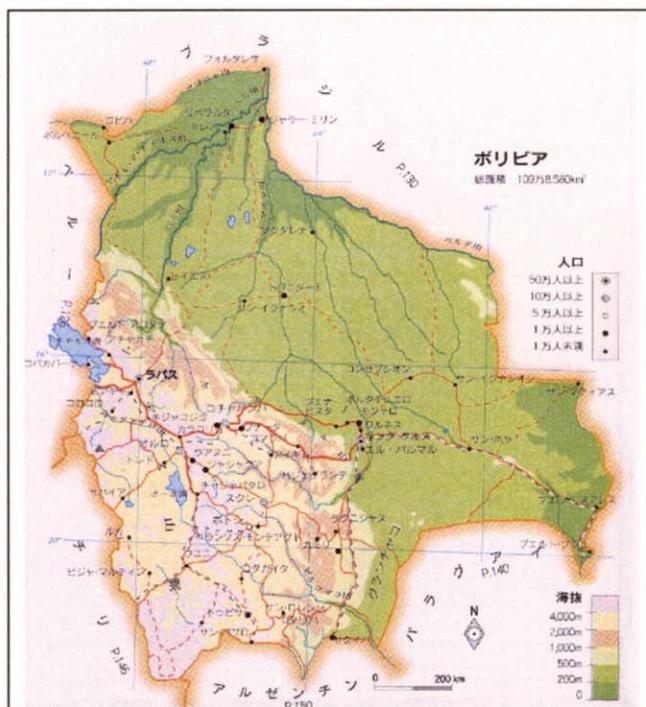


図 2.1.2 ボリビア全国図

ボリビアはアメリカ大陸の他の諸国と同様に、人種的には混血国家であるが、先住民インディヘナの要素が強い。人種構成はインディヘナが 55%、混血（メスティーソ）が 32%、白人 13% となっている。総人口の約 70% がアルティプレーノとバジェに、残りの約 30% が広大なオリエンテに居住している。

表 2.1 総人口と県別人口（2001 年国勢調査結果）

（単位：人）

県名	人口	都市部人口	地方人口
チキサク	531,522	218,126	313,396
ラパス	2,350,466	1,552,455	798,011
コチャバンバ	1,455,711	856,752	598,959
オルロ	391,870	236,110	155,760
ポドシ	709,013	239,083	469,930
タリハ	391,226	247,736	143,490
サンタクルス	2,029,471	1,545,648	483,823
ベニ	362,521	249,152	113,367
バンド	52,525	20,820	31,705
全 国	8,274,325	5,165,882	3,106,443

出典：Censo Nacional de Poblacion y Vivienda 2001

1992年から2001年までの人口統計の推移を図2.1.3に示す。また、1999年での人口分布図を図3.1.4に示す。

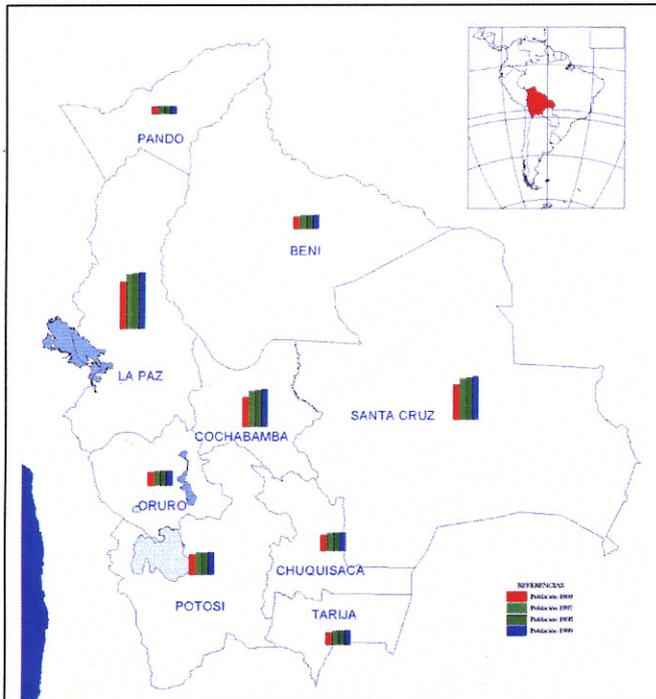


図 2.1.3 人口統計推移図

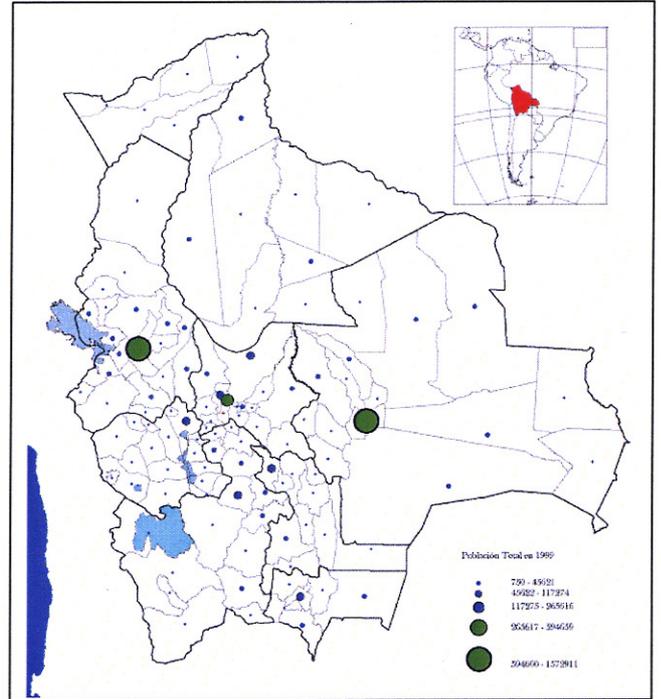


図 2.1.4 1999年人口分布図

2.1.2 気候

国土全体が熱帯に属し、乾季(4月~10月)と雨季(11月~3月)に分かれる。しかし、高度差によって偏差が大きく、高原地帯では1年を通して低温少雨、溪谷地帯の北部は高温多湿、同南部は温暖小雨である。平原地帯は熱帯性気候である。

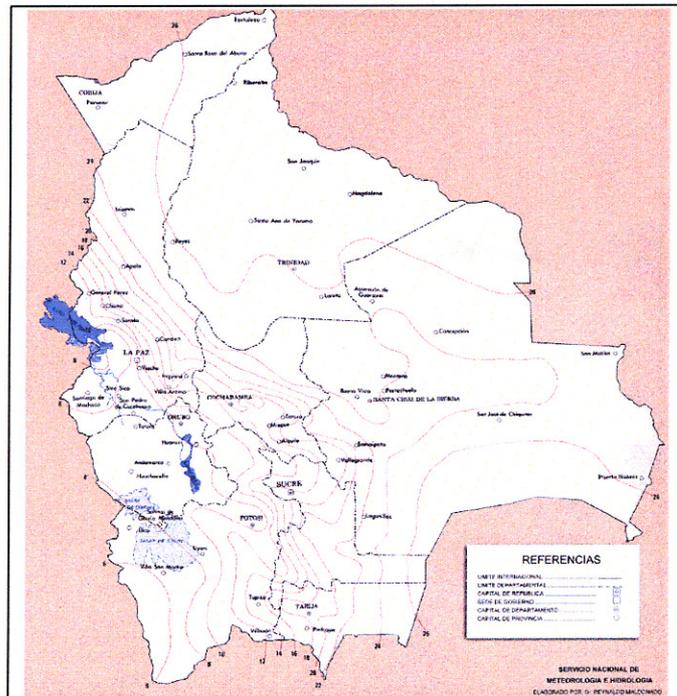


図 2.1.5 気温分布図

2.1.3 道路セクター

ボリビア国は人および物資の移動のほとんどを道路輸送に依存しているが、アンデス山脈からアマゾン河に注ぐ幾多の河川に妨げられ、交通インフラが立ち遅れた状況にある。また、多くの道路が急斜面上に建設されていることから、斜面崩壊の補修・維持など多額の維持管理費が必要とされている。

