

## 第16章 本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較（第4パナマ運河橋主橋）

### 16.1 目的

本調査では、10.1章の通り、調査の初期段階に第4パナマ運河橋主橋形式のスクリーニングを行い、アーチ橋と斜張橋の2案に絞り込んだ。同スクリーニングでは、両形式の概略設計結果を基に再度比較を行い、最適主橋形式を選定することとし、斜張橋案については Pre-F/S で概略設計が進められていたため、本調査ではアーチ橋案の概略設計を実施した。

本章の目的は、両主橋形式案の概略設計結果に基づき、再度比較を行い、第4パナマ運河橋主橋の最適形式を提案することである。

### 16.2 概略設計結果の要旨

#### 16.2.1 本調査推奨案

本調査では、第4パナマ運河橋主橋形式案の内、アーチ橋案について、主径間架設時に航路を利用できる場合、利用できない場合の概略設計を実施した。

表 16.1 にアーチ橋概略設計結果の概要（本調査）を示す。

以下の理由より、本調査推奨案として、主径間架設時に航路を利用できる場合を提案する。

#### 施工期間

航路を利用できる場合、アーチリブ架設時に1回（推定約13.5時間）だけ航路を利用するものの、航路を利用できない場合と比較した場合、施工期間が1年短縮できる。

#### 初期建設費

航路を利用できる場合、施工期間が1年短縮でき、かつ、アーチリブ架設時の仮設構造物が省略できるため、航路を利用できない場合と比較した場合、初期建設費を約32億円抑えることができる。

#### 架設リスク

航路を利用できる場合、アーチリブ架設時の安全性確保が焦点となるが、想定される事象に対して適切な技術的対策を講じることにより、架設リスクを最小限に抑えることができる（15.1.5 (1) 1) iii.参照）。

#### 16.2.2 Pre-F/S 案の概要

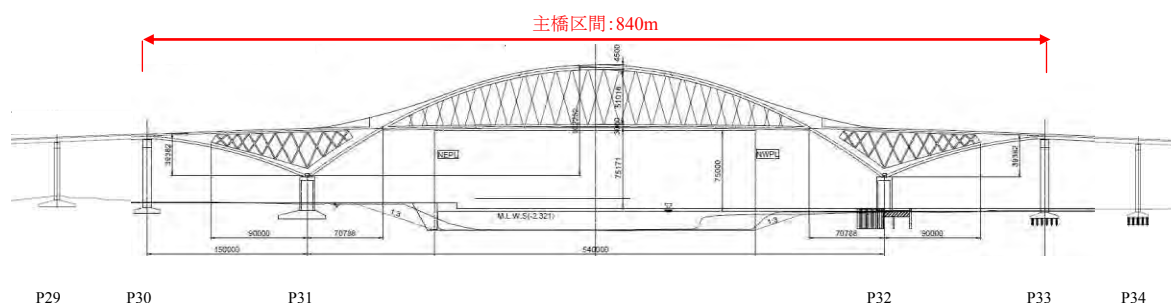
パナマ国運河庁が実施中の Pre-F/S では、斜張橋案の概略設計を進めており、その結果は2013年11月に提出されたドラフト・ファイナル・レポートに取りまとめられている。

表 16.2 に斜張橋概略設計結果の概要（Pre-F/S 案）を示す。

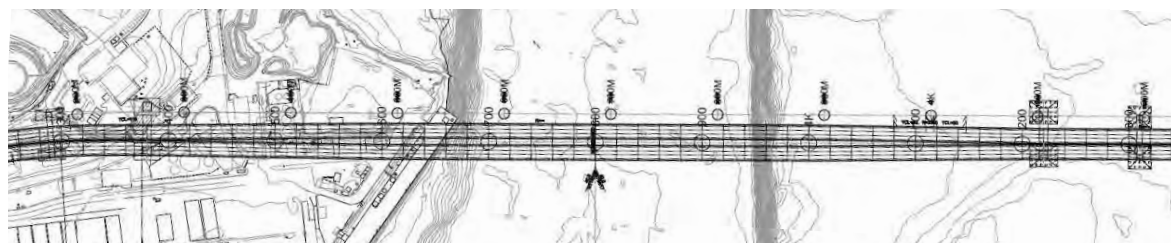
表 16.1 アーチ橋概略設計結果の概要（本調査）

No.	項目	概略設計結果		
		航路を利用できる場合 (本調査推奨案)	航路を利用できない場合	
1	橋長	840m		
2	支間割	150m+540m+150m		
3	総幅員	48.742m~52.872m		
4	メトロ3号線の条件	モノレール（幅員：8.4m）		
5	架設方法 （主径間）	架設方法（アーチリブ）	台船吊上架設	ケーブルクレーン架設（斜吊併用）
		架設方法（補剛桁）	張出架設（全旋回ジブクレーン及び移動式ガントリー）	
		航路利用	1回（推定約13.5時間）	利用なし
		架設リスク	15.1.5 (1) 1) iii 参照	
6	施工期間	4年	5年	
7	初期建設費	362億円 (橋梁土木施設のみ)	394億円 (橋梁土木施設のみ)	
8	維持管理費（100年）	88億円（割引なし）		

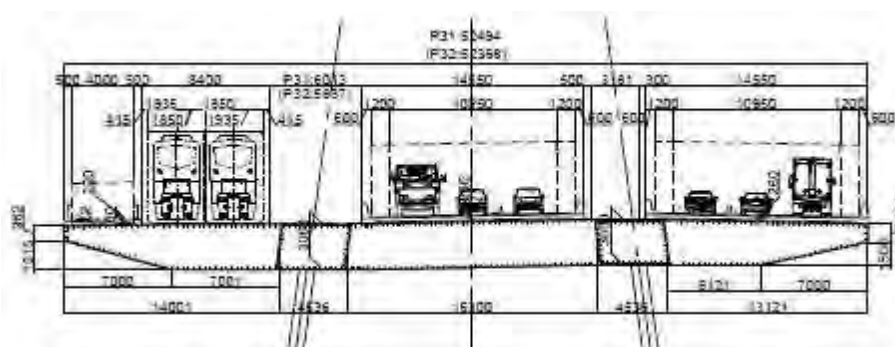
側面図



平面図



断面図（P31及びP32橋脚位置）

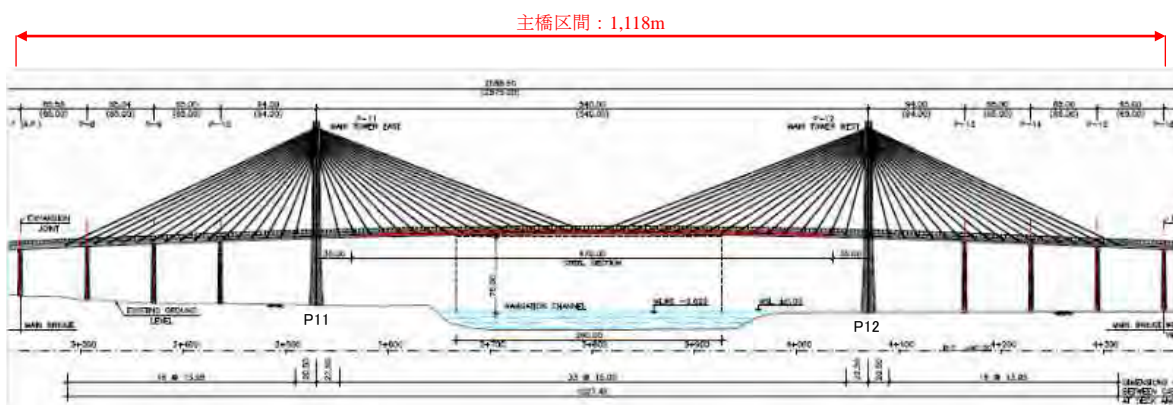


出典：調査団

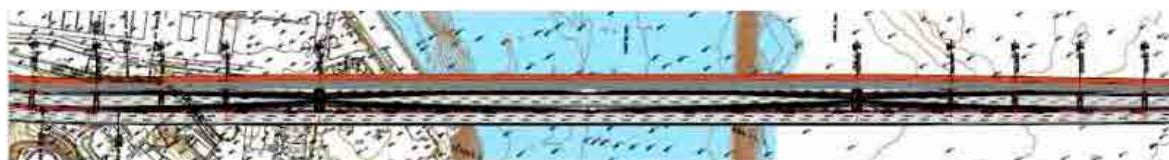
表 16.2 斜張橋概略設計結果の概要（Pre-F/S 案）

No.	項目	概略設計結果
1	橋長	1,118m
2	支間割	3@65m+94m+540m+94m+3@65m
3	総幅員	51.9m
4	メトロ3号線の条件	リニアメトロ（幅員：9m）
5	架設計画 （主径間）	片持架設
	航路利用	利用なし
6	施工期間	4年
7	初期建設費	426百万ドル （橋梁土木施設に加え、道路設備及びメトロ3号線の軌道・設備を含む）
8	維持管理費（100年）	146百万ドル（割引なし） （橋梁土木施設に加え、道路設備及びメトロ3号線の軌道・設備を含む）

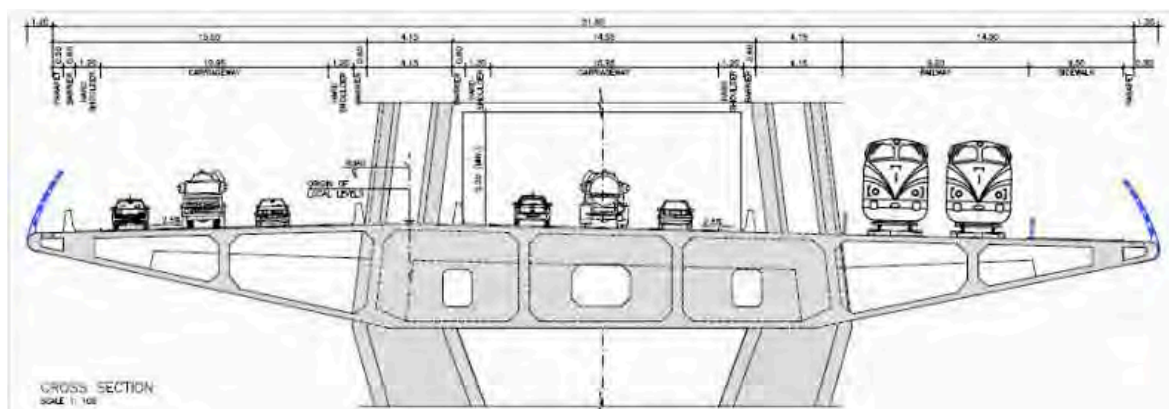
側面図



平面図



断面図（P11及びP12主塔位置）



出典：運河庁（Pre-F/S（ドラフト・ファイナル・レポート（2013年11月）））

## 16.3 本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較

### 16.3.1 比較方法

10.1 章の第 4 パナマ運河橋主橋形式のスクリーニングの結果に基づき、以下の方法により本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較を実施した。

- コスト以外の評価は変わらないため、コストのみ評価を更新する
- 両案の概略設計における積算結果に基づき、コストの評価を更新する
- コストには、リスク分析において算出したリスクコストを含める
- ライフサイクルコストを対象とし、現在価値（割引率 4%）で評価する

#### (1) 比較条件の調整

比較に先立ち、Pre-F/S のドラフト・ファイナル・レポート（2013 年 11 月）のレビューを行い、同じ比較条件となる様、両案の計画・設計内容の差異を確認した（付属資料 9 参照）。その結果、同じ条件となる様、両案の概略設計結果に対し、以下の調整を行った。

#### 本調査推奨案：比較対象延長

両案の主橋延長が異なるため、より長い Pre-F/S 案の 1,118m を比較対象延長とし、本調査推奨案の初期建設費及び維持管理費は、主橋分（840m）に加え、取付橋分（278m）を加算した。

初期建設費：362 億円（主橋分）+43 億円（取付橋 278m 分）=405 億円

維持管理費：88 億円（主橋分）+18（取付橋 278m 分）=106 億円

#### Pre-F/S 案：初期建設費の費目

Pre-F/S 案の初期建設費（426 百万ドル）には、橋梁土木施設に加え、道路設備及びメトロ 3 号線の軌道・設備が含まれているが、両案の道路設備及びメトロ 3 号線の計画は異なるため、比較に際しては、橋梁土木施設費のみを対象とし、Pre-F/S 案の初期建設費について、以下の調整を行った。

426 百万ドル-20 百万ドル（道路設備及びメトロ 3 号線分）=406 百万ドル

#### Pre-F/S 案：幅員

両案の道路分の有効幅員は同じであるが、メトロ 3 号線分の幅員については、本調査推奨案は 8.4m（モノレールを想定）、Pre-F/S 案は 9m（リニアメトロを推定）と差異があるため、Pre-F/S 案の幅員を 0.6m 狭めることとし、同案の総幅員（51.9m）に対する比率を基に、以下の初期建設費の調整を行った。

406 百万ドル×（51.9m-0.6m）/51.9m=402 百万ドル

#### Pre-F/S 案：維持管理費

両案の維持管理費目及び頻度は、Pre-F/S 案の幾つかの費目が一括計上されているものの、基本的な計画内容はほぼ同じである。但し、Pre-F/S 案には橋梁土木に加え、道路設備及びメトロ 3 号線の軌道・設備が含まれているため、その分を減算した。また、Pre-F/S 案には、舗装の基層・防水層の改修が含まれていないため、本調査の維持管理頻度・単価をベースに、その分を加算した。

維持管理費：146 百万ドル-3 百万ドル（道路設備・メトロ 3 号線分）

+80 ドル/m<sup>2</sup>×33,100m<sup>2</sup>×3 回（基層・防水層改修分）=150 百万ドル



(2) リスクコスト

本調査では、調査団が策定した第4パナマ運河橋主橋の上部工架設計画（アーチ橋案）に基づき、パナマ側によりリスク分析が実施された（15.1.5（1）1）iv.参照）。

本比較のコストには、上記リスク分析において算出したコストを含めた。

表 16.3 にリスクコスト（第4パナマ運河橋主橋）を示す。

表 16.3 リスクコスト（第4パナマ運河橋主橋）

No.	項目		リスクコスト	
			Pre-F/S 案 (斜張橋)	本調査推奨案 (アーチ橋) (航路を利用できる場合)
1	架設時の航路閉鎖、	直接補償費		1.9 億円 (1.9 百万ドル)
2	事故防止策に係る費用	スタンバイ機材、テスト・シミュレーション費		3.6 億円 (3.6 百万ドル)
3	架設延期に係る予備費 <sup>1)</sup>			0.4 億円 (0.4 百万ドル)
4	アーチリブ落下時の	総合賠償責任保険料 <sup>2)</sup>		0.5 億円 (0.5 百万ドル)
5	撤去・補償費用に係る	開業遅延保険料		0.4 億円 (0.4 百万ドル)
6	保険料	包括工事保険料	2.0 億円 (2.0 百万ドル)	2.1 億円 (2.1 百万ドル)
<b>合計</b>			2.0 億円 (2.0 百万ドル)	8.9 億円 (8.9 百万ドル)

出典：調査団

1) 50%の確率で生じると想定し、予算は100%（リスク予備費）、主橋形式比較の際は50%を見込む

2) パナマ側が実施したリスク分析レポート（付属資料 10 参照）では、直接的な影響のみを対象とし、補償額の上限を約7億円と見積っている。今後、運河庁が間接的な影響を含めた詳細な検討を行い、補償額の上限を更新する。本調査では、ドラフトファイナルレポート協議の結果に基づき、第3パナマ運河橋の実績を参照し、補償額の上限を100億円に設定の上、総合賠償責任保険料を算出した。

(3) 比較案（調整後）

表 16.4 に本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較案（調整後）を示す。

表 16.4 本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較案（調整後）

項目	本調査推奨案:アーチ橋(航路を利用できる場合)	Pre-F/S 案:斜張橋	
一般図	<p>側面図</p> <p>比較対象区間:1,118m 取付区間:139m 主橋区間:840m</p> <p>平面図</p> <p>断面図</p> <p>主橋区間(P31及びP32橋脚位置)</p> <p>取付橋部(P29、P30、P33及びP34橋脚位置)</p>	<p>側面図</p> <p>比較対象区間(主橋区間):1,118m</p> <p>平面図</p> <p>断面図</p> <p>P11及びP12主塔位置</p>	
橋長(比較延長)	1,118m	1,118m	
支間割	139m+150m+540m+150m+139m	3@65m+94m+540m+94m+3@65m	
総幅員	主橋部:48.742m~52.872m、取付橋部:29.400m (A6橋台) ~50.235m (P30橋脚)	51.3m	
メトロ3号線の条件	モノレール(幅員:8.4m)	リアメトロ(幅員:8.4m)	
架設方法	主橋(アーチリブ):台船吊上架設、主橋(補剛桁):張出架設(全旋回ジブクレーン及び移動式ガントリー)、取付橋:巻上一括架設	片持架設	
航路利用	アーチリブ架設時:1回(推定約13.5時間)	利用なし	
施工期間	4年	4年	
初期建設費	建設費	405億円(406百万ドル)	402百万ドル
	リスクコスト	8.9億円(8.9百万ドル)	2.0百万ドル
	合計	414億円(415百万ドル)	404百万ドル
維持管理費(100年)	割引なし	106億円(106百万ドル)	150百万ドル
	割引率4%	16億円(16百万ドル)	24百万ドル
ライフサイクルコスト	割引なし	520億円(521百万ドル)	554百万ドル
	割引率4%	430億円(431百万ドル)	428百万ドル

出典:調査団

為替レート:1バルボア=99.7円

### 16.3.2 比較結果

両案のコストはライフサイクルコスト（割引率4%）を比較の対象とし、以下の算出式で評価した。

$$\text{コスト評価} = \text{重みづけ} - 2 \times \text{重みづけ} \times (\text{比率} - 1.0)$$

※比率：ライフサイクルコストが安い案を 1.0 とした場合の当該案のライフサイクルコストの比率

表 16.5 に本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較結果を示す。

表 16.5 本調査推奨案と Pre-F/S 案の比較結果

No.	評価項目	重みづけ	本調査推奨案	Pre-F/S 案
			アーチ橋 (航路利用有)	斜張橋 (航路利用無)
1	構造的性	25 点	16.00	15.00
2	施工性	13 点	9.00	8.80
3	維持管理性	15 点	11.00	11.00
4	景観性	14 点	12.60	6.40
5	コスト	33 点	32.54	33.00
合計		100 点	81.14	74.20

出典：調査団

### 16.4 まとめ

本調査では、第 4 パナマ運河橋主橋形式案の内、アーチ橋案について、主径間架設時に航路を利用できる場合、利用できない場合の概略設計を実施した。

航路を利用できる場合、航路を利用できない場合に対して施工期間及び初期建設費に優位性がある。一方、アーチリブ架設時の安全性確保が焦点となるが、想定される事象に対して適切な技術的対策を講じることにより、架設リスクを最小限に抑えることができると判断し、本調査の推奨案として航路を利用できる場合を選定した。

また、本調査推奨案と Pre-F/S 案の概略設計結果を踏まえ、10.1 章：第 4 パナマ運河橋主橋形式のスクリーニングの結果を基に、コストを再評価の上、両案の比較を実施した。比較の結果、本調査推奨案（81.14 点）が Pre-F/S 案（74.20 点）を上回る評価となった。

上記スクリーニング結果に加え、構造的性（上部工剛性）及び景観性に優れることから、本調査では、第 4 パナマ運河橋主橋の最適形式として、アーチ橋案（航路利用有）を提案する。

なお、現時点では、主径間架設時の航路利用について、パナマ国運河庁の合意を得ていないため、今後、本報告書を基に、パナマ国運河庁の合意を得る必要がある。

## 第17章 事業実施計画

### 17.1 事業内容

以下に本事業（第4パナマ運河橋整備事業）の内容を示す。

- コンサルタント調達
- 詳細設計・施工監理
- 土地取得・補償
- 既存設備移設
- 施工業者調達
- 建設工事（西側接続道路の追加ランプ X（将来）を除く）
- 瑕疵担保保証
- 運営維持管理

#### 17.1.1 対象工事範囲

表 17.1 に本事業の対象工事範囲を示す。

表 17.1 本事業の対象工事範囲

No.	路線	区分	区間	本事業の対象工事範囲	
1	第4パナマ運河橋 (新設工事)	全体		道路延長:6,720.212m(-0+020.975~6+699.237) 車線数:6車線(2×3車線) (起点~Omar Torrijos 交差点:4車線(2×2車線)) A+3号線:南側配置 (一体区間:2,183m(2+847(A5)~5+030(P44)))	
		内訳	土木	東側取付道路 (-0+020.975~2+847)	道路延長:2,867.975m 跨道橋 No.1:PC-I 桁/鋼箱桁(L=520m) 跨道橋 No.2:PC-I 桁/鋼箱桁(L=740m)
				第4パナマ運河橋 (2+847~5+390)	道路延長:2,543m 東側取付橋:鋼箱桁(L=533m) 主橋:鋼アーチ(L=840m) 西側取付橋:鋼箱桁/PC-I 桁(1,170m)
				西側取付道路 (5+390~6+699.237)	道路延長:1,309.237m
			設備	全線	電気、通信及び機械設備一式
2	東側連結側道 (新設工事)	全体		道路延長:1,025.19m 車線数:1方向2車線	
		内訳	土木	追加ランプ	On ランプ:400.2m Off ランプ:624.99m
			設備	全線	電気設備(道路照明)
3	アメリカ橋 連絡道路 (改修工事)	全体		道路延長:3,170.4m 車線数:4車線(2×2車線)	
		内訳	土木	西側上線	道路延長:1,582.4m アメリカ橋連絡道路橋:PC-I 桁橋(L=760m)
				西側下線	道路延長:1,588m
			設備	全線	電気設備(道路照明)
4	オマール・トリホス 交差点 (改良工事)	全体		道路延長:5,690m 車線数(ランプ):1方向1車線又は2車線 車線数(アンダーパス):4車線(2×2車線)	
		内訳	土木	追加ランプ	追加ランプ:A~I、オマール・トリホス通り 跨道橋:追加ランプ B、C(一部) <sup>1)</sup> 跨道橋 No.2 の拡幅:追加ランプ F・G の一部 <sup>1)</sup> アンダーパス:追加ランプ F・G、オマール・トリホス通り
				既存ランドアバウト	既存ランドアバウトの拡幅
			設備	全線	電気設備(道路照明)
				追加ランプ F・G、オマール・トリホス通り	機械設備(排水ポンプ)
5	西側既存道路 接続ランプ <sup>2)</sup> (改修工事)	全体		道路延長:1,130m 車線数:1方向2車線	
		内訳	土木	追加ランプ	追加ランプ:Y、a~i
			設備	全線	電気設備(道路照明)

1) 現時点の想定、2) 追加ランプ X（将来）を除く

出典：調査団

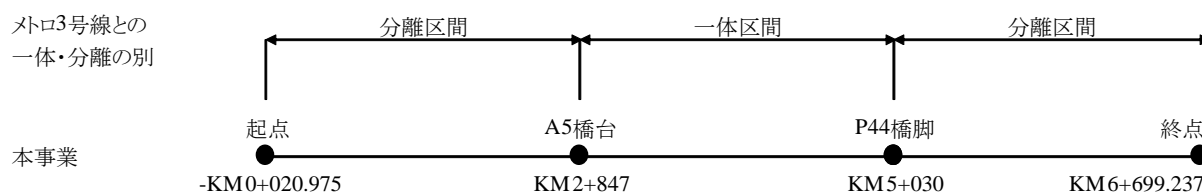
### 17.1.2 既存設備の移設工事

本事業路線上は、様々な既存設備・地下埋設物が存在し、都市土木特有の環境と言える。特に、第4パナマ運河橋の東側取付道路区間では顕著である。従って、工事への影響を勘案し、工事着工前に既存設備・地下埋設物の移設工事を完了させる計画とした。

### 17.2 メトロ3号線整備事業との仕分け

本事業路線は、全線メトロ3号線と並走するため、橋梁が一体化している区間が存在するなど、事業エリアが重複しており、両事業の範囲を明確に仕分ける必要がある。

図 17.1 にメトロ3号線事業との仕分け（案）を示す。



土木工事	個別	第4パナマ運河橋整備事業	個別
土木工事(軌道桁)	メトロ3号線整備事業		
設備工事	個別		
土地取得・補償	第4パナマ運河橋整備事業		
既存設備移設工事	第4パナマ運河橋整備事業		

A5 橋台及び P44 橋脚：第 4 パナマ運河橋整備事業に含む

出典：調査団

図 17.1 メトロ3号線整備事業との仕分け（案）

### 17.3 資金調達計画

本調査では、以下の資金調達計画を想定した。

- 円借款：全体事業費の 70%
- パナマ国政府資金：全体事業費の 30%

上記の資金調達計画では、円借款融資対象を、総事業費の 70% を上限として想定しているが、今後の事業審査過程において、パナマ国と JICA の間で調整が必要となる。

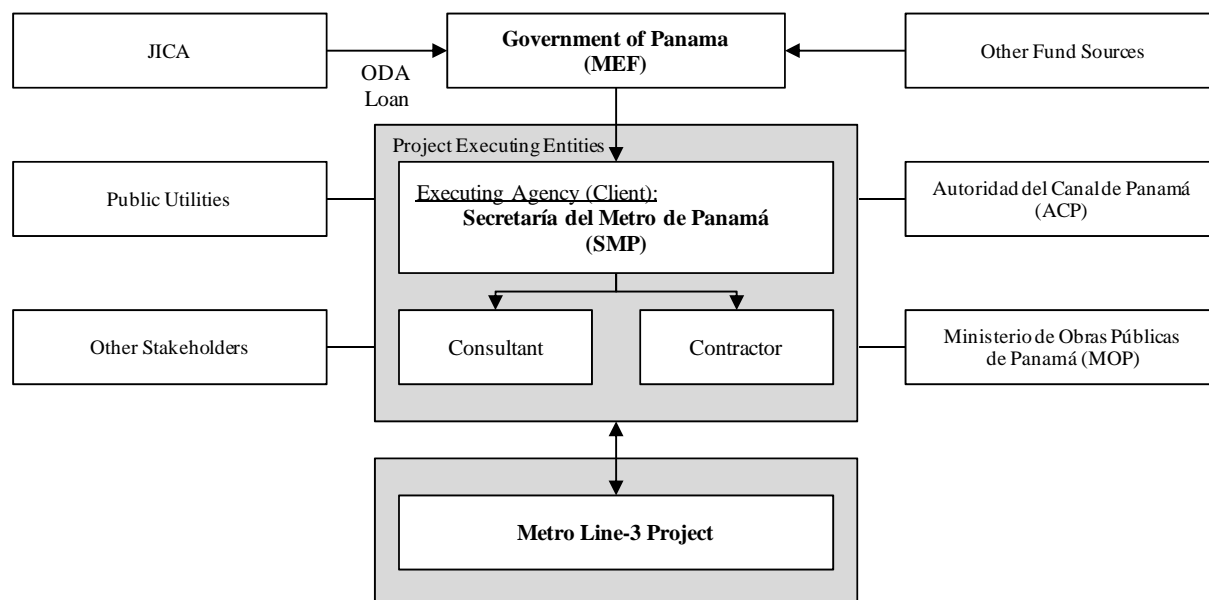
## 17.4 事業実施体制

### 17.4.1 事業実施体制

事業実施機関（施主）が詳細設計と施工監理のコンサルタントを調達、コンサルタントが作成する詳細設計に基づき施主が施工業者を調達する通常の契約方式で事業を実施することを想定した。前述の通り、橋梁建設に伴い、運河運用に対するインパクトやリスク分析が重要であることから、運河を管理する運河庁もメトロ庁に協力して事業を実施することになる。また、パナマ国において道路及び橋梁の計画、設計の基準を制定している公共事業省（MOP）もメトロ庁に対する事業実施協力機関となる。

事業実施中における関連組織としては、架空線、地下埋設物等の公共施設関連組織、その他のステークホルダー（港湾運営会社、運輸会社、等）がある。なお、当該事業はメトロ3号線と並行して事業が進行することから、両事業間の調整が重要となることを想定している。

図 17.2 に事業実施体制図を示す。



出典：調査団

図 17.2 事業実施体制図

### 17.4.2 事業実施機関の財務・予算構造・技術水準

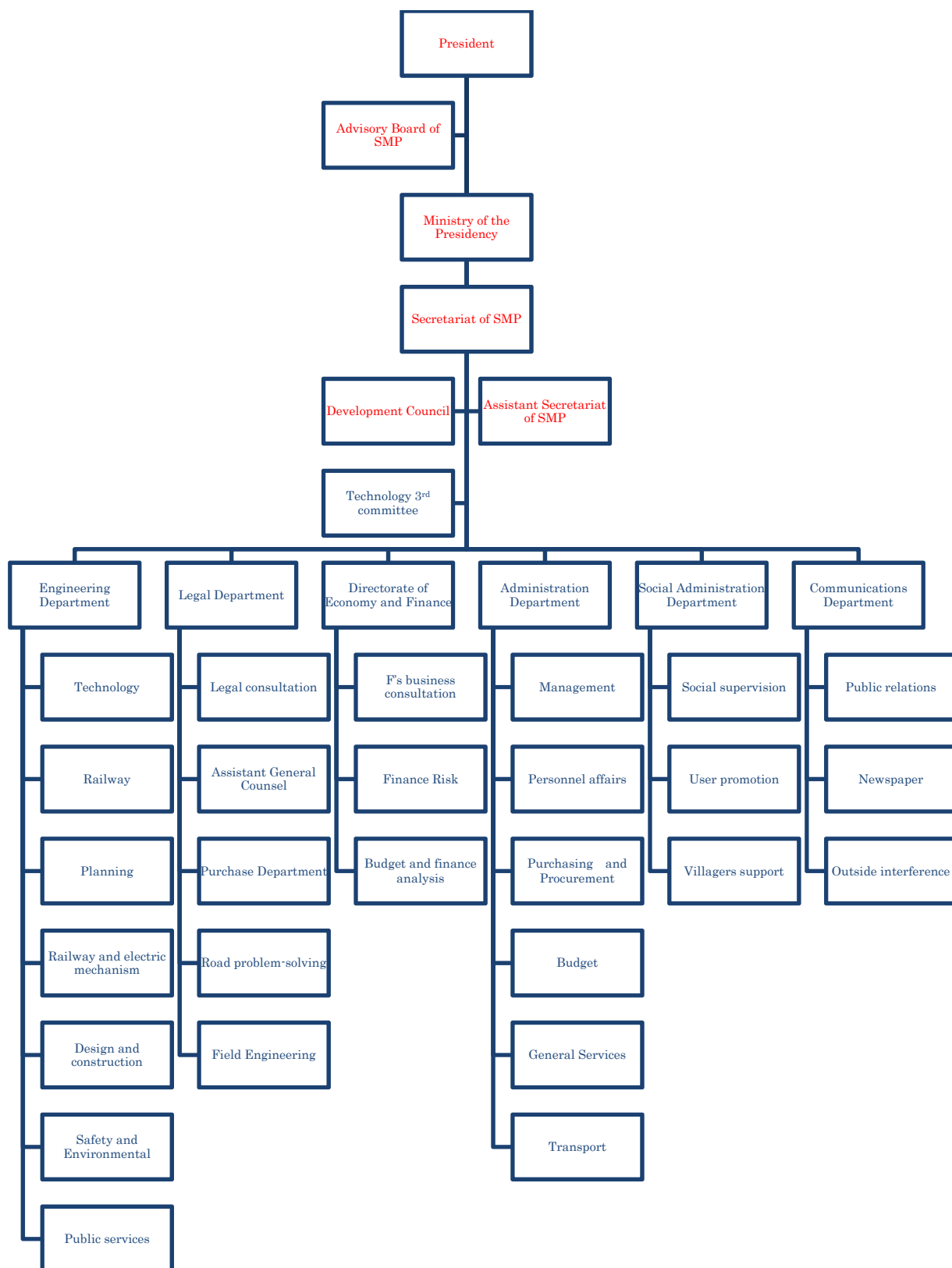
#### (1) 組織体制

メトロ3号線の実施機関であるメトロ庁（SMP）が、第4パナマ運河橋建設の実施機関となり、施主としてコンサルタント及び請負業者とともに事業実施組織を形成する。尚、2013年12月にパナマ国政府は、政府所有の新会社メトロデパナマ S.A に移行することを決定し、メトロ庁は2014年内に新会社になる予定である。

図 17.3 に現行のメトロ庁の組織図を示す。

また、メトロ庁は、パナマ運河を管理するパナマ運河庁（ACP）と橋梁の設計及び施工に係る技術面に加え、橋梁建設時の運河に関わるインパクト及びリスク分析面について、意見の調整が必要となる。





注：赤字部分が監理部門、青字部分が運営部門。  
 出典：調査団（メトロ庁ホームページの情報に基づき作成）

図 17.3 現行のメトロ庁の組織図

(2) 財務・予算構造

メトロ庁は大統領府の下に組織されており、同じく大統領府の下に組織されている他の2つの組織と合わせ、会計単位を1つにまとめて管理されている。そのためメトロ庁単独のデータは入手できなかった。なお、2014年内に新会社に移行することから、今後は年次報告書で公表されることになる。

(3) 技術水準

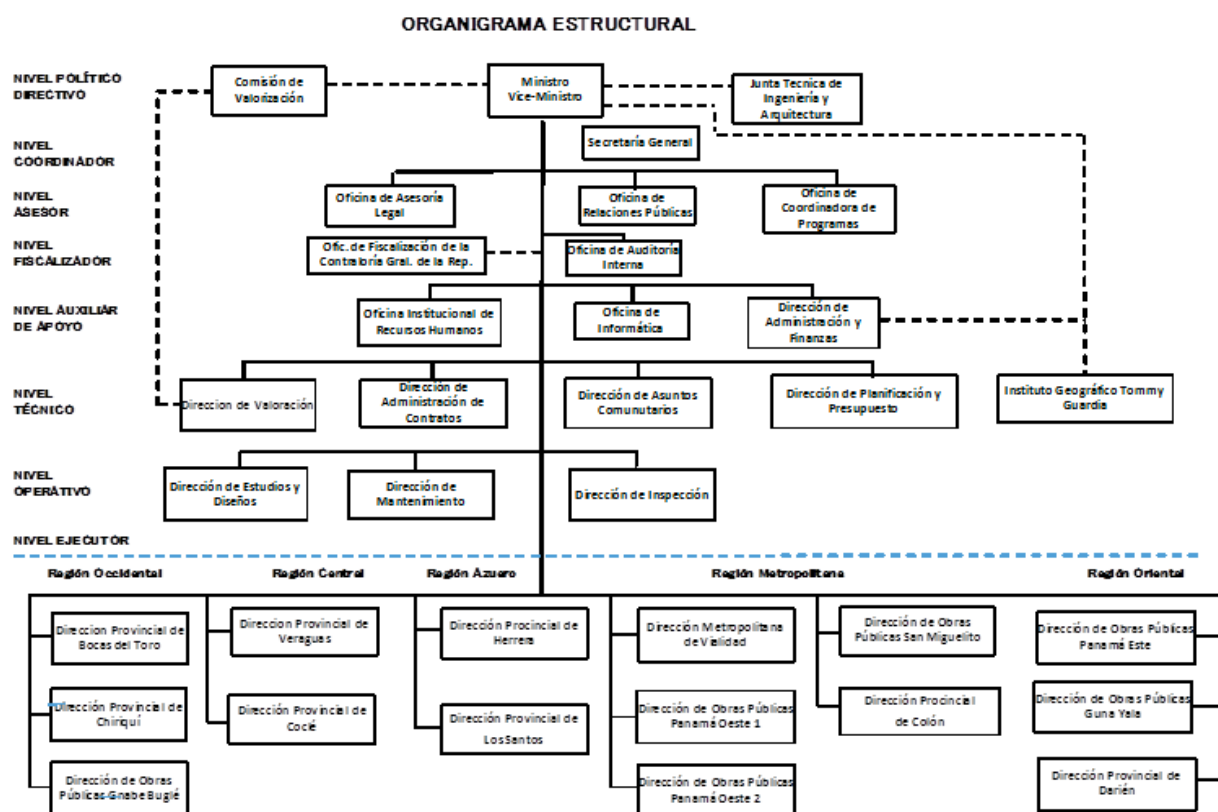
第1パナマ運河橋のアメリカ橋（形式：ブレースドリブアーチ橋）、第2パナマ運河橋のセンテナリオ橋（形式：PC斜張橋）が既に供用し、ACPによって第3パナマ運河橋（形式：鋼・PC複合斜張橋）の建設が予定されている。従って、長大橋に関する技術水準は高いものと考えられる。

17.4.3 運営維持管理機関の財務・予算構造・技術水準

(1) 組織体制

既に完成している第1パナマ運河橋（アメリカ橋）、第2パナマ運河橋（センテナリオ橋）の維持管理と同様に、公共事業省（Ministerio de Obras Públicas de Panamá）の維持管理部（Dirección de Mantenimiento）が第4パナマ運河橋の維持管理を管轄することになる。

図 17.4 に公共事業省の組織図を示す。



出典：調査団（公共事業省のホームページの情報を基に作成）

図 17.4 公共事業省の組織図

## (2) 財務・予算構造

都市内の街路及び都市間道路を良好な状態を維持するため、短期的に以下を予定している。

- 450億ドルを投資して、4,000kmの都市間道路網を完成させる
- 2,800万ドルを投入して既存の320kmの都市間道路を改善する
- 既存都市内街路の舗装パッチングの目的で2,500万ドルを計画している
- 維持管理作業として、側溝と排水施設の清掃、路面掃除、橋梁の維持補修とペイント、その他を予定している

## (3) 技術水準

現在、MOPの維持管理部は2,000人のスタッフ及び1,340台の重機と小型機械を保有し、以下の維持管理を行っている。

- 7,000kmの都市内道路網（街路）
- 15,000kmの都市間道路（道路）
- 1,800箇所車両走行可能な橋梁、214箇所の歩道橋

MOPは、国内の上記の道路を対象に、新規建設工事並びに補修工事を行っている。これらの工事は、公開入札により民間業者に委託契約している。新設建設工事を行った業者が、建設後の2～3年間の維持管理に携わっている。このように新設建設工事の請負業者から、維持管理業者への技術移転が行われているため、維持管理を行っている業者の技術水準は高い。また、既存の長大橋である第1パナマ運河橋と第2パナマ運河橋の維持管理が良好に保たれている状況から判断して、維持管理業者の技術水準は高く、第4パナマ運河橋の維持管理作業についても十分な能力をもって実施されるものと想定される。

## 17.5 調達計画

### 17.5.1 コンサルタンの調達計画

#### (1) 調達方法

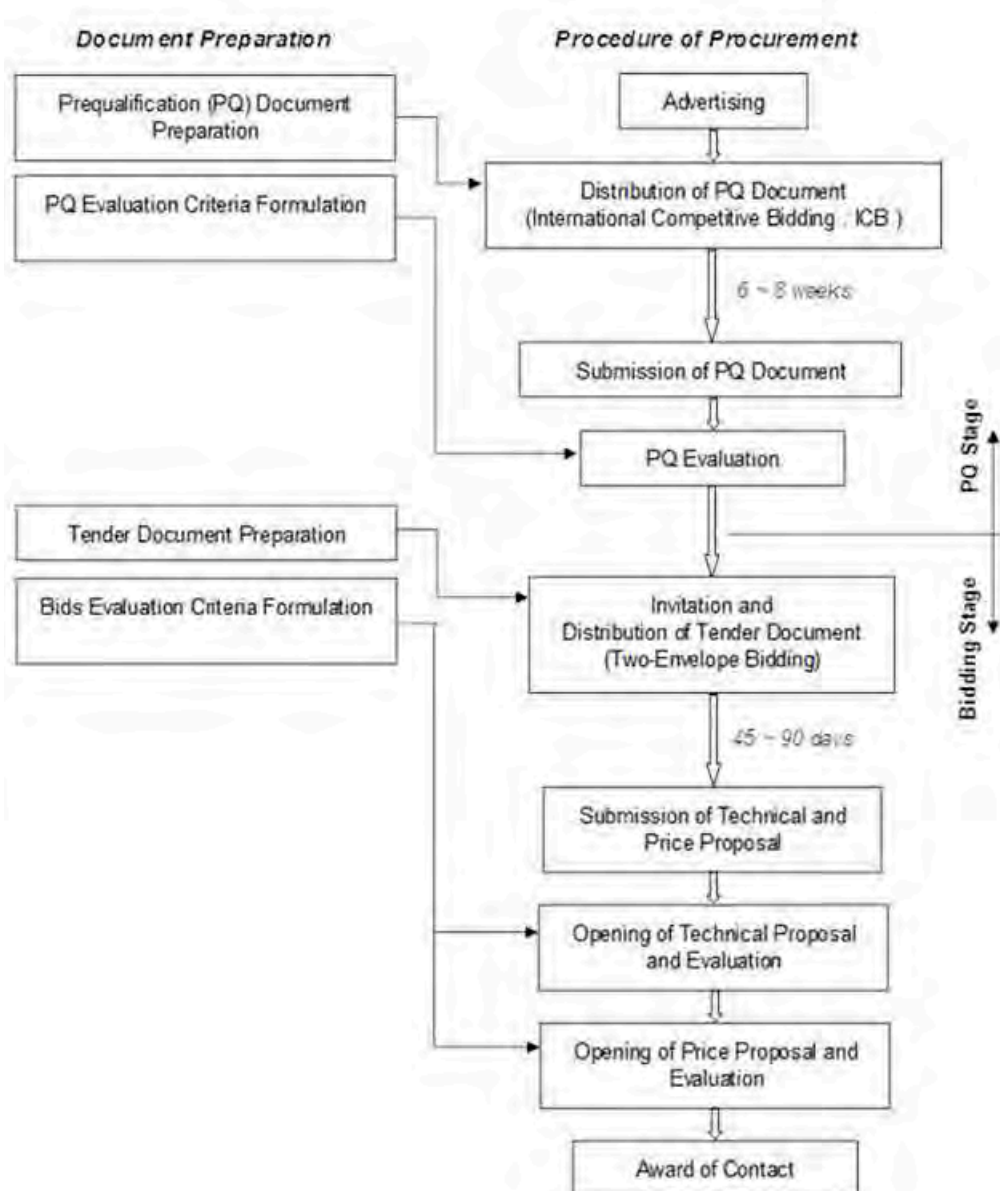
メトロ3号線事業ではデザイン・ビルド方式を採用するため（第8章参照）、両事業間の調整し易さを考えた場合、当該事業の詳細設計はコンサルタントが実施すべきである。

また、当該事業の建設工事はメトロ3号線と並行して事業を進めるが、当該事業の橋梁の床板工事完了後に作業が開始されるものがある。具体的には、メトロ3号線の工事の軌道敷設、信号設備等が該当する工事である。即ち、工事完了がメトロ3号線に先行しなければならない。

上記から、当該事業はメトロ3号線事業との調整事項が多いため、事業に精通したコンサルタントが継続して詳細設計と施工監理を行うことが望ましい。従って、詳細設計と施工監理のサービスを一回の調達で済ませることを想定し、コンサルタントの調達計画を行うこととする。

事業規模、技術水準に配慮して、JICAガイドラインに準拠したICB（国際競争入札）によるコンサルタント調達とする。

図17.5にJICA Guidelineに準拠した標準的ICB調達の例を示す。



出典：調査団

図 17.5 JICA Guideline に準拠した標準的 ICB 調達の場合

(2) コンサルタントサービスの範囲

- 詳細設計（構造解析、設計、図面作成、数量計算、技術仕様書作成、施工計画、積算）、事前資格審査（P/Q）図書作成、入札図書作成：18ヶ月
- 工事着手前の施主による施工業者調達の補助（P/Q 補助、入札補助、契約交渉及び契約書作成補助）：15ヶ月、うち5ヶ月は上記の詳細設計期間とオーバーラップ作業
- 施工監理（品質記録の立会・監理、進捗記録の立会・監理、出来形記録の立会・監理、出来高照査、安全管理確認）：48ヶ月（アーチリブ吊上げ工法の場合）、60ヶ月（ケーブル架設工法の場合）
- 瑕疵担保期間（1年間）の検査：12ヶ月

## 17.5.2 施工業者の調達計画

### (1) 調達方法

施工業者の調達は、効率的な調達手続きを実行するために、事前資格審査なしの ICB を適用することを推奨する。入札者は、参加資格書類、技術提案そして価格提案を同時に提出することとする。

### (2) 施工業者の業務の範囲

- 施主と合意した契約図書に基づき施設の建設、品質管理、進捗管理、出来形管理、出来高管理、安全管理：48 ヶ月（アーチリブ吊上げ工法の場合）、60 ヶ月（ケーブル架設工法の場合）
- 瑕疵担保期間（1年間）の補修：12 ヶ月

## 17.6 事業実施スケジュール

上記を基に、本事業の実施スケジュールを作成した。

図 17.6 に事業実施スケジュール（航路利用有）、図 17.7 に事業実施スケジュール（航路利用無）を示す。

なお、本調査では航路利用有を最適案として提案しており（第 16 章参照）、その場合の事業実施スケジュールは図 17.6 に示す通りである。同事業実施スケジュールは、図 8.10 に示す通り、メトロ 3 号線事業の事業実施スケジュールと整合をとっている。

## 17.7 その他の留意事項

### (1) 事業者間の費用負担

事業費の費用仕分けは、「17.1.1 事業内容」及び「17.2 メトロ 3 号線事業との仕分け」で記載した通りであるが、事業完成後の併用橋の所有・維持管理は公共事業省とし、メトロ 3 号線は第 4 パナマ運河橋を無償で利用できるものとする。

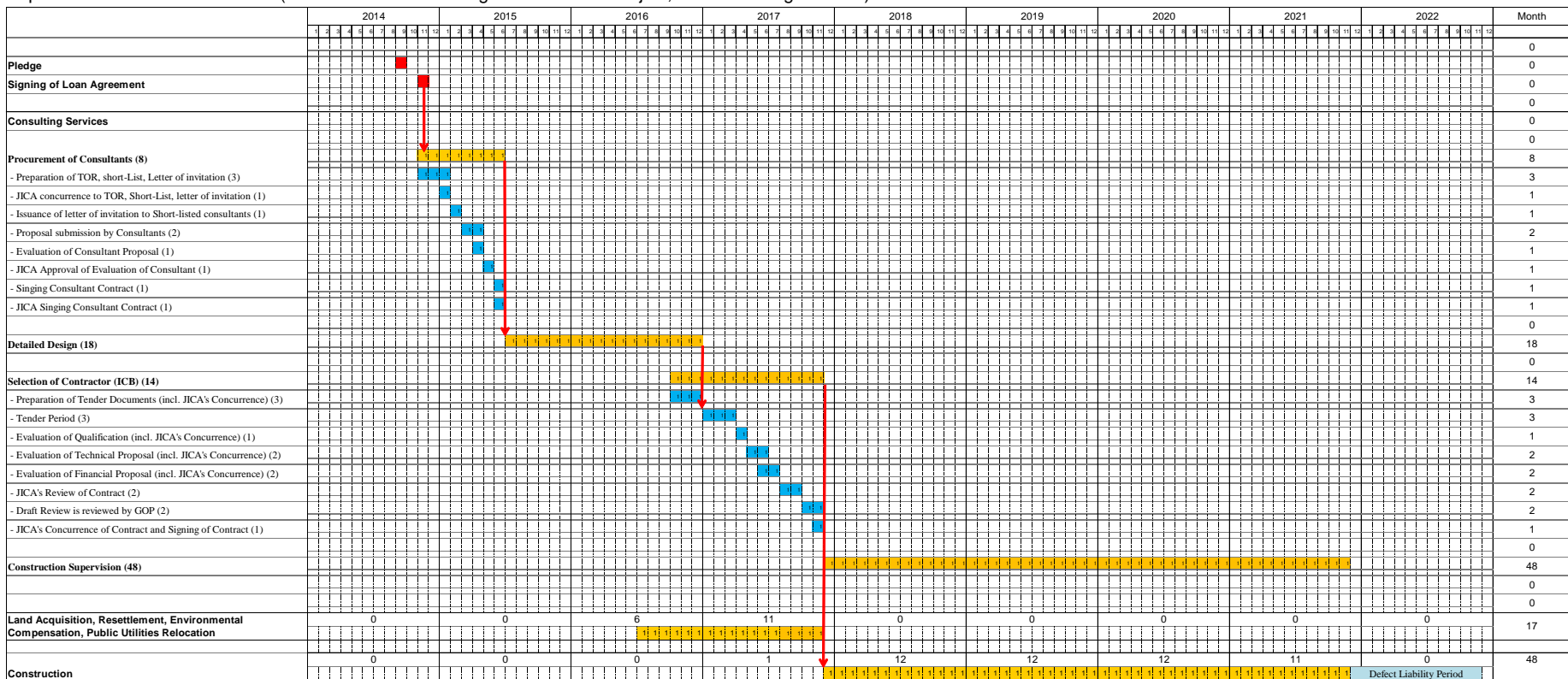
橋梁以外の施設の運営維持管理に関しては、「第 14 章概略運営維持管理計画」で記述した通りである。

### (2) EIA 報告書の承認取得

本調査では、パナマ国の環境法及び JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月公布）に基づき、本事業の EIA に係る必要な検討及び報告書案作成を支援した。

今後、ANAM により EIA 報告書案の審査が行われるが、ANAM から修正・追加作業を求められた場合は、パナマ側にて必要な作業を実施する予定である。

Implementation Schedule for ICB ( 4th Panama Canal Bridge Construction Project, Arch-rib Lifting Method )

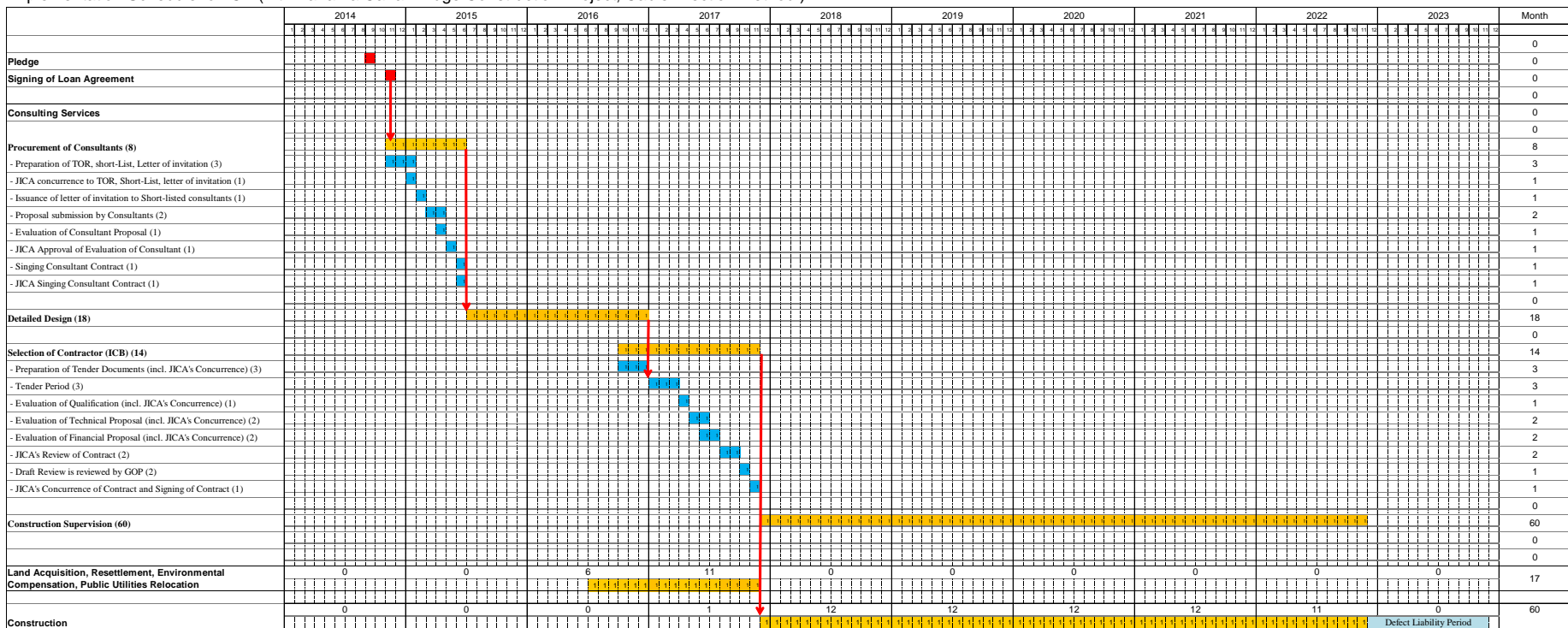


出典：調査団

図 17.6 事業実施スケジュール（航路を利用できる場合）



Implementation Schedule for ICB ( 4th Panama Canal Bridge Construction Project, Cable Erection Method )



出典：調査団

図 17.7 事業実施スケジュール（航路を利用できない場合）

## 第18章 事業効果

### 18.1 温室効果ガス削減

#### 18.1.1 方法

3号線事業は、旅客輸送に使われる車両の数を減らす事により CO<sub>2</sub> の排出量を減らすとともに、3号線の運行に電気を利用する事により発電所からの CO<sub>2</sub> 排出量を増加させる。前者の削減量は後者より多いため、3号線事業は全体として CO<sub>2</sub> 排出量を削減させる。

3号線事業による CO<sub>2</sub> 削減量を推計するために、本調査では、気候変動対策支援ツール／緩和策 (JICA-FIT) が利用された。JICA-FIT は様々なインフラ事業を対象としており、LRT とモノレールがその一つになっている 25 のサブセクターのための方法論と計算表が含まれている。

JICA-FIT において、大量輸送公共交通事業からの CO<sub>2</sub> 排出量を推計するための基本的な公式は以下の通りである。

$$ER_y = BE_y - PE_y \text{ (t-CO}_2\text{/y)}$$

$$BE_y = \sum_i (BPKM_y \times MS_{i,y} \times EF_{PKM,i}) = \sum_i (P_y \times BTDP_y \times MS_{i,y} \times EF_{PKM,i})$$

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{elec}$$

ここに、

- ER<sub>y</sub> : y 年の事業実施による GHG 排出削減量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)\*
- BE<sub>y</sub> : y 年のベースラインシナリオからの GHG 排出量(t-CO<sub>2</sub>e/y)
- PE<sub>y</sub> : y 年のプロジェクトシナリオからの GHG 排出量(t-CO<sub>2</sub>e/y)
- EF<sub>PKM,i</sub> : 交通機関 i の人キロあたりの CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/人 km)
- BPKM<sub>y</sub> : MRT 等の y 年における輸送人キロ (人 km/年)
- MS<sub>i,y</sub> : 交通機関 i の y 年における分担率 (%)
- EF<sub>PKM,i</sub> : 交通機関 i の人キロあたりの CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/人 km)
- EC<sub>PJ,y</sub> : MRT 等の走行に伴う y 年における年間総電力消費量(kWh/年)
- EF<sub>elec</sub> : 電力の CO<sub>2</sub> 排出係数(g-CO<sub>2</sub>/kWh)

\* : CO<sub>2</sub>e = CO<sub>2</sub> 換算排出量

JICA-FIT では、排出率 (g-CO<sub>2</sub>/人、g-CO<sub>2</sub>/km、又は g-CO<sub>2</sub>/L) には、可能であれば当該国/年の公表値を利用すべきとしているが、これらの値には公的な値はないため、本調査の中で排出率を推計した。

JICA-FIT で記載されているように、車両製造や建設資材の輸送時に生じるエネルギー消費のような炭素リーケージについては、大量輸送公共交通事業による温室効果ガスの削減量に比べて炭素リーケージによる温室効果ガスの排出量が極めて小さいことから、上記の計算においては考慮する必要はない。

### 18.1.2 ベースライン排出量

#### (1) 燃料消費

2009年のATTT調査によれば、「ディアブロ・ロホ」の燃費は、ガロンあたり7.81キロメートル（2.06km/L 又は 0.485L/km）と計算されている。パナマ市で導入されているメトロバスの車両は、交通渋滞のため実績では6.8km/ガロン（1.8km/L）である（メトロ庁）。一方、最新の車両技術では、バスの燃費は約4.6km/Lである<sup>1</sup>。本調査では、将来的にはバス車両の更新により、バスの燃費は後者の値になると仮定した。

パナマの自家用乗用車は、日本、米国、韓国、タイ、その他の国から輸入した車両で構成されている。パナマでは中古車が大きな割合を占めているが、日本と米国が主要な輸入先で、車両もそれ程古くはないため、車両の燃費は先進国の燃費と違いはない。路上の観察では、パナマの道路では、日本と同様、小型の車両が大きな割合を占めている。日本における実際の燃費は、エネルギー統計と運輸統計から、約10km/Lと計算されている。これは全国平均であり、都市内での燃費はこれより低いと予想される。一方、パナマでは台キロの統計がないため、同じように燃費を計算する事ができない。このため、本調査においては、自家用乗用車の燃費は1リットルあたり7kmと仮定した。

表 18.1 燃費の設定

単位	自家用乗用車	ディアブロ・ロホ	メトロバス/ その他バス
km/L	7 km/L	2.06 km/L	4.6 km/L
litter/km	0.143 litter/km	0.485 litter/km	0.217 litter/km

出典：ATTT 調査及び調査団

#### (2) 燃料消費あたり CO<sub>2</sub> 排出量

車両のCO<sub>2</sub>排出率は、ディーゼルやガソリンのエネルギー特性の仮定をもとに、表 18.2 に示すように計算された。計算されたCO<sub>2</sub>排出率は、自家用乗用車で0.232kg-CO<sub>2</sub>/km、ディアブロ・ロホで1.25、その他のバスで0.56である。

表 18.2 CO<sub>2</sub> 排出率

	エネルギー密度 (MJ/L) *	炭素排出率 (kg-C/MJ) *	CO <sub>2</sub> 排出率 MJ あたり (kg-CO <sub>2</sub> /MJ)	CO <sub>2</sub> 排出率 リットルあたり (kg-CO <sub>2</sub> /L) (d)=(a)*(c)	CO <sub>2</sub> 排出率 km あたり kg-CO <sub>2</sub> /km
	(a)	(b)	(c)=(b)*44/12		
ガソリン	34.6	0.0183	0.0671	2.32	0.331 (自動車)
ディーゼル	37.7	0.0187	0.0686	2.58	1.25 (ディアブロ・ロホ) 0.560 (その他のバス)

出典：\*地球温暖化対策推進法施行令、日本（2010）

JICA-FIT では、t-CO<sub>2</sub>/人キロでの排出率を使っているため、上記の値は、自家用乗用車は1.5、バスは35.9の乗車率を適用して変換された。計算の結果は、自家用乗用車で221 g-CO<sub>2</sub>/人キロ、ディアブロ・ロホで34.8 g-CO<sub>2</sub>/人キロ、そしてその他バスで15.6 g-CO<sub>2</sub>/人キロである。

<sup>1</sup> Best Operational Practices for City Bus Fleets to Maximize Fuel Economy, Energy Sector Management Assistance Program, World Bank 2010

### (3) ベースライン交通量と排出量

「事業あり」と「事業なし」のベースラインの交通量については、第3章で推計されている。需要予測の中では、ディアブロ・ロホが占める割合については、需要予測モデルの中で利用されていない事から、推計されていない。しかしながら、表 18.2 に見るように、ディアブロ・ロホとその他のバスの間で、CO<sub>2</sub>排出率は大きく異なる。

パナマ市内では、ほとんどのディアブロ・ロホはメトロバスの車両に置き換わったが、ディアブロ・ロホはアライハン区とラ・チョレラ区では主力のバスである。最新のバス車両の導入が進むにつれて、ディアブロ・ロホの車両数は減少していくと予想される。しかしながら、ディアブロ・ロホは3号線が運行を開始する2022年以降も残ると考えられる。一方、パナマ市で実施されたメトロバス導入のような公共交通改善事業が実施されれば、ディアブロ・ロホは短期間で消えるであろう。本調査では、バスに占めるディアブロ・ロホの割合について、表 18.3 に示すように仮定した。ディアブロ・ロホは2030年以降には消えると仮定した。

表 18.3 ディアブロ・ロホの割合

2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
50%	25%	0%	0%	0%	0%	0%

出典：調査団による推計

JICA-FIT では、ベースライン交通量は大量公共交通システムの人キロの単位で計算される。必要なデータは第3章で計算されており、計算結果を表 18.4 に示す。ベースラインのCO<sub>2</sub>排出量は表の中で計算されている。

表 18.4 ベースライン交通における人キロと機関分担率の計算

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
No. of passengers per year (million)	54.11	59.08	62.67	66.15	68.93	71.81	72.88	P <sub>y</sub>
Average travel distance (km)	19.36	19.22	19.06	18.93	18.83	18.74	18.67	BTDP <sub>y</sub>
Passenger-km per year (million)	1,048	1,136	1,195	1,252	1,298	1,346	1,361	BPKM <sub>y</sub>
Modal Share	Diablo Rojo	45	45	0	0	0	0	MS <sub>1y</sub>
	Bus	45	45	90	90	90	90	MS <sub>2y</sub>
	Car	10	10	10	10	10	10	MS <sub>3y</sub>
t-CO <sub>2</sub> per year	40,000	43,355	35,287	36,991	38,342	39,754	40,194	BE <sub>y</sub>

出典：調査団

#### 18.1.3 事業による排出

##### (1) 電力によるCO<sub>2</sub>排出係数

パナマにおける電力による排出係数は、2008年にIDBによってクリーン開発メカニズム(CDM)のため、AMC0002 Version 9(再生可能資源を利用したグリッド接続発電のための統合方法論)をもとに推計されている。その報告書は、国家電気局のウェブページから入手可能である。

再生可能資源を利用したグリッド接続発電のためのベースラインシナリオでは、2種類の排出係数がある。ビルドマージン排出係数は、近年建設された発電所から計算され、将来建設されるであろう発電所からの将来排出量を推計するためのものである。これは、再生可能な発電所の事業による排出量削減を計算するために適用される。オペレーティ

ングマージン排出係数は、既存の発電所から計算され、再生可能な発電所による短期的な影響を評価するために利用される。3号線事業においては、電気の利用によるCO<sub>2</sub>排出の増加を計算すべきであり、どの発電所の電気が3号線の運行に利用されたかという特定は不要である。このため、ビルドマージン排出係数は利用出来ない。さらに、再生可能資源の評価手法に起因する計算のため、水力発電が除外されているため、上記報告書のオペレーティングマージン排出係数も利用できない。

パナマでは、CDMの方式に関連した別の排出係数がある。「CEMX Panama: Bayano セメント工場代替燃料事業」においては、オペレーティングマージン排出係数が全CO<sub>2</sub>排出量と全発電量とから計算されている。CO<sub>2</sub>排出係数(t-CO<sub>2</sub>/GWh)は、3年間(2005、2006、2007年)の平均値を取る事により計算されている。表18.5は、最新の統計資料をもとに、上記事業と同じ方法を適用してCO<sub>2</sub>排出量を推計した結果である。3年間(2009、2010、2011年)のデータを平均して、CO<sub>2</sub>排出係数は**238.4 t-CO<sub>2</sub>/GWh**と計算された。

表 18.5 CO<sub>2</sub> 排出係数の計算

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bunker (000 Gallon) (a)	103,902	96,794	86,938	112,592	110,586	103,716
Bunker, isolation (000 Gallon) (b)	856	931	1,057	1,221	1,188	1,602
Bunker total (000 Gallon) (c)	104,758	97,725	87,995	113,813	111,774	105,318
Diesel (000 Gallon) (d)	15,175	44,671	31,619	34,352	50,405	67,590
Bunker (000 kg) (e)	356,858	332,900	299,755	387,704	380,758	358,766
Diesel (000 kg) (f)	51,694	152,172	107,710	117,020	171,705	230,245
Emission-Bunker (tCO <sub>2</sub> ) (g)	1,115,881	1,040,966	937,322	1,212,335	1,190,615	1,121,846
Emission-Diesel (tCO <sub>2</sub> ) (h)	164,711	484,865	343,197	372,861	547,102	733,631
Emission-Total (tCO <sub>2</sub> ) (i)	1,280,593	1,525,831	1,280,519	1,585,196	1,737,718	1,855,477
Generation (GWh) (j)	5,910.3	6,325.0	6,313.0	6,784.5	7,258.4	7,658.4
tCO <sub>2</sub> /GWh (k)	216.7	241.2	202.8	233.6	239.4	242.3

Note: (c)=(a)+(b)

(e)=(c)\*0.9kg/L\*3.785L/gallon, (f)=(d)\*0.9kg/L\*3.785L/gallon

(g)=(e)\*40.4TJ/Gg\*77.4tCO<sub>2</sub>/TJ\*0.001, (h)=(f)\*43TJ/Gg\*74.1tCO<sub>2</sub>/TJ\*0.001, (i)=(g)+(h)

(k)=(i)/(j)

## (2) 事業による電力消費とCO<sub>2</sub>排出

本事業による電力消費は、第8章の運営・維持管理計画にて推計された。駆動電力と駅の運営が本事業による電力消費主体である。本事業が消費する電力は、2025年に70.7GWh、2035年に73.6GWh、そして2050年には77.2GWhである。

電気消費の予測から、事業によるCO<sub>2</sub>排出が表18.6のように推計された。事業によるCO<sub>2</sub>排出量の増加は、2025年に16,845 t-CO<sub>2</sub>、2035年に17,545 t-CO<sub>2</sub>、そして2050年に18,415 t-CO<sub>2</sub>である。

表 18.6 事業によるCO<sub>2</sub>排出

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
MWh/y	67,158	70,658	73,334	73,594	73,594	75,438	77,244
GWh/year	67.2	70.7	73.3	73.6	73.6	75.4	77.2
t-CO <sub>2</sub> /year	16,010	16,845	17,483	17,545	17,545	17,984	18,415

出典：調査団

### 18.1.4 CO<sub>2</sub>排出量の削減

CO<sub>2</sub>排出量の削減量は、表18.4と表18.6から、表18.7に示す通り推計された。

表 18.7 事業による CO<sub>2</sub> 排出の削減量

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
t-CO <sub>2</sub> /year	23,989	26,510	17,804	19,446	20,798	21,770	21,779

出典：調査団

## 18.2 運用効果指標

運用指標は、本事業で整備される第4パナマ運河橋および3号線が、計画通りに運用されたか、あるいはどの程度計画通りに運用されたか、を検証するための数値的な指標である。一方、効果指標は、本事業が目的を達成したかどうか、あるいはどの程度目的を達したかを検証するために利用される。これらの指標は、本交通システムが運行を開始してから数年後に評価される。運用効果指標は計測可能で、妥当であり、信頼性があり、かつ入手可能な数値でなければならない。

本調査では、第4パナマ運河橋の供用開始と3号線の開業は同じ2022年と想定し、3年後の2025年における事後評価のための指標を設定した。

### 18.2.1 運用指標

第4パナマ運河橋事業の運用指標は橋の一日交通量である。第4パナマ運河橋の計画では、車線数決定のためにピーク時の交通量を、舗装厚決定のために大型車の交通量を利用しているため、これらも運用指標として採用する。

3号線事業における基本的な運用指標は、旅客の輸送量と、列車の運行量であり、それぞれ一日平均利用者数と一日あたり列車キロを採用した。また、購入された車両が十分に活用されているかを見るため、車両の利用率も採用した。本事業では朝夕に集中する通勤・通学需要に対処する事が重要であるため、ピーク時の輸送力も運用指標として必要である。これにはピーク時平均運行本数を採用した。この他には運行密度として一日の列車本数も指標として考えられるが、これは列車キロを延長で割る事で計算されるため除外した。本調査で提案する運用指標は下表に示す通りである。

表 18.8 運用指標

事業	指標の目的	指標名	目標値（2025）
第4パナマ運河橋	自動車の交通量	一日あたり交通量	34,700
	ピーク時の交通量	ピーク時重方向交通量	1,800
	大型車の交通量	一日あたり大型車交通量	1,300
3号線	旅客の輸送量	一日あたり乗客数	172,200
	列車の運行量	一日あたり列車キロ	9,719
	ピーク時の輸送力	ピーク時平均運行本数	19
	車両の有効利用	車両利用率	90%

車両利用率=1両あたり稼働日数÷361（平均検査日数=4日/年）

出典：調査団

### 18.2.2 効果指標

本事業による効果は、時間短縮や車両走行費用の節約、自動車排気物やCO<sub>2</sub>の削減の他、10.3で記述するように観光開発や都市開発といったものが期待されている。しかしながら、これらの効果は定性的であったり、「推計」によらなければならなかったり、大規模な交通調査が必要であったり等、指標として設定する事が困難である。このため、これ



まで JICA の有償資金協力による鉄道事業においては、乗客数と料金収入の二つの項目のみを採用している例が大半である。乗客数は運用指標に含まれている。料金については、本事業の目的は料金収入ではないので効果指標には採用しなかった。

## 18.3 定性的効果

### (1) パナマ市のイメージ向上

3号線は、パナマ運河に架かる橋梁を走行する交通システムであり、国際的にシンボリックな事業となることは間違いない。更に、導入するモノレールシステムは、中南米ではブラジル（2014年開業予定）に次ぐ2か国目の導入となり、メトロ1号線、2号線の都市交通システムと併せて、地域内で最も充実した交通ネットワークを構築している都市として評価される。

### (2) 観光開発

パナマへの観光者は年々増加傾向にあり、モノレールに乗車することにより、観光の目玉でもある運河を橋の上から見下ろすことができることから、観光客の集客も見込める。

### (3) 環境に優しい交通システム

現在バス及び乗用車のみが唯一の交通手段である為、排気ガスによる環境への影響は大きい。同交通システムを導入することにより、これまで車で移動していた市民がモノレールを利用することで走行車両が減り、温室効果ガス抑制の効果をもたらす。

### (4) 効率的な移動が可能

同国でのタクシー料金は交渉制であり、乗り合いになることも多く、混雑している地域への走行など、降車地が運転手の好まない行先であった場合、運転手の裁量により乗車拒否をされる事がある。固定レートで、時刻通りに運行する交通システムの利用は、市民の安心で効率的な移動に寄与する。

### (5) 都市開発・産業開発

駅周辺での商業施設が増加することで地域の経済活性化に寄与する。国民の3分の1がパナマ市に居住し、国内就業者数のおよそ4割が運河の東側で働いている現状。現在計画中的のパナマ・パシフィコの開発にも寄与し、運河の西側の経済活動が活発になることによって、新たな雇用が創出され、国民生活の選択肢が増えることになる。

### (6) 教育施設への安全で全天候型のアクセス

パナマ県の主要な大学はパナマ市に集中している為、運河の西側に住む学生は全天候型のモノレールを利用することにより、安全かつ時間通りに、勉学に支障なく通学することができる。

## 18.4 経済分析

### 18.4.1 方法

#### (1) 評価期間

評価期間は、建設を開始する上で必要となる、用地取得と事業に影響を受ける人々への補償支払いが開始される 2015 に始まり、需要予測の最終年である 2050 年の終りまでと仮定する。建設期間（2016～2021 年）は運営期間（2022～2050 年）同様、評価期間に含まれている。

#### (2) 資産の償却期間

本事業の分析で、資産の償却期間は以下の通りである。

土木構造（高架構造、駅、車両基地を含む）	50 年
通信・信号、配電、AFC、システム制御を含む電気・機械（E&M）設備	20 年
車両 （当初購入後 25 年後に大規模な改修を計画）	40 年

これらの資産償却期間は、評価期間終了時の残存価値の計算に使用された。

#### (3) 日から年への変換

需要予測は、日単位の需要である。需要予測の結果は、典型的な平日の交通を示している。日単位の需要を年間に変換するため、変換係数として 330 が採用された。

#### (4) 財務価格から経済価格への変換

本事業の初期投資費用と運営・維持管理費用（O&M）費用は、3号線については第7章と第8章、第4パナマ運河橋については第14章と第15章で推計されている。

これらの推計値は、財務的な価値であり、財務的分析の基礎として適している。しかしながら、経済分析のためには、全ての事業費と便益はより広い経済に関連した価値を反映させる必要がある。この価値の主要な特徴は、市場価格で決まる価格のあらゆる歪みの影響と同様、政府の税金、課金、移転項目の支払いを除外しているという点である。これらは、非経済価格の項目を除外した潜在価格係数（SPF）により、財務費用を補正することによって推計される。

本事業による、経済分析の SPF に適用される関連税率は、表 18.9 に示す通りである。

表 18.9 潜在価格係数に関連する税金

価格要素	税金のタイプ	Tax Rate	SPF
労働	所得水準が年間 11,000 – 50,000 ドルである場合の平均的税率	15%	0.85
材料（電気を含むが、燃料は除外）	付加価値税	7%	0.93
燃料	US ガロンあたりの税率： ディーゼル 87 オクタンのガソリン 95 オクタンのガソリン	0.25 ドル 0.60 ドル 0.60 ドル	0.72 <sup>1</sup> 0.68 <sup>1</sup> 0.67 <sup>1</sup>
装備	付加価値税	7%	0.93
その他（保険等のサービス）	付加価値税	7%	0.93

出典：調査団による税金の確認

本調査においては、本事業のために輸入される機材（車両を含む）は、輸入税から除外されると見做している。市場価格においては、価格の歪み（補助金の影響も含む）がある例は特定されなかったため、SPF は小売価格の税金部分をもとにして推計された。

SPF は、本事業の初期投資費用（土木、電気・機械、そして車両費用から構成される）には 0.93、そして運営・維持管理費用については、0.93 と計算された。

(5) 「事業あり」と「事業なし」の定義

本調査では次の 3 通りの経済分析を実施した。すなわち、(a) 第 4 パナマ運河橋と 3 号線、(b) 第 4 パナマ運河橋、及び (c) 3 号線である。これらの「事業あり」と「事業なし」のケースは以下の通りである。表中、①～③は第 3 章のネットワーク・シナリオ番号に該当する。

表 18.10 経済分析の対象

経済分析の対象	事業あり	事業なし
(a) 第 4 パナマ運河橋と 3 号線	③第 4 パナマ運河橋+3 号線	①現況
(b) 第 4 パナマ運河橋	②第 4 パナマ運河橋	①現況
(c) 3 号線	③第 4 パナマ運河橋+3 号線	②第 4 パナマ運河橋

出典：調査団による設定

上記で、(c) 3 号線の経済分析においては、第 4 パナマ運河橋は建設されるが 3 号線については建設されない場合を「事業なし」としており、第 4 パナマ運河橋と 3 号線が両方とも実現する場合を「事業あり」としている。これは、本調査では 3 号線が第 4 パナマ運河橋の上に建設される事を前提として実施されているためである。

「事業なし」のケースでは、2 号線建設以外の公共交通改善事業は実施されないと仮定している。「事業あり」ケースは、「事業なし」ケースに 3 号線を追加する場合のケースである。しかしながら、第 4 パナマ運河橋における高速バスサービスは、「事業あり」と「事業なし」の両ケースで実施されると仮定する。

(6) 経済便益

第 4 パナマ運河橋と 3 号線の両事業による経済便益は、移動時間の短縮と車両走行経費（VOC）の削減から成る。移動時間の短縮は、第 4 パナマ運河橋と 3 号線の利用者が実

際に受ける直接便益である。

第4パナマ運河橋事業による自動車の移動時間短縮は、経路が短くなる事による効果に加え、混雑が解消される事による効果により発生する便益である。また、走行距離の短縮により自動車のVOCが削減される。

3号線事業は、バスよりも速い交通手段を提供するもので、3号線の利用者は移動時間を短縮する事が出来る。3号線の表定速度は平均40km/時であり、一方、バスの方は一般的な条件で10~20km/時である。モノレールや他の大量輸送公共交通システムは、より多くの旅客を輸送する事が可能であるため、他の交通手段よりも旅客あたりの車両走行経費を安くする事が出来る。

移動時間の短縮と、車両走行経費の削減は貨幣価値に換算する事が可能であり、その方法論は世界中の交通セクター事業で広く利用されている。

本事業は、快適な移動や、市のイメージ向上、観光促進、均衡ある地域の開発、CO<sub>2</sub>や他の自動車排出物の削減など、他の便益ももたらす。しかしながら、これらの便益は貨幣価値として価格化する事が困難で、これらの便益を推計するための交通セクター事業で受け入れられている確実な方法はない。このため、これらの便益は経済分析の計算からは除外した。

本事業は、パナマ・パシフィコから西側の先行開業区間のため建設完了前の6ヶ月間も同じ便益が発生する。しかし先行開業中の需要予測と運行計画は本調査に含まれていないため、その便益は経済分析から除外している。この便益は経済分析には良い影響を与えるが、その程度はわずかで結果には影響しない。

## 18.4.2 初期投資費用

### (1) 経済価格への変換

第4パナマ運河橋と3号線の事業費は、財務価格でそれぞれ17.26億ドル、22.16億ドルと推計された。合計では39.42億ドルである。

経済分析のため、財務価格は表18.9に示す潜在価格係数を用いて経済価格に変換された。なお、経済分析において、事業費は表18.11に示す通りに分類した。

表 18.11 経済分析における費用の分類

分類	費用項目
土木	準備、土木、分岐器、駅、車両基地、乗り換え施設及びこれらの物価上昇と予備費
電気・機械	電力供給施設、信号・通信、AFC、及びこれらの物価上昇と予備費
車両	車両及びその物価上昇と予備費
用地取得	用地取得、移転補償
税金	付加価値税、輸入税
建中金利	建設期間中の金利
その他	公共支障物移設、環境対策・補償、及びこれらの物価上昇と予備費 管理費、フロントエンドフィー