ボリビア国の国道整備は経済開発省 (Ministerio de Desarrollo Economico) および運輸・通信・航空庁 (Transporte Comunicacion y Aeronautica) が計画を立案し、建設・維持管理を道路公団 (Servicio Nacional de Caminos) が担当している。

ボリビア国の道路網は東西方向を国道 4 号および国道 7 号が結び、南北方向を国道 1 号および国道 9 号で結んでいる。

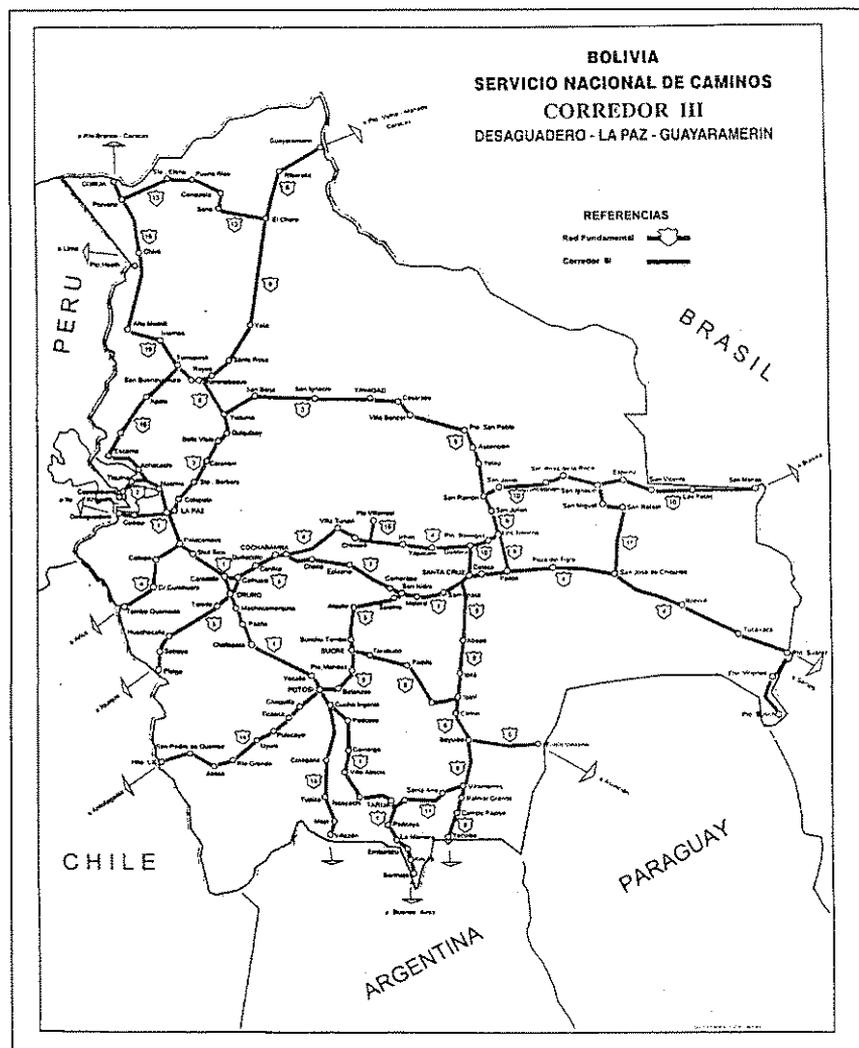


図 2.1.6 全国道路網図

表 2.1.1 全国舗装延長表

単位 km

	1996	1997	2000	2001
アスファルト舗装	2,933	3,071	3,773	3,773
砂利舗装	16,380	16,415	15,487	15,993
土舗装	33,840	33,982	37,269	37,471
合計	53,153	53,468	56,529	57,237

(1) 道路公団 (SNC) の組織

道路公団は6部で構成し、各県に支所がある。各支所は、契約施工業者の監督、本局との連絡等の地域的な業務を遂行している。サンタクルス支所は、サンタクルス市とチキタニア市に事務所があり、それぞれ11人の職員体制である。事務所組織は、支所長、エンジニア、会計、運転、システムアナリスト等がいる。支所の予算は職員の給与と事務所経費（維持管理費等）に使われる。

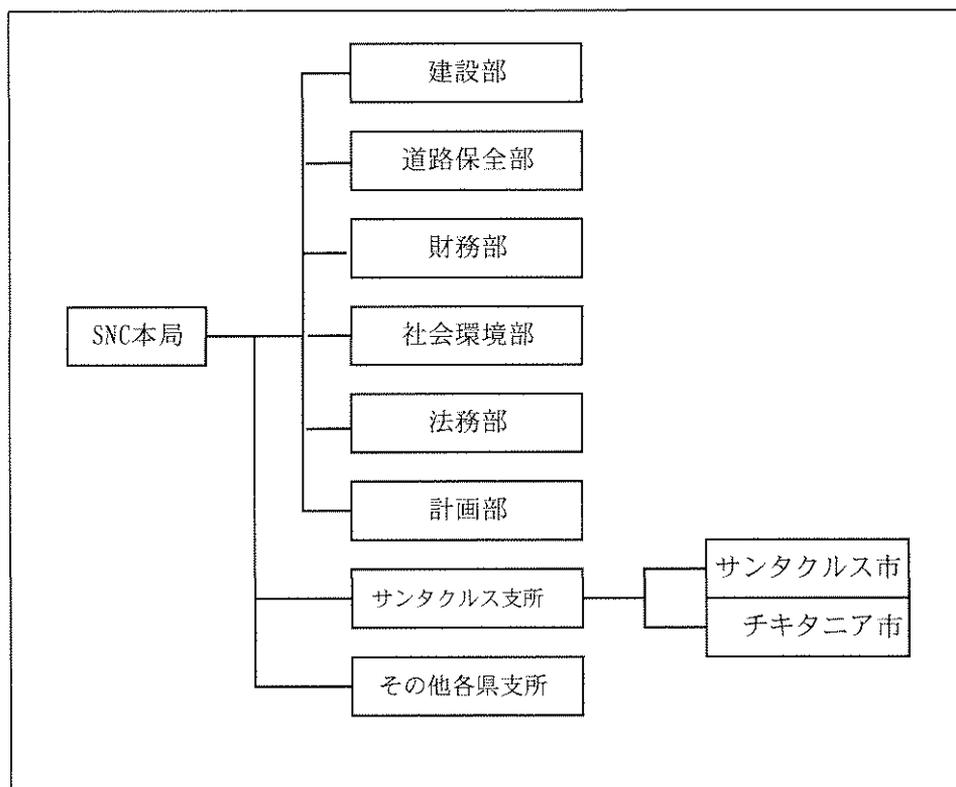


図 2.1.7 道路公団組織図

(2) 道路公団予算

2003年度の予算として、2,276,000,000BSを申請している。申請予算は道路公団 (SNC) の人件費、事務所経費、事業費、維持管理費等を含むものである。

(3) 維持管理

2002年に世銀からの指導で維持管理システムを導入した。実質の活動は2003年から行われる予定である。それ以前は全く維持管理が行われていない。

維持管理作業は民間の業者が行い、その監理はコンサルタントに委託している。

世銀マニュアルを基に、日常点検・定期点検を行い、各作業内容は維持管理ガイドライン、インベントリーのソフト「SAM」を使用している。

維持管理費は国内道路保全会計 (CNCV:Cuenta Nacional de Conservacion Vial) でまかなわれ、その主な財源は、通行料金、世銀からの融資、石油税である。その他にアンデス協力基金 (CAF: Corporacion Andina de Fomento) や国際的な融資機関からの援助を受けている。

2.1.4 上位計画

(1) 上位計画

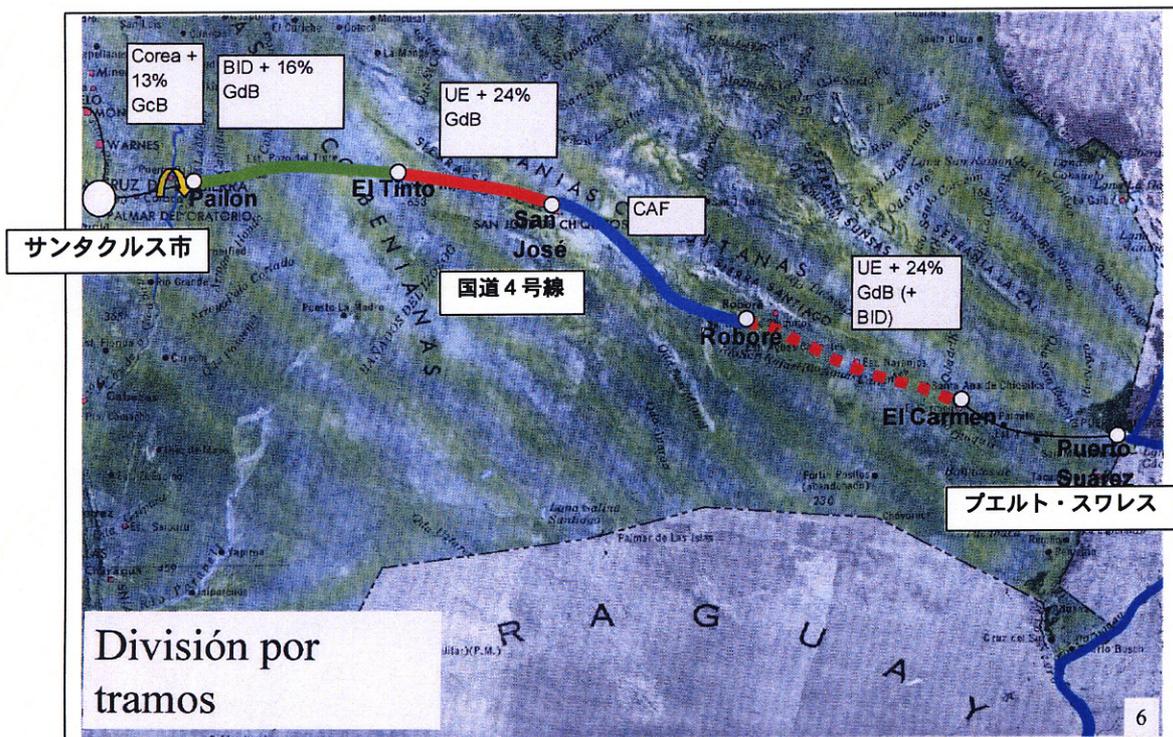
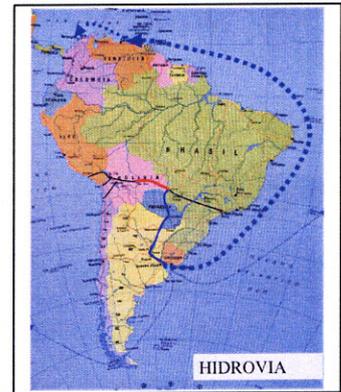
国家レベルの道路整備計画は現在経済開発省で立案中である。また、2003年度の道路管理計画案（議会承認前のもの）を入手したが、道路セクターの開発計画は、議会承認前であることから公表できないとのことであった。（収集資料 No26 参照）

(2) 大陸横断道路構想

中・長期的な構想として、太平洋と大西洋の両大洋を結ぶ大陸横断道路計画がある。

また、ボリビア国西部の農産物およびパラグアイ国、ブラジル国南部地域からの農産物をパラグアイ川を通り、アルゼンチン・ブエノスアイレス港から大西洋側に運ぶ輸送路計画がある。

ボリビア国の農産物を大西洋側に輸送するものであるが、ボリビア国側からの利用者にとってこれらの計画は、輸送ルートの確実性および輸送距離延長が長いことからコスト面で需要があるか疑問である。また、パラグアイ川の運河輸送は水位が不安定であることから、輸送路としての確保が困難であることが予想される。



出典 EU

図 2.1.8 サンタクルス・プエルトスワレス間施工計画図

大陸横断計画のうち、サンタクルスからブラジルとの国境であるプエルト・スワレスまでの道路改良は、工事の計画初年度を2003年とし、目標年次を2010年としている。

サンタクルスからブラジルへ向かう現在の大型車交通量は約50台/日であるが、2010年での将来交通量は約900台/日を予測している。

上記路線計画のうち、グランデ河に架かる橋梁は韓国ファンドによって、現在の鉄道橋に平行して新橋に架け替える予定である。橋長は1,400m、事業費はUS\$27,000,000である。

2.2 サンタクルス県

2.2.1 地域概要

サンタクルス県はボリビア国の東部に位置し、標高 250m~300m の平原地帯に属し、地形、土壌、気候とも農牧業に適した土地を有しており、同国の農牧生産高の約 36% を占めている。また、農業生産が盛んな地域として、作付面積が全国の 43% を占めるなど、同国 9 県の内、農牧業で最も重要な位置を占めている。

しかし、この地域はグランデ河、ピライ川、ヤパカニ川およびそれらの支流の氾濫により、たびたび洪水被害を受けている地域でもある。中でも 1992 年の洪水被害は記録上最大の洪水被害となった。洪水被害が拡大した原因として、上流地域の乱開発が進み、森林が減少していることが挙げられている。また、ボリビア国においても地球規模での気象環境の変化により洪水被害が拡大する危険性が高まってきている。