出典：調査団

表 18.12 財務費用から経済費用への変換（3号線）

Financial Cost (Local Portion) USD: Million

Year	D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	EMP, Relocation	Land Acquisition	Tax	IDC	Admin Cost	Total
2015	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2016	4	0	0	0	0	20	0	0	1	25
2017	8	157	1	0	21	5	0	0	13	206
2018	9	184	11	1	0	0	0	0	23	228
2019	6	184	19	1	0	0	0	0	22	233
2020	6	163	18	1	0	0	0	0	21	209
2021	5	61	13	0	0	0	0	0	8	88
2022										
Total	41	747	62	4	24	24	0	0	89	992

Financial Cost (Foreign Portion) JPY: Million

Year	D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	EMP, Relocation	Land Acquisition	Tax	IDC	Admin Cost	Total
2015	271	0	0	0	0	0	0	0	350	621
2016	313	0	0	0	0	0	0	0	0	313
2017	3,404	1,561	672	1,944	0	0	0	0	0	7,581
2018	3,496	5,217	4,275	11,665	0	0	0	0	0	24,653
2019	646	5,217	5,864	11,665	0	0	0	0	0	23,391
2020	612	4,751	6,395	11,665	0	0	0	0	0	23,422
2021	556	843	4,811	1,944	0	0	0	0	0	8,155
2022										
Total	8,714	17,590	22,017	38,882	0	0	0	0	0	88,136

Economic Cost (Local Portion) USD: Million

Year	D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	EMP, Relocation	Land Acquisition	Tax	IDC	Others	Total
SPF	0.85	0.93	0.93	0.93	1	1	0	0	0.93	
2015	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2016	3	0	0	0	0	20	0	0	1	24
2017	7	146	1	0	21	5	0	0	12	193
2018	8	171	11	1	0	0	0	0	21	211
2019	5	171	18	1	0	0	0	0	21	216
2020	5	151	17	1	0	0	0	0	20	194
2021	5	57	12	0	0	0	0	0	8	81
2022										
Total	35	695	58	3	24	24	0	0	83	923

Economic Cost (Foreign Portion) USD: Million

Year	D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	EMP, Relocation	Land Acquisition	Tax	IDC	Admin Cost	Total
SPF	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
2015	3	0	0	0	0	0	0	0	4	6
2016	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2017	34	16	7	19	0	0	0	0	0	76
2018	35	52	43	117	0	0	0	0	0	247
2019	6	52	59	117	0	0	0	0	0	235
2020	6	48	64	117	0	0	0	0	0	235
2021	6	8	48	19	0	0	0	0	0	82
2022										
Total	87	176	221	390	0	0	0	0	0	884

Economic Cost (Total) USD: Million

Year	D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	EMP, Relocation	Land Acquisition	Tax	IDC	Admin Cost	Total
2015	6	0	0	0	0	0	0	0	4	10
2016	6	0	0	0	0	20	0	0	1	28
2017	41	161	8	20	21	5	0	0	12	269
2018	43	223	54	118	0	0	0	0	21	459
2019	12	223	77	118	0	0	0	0	21	451
2020	11	199	81	118	0	0	0	0	20	429
2021	10	65	60	20	0	0	0	0	8	163
2022										
Total	117	872	279	393	23	5	0	0	81	1,807

出典：調査団

表 18.13 財務費用から経済費用への変換（第4パナマ運河橋）

Financial Cost (Local Portion) USD: Million

Year	Consulting Service	Civil	EMP, Relocation	Land Acquisition	Admin Cost	Total
2015	3	0	0	0	0	3
2016	6	6	0	2	1	14
2017	2	26	0	4	2	34
2018	9	188	1	0	18	215
2019	9	188	1	0	18	216
2020	9	188	1	0	18	215
2021	7	172	0	0	17	197
2022	0	0	0	0	0	0
Total	44	767	2	6	76	895

Financial Cost (Foreign Portion) JPY: Million

Year	Consulting Service	Civil	EMP, Relocation	Land Acquisition	Admin Cost	Total
2015	542	0	0	0	0	542
2016	965	0	0	0	0	965
2017	192	1,312	0	0	0	1,504
2018	1,154	15,746	0	0	0	16,900
2019	1,123	15,746	0	0	0	16,869
2020	1,048	15,746	0	0	0	16,794
2021	957	14,434	0	0	0	15,391
2022	18	0	0	0	0	18
Total	5,998	62,985	0	0	0	68,983

Economic Cost (Local Portion) USD: Million

Year	C/S	Civil	EMP	L/A	Admin	Total
SPF	0.85	0.94	0.94	1.00	0.94	
2015	3	0	0	0	0	3
2016	5	5	0	2	1	13
2017	1	25	0	4	2	32
2018	7	177	0	0	17	202
2019	8	177	0	0	17	202
2020	7	177	0	0	17	201
2021	6	162	0	0	16	184
2022	0	0	0	0	0	0
Total	37	721	2	6	71	837

Economic Cost (Foreign Portion) USD: Million

Year	Consulting Services	Civil	Relocation, EMP	Land Acquisition	Admin Cost	Total
SPF	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
2015	5	0	0	0	0	5
2016	10	0	0	0	0	10
2017	2	13	0	0	0	15
2018	12	158	0	0	0	170
2019	11	158	0	0	0	169
2020	11	158	0	0	0	168
2021	10	145	0	0	0	154
2022	0	0	0	0	0	0
Total	60	632	0	0	0	692

Economic Cost (Total) USD Million

Year	Consulting Services	Civil	Relocation, EMP	Land Acquisition	Admin Cost	Total
2015	8	0	0	0	0	8
2016	14	5	0	2	1	23
2017	3	38	0	4	2	47
2018	19	335	0	0	17	371
2019	19	335	0	0	17	371
2020	18	335	0	0	17	370
2021	16	307	0	0	16	339
2022	0	0	0	0	0	0
Total	98	1,353	2	6	71	1,529

出典：調査団



(2) 第4パナマ運河橋事業費に占める3号線の費用

第4パナマ運河橋事業は、都市交通3号線の導入空間を確保する事を前提としており、本調査でも3号線の建設を前提として第4パナマ運河橋の事業費を推計している。一方、第4パナマ運河橋と3号線それぞれの経済評価を実施する場合には、3号線を建設しなければ節約する事が可能な経済費用を推計する必要がある。これには、3号線の導入空間を確保しない場合の第4パナマ運河橋の事業費を推計する必要がある。ここでは、第4パナマ運河橋事業費のうち、橋梁区間の建設費用について、2割を3号線建設による費用部分と仮定し、第4パナマ運河橋部分と3号線部分を以下のように設定した。

表 18.14 第4パナマ運河橋事業費に占める3号線の費用

USD Million

Year	Bridge Section	4th Bridge Portion	Line-3 Portion
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	16	12	3
2018	187	150	37
2019	187	150	37
2020	187	150	37
2021	172	137	34
2022	0	0	0
Total	749	599	150

出典：調査団

(3) 第4パナマ運河橋+3号線

「第4パナマ運河橋+3号線」の経済評価に利用する初期投資の経済費用は、表 18.12 と表 18.13 の合計値である。

表 18.15 初期投資の経済費用（第4パナマ運河橋+3号線）

USD Million

Year	C/S & D/D	Civil	E&M	Rolling Stock	Relocation, EMP	Land Acquisition	Admin Cost	Total
2015	14	0	0	0	0	0	4	18
2016	21	5	0	0	0	22	2	50
2017	44	199	8	20	21	9	15	315
2018	62	558	54	118	1	0	38	830
2019	31	558	77	118	1	0	38	822
2020	29	533	81	118	1	0	37	799
2021	26	372	60	20	1	0	23	502
2022	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	226	2,225	279	393	26	30	157	3,336

出典：調査団

(4) 3号線

経済評価には With-Without の原則が適用される。Without（事業なし）ケースでは、第4パナマ運河橋に3号線の軌道を設置する必要がないため、それに該当する事業費を節約する事が可能であり、これは With（事業あり）ケースにおける経済費用として計上する必要がある。この経済費用は1.50億ドルと推計されている。

「3号線」の経済評価に利用する初期投資の経済費用は、潜在価格係数を適用する事により、表 18.16 に示す通り、19.57億ドルと推計された。

表 18.16 初期投資の経済費用（3号線）

Unit: USD Million

Year	Civil	E&M	Rolling Stock	Land Acquisition	Others	Bridge	Total
2015	0	0	0	0	11	0	11
2016	0	0	0	0	8	0	8
2017	99	0	0	15	44	6	164
2018	200	8	101	10	81	37	436
2019	232	97	121	0	37	37	525
2020	226	97	121	0	32	37	515
2021	114	76	50	0	25	31	297
2022							
Total	872	279	393	24	239	150	1,957

出典：調査団

#### (5) 第4パナマ運河橋

第4パナマ運河橋のみを対象とした経済評価では、3号線が建設されない場合に節約できる経済費用を、第4パナマ運河橋の事業費から除く必要がある。「第4パナマ運河橋」の経済評価に利用する経済費用は、表18.17に示す通り13.79億ドルと推計された。

表 18.17 初期投資の経済費用（第4パナマ運河橋）

USD Million

Year	Consulting Services	Civil	Relocation, EMP	Land Acquisition	Admin Cost	Line-3 Portion	Total
2015	8	0	0	0	0	0	8
2016	14	5	0	2	1	0	23
2017	3	38	0	4	2	-3	44
2018	19	335	0	0	17	-37	334
2019	19	335	0	0	17	-37	334
2020	18	335	0	0	17	-37	332
2021	16	307	0	0	16	-34	304
2022	0	0	0	0	0	0	0
Total	98	1,353	2	6	71	-150	1,379

出典：調査団

#### 18.4.3 運営・維持管理費用

第9章（3号線）と第14章（第4パナマ運河橋）で推計された運営・維持管理費用は財務価格である。この財務価格の費用は、潜在価格係数（0.91）を適用して経済価格に変換された。3号線の運営・維持管理費用は5年毎に推計されている。推計年の中間年の運営・維持管理費用は、線形補間により推計した。なお、開業前にも職員の教育・訓練費用が発生するため、1年分の人件費を開業前に計上した。

#### 18.4.4 再投資・追加投資費用

第4パナマ運河橋の再投資・追加投資費用については、運営・維持管理費用の中に含めた。3号線については、将来駅と想定している3駅の追加投資（2029年）及び、車両と電気・機械・通信の再投資が発生する。車両は投資後25年後に再投資が発生し、電気・機械・通信については20年後に再投資が発生するとした。

### 18.4.5 車両走行経費

2011年のメトロ庁による調査<sup>2</sup>で、自動車とバス、及びタクシーの車両走行経費が、それぞれ台キロあたり、0.24、1.68及び0.31ドルと推計されているが、これには旅客の移動時間費用も含まれている。これらの車両走行経費の推計にはHDM IIIモデルが利用されている。2011年のメトロ庁調査において、旅客の移動時間費用を含まない車両走行経費は、それぞれ台キロあたり0.24、1.02、及び0.29ドルと推計されている。

#### (1) 単価

税金は国内の移転費用であるため除外しなければならないが、市場価格には税金（ガソリンは1ガロン0.6ドル、ディーゼルは1ガロン0.25ドル）が含まれている。これらの税金は、1ガロン=3.785リットルとして、それぞれ0.159ドル、0.066ドルと計算される。パナマではガソリンとディーゼルに輸入税は課せられていない。

パナマで利用されているガソリンには、スーパー（95オクタン）と、レギュラー（91オクタン）がある。パナマでは、2012年に8,710万ガロンのスーパーガソリンと、12,870万ガロンのレギュラーガソリンが消費された<sup>3</sup>。スーパーガソリンとレギュラーガソリンの消費の比率は40:60と計算される。2013年（2012年12月15日～2013年12月13日）におけるリットルあたりのガソリンとディーゼルの平均価格は、スーパーガソリンが1.113ドル、レギュラーガソリンが1.031ドル、ディーゼルが0.991ドルであった。自動車の平均燃料価格は、1.064ドル（1.113\*0.4+1.031\*0.6）と計算される。上記の計算で、価格はガロンあたりの価格から、リットルあたりの価格に変換された（1ガロン=3.785リットル）。

潤滑油の費用は、市場価格でリットルあたり4ドルと仮定した。2012年のパナマでの車両価格は、「Automobile Market Outlook Panama, 2012, BBVA Research」にもとづき、USD 20,144と推計された。一方、メトロ庁の2011年調査では、車両価格はUSD15,000と仮定されている。前者の価格は新車の価格を示しており、一方、後者の価格は既存の車両の価格を代表していると見做せる。経済分析においては、車両走行経費の削減は新車だけではなく既存の車両からも生じるため、後者の価格を現在価値として採用すべきである。

表 18.18 に、本調査で利用される単価の要約を示す。

表 18.18 車両走行経費計算の単価

Items	Financial Cost		Economic Cost	
	Car	Bus	Car	Bus
Vehicle price (USD per vehicle)	15,000	160,000	13,950	148,800
Fuel price (USD per L)	0.94	0.95	0.78	0.89
Lubricant price (USD per L)	4.00	4.00	3.72	3.72
Tyre price (USD per no)	75	350	69.8	325.5
Crew cost (USD per hour)	0.00	5.97	0.00	5.37
Maintenance labour cost (USD per hour)	6.00	6.00	5.40	5.40

出典：調査団による推計（財務価格はメトロ庁の2011調査と同じ）

<sup>2</sup> Actualización de la Demanda, Costos de Operación e Indicadores Varios requeridos por el BEI para la nueva configuración de la Línea 1 del Metro de Panamá. Informe de Final

<sup>3</sup> Statistic data in <http://www.energia.gob.pa/>

(2) 車両利用に関する仮定

減価償却費の計算に利用される車両の利用状態については、表 18.19 に示すように、走行速度の設定を除き、メトロ庁の 2011 年調査と同一であると仮定した。走行速度は、運転手費用として、勤務時間を計算するために利用される。

表 18.19 車両の利用状態

		自動車	バス	備考
Annual kilometers (km)	(a)	20,000	70,000	メトロ庁調査 2011
Vehicle Life (Years)	(b)	12	10	メトロ庁調査 2011
Operating Speed (km/h)	(c)	25	15	本調査の仮定

出典：備考に記載

(3) 千台キロあたりの各種消費量

車両走行による潤滑油、タイヤ、部品、及び人工の消費は、HDM IV を利用して、表 18.20 に示すように推計された。燃料消費率については、HDM IV では自動車が 10km/L、バスが 3.4km/L と計算されたが、CO<sub>2</sub> 排出計算と車両走行経費推計の間の整合性を保つため、10.1 で採用された値を利用した。

表 18.20 千台キロあたり消費量

	Car	Bus	Remark
燃料 (km/L)	7.0	2.06	表 18.1
潤滑油 (L/1000km)	0.70	2.00	HDM IV モデル
タイヤ (no. /1000km)	0.033	0.022	HDM IV モデル
部品 (車両価格に対する% /1000km)	0.210	0.103	HDM IV モデル
運転時間 (時間 /1000km)	40.00	66.67	1000/(c)
維持管理時間 (時間/ 1000km)	2.65	8.38	HDM IV モデル
減価償却 (車両価格に対する% / 1000km)	0.354%	0.121%	0.85/(a*b)*1000

出典：備考欄

(4) 千キロあたりの車両走行速度

車両走行経費は、推計された単価と各種消費率から、表 18.21 に示すように推計された。経済価格は経済分析に用いられたが、財務価格は利用されていない。経済価格での車両走行経費は、自家用自動車の場合は千台キロあたり 236.76 ドル、バスの場合は千台キロあたり 1,267.95 ドルと計算された。

表 18.21 千台キロあたり車両走行経費

Unit: USD per 1000 vehicle-km	Financial Cost		Economic Cost	
	Car	Bus	Car	Bus
Fuel	133.61	462.99	110.96	430.93
Lubricants	2.80	8.00	2.60	7.44
Tyres	2.48	7.70	2.30	7.16
Auto parts	31.50	164.80	29.30	153.26
Crew	0.00	398.00	0.00	358.20
Maintenance labour	15.87	50.27	14.29	45.24
Depreciation	53.13	194.29	49.41	180.69
Interest	30.00	91.43	27.90	85.03
Taxes (incl. licences and reg.)	2.82	2.82	0.00	0.00
Total	272.20	1,380.29	236.76	1,267.95

出典：調査団による推計

(5) 台キロの推計

車両走行経費の削減は、上記で計算された台キロあたりの車両走行速度と、需要予測から推計された台キロから計算される。3号線の走行経費については、運営・維持管理費用として推計されているため、台キロは自動車とバスを対象に推計した。バスの台キロについては、トランジット配分の結果である人キロから推計し、自動車の台キロについては道路配分の結果から計算される値をそのまま利用した。車両走行経費の削減の計算結果は表 18.26 に示す通りである。

18.4.6 移動時間費用

(1) メトロ庁調査における時間価値の推計

移動時間短縮便益は、移動時間の短縮と時間価値から計算される。2011年のメトロ庁調査では、トリップ目的別に表 18.22 に示すような時間価値が推計された。一方、2012年のMETI調査では、自動車利用者の時間価値を3.63ドル、バス旅客の時間価値を1.71ドルと推計している。

表 18.22 メトロ庁 2011 調査における時間価値

Trip Purpose	Value of Time (USD per hour)
Commercial	1.03
Education	0.63
Work of Low Income Group	1.25
Work of Medium Income Group	2.38
Work of High Income Group	5.75

出典：メトロ庁, April 2010. “ESTUDIO DE DEMANDA PARA LA LÍNEA 1 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO DE LA CIUDAD DE PANAMÁ. INFORME FINAL”

(2) 自動車利用者の時間価値

本調査で利用している OD 表は、全目的の合計トリップ数を示しており、目的別 OD 表にはなっていないため、本調査では世帯所得の平均から推計される時間価値を採用した。2010年のセンサスによれば、パナマ県の月間所得の平均は803ドルである。

自動車利用者の業務目的のトリップにおける時間価値は世帯所得統計から推計できる。即ち、時間価値（業務）＝月あたり収入÷月間労働時間、である。様々な調査で、業務以外の目的における時間価値は、業務目的の場合の約50%という結果になっており、本調査でも全目的の時間価値を業務目的の時間価値の50%と仮定した。「Automobile Market Outlook Panama 2013, BBVA」によれば、パナマでは月間所得が1100ドルを超すと、1台以上の自動車を保有するようになる。表 18.23 は、業務目的の時間価値を推計したものである。月の労働時間を168時間（21日×8時間）と仮定している。就業者の数はセンサス統計より1.55人/世帯と推計した。このことから、1人あたりの時間価値は4.38ドル（8.76×0.5ドル）と推計され、1台あたりの乗車人数を1.5人と仮定して、1台あたりの時間価値は6.57ドルと推計された。

表 18.23 月収と業務目的時間価値（自動車利用者）の計算

Income Range USD / Month	Median (a)	No. of Households (b)	% Total (c)	(a)*(c)	Value of Time per hour
1,000 - 1,500	1,250	74,226	38.9%	486	(d)/1.55 /168days
1,500 - 2,000	1,750	39,082	20.5%	359	
2,000 - 2,500	2,250	22,495	11.8%	265	
2,500 - 3,000	2,750	13,574	7.1%	196	
3,000 - 4,000	3,500	15,921	8.3%	292	
4,000 - 5,000	4,500	8,630	4.5%	204	
5,000 -	5,500	16,813	8.8%	485	
Total		190,741	100.0%	2,287	USD 8.76

出典：INEC 統計からの計算

### (3) バス利用者の時間価値

バス利用者の時間価値についても、自動車利用者の場合と同様に世帯所得を利用して推計できる。表 18.24 にバス利用者の業務目的の時間価値の計算を示す。バス利用者の適切な所得水準は明らかではないが、自動車を保有しはじめると 1,000～1,500 ドル/月の世帯所得をバス利用者層の所得層の上限と仮定した。1 人あたりの時間価値は 2.52 ドル×0.5=1.26 ドルと推計された。

表 18.24 月収と業務目的時間価値（バス利用者）の計算

Income Range USD / Month	Median (a)	No. of Households (b)	% Total (c)	(d)= (a)*(c)	Value of Time per hour
	50	24,276	6.9%	3	(d)/1.55 /168days
100 - 125	112.5	9,045	2.6%	3	
125 - 175	150	9,352	2.7%	4	
175 - 250	212.5	17,969	5.1%	11	
250 - 400	325	41,477	11.8%	38	
400 - 600	500	73,455	21.0%	105	
600 - 800	700	53,827	15.4%	108	
800 - 1,000	900	46,844	13.4%	120	
1,000 - 1,500	1250	74,226	21.2%	265	
		350,471	100%	657	USD 2.52

出典：INEC 統計からの計算

### (4) 移動時間短縮

移動時間の短縮は、「事業あり」と「事業なし」のケースについて、私的交通と公共交通の両交通手段の人時から計算された。JICA-STRADA のトランジット配分の結果が公共交通の人時計算に利用され、道路配分の結果が私的交通の人時計算に利用された。この際、ピーク率を 12% と仮定して一日の移動時間短縮を推計した。

## 18.4.7 経済的内部収益率（EIRR）の計算

### (1) 走行経費削減と移動時間短縮

走行経費削減と移動時間短縮の便益（2022～2050）は、表 18.26 に示すように計算された。

表 18.25 移動時間削減と車両走行経費削減の計算（第4パナマ運河橋+3号線）

Year	Travel Time Reduction									VOC Saving					
	Passenger-Hours per day (000)				Reduction in Passenger Hours per day (Without-With)		Value of Time Saving Saving (B. Million per year)			Reduction in Veh-km per day		VOC Saving (B. Million per year)			
	Without Private	Public	With Private	Public	Private	Public	Private	Public	Total	Bus	Car	Bus	Car	Total	
2020															
2021															
2022		373	1,346	347	1,218	25.6	127.6	37.1	53.1	90.1	140,669	329,156	58.9	25.7	84.6
2023		386	1,364	358	1,234	28.2	129.7	40.8	53.9	94.7	142,516	351,644	59.6	27.5	87.1
2024		400	1,381	369	1,249	30.8	131.7	44.6	54.8	99.3	144,363	374,132	60.4	29.2	89.6
2025		414	1,398	380	1,265	33.4	133.7	48.3	55.6	103.9	146,210	396,620	61.2	31.0	92.2
2026		430	1,412	392	1,277	37.9	134.9	54.8	56.1	110.9	147,088	414,014	61.5	32.3	93.9
2027		447	1,425	404	1,289	42.5	136.0	61.4	56.5	117.9	147,966	431,408	61.9	33.7	95.6
2028		463	1,438	416	1,300	47.0	137.1	67.9	57.0	124.9	148,845	448,802	62.3	35.1	97.3
2029		480	1,451	429	1,312	51.5	138.3	74.4	57.5	131.9	149,723	466,196	62.6	36.4	99.1
2030		497	1,464	441	1,324	56.0	139.4	81.0	58.0	138.9	150,601	483,590	63.0	37.8	100.8
2031		517	1,476	453	1,335	63.6	140.6	92.0	58.5	150.4	151,482	500,591	63.4	39.1	102.5
2032		537	1,488	465	1,346	71.2	141.8	103.0	59.0	161.9	152,362	517,592	63.8	40.4	104.2
2033		557	1,500	478	1,357	78.8	143.1	114.0	59.5	173.4	153,243	534,593	64.1	41.8	105.9
2034		577	1,512	490	1,368	86.4	144.3	125.0	60.0	184.9	154,123	551,594	64.5	43.1	107.6
2035		597	1,524	503	1,378	94.1	145.5	136.0	60.5	196.5	155,004	568,595	64.9	44.4	109.3
2036		626	1,533	519	1,387	106.8	146.2	154.3	60.8	215.1	152,373	601,518	63.8	47.0	110.8
2037		656	1,542	536	1,395	119.5	146.9	172.7	61.1	233.8	149,742	634,442	62.7	49.6	112.2
2038		685	1,551	553	1,403	132.2	147.5	191.1	61.3	252.4	147,112	667,365	61.6	52.1	113.7
2039		714	1,559	569	1,411	144.9	148.2	209.5	61.6	271.1	144,481	700,288	60.5	54.7	115.2
2040		744	1,568	586	1,419	157.6	148.9	227.8	61.9	289.7	141,850	733,211	59.4	57.3	116.6
2041		776	1,577	601	1,427	175.0	149.5	252.9	62.2	315.0	144,994	759,196	60.7	59.3	120.0
2042		808	1,586	615	1,435	192.3	150.1	277.9	62.4	340.4	148,138	785,180	62.0	61.3	123.3
2043		840	1,594	630	1,443	209.6	150.8	303.0	62.7	365.7	151,281	811,164	63.3	63.4	126.7
2044		872	1,603	645	1,451	226.9	151.4	328.0	62.9	391.0	154,425	837,149	64.6	65.4	130.0
2045		904	1,611	659	1,459	244.3	152.0	353.1	63.2	416.3	157,569	863,133	65.9	67.4	133.4
2046		940	1,616	676	1,464	263.6	152.1	380.9	63.3	444.2	157,373	878,750	65.8	68.7	134.5
2047		976	1,621	693	1,468	282.8	152.3	408.8	63.3	472.1	157,178	894,368	65.8	69.9	135.6
2048		1,012	1,625	710	1,473	302.1	152.4	436.7	63.4	500.1	156,982	909,986	65.7	71.1	136.8
2049		1,048	1,630	727	1,477	321.4	152.6	464.6	63.4	528.0	156,786	925,603	65.6	72.3	137.9
2050		1,084	1,635	743	1,482	340.7	152.7	492.4	63.5	555.9	156,590	941,221	65.5	73.5	139.1

出典：調査団

表 18.26 移動時間削減と車両走行経費削減の計算（3号線）

Year	Travel Time Reduction									VOC Saving					
	Passenger-Hours per day (000)				Reduction in Passenger Hours per day (Without-With)		Value of Time Saving Saving (B. Million per year)			Reduction in Veh-km per day		VOC Saving (B. Million per year)			
	Without Private	Public	With Private	Public	Private	Public	Private	Public	Total	Bus	Car	Bus	Car	Total	
2020															
2021															
2022		359	1,283	347	1,218	12.4	64.8	17.9	27.0	44.8	110,950	242,478	46.4	18.9	65.4
2023		372	1,300	358	1,234	13.7	65.7	19.8	27.3	47.1	112,307	256,039	47.0	20.0	67.0
2024		384	1,316	369	1,249	15.0	66.6	21.8	27.7	49.4	113,664	269,600	47.6	21.1	68.6
2025		397	1,332	380	1,265	16.4	67.5	23.7	28.1	51.7	115,022	283,161	48.1	22.1	70.3
2026		411	1,344	392	1,277	18.6	67.8	26.8	28.2	55.0	115,620	293,705	48.4	22.9	71.3
2027		425	1,357	404	1,289	20.7	68.1	30.0	28.3	58.3	116,217	304,248	48.6	23.8	72.4
2028		439	1,369	416	1,300	22.9	68.4	33.1	28.4	61.5	116,815	314,792	48.9	24.6	73.5
2029		454	1,381	429	1,312	25.1	68.7	36.2	28.6	64.8	117,413	325,336	49.1	25.4	74.5
2030		468	1,393	441	1,324	27.2	69.0	39.4	28.7	68.1	118,011	335,879	49.4	26.2	75.6
2031		483	1,405	453	1,335	30.4	69.6	44.0	28.9	72.9	118,588	358,657	49.6	28.0	77.6
2032		499	1,416	465	1,346	33.6	70.1	48.6	29.1	77.7	119,166	381,435	49.9	29.8	79.7
2033		515	1,427	478	1,357	36.8	70.6	53.2	29.4	82.6	119,744	404,212	50.1	31.6	81.7
2034		530	1,439	490	1,368	40.0	71.2	57.8	29.6	87.4	120,321	426,990	50.3	33.4	83.7
2035		546	1,450	503	1,378	43.2	71.7	62.4	29.8	92.2	120,899	449,768	50.6	35.1	85.7
2036		568	1,458	519	1,387	48.9	71.7	70.7	29.8	100.5	121,006	469,398	50.6	36.7	87.3
2037		591	1,467	536	1,395	54.6	71.8	79.0	29.8	108.8	121,113	489,028	50.7	38.2	88.9
2038		613	1,475	553	1,403	60.4	71.8	87.2	29.9	117.1	121,221	508,658	50.7	39.7	90.5
2039		635	1,483	569	1,411	66.1	71.8	95.5	29.9	125.4	121,328	528,288	50.8	41.3	92.0
2040		658	1,491	586	1,419	71.8	71.9	103.8	29.9	133.7	121,435	547,918	50.8	42.8	93.6
2041		677	1,499	601	1,427	76.6	72.0	110.8	30.0	140.7	121,474	557,612	50.8	43.6	94.4
2042		697	1,508	615	1,435	81.5	72.2	117.7	30.0	147.8	121,513	567,305	50.8	44.3	95.2
2043		716	1,516	630	1,443	86.3	72.4	124.7	30.1	154.8	121,552	576,999	50.9	45.1	95.9
2044		736	1,524	645	1,451	91.1	72.5	131.7	30.2	161.8	121,591	586,692	50.9	45.8	96.7
2045		755	1,532	659	1,459	95.9	72.7	138.7	30.2	168.9	121,631	596,385	50.9	46.6	97.5
2046		779	1,536	676	1,464	102.8	72.5	148.6	30.2	178.8	121,245	616,672	50.7	48.2	98.9
2047		803	1,541	693	1,468	109.7	72.4	158.6	30.1	188.7	120,859	636,958	50.6	49.8	100.3
2048		826	1,545	710	1,473	116.6	72.2	168.6	30.0	198.6	120,473	657,244	50.4	51.4	101.8
2049		850	1,549	727	1,477	123.5	72.0	178.5	30.0	208.5	120,087	677,530	50.2	52.9	103.2
2050		874	1,554	743	1,482	130.4	71.9	188.5	29.9	218.4	119,701	697,816	50.1	54.5	104.6

出典：調査団

表 18.27 移動時間削減と車両走行経費削減の計算（第4パナマ運河橋）

Year	Travel Time Reduction									VOC Saving				
	Passenger-Hours per day (000)				Reduction in Passage Hours per day (Without-With)		Value of Time Saving Saving (B. Million per year)			Reduction in Veh-km per day		VOC Saving (B. Million per year)		
	Without		With		Private	Public	Private	Public	Total	Bus	Car	Bus	Car	Total
	Private	Public	Private	Public										
2020														
2021														
2022	373	1,346	359	1,283	13.3	62.8	19.2	26.1	45.3	29,720	86,678	12.4	6.8	19.2
2023	386	1,364	372	1,300	14.5	63.9	21.0	26.6	47.6	30,209	95,605	12.6	7.5	20.1
2024	400	1,381	384	1,316	15.8	65.1	22.8	27.1	49.9	30,698	104,532	12.8	8.2	21.0
2025	414	1,398	397	1,332	17.0	66.2	24.6	27.5	52.2	31,188	113,459	13.0	8.9	21.9
2026	430	1,412	411	1,344	19.4	67.0	28.0	27.9	55.9	31,468	120,309	13.2	9.4	22.6
2027	447	1,425	425	1,357	21.7	67.9	31.4	28.2	59.6	31,749	127,160	13.3	9.9	23.2
2028	463	1,438	439	1,369	24.1	68.7	34.8	28.6	63.4	32,029	134,010	13.4	10.5	23.9
2029	480	1,451	454	1,381	26.4	69.5	38.2	28.9	67.1	32,310	140,861	13.5	11.0	24.5
2030	497	1,464	468	1,393	28.8	70.4	41.6	29.3	70.8	32,591	147,711	13.6	11.5	25.2
2031	517	1,476	483	1,405	33.2	71.1	48.0	29.5	77.5	32,893	141,934	13.8	11.1	24.9
2032	537	1,488	499	1,416	37.6	71.7	54.4	29.8	84.2	33,196	136,158	13.9	10.6	24.5
2033	557	1,500	515	1,427	42.0	72.4	60.8	30.1	90.9	33,499	130,381	14.0	10.2	24.2
2034	577	1,512	530	1,439	46.5	73.1	67.1	30.4	97.5	33,802	124,604	14.1	9.7	23.9
2035	597	1,524	546	1,450	50.9	73.8	73.5	30.7	104.2	34,105	118,827	14.3	9.3	23.6
2036	626	1,533	568	1,458	57.9	74.4	83.6	31.0	114.6	31,367	132,121	13.1	10.3	23.4
2037	656	1,542	591	1,467	64.8	75.1	93.7	31.2	125.0	28,629	145,414	12.0	11.4	23.3
2038	685	1,551	613	1,475	71.8	75.7	103.8	31.5	135.3	25,891	158,707	10.8	12.4	23.2
2039	714	1,559	635	1,483	78.8	76.4	113.9	31.8	145.7	23,153	172,000	9.7	13.4	23.1
2040	744	1,568	658	1,491	85.8	77.0	124.0	32.0	156.1	20,415	185,293	8.5	14.5	23.0
2041	776	1,577	677	1,499	98.3	77.5	142.1	32.2	174.3	23,520	201,584	9.8	15.7	25.6
2042	808	1,586	697	1,508	110.8	77.9	160.2	32.4	192.6	26,625	217,875	11.1	17.0	28.2
2043	840	1,594	716	1,516	123.3	78.4	178.3	32.6	210.9	29,729	234,166	12.4	18.3	30.7
2044	872	1,603	736	1,524	135.8	78.8	196.3	32.8	229.1	32,834	250,457	13.7	19.6	33.3
2045	904	1,611	755	1,532	148.3	79.3	214.4	33.0	247.4	35,938	266,747	15.0	20.8	35.9
2046	940	1,616	779	1,536	160.7	79.6	232.3	33.1	265.4	36,129	262,079	15.1	20.5	35.6
2047	976	1,621	803	1,541	173.1	79.9	250.2	33.2	283.4	36,319	257,410	15.2	20.1	35.3
2048	1,012	1,625	826	1,545	185.5	80.2	268.1	33.4	301.5	36,509	252,742	15.3	19.7	35.0
2049	1,048	1,630	850	1,549	197.9	80.5	286.0	33.5	319.5	36,700	248,073	15.4	19.4	34.7
2050	1,084	1,635	874	1,554	210.3	80.8	303.9	33.6	337.5	36,890	243,405	15.4	19.0	34.5

出典：調査団

(2) 社会的割引率

社会的割引率は、経済評価で現在価値を推計するために利用される指標であるが、現在パナマ国では、社会的割引率として公的な値はない。本調査では、パナマの長期国債の利回りをもとに、5.75%を社会的割引率として採用する。



(3) EIRR の計算

1) 第4パナマ運河橋+3号線

本事業の経済便益・経済費用は、表 18.28 に示す通りである。この表から、経済的  
内部収益率（EIRR）は、6.8%と計算された。この結果は上記で述べた社会的割引率  
（5.75%）より高いため、本事業は経済的にフィージブルであると言える。

表 18.28 年別の経済便益・費用（第4パナマ運河橋+3号線）

Unit: USD Million

Year	Civil Works (a)	E&M (b)	Rolling stock (c)	Land Acquisition (d)	Others (e)	Capital Cost (f)= (a)+(b)+(c)	O&M (g)	VOT Saving (h)	VOC Saving (i)	Total Benefit (j)=(h)+(i)	Cash Flow (j)-(f)-(g)
2015					18.0	18.0					-18.0
2016	5.4			21.6	23.5	50.4					-50.4
2017	199.0	7.7	19.7	8.5	80.5	315.4					-315.4
2018	557.6	53.6	118.0	0.5	100.3	829.9					-829.9
2019	557.6	76.5	118.0	0.5	69.1	821.7					-821.7
2020	533.4	80.9	118.0	0.5	65.9	798.7					-798.7
2021	371.9	60.0	19.7	0.5	49.9	501.9					-501.9
2022					0.3	0.3	33.3	90.1	84.6	174.7	141.0
2023							33.4	94.7	87.1	181.8	148.4
2024							33.4	99.3	89.6	189.0	155.5
2025			12.4			12.4	36.8	103.9	92.2	196.1	146.9
2026							37.0	110.9	93.9	204.8	167.8
2027							37.3	117.9	95.6	213.5	176.2
2028							37.2	124.9	97.3	222.3	185.0
2029	30.4	3.8		0.4	3.0	37.5	37.4	131.9	99.1	231.0	156.1
2030			12.4			12.4	37.7	138.9	100.8	239.7	189.6
2031							37.8	150.4	102.5	252.9	215.1
2032							48.0	161.9	104.2	266.1	218.1
2033							37.8	173.4	105.9	279.3	241.5
2034							37.8	184.9	107.6	292.5	254.7
2035			12.4			12.4	38.1	196.5	109.3	305.7	255.3
2036							38.1	215.1	110.8	325.9	287.8
2037							49.9	233.8	112.2	346.0	296.0
2038							38.1	252.4	113.7	366.1	328.1
2039							38.1	271.1	115.2	386.3	348.2
2040							38.1	289.7	116.6	406.4	368.3
2041							38.2	315.0	120.0	435.0	396.8
2042		278.7				278.7	49.5	340.4	123.3	463.7	135.5
2043							38.3	365.7	126.7	492.3	454.0
2044							38.4	391.0	130.0	521.0	482.6
2045			131.2			131.2	38.7	416.3	133.4	549.6	379.7
2046							38.8	444.2	134.5	578.7	539.9
2047							39.1	472.1	135.6	607.8	568.7
2048							39.0	500.1	136.8	636.9	597.9
2049							39.1	528.0	137.9	665.9	626.8
2050		3.8	10.7			14.4	39.1	555.9	139.1	695.0	641.4
2051							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2052							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2053							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2054							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2055			4.5			4.5	39.1	555.9	139.1	695.0	651.4
2056							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2057							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2058							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2059							39.1	555.9	139.1	695.0	655.9
2060			4.5			4.5	39.1	555.9	139.1	695.0	651.4
2061	-437.9	-15.6	-38.4	-32.4		-524.4					524.4

\* TTC=Travel Time Cost, VOC=Vehicle Operating Cost

EIRR= 6.8%

出典：調査団

2) 3号線

3号線事業の年別の経済便益・費用は下表の通りである。この表から、EIRRは5.6%と計算された。これは社会的割引率の5.75%よりわずかに低い。経済分析の精度を考慮すると、3号線は経済的なフイージビリティの観点では中立的な事業であると言える。

表 18.29 年別の経済便益・費用（3号線）

Unit: USD Million

Year	Civil Works (a)	E&M (b)	Rolling stock (c)	Land Acquisition (d)	Others (e)	Capital Cost (f)= (a)+(b)+(c)	O&M (g)	TTC Saving (h)	VOC Saving (i)	Total Benefit (j)=(h)+(i)	Cash Flow (j)-(f)-(g)
2015					9.6	9.6					-9.6
2016				19.6	8.0	27.6					-27.6
2017	167.5	7.7	19.7	4.9	75.1	274.8					-274.8
2018	260.5	53.6	118.0		64.1	496.2					-496.2
2019	260.5	76.5	118.0		32.9	488.0					-488.0
2020	236.4	80.9	118.0		31.0	466.2					-466.2
2021	96.5	60.0	19.7		18.2	194.4	4.9				-199.2
2022							33.3	44.8	65.4	110.2	76.9
2023							33.3	47.1	67.0	114.1	80.8
2024							33.3	49.4	68.6	118.1	84.8
2025			12.4			12.4	36.7	51.7	70.3	122.0	72.9
2026							36.9	55.0	71.3	126.3	89.4
2027							37.0	58.3	72.4	130.7	93.7
2028							37.1	61.5	73.5	135.0	97.9
2029	30.4	3.8		0.4	3.0	37.5	37.3	64.8	74.5	139.4	64.6
2030			12.4			12.4	37.6	68.1	75.6	143.7	93.7
2031							37.7	72.9	77.6	150.6	112.8
2032							37.7	77.7	79.7	157.4	119.7
2033							37.7	82.6	81.7	164.3	126.5
2034							37.7	87.4	83.7	171.1	133.4
2035			12.4			12.4	38.0	92.2	85.7	178.0	127.6
2036							38.0	100.5	87.3	187.8	149.9
2037							38.0	108.8	88.9	197.7	159.7
2038							38.0	117.1	90.5	207.6	169.6
2039							38.0	125.4	92.0	217.4	179.5
2040							38.0	133.7	93.6	227.3	189.3
2041							38.1	140.7	94.4	235.1	197.0
2042		278.7				278.7	38.1	147.8	95.2	242.9	-73.9
2043							38.3	154.8	95.9	250.7	212.5
2044							38.3	161.8	96.7	258.6	220.3
2045			131.2			131.2	38.6	168.9	97.5	266.4	96.5
2046							38.7	178.8	98.9	277.7	239.0
2047							38.8	188.7	100.3	289.0	250.2
2048							38.9	198.6	101.8	300.4	261.5
2049							39.0	208.5	103.2	311.7	272.7
2050		3.8	10.7			14.4	39.1	218.4	104.6	323.0	269.5
2051							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2052							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2053							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2054							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2055			4.5			4.5	39.1	218.4	104.6	323.0	279.5
2056							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2057							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2058							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2059							39.1	218.4	104.6	323.0	284.0
2060			4.5			4.5	39.1	218.4	104.6	323.0	279.5
2061	-197.3	-15.6	-38.4	-24.9		-276.1					276.1

\* TTC=Travel Time Cost, VOC=Vehicle Operating Cost

EIRR= 5.6%

出典：調査団

3) 第4パナマ運河橋

第4パナマ運河橋事業の年別の経済便益・費用は下表の通りである。この表から、EIRRは8.2%と計算された。この値は社会的割引率より高いため、第4パナマ運河橋事業は経済的にフィージブルであると言える。

表 18.30 年別の経済便益・費用（第4パナマ運河橋）

Unit: USD Million

Year	Civil Works (a)	Land Acquisition (b)	Others (c)	Capital Cost (d)= (a)+(b)+(c)	O&M (e)	VOT Saving (f)	VOC Saving (g)	Total Benefit (h)=(f)+(g)	Cash Flow (h)-(d)-(e)
2015			8.4	8.4					
2016	5.4	2.0	15.4	22.8					-22.8
2017	34.6	3.7	5.5	43.7					-43.7
2018	297.0	0.5	36.2	333.7					-333.7
2019	297.0	0.5	36.1	333.7					-333.7
2020	297.0	0.5	34.9	332.5					-332.5
2021	272.3	0.5	31.7	304.4					-304.4
2022			0.3	0.3		45.3	19.2	64.5	64.1
2023					0.1	47.6	20.1	67.7	67.6
2024					0.1	49.9	21.0	70.9	70.8
2025					0.1	52.2	21.9	74.1	74.0
2026					0.1	55.9	22.6	78.5	78.4
2027					0.3	59.6	23.2	82.9	82.5
2028					0.1	63.4	23.9	87.2	87.2
2029					0.1	67.1	24.5	91.6	91.5
2030					0.1	70.8	25.2	96.0	95.9
2031					0.1	77.5	24.9	102.4	102.3
2032					10.2	84.2	24.5	108.7	98.5
2033					0.1	90.9	24.2	115.1	115.0
2034					0.1	97.5	23.9	121.4	121.3
2035					0.1	104.2	23.6	127.8	127.7
2036					0.1	114.6	23.4	138.0	137.9
2037					12.0	125.0	23.3	148.3	136.3
2038					0.1	135.3	23.2	158.6	158.5
2039					0.1	145.7	23.1	168.8	168.7
2040					0.1	156.1	23.0	179.1	179.0
2041					0.1	174.3	25.6	199.9	199.8
2042					11.3	192.6	28.2	220.8	209.4
2043					0.1	210.9	30.7	241.6	241.5
2044					0.1	229.1	33.3	262.4	262.3
2045					0.1	247.4	35.9	283.3	283.2
2046					0.1	265.4	35.6	301.0	300.9
2047					0.3	283.4	35.3	318.8	318.4
2048					0.1	301.5	35.0	336.5	336.4
2049					0.1	319.5	34.7	354.2	354.2
2050					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2051					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2052					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2053					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2054					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2055					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2056					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2057					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2058					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2059					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2060					0.1	337.5	34.5	372.0	371.9
2061	-240.7	-7.6		-248.2					248.2

\* TTC=Travel Time Cost, VOC=Vehicle Operating Cost

EIRR= 8.2%

出典：調査団

(4) 感度分析

1) 第4パナマ運河橋+3号線

費用と便益の違いによる EIRR を計算した結果を表 18.31 に示す。費用が2割増、便益が2割減という場合には、EIRR は4.4%となる。

表 18.31 EIRR の感度分析（第4パナマ運河橋+3号線）

		Benefit down				
		0%	5%	10%	15%	20%
Cost Down	-20%	8.2%	7.9%	7.5%	7.1%	6.8%
	-15%	7.8%	7.5%	7.1%	6.8%	6.4%
	-10%	7.4%	7.1%	6.8%	6.4%	6.1%
	-5%	7.1%	6.8%	6.4%	6.1%	5.7%
	0%	6.8%	6.5%	6.1%	5.8%	5.4%
Cost Up	5%	6.5%	6.2%	5.8%	5.5%	5.2%
	10%	6.2%	5.9%	5.6%	5.2%	4.9%
	15%	5.9%	5.6%	5.3%	5.0%	4.7%
	20%	5.7%	5.4%	5.1%	4.8%	4.4%

出典：調査団

2) 3号線

3号線の場合における EIRR の感度分析の結果は下表の通りである。費用が2割増、便益が2割減という場合には、EIRR は3.0%となる。

表 18.32 EIRR の感度分析（3号線）

		Benefit down				
		0%	5%	10%	15%	20%
Cost Down	-20%	7.1%	6.8%	6.4%	6.0%	5.6%
	-15%	6.7%	6.3%	6.0%	5.6%	5.2%
	-10%	6.3%	5.9%	5.6%	5.2%	4.8%
	-5%	5.9%	5.6%	5.2%	4.8%	4.4%
	0%	5.6%	5.2%	4.9%	4.5%	4.1%
Cost Up	5%	5.2%	4.9%	4.5%	4.2%	3.8%
	10%	4.9%	4.6%	4.2%	3.9%	3.5%
	15%	4.6%	4.3%	4.0%	3.6%	3.2%
	20%	4.4%	4.0%	3.7%	3.3%	3.0%

出典：調査団

3) 第4パナマ運河橋

第4パナマ運河橋の場合における EIRR の感度分析の結果は下表の通りである。費用が2割増、便益が2割減という場合には、EIRR は6.0%となる。

表 18.33 EIRR の感度分析（第4パナマ運河橋）

		Benefit down				
		0%	5%	10%	15%	20%
Cost Down	-20%	9.5%	9.1%	8.8%	8.5%	8.2%
	-15%	9.1%	8.8%	8.5%	8.2%	7.8%
	-10%	8.8%	8.5%	8.2%	7.8%	7.5%
	-5%	8.4%	8.2%	7.8%	7.5%	7.2%
	0%	8.2%	7.9%	7.6%	7.3%	6.9%
Cost Up	5%	7.9%	7.6%	7.3%	7.0%	6.7%
	10%	7.6%	7.3%	7.1%	6.8%	6.5%
	15%	7.4%	7.1%	6.8%	6.5%	6.2%
	20%	7.2%	6.9%	6.6%	6.3%	6.0%

出典：調査団

## 18.5 財務分析

### 18.5.1 目的

下記の目的でメトロ3号線事業の財務分析を実施する。

- 事業の財務的内部収益率（FIRR）を推計し事業の財務的なフィージビリティを評価する。
- ライフサイクルコスト（LCC）の推計により事業実施による政府の財政負担を予測する。
- 第8章（8.6項）で示したPPPスキーム代替案について、各ケースのバリューフォーマネー（VFM）を推計する。

### 18.5.2 方法

#### (1) 事業 FIRR

事業 FIRR は実質価格（2013年価格）で表示した割引キャッシュ・フロー予測を元に推計され、事業全体の収益性を評価する指標である。キャッシュ・フロー予測では事業の収入・費用をすべて含め実際の所有者を区別せず、また財務キャッシュ・フローを含めない。FIRR は事業キャッシュ・フローの正味現在価値（NPV）がゼロになる割引率であり、以下の数式により定義される。

$$NPV = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

ここで： NPV = 正味現在価値  
 n = 年  
 N = 事業年数  
 Cn = n年における正味キャッシュ・フロー  
 r = 割引率 = 内部収益率（IRR）

FIRR は事業の資金構成から推計される加重平均資本コスト（WACC）と比較することで評価する。FIRR、WACC はともに実質レートとして表示する。

(2) 公共投資・運営スキームにおけるライフサイクルコスト

公共による投資・運営のケースでは、政府は事業運営による収益を得る他、建設費、再投資費用、借款返済のデットサービスを負担する。政府が負担するライフサイクルコスト（LCC）は、政府の正味キャッシュ・フローの現在価値（NPV）を政府の資金コストを割引率として推計したものであり、PPP スキーム代替案のバリューフォーマナー（VFM）を計算する際の基準すなわち Public Sector Comparator（PSC）としても用いられる。これら LCC・VFM 並びにそのキャッシュ・フロー予測は名目価格で表示する。

(3) 事業スキーム代替案のバリューフォーマナー

第 8 章（8.6 項）で提示した PPP 事業スキーム代替案（代替案 2～5）で政府が負担する LCC を代替案毎に推計し、公共投資・運営スキーム（代替案 1）との差を計算する。PPP スキーム検討に当たっての市場調査（サプライヤー・オペレーター候補企業に対するマーケットサウンディング）や民間実施のケースを想定した Owner’s Estimate の作成は実施していないため、民間実施による運営・投資効率を適切に推定することができない。代替として、本分析では、公共実施ケースで想定された収入・費用予測を用いつつ、民間実施により政府が VFM を得るために必要なコスト削減及び収入増加幅を推計することとする。

18.5.3 前提条件

財務分析で適用する基本的な前提条件は表 18.34 の通りである。

表 18.34 財務分析の基本的な前提条件

項目	前提条件	出典 / 備考
1 プロジェクトライフ	建設期間 7 年・運営期間 30 年	調査団想定値
2 為替レート	USD 1.00 = JPY 99.7	事業費積算の調査団前提値と同等（第 8 章参照）
3 インフレ率 (プライスエスカレ)	外貨 (FC) : 1.3% 内貨 (LC) : 3.1%	
4 租税公課	(i) 建設費：間接税 (ITBMS) 及び輸入税は免除される (ii) 公共運営ケース：メトロ公社 (Metro de Panamá, S.A) は所得税等を免除 (iii) 民間運営ケース：コンセッション期間中、下記に従い法人所得税 (税率 25%) 減免を受ける - 当初 5 年間：100% 免除 - 次の 5 年間：75% 減免 - 残りの期間：50% 減免	(i) 事業費積算の調査団前提値 (ii) 2013 年法律第 109 号 (iii) 1988 年法律第 5 号
5 物的予備費	(i) 建設費：5% (ii) コンサルティングサービス：5%	第 8 章参照
6 管理費 (建設時)	5%	第 8 章参照

出典：複数の情報を元に調査団作成

18.5.4 事業費用

(1) 初期投資費用

下表の通り、第 8 章で概算した事業費を実質価格と名目価格の財務費用に変換した。金融費用（建中金利・フロントエンドフィー）を除外し、予測キャッシュ・フローで別途計上する。

表 18.35 初期投資費用（実質価格）

Unit: USD million

Item	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<b>A. Eligible Portion</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>263</b>	<b>452</b>	<b>445</b>	<b>422</b>	<b>161</b>	<b>1,756</b>
<b>I. Procurement / Construction</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>249</b>	<b>436</b>	<b>432</b>	<b>411</b>	<b>150</b>	<b>1,677</b>
Base Cost	0	0	237	416	411	391	143	1,598
1. Mobilization	0	0	53	0	0	0	0	53
2. Public Utility Relocation	0	0	20	0	0	0	0	20
3. Detailed Design	0	0	27	27	0	0	0	53
4. Civil Works	0	0	79	105	105	105	61	455
5. Switch Work	0	0	0	12	12	10	0	33
6. Station Building	0	0	15	87	87	80	0	269
7. Depot & Workshop Construction	0	0	17	20	20	5	0	63
8. Depot Facilities	0	0	0	3	7	3	0	14
9. Rolling Stock	0	0	19	112	112	112	19	375
10. Power Supply System	0	0	7	29	29	29	22	118
11. Signalling & Telecommunication	0	0	0	19	38	38	28	123
12. AFC System	0	0	0	0	0	8	8	15
13. P&R Facility	0	0	0	0	0	0	4	4
14. Environmental Mitigation & Monitoring	0	0	1	1	1	1	1	3
Physical Contingency	0	0	12	21	21	20	7	80
<b>II. Consulting Services</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>79</b>
Base Cost	6	7	14	15	12	11	11	75
Physical Contingency	0	0	1	1	1	1	1	4
<b>B. Non Eligible Portion</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>117</b>
<b>a. Procurement / Construction</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
Base Cost	0	0	0	0	0	0	0	3
Environmental Mitigation & Compensation	0	0	0	0	0	0	0	3
Physical Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>b. Land Acquisition</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>
Base Cost	0	19	5	0	0	0	0	23
Physical Contingency	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>c. Administration Cost</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>89</b>
<b>Grand Total</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>282</b>	<b>475</b>	<b>467</b>	<b>444</b>	<b>170</b>	<b>1,873</b>

出典：調査団

表 18.36 初期投資費用（名目価格）

Unit: USD million

Item	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<b>A. Eligible Portion</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>291</b>	<b>503</b>	<b>506</b>	<b>489</b>	<b>192</b>	<b>1,994</b>
<b>I. Procurement / Construction</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>276</b>	<b>485</b>	<b>491</b>	<b>475</b>	<b>179</b>	<b>1,906</b>
Base Cost	0	0	237	416	411	391	143	1,598
Price Escalation	0	0	26	46	57	62	27	217
Physical Contingency	0	0	13	23	23	23	9	91
<b>II. Consulting Services</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>89</b>
Base Cost	6	7	14	15	12	11	11	75
Price Escalation	0	0	1	2	2	2	2	9
Physical Contingency	0	0	1	1	1	1	1	4
<b>B. Non Eligible Portion</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>132</b>
<b>a. Procurement / Construction</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Base Cost	0	0	0	0	0	0	0	3
Price Escalation	0	0	0	0	0	0	0	0
Physical Contingency	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>b. Land Acquisition</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>
Base Cost	0	19	5	0	0	0	0	23
Price Escalation	0	2	1	0	0	0	0	2
Physical Contingency	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>c. Administration Cost</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>101</b>
<b>Grand Total</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>312</b>	<b>528</b>	<b>532</b>	<b>514</b>	<b>202</b>	<b>2,126</b>

出典：調査団

## (2) 運営維持管理費（O&amp;M 費）

各年の運営維持管理費（O&M 費）は第 8 章（8.5 項）で概算されたものに従う。下表に実質価格・名目価格の O&M 費をそれぞれ示す。2051 年の O&M 費は 2050 年と同一と想定した。

表 18.37 年間 O&M 費

Unit: USD million

Item	2022	2025	2030	2035	2040	2050-51
<b>O&amp;M Cost in Constant Price (2013)</b>	<b>36.61</b>	<b>40.37</b>	<b>41.36</b>	<b>41.72</b>	<b>41.72</b>	<b>42.91</b>
Personnel	6.92	7.69	7.85	7.93	7.93	8.11
Electricity	10.77	11.31	11.73	11.78	11.78	12.36
Maintenance	6.36	6.84	7.00	7.15	7.15	7.31
Others	12.56	14.54	14.78	14.86	14.86	15.13
<b>O&amp;M Cost in Nominal Price</b>	<b>47.62</b>	<b>55.97</b>	<b>64.26</b>	<b>72.68</b>	<b>81.68</b>	<b>107.04</b>
Personnel	9.98	12.15	14.46	17.01	19.82	27.50
Electricity	15.54	17.87	21.61	25.26	29.43	41.91
Maintenance	7.43	8.30	9.06	9.88	10.54	12.26
Others	14.67	17.65	19.13	20.52	21.89	25.37

出典：調査団

(3) 再投資・追加投資費用

建設・調達した設備のうち、車両（耐用年数 25 年間）、機電部分（耐用年数 20 年）について、それぞれ再投資費用を見込む。また 2029 年に新設される 3 駅に関連する費用、及び運営期間全体にわたって追加される車両について追加費用を見込む。それぞれの耐用年数と投資年に従った残存価値を 2051 年に負の費用として計上する。



表 18.38 再投資・追加投資費用

		Unit: USD million									
Item		2025	2029	2030	2035	2042	2045	2050	2051	Total	
<b>Reinvestment and Additional Investment Cost (Constant Price)</b>		-	13.52	37.06	13.52	13.52	255.56	141.16	11.56	-274.81	211.08
<b>I. Reinvestment</b>		Unit Cost	0.00	0.00	0.00	0.00	255.56	134.40	4.80	0.00	394.76
1. Rolling Stock Rehabilitation for Initial and 2025 Purchase		0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134.40	4.80	0.00	139.20
Number of cars (25 years useful life)		-	0	0	0	0	0	168	6	0	174
2. Power Supply System (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	117.72	0.00	0.00	0.00	117.72
3. Signalling & Telecommunication (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	122.60	0.00	0.00	0.00	122.60
4. AFC System (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	15.23	0.00	0.00	0.00	15.23
<b>II. Additional Investment *</b>		Unit Cost	13.52	37.06	13.52	13.52	0.00	6.76	6.76	0.00	91.13
1. Rolling Stock Purchase		2.25	13.52	0.00	13.52	13.52	0.00	6.76	6.76	0.00	54.08
Number of cars (25 years useful life)		-	6	0	6	6	0	3	3	0	24
2. Station		-	0.00	32.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.64
3. Signalling System		-	0.00	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39
4. AFC System		-	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51
5. P&R Facility		-	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
6. Environmental Mitigation & Compensation		-	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
<b>III. Residual Value</b>		Years in Use	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-274.81	-274.81
1. Rolling Stock Rehabilitation (2045)		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-102.14	-102.14
2. Rolling Stock Rehabilitation (2050)		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.61	-4.61
3. Rolling Stock Purchase (2030)		21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.16	-2.16
4. Rolling Stock Purchase (2035)		16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.87	-4.87
5. Rolling Stock Purchase (2045)		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.14	-5.14
6. Rolling Stock Purchase (2050)		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.49	-6.49
7. Power Supply System (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-64.75	-64.75
8. Signalling & Telecommunication (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-67.43	-67.43
9. AFC System (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.38	-8.38
10. Station (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.70	-8.70
11. P&R Facility (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04
12. Environmental Mitigation & Compensation (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.10
<b>Reinvestment and Additional Investment Cost (Nominal Price)</b>		-	15.96	53.54	17.12	18.36	424.23	213.78	19.12	-436.48	325.63
<b>I. Reinvestment</b>		-	0.00	0.00	0.00	0.00	424.23	203.19	7.74	0.00	635.17
1. Rolling Stock Rehabilitation for Initial and 2025 Purchase		-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.19	7.74	0.00	210.93
Number of cars (25 years useful life)		-	0	0	0	0	0	168	6	0	174
2. Power Supply System (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	185.80	0.00	0.00	0.00	185.80
3. Signalling & Telecommunication (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	215.70	0.00	0.00	0.00	215.70
4. AFC System (20 years useful life)		-	0.00	0.00	0.00	0.00	22.74	0.00	0.00	0.00	22.74
<b>II. Additional Investment *</b>		-	15.96	53.54	17.12	18.36	0.00	10.59	11.38	0.00	126.94
1. Rolling Stock Purchase		-	15.96	0.00	17.12	18.36	0.00	10.59	11.38	0.00	73.40
Number of cars (25 years useful life)		-	6	0	6	6	0	3	3	0	24
2. Station		-	0.00	47.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.84
3. Signalling System		-	0.00	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.22
4. AFC System		-	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64
5. P&R Facility		-	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
6. Environmental Mitigation & Compensation		-	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
<b>III. Residual Value</b>		Years in Use	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-436.48	-436.48
1. Rolling Stock Rehabilitation (2045)		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-154.42	-154.42
2. Rolling Stock Rehabilitation (2050)		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.43	-7.43
3. Rolling Stock Purchase (2030)		21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.74	-2.74
4. Rolling Stock Purchase (2035)		16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.61	-6.61
5. Rolling Stock Purchase (2045)		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.05	-8.05
6. Rolling Stock Purchase (2050)		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.92	-10.92
7. Power Supply System (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-102.19	-102.19
8. Signalling & Telecommunication (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-118.64	-118.64
9. AFC System (2042)		9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.51	-12.51
10. Station (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.76	-12.76
11. P&R Facility (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.06
12. Environmental Mitigation & Compensation (2029)		22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.16	-0.16

\* Including 1% Mobilization and 3% Administration Costs

出典：調査団

### 18.5.5 事業収入

メトロ事業の制度フレームワークに係る 2013 年法律第 5 号によれば、メトロ公社 (Metro de Panamá, S.A.) の機能の一つとして行政府に旅客運賃制度を提案することが規定されている (第 5 条)。しかし、メトロ庁によれば、現在メトロ事業及びその他の公共交通機関の多くについて運賃設定・調整に関する制度は存在しておらず、政府は憲法に基づいてメトロ事業の運賃制度を決定することになっている<sup>4</sup>。参照すべき運賃設定制度が無いため、本分析では、メトロ庁の提案に従い需要予測で用いた運賃水準 (一人当たり運賃 =  $0.65 + 0.042X$  ドル<sup>5</sup>) を使用する。需要予測で 5~10 年毎の運賃収入予測が行われており、これらの間は線形予測で補い運営期間中の収入予測を行った。2051 年の収入は 2051 と

<sup>4</sup> パナマ国憲法 284 条は、「国は特に以下の目的のために、法により定められた制度に従い、すべての企業に介入し本憲法に定められた社会正義を実現する。1.あらゆる種類、特に生活必需品の料金・サービス・価格・・・」と規定している。

<sup>5</sup>  $Fare = F + R \times \text{Max}(\text{Distance} - X, 0)$ 、ここで、Fare = 1 人あたり運賃、F = 定額運賃 (1 人あたり 0.65 ドル)、R = 距離別運賃 (0.042 ドル/km)、Distance = 乗車駅から降車駅までの距離 (km)、X = 定額運賃の範囲 (10km)。第 3 章参照。

同一とした。また、メトロ庁が実施した1号線事業分析の想定値及び他国の類似事業の経験から、運賃収入の3%を運賃外収入として見込んだ。

名目価格への変換を行う際の前提条件に2つのケースを想定した。一つは物価上昇率に従い毎年運賃単価を調整するケースである。もう一つは、パナマ国における他の都市公共交通機関の事例を参照して5年毎に段階的に物価調整を行うケースである。

表 18.39 事業収入予測

Year		Constant Price (2013)					Nominal Price (Yearly Adjustment)			Nominal Price (Stepwise Adjustment)			Remarks	
		Daily Fare Revenue <sup>/1</sup>	Straight Line Fitting <sup>/2</sup>	Annual Fare Revenue <sup>/3</sup>	Non Fare Revenue <sup>/4</sup>	Total	Annual Fare Revenue <sup>/3</sup>	Non Fare Revenue <sup>/4</sup>	Total	Annual Fare Revenue <sup>/6</sup>	Non Fare Revenue <sup>/4</sup>	Total		
		USD	USD	USD million	USD million	USD million	USD million	USD million	USD million	USD million	USD million	USD million		
2020	Not in Operation	<b>131,157</b>	<b>131,157</b>	43.28	1.30	<b>44.58</b>	53.59	1.61	<b>55.20</b>	<b>53.59</b>	1.61	<b>55.20</b>	Revenue is not recognized before operation	
2021		<b>132,706</b>	<b>132,706</b>	43.79	1.31	<b>45.11</b>	55.91	1.68	<b>57.59</b>	54.23	1.63	<b>55.85</b>		
2022	Operation Period	<b>138,903</b>	134,256	44.30	1.33	<b>45.63</b>	58.31	1.75	<b>60.06</b>	54.86	1.65	<b>56.51</b>	Adjusted to 2025 price level in the stepwise adjustment case	
2023			135,805	44.82	1.34	<b>46.16</b>	60.82	1.82	<b>62.64</b>	55.49	1.66	<b>57.16</b>		
2024			137,354	45.33	1.36	<b>46.69</b>	63.42	1.90	<b>65.32</b>	56.13	1.68	<b>57.81</b>		
2025			<b>138,903</b>	<b>138,903</b>	45.84	1.38	<b>47.21</b>	66.12	1.98	<b>68.10</b>	56.67	2.00		<b>68.68</b>
2026			140,070	46.22	1.39	<b>47.61</b>	68.74	2.06	<b>70.80</b>	57.23	2.02	<b>69.25</b>		
2027			141,237	46.61	1.40	<b>48.01</b>	71.46	2.14	<b>73.61</b>	57.79	2.03	<b>69.82</b>		
2028			142,403	46.99	1.41	<b>48.40</b>	74.29	2.23	<b>76.52</b>	58.34	2.05	<b>70.39</b>		
2029			143,570	47.38	1.42	<b>48.80</b>	77.22	2.32	<b>79.53</b>	58.93	2.41	<b>82.67</b>		
2030			<b>144,737</b>	<b>144,737</b>	47.76	1.43	<b>49.20</b>	80.26	2.41	<b>82.67</b>	59.51	2.43		<b>83.28</b>
2031			145,818	48.12	1.44	<b>49.56</b>	83.36	2.50	<b>85.87</b>	60.10	2.44	<b>83.90</b>		
2032	146,899	48.48	1.45	<b>49.93</b>	86.59	2.60	<b>89.18</b>	60.64	2.46	<b>84.52</b>				
2033	147,980	48.83	1.47	<b>50.30</b>	89.93	2.70	<b>92.63</b>	61.18	2.48	<b>85.14</b>				
2034	149,062	49.19	1.48	<b>50.67</b>	93.39	2.80	<b>96.19</b>	61.72	2.91	<b>99.90</b>				
2035	<b>150,143</b>	<b>150,143</b>	49.55	1.49	<b>51.03</b>	96.99	2.91	<b>99.90</b>	62.26	2.48	<b>85.14</b>			
2036	151,203	49.90	1.50	<b>51.39</b>	100.70	3.02	<b>103.72</b>	62.79	2.93	<b>100.60</b>				
2037	152,264	50.25	1.51	<b>51.75</b>	104.55	3.14	<b>107.69</b>	63.31	2.95	<b>101.31</b>				
2038	153,324	50.60	1.52	<b>52.11</b>	108.54	3.26	<b>111.80</b>	63.84	2.97	<b>102.01</b>				
2039	154,385	50.95	1.53	<b>52.48</b>	112.68	3.38	<b>116.06</b>	64.36	2.99	<b>102.72</b>				
2040	<b>155,446</b>	<b>155,446</b>	51.30	1.54	<b>52.84</b>	116.97	3.51	<b>120.48</b>	64.88	3.01	<b>103.43</b>			
2041	156,501	51.65	1.55	<b>53.19</b>	121.42	3.64	<b>125.06</b>	65.40	3.03	<b>104.10</b>				
2042	157,557	51.99	1.56	<b>53.55</b>	126.02	3.78	<b>129.80</b>	65.92	3.05	<b>104.77</b>				
2043	158,613	52.34	1.57	<b>53.91</b>	130.80	3.92	<b>134.73</b>	66.44	3.07	<b>105.44</b>				
2044	159,668	52.69	1.58	<b>54.27</b>	135.75	4.07	<b>139.83</b>	66.96	3.09	<b>106.11</b>				
2045	160,724	53.04	1.59	<b>54.63</b>	140.89	4.23	<b>145.11</b>	67.48	3.11	<b>106.78</b>				
2046	161,780	53.39	1.60	<b>54.99</b>	146.21	4.39	<b>150.60</b>	68.00	3.13	<b>107.45</b>				
2047	162,836	53.74	1.61	<b>55.35</b>	151.73	4.55	<b>156.28</b>	68.52	3.15	<b>108.12</b>				
2048	163,891	54.08	1.62	<b>55.71</b>	157.44	4.72	<b>162.17</b>	69.04	3.17	<b>108.79</b>				
2049	164,947	54.43	1.63	<b>56.07</b>	163.37	4.90	<b>168.27</b>	69.56	3.19	<b>109.46</b>				
2050	<b>166,003</b>	<b>166,003</b>	54.78	1.64	<b>56.42</b>	169.51	5.09	<b>174.60</b>	70.08	3.21	<b>110.13</b>			
2051	166,003	54.78	1.64	<b>56.42</b>	174.77	5.24	<b>180.01</b>	70.60	3.23	<b>110.80</b>				

<sup>/1</sup> Daily fare revenue estimates are generated through the demand analysis following Fare = 0.65 + 0.042 \* Max (D - 18, 0) for 2020, 2025, 2030, 2035, 2040, and 2050.

<sup>/2</sup> Straight line fitting made through the least square method for rest of the years

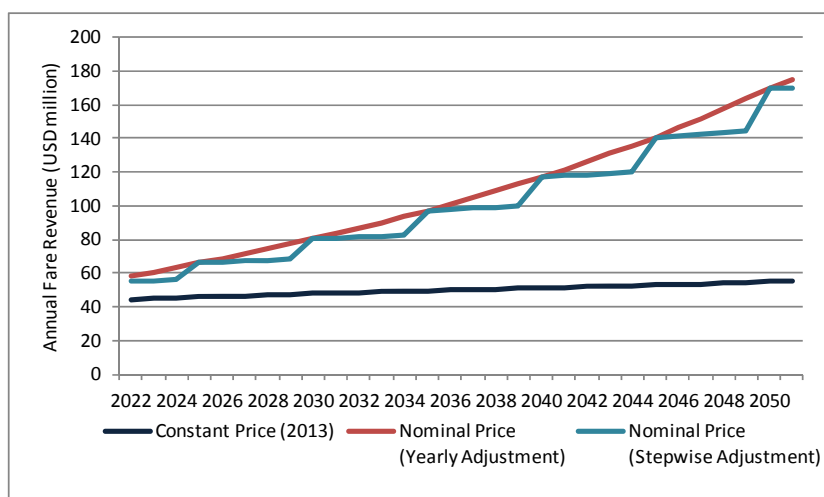
<sup>/3</sup> Calculated through: Annual fare revenue = Daily fare revenue \* 330 days.

<sup>/4</sup> 3% of annual fare revenue

<sup>/5</sup> Adjusted to price escalation in each year

<sup>/6</sup> Stepwise adjustment to price escalation every five year

出典：調査団



出典：調査団

図 18.1 運賃収入の予測

## 18.5.6 資金計画

### (1) 資金計画の前提条件

表 18.40 に、公共投資・民間投資それぞれの事業実施ケースで想定される資金計画の前提条件を示す。政府の資金コストは年利 5.75%とし、事業スキーム代替案ごとの財政負担の現在価値を推計する際の割引率として使用する。

表 18.40 資金計画の前提条件

項目	前提条件	出典／備考
1 円借款条件 (標準条件)	(i) 通貨：円 (ii) 融資比率：70%（ベースケース） <sup>6</sup> (iii) 返済期間：25年（据置期間7年を含む） (iv) 金利（建設費）： 6ヶ月 LIBOR 金利（円）+35bp = 0.55% LIBOR = 0.2025% (v) 金利（コンサルティングサービス）：0.01% (vi) フロントエンドフィー：0.2%	(i) - (v) 円借款条件は 2013 年 10 月 1 日以降適用の公表値（JICA ウェブサイト）  (iv) 6ヶ月 LIBOR 金利（円）は 2014 年 1 月末時点の公表値（BBA ウェブサイト）
2 政府資金コスト	5.75%	調査団想定値 2034-53 年満期パナマ政府グローバル債利回り：5.73% - 5.77%（2014 年 2 月 4 日・経済財務省）
3 為替リスクプレミアム	3.1%	調査団想定値 2021 年満期パナマ政府グローバル債利回り（4.31%）とサムライ債利回り（1.21%）の債（2014 年 2 月 4 日・経済・財務省）
4 民間資本コスト	13.5%	調査団想定値 「タイ国都市鉄道整備に係るファイナンシャルフレームワーク調査」（2010 年 8 月・JICA）
5 民間融資条件	(i) 通貨：米ドル (ii) 融資比率：70% (iii) 金利：6.5%	(i) - (iii) 調査団想定値 (iii) 企業向け融資（建設除く）平均金利：6.49%（2013 年 11 月・パナマ銀行監督庁）

出典：複数の出典に基づき調査団作成

### (2) 公共投資・運営スキームの加重平均資本コスト（WACC）

公共投資・運営スキームの加重平均資本コスト（WACC）は円借款の融資比率を 70%とした場合に実質レートで 2.44%と計算される。推計する FIRR をこの WACC と比較し事業の収益性を評価する。より低い融資比率を用いた場合の結果を表 18.41 に示す。

<sup>6</sup> 実際に適用される融資比率は JICA の審査結果による。

表 18.41 公共投資・運営ケースの WACC

Source	Nominal Cost	Less Inflation	Real Cost	Weight	Weighted Cost
JICA ODA Loan	0.55%	-1.3%	2.35%	70%	1.65%
Exchange risk	3.10%				
Government	5.75%	-3.1%	2.65%	30%	0.80%
<b>ODA Loan 70% Case: Total</b>				<b>100%</b>	<b>2.44%</b>
JICA ODA Loan	0.55%	-1.3%	2.35%	50%	1.18%
Exchange risk	3.10%				
Government	5.75%	-3.1%	2.65%	50%	1.33%
<b>ODA Loan 50% Case: Total</b>				<b>100%</b>	<b>2.50%</b>
JICA ODA Loan	0.55%	-1.3%	2.35%	30%	0.71%
Exchange risk	3.10%				
Government	5.75%	-3.1%	2.65%	70%	1.86%
<b>ODA Loan 30% Case: Total</b>				<b>100%</b>	<b>2.56%</b>

出典：調査団

## 18.5.7 事業 FIRR

### (1) 事業 FIRR と NPV

実質価格で表示された事業の予測キャッシュ・フローを表 18.43 に示す。事業 FIRR は実質レートでマイナス 7.21%と計算され、ベースケースの WACC である 2.44%と比較して事業は財務的にフィージブルではないと評価される。2.44%を割引率とした NPV はマイナス 16.36 億ドルである（表 18.42 参照）。経産省 F/S で推計された FIRR（マイナス 3.79%）からさらに FIRR が低下した要因は、①建設費が 77%増加したこと、②運賃外収入の前提条件が低下したこと（本調査では運賃収入の 3%としているのに対し、経産省 F/S では 30%としている）、③距離別運賃を採用していること（経産省 F/S では 0.65 ドルの固定運賃を採用）である。

表 18.42 事業 FIRR と NPV

JICA ODA Loan Share	WACC	NPV (USD mn)	FIRR
70%	2.44%	-1,636	
50%	2.50%	-1,632	<b>-7.21%</b>
30%	2.56%	-1,628	

出典：調査団

表 18.43 事業キャッシュ・フロー予測

Unit: USD million

Year	Cost				Revenue			Net Cash Flow
	Initial Investment	Reinvestment and Additional Investment	O&M Cost	Total	Passenger Fare	Non-fare Revenue	Total	
2015	7	0	0	7	0	0	0	-7
1016	28	0	0	28	0	0	0	-28
2017	282	0	0	282	0	0	0	-282
2018	475	0	0	475	0	0	0	-475
2019	467	0	0	467	0	0	0	-467
2020	444	0	0	444	0	0	0	-444
2021	170	0	0	170	0	0	0	-170
2022	0	0	37	37	44	1	46	9
2023	0	0	37	37	45	1	46	10
2024	0	0	37	37	45	1	47	10
2025	0	14	40	54	46	1	47	-7
2026	0	0	41	41	46	1	48	7
2027	0	0	41	41	47	1	48	7
2028	0	0	41	41	47	1	48	8
2029	0	37	41	78	47	1	49	-29
2030	0	14	41	55	48	1	49	-6
2031	0	0	41	41	48	1	50	8
2032	0	0	41	41	48	1	50	8
2033	0	0	41	41	49	1	50	9
2034	0	0	41	41	49	1	51	9
2035	0	14	42	55	50	1	51	-4
2036	0	0	42	42	50	1	51	10
2037	0	0	42	42	50	2	52	10
2038	0	0	42	42	51	2	52	10
2039	0	0	42	42	51	2	52	11
2040	0	0	42	42	51	2	53	11
2041	0	0	42	42	52	2	53	11
2042	0	256	42	297	52	2	54	-244
2043	0	0	42	42	52	2	54	12
2044	0	0	42	42	53	2	54	12
2045	0	141	42	184	53	2	55	-129
2046	0	0	43	43	53	2	55	12
2047	0	0	43	43	54	2	55	13
2048	0	0	43	43	54	2	56	13
2049	0	0	43	43	54	2	56	13
2050	0	12	43	54	55	2	56	2
2051	0	-275	43	-232	55	2	56	288
<b>Total</b>	<b>1,873</b>	<b>211</b>	<b>1,238</b>	<b>3,322</b>	<b>1,499</b>	<b>45</b>	<b>1,544</b>	<b>-1,777</b>

FIRR: -7.21%

出典：調査団

(2) 感度分析

表 18.44 に収入と費用を変化させた場合の感度分析の結果を示す。2.44%の WACC に達するためには、収入を 173%増加させる必要がある。これは一人当たり 0.65 ドルの基本運賃に対して 1.12 ドルの補助金を与えることに相当する。