2.2.2 サンタクルス県の道路交通状況

サンタクルス県の道路網は県西部を中心に発達しており、南北方向の幹線道路として国道 9 号線、東西方向に国道 7 号線と 4 号線がサンタクルス県の道路網の骨格を形成し、農産物の輸送路となっている。

また、幹線道路以外の市街地道路もサンタクルス市やモンテーロ市を中心に発達している。

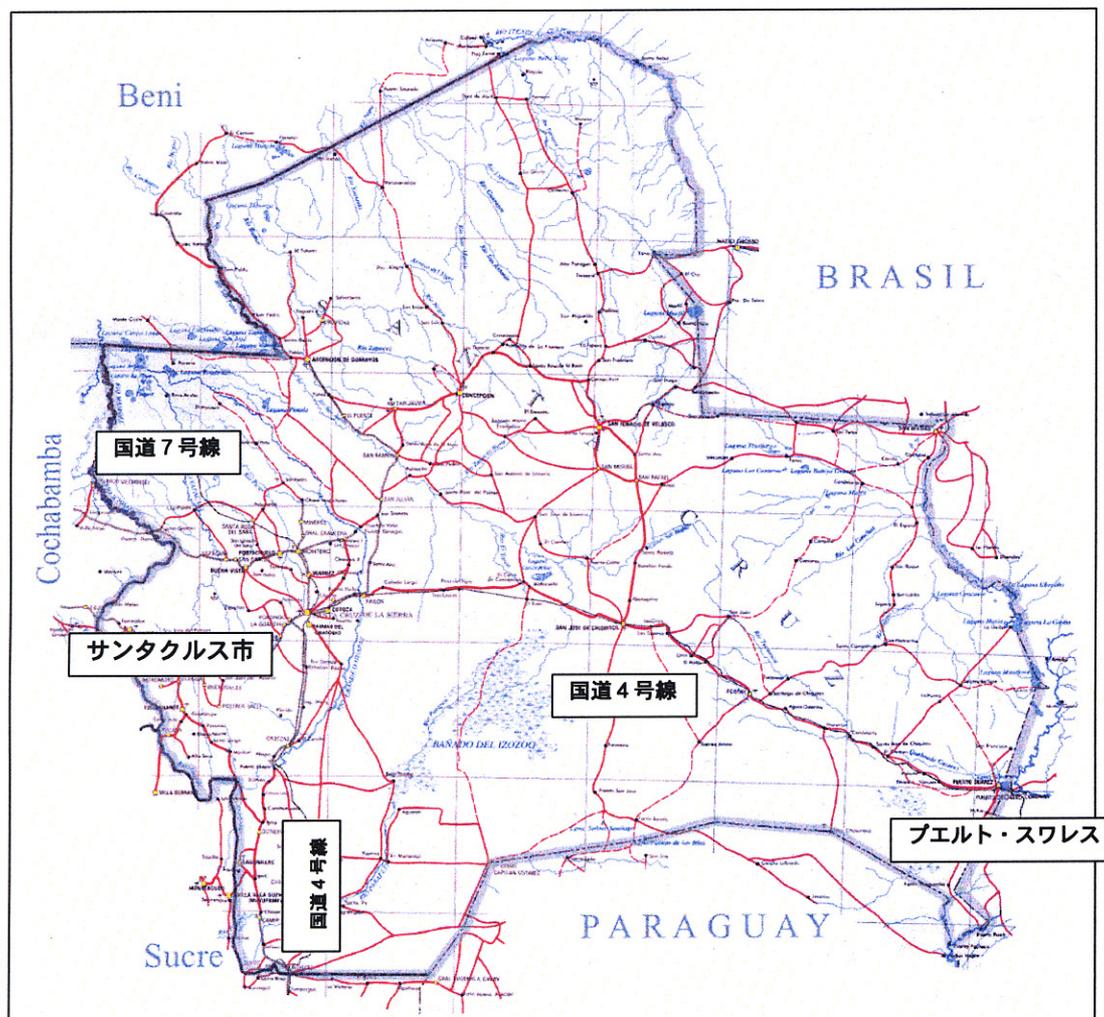


図 2.2.1 サンタクルス県道路網図

2.3 アイゼンハウワー橋周辺道路状況

アイゼンハウワー橋渡河地点の周辺状況を以下に示す。

2.3.1 国道7号線

ボリビア国の第2の都市サンタクルス市と首都ラパスとを結ぶ幹線道路は、山地部を走る国道4号線と国道7号線がある。国道4号線は平地部を走る国道7号線が整備される以前サンタクルスとコチャバンバを結ぶ唯一の幹線道路であったが、近年、国道7号線が整備されてからは、交通需要が減少した。また、国道4号線は国道7号線と比べ道路延長が50km長く、山地部を走る山岳道路であり、急勾配、急カーブが連続し、放置された道路崩壊箇所が存在している。大型車の走行所要時間も国道7号線に比して6時間程度長くなることから、現在では、サンタクルス・コチャバンバ間の大型車のほとんどが国道7号線を通るようになっている。

サンタクルスで収穫される主な農産物である大豆または大豆製油は国道7号線を通り、チリまたはペルーの積み出し港に運ばれる。

サンタクルス県ではわが国無償資金協力により2つの事業が実施された。

2.3.2 サンタクルス・ポルタチュエロ間

サンタクルス市からポルタチュエロまではアイゼンハウワー橋を通る国道7号線以外の迂回路は無く、唯一の幹線道路となっている。サンタクルス市～モンテロ市間は国道9号線で、国道沿いに大規模製油工場、大型サイロ、輸入自動車保管施設が点在し、経済道路としての役割を担っている。

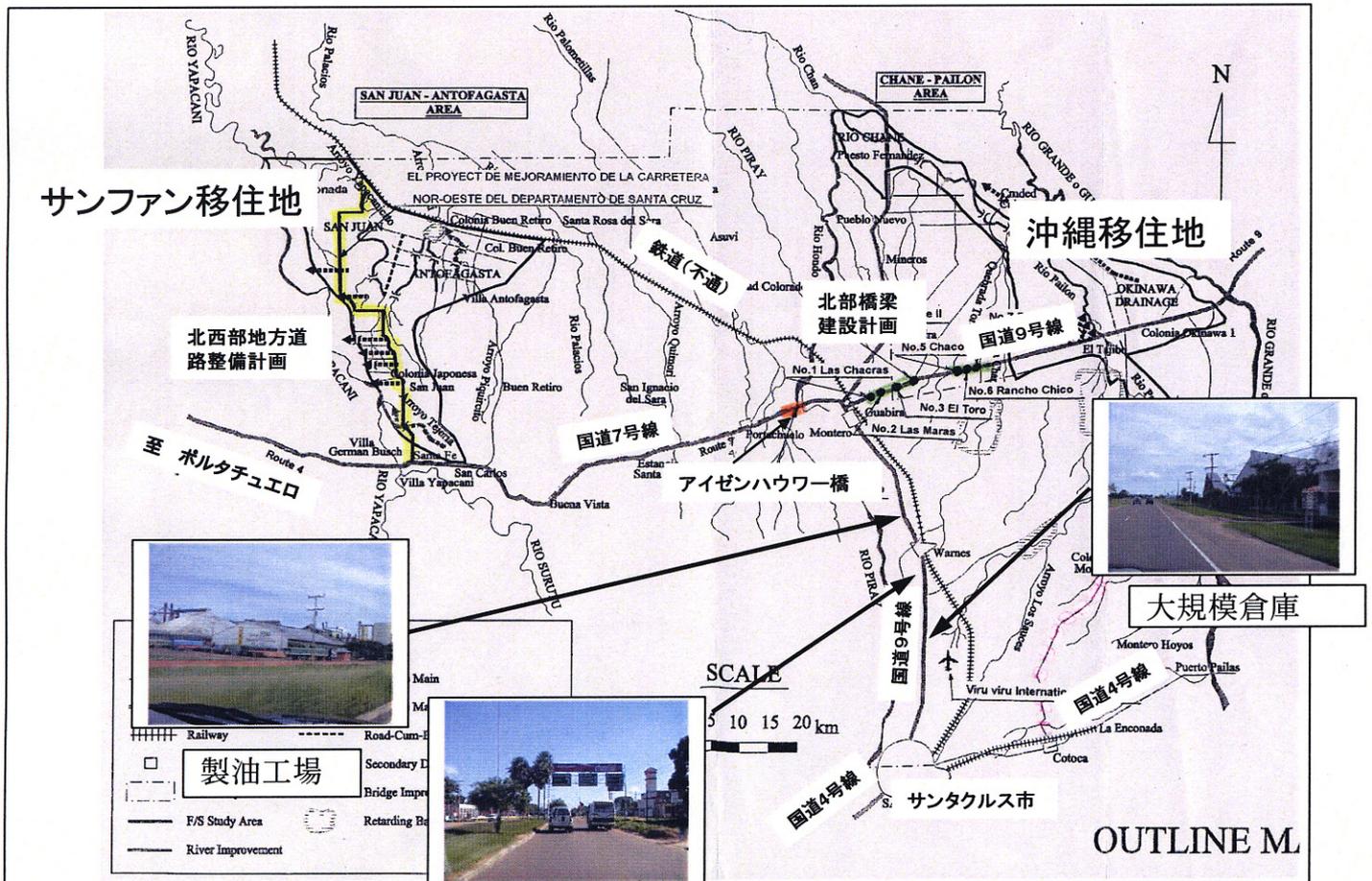


図 2.3.1 アイゼンハウワー橋周辺道路状況図

2.3.3 アプローチ道路

(1) 平面線形

アイゼンハウワー橋はモンテロ市から約 7km 離れた見通しの良い直線区間にある。橋梁手前約 600m に橋長約 30m 程度のラ・マドレ橋がある。道路公団からのヒヤリングでは 1985 年～1987 年頃に建設された。

(2) 縦断線形

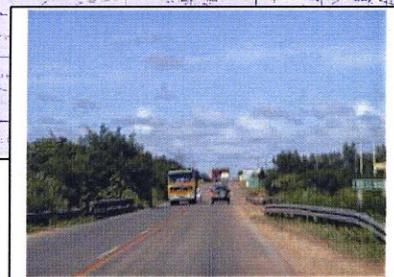
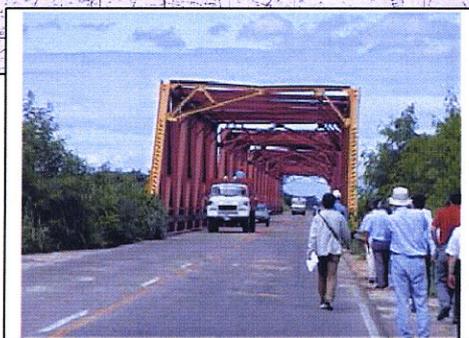
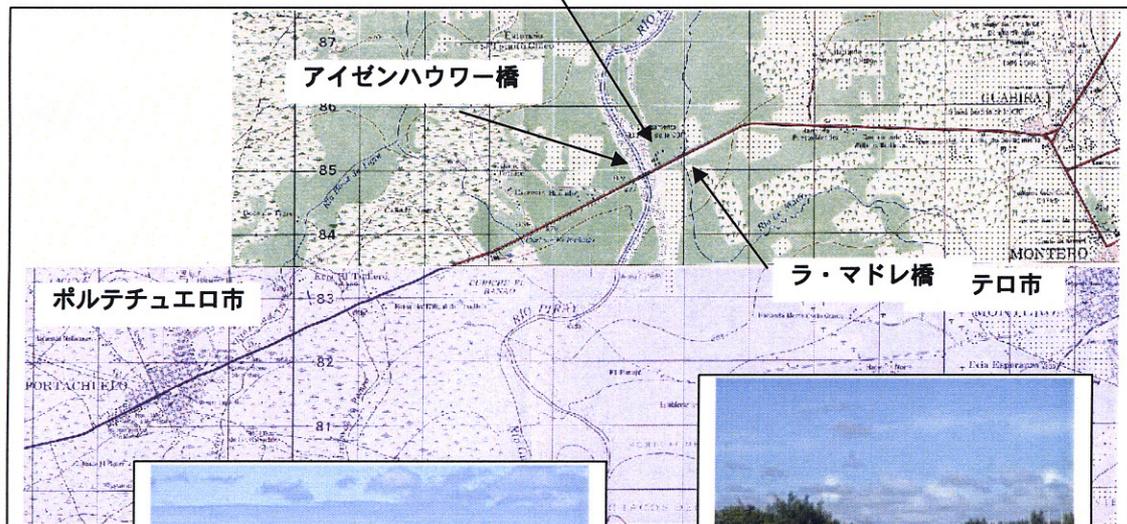
モンテロ市からラ・マドレ橋まで、ほぼ標高が同じで平坦な縦断線形である。アイゼンハウワー橋前後、約 200m から約 3% の縦断勾配で周辺道路より 2～3m 程度高くなっている。1985 年の 2.3m の上部工嵩上げ工事によるものと考えられる。