表 18.44 感度分析（事業 FIRR）

Base FIRR	-7.21%	Revenue Change																						
		-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	180%	190%	200%
Cost Change	-20%	-7.21%	-6.07%	-5.06%	-4.15%	-3.33%	-2.58%	-1.89%	-1.26%	-0.67%	-0.11%	0.41%	0.91%	1.38%	1.82%	2.25%	2.66%	3.06%	3.44%	3.81%	4.16%	4.51%	4.85%	5.17%
	-10%	-8.35%	-7.21%	-6.19%	-5.27%	-4.44%	-3.68%	-2.99%	-2.34%	-1.75%	-1.19%	-0.67%	-0.17%	0.30%	0.74%	1.17%	1.58%	1.97%	2.34%	2.71%	3.06%	3.40%	3.73%	4.05%
	0%	-9.35%	-8.23%	-7.21%	-6.29%	-5.45%	-4.68%	-3.98%	-3.33%	-2.72%	-2.16%	-1.63%	-1.14%	-0.67%	-0.22%	0.21%	0.61%	1.00%	1.38%	1.74%	2.08%	2.42%	2.74%	3.06%
	10%	-10.24%	-9.14%	-8.13%	-7.21%	-6.37%	-5.60%	-4.88%	-4.23%	-3.62%	-3.05%	-2.51%	-2.01%	-1.54%	-1.09%	-0.67%	-0.26%	0.13%	0.50%	0.86%	1.21%	1.54%	1.86%	2.18%
	20%	-11.01%	-9.95%	-8.97%	-8.05%	-7.21%	-6.44%	-5.72%	-5.06%	-4.44%	-3.87%	-3.33%	-2.82%	-2.34%	-1.89%	-1.46%	-1.06%	-0.67%	-0.29%	0.07%	0.41%	0.74%	1.06%	1.38%
30%	-11.70%	-10.68%	-9.72%	-8.82%	-7.99%	-7.21%	-6.49%	-5.83%	-5.20%	-4.62%	-4.08%	-3.57%	-3.09%	-2.63%	-2.20%	-1.79%	-1.40%	-1.02%	-0.67%	-0.32%	0.01%	0.33%	0.64%	

出典：調査団

## 18.5.8 公共投資・運営スキームのライフサイクルコスト

### (1) 公共投資・運営スキームのライフサイクルコスト

表 18.46 は本事業実施におけるメトロ公社（Metro de Panamá, S.A.）及び政府の予測キャッシュ・フローである。第 8 章（8.6 項）で記述したとおり、円借款の借入人は政府であり、その資金は公社に転貸されない。すべての建設・再投資費用は政府により負担され、公社に対する補助金として認識される。メトロ公社の財務管理は国家財政の仕組みに組み込まれるため、公社の事業収益は政府に返還される前提とした。結果として、政府は①建設・再投資費用の自己資金負担、及び②円借款返済・金利支払いを負担し、③事業収益を得ることになる。これら政府のキャッシュ・フローをその資金コストである 5.75% を割引率として正味現在価値を計算し、公共投資・運営スキームのライフサイクルコスト（LCC）を推定する。これは民間セクター参画を伴う他のスキーム代替案を評価する際の基準（Public Sector Comparanator : PSC）としても用いられる。

円借款融資比率を 70% とし運賃の価格調整を毎年見込んだ場合の LCC は 13.80 億ドルと推計され、公共投資の自己資本 IRR はマイナス 6.93% と推計された。円借款融資比率と運賃の価格調整方法を変えた場合の LCC は 13.80~15.09 億ドルに変化する（表 18.45 参照）。

表 18.45 公共投資・運営スキームのライフサイクルコスト

Unit: USD million in nominal price

Exchange risk		Premium: 3.1% per annum		(Premium: none)*
Fare adjustment		Annual	Stepwise	(Annual)
ODA loan share	70%	-1,380	-1,432	(-1,047)
	50%	-1,418	-1,470	(-1,180)
	30%	-1,457	-1,509	(-1,314)

\* Reference estimates without exchange risk premium

出典：調査団

表 18.46 キャッシュ・フロー予測 (公共投資・運営スキーム)

All Values in Nominal Price		Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2048	2049	2050	2051		
		TOTAL	UNIT																																					
I. METRO DE PANAMA, S.A.																																								
1. COST																																								
Construction	-2,126 USD million	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	-19	429	
Reinvestment and Additional Investment	-320 USD million	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Operation and Maintenance Cost	-2,299 USD million								-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107		
TOTAL COST	-4,745 USD million	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107		
2. REVENUE																																								
Passenger Fare (Yearly Adjustment)	3,135 USD million								57	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	98	101	105	109	113	118	122	127	132	137	142	147	153	158	164	170		
Non-fare Revenue	94 USD million								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	
TOTAL REVENUE	3,229 USD million	0	0	0	0	0	0	0	58	61	63	66	69	71	74	77	80	83	87	90	93	97	101	104	108	113	117	121	126	131	136	141	146	152	157	163	169	175		
3. FINANCING																																								
Government Subsidy on Construction	2,126 USD million	7	31	312	528	532	514	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Government Subsidy on Reinvestment and Additional Investment	320 USD million	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	52	17	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	417	0	0	211	0	0	0	0	0	19	-429
TOTAL GOVERNMENT SUBSIDY	2,446 USD million	7	31	312	528	532	514	202	0	0	0	16	0	0	0	52	17	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	417	0	0	211	0	0	0	0	0	0	19	-429
4. PROFIT SHARING																																								
	-930 USD million	0	0	0	0	0	0	0	-11	-12	-14	-10	-11	-12	-14	-15	-16	-17	-19	-21	-23	-24	-26	-28	-31	-33	-35	-37	-40	-42	-45	-47	-50	-53	-56	-59	-62	-68		
5. NET CASH FLOW																																								
	0 USD million	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II. GOVERNMENT OF PANAMA																																								
1. SUBSIDY TO METRO DE PANAMA, S.A.																																								
Construction	-2,126 USD million	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reinvestment and Additional Investment	-320 USD million	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	0	-19	429
TOTAL SUBSIDY	-2,446 USD million	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	0	0	-19	429
2. JICA ODA LOAN (FRONT END FEE)																																								
Front End Fee	-49 USD million	-49																																						
3. JICA ODA LOAN (CONSULTING SERVICES)																																								
Beginning Balance	USD million	0	5	12	28	46	60	74	87	82	77	73	68	63	58	53	48	44	39	34	29	24	19	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Loan Disbursements	87 USD million	5	7	16	18	15	14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Repayment	-87 USD million	0	0	0	0	0	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	
Ending Balance	USD million	5	12	28	46	60	74	87	82	77	73	68	63	58	53	48	44	39	34	29	24	19	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Interest Payment	-32 USD million	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
TOTAL DEBT SERVICE	-120 USD million	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	
4. JICA ODA LOAN (CONSTRUCTION)																																								
Beginning Balance	USD million	0	0	14	217	569	926	1,273	1,401	1,323	1,245	1,168	1,090	1,012	934	856	778	701	623	545	467	389	311	234	156	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Loan Disbursements	1,401 USD million	0	14	203	352	358	346	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Repayment	-1,401 USD million	0	0	0	0	0	0	0	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	
Ending Balance	USD million	0	14	217	569	926	1,273	1,401	1,323	1,245	1,168	1,090	1,012	934	856	778	701	623	545	467	389	311	234	156	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Interest Payment	-595 USD million	0	0	-4	-14	-27	-40	-49	-50	-47	-44	-41	-38	-36	-33	-30	-27	-24	-21	-18	-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL DEBT SERVICE	-1,996 USD million	0	0	-4	-14	-27	-40	-49	-128	-125	-122	-119	-116	-113	-111	-108	-105	-102	-99	-96	-93	-91	-88	-85	-82	-79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5. PROFIT SHARING FROM METRO DE PANAMA, S.A.																																								
	930 USD million	0	0	0	0	0	0	0	11	12	14	10	11	12	14	15	16	17	19	21	23	24	26	28	31	33	35	37	40	42	45	47	50	53	56	59	62	68		
6. TOTAL CASH INFLOW																																								
	2,418 USD million	5	22	219	370	372	360	142	11	12	14	10	11	12	14	15	16	17	19	21	23	24	26	28	31	33	35	37	40	42	45	47	50	53	56	59	62	68		
7. TOTAL CASH OUTFLOW																																								
	-4,611 USD million	-56	-31	-317	-544	-560	-556	-254	-135	-132	-129	-142	-123	-120	-117	-166	-128	-108	-105	-102	-99	-114	-93	-90	-87	-84	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	-19	429		
8. NET CASH FLOW																																								
	-2,132 USD million	-51	-10	-99	-174	-188	-196	-112	-124	-120	-115	-132	-112	-108	-103	-151	-112	-91	-86	-81	-76	-90	-67	-62	-57	-51	35	37	-377	42	45	-164	50	53	56	59	43	497		
LIFE CYCLE COST (PSC) AT DISCOUNT RATE																																								
	-1,380 USD million																																							
EQUITY IRR																																								
	-6.73%																																							

出典：調査団

(2) 感度分析

政府 LCC の変化は収入減少より費用上昇した場合の方が感度が高い（表 18.47）。また円借款のベース金利（円 LIBOR）を変動させた場合の感度分析では、LCC 推計結果は収入・費用よりも金利変動の感度がより高くなる結果となった（表 18.48）。円 LIBOR 金利が 2.50%（ベースケースでは 0.20%）となった場合、LCC は 15.81 億ドルまで増加する。これは収入が 20%以上減少した場合、または費用が 10%以上上昇した場合に相当する。

表 18.47 LCC の感度分析（収入と費用）

Unit: Nominal Price in USD million

	Base Rev		Change in Revenue				
	0%	-5%	-10%	-15%	-20%		
<b>Base Cost</b>	<b>0%</b>	<b>-1,380</b>	-1,424	-1,468	-1,512	-1,556	
	<b>5%</b>	-1,500	-1,544	-1,588	-1,632	-1,676	
	<b>10%</b>	-1,620	-1,664	-1,708	-1,752	-1,796	
<b>Change in Cost</b>	<b>15%</b>	-1,740	-1,784	-1,828	-1,872	-1,916	
	<b>20%</b>	-1,859	-1,904	-1,948	-1,992	-2,036	

出典：調査団

表 18.48 LCC の感度分析（円 LIBOR 金利と収入／費用）

Unit: Nominal Price in USD million

	Change in LIBOR Rate									
	Base	0.20%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%
JPY 6 Months LIBOR		0.20%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%
Spread		0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%	0.35%
Exchange risk premium		3.10%	3.10%	3.10%	3.10%	3.10%	3.10%	3.10%	3.10%	3.10%
<b>Interest Rate Total</b>		<b>3.65%</b>	<b>3.95%</b>	<b>4.45%</b>	<b>4.95%</b>	<b>5.45%</b>	<b>5.95%</b>	<b>6.45%</b>	<b>6.95%</b>	<b>7.45%</b>
<b>Base Revenue</b>	<b>0%</b>	<b>-1,380</b>	-1,406	-1,450	-1,494	-1,537	-1,581	-1,625	-1,669	-1,713
	<b>-5%</b>	-1,424	-1,450	-1,494	-1,538	-1,581	-1,625	-1,669	-1,713	-1,757
<b>Change in Revenue</b>	<b>-10%</b>	-1,468	-1,494	-1,538	-1,582	-1,626	-1,669	-1,713	-1,757	-1,801
	<b>-15%</b>	-1,512	-1,538	-1,582	-1,626	-1,670	-1,713	-1,757	-1,801	-1,845
	<b>-20%</b>	-1,556	-1,582	-1,626	-1,670	-1,714	-1,757	-1,801	-1,845	-1,889
<b>Base Cost</b>	<b>0%</b>	<b>-1,380</b>	-1,406	-1,450	-1,494	-1,537	-1,581	-1,625	-1,669	-1,713
	<b>5%</b>	-1,500	-1,526	-1,570	-1,614	-1,657	-1,701	-1,745	-1,789	-1,833
<b>Change in Cost</b>	<b>10%</b>	-1,620	-1,646	-1,690	-1,733	-1,777	-1,821	-1,865	-1,909	-1,952
	<b>15%</b>	-1,740	-1,766	-1,810	-1,853	-1,897	-1,941	-1,985	-2,029	-2,072
	<b>20%</b>	-1,859	-1,886	-1,930	-1,973	-2,017	-2,061	-2,105	-2,149	-2,192

出典：調査団

18.5.9 事業スキーム代替案のバリューフォーマネー

(1) バリューフォーマネー推計の前提条件

下記の前提条件に基づき、第 8 章（8.6 項）で提示した PPP を適用した事業スキーム代替案についてそれぞれ LCC を推計し、上述の公共投資・運営スキーム（代替案 1）の LCC と比較しバリューフォーマネー（VFM）を計算する。民間事業者による投資・運営によってもたらされる効率性を数値化し前提とすることは行わず、VFM を得るためにどれだけ民間事業者が事業を効率化しなければならないかを各スキームの構成に従い推計した。



表 18.49 VFM 推計の前提条件

項目	Assumption
1 事業スキーム代替案	代替案 1： 公共による投資・運営（PSC、18.5.8 参照） 代替案 2-1： コンセッション方式（Fare-based）（運営期間 30 年） 代替案 2-2： コンセッション方式（Annuity-based）（運営期間 30 年） 代替案 3： BOT/BTO 方式（建設期間 7 年・運営期間 30 年） 代替案 4-1： 上下分離方式（Fare-based）（建設期間 7 年・運営期間 30 年） 代替案 4-2： 上下分離方式（Annuity-based）（建設期間 7 年・運営期間 30 年） 代替案 5： 民間投資・公共運営（民設公営）（建設期間 7 年・運営期間 30 年）
2 上下分離方式の分担	民間事業者は車両・電源システム・信号通信・AFC システムの調達を行い、公共側はその他の土木建設等を行う。詳細設計・準備作業（Mobilization）は投資額に応じて配分する。
3 再投資・追加投資	前述の通り想定された再投資・追加投資は、いずれのスキーム代替案においても民間事業者により実施される。事業期間完了時に引き渡すものとし、公共側からその残存価値分の支払いを受ける。
4 公共側のキャッシュ・フロー	民間事業者との取引はメトロ公社により行われる。公社の正味キャッシュ・フローは、政府からの補助金または公社からの事業収益の移転によりゼロに保たれる。

出典：調査団

(2) 民間事業者への補助

事業 FIRR の計算の通り、事業の収益性はマイナスである。民間事業者にとっての商業的なフィージビリティを確保するため、スキーム代替案毎に下記の方法で公共側と民間事業者の間で調整を行う。Fare-based のコンセッション方式においては、運営期間中にコンセッションフィーを事業者が毎年支払い、その他のスキームでは運営補助金または Annuity（サービスフィー）を公共側が支払う。これらの支払い金額は、民間事業者のコンセッション期間中のキャッシュ・フローの現在価値がゼロとなるように減額または増額の調整をする。この計算で用いる割引率は、民間事業者が負担する資本コストであり、その WACC 推計は表 18.51 の通りである。

表 18.50 民間事業者への補助策の前提

事業スキーム代替案	民間事業者のフィージビリティ調整方法
2-1 コンセッション方式（Fare-based）	民間 NPV がゼロになるまで低下させたコンセッションフィーを民間事業者が公共側に支払う
2-2 コンセッション方式（Annuity-based）	民間 NPV がゼロとなるように Annuity を公共側から民間事業者を支払う
3 BOT/BTO 方式	民間 NPV がゼロとなるように運営補助金を公共側から民間事業者を支払う
4-1 上下分離方式（Fare-based）	土木建設部分の公共投資 民間 NPV がゼロとなるように運営補助金を公共側から民間事業者を支払う
4-2 上下分離方式（Annuity-based）	土木建設部分の公共投資 民間 NPV がゼロとなるように Annuity を公共側から民間事業者を支払う
5 民間投資・公共運営（民設公営）	民間 NPV がゼロとなるように Annuity を公共側から民間事業者を支払う

出典：調査団

表 18.51 民間事業者の WACC

Debt/Equity	Nominal Cost	Tax Effect	Net Cost	Weight	Weighted Cost
Debt	6.50%	*(1-0.25)	4.88%	70%	3.41%
Equity	13.50%	-	13.50%	30%	4.05%
			<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>7.46%</b>

出典：調査団

(3) 結果

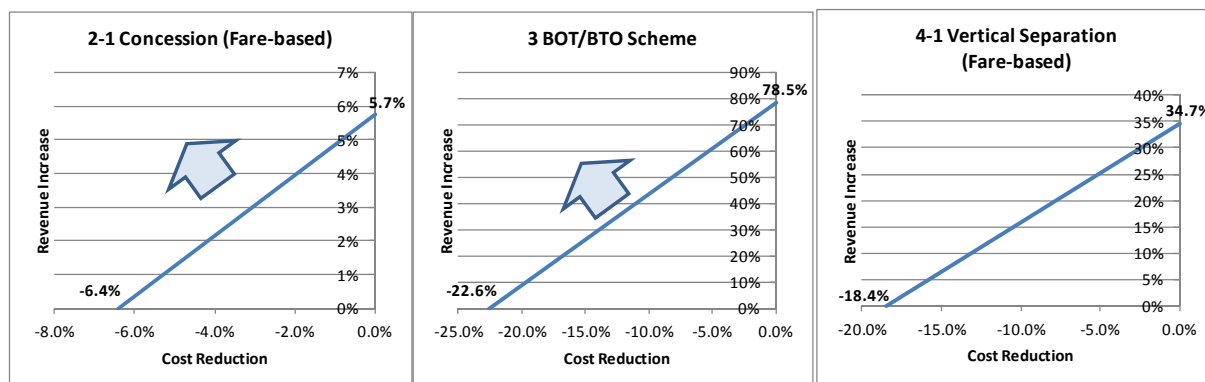
各事業スキーム代替案のキャッシュ・フロー予測は表 18.53～表 18.58 の通りとなり、VFM の推計結果を表 18.52 にまとめた。公共投資・運営スキーム（代替案 1）の LCC との差である VFM は、コンセッション方式（Annuity-based）のマイナス 2.1%から BOT/BTO 方式のマイナス 42.5%までとなった。民間事業者の資本コスト（7.46%）が政府（5.75%）より高いため、同一の収入・費用予測を用いた推計では民間事業者が事業参画しても政府負担は軽減されない。VFM=ゼロ以上を達成するために必要な民間事業者のコスト削減率は、4.0%以上（コンセッション方式・Annuity-based）から 28.1%以上（民設公営）となった。この正の VFM を得るために必要な削減幅は、民間事業者の負担する O&M 費だけでなく建設費も同様に削減するものとして推計しており、代替案 3 及び 5 では削減幅 20%以上を達成する必要があるため、実現の蓋然性はかなり低いと考えられる。

図 18.2 は、民間事業者が需要リスクを負担する 3 スキームについて、コスト・収入をどれだけ効率化すると正の VFM が得られるかを示している。例えば、Fare-based のコンセッション方式では、54%コストを削減しかつ 3.452%収入を増加させることが必要である。同様に BOT/BOT 方式ではコスト削減 15%のとき収入増加 20.126%、上下分離方式ではコスト削減 10%のとき収入増加 12.616%となる。

表 18.52 事業スキーム代替案の VFM

Project Scheme Alternatives	Initial Investment (USD million)		Operation	Private's Revenue Source	Demand Risk	Adjustment Payment to/from Private (USD million/year)		Government LCC (USD million)	VFM		Private Cost Reduction Required to Achieve VFM=0	
	Public	Private							(%)	(USD million)		
1 Public Investment and Operation (PSC)	2,126	-	Public	-	Public	-	-	1,380	-	-	-	-
2-1 Concession (Fare-based)	2,126	0	Private	Fare revenue	Private	Concession fee to Public	9.33	1,424	-3.2%	-44	-6.4%	O&M and Reinv.
2-2 Concession (Annuity-based)	2,126	0	Private	Annuity	Public	Annuity to Private	78.64	1,409	-2.1%	-29	-4.0%	O&M and Reinv.
3 BOT/BTO	0	2,126	Private	Fare revenue	Private	Subsidy to Private	218.26	1,966	-42.5%	-586	-22.6%	Construction, O&M and Reinv.
4-1 Vertical Separation (Fare-based)	829	1,297	Private	Fare revenue	Private	Subsidy to Private	77.34	1,638	-18.7%	-259	-18.4%	Construction, O&M and Reinv.
4-2 Vertical Separation (Annuity-based)	829	1,297	Private	Annuity	Public	Annuity to Private	165.35	1,606	-16.4%	-227	-16.2%	Construction, O&M and Reinv.
5 Public Operation with Private Investment	0	2,126	Public	Annuity	Public	Annuity to Private	239.95	1,951	-41.4%	-571	-28.1%	Construction and Reinv.

出典：調査団



出典：調査団

図 18.2 正の VFM を達成する閾値

### 18.5.10 財務分析結果のインプリケーション

- ・ 主に高い建設費と抑制された運賃水準により、事業 FIRR はマイナス 7.21% と推計され、WACC（2.44%）と比較して事業は財務的にフィージブルでないと評価される。
- ・ 現在、政府はメトロ事業の運賃設定を予め定める制度を有しておらず、事業の長期的な財務的持続性が確保されていない。事業を健全に運営するためには政府補助金の投入が不可欠である。
- ・ 建設費・再投資費用に係るメトロ公社への補助金および円借款返済といった、政府が財政負担するライフサイクルコスト（LCC）の現在価値は、合計 13.80 億ドルと推計される。
- ・ PPP により民間事業者が事業参画する場合に、政府がバリューフォーマネー（VFM）を得るためには、政府より高い民間企業の資本コストを賄う以上の効率化（コスト・収入）が民間参画により実現される必要がある。VFM のために必要な効率性の推計結果からは、事業の建設費すべてを民間投資で調達するスキーム（BOT/BTO 方式及び民設公営スキーム）は極端に高度な効率性が民間に求められるために、実現可能性がないと考えられる。財務的なフィージビリティという観点で、VFM 達成のためには、政府が初期投資を負担するコンセッション方式が、より蓋然性の高いスキームである。

表 18.53 コンセッション方式（Fare-based）のキャッシュ・フロー予測

All Values in Nominal Price	Year	2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051																																							
		TOTAL	UNIT	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<b>I. CONCESSIONAIRE SPC</b>																																									
<b>1. PRO-FORMA CASH FLOW STATEMENT</b>																																									
<b>OPERATING CASH FLOW</b>																																									
611 USD million											1	3	4	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	32	34	36	40	42	45	47	50	55	
Passenger Fare (Yearly Adj)	3,135 USD million										57	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	98	101	105	109	113	118	122	127	132	137	142	147	153	158	164	170	
Non-fare Revenue	94 USD million										2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5		
Operation and Maintenance	-2,299 USD million										-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107	
Concession Fee	USD million 9.33 per year										-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9			
Income Tax	-39 USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>INVESTING CASH FLOW</b>	<b>-320 USD million</b>										0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	-19	429	
Reinvestment and Additional Investment	-320 USD million										0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	-19	429	
<b>NET CASH FLOW (Before Financing)</b>	<b>291 USD million</b>										1	3	4	-15	2	3	4	-47	-11	8	9	10	12	-5	15	17	19	21	23	25	-389	32	34	-175	40	42	45	47	32	485	
Net Present Value at WACC	0 USD million																																								
<b>2. PRO-FORMA INCOME STATEMENT</b>																																									
<b>REVENUE</b>	<b>3,229 USD million</b>										58	61	63	66	69	71	74	77	80	83	87	90	93	97	101	104	108	113	117	121	126	131	136	141	146	152	157	163	169	175	
Passenger Fare (Yearly Adjustment)	3,135 USD million										57	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	98	101	105	109	113	118	122	127	132	137	142	147	153	158	164	170	
Non-fare Revenue	94 USD million										2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5		
<b>COST</b>	<b>-2,999 USD million</b>										-57	-58	-59	-65	-68	-69	-71	-72	-76	-78	-80	-82	-83	-85	-88	-89	-91	-93	-95	-97	-99	-122	-125	-128	-139	-141	-144	-147	-149		
Operation and Maintenance Cost	-2,299 USD million										-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107	
Concession Fee	-280 USD million										-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9		
Depreciation	-320 USD million										0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4			
<b>PROFIT BEFORE INCOME TAX</b>	<b>330 USD million</b>										1	3	4	1	2	4	5	4	-3	7	8	10	12	13	15	17	20	22	24	27	8	11	13	7	10	11	6	9	12	14	18
Income Tax	-39 USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-1	-1	-2	-1	-1		
<b>NET PROFIT AFTER TAX</b>	<b>291 USD million</b>										1	3	4	1	2	3	5	4	5	6	7	9	10	11	13	15	17	19	21	23	7	10	11	6	9	12	14	18	22		
<b>3. PRO-FORMA BALANCE SHEET</b>																																									
<b>ASSETS</b>																																									
Cash and Cash Equivalents	USD million										1	4	8	9	10	12	16	21	24	29	35	42	51	61	73	86	101	118	137	159	182	189	199	210	216	226	237	252	269	291	
Fixed Assets (Net)	USD million										0	0	0	16	15	14	14	66	80	77	74	71	67	62	59	75	71	67	63	59	472	447	423	609	576	543	510	476	462	0	
Fixed Assets	USD million										0	0	0	16	16	16	16	68	85	85	85	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103		
Accumulated Depreciation	USD million										0	0	0	-1	-2	-3	-5	-8	-11	-14	-17	-21	-24	-28	-32	-36	-40	-44	-48	-72	-97	-122	-155	-188	-221	-254	-287	-320			
<b>LIABILITIES AND EQUITY</b>	<b>USD million</b>										1	4	8	9	10	12	16	21	24	29	35	42	51	61	73	86	101	118	137	159	182	189	199	210	216	226	237	252	269	291	
Equity	USD million										1	4	8	9	10	12	16	21	24	29	35	42	51	61	73	86	101	118	137	159	182	189	199	210	216	226	237	252	269	291	
Retained Earnings	USD million										1	4	8	9	10	12	16	21	24	29	35	42	51	61	73	86	101	118	137	159	182	189	199	210	216	226	237	252	269	291	
<b>II. METRO DE PANAMA, S.A. CASH FLOW</b>																																									
<b>1. COST</b>																																									
Construction	-2,126 USD million										-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202																								
Reinvestment and Additional Investment	-429 USD million																																								
<b>TOTAL COST</b>	<b>-2,556 USD million</b>										-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-429
<b>2. REVENUE</b>																																									
Concession Fee	280 USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
<b>TOTAL REVENUE</b>	<b>280 USD million</b>										0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
<b>3. FINANCING</b>																																									
Subsidy on Construction	2,126 USD million										7	31	312	528	532	514	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subsidy on Reinvestment and Additional Investment	429 USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>TOTAL GOVERNMENT SUBSIDY</b>	<b>2,556 USD million</b>										7	31	312	528	532	514	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429
<b>4. PROFIT TRANSFER</b>	<b>-280 USD million</b>										0	0	0	0	0	0	0	0	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
<b>5. NET CASH FLOW</b>	<b>0 USD million</b>										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>III. GOVERNMENT OF PANAMA</b>																																									
<b>1. SUBSIDY TO METRO DE PANAMA, S.A.</b>																																									
Construction	-2,126 USD million										-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reinvestment and Additional Investment	-429 USD million					</																																			

表 18.54 コンセッション方式 (Annuity-based) のキャッシュ・フロー予測

All Values in Nominal Price		Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051			
TOTAL	UNIT		-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
<b>I. CONCESSIONAIRE SPC</b>																																										
<b>1. PRO-FORMA CASH FLOW STATEMENT</b>																																										
<b>OPERATING CASH FLOW</b>																																										
Annuity	USD million	78.64 per year									31	30	29	23	21	18	17	15	14	12	10	9	7	6	4	3	1	-1	-3	-5	-7	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-26	-28	-28		
Operation and Maintenance	USD million										-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107		
Income Tax	USD million										0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>INVESTING CASH FLOW</b>											0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	-19	429
Reinvestment and Additional Investment	USD million										0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	-19	429
<b>NET CASH FLOW (Before Financing)</b>											31	30	29	7	21	18	17	-37	-3	12	10	9	7	-13	4	3	1	-1	-3	-5	-7	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-26	-28	-28		
Net Present Value at WACC		7.46%									0																															
<b>2. PRO-FORMA INCOME STATEMENT</b>																																										
<b>REVENUE</b>																																										
Annuity	USD million										79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	
<b>COST</b>											-48	-49	-50	-56	-58	-60	-61	-63	-67	-69	-71	-72	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-90	-113	-115	-118	-129	-132	-135	-137	-140	-140		
Operation and Maintenance Cost	USD million										-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107		
Depreciation	USD million										0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-23	-26	-28	
<b>PROFIT BEFORE INCOME TAX</b>											31	30	29	23	20	19	17	16	12	10	8	6	5	3	0	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-17	-20	-23	-26	-28	-33	-33	-33		
Income Tax	USD million										0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>NET PROFIT AFTER TAX</b>											31	30	29	23	20	18	16	15	11	9	7	6	4	2	0	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-17	-20	-23	-26	-28	-33	-33	-33		
<b>3. PRO-FORMA BALANCE SHEET</b>																																										
<b>ASSETS</b>																																										
Cash and Cash Equivalents	USD million										31	61	90	112	133	151	167	182	193	202	209	215	219	221	222	220	217	212	205	196	185	150	114	74	23	-30	-86	-145	-206	-268		
Fixed Assets (Net)	USD million										0	0	0	16	15	14	14	66	80	77	74	71	67	62	59	75	71	67	63	59	472	447	423	609	576	543	510	476	462	0		
Fixed Assets	USD million										0	0	0	16	16	16	68	85	85	85	85	85	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103		
Accumulated Depreciation	USD million										0	0	0	0	-1	-1	-2	-3	-5	-8	-11	-14	-17	-21	-24	-28	-32	-36	-40	-44	-48	-52	-57	-62	-67	-73	-79	-85	-91	-96		
<b>LIABILITIES AND EQUITY</b>											31	61	90	112	133	151	167	182	193	202	209	215	219	221	222	220	217	212	205	196	185	150	114	74	23	-30	-86	-145	-206	-268		
Equity	USD million										31	61	90	112	133	151	167	182	193	202	209	215	219	221	222	220	217	212	205	196	185	150	114	74	23	-30	-86	-145	-206	-268		
Retained Earnings	USD million										31	61	90	112	133	151	167	182	193	202	209	215	219	221	222	220	217	212	205	196	185	150	114	74	23	-30	-86	-145	-206	-268		
<b>II. METRO DE PANAMA, S.A. CASH FLOW</b>																																										
<b>1. COST</b>																																										
Construction	USD million										-2,126																															
Reinvestment and Additional Investment	USD million										-429																															
Annuity Payment	USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79		
<b>TOTAL COST</b>											-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202			-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-508		
<b>2. REVENUE</b>																																										
Passenger Fare (Yearly Adjustment)	USD million										3,135	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	98	101	105	109	113	118	122	127	132	137	142	147	153	158	164	170		
Non-fare Revenue	3% of Fare Revenue										94	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
<b>TOTAL REVENUE</b>											3,229	61	63	66	69	71	74	77	80	83	87	90	93	97	101	104	108	113	117	121	126	131	136	141	146	152	157	163	169	175		
<b>3. FINANCING</b>																																										
Subsidy on Construction	USD million										7	31	312	528	532	514	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subsidy on Reinvestment and Additional Investment	USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subsidy on Operational Expense	USD million										0	0	0	0	0	0	0	20	18	15	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL GOVERNMENT SUBSIDY</b>											7	31	312	528	532	514	202	20	18	15	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>4. PROFIT TRANSFER</b>											0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>5. NET CASH FLOW</b>											0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>III. GOVERNMENT OF PANAMA</b>																																										
<b>1. SUBSIDY TO METRO DE PANAMA, S.A.</b>																																										
Construction	USD million										-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Reinvestment and Additional Investment	USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Operational Expense	USD million										0	0	0	0	0	0	0	0	-20	-18	-15	-13	-10	-7	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>TOTAL SUBSIDY</b>											-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	-20	-18	-15	-13	-10	-7	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>2. JICA ODA LOAN (FRONT END FEE)</b>																																										
Front End Fee	70% Case	3.30%									-49																															
<b>3. JICA ODA LOAN (CONSULTING SERVICES)</b>																																										
Beginning Balance	USD million										0	5	12	28	46	60	74	87	87	87	82	77	73	68	63	58	53	48	44	39	34	29	24	19	15	10	5	0				
Loan Disbursements	USD million										87	7	16	18	15	14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Repayment	USD million										0	0	0	0	0	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5			
Ending Balance	USD million										5	12	28	46	60	74	87	87	82	77	73	68	63	58	53	48	44	39	34	29	24	19	15	10	5	0	0	0				
Interest Payment	USD million										0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-3																							





表 18.57 上下分離方式 (Annuity-based) のキャッシュ・フロー予測

All Values in Nominal Price		Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051		
		TOTAL	UNIT	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<b>I. CONCESSIONAIRE SPC</b>																																									
<b>1. PRO-FORMA CASH FLOW STATEMENT</b>																																									
<b>OPERATING CASH FLOW</b>																																									
Revenue	USD million	165.35	per year	2,485	0	0	0	0	0	0	113	112	111	100	99	98	96	95	93	92	90	89	88	86	85	83	81	80	78	76	72	73	71	68	65	63	60	58	56	56	
Annually	USD million			0	0	0	0	0	0	0	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Operation and Maintenance	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107	
Income Tax	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-5	-5	-5	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	
INVESTING CASH FLOW	USD million			0	0	-68	-207	-225	-233	-96	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	0	-19	429
Construction	USD million			0	0	-68	-207	-225	-233	-96	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	-417	0	0	-211	0	0	0	0	0	0	-19	429
Reinvestment and Additional Investment	USD million			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET CASH FLOW (Before Financing)	USD million			0	0	-68	-207	-225	-233	-96	113	112	111	84	99	98	96	95	93	92	90	89	88	86	85	83	81	80	78	76	-344	73	71	-143	65	63	60	58	57	49	429
Net Present Value at WACC	USD million	7.46%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>2. PRO-FORMA INCOME STATEMENT</b>																																									
<b>REVENUE</b>																																									
Revenue	USD million			0	0	0	0	0	0	0	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	
Annually	USD million			0	0	0	0	0	0	0	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
<b>COST</b>																																									
Operation and Maintenance Cost	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	-83	-84	-85	-91	-94	-95	-97	-98	-102	-105	-106	-108	-109	-111	-114	-115	-117	-119	-121	-123	-110	-134	-136	-139	-133	-135	-138	-141	-143	-144
Depreciation	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107	
PROFIT BEFORE INCOME TAX	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	82	81	80	74	72	70	69	67	63	61	59	58	56	54	52	50	48	46	44	42	55	32	30	27	33	30	27	24	22	22
Income Tax	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-5	-5	-5	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	
NET PROFIT AFTER TAX	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	77	76	75	65	63	61	60	59	55	53	52	51	49	47	45	44	42	40	39	37	48	28	26	23	28	26	24	21	19	19
<b>3. PRO-FORMA BALANCE SHEET</b>																																									
<b>ASSETS</b>																																									
Cash and Cash Equivalents	USD million			0	0	0	0	0	0	-17	60	136	211	276	339	400	460	519	574	627	679	730	779	826	871	915	957	998	1,037	1,073	1,121	1,149	1,175	1,198	1,227	1,253	1,277	1,298	1,317	1,336	
Fixed Assets (Net)	USD million			0	68	275	500	733	812	776	741	705	686	650	614	578	594	573	534	496	457	418	398	359	319	280	241	201	162	554	509	464	630	593	557	520	483	466	0		
Fixed Assets	USD million			0	68	275	500	733	829	829	829	829	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	845	
Accumulated Depreciation	USD million			0	0	0	0	0	0	-17	-52	-88	-123	-159	-195	-231	-267	-303	-341	-380	-418	-457	-495	-534	-573	-613	-652	-691	-731	-770	-794	-839	-885	-930	-966	-1,009	-1,039	-1,076	-1,112	-1,149	
LIABILITIES AND EQUITY	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	60	136	211	276	339	400	460	519	574	627	679	730	779	826	871	915	957	998	1,037	1,073	1,121	1,149	1,175	1,198	1,227	1,253	1,277	1,298	1,317	1,336
Equity	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	60	136	211	276	339	400	460	519	574	627	679	730	779	826	871	915	957	998	1,037	1,073	1,121	1,149	1,175	1,198	1,227	1,253	1,277	1,298	1,317	1,336
Retained Earnings	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-17	60	136	211	276	339	400	460	519	574	627	679	730	779	826	871	915	957	998	1,037	1,073	1,121	1,149	1,175	1,198	1,227	1,253	1,277	1,298	1,317	1,336
<b>II. METRO DE PANAMA, S.A. CASH FLOW</b>																																									
<b>1. COST</b>																																									
Construction	USD million			-7	-31	-244	-322	-307	-281	-106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reinvestment and Additional Investment	USD million			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Annually Payment	USD million			0	0	0	0	0	0	0	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165
TOTAL COST	USD million			-7	-31	-244	-322	-307	-281	-106	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	-165	
<b>2. REVENUE</b>																																									
Passenger Fare (Yearly Adjustment)	USD million			3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	3,135	
Non-fare Revenue	USD million			94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	
TOTAL REVENUE	USD million			3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229		
<b>3. FINANCING</b>																																									
Subsidy on Construction	USD million			7	31	244	322	307	281	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subsidy on Reinvestment and Additional Investment	USD million			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subsidy on Operation	USD million			0	0	0	0	0	0	0	107	105	102	99	97	94	91	88	85	82	79	76	72	68	65	61	57	53	48	44											



表 18.58 民間投資・公共運営（民設公営）のキャッシュ・フロー予測

All Values in Nominal Price			Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051		
			TOTAL	UNIT	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<b>I. CONCESSIONAIRE SPC</b>																																										
<b>1. PRO-FORMA CASH FLOW STATEMENT</b>																																										
<b>OPERATING CASH FLOW</b>																																										
Revenue	USD million	239.95 per year	6,632	0	0	0	0	0	0	0	230	230	230	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220		
Annully	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	
Income Tax	USD million		-566	0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	
INVESTING CASH FLOW	USD million		-2,446	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	429
Construction	USD million		-2,126	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	0	0	0	-16	0	0	0	-52	-17	0	0	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	429	
Reinvestment and Additional Investment	USD million		-320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	429	
NET CASH FLOW (Before Financing)	USD million		4,186	-7	-31	-312	-528	-532	-514	-202	230	230	230	204	220	220	220	168	203	220	220	220	220	220	202	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	201	649	
Net Present Value at WACC	USD million	7.46%	0																																							
<b>2. PRO-FORMA INCOME STATEMENT</b>																																										
<b>REVENUE</b>																																										
Revenue	USD million		7,198	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	
Annully	USD million		7,198	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	
COST	USD million		-2,446	0	0	0	0	0	0	-17	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-81	-82	-82	-82	-82	-82	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-80	-80
Depreciation	USD million		-2,446	0	0	0	0	0	0	-17	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-81	-82	-82	-82	-82	-82	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-80	-80
PROFIT BEFORE INCOME TAX	USD million		4,752	0	0	0	0	0	0	-17	161	161	161	161	161	161	161	161	159	158	158	158	158	158	157	157	157	157	157	172	152	152	152	160	160	160	160	160	160	160		
Income Tax	USD million		-566	0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	
NET PROFIT AFTER TAX	USD million		4,186	0	0	0	0	0	0	-17	151	151	151	141	141	141	141	141	139	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	
<b>3. PRO-FORMA BALANCE SHEET</b>																																										
<b>ASSETS</b>																																										
Cash and Cash Equivalents	USD million		0	0	0	0	0	0	0	-17	134	285	436	578	718	859	999	1,140	1,279	1,417	1,555	1,694	1,832	1,970	2,108	2,246	2,384	2,521	2,659	2,797	2,948	3,080	3,213	3,345	3,486	3,626	3,766	3,906	4,046	4,186		
Fixed Assets (Net)	USD million		7	38	350	878	1,410	1,924	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126		
LIABILITIES AND EQUITY	USD million		0	0	0	0	0	0	0	-17	134	285	436	578	718	859	999	1,140	1,279	1,417	1,555	1,694	1,832	1,970	2,108	2,246	2,384	2,521	2,659	2,797	2,948	3,080	3,213	3,345	3,486	3,626	3,766	3,906	4,046	4,186		
Equity	USD million		0	0	0	0	0	0	0	-17	134	285	436	578	718	859	999	1,140	1,279	1,417	1,555	1,694	1,832	1,970	2,108	2,246	2,384	2,521	2,659	2,797	2,948	3,080	3,213	3,345	3,486	3,626	3,766	3,906	4,046	4,186		
Retained Earnings	USD million		0	0	0	0	0	0	0	-17	134	285	436	578	718	859	999	1,140	1,279	1,417	1,555	1,694	1,832	1,970	2,108	2,246	2,384	2,521	2,659	2,797	2,948	3,080	3,213	3,345	3,486	3,626	3,766	3,906	4,046	4,186		
<b>II. METRO DE PANAMA, S.A. CASH FLOW</b>																																										
<b>1. COST</b>																																										
Construction	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reinvestment and Additional Investment	USD million		-429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-429	
Operation and Maintenance	USD million		-2,299	0	0	0	0	0	0	-48	-49	-50	-56	-58	-59	-61	-62	-64	-66	-67	-69	-71	-73	-74	-76	-78	-80	-82	-84	-86	-88	-91	-94	-96	-99	-101	-104	-107	-107			
Annully Payment	USD million		-7,198	0	0	0	0	0	0	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240		
TOTAL COST	USD million		-9,927	0	0	0	0	0	0	-288	-289	-290	-296	-298	-299	-301	-302	-304	-306	-307	-309	-311	-313	-314	-316	-318	-320	-322	-324	-326	-328	-331	-334	-336	-339	-341	-344	-347	-350	-353		
<b>2. REVENUE</b>																																										
Passenger Fare (Yearly Adjustment)	USD million		3,135	0	0	0	0	0	0	57	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	98	101	105	109	113	118	122	127	132	137	142	147	153	158	164	170			
Non-fare Revenue	USD million	3% of Fare Revenue	94	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
TOTAL REVENUE	USD million		3,229	0	0	0	0	0	0	59	61	64	66	69	71	74	77	80	83	87	90	93	97	101	104	108	113	117	121	126	131	136	141	146	152	157	163	169	175			
<b>3. FINANCING</b>																																										
Subsidy on Construction	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subsidy on Reinvestment and Additional Investment	USD million		429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429		
Subsidy on Operation	USD million		6,269	0	0	0	0	0	0	229	228	226	230	229	228	226	225	224	223	221	219	217	216	214	212	209	207	205	203	200	198	195	193	190	187	184	181	178	172			
TOTAL GOVERNMENT SUBSIDY	USD million		6,698	0	0	0	0	0	0	229	228	226	230	229	228	226	225	224	223	221	219	217	216	214	212	209	207	205	203	200	198	195	193	190	187	184	181	178	172			
4. PROFIT TRANSFER	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5. NET CASH FLOW	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>III. GOVERNMENT OF PANAMA</b>																																										
<b>1. SUBSIDY TO METRO DE PANAMA, S.A.</b>																																										
Construction	USD million		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Reinvestment and Additional Investment	USD million		-429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-429		
Operation	USD million		-6,269	0	0	0	0	0	0	-229	-228	-226	-230	-229	-228	-226	-225	-224	-223	-221	-219	-217	-216	-214	-212	-209	-207	-205	-203	-200	-198	-195	-193	-190	-187	-184	-181	-178</				

## 第19章 環境社会配慮

### 19.1 導入

メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業は環境及び社会に様々な正と負の影響を与えると考えられる。それらのうち負の影響を予防、緩和、最小化、補償するために、環境社会影響評価（EIA）を実施し、並行して戦略的住民移転計画（SRAP）が策定された。同時に、本調査期間を通じて、その他の環境社会配慮に関連する様々な調査を実施した。

本章では、EIA、SRAP、及びその他の環境社会配慮に関する活動の結果をまとめる。

### 19.2 環境社会配慮に関する法制度

#### 19.2.1 パナマにおける環境社会配慮に関する法制度

パナマ憲法及び法第41号（1998年7月1日）（以下、「環境法」）は、政府が環境を保護・保全し、回復する義務があることを定める。

環境法は、環境に関する責任機関として環境庁（ANAM）を設立した。また同法は、全ての事業主体（公的事业、民間事業）が事業開始前にEIAを実施する義務を課す。

表19.1は、環境社会配慮に関する主な法令を示す。

表 19.1 パナマにおける環境社会配慮に関する主な法令

法令名	主な内容
法律第41号（1998年7月1日）「環境法」	環境庁（ANAM）を設立。同機関がEIA調査の審査を行う義務を規定。事業のカテゴリ分類の基準を規定。
法令第123号（2009年10月14日）、法令155号（2011年8月5日）にて改訂	EIAプロセスの主な枠組みに関する規程。
法律第1号（1994年2月3日）	森林管理に関する規程。
決議AG-0235号（2003年）	森林・低木・草地伐採に対する補償費に関する規程。
法令第1号（2004年1月15日）	住宅地区及び工業地区の騒音基準値に関する規程。
法令第58号（2009年3月16日）	環境基準及び排出量基準に関する規程。
決議AG-0051号（2008年）	貴重種及び絶滅種に関する規程。
法令第2号（2009年1月14日）	土質基準値に関する規程。
技術決議DGNTI39号（2000年）	地表水及び地下水への液体物排出に関する規程。
決議AG-0026（2002年）	廃液の種類とそれぞれの順守基準を規定。
決議AG-0466（2002年）	工業廃水及び家庭排水の許可に関する規程。
法律第35号（1966年9月22日）	水利用法。
技術決議DGNTI-COPANIT 43（2001年）	化学物質により汚染された大気の工業衛生安全管理に関する規程。
技術決議DGNTI-COPANIT 45（2000年）	振動に関する工業衛生安全管理に関する規程。
決議506号（1999年10月6日）、技術決議DGNTI-COPANIT 44（2000年）	騒音に関する工業衛生安全管理に関する規程。
決議第306号（2002年9月4日）、決議	公共地、住宅環境、労働環境における騒音に関する

法令名	主な内容
第1号（2004年1月15日）にて改訂	る規程。
決議第38号（2009年6月3日）	車輛からの排気を規定。
労働法	労働者の安全及び衛生に関する規程。
法律第6号（2007年1月11日）	炭化水素/合成物質を含む排出物の管理基準を規程。
法律第66号（1947年11月10日）	衛生法。
法律第21号（1997年7月2日）	パナマ運河区域の土地利用計画、保護計画、開発計画に関する規程。
法律第14号（1983年5月5日）、法律第58号（2003年8月7日）により改訂	歴史的・考古学的建造物の保護に関する規程。
決議 AG-0363（2005年）	歴史的建造物を、事業実施の影響から保護する方法に関する規程。
パナマ憲法第48条	公共便益のための政府による用地取得を認め、その手続きは法的手段をとり、補償費は前もって支払われることを規定。
法律第22号（2006年6月27日）	不動産の査定は MEF 及び政府会計局（CGP）が実施することを規定。
民法（第5章）	用地幅（ROW）の使用に関する規程。

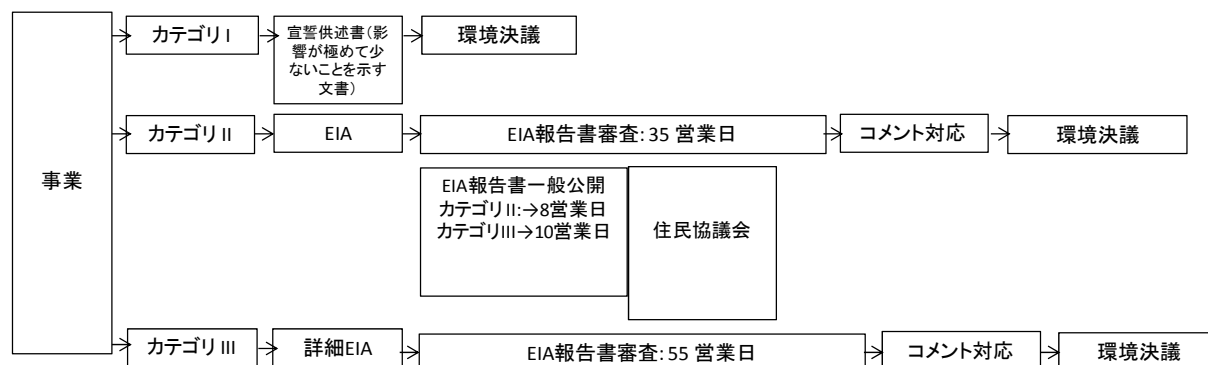
出典：調査団

### 19.2.2 環境決議

法令第123号第3項（2009年8月4日）によると、事業実施主体は事業開始前に EIA 審査プロセスを実施し、環境庁が発行する環境決議を取得する必要がある。なお、カテゴリに応じて環境決議を取得するためのプロセスは異なる。

事業実施主体はスクリーニングを実施し、法制第123号に基づき、事業をカテゴリ I、II、III に分類する。環境及び社会への負の影響がないもしくは軽微である事業はカテゴリ I に、環境及び社会へ部分的に顕著な負の影響を与えるが容易な方法でその影響を排除もしくは緩和できる事業はカテゴリ II に、環境及び社会に累積的・相乗的な負の影響を与えるため詳細な分析が必要な事業はカテゴリ III に分類される。

図 19.1 は、各カテゴリの事業実施主体が実施するプロセスを示す。EIA プロセスにおいて、カテゴリ II もしくは III の事業実施主体は、EIA 報告書を公開し、住民協議会を開催する義務を負う。



出典：調査団

図 19.1 環境決議取得のプロセス

### 19.2.3 JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年）

JICA が実施する全ての案件は、JICA 環境社会配慮ガイドライン（以下、「JICA ガイドライン」）に沿って実施される。同ガイドラインは、環境社会配慮を行うのは援助受け入れ国の責任であると示す。同ガイドラインは、1) 相手国等に対し、適切な環境社会配慮の実施を促し、2) JICA が行う環境社会配慮支援・確認の適切な実施を確保するために使用される。

JICA は、プロジェクトをその概要、規模、立地等を勘案して、4つのカテゴリに分類する。環境や社会への重大で望ましくない影響の可能性を持つプロジェクトはカテゴリ A、環境や社会への望ましくない影響がカテゴリ A に比して小さいと考えられるプロジェクトはカテゴリ B、環境や社会への望ましくない影響が最小限あるいはほとんどないと考えられるプロジェクトはカテゴリ C、JICA の融資等が金融仲介者等に対して実施され、融資承諾前にサブプロジェクトが特定できない場合であり、かつ、そのサブプロジェクトが環境及び社会へ影響を与えることが想定される場合は、カテゴリ FI に分類される。

### 19.2.4 主な関係機関

メトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業の事業実施主体は、メトロ庁（SMP）である。メトロ庁は、パナマ法令及び JICA ガイドラインに沿って EIA 審査プロセスを行い、事業開始前までに環境決議を取得する責任がある。メトロ庁はさらに、環境決議が要求するその他の許可も取得する必要がある。

環境庁は、EIA 報告書の審査及び環境決議の発行を行う。事業に関係する各省庁その他の機関の環境ユニット（UAS）<sup>1</sup>も EIA 報告書の審査を行う。

運河庁（ACP）は、事業対象地の一部でもあり法律第 21 号（1997 年）で規定されるパナマ運河周辺の土地利用を管理する。メトロ庁は、運河庁に対して EIA のベースライン調査のためや、建設期間に運河周辺の土地に入ることについての許可を申請する必要がある。また、パナマ運河は国家にとって重要な区域であるため、ACP は強い権限を有す。

## 19.3 プロジェクトのカテゴリ分類

### 19.3.1 パナマ法制度に基づくカテゴリ分類

パナマでは、事業のカテゴリ分類は事業実施主体自身が行う。メトロ庁等ステークホルダーとの協議に基づき、メトロ 3 号線事業（モノレール）と第 4 パナマ運河橋事業（モノレールと並走する道路橋及びオマール・トリホス交差点改良工事）は事業の性質が異なる事を主な理由として、それぞれ別の事業としてカテゴリ分類が行われた。

メトロ庁はメトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業を共に、カテゴリ III に分類した。従ってメトロ庁はそれぞれの事業について、詳細 EIA を実施し、環境決議をそれぞれ取得する必要がある。

### 19.3.2 JICA ガイドラインに基づくカテゴリ分類

本準備調査は、JICA によりカテゴリ A に当初（メトロ 3 号線事業のみ）分類されていた。調査を進める中で、第 4 パナマ運河橋事業が追加されてスコープが拡大され、またモー

<sup>1</sup> UAS (Unidad Ambiental Sectorial) は各省庁や市町村役場にある部署であり、EIA 報告書を審査し、環境庁にコメントを提出する。

ドがモノレールに決定し、事業規模が決定した。その結果、入手可能な資料や情報に基づき、JICAは本事業（メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業）のカテゴリをBに変更した（2013年12月）。

JICAガイドラインに従うと、調査団はカテゴリBプロジェクトに対してはIEEを実施し、その結果を踏まえた報告書を作成することが求められる。しかしながら、本事業はパナマ法令に則ると、詳細EIA実施が求められるカテゴリIIIに分類されたため、調査団はメトロ庁を支援するため詳細EIA（及びSRAP策定に係る調査）を実施した。

## 19.4 住民参加

EIA及びSRAP作成初期段階において策定した住民協議・公開計画（Public Consultation and Disclosure Plan（PCDP））に基づき、本事業に関する情報を初期段階から公開するとともに、各ステークホルダー、事業対象地の住民、交通セクター等の意見を随時収集した。法令第123号に定められる住民参加は、EIA報告書の審査段階で住民協議会（Public forum）を1回実施することが求められる。しかしながら、本事業では類似事業であるメトロ1号線事業での経験に基づき、その最低限の要件に加えて、様々なステークホルダーや住民参加の活動を実施した。

住民参加活動の目的は、以下の通りである。

- ・ 多様なステークホルダー、事業により影響を受ける家族や経済ユニットを確認する。
- ・ 事業内容、事業により引き起こされる社会及び環境への潜在的な影響とその緩和方法といった情報を市民に提供する。
- ・ 事業に関する情報を共有するためのメカニズムを構築する。
- ・ 各ステークホルダーが事業に対する懸念や意見を表明する機会を提供し、それをEIA及びSRAP策定の過程、事業の建設・運営期間を通じて考慮に入れる。
- ・ 地元住民との良い関係を構築する。

本調査で実施した住民参加のメカニズムは以下の通りである。

- ・ アンケート調査（メトロ3号線事業：300サンプル、第4パナマ運河橋事業：164サンプル）
- ・ ステークホルダーへのインタビュー（政治・政府セクター、経済セクター、社会・文化セクター、環境セクター、住民のリーダー）
- ・ フォーカス・グループ・ディスカッション（バス・タクシーを利用する女性、交通セクター（バス、タクシー、ピラタス）、商業セクター、学生、住民代表等）
- ・ 住民説明会
- ・ パブリック・ビジット（パンフレットの配布）
- ・ 住民協議会

### 19.4.1 住民参加に係る活動実績

表19.2は住民参加にかかる活動実績である。EIA及びSRAP策定プロセスで実施された住民参加に係る活動の記録（議事録、写真、出席者リスト）は、EIA報告書に添付されている。

表 19.2 住民参加に係る活動実績

日時		場所	形式	参加者数	事業名
2014/02/17	16:00-17:30	ラス・アメリカス特別大学（アルブルック）	フォーカス・グループ・ディスカッション（女性）	7	メトロ3号線
2014/02/18	14:30-16:10	ラス・アメリカス特別大学（アルブルック）	フォーカス・グループ・ディスカッション（大学生）	8（*1）	メトロ3号線
2014/02/18	10:00-11:30	ラス・アメリカス特別大学（アルブルック）	フォーカス・グループ・ディスカッション（交通セクター）	2（*2）	メトロ3号線
2014/02/19	17:30-20:00	ラス・アメリカス特別大学（アルブルック）	ステーキホルダー・ミーティング	21	メトロ3号線
2014/02/20	17:00-18:30	エル・ディアマンテ、ブルンガ	フォーカス・グループ・ディスカッション（ブルンカ地区の住民代表、労働者）	10	メトロ3号線
2014/03/16	9:30-11:00	スーパーSuper Xtra（アライハン）	パンフレット配布（約3,000部）	-	メトロ3号線
2014/03/17	10:00-11:30	パナマ海洋大学（ラ・ボカ）	フォーカス・グループ・ディスカッション（交通セクター）	6	メトロ3号線
2014/03/19	16:30-19:20	パナマ海洋大学（ラ・ボカ）	住民説明会	28	メトロ3号線
2014/03/19	19:30-20:30	パナマ海洋大学（ラ・ボカ）	ステーキホルダー・ミーティング	16	メトロ3号線
2014/03/20	17:00-18:00	パナマ海洋大学講堂（ラ・ボカ）	住民説明会	2（*3）	第4パナマ運河橋
2014/03/21	15:00-16:10	アライハン市体育館（レグロ・サンチェス・ジム）	フォーカス・グループ・ディスカッション（住民組織代表、アライハン市長・市役所職員）	12（*4）	メトロ3号線
2014/03/21	16:30-18:00	アライハン市体育館（レグロ・サンチェス・ジム）	住民説明会	25	メトロ3号線
2014/03/22	10:30-12:00	ラ・ボカ（アメリカ橋付近）	ステーキホルダー・ミーティング（零細漁業セクター）	37	第4パナマ運河橋
2014/03/22	13:00-13:30	アルブックモール	パンフレット配布（約1,000部）	-	メトロ3号線/ 第4パナマ運河橋
2014/05/09	16:45-19:00	パナマ海洋大学講堂（ラ・ボカ）	住民説明会	84	第4パナマ運河橋
2014年8月（予定）			住民協議会	-	メトロ3号線
2014年8月（予定）			住民協議会	-	第4パナマ運河橋

(\*1): 23名の学生が集まったが、フォーカス・グループ・ディスカッションの目的及び方法のため、内15名はオブザーバーとして参加した。

(\*2): 代替輸送（「ピラタス」）の2名のみが参加となったため、3月17日に延期された。

(\*3): 本住民説明会に招待した人の多くが前日3月19日の説明会に参加した。橋梁の形式及び工法の決定後、2014年5月9日に再度住民説明会を実施した。

(\*4): 23名の学生が集まったが、フォーカス・グループ・ディスカッションの目的及び方法のため、12名のみが議論に参加した。しかしながら、他の11名からもフォーカス・グループ・ディスカッション終了後、意見を収集した。

注: 2014年3月12日～19日の期間に、アライハン地区～アト・モンタニャ地区において、及びアルブルック地区～ラ・ボカ地区において、5,000部のパンフレット、住民説明会案内ビラを2,500枚、住民説明会開催を知らせるポスターを100枚配布した。2014年3月17日～22日に実施された各活動において、事業を紹介するパンフレットを参加者に配布した。3月24日～28日においては、アライハン地区の学校、保健所、コミュニティ・センターにおいて8,000部のパンフレットを配布した。

出典: 調査団

### (1) アンケート調査の結果

アンケート調査は、以下の項目についての意見収集のため実施した。

- 交通セクターが現在抱える問題点
- メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業に対する意見、及び事業によりもたらされると考えられる便益・影響

2014年1月～2014年3月の期間に、メトロ3号線事業の事業対象地において400サンプル、第4パナマ運河橋事業の事業対象地において164サンプルのアンケート調査を実施した。

メトロ3号線事業については、回答者の84%が事業への賛成を、3%が反対を表明した。第4パナマ運河橋事業については、回答者の98%が賛成を、1%が反対を表明した。

アンケート調査の結果によると、パナマとアライハンにおける交通セクターの主な問題点としては、バスの本数不足、質の悪いバスサービス、交通渋滞、交通管理が挙げられた。

アンケート回答者は、メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業は、交通サービスの質を向上し、地元住民の生活の質を改善し、国家経済に寄与し、地元における雇用を創出すると期待している。他方、事業による悪影響については、交通渋滞が一時的に悪化すること、環境への悪影響があること、水道や電気といった公共サービスに影響が出ること、が主に認識されている。

### (2) ステークホルダーへの聞き取り調査の結果

本調査の初期段階において、メトロ庁とJICA調査団にて、本調査におけるステークホルダーを確認した。次表の通り。

表 19.3 ステークホルダーリスト

タイプ	詳細
政治・政府関係者	ACP、パナマ海洋局、環境庁、国土局、航空局、パナマ水資源局（ARAP）、経済財務省、住宅省、公共事業省、交通運輸局、パナマ市役所、アライハン市役所、パナマ・パシフィコ・エージェンシー、4政党の代表
経済・商業関係者	Panama Ports、パナマ産業セクター労働組合、パナマ商工会議所、Panama Canal Railway Company、ビスタ・アレグレ運輸組合、タクシー運転手労働組合、建設会議所、運輸会議所（CANATRA）、ゼネコン会議所（SUNTRACS）、アルブルック・ターミナル、アライハンの大規模商業施設（スーパー・エクストラ、アライハン・モール、アト・モンタニャ住宅地）、アンコン地区の大規模商業セクター（アルブルックモール、ニコス・カフェ）、零細漁業関係者
社会・文化関係者	教会関係者、市民組織代表、大学関係者
環境分野関係者	環境関係 NGO（ANCON, Alianza para la Conservación y Desarrollo de Panamá, Fundación Natura, Mar Viva, Panamanglar）
住民代表	コミュニティ・リーダー

出典：調査団

メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業に関連する85人のステークホルダー（政治・政府関係者15名、経済・商業関係者27名、社会・文化関係者20名、環境分野関係者10名、コミュニティ・リーダー13名）に対して聞き取り調査を実施した。主な意見及び提言については、以下の通りである。

- 大半のステークホルダーが、本事業は国家的・社会的利益にかなったものであり、地元の住民に対して多大な便益をもたらすと答えた。事業は、交通状態を改善し、地元での雇用創出につながり、特に事業対象地の住民の生活の質を向上させ、国家経済活動を活性化すると期待されている。
- 事業の費用便益比が持続的であるべきであると述べるステークホルダーも数人確認された。同時に彼らは、増加する対外債務を懸念している。
- 多くのステークホルダーが、アライハンとラ・チョレラ間での交通渋滞を解消するために、メトロ3号線事業をラ・チョレラまで延長する方が良いと意見を述べた。ラ・チョレラの住民の多くが、毎日パナマ市まで通勤・通学している。
- 数人のステークホルダーから、動植物及び運河のオペレーションへの悪影響を懸念する声が上がった。彼らは、EIAといった必要な調査を全て実施し、全ての悪影響を緩和し、最小化するための環境管理計画を策定する必要性を強調した。
- あるステークホルダーからは、非合法であるピラタスを公式な交通システムに統合する提案がなされた。
- 事業について地元住民に十分に通知することにより、将来発生する可能性のある問題を防ぐことが提案された。また、地元の住民を雇用することや、事業を可能な限り早急に実施することが提案された。

### (3) フォーカス・グループ・ディスカッションの結果

フォーカス・グループ・ディスカッションは6人～12人を集め、特定のテーマについて自由に議論することにより、意見や意向を収集するための活動である。

本事業においては、合計4つのフォーカス・グループ・ディスカッションが行われた。議論は、メトロ3号線/第4パナマ運河橋事業についての情報を提供することなく開始し、議論後半で事業に関する情報が、パンフレットを用いて口頭にて簡単に提供された。議論は次の3点に絞られた。

- 1) 交通が現在抱える問題
- 2) メトロ3号線及び第4パナマ運河橋事業に対する意見
- 3) 既存の交通システムとメトロ3号線事業/第4パナマ運河橋事業をどのように統合することができるか

バス、メトロバス、タクシー利用者のディスカッションの結果によると、彼らは長時間かかる移動、移動中の問題（劣悪な運転マナー、座席不足、エアコン未設備）、高額な交通費（バスとタクシー、またはピラタスの利用）といった問題に悩まされている。彼らは、劣悪な交通システムにより、彼らの生活の質が脅されていると考えている。利用者の中には、メトロバスやバスよりも料金が高くてもピラタスをより好んで利用する者がいる。なぜなら、ピラタスを利用することにより移動時間を節約することができ、あるいはピラタスのみ運行しているルートがあるからである。ディスカッションの全ての参加者が、メトロ3号線及び第4パナマ運河橋事業に賛成を表明した。



交通セクター（交通サービス提供者）も、既存の交通サービスを廃止しないという条件において、メトロ3号線及び第4パナマ運河橋事業に賛成を表明した。彼らはまた、メトロと既存交通システムを統合するため、そしてアライハンの内部のルートを整備することにより小規模な交通サービス（タクシーやミニバス）が内部の住民を拾いメトロの駅まで輸送するための情報やアイデアを提供することにより本事業に貢献する姿勢を示した。

以下、4つのフォーカス・グループ・ディスカッションの要約は**付属資料 11-1**を参照。

#### (4) 住民説明会

住民説明会は、事業対象地の住民、勤務する人々、勉強する人々、活動する人々を招待し、事業の情報を提供し、住民からの質問への回答、意見を収集する活動である。

メトロ3号線事業について、2014年3月に運河東側及び西側で各1回の住民説明会が実施された。第4パナマ運河橋事業については、2014年5月にラ・ボカにおいて1回の住民説明会を実施した。これらの住民説明会の開催は、ポスター、コミュニティ・リーダーによる通達、電話、現地調査時における呼びかけにより、住民に通知された。

それぞれの住民説明会においては、SMPがパワーポイントを利用し事業についての説明を行い、質疑応答の時間が持たれた。表19.4は住民説明会で行われた質疑応答の主な結果である。

表 19.4 住民説明会における主な質疑応答

質問・意見	SMPによる回答
[プロジェクト対象地域の住民] なぜ、メトロ3号線のシステムが1号線と異なるのか	地形条件（勾配、半径）によるむずかしさである。我々は、メトロ3号線にかかるオプションのシステムを分析した。また、列車のメンテナンスについて検討している（加えて、システムの代替案分析結果も説明）。
[Diablo Heightsの住民] 我々は、メトロバスがバスの停留所を設置したことにより重大な交通渋滞が引き起こされたと考える。では、既存の道路上に新しい交通システムを構築する能力（キャパシティ）があるのか。メトロに関し、何か新しい構造の計画があるのか。	調査が実施されており、JICA調査チームがこれに関するシミュレーションを実施予定である。
[Diablo Heightsの住民] もし、フィージビリティ調査が未完であればなぜこのタイミングでEIAを実施しているのか。	プロジェクトが環境保護の面からも実行可能であると保証するために、調査のこの段階において、環境課題を考慮に入れておくのは非常に重要なことである。
[プロジェクト対象地域の住民] 駅の場所に関する幾つか質問。	地図で示し回答。
[Howardの住民] なぜ第4パナマ運河橋がアメリカ橋の南側ではなく北側へ架けられるのか。	新橋梁の設置場所について、ACPが代替案比較を実施した。彼らは、トンネルという選択肢を含む5つの代替手段を検討したが、北へのルートが最も実行可能であるとして、選ばれた。
[Quarry Heights (residential area) 住民代表] メトロ3号線の料金はどのくらいになるのか。	我々は、それについて、徹底的な調査を実施している。例えば、コスタ・リカにおけるケースについて調査した。我々は、区間ごとに料金設定をする予定で、全てのルートに対して同料金を設置する予定はない。

質問・意見	SMP による回答
<p>[Ancon の住民] 我々は、4年間続く工事の期間中の交通渋滞等を危惧している。また、我々の地域の動植物に対する負のインパクトについても心配である。</p>	<p>SMP は、多くの問題、特に交通マネジメントにかかる問題を抱えながらメトロ1号線事業を実施した。問題を抱えながらも、我々は、プロジェクトを成功裡に導いた。また、建設期間は4年間であることは明確にしておかなくてはならないが、あなた方の地域については4年より相当短い期間で終了予定である。</p>
<p>[Arraijan の住民と小売店オーナー] Ascanio Villalaz 通りが拡幅されると聞いたがそれは本当か。また、用地収用があるとも聞いた。当方は、アライハンにおける事業の線形付近に商店を有する。</p>	<p>Ascanio Villalaz 通りの拡幅計画はない。線形の大部分を、用地幅内に収め、影響を最小限にするよう調整している。 [ミーティングのモデレーター] 影響を受ける可能性のあるあなたの店についての詳細は後ほど我々にコンタクトしてください。</p>
<p>[住民] プロジェクトの一部に、空港に影響を与えるものがある。トンネルを掘る必要が生じるのを避けるため、滑走路を北へ移設することは検討したか。</p>	<p>我々は、その問題の解決方法を模索している。現在、交通と西部パナマへのアクセス改善のための交差点改良が検討されている。そのためには、3つのレベルに分かれたロータリーの設置が求められることになる。そのうちの一つは、橋へのアクセスを提供する。我々は、空港の滑走路を北へ移設することは問題解決にはならないと考えている。</p>
<p>[Ancon の住民] 住民の間では、彼らの生活の質にかかる心配事がある。我々は、工事期間中に我々の地域を建設重機が通過することは認めない。我々は、騒音やPM<sub>10</sub>について危惧している。また、該当地域について、安全計画の策定と実施が重要である。</p>	<p>[ミーティングのモデレーター] EIA では動植物や大気質、騒音や振動等全てのインパクトについて評価を実施している。あなた方の生活の質を悪化させないように、これらの影響を和らげるための緩和対策が計画される予定である。</p>
	
<p>2014年3月19日 パナマ海洋大学の講堂(*1)</p>	<p>2014年3月21日 アライハンの市営体育館 (Regulo Sanchez Gym) (*1)</p>
	
<p>2014年3月9日 パナマ海洋大学の講堂(*2)</p>	<p>プロジェクト対象地域提供のパムフレット</p>

出典：調査団、写真については (\*1) 調査団、(\*2) URS Holdings, Inc. (2014)

(5) パブリック・ビジット

パブリック・ビジットは、事業対象地で人の出入りが多い場所に事業を紹介するバナーを設置し、事業を紹介するパンフレットを配布し、住民からの質問に答え、意見を収集する活動である。

本事業については、運河東側の起点となるアルブルック・バス・ターミナル（2014年3月22日（土））、及び運河西側のアライハン市大型スーパー（スーパー・エキストラ）（2014年3月16日（日））にて実施した。パンフレットを受け取った住民からは、事業への大きな期待が寄せられ、主な質問は、駅の候補地、乗車運賃、事業開始時期について寄せられた。



出典：調査団

図 19.2 パブリック・ビジットの様子

(6) 住民協議会

住民協議会は、EIA 報告書を環境庁が審査する過程で事業実施主体（メトロ庁）より実施される（2014年8月に実施の見込み）。EIA 報告書が公開され、だれでも自由に閲覧し、コメントを出すことができる。EIA 報告書最終版には、それらのコメントが反映されることになる。

19.5 代替案比較

EIA において通常、事業の位置、設計、建設、実施に関する代替案を比較する。メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業については、本調査において様々な代替案を実施してきており、それには「ゼロ・オプション」との比較も含む。

19.5.1 ゼロ・オプション

事業対象地（パナマ市、アライハン区及びラ・チョレラ区）の状況は以下のようにまとめられる。

- ・ パナマ市とアライハン/ラ・チョレラを結ぶパンアメリカン道路の渋滞は悪化し続けている。
- ・ 人口増加、都市開発、GDP 増加、パンアメリカン道路及びアメリカ橋の渋滞は将来さらに悪化が見込まれている。

- ・ メトロバス・システムは、運河の西側に導入されていない。通常のバスシステムが運河西側では運営されているものの、過度に混雑しすぎている、予測できない移動時間、停留所の場所が不便等、サービスの質が悪い。

政府の開発計画によると、今後10年間に於いて以下のことが計画されている。

- ・ パナマ・パシフィコ地区では、今後20,000軒の住宅、40,000の雇用口が創出される予定である。
- ・ アライハン区及びバラ・チョレラ区の全ての地域において進んでいる個別住宅の開発が今後も継続する。
- ・ アメリカ橋の大規模メンテナンス<sup>2</sup>が必要とされている<sup>3</sup>。
- ・ メトロ1号線及び2号線が運営される。

メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業を同時に実施する目的は以下の通り。

- ・ アメリカ橋付近の渋滞を解決するため。
- ・ 運河西側の住民の移動時間に関連する社会的に負の影響を減らすため。
- ・ 運河西側地区とパナマの経済開発を全体的に達成するため。
- ・ 大気汚染対策。
- ・ 運河西側地域及びパナマ市の計画された都市開発促進のため。
- ・ 持続的な公共交通システムの促進、開発のため。

運河西側の交通問題を解決しなければ以下のような環境及び社会への影響が予測される。

- ・ 車両利用の増加
- ・ 大気汚染の増加
- ・ 移動時間の増加
- ・ 運河西側地区の開発の遅延
- ・ メトロ1号線及び2号線が導入される運河東側地区の非計画で制御されない開発

以上を考慮すると、「ゼロ・オプション」は経済的、社会的、環境的にフィージブルではないと言える。交通ネットワークが向上されないと事業対象地の経済成長に影響が出るであろう。さらに、新規の交通セクタープロジェクトを実施しないことによる社会及び環境への負の影響は、事業の建設及び運営管理期間に生ずる負の影響よりも大きなものとなると考えられる。

## 19.5.2 メトロ3号線事業

JICA調査団とメトロ庁の合同で、メトロ3号線事業に関する代替案比較を実施した。代替案比較では、ルート選定及びシステム選定の詳細な審査が行われ、各オプションの技術的妥当性、コスト、スケジュール、需要、用地取得/住民移転、環境への影響の観点から分析が行われた。メトロ3号線に関する代替案比較の要点を以下に述べるが、詳細については本報告書第5章（比較の表を含む）に記載されている。

### (1) ルート選定

現地踏査、地図、衛星写真に基づき、2つのルート（パンアメリカン道路、オートピスタ）について比較を行った。環境および社会への影響の観点に基づいた比較の結果は付

<sup>2</sup> アメリカ橋を通行止めにして実施する必要があるメンテナンス

<sup>3</sup> 現行の戦略では、第4橋開通後、メンテナンスを開始する

**属資料 11-1** のとおりである。比較を実施するに当たり採用された前提は、メトロ3号線は高架の鉄道で、化石燃料を使用しないシステムを利用する、ということであった。

比較の結果、2つのルートについて影響の違いが大きくなる項目は少ないということが明らかになった。ルートにより予測される影響に差があると考えられる項目は以下のとおりである。

- ・ 住民移転及び用地取得
- ・ 地元経済、雇用、生活手段
- ・ 大気汚染
- ・ 騒音・振動
- ・ 安全性
- ・ 交通

ルート選定において最も差が出ると考えられた上記の項目は、ルート選定に用いた包括的マトリックスに組み込まれ、他の比較項目と併せて重みづけがなされた（第5章参照）。環境社会配慮は、100ポイント中20ポイントの重みづけがされた。

包括的な比較分析の結果、パンアメリカン道路が選定され、メトロ3号線の路線として決定された。

## (2) システム選定

本調査の初期段階で、メトロ3号線事業のシステム選定が実施された（第5章参照）。スクリーニングの段階で多くのシステムが排除された。スクリーニングに用いられたクライテリアの一つが、「化石燃料の使用」であった。スクリーニングで排除されたシステムは次のとおりである。

- ・ BRT
- ・ BRT（専用レーン）
- ・ LRT
- ・ 懸垂式モノレール
- ・ Maglev

スクリーニングで残ったシステム（専用軌道式LRT、AGT、跨座式モノレール、リニア・メトロ、MRT、急こう配用LRT/MRT）による環境及び社会への影響について比較を行った（付属資料11-2参照）。システムにより若干差があるものの、これらのシステムにおける環境及び社会への影響に大きな差はない。しかしながら中でも、若干の差が見られる環境への影響（伐採される森林の面積）について、100ポイント中5ポイントの重みが置かれ、社会への影響（用地取得の面積と住民移転）について15ポイントが置かれた。

包括的な比較分析の結果、モノレールがメトロ3号線に最も適切なシステムであると結論付けられた。

### 19.5.3 第4パナマ運河橋事業

パナマ運河を渡河するための様々なオプションが分析された。第1の比較として、橋梁案とトンネル案を比較した。2つの代替案の利点・不利点は表19.5のとおりである（第2章も参照）。

表 19.5 橋梁案とトンネル案の比較

比較要因	代替案	
	橋梁	トンネル
コスト	USD 1.0 billion	USD 1.5 billion
位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空港の空域制限により影響を受ける</li> <li>・橋梁形式により建設期間に運河のオペレーションに影響を与える</li> </ul>	空港の空域制限及び運河のオペレーションへの影響を回避することができる
環境・社会への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭打ちにより海洋環境への負の影響が予想される</li> <li>・運河西側のマングローブへの影響</li> <li>・景観への影響（正・負については主観的）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削により大量の掘削土が発生</li> <li>・振動、崩壊、海水流入の問題</li> <li>・景観への影響なし</li> </ul>
運営	定期的なメンテナンスのみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時のメンテナンスが必要</li> <li>・照明、換気扇、ポンプ等の補助的機材が必要</li> <li>・大災害のリスク（例えばトンネル内での火災は橋梁に比べて発生しやすい）</li> </ul>