SEARPI 観測所



下流側からの上空写真

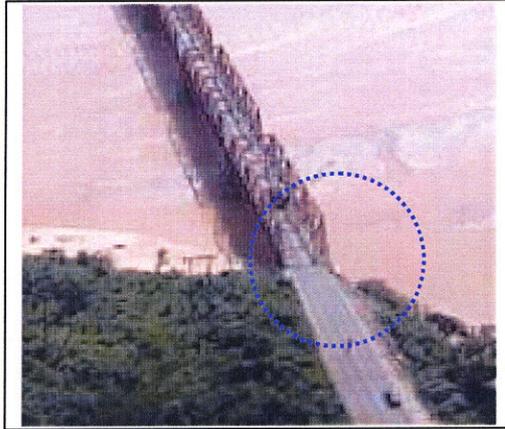


ラ・マドレ橋の先から上り縦断勾配

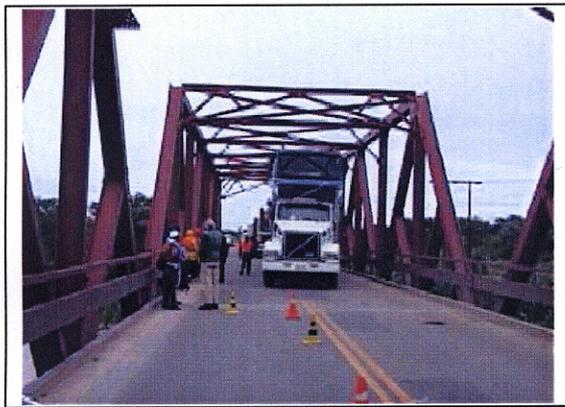
図 2.3.2 アイゼンハウワー橋位置図

(3) 幅員構成

国道7号線の般部の幅員構成は路肩 2.0m+車線 3.5m+3.5m+2.0m=11.0m となっている。橋梁部の幅員は総幅で 6.82m であり、AASHTO の主要幹線道路橋梁部幅員 0.75m+3.5m+3.5m+0.75m=8.5m を満足していない。幅員不足が原因と思われるトラス鋼材への接触事故が多発している。



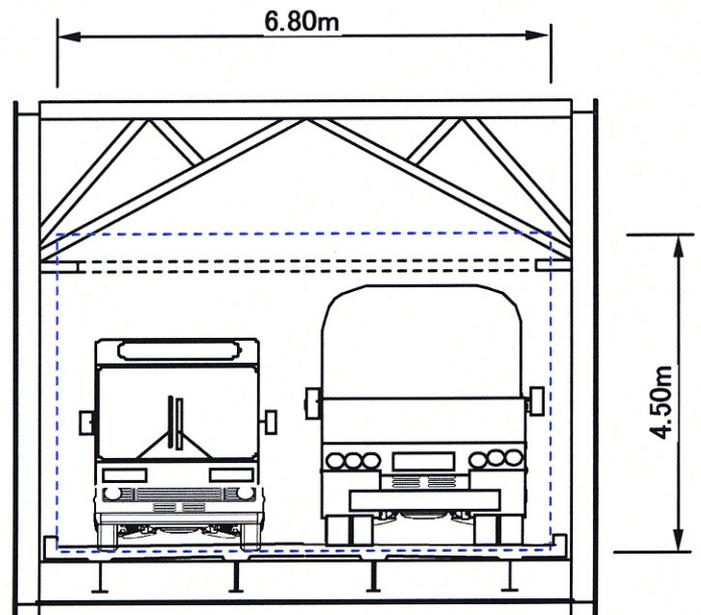
橋梁手前で幅員が狭くなる



建築限界を無視した大型車



車幅 3.00m の大型特殊車が通行する



側方余裕が不足している

2.4 交通量

アイゼンハウワー橋での日交通量を7日間連続して24時間の断面交通量を測定した。土を除く日交通量の平均台数は3,100台/日、大型車混入率22%であった。道路公団によれば本交通量調査を行った2月末はサンタクルス県にとって農閑期であることから、大型車交通が少ないとのことであった。このため、年間を通しての日交通量を把握するため、道路公団から1995年から1997年までの月ごとの日平均交通量のデータを収集した。しかし、調査データは月変動にばらつきがあり信頼性に欠けるもので、季節変動と照らし合せ、ある程度信頼性が持てる1997年度の交通量を下図に示す。農繁忙期の日交通量の平均は5,300台/日であった。大型車混入率は50%近い値であった。

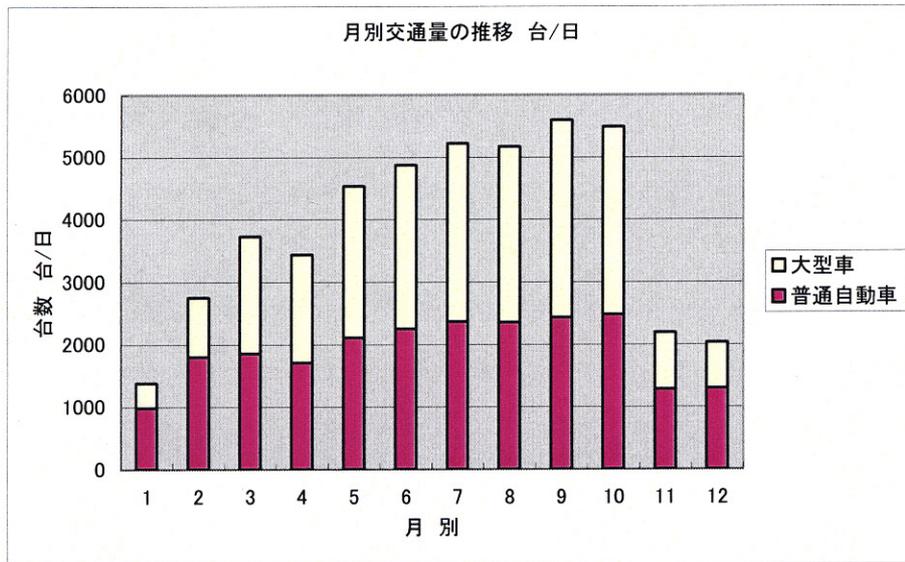


図 2.4.1 1997 年月別交通量の推移

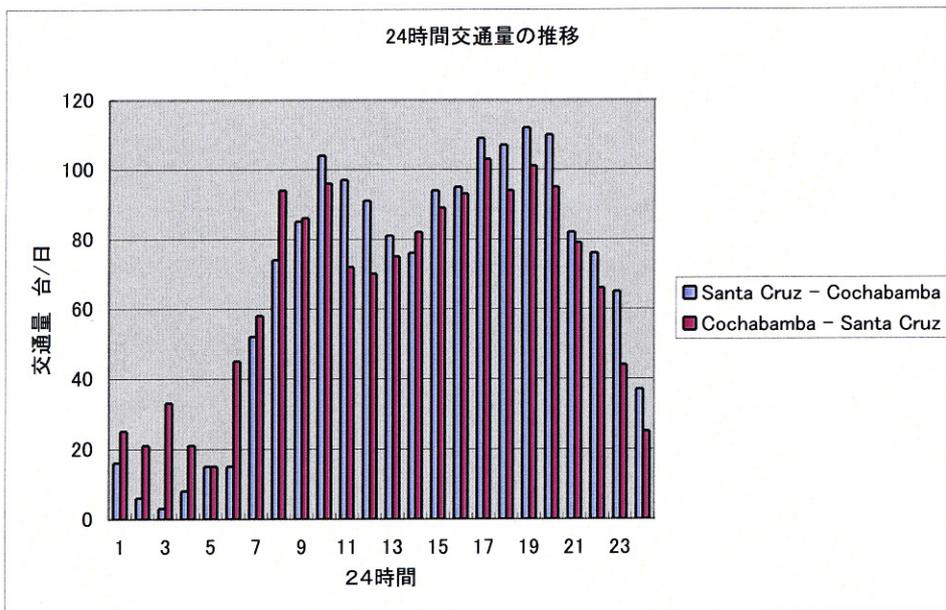


図 2.4.2 24 時間交通量の推移図 (2003 年 2 月調査)

下図は道路公団が算出した 2017 年での予測交通量である。国道 7 号線アイゼンハウワー橋での交通量推計は約 5,000 台/日となっている。

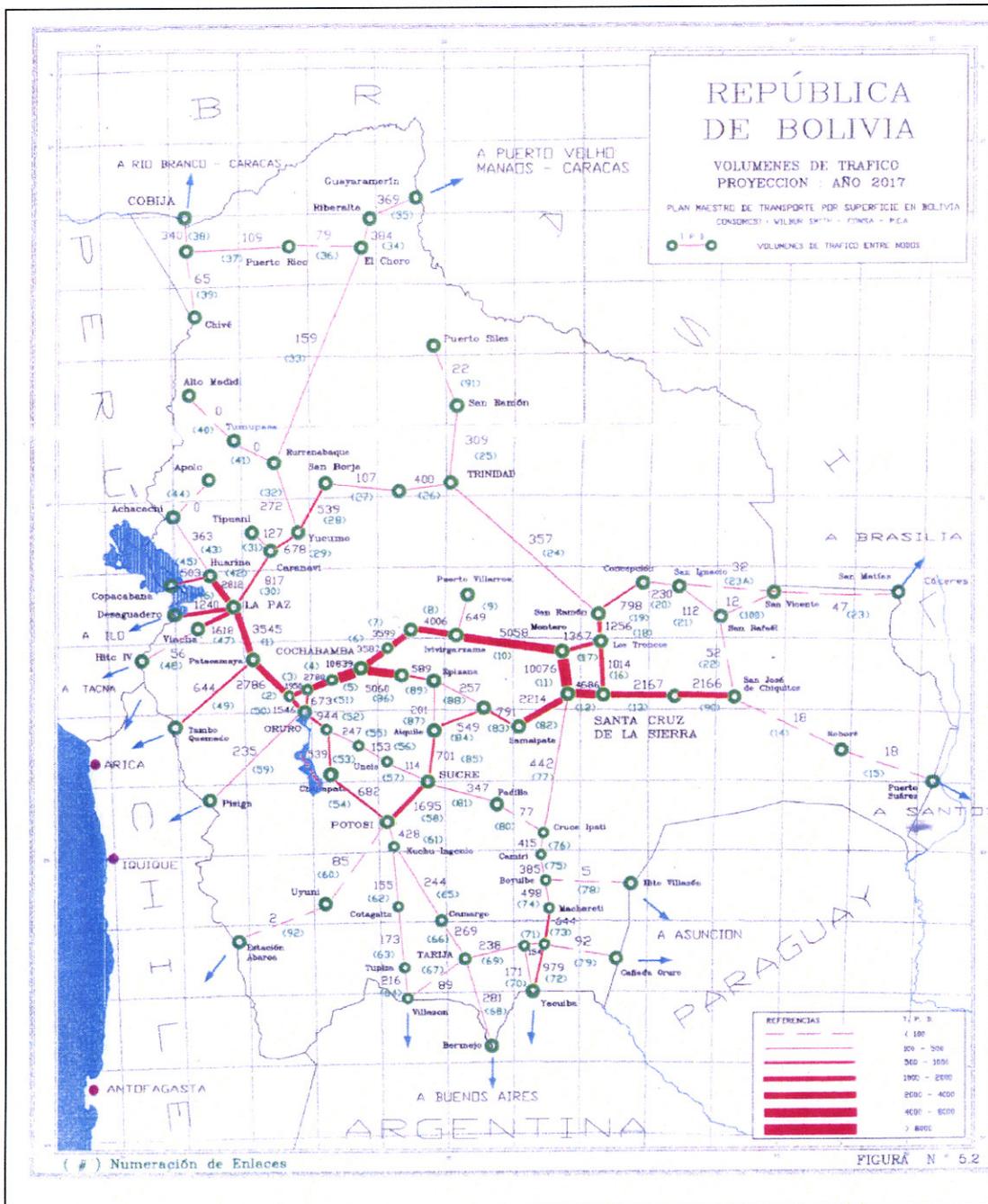


図 2.4.1 2017 年推計交通量 (道路公団作成)

2.5 設計基準

2.5.1 設計基準一般

SNC 担当者の説明では、ボリビアの道路・橋梁の設計基準は独自のものがなく基本的 AASHTO に従って行われているとのことであった。地震や風荷重などボリビア独自の自然条件に対する基準も体系的なものはないとの話であった。

2.5.2 地震に対する基準

地震に関しては、サン・カリクスト観測所 (Observatorio San Calixto, Universidad Catolica Boliviana) より入手した地震分布図及び地震地域区分図 (図 2.5.1~図 2.5.3) を見ると、サンタクルス周辺では規模及び頻度は少ないものの地震が起きていることが分かる。サン・カリクスト観測所による地震地域区分は表-1 に示すの4つのゾーンに分かれており、サンタクルス市はゾーン1に属している。