出典：調査団

トンネル案は、橋梁案に比べていくつかの利点を持つものの、上表の通り橋梁案の方が概して利点が多い。主にコストを理由に橋梁案が採用された。

橋梁が渡河する唯一の方法であると決定されたことを受け、橋梁の位置及びルート、橋梁の形式についての代替案比較が行われた。

第4パナマ運河橋事業が本調査に組み込まれる以前に、橋梁についてのPre-F/Sが運河岸により実施された。Pre-F/Sにおいては、初期環境影響評価（IEE）<sup>4</sup>も実施され、ルートに関する代替案比較が行われ、その結果好ましいルートが提案された。

ルートの代替案比較については、上述したIEEに基づいて以下のように要約される。




- ・ 代替案1（ラ・ボカ - バルボア）：マクドナルド（旧鉄道駅）からルーズベルト通りを経て港の端を通過して運河を渡り、アメリカ橋の北西に位置するマングローブ植生地へと続くルート。
- ・ 代替案2（アマドール）：アメリカ橋の100m南側をアメリカ橋と並行するルート。
- ・ 代替案3（チョリジョ - バラサ・アマドール）：海岸線（シンタ・コステラ）の第3セクションから開始し、アマドール通りを交差し、ファルファン丘の南側に続くルート。

IEEではこれら3つのルートについて詳細な分析が行われた。3つの代替案についての主な利点及び不利点は表11.6のとおりである。

<sup>4</sup> ACPは2013年に第4パナマ運河橋事業のIEEを実施した。IEEの主な目的は新規橋梁のルート及び位置の代替案比較であった。



表 19.6 第4パナマ運河橋ルート代替案の比較

比較要因	代替案 (ルート)		
	代替案 1	代替案 2	代替案 3
ルート			
土地利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業の直接影響地の大半がパナマ・ポート・カンパニー及び運河庁の所有。主な活動は、運河のオペレーションに関連</li> <li>運河西側にマングローブが生育</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業の直接影響地の大半がエル・チョリジョとなり、15階以上のアパート、商店、レストラン等が立ち並ぶ地区</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業の直接影響地の大半が、低密集の住宅地（アマドール、ロマ・テレサ通り、サドレル通り）、及び近年建設された近代的な高密度の住宅地（バラサ、エル・チョリジョ地区）</li> <li>商店、学校、保健センター、スポーツ施設等が立地</li> <li>埋め立てが予定されている地域（アマドール道路の拡幅）、観光開発</li> </ul>
社会への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>居住している人が少ないため建設による社会への影響は少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設による社会への影響が見込まれる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設による社会への影響が見込まれる</li> <li>観光セクターへの影響が見込まれる</li> </ul>
景観	<ul style="list-style-type: none"> <li>港湾施設により、負の影響は比較的少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レクリエーション及び観光セクターがあるため負の影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レクリエーション及び観光セクターがあるため負の影響が大きい</li> </ul>
浸食/地すべりの可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソサ丘にて地すべり（小規模）が発生する可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特になし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特になし</li> </ul>
動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソサ丘には、小さな若い2次林を付随する二次植生の遷移が見られる</li> <li>運河西岸にマングローブが生育（主な種類は、<i>Rhizophora mangle</i> 及び <i>Pelliciera</i>）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベラクルス方面への道路により断絶されている2次林の残りが見られる</li> <li>確認された動物の数は少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>背の高い植林された木々が見られる</li> <li>確認された動物の数は少ない</li> </ul>

比較要因	代替案（ルート）		
	代替案 1	代替案 2	代替案 3
	<p><i>Rhizophorae</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• マングローブ生態系における動物の多様性と量は大きい様子</li> </ul>		
文化/考古学	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文化的・考古学的に重要なものは確認されない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ファルファン丘の南斜面に、文化資源が存在するとの考古学的な報告書が存在する。海岸付近でプレ・コロンビア時代の壺や貝殻が発見された</li> <li>• 当ルートが採用される場合には考古学資源に対して顕著な影響となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文化的・考古学的に重要なものは確認されない</li> </ul>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEE では 20 の負の影響と 2 つの正の影響が確認された</li> <li>• 主な負の影響はマングローブへの影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEE では 19 の負の影響と 2 つの正の影響が確認された</li> <li>• 主な負の影響は考古学の分野における影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEE では 20 の負の影響と 2 つの正の影響が確認された</li> <li>• 主な影響は社会経済的側面。特に、現在及び将来の土地利用との不整合。</li> </ul>

出典：Abenaki Consulting, S.A. 2012 を基に調査団作成



以上より、代替案比較で取り上げられた3つのルートについては、環境及び社会への影響について軽微な差があるのみであるが、代替案1が環境及び社会の面からより好ましいと判断された。

「ラ・ボカ - バルボア」ルートが選択されたことを受け、橋梁形式が決定されることとなる。

アーチ橋と斜張橋が橋梁形式を決定する際の代替案であった。アーチ橋についてはその工法（最大24時間運河のオペレーションを停止する必要がある）が理由で顕著な負の影響が予測される。しかしながら、この負の影響は最小化することができ、経済的に補償が可能である。環境への影響については、両代替案について顕著な差は予測されない。

SMP、ACP、調査団で実施した詳細なリスクアナリシスの結果、アーチ橋が第4パナマ運河橋事業の橋梁形式としてよりふさわしいと決定された。

## 19.6 スコーピング

JICA 調査団は、メトロ3号線及び第4パナマ運河橋事業についてスコーピングを実施した。スコーピングの目的は、29の環境及び社会に関する項目について、予測される影響を確認することであった。スコーピングに基づき、主な影響及びそのレベルを明らかにした。

EIA のスコープは、メトロ庁、JICA 調査団、JICA 本部との議論を経て作成した。通常、ANAM は EIA のスコープを審査・承認することが法的に要求されていないものの、本スコーピングプロセスにおいては ANAM にも確認を行った。EIA の TOR 作成に続き、透明なプロセスの下、適切なコンサルタントが EIA 及び SRAP に関連する調査を実施するため選ばれた。

EIA の実施に基づき、スコーピング表を更新し、29の項目についてのそれぞれの影響のレベルを修正した。更新されたスコーピング表は EIA の結果を含み、19.7.2 に掲載している。

## 19.7 環境社会影響評価（EIA）の結果

以下では、2つの EIA の結果を要約する。EIA 報告書は膨大な量で詳細な情報を含むため、以下の要約の内容について更なる情報が必要な場合は、EIA 最終報告書を参照する必要がある。ANAM に提出されることになる EIA 最終報告書は 2014 年 1 月 1 日に作成が開始され、2014 年 7 月末に終了する。その後、SMP により EIA 報告書は ANAM に提出され、提出後約 3 ヶ月後に承認が下りる見込みである。

### 19.7.1 プロジェクト対象地の環境・社会の現況

#### (1) 物理的環境

##### 地質・土壌・地震学

2つの事業は、以下の4つの地層を横断する。

ラ・ボカ層：第三紀堆積層。事業の東端地区、アルブルックからバルボア、ロッドマン付近において位置する。

アト川層：アグアドゥルセ層群に属する第四紀堆積層。ロッドマン付近の小規模な地域と運河西側に位置する。

パナマ層：第三紀火山性堆積層。パナマ・パシフィコとロマ・コバの間、及びヌエボ・アライハンとサン・ベルナルディノに確認される。

トクエ層：カニヤサス層群に属する第三紀火山性堆積層。事業対象地の大半を占める。

これらについては、図 19.3 を参照。

パナマ Isthmus の地震に関する 2006 年の調査結果によると、事業対象地における地震の発生率は低い。パナマ大学地球科学学部が作成した「パナマ共和国地震発生可能性地図」によると、事業対象地は加速度が 2.6 and 3.0 m/s<sup>2</sup> という地震発生の低リスク地域と認識されている。

事業の直接的影響範囲の主な土壌のタイプは、赤色土（utisol）である。地表には ochric の層があり、地表から中に入り込むほど粘土質の層が現れる。ラボでの分析結果によると、土壌におけるリン、カルシウム、及びマグネシウムといった有機物や栄養素の割合は低く、酸性の性質を持ち、約 6m の深さを持つ。

事業対象地の東端の土壌は、主にエンティソルである。この土壌は深く、近年に堆積したものである。その結果、ochric 層があるものの赤色土（utisol）と比較してより多くの有機物を含むため肥沃な性質である。

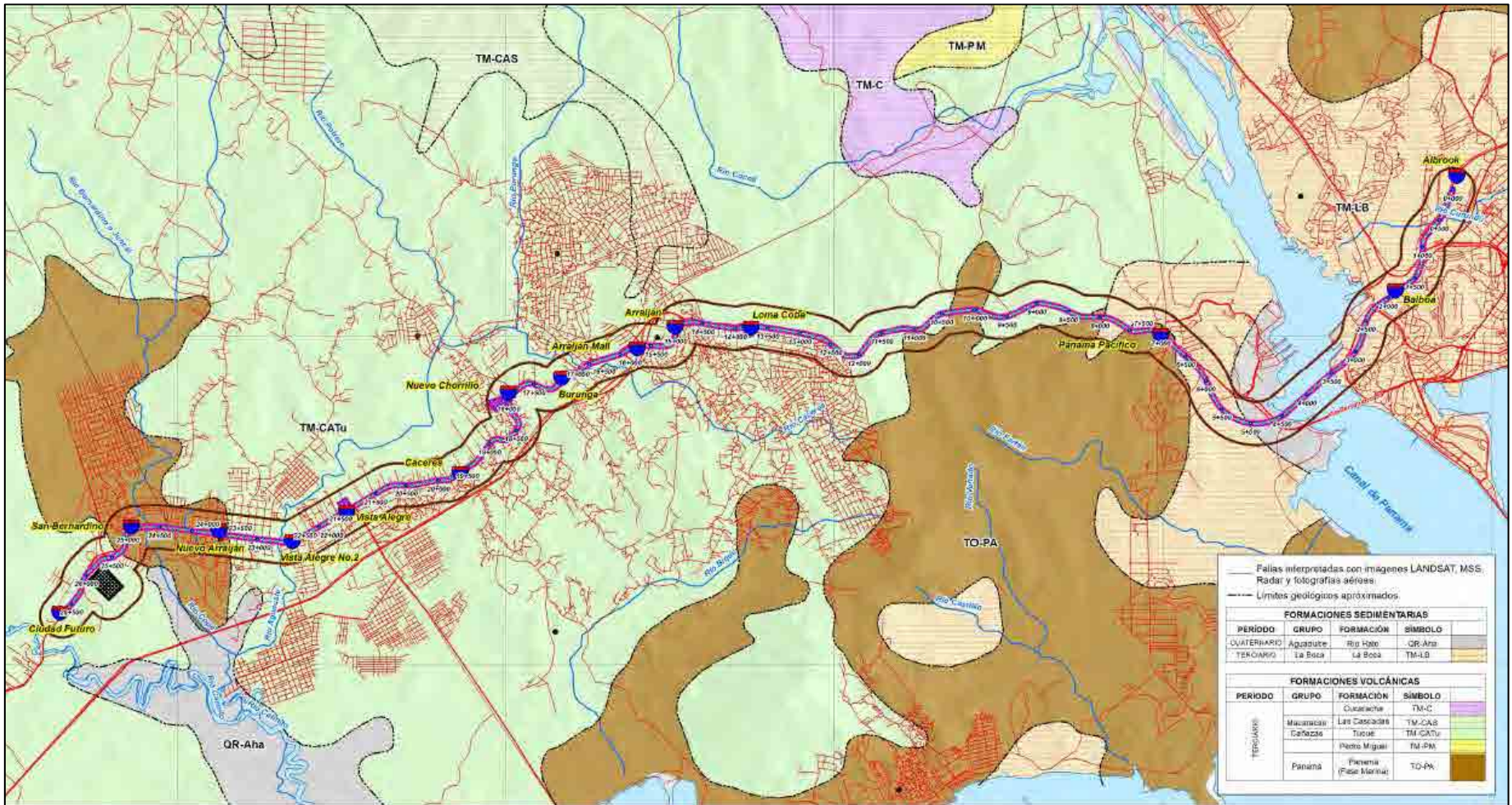
運河の西側に位置するファルファン・デポジット・エリア（ACP が運河の浚渫土を置いている場所）は、人間が活動している場所であるため anthrolosolos として分類される。当該場所は、盛土、形成、平らにすること、が繰り返されており、約 3.0m の高さとなっている。

#### 土質及び堆積物の質

EIA の中で、詳細な土壌採取と化学分析が行われた。分析結果によると、PAH、PCB、硝酸塩、亜硝酸塩、その他の主な金属（硫酸塩を除く）のレベルは低いことが分かった。しかしながら、ニッケル、亜鉛といった重金属のレベルは高く、共に基準値を超えている。これは、パンアメリカン道路沿いの交通及び軽工業活動の結果であると考えられる。

海中堆積物についても、橋梁の線形の上流及び下流、マングローブ林付近で採取された。分析の結果、以下の特徴が明らかになった。

- 底質は微粒から中間のサイズ（0.125-0.500mm）の砂質である。
- 運河の中心部における有機物の含有は低く（2~3%）、それは船舶の運航及び浚渫のためである。運河からマングローブエリアに向かうと、有機物の含有率は際立って高くなる（10.5%）。
- 無機化学物については、分析の結果はポジティブであり、特に高いレベルが確認されたものはなかった。これは、同エリアが船舶運航とその他の活動、また毎日海水が入れ替わっていることによると考えられる。



出典：URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.3 事業対象地の地質図

土地利用

表 19.7 及び表 19.8 に示されるとおり、メトロ 3 号線事業の事業直接的影響地域の土地利用は主に都市利用（67%）となっており、第 4 パナマ運河橋事業は主に都市利用及び更地（77%）となっている。森林、草地、水源を含む自然環境については、事業対象地において重要な割合を占めるに至っていない。特に、第 4 パナマ運河橋事業については自然環境に関する土地利用は事業対象地の全体の 15%にも満たない。

自然環境については、主に 2 つの顕著な土地利用があり、ひとつがメトロ 3 号線事業の成熟した二次林、もうひとつが第 4 パナマ運河橋事業のマングローブ林である。前者が事業対象地（直接影響範囲）の約 15%を占め、後者については 1%にも満たない。

結果として、両事業の主な土地利用は人為的影響の下にあると言える。

表 19.7 メトロ 3 号線事業の土地利用

カテゴリ	直接影響範囲		間接影響範囲	
	面積(Ha)	%	面積 (Ha)	%
成熟した二次林	24.146	15.026	316.446	19.203
中間二次林	1.501	0.934	90.607	5.498
若い二次林	1.873	1.165	72.007	4.370
草地	14.409	8.967	172.986	10.498
マングローブ	0.0	0.0	0.0	0.0
植林	0.155	0.096	2.022	0.123
都市部	107.751	67.053	882.864	53.576
水源	5.649	3.515	63.939	3.880
更地	4.729	2.943	39.243	2.381
<b>Total</b>	<b>160.213</b>	<b>100</b>	<b>1640.114</b>	<b>100</b>

出典：URS Holdings, Inc. (2014)

表 19.8 第 4 パナマ運河橋事業

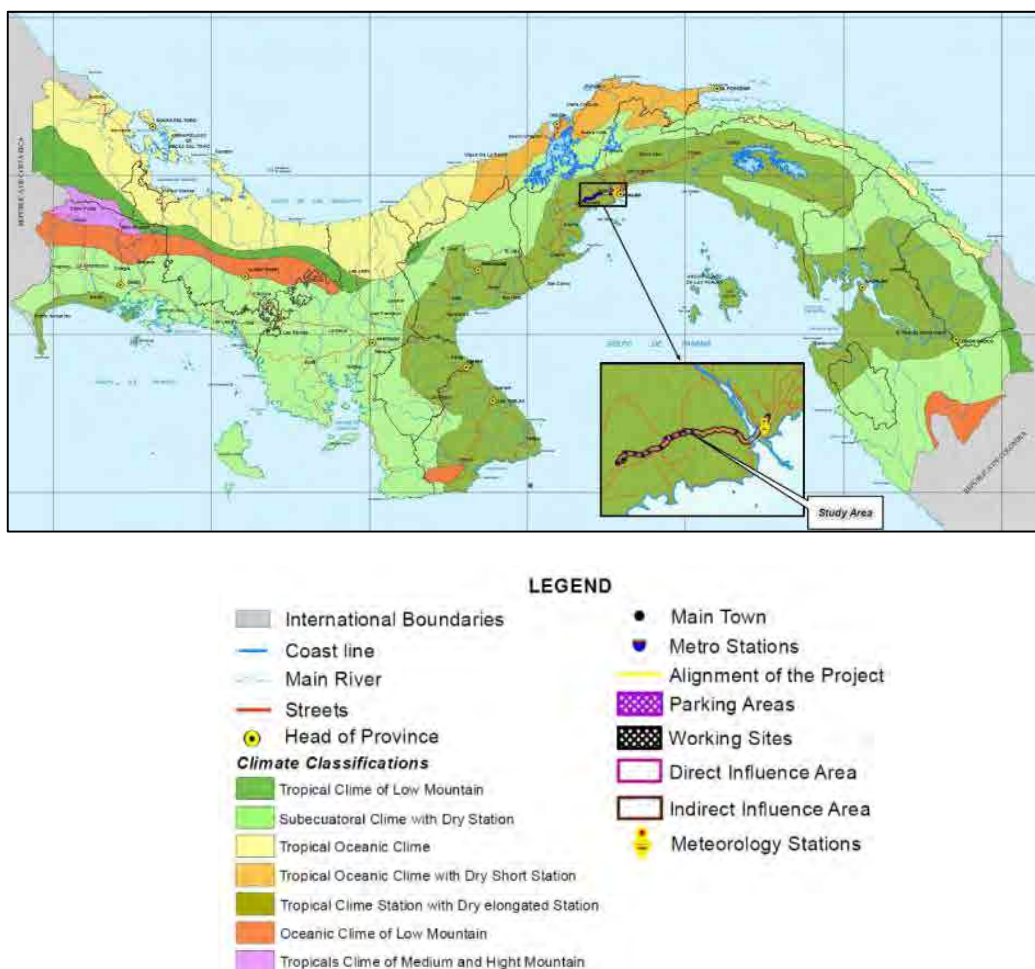
カテゴリ	直接影響範囲		間接影響範囲	
	面積(Ha)	%	面積(Ha)	%
成熟した二次林	1.668	4.119	56.165	11.770
中間二次林	0.240	0.594	8.082	1.694
若い二次林	0.607	1.500	9.110	1.909
草地	1.655	4.086	20.268	4.247
マングローブ	0.483	1.189	7.617	1.596
植林	0	0	2.033	0.426
都市部	24.395	60.249	275.605	57.757
水源	4.595	11.349	61.475	12.883
更地	6.967	17.207	36.828	7.718
<b>Total</b>	<b>40.610</b>	<b>100</b>	<b>477.183</b>	<b>100</b>

出典：URS Holdings, Inc. (2014)



## 気候

メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業は、長期的な乾季がある熱帯気候<sup>5</sup>に特徴づけられる（図19.4参照）。本気候帯は、パナマの中央—南部、南東部を支配し、平均気温は27~28℃、年間降雨は2,500mm以下である。乾季においては強風が吹き、雲が多く、相対的湿度が低く、蒸発度が高い。



出典：URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.4 事業対象地の気候図

## 大気質

大気質調査の結果によると、メトロ3号線事業の線形沿いにおける大気質は、場所に応じて「良」もしくは「普通」である。交通量が多いエリア、軽工業付近、港湾活動及び商業活動の付近においては、大気質が悪化する。パナマには未だに公式な大気質基準が存在しないが、EIA 報告書では調査の結果の数値を、暫定的なパナマの大気質基準及び WHO のガイドラインと比較している。以下の項目を除いたほとんどの項目は基準値内に収まっている。

<sup>5</sup> McKay の分類に基づく。

- 二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）：メトロ3号線事業の西側の Puma ガソリンスタンド（アライハン）において、WHO の基準値を上回っている。ここでは、ガソリンが給油され、交通量があることが理由として考えられる。
- 二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）：メトロ3号線事業の東側エリア、特にアスカニオ・アロセメナ通りは交通量が多く、重量貨物を運ぶ車輛が通るため、またココリへの入り口付近も交通量が多いため、WHO の基準値を上回っている。
- 二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）：メトロ3号線事業の東側の端のエリアにおいては、密度の高い経済活動及び交通量があるため、観測値4か所においてパナマの暫定的基準を上回っている。

大気質の測定と併せて、臭気に関する調査も実施した。調査の結果、悪臭源として未処理の下水、停滞した水、パナマ運河の浚渫土、腐敗した有機物及び廃棄物、ガスの燃焼、及び工業が確認され、場所によっては顕著であった。

### 騒音・振動

騒音及び振動の調査を事業対象地において実施した。騒音調査には Extech 407780 が、調整の上、風除けを用いて使用された。振動は、INSTATEL Minimate Plus メーターが使用された。調査は様々な場所で実施され、平日及び週末、日中及び夜間において測定された。



出典: URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.5 騒音測定（左）及び振動測定（右）の様子

騒音測定の結果は、明確であった。全ての測定値及び時間帯において、パナマの騒音基準値を超えていた。これは、測定値が道路脇や都市部・準都市部に位置するからである。パナマには未だに、振動に関する法的基準は存在しない。しかしながら、調査の結果は暫定的なパナマの基準及びスイスの基準と比較されている。振動を測定した9か所について、暫定的なパナマの基準を超えるものはなかったものの、スイスの基準については場所によって超えるものがあった。

### 水質

ANAM が過去に実施した調査によると、ラ・チョレラの主な水供給の水源であるカイミト川の BOD 値は、サンプリング地点の大半において基準を大幅に上回っている。カイミト川の溶存酸素濃度は、人間の消費や水生生物の保全のために推奨されている最小値である 5mg/l を超えた 5.45mg/l から 7.3mg/l となっていた。

EIA で実施した地表水の水質調査によると、糞便系大腸菌群の数値が、アグアカテ川及びコペ川において *Continental Water Quality Standard* (250.0 UFC/100 m/l) で規定されている数値を上回っていた。なお、都市部から最も離れているベラスケス川においては、基準値を超えていなかった。糞便系大腸菌群と同様に、マクロミネラル（ナトリウム、カリウム、カルシウムおよびマグネシウム）のレベルが高いことは、下水の汚染によるものと考えられる。PAH や農薬はどこからも検出されなかったが、微量の殺虫剤、 $\gamma$ -クロルデンがコペ川にて確認された。

EIA で実施した地下水の水質調査の結果は、自然及び人為的理由によって特に数値が高い、低いという結果はほとんどなかった。なお、特記すべき結果は以下の通り。

サン・ホセで採取した地下水は濁度が通常考えられるよりも高くなっているが、それはおそらく付近で建設工事がされていることと関連していると考えられる。アルブルックのオマール・トリホス交差点の地下水も濁度が高くなっているが、それは既存道路が建設される以前に同地域は湿地帯の一部であったことが関係していると考えられる。その結果、高レベルのフミン酸とフルボ酸が残っている。有機物の腐敗に関する臭気が確認されるのも、マングローブ湿地帯や、同エリアの海洋の影響による濃縮された塩化物や高い塩度が以前から存在していることが理由として考えられる。

アルブルック付近の地下水水質調査の結果によると、重金属（ヒ素、クロム、鉛、ニッケル、ナトリウム、タリウム等）について比較的高いレベルが確認された。このことは、密な人為活動及び交通の存在によるものであると想定される。いくつかの物質については、基準値を超えている。1点興味深いこととして、メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋の線形における地下水の調査において、PAH、PCB、TPH、及びBTEXが検出されなかったことが挙げられる。

海洋及び河口の水質調査の結果は、そのような環境について予測していたような結果となった。生物学的項目1つおよび化学物質1つについて、特に高いレベルが確認された。糞便系大腸菌群についてもやや高いレベルが確認された。これは、未処理もしくは処理が十分されていない市町村の排水、もしくは運河を頻繁に通航する船舶が原因であると考えられる。確認された化学物質は、高濃度で毒性の強い金属であるタリウムであった。タリウムの発生源としては、高度な炭化水素の燃焼、鉱業残基、及び農薬が考えられる。このようにタリウムの発生源は不明であるが、海底の堆積物においてタリウムが検出されていないということは、本事象は歴史的な汚染ではなく、比較的近年発生したものであると考えられる。

## (2) 生物学的環境

2つの事業対象地における種と生態系を確認するために以下の調査を実施した。

- 踏査及びボートによる調査
- 森林・植生インベントリー
- RAS 横断調査による潮間帯種の確認
- 罝を用いた採集（魚類、小型哺乳類、節足動物、両生類等）
- 鳥類調査

上記調査の結果と既存の入手可能な情報を併せることにより、2つの事業対象地の生物学的環境を把握した。

## 陸生生態

### 生態系

以下のような主な生態系が確認された。

#### 成熟した二次林

まず、両事業対象地において1次林は確認されなかったことを明記しておく。

成熟した二次林はロッドマンのサン・フアン丘、及びハワードからロマ・コバまでの区間の既存道路（パンアメリカン道路）の両脇において確認された。この植生の形成は成熟した森林に向かって多様な連続的な状況となっている。

一般的に、この種の森林においては幹の直径が40cm以上、高さが35m以上の樹木が主に確認され、以下の種が主なものである。*Anacardium excelsum*（カシュー）、*Luehea seemannii*、*Astronium graveolens*、*Copaifera aromatica*、*Spndias mombin* である。

*Desmoncus orthocanthos*、*Bactris cf. coloniata*、*Attalea butyracea*、*Elaeis oleifera*、*Oenocarpus mapora*、*Cryosophila warscewiczii* といったヤシもこの2次林にて確認された。ロマ・コバにおいては、2種のシダが確認された。



出典: URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.6 成熟した2次林の様子（左）と *Elaeis oleifera*（右）

林冠の下には、*Castilla elastica*、*Dendropanax arboreus*、*Protium panamense*、*Cordia alliodora*、*Xylopia frutescens* といったその他の種も確認された。主な灌木としては、*Costus villosissimus*、*Serjania sp.*、*Heliconia latispatha*、*Carludovica palmata* が確認された。

哺乳類については、*Didelphys marsupiales*（オポッサム/フクロネズミ）、*Proechimys semispinosus*（アメリカトゲネズミ）、*Dasyprocta punctata*（アグーチ）が2次林の中で確認された。

#### 中間二次林

この種の林では、高さ25m以上の様々な高さの樹木が確認される。先駆種が主であるが、成熟種も数種混在している。確認された高木層の種は、*Pseudobombax septenatum*、*Anacardium excelsum*（カシュー）、*Leucaena multicapitua*、*Schefflera morototoni*、*Pittoniotis trichantha*、*Sapindus saponaria* である。



主な灌木では、*Alibertia edulis*, *Solanum sp.*, *Palicourea guianensis*, *Piper reticulatum*, *Capparis cf. frondosa* が確認された。主な草では *Carludovica palmata*, *Heliconia platystachys*, *Pharus latifolius* が確認された。

### 若い二次林

この種の林は種多様性が高く、ソサ丘で主に確認された。この種の林に生育する樹木は、高さ 20m 以内で、幹の太さは DBH（胸高直径：高さ 130cm）において 25cm 以下である。主な種は、*Spondias mombin*, *Annona purpurea*, *Anacardium occidentale*（カシュー）、*Cordia Alliodora*, *Schefflera morototoni*, *Roystonea regia* である。*Curatella americana* は、劣化した土壌を示す指標として特記すべき種であり、ソサ丘で存在が確認された。



出典: URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.7 *Curatella americana*（左）と *Pithecellobium unguis-cati*（右）

灌木については、*Cochlospermum vitifolium*, *Vernonanthura patens*, *Tecoma stans*, *Thevetia peruviana*, *Piper reticulatum* が確認された。主な草については、*Delilia biflora*, *Rootboellia conchinchinensis*, *Epihyllun pyllanthus*, *Heliconia latispatha*, *Phoradendron piperoides* が確認された。

### 分散した樹木と草木層

草地の小さな集合がベラクルスへの入り口付近と、アメリカ橋から ACP が運河の掘削土を置いている場所に向かう区間のパンアメリカン道路の用地幅に確認される。*Saccharum spontaneum* が主な種であり、その積極的な成長は原生種の成長を妨げている。

### 植林地

植林地はソサ丘の北東斜面においてのみ確認され、基本的に *Tectona grandis*（テカ）が植林されている。この植林地は事業の直接的影響範囲の 0.155ha（0.086%）及び、事業の間接的影響範囲の 2.021ha を占める。

### マングローブ

詳細は下の水生生物を参照。

### 植物相

植物相調査によって、約 172 種が確認され、そのうち 15 種がパナマ国法令により絶滅の危機にさらされている種であると位置づけられており、それらのうち 7 種が IUCN のレッドリストにおいて国際的に絶滅危惧種であると位置づけられる<sup>6</sup>。ベースライン調査にて確認された種については、**付属資料 11-4** を参照。

調査の結果、絶滅危惧種がいくつか存在が確認されたものの、これらの種を保護するためにクリティカルになると考えられる生息地は存在しない。大半のエリアがある程度劣化しており、植物相及び動物相の多様性と種は比較的少ない。

### 動物相

ベースライン調査では、27 種の鳥類、16 種の哺乳類、12 種の両生類、12 種の爬虫類の存在が確認された。それらのうち 7 種がパナマにおいて絶滅危惧種とされており、1 種（*Crocodylus acutus* : アメリカン・クロコダイル）のみ IUCN のレッドリストに掲載されている。調査で確認された種については**付属資料 11-5** を参照。

13 種の動物相が成熟した二次林に、16 種が中間二次林に、20 種が若い二次林に、10 種が草地に、13 種がマングローブにおいて確認された。

### 哺乳類

動物相調査は、二次林、草地、湿地生態系において実施し、11 科及び 7 目を含む 16 種の哺乳類が確認された。*Chiroptera*（コウモリ）の種が最も多くの数が確認された。

哺乳類の多様性と数は少ないが、一般的な生態系の分配状況を把握することができた。哺乳類の中では、オポッサム（*Didelphys marsupiales*）と *Proechimys semispinosus* といった二次林によく見られる種が確認された。*Dasyprocta punctate* は森林の中で確認され、アライグマ（*Procyon sp.*）がベラクルスのそばの湿地帯付近で確認された。興味深いげっ歯類として *Sigmodon hirsutus* が確認された。この種は草地、藪、開拓地においてよく生息する。

### 鳥類

EIA において確認された 17 種の鳥類については、目及び科の中における種の多様性としては若干大きい。科の中で最も多く確認された種は、サギ科（サギ、シラサギ）及びハト科（ハト）であった。事業対象地において生息地はそれほど多様ではないにも関わらず、生息地と餌について適応性が高いというようなある生態的特徴のおかげでこれらの種は多く確認された。Ridgely and Gwynne (1993)によるパナマの鳥類の生息及び習慣に関する研究結果によると、事業対象地にて確認された多くの種は二次林タイプの生息地を好む。さらに、同研究によると、これらの種は幅広いえさを食べて生息する。本調査の結果によると、果実及び穀物を食する科（ハト科、ホオジロ科）、密をすう科（ハチドリ科、フウキンチョウ科）、昆虫を食する科（キツツキ科）、魚を食する科（ウ科、カツオドリ科、ペリカン科、グンカンドリ科、サギ科）、腐肉を食べる科（コンドル科、ハヤブサ科）が確認された。

<sup>6</sup> さらに 1 種、属レベルにおいて国際的に絶滅の恐れがあるとされている。

### 爬虫類・両生類

事業対象地全体において、哺乳類と同様に比較的少数の種の両生類が現地調査において確認された。10科及び3目を含む12種のみの爬虫類が確認された。

9種がトカゲ亜科に分類され、バシリスク (*Basiliscus basiliscu*)、グリーン・イグアナ (*Iguana iguana*) 及び *Ameiva ameiva* が確認された。グリーン・イグアナは、地元住民によるととても価値のあるもので、肉と卵のために狙われる対象であると報告された。二次林において慢性的に水不足の状況となっているため、グリーン・イグアナは二次林と既存の湿地帯の間を行き来する活動をしていると考えられる。ボア (*Boa constrictor*) や *Oxybelis aeneus* といったヘビも確認された。

サンプリングにおいて、12種の両生類が確認された。両生類の種が少ないのは、エリアがすでに人間の活動等により介入されていることや、現地調査が乾季に実施されたため湿気のある場所が少なかったことが原因として考えられる。確認された12種のうち無尾目(カエル)に属する9科が確認された。

### 生息地・多様性

現地調査で確認された全ての動物相の生息地は表 19.9 の通りである。結果によると、樹木数が多い生息地により大きな多様性が確認された。森林の生息地については、若い二次林が動物について最も大きな多様性を持つことが確認された。

表 19.9 種による動物相の多様性

グループ	Habitat				
	成熟した 2次林	中間2次林	若い2次林	草地	マングローブ
哺乳類	8	3	13	1	1
鳥類	6	10	10	6	11
爬虫類	1	5	7	2	2
両生類	0	4	8	1	0
合計	15	22	38	10	14

出典：URS Holdings, Inc. (2014)

結論として、事業の直接影響範囲において特定の種の保存のためにクリティカルであると考えられる生息地はない。エリアの大半は、高度に介入されており分断されている。

### 水生生物

第4パナマ運河橋付近の水生生態は、0.125-0.500mmの砂質に覆われ、底生生物が生息する。運河/河口に向かうにつれ有機物質のレベルは低いが、これは潮間帯に向かって著しく増加する。

第4パナマ運河橋が提案されている場所付近の水中環境の調査では、ボート、視覚的調査、潮間帯横断調査によって生物相と動物相のサンプリングを行った。

### 植物相

生態の主な生息地は、橋梁の線形の西側に位置する潮間帯のマングローブ生息地である。支配的なマングローブの種としては *Rhizophora mangle* が確認され、それに続いて珍しい種である *Pelliciera rhizophorae* も確認された。同時に、*Talipariti tiliaceum* (オオハマボウの仲間)、*Matayba glaberrima*、*Guazuma ulmifolia* といったマングローブと関連するその他の種も確認されている。



出典：URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.8 Rhizophora mangle（左）と Pelliciera rhizophorae（右）

### 無脊椎動物

砂と泥が多い環境においては、*Anadara grandis* や *Crepidula onyx* といった二枚貝や腹足類が多く生息する。

同区間は、頻繁な船舶の運航、淡水の流入、そして浚渫活動といったパナマ運河における顕著な活動によって影響を受けている。現地調査にて確認された無脊椎動物は図 19.9 の通りである。



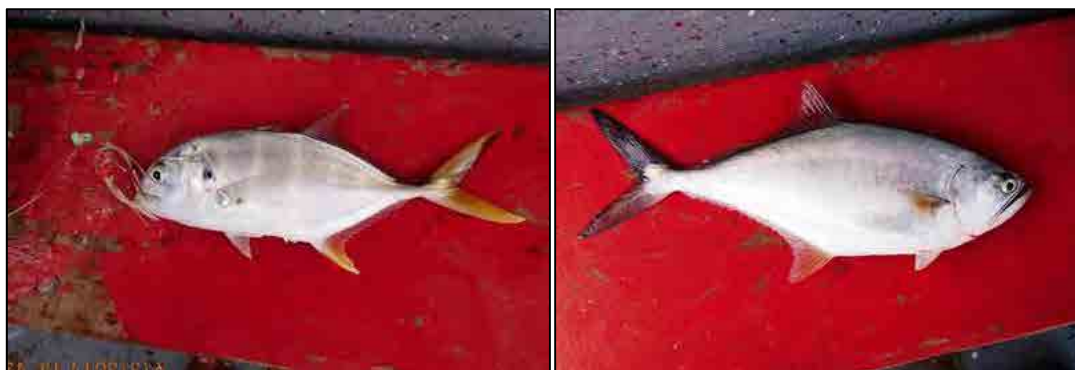
出典：URS Holdings, Inc (2014)

図 19.9 Melongena sp.（巻貝）（左）と Protothaca asperrima（二枚貝）（右）

### 脊椎動物

現地調査にて確認された脊椎動物は、既を示した鳥類の他では 12 種の魚類である。海洋哺乳類やカメは確認されなかった。現地調査にて確認された魚類の例は図 19.10 の通りである。





出典：URS Holdings, Inc. (2014)

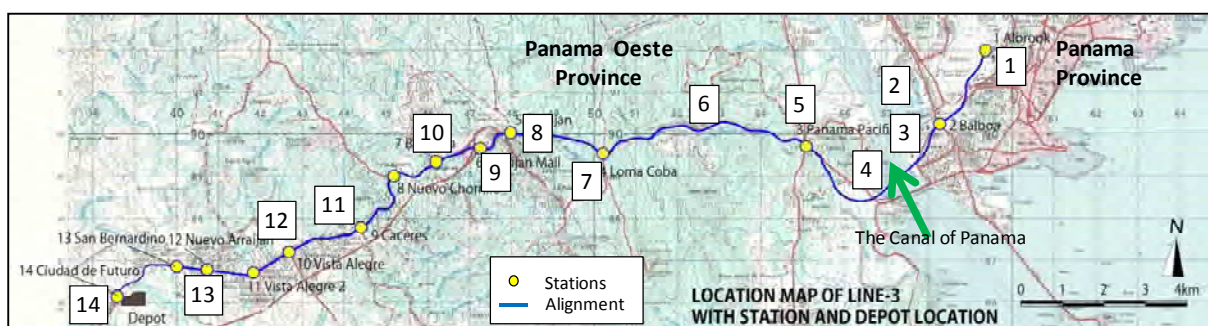
図 19.10 Caranx caninus（左）と Oligoplites altus（右）

合計で 63 種の水生生物が確認された。パナマ国内及び国際的に絶滅危惧種とされている種は確認されなかった<sup>7</sup>。付属資料 11-6 は現地調査にて確認された種のリストである。

### (3) 社会経済環境

#### 事業対象地の特徴的な景色

メトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業は、パナマ運河の東側に位置するパナマ県と西側に位置するパナマ・オエステ県（西パナマ）<sup>8</sup>を通過する。（図 19.11 を参照）



出典：調査団

図 19.11 事業の線形

図 19.12 は事業対象地の特徴的な風景を示す。メトロ 3 号線はパナマ国内最大のショッピングモールであるアルブルックモール、国内バスターミナル、そしてメトロ 1 号線の駅が位置するアルブルック・ターミナルを起点とする。同地区は商業、政府関係、港湾関係の主な活動拠点となっている。事業対象地付近には住居地区は存在しない。メトロ 3 号線事業はパナマ運河を渡った後、二次林の中を通ることになるが、事業の線形は住居のない既存の道路及び用地幅内に位置する。メトロ 3 号線はアライハンにおいて都市部に入って行く。アライハンから事業の最終地点までは、既存のパナアメリカン道路に沿って商業活動や住居が見られる。