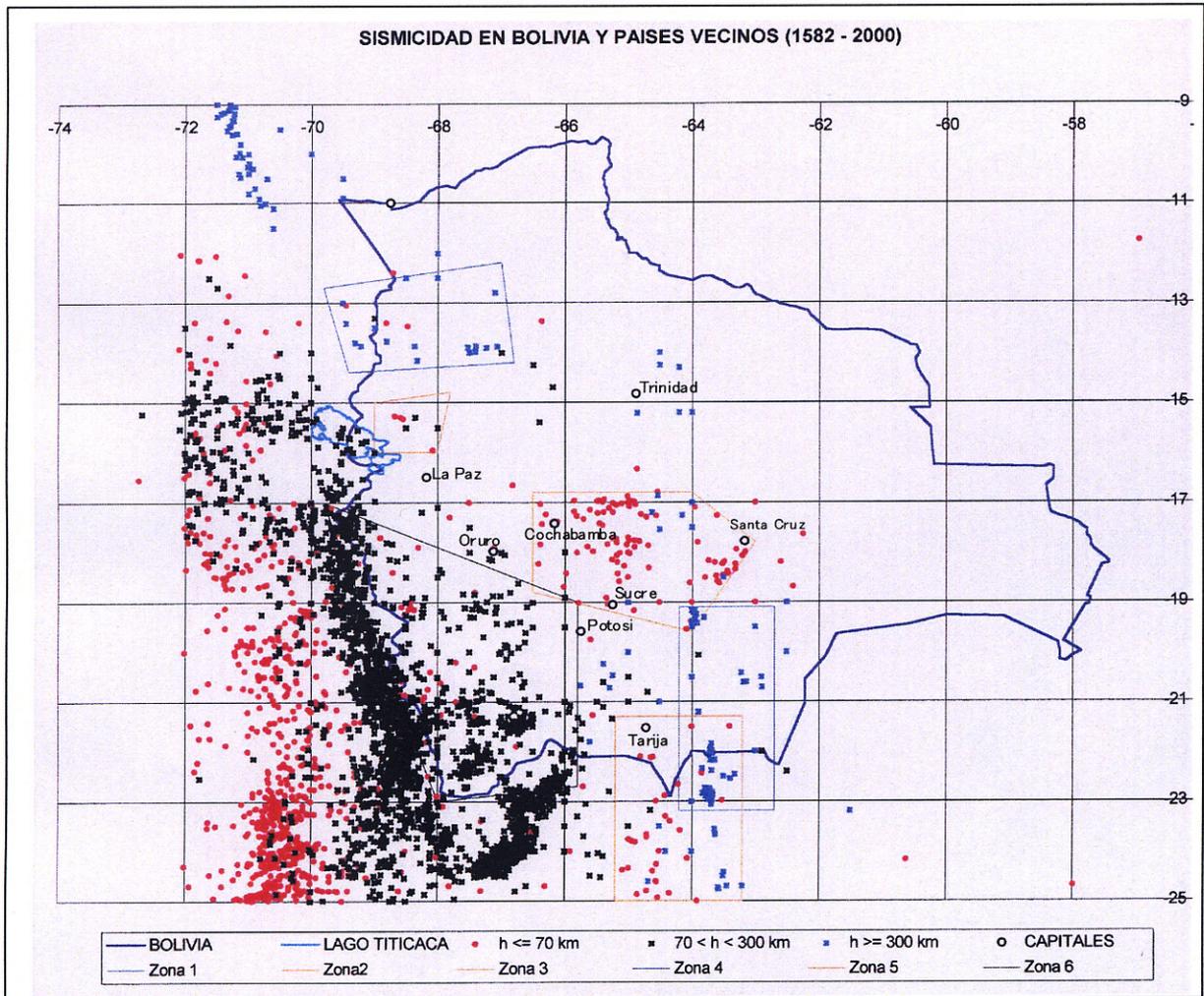


図 2.5.1 ボリビア及び周辺諸国に於ける地震分布図

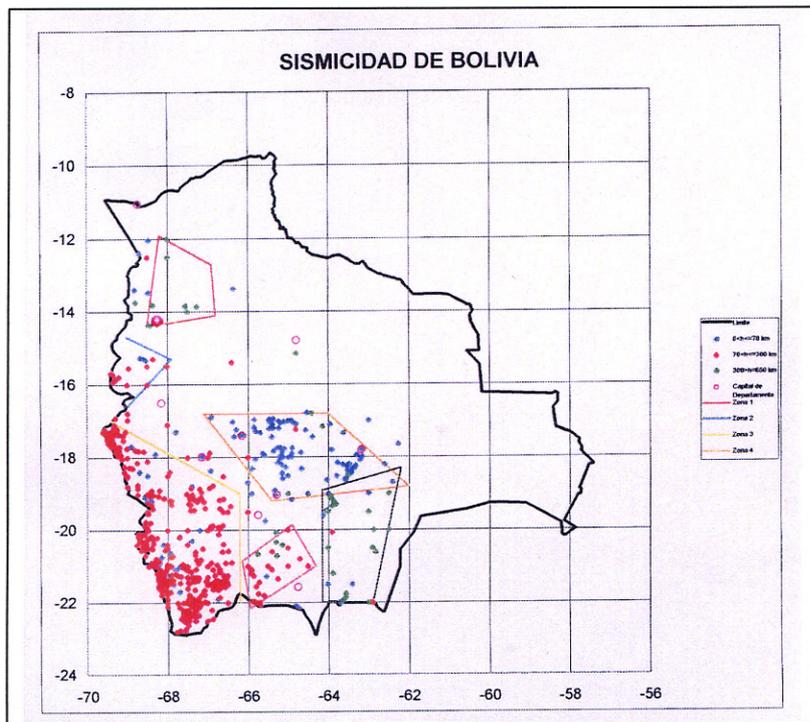


図 2.5.2 ボリビア国内の地震分布図

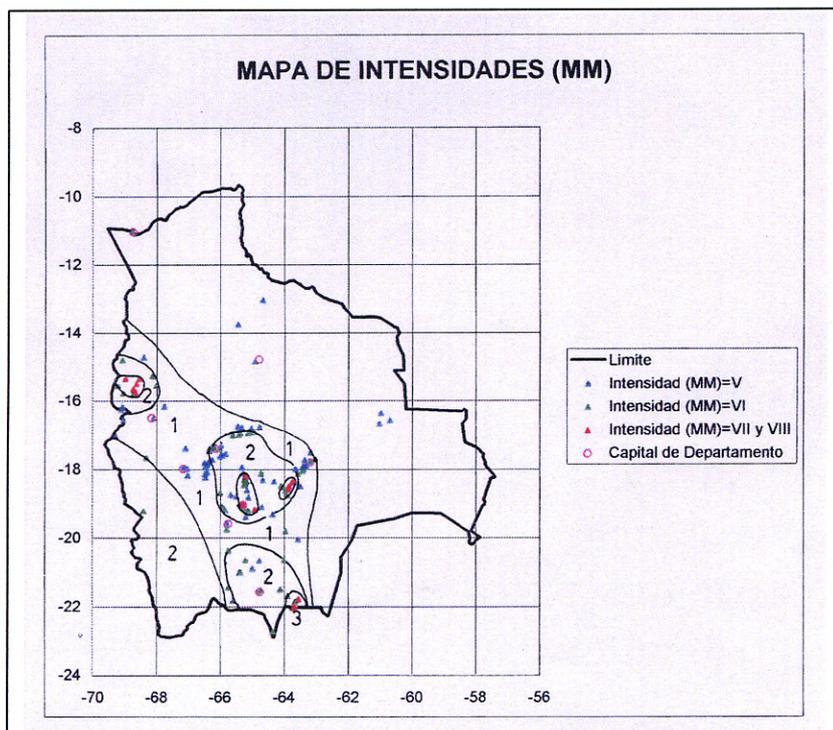


図 2.5.3 ボリビア国の地震地域区分

表 2.5.1 ゾーン適応表

ゾーン	摘要
ゾーン1	地震に関するデータが不在な地域
ゾーン2	改正メルカリ震度V相当の地域
ゾーン3	改正メルカリ震度VI相当の地域
ゾーン4	改正メルカリ震度VII、VIII相当の地域

残念ながらまだ構造物の設計条件としては確立されておらず、これより直接設計震度等を決定できない状況であるが、サンタクルス周辺においても多少の地震震度を考慮した設計が望まれる。

2.5.3 車輛に関する法規

交通規定に関する条例 (Reglamento del Código de Tránsito, Resolución Suprema No. 18744, 1978年6月8日) 第2編、第3章、第32条では公道を通行できる車輛の大きさを以下のように規定している。

- 1) 積載物を含めた最大幅：2.50m
- 2) 積載物を含めた最大高さ：4.00m
- 3) 積載物を含めた最大長さ：
 - a) 2軸車輛：11.00m
 - b) 3軸車輛：12.00m
 - c) セミトレーラ：15.30m
 - d) その他の混載車輛：18.30m

しかし、現実にはアイゼンハワー橋を通過する車輛には幅員約3.00mの大型車輛も混入していることが確認されている。また、多くの車輛が高さ制限を守っていないようであり、そのため上部エトラスの上部及び側面部には車輛衝突の痕跡が多く認められる。