<sup>7</sup> *Crocodylus acutus* は陸生動物のリストにて取り上げられているため、ここでは重複させないため取り上げていない。

<sup>8</sup> パナマ・オエステ県は 2014 年 1 月 1 日に設立された。それ以前は、パナマ運河西側に位置する 5 つのディストリクト（アライハン、カピラ、チャメ、ラ・チョレラ、サン・カルロス）はパナマ県に属していた。



1. アルブルック・ターミナルのメトロ 1 号線の駅。同駅のすぐとなりにメトロ 3 号線の駅が設置予定。



2. アンコン丘からの港の様子（バルボア）。主な土地利用は、港湾活動及び ACP やその他の政府機関関係の建物。



3. 港の様子



4. パナマ運河西側のマングローブ



5. パンアメリカン道路及びパナマ・パシフィコへの道路の交差点。付近に軍事基地あり。



6. 若い成熟した二次林。住居や商店は存在しない。場所によっては、用地幅内に木が生えている。



7. ロマ・コバ。密度の低い、住居が広がるが、パンアメリカン道路からは近くない。



8. アライハンの大型スーパー（Super Xtra）付近。スーパーの裏にはバスターミナルが併設。同地区には商業関係の建物や住居が密集している。



9. 将来建設予定のアライハン・モールへの道。既存道路にそって、小さな商店と住居がいくつかある。



10. 都市エリア。商業関係の建物がパンアメリカン道路沿いにあり、住居もいくつかある。



11. ヌエボ・チョリジョ。パンアメリカン道路の脇に市庁舎と消防署がある。



12. ビスタ・アレグレ。多くの商店、事務所、スーパーがパンアメリカン道路沿いにある。





13. ヌエボ・アライハン。パンアメリカン道路の傍に政府関係の建物がある。

14. デポ予定地（アト・モンタニャ）

出典：調査団

図 19.12 事業対象地の主な景色

### 人口

メトロ3号線が通過するコレヒミエント（パナマのアンコン、アライハンのアライハン・カベセラ、ブルンガ、セロ・シルベストレ、フアン・デモステネス・アロセメナ、ベラクルス、ビスタ・アレグレ）の人口は244,298人である（2010年国勢調査）。同人口の51%が男性、49%が女性である。

事業対象地の人口に関して特記すべき特徴として、本来はパナマに住んでいたがアライハンやラ・チョレラに移住した人口の割合が大きいことが挙げられる。その結果、パナマ・オエステ県、特にアライハンとラ・チョレラの経済活動が拡大してきている。しかしながら、多くの人々はアライハンとラ・チョレラからパナマに働きに出ている。

表19.10は事業対象地の各コレヒミエントにおける人口、面積、人口密度を示す。アンコンでは主な活動が港湾に関連する工業活動および政府関係の土地利用となっているため人口密度が低い。他方、ビスタ・アレグレやセロ・シルベストレは他のコレヒミエントと比較して人口密度が高くなっている。

表 19.10 事業対象地のコレヒミエントの人口

県	District	コレヒミエント	人口	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
パナマ	パナマ	アンコン	29,761	204.6	145.5
パナマ・オエステ	アライハン	アライハン・カベセラ	41,041	65.5	626.8
		ブルンガ	39,102	52.4	745.7
		セロ・シルベストレ	23,592	19.3	1,225.1
		フアン・デモステネス・アロセメナ	37,044	40.7	909.8
		ベラクルス	18,589	49.7	374.0
		ビスタ・アレグレ	55,369	30.4	1,818.8
合計			244,498	435.6	-

出典：国勢調査2010



### 先住民

2010年国勢調査によると、パナマ県の人口の4.0%が、パナマ・オエステ県の人口の4.4%が先住民である（国レベルでは12.0%）。これらの先住民は、パナマ県もしくはパナマ・オエステ県の出身ではなく、より良い教育、労働条件、保健医療サービスを求めてパナマ国内の他の地域から移住してきた人々である。都市部に居住する先住民は、観光セクター。レストラン、ホテルといった第3次産業の主な労働の担い手となっている。なお都市部に生活する先住民は、伝統的な生活様式をほぼ維持していない。

### 貧困

2012年のパナマの人間開発指数（HDI）は0.780で、世界第59位（ラテンアメリカ諸国の中では第4位）である。出生時平均余命は76.3歳、平均就学年数は9.4年、人口一人当たりのGNIは13,519USドルである。

表 19.11 は授業対象地における2002年のHDIを示す<sup>9</sup>。同表によると、コレヒミエントにより大きな差があることが分かるが、特にそれは国民一人当たりの年間収入において顕著である。全体としては、アライハン及びベラクルスが多くの指標において低いポイントを有する。

表 19.11 事業対象地におけるコレヒミエントのHDI

人間開発指数	コレヒミエント*				
	アライハン	デモセロ・アラスネ	ベラクルス	ピスタ・アレグレ	アンコン
Average annual income per capita (USD)	2,128	3,034	1,773	2,973	6,980
economically active population minimum wage and more (%)	80.7	85.9	77.1	87.2	82.5
Housings with acceptable materials (%)	89.1	96.9	90.1	98.1	83.3
Housings with acceptable services (%)	32.1	75.2	35.7	81.8	84.3
Schooling Achievement (%)	61.7	71.4	57.5	72.8	79.2
Literacy (%)	96.1	97.7	94.3	98.0	97.1
Average schooling (years)	8.9	10.4	8.3	10.6	11.5

出典：UNDP. INDH Panama 2002に基づき URS Holdings, Inc.が作成

\* プルンガ及びピゼロ・シルバストレに関するデータは存在しない。

### 住居

事業対象地における主な住居は、永続的な材料により建設された一戸建てである。アンコン・コレヒミエントのみ、アパートが一般的な住居の形である。

<sup>9</sup> パナマの各コレヒミエントのHDIに関するデータとして最新のものを。

表 19.12 事業対象地の住居タイプ

県	ディストリクト	コレヒミエント	地区	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
Panama Oeste	Arraijan	Arraijan Cabecera	Arraijan	86.60	3.21	4.92	1.68	3.37	0.01	0.21		
		Juan Demóstenes Arosemena	Ciudad del Futuro	99.60	0.20	0.00	0.00	0.07	0.00	0.14		
			Hato Montaña	99.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00		
			Nuevo Arraiján	96.05	0.51	0.36	0.87	2.12	0.02	0.07		
			Resident of Nuevo Arraijan	99.34	0.00	0.07	0.22	0.15	0.00	0.22		
			San Bernardino	100.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			Urbanization of Hato Montaña	99.56	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11		
		Veracruz	Howard	88.83	1.14	0.00	8.90	0.00	0.19	0.94		
		Vista Alegre	Resident of Vista Alegre	99.28	0.07	0.00	0.36	0.29	0.00	0.00		
			Vista Alegre	83.60	0.68	1.88	2.37	10.76	0.19	0.52		
		Burunga	Barriada 2000	88.81	3.01	3.38	0.96	3.70	0.00	0.15		
			Barriada Omar Torrijos	87.67	2.20	4.39	1.20	4.04	0.05	0.45		
			Burunga	89.12	1.24	0.48	2.55	6.27	0.03	0.31		
		Cerro Silvestre	Cerro Silvestre	90.19	1.16	1.55	0.60	6.28	0.04	0.18		
			La Estancia	89.52	2.86	5.71	0.95	0.95	0.00	0.00		
			San Vicente de Bique	92.60	1.76	3.17	0.59	1.29	0.00	0.59		
			Urbanization of Nuevo Chorrillo	95.99	0.44	2.31	0.44	0.49	0.00	0.32		
		Panamá	Panamá	Ancón	Ancón	61.46	0.47	0.00	33.24	0.04	0.16	4.63

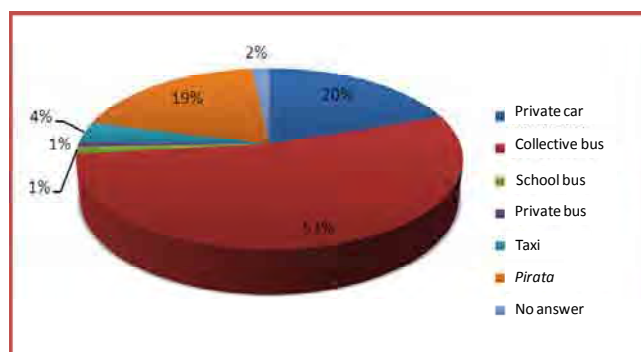
出典：国勢調査 2010 年に基づき URS Holdings, Inc.が作成。

(1) 一戸建て（永久的資材による建設）、(2) 一戸建て（半永久的資材による建設）、(3) 暫定的家屋、(4) アパート、(5) 間借り、(6) 道路、小屋、港、空港、(7) その他の住居にふさわしくない場所

交通

事業対象地における主な交通手段は、バス、タクシー、ピラタス、自家乗用車である。多くの人々は、職場もしくは学校などの目的地に到着するために最低 2 つの交通手段を利用する。

事業対象地における質問表調査の結果によると、回答者のうち 20%のみが自家乗用車を利用し、残り的人々はその他の交通サービスを利用している（図 19.13 参照）。例えば、35%の回答者がバスを利用し、高額な料金及び安全上の問題があるにもかかわらず 19%の回答者がピラタスを利用している。



出典：URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.13 事業対象地の交通システム

経済活動

事業対象地の主な経済活動は第3次産業（商業及びサービス業）である。事業対象地に工業地帯は存在しない。

表 19.13 事業による影響範囲における経済活動

県	ディストリクト	コレヒミエント	地区	経済活動 (%)			
				第1次産業	第2次産業	第3次産業	
Panama Oeste	Arraijan	Arraijan Cabecera	Arraijn	0.93	20.22	78.85	
		Juan Demóstenes Arosemena	Ciudad del Futuro		0.78	14.36	84.86
			Hato Montaña		2.06	10.28	87.66
			Nuevo Arraiján		0.99	16.66	82.34
			Residencial of Nuevo Arraijan		0.99	13.91	85.10
			San Bernardino		8.11	21.62	70.27
			Development of Hato Montaña		0.60	12.08	87.32
		Veracruz	Howard		0.85	19.32	79.83
		Vista Alegre	Resident of Vista Alegre		0.67	12.03	87.30
			Vista Alegre		2.02	22.9	75.08
		Burunga	Barriada 2000		1.09	26.63	72.28
			Barriada Omar Torrijos		0.99	24.21	74.80
			Burunga		1.05	24.9	74.05
		Cerro Silvestre	Cerro Silvestre		0.74	20.18	79.08
			La Estancia		0.00	31.40	68.60
			San Vicente de Bique		3.19	26.77	70.04
			Development of Nuevo Chorrillo		0.48	17.01	82.51
Panamá	Panamá	Ancón	Ancón	1.00	9.92	88.98	
<b>Average</b>				<b>1.48</b>	<b>19.13</b>	<b>79.39</b>	

出典：URS Holdings, Inc. (2014)

文化的・考古学的側面

EIA において、事業の直接影響範囲の考古学調査を実施した。調査では既存文書のレビューと、線形及び駅建設予定地に沿った現地踏査が行われた。

メトロ3号線及び第4パナマ運河橋事業の線形において、考古学上重要なものは発見されなかった。同時に、同事業の直接影響範囲において、歴史的重要な建物も確認されなかった。

19.7.2 影響評価

EIA 実施に伴い、29の影響についてスコーピング表の更新を行った。影響評価の結果は、表 19.14 及び表 19.15 に要約している。

表 19.14 及び表 19.15 から分かるように、EIA の結果いくつか予期せぬ結果が明らかになったものの、両事業における重要なインパクトのスコーピングについては、概ね正確であった。

概して、両事業における大半の負の影響は建設期間に発生するものであり、騒音や交通問題といった住民を妨害するタイプの影響（しかしながらそれらの影響は可逆性で、短期的なものである）である。運営期間において、顕著な負の影響はほとんど予測されない。

ベースライン調査によると、13の絶滅危惧種（3種のマングローブを含む）が確認されたが、両事業のEIAはこれらの絶滅危惧種の生息地に対して顕著な負の影響を与えないと結論づけた。確かにそれらの絶滅危惧種は国際的に見ると珍しいものであるが、パナマ国内レベルでみると現実のところ相当な数が生存するからであることがこの結論の主な理由である。その他の理由としては、事業対象地における動物種はすでに劣化した環境及び大規模交通インフラに慣れており、今回提案している新事業による影響を受けることにはならないと考えられる。本調査のスコーピングの段階において、第4パナマ運河橋事業の建設期間におけるマングローブの喪失による運河西側のマングローブに対する負の影響が懸念されていた。EIAの結果によると、マングローブ湿地帯は確かに生態系上重要な性質を持つが、建設期間におけるマングローブの喪失面積は比較的小さく、伐採される部分の大半は急速に再生することが予測される（マングローブは永続的に伐採されたり舗装されたりするわけではなく、建設期間のみに影響を受けることになる）。

事業の建設期間及びある程度の運営期間において、物理的環境（水質、大気質、騒音、水文）に対して負の影響が予測されるが、EIAの結果によるとそれらの潜在的な影響は建設期間においては「中程度」、運営期間においては「低い」と一般的に評価される。以下の19.7.3に記載しているように、物理的環境に関する影響を管理するための緩和策は非常に有効的であり、強固なEMPが作成されているため、予測される負の影響に対して大きな懸念はない。

確認された運営期間における負の影響で「高い」もしくは「極めて高い」に分類したものではなく、大半が「中程度」もしくは「低い」となっている。対照的に、多くの「高い」もしくは「非常に高い」正の影響が両事業における影響評価の中で確認されている。運営期間における主な正の影響は以下の通りである。

- 大気質向上及び気候変動への正の影響（高い）
- 都市部の移動性及びアクセスの向上（高い）
- 国家経済の活性化（高い）
- 道路ネットワークの向上（非常に高い）
- 公共交通の需要と効率性における変化（非常に高い）
- 都市交通システムの変化（非常に高い）

表 19.14 メトロ3号線事業のスコーピング結果及びEIAの結果

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
1	用地取得と住民移転	B-	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 約 130,000m<sup>2</sup>の用地取得、5家族の住民移転が必要となる。約 41 の経済的移転（商店）も見込まれる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 負の影響は予測されない。</li> </ul>
2	地元経済	B+	B+ B-	B-	B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 線形付近に位置する商店へのアクセスが工事により遮断されることが予測され、このことは既存のビジネスに対して負の影響を与える。メトロ1号線事業においては、商店への顧客の数が減少したため、ほぼすべての商店が工事期間において商売を閉める結果となった。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 既存のビジネスは、新しい人の動きの恩恵を受けることになるであろう。同時に、メトロ3号線の駅付近において新しいビジネスが創出され、事業対象地の地元経済の活性化が見込まれる。</li> </ul>
3	雇用	B+	B+ B-	A+	B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設工事において、技術を必要とする労働及び必要としない労働の需要が事業対象地において発生する。例えば、現場監督、石工、穴掘り職人、電気職人、大型車輛運転手、その他の一般的労働者等。同時に、労働者にサービスを提供するというような間接的雇用需要も発生する。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間と比較して、メトロの運営に関わる直接的労働者数の数は減る。しかしながら、メトロ運営に関連する間接的雇用が新たに発生し、地元経済の活性化により更なる雇用が創出される。</li> </ul>
4	生活様式	B+	B+ B-	B-	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業のすぐそばのエリアの地元住民の生活様式、及び道路使用者は、交通渋滞、う回路、重機やその他の工事機械の移動により影響をうけることになる。線形のすぐそばに生活する人々については、騒音及び大気質の劣化による影響が見込まれる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- メトロ3号線事業により、移動時間の短縮、安全で快適な空間における移動、様々な都市部への容易なアクセスといった便益が期待されており、これらはメトロ使用者の生活の質向上につながる。追加の便益として、新規ビジネスの発展も、人々の生活様式にポジティブな変化をもたらすと考えられる。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
5	土地利用や地域資源利用	B-	C	B-	B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- コントラクターのキャンプ、物資保管エリアといった建設期間に発生する土地利用の変化、及びデポや駅のための用地取得が発生する見込みである。</li> <li>- 地域資源利用に対する影響は予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- いくつかのエリアが、既存の土地利用から駅、P&amp;R、デポといったものに変化する。</li> <li>- 事業の運営により、新規ビジネスや住宅開発を含む地元経済の発展を誘発することが期待されている。これは、向上した土地利用及びローカルレベルの開発を導くことにつながる。</li> </ul>
6	社会関係資本や社会組織	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アンケート調査及び住民参加活動の結果、特に影響は予測されない。</li> </ul>
7	既存インフラや公共サービス	B-	A+	B-	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 既存の社会インフラ及びサービスへの影響が予測されるが、基本的な緩和策が十分に機能すると考えられる。</li> <li>- 騒音、埃（乾季）、局地的な排水システムへの影響が予測される。これらの影響に対しても、基本的な緩和策が十分に機能すると考えられる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 運河西側からパナマ市への移動時間が大きく削減される。</li> <li>- 同様に、アメリカ橋（及び第4パナマ運河橋）の渋滞状況が、メトロを利用する乗客が生まれるため減少する。</li> <li>- 既存の公共サービスへのアクセスが向上する。</li> <li>- メトロシステムにより、地元のインフラに対して2次的な正の影響が期待されている。</li> </ul>
8	少数民族及び先住民コミュニティ	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 少数民族及び先住民コミュニティへの負の影響は予測されない。</li> </ul>
9	被害と便益の偏在	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 被害と便益の偏在は予測されない。</li> </ul>
10	地域内の利益対立	C	D	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アンケート調査及び住民参加活動によると、負の影響は予測されない。既存の交通セクターも本事業に賛成しており、彼らのシステムとメトロシステムを統合させる意思がある。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アンケート調査及び住民参加活動によると、負の影響は予測されない。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
11	文化遺産	C	D	D	D	[建設期間] - 事業対象地（線形直下）における考古学調査を実施したが、特記すべきものは発見されなかった。事業の直接影響範囲において文化財は確認されていない。 - 考古学的なものが発見された場合には、EMPに基づき管理される。 [運営期間] - 文化財への影響は予測されない。
12	水利用	C	D	D	D	[建設期間] - メトロ3号線建設に当たり、水利用に関する問題は予測されない。 [運営期間] - 水利用に対する影響は予測されない。
13	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	B-	D	[建設期間] - 大規模な工事が想定され、労働者や地元住民に対してHIV/AIDS予防プログラムといったような有効的な予防策が実施されない限り、感染症による影響が懸念される。 [運営期間] - 感染症に関する問題は発生しないと予測される。
14	安全	B-	D	B-	B-	[建設期間] - 建設期間においては、労働者及び地元住民の両方に危険性が発生する。杭の掘削や支柱の設置は、労働者にとって危険である。大きなビームを支柱に設置する作業は、住民に対しても危険である。交通迂回も危険の一要素である。 [運営期間] - 高架タイプのシステムであるため、事故（主に落下）の可能性は存在する。しかしながら、モノレールの運営に関する世界的な安全の記録は感銘を与えるものである。また、モノレールは道路の交通渋滞をオフセットし、理論的には交通事故を減らすことに繋がると考えられる。
15	地形・地質	B-	D	B-	D	[建設期間] - 高架線路であるため、傾斜の調整は柱の高さで行われるため、比較的掘削と盛土は少なく済む。 - 主な掘削・盛土は、駅やP&Rのエリアにおいて見られる。 [運営期間] - 斜面保護が実施される限り、負の影響は予測されない。

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
16	浸食	B-	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 線形のはぼすべてが既に舗装されているが、丘陵地という地形の特徴、強度の雨、植生の伐採といったことを理由に、浸食が起きやすい場所が数か所あることが予測される。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設が終了し事業が運営開始した後は、浸食は予測されない。</li> </ul>
17	水文	C	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 地形及び頻繁に発生する強度の雨により、工事による流出水は適切に管理されている限り、水文に対する影響は小さいと考えられる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 表水の流出は小さいと予測される。</li> </ul>
18	動植物及び生態系	B-	B-	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 約43ヘクタールの植生が失われることが見込まれる。同面積の半分以上が2次林で、残りは様々な森林の種類及び草地の混合である。</li> <li>- 13の絶滅危惧種が確認されたが、これらの種はパナマ国内では数多く生息する。既存の道路があるため、モノレールを導入することにより動物相に対して新たな負の影響を与えることは予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- モノレールの運営が動植物及び生態系に顕著な負の影響を与えることは予測されない。</li> </ul>
19	景観	B-	B-B+	B-	B-B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間中における景観への一時的な影響は避けられないが、影響は小さい。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業の存在は事業対象地の景観に影響を与える。その影響は正であるか、負であるかについては、全く主観的な問題である。</li> </ul>
20	保護区	C	C	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地付近に保護区は存在しない。また、工事により遠くに位置する保護区への2次的影響が発生することも予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地付近に保護区は存在しない。</li> </ul>



Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
21	地球温暖化	D	B+	D	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 地球温暖化に対する影響は予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- モノレールは、排出量削減、及び地球温暖化に対して、顕著な正の影響を与える。これは、モノレールが既存の自動車・バスの利用者を魅了することにより、車輛から排出される排気を減少させることである。パナマの電力の約50%は水力発電によるものであることも、さらにこの正の影響を強調することに繋がる。排出量削減の第2の理由としては、パナマ市における交通渋滞の緩和による排出量の削減である。本事業により見込まれる年間の二酸化炭素排出の削減量は、16,000～25,000トンと推定される。</li> </ul>
22	大気汚染	B-	A+	B-	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事機器及び土木工事による大気質汚染が見込まれる。しかし、それらの影響は局地的なものであり、短期的なものであり、EMPにより容易に緩和される。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業の運営により、大気質汚染は発生しない。そして実際は、自動車のような大気質を汚染するような乗り物を利用するかわりにモノレールを利用することにより相殺され、事業対象地の大気質汚染を減少もしくは、増加させるのを低減化させることに繋がる。</li> <li>- 事業付近のみならず、パナマ市の排出を減らすことにもつながる。</li> </ul>
23	水質汚染	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIAの結果によると事業対象地の既存の表層水はすでに汚染されているが、建設地からの流出水が負の影響の潜在的な原因として考えられる。これらは基本的な緩和策をとることにより、ある程度管理することが可能である。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- モノレールのメンテナンスに関する活動について、水質汚染が予測される。</li> </ul>
24	土壌汚染	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIAの結果、特に都市部において事業対象地の土壌は、交通及び軽工業・商業活動、機械からのオイルやペンキ、その他の危険廃棄物の漏れ、適切に管理されず放置されている廃棄物等が原因で既に汚染されており、建設期間においても土壌汚染の可能性が見込まれる。</li> <li>- 海底堆積物の汚染も可能性がある。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間と比較してリスクはとて低くなるものの、依然として土壌汚染のリスクは残る。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		評価の理由
		C.	O.	C.	O.	
25	廃棄物	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIAにおいて水質汚染及び土壌汚染の項目は廃棄物に関する影響についても網羅するため、影響の程度は似ている。建設期間において、包括的な廃棄物管理が実施される必要がある。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 運営期間においても廃棄物による影響は予測されるが、建設期間と比較して影響の程度は極めて低くなる。</li> </ul>
26	騒音・振動	B-	A+	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 騒音と振動は、工事機器及び大型車輛の通行により発生することが見込まれる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 特に路線や駅、関係するインフラのすぐそばにおいて、騒音及び振動の影響が発生する（タイヤ音、警笛等による）。</li> <li>- 路線のすぐそばで発生する騒音については、より広い範囲における交通による騒音が下がることにより幾分相殺されるとも考えられる。</li> </ul>
27	地盤沈下	C	D	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- メトロは地上を走るシステムであるため、トンネルや地下掘削は必要としない。場所によっては脱水が必要となる場合もあるが（橋梁や線路の支柱）、量が少ないことや地面の状況を考慮すると、地盤沈下が発生する可能性はとて低く、EIAにおいても特に顕著な影響として認識されなかった。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 運営期間において地盤沈下は予測されない。</li> </ul>
28	悪臭	D	D	B	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適切な廃棄物管理が行われないと、悪臭が発生する可能性がある。影響の程度は小さい。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 運営による悪臭は予測されない。</li> </ul>
29	交通	A-	A+	A-	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アメリカ橋の西側の森林区間において特に、適切な工事計画がないと顕著な負の影響が発生する。本影響は、詳細な工事計画により減らすことができる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 現在の渋滞を緩和することが期待されており、交通に対して顕著な正の影響を与えられられる。</li> </ul>

C.: 建設期間, O.: 運営期間

+: 正の影響, -: 負の影響

A: 極めて顕著である, B: 顕著である, C: 不明, D: 影響がない

出典: 調査団

表 19.15 第4パナマ運河橋事業のスコーピング結果及びEIAの結果

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
1	用地取得と住民移転	B-	D	B-	D	[建設期間] - 用地取得及び住民移転は必要ない。ACPの建物3つ及び6の経済的移転が必要となる。 [運営期間] - 負の影響は予測されない。
2	地元経済	B+ B-	B+	A+	A+	[建設期間] - 建設期間においては、物資及び労働者へのサービス提供の需要が発生し、地元経済を活性化する。 [運営期間] - パナマ市及びパナマ・オエステの接続は、道路と有効的な交通システムの復興に繋がる。それに追加して、経済特区であるパナマ・パシフィコも事業の恩恵を受けることとなる。
3	雇用	B+ B-	B+	A+	B+	[建設期間] - 建設工事において、技術を必要とする労働及び必要としない労働の需要が事業対象地において発生する。例えば、現場監督、石工、穴掘り職人、電気職人、大型車輛運転手、その他の一般的労働者等。同時に、労働者にサービスを提供するというような間接的雇用需要も発生する。 [運営期間] - 橋梁及びアクセス道路の維持管理についての新規雇用が発生する。
4	生活様式	B+ B-	B+	B-	B+	[建設期間] - 事業のすぐそばには住居エリアは存在しない。しかしながら、重機やその他の機械の移動により、事業対象地に生活する地元住民の生活様式には影響が見込まれる。 [運営期間] - 事業対象地及びそれ以外の地域においても、交通渋滞の減少により生活の質の向上が見込まれる。
5	土地利用や地域資源利用	A-	D	B-	D	[建設期間] - 工事期間において、2次林及びマングローブが若干失われるが、工事終了後、再成長が見込まれる。 - 事業で必要となる土地は政府の土地である。 - 広範囲で見ると、事業対象地の土地利用の特徴は変化しない。 [運営期間] - 橋梁の運営による負の影響は予測されない。
6	社会関係資本や社会組織	C	C	D	D	[建設期間] [運営期間] - アンケート調査及び住民参加活動の結果、特に影響は予測されない。

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
7	既存インフラや公共サービス	B-	A+	B-	A+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 橋梁へのアクセス道路の建築は、既に渋滞がひどい既存の道路に影響を与えることになる。道路封鎖やう回路のため、更なる遅れが生じる可能性がある。</li> <li>- 既存インフラや公共サービスへの一時的な影響が予測されるが、事業のすぐそばには住居がほとんど存在しない。</li> <li>- 建設工事はさらに、騒音、乾季における埃、局地的な排水システムへの影響を生じる可能性がある。なおこれらの影響に対しては、基本的な緩和策が十分に有効的に機能する。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アメリカ橋付近が現在抱えている交通問題を緩和し、メトロ3号線事業の運営を可能にする。</li> <li>- 既存の公共サービスへのアクセスの向上が見込まれる。</li> </ul>
8	少数民族及び先住民コミュニティ	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地には少数民族及び先住民コミュニティは存在しない。</li> </ul>
9	被害と便益の偏在	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 被害と便益の偏在は予測されない。</li> </ul>
10	地域内の利益対立	D	D	D	D	<p>[建設期間] [運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アンケート調査及び住民参加活動によると、負の影響は予測されない。</li> </ul>
11	文化遺産	C	D	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地（線形直下）における考古学調査を実施したが、特記すべきものは発見されなかった。事業の直接影響範囲において文化財は確認されていない。</li> <li>- 考古学的なものが発見された場合には、EMPに基づき管理される。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 文化財への影響は予測されない。</li> </ul>
12	水利用	C	D	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 橋梁建設時において、水利用に関する問題の発生は見込まれない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水利用に関する影響は見込まれない。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
13	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 大規模な工事が想定され、労働者や地元住民に対して HIV/AIDS 予防プログラムといったような有効的な予防策が実施されない限り、感染症による影響が懸念される。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 感染症に関する問題は発生しないと予測される。</li> </ul>
14	安全	D	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間においては、労働者及びパブリックの両方に危険性が発生する。住民の安全については、道路の接続部分が懸念部分である。架橋工事の期間（最大 24 時間）は運河のオペレーションを停止するため、運河を運航する船舶への危険は発生しない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 橋梁は様々な安全管理によりとても安全な状況にあるはずである。しかしながら、リスクを完全に排除することは不可能である。</li> </ul>
15	地形・地質	D	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 橋梁建設のために、比較的規模の小さい切土及び盛土のみを必要とする。しかしながら、ソサ丘については、アクセス道路・線路の建設のために影響をうける。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 斜面保護が実施される限り、負の影響は予測されない。</li> </ul>
16	浸食	B-	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 植生を喪失した部分については、丘陵という地形の性質及び強度の降雨のため、浸食が発生する可能性がある。アプローチ道路を保護するための資材を準備しておくことにより対応する。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設が終了し事業が運営開始した後は、浸食は予測されない。</li> </ul>
17	水文	C	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業の建設により、事業対象地の水文に若干の影響が発生することが見込まれる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水文及び地下水への影響は予測されない。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
18	動植物及び生態系	A-	D	B-	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 合計 4.5 ヘクタールの植生が伐採される予定で、そのうち、0.363 ヘクタールがマングローブである。再植林計画は伐採される全ての植生に対して実施されることとなる。抜粋されるマングローブ面積に対しての補償費は、伐採前に SMP により支払われる。</li> <li>- マングローブは貴重種であるものの、伐採する面積は極めて小さく、また早急な再成長が見込まれる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業の運営が動植物及び生態系に顕著な負の影響を与えることは予測されない。</li> </ul>
19	景観	A-	C	B-	B- B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間中における景観への一時的な影響は避けられないが、影響は小さい。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- すでにアメリカ橋が存在するためその影響は若干緩和されるものの、新橋のデザインは景観に顕著な影響を与える。その影響の良し悪しについては極めて主観的なものである。新橋のデザインはアメリカ橋と同じアーチ型である。</li> </ul>
20	保護区	C	C	D	D	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地付近に保護区は存在しない。また、工事により遠くに位置する保護区への2次的影響が発生することも予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業対象地付近に保護区は存在しない。</li> </ul>
21	地球温暖化	D	B+	D	B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 地球温暖化に対する影響は予測されない。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業は、排出量削減及び地球温暖化に対して若干の正の影響を与える。</li> </ul>
22	大気汚染	B-	A+	B-	B+	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事機器及び土木工事による大気質汚染が見込まれる。しかし、それらの影響は局地的、短期的なものであり、EMP により容易に緩和される。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 事業による大気汚染は予測されない。事業対象地における現在の渋滞状況を緩和することにより、中程度の正の影響が予測される。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
23	水質汚染	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIAの結果によると事業対象地の既存の表層水はすでに汚染されているが、建設地からの流出水が負の影響の潜在的原因として考えられる。これらは基本的な緩和策をとることにより、ある程度管理することが可能である。</li> <li>- 橋梁建築時における海水汚染の可能性がある。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 橋梁の排水システムが適切に機能しない場合や、オイルトラップが適切に管理されない場合には、若干の水質汚染の可能性がある。</li> </ul>
24	土壌汚染	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- アプローチ道路付近の土壌は、交通及び軽工業・商業活動、機械からのオイルやペンキ、その他の危険廃棄物の漏れ、適切に管理されず放置されている廃棄物等が原因で既に汚染されており、建設期間においても土壌汚染の可能性が見込まれる。</li> <li>- 海底堆積物の汚染の可能性も考えられる。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設期間と比較してリスクはととも低くなるものの、依然として土壌汚染のリスクは残る。</li> </ul>
25	廃棄物	B-	D	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EIAにおいて水質汚染及び土壌汚染の項目は廃棄物に関する影響についても網羅するため、影響の程度は似ている。建設期間において、包括的な廃棄物管理が実施される必要がある。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 運営期間においても廃棄物による影響は予測されるが、建設期間と比較して影響の程度は極めて低くなる。</li> </ul>
26	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設機械及び大型車輛の走行により、騒音と振動の発生が見込まれる。しかしながら、事業対象地において敏感な受容体は確認されなかった。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 騒音と振動の発生が予測されるが、その程度は顕著ではない。</li> <li>- 事業による騒音の追加はない。しかし、現在アメリカ橋で発生している騒音が移動することとなる。</li> </ul>
27	地盤沈下	C	D			<p>[建設期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRに記載。</li> </ul> <p>[運営期間]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRに記載。</li> </ul>

Ref	項目	スコーピング結果		EIAの結果		調査の結果
		C.	O.	C.	O.	
28	悪臭	D	D	B-	D	[建設期間] - 適切な廃棄物管理が行われないと、悪臭が発生する可能性がある。影響の程度は小さい。 [運営期間] - 運営による悪臭は予測されない。
29	交通	B-	A+	A-	A+	[建設期間] - アクセス道路の建設は、すでに渋滞がひどい道路状況に影響を与える。道路封鎖やう回路のため、追加の時間を要するだろう。 [運営期間] - 現在の渋滞を緩和することが期待されており、交通に対して顕著な正の影響を与えると考えられる。

C.: 建設期間, O.: 運営期間

+: 正の影響, -: 負の影響

A: 極めて顕著である, B: 顕著である, C: 不明, D: 影響がない

出典：調査団



### 19.7.3 環境管理計画

上述したように、EIAの結果、予測される負の影響の多くは程度が低く、もしくは中程度であり、建設期間に一時的に発生するものであると考えられる。影響の大半は、生物学的環境よりも物理的環境及び社会環境に関するものである。

このような影響の特徴の結果、負の影響を管理するために策定された緩和策は一般的な基準の緩和策で、「ベスト・プラクティス」な建設の一部として一般的に受け入れられるものである。基本的な緩和策の例は以下の通りである。

- 資材運搬トラックに防水布をかけ、アクセス道路にポンプ車にて散水することにより粉じんを予防する
- 近代的で十分にメンテナンスをしている工事機器や発電機の防音ボックスを使用し、労働期間を制限し、防音壁を設置することにより騒音問題を予防する
- 近代的に十分にメンテナンスをしている工事機器を利用し、有効的な排水管理計画を実施し、危険物及び廃棄物を不浸透性の貯蔵庫に保管し、汚水、浸出水、その他の液体廃棄物を適切に排水する前にそれらの水の適切な収集・処理を行うことにより、水質汚染を予防する
- 建設工事現場装備 (Personal Protective Equipment: PPE) の使用義務、明確な警告標識、現場規則の厳格な執行、定期的な健康診断、適切な食事や宿泊施設のアレンジの提供により労働者の健康と安全を守る
- 工事現場を取り囲む頑丈なフェンスの設置、高い位置で作業をしている下にネットを張る、道路通行車輛及び歩行者の両方に対して適切で安全な回路の提供を行うことにより、民間人の健康と安全を守る
- 定期的な住民説明会、情報パンフレットの配布、建設スケジュールの定期的な更新、苦情処理システムの提供等を含むコミュニティー・リエゾン活動を実施する

既に述べたように、いくつかの特別な緩和策が両方の事業において必要である。以下、特記すべき緩和策を記載する。

- 建設期間初期において発見された珍しい植物については移植を行う
- 建設期間を通じて、野生動物救出及び植物の移植を行う
- 喪失したマングローブ及び森林の面積を相殺し補償するための計画を実施する<sup>10</sup>
- 野生動物のエサとなる種を最低 10% 含む成長が早い在来種の植林計画を実施する
- 事業により直接影響を受ける人、チャリティー、小規模工場、その他の適切な該当者に対して、伐採した木材を提供する
- 住民移転計画を実施する
- 「メトロの文化」を確立するための住民への教育を実施する
- 第 4 パナマ運河橋の建設に当たって運河の運航へ影響を与えることについて、政府機関間のコミッティを設立する

全ての緩和方法については以下の EMP のセクションに記載している。

<sup>10</sup> 伐採されるマングローブは、マングローブ再植林計画に含まれ、その手続きは ANAM 決議第 20 号（2012 年 5 月 23 日）にて規定されている。影響を受けるマングローブの面積を ANAM が調査し、伐採前に補償費の支払い金額が設定される。同時に、伐採する樹木 1 本に対して 3 本の再植林が求められ、再植林先は ANAM が指定する。

### 19.7.4 環境管理計画

包括的な環境管理計画（EMP）のアウトラインが EIA の一部として作成された。EMP は、建設期間及び運営期間において、廃棄物管理計画、水質及び土壌保護計画、交通管理計画、住民参加計画といった具体的計画に関する情報を含む。

以下の表は EMP の要約を示す（表 19.16）。事業実施主体が全ての EMP を実施する責任を有する。

表 19.16 メトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業の EMP 要約

影響	主な緩和策	実施期間
微気候	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要最小限の木を伐採</li> <li>植林計画の実施</li> </ul>	建設期間
大気質汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設期間の適切な維持管理</li> <li>工事現場への散水</li> <li>車輛及びディーゼル使用機器の適切な排気フィルター使用</li> <li>建設資材を適切な場所で管理</li> <li>工事資材及び地ならしをした場所を覆う</li> <li>事業対象地の道路において適切な走行速度規制を設定</li> </ul>	建設期間
Carbon-capturing 潜在性の喪失	<ul style="list-style-type: none"> <li>動植物保護プログラムの実施</li> <li>必要最小限の木を伐採</li> </ul>	建設期間
悪臭の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃費を最大限良くし、排気ガスの排出を抑えるためにエンジンのメンテナンス実施</li> <li>労働者に適切な数の移動式トイレを設置</li> <li>廃棄物の適切な管理</li> </ul>	建設期間
騒音	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な工事時間の設定</li> <li>労働者への教育</li> <li>付近住民へ騒音を伴う工事に関する事前通知</li> <li>労働者に対して対騒音装備の提供</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>メトロの車輛及びタイヤの定期メンテナンス</li> <li>デポ周辺に物理的あるいは植物による騒音壁の設置</li> <li>目視による確認及び定期的モニタリングの実施</li> </ul>	運営期間
振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>開けた場所ではスムーズなブラストを実施</li> <li>振動を伴う工事について事前に地元住民に通知</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>メトロの車輛及びタイヤの定期メンテナンス</li> <li>目視による確認及び定期的モニタリングの実施</li> </ul>	運営期間
浸食、堆積、圧縮	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模な土工は乾季に実施</li> <li>雨季には適切な雨水管理を実施</li> <li>密度が高い植物による斜面保護</li> <li>斜面管理</li> </ul>	建設期間
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な廃棄物管理</li> <li>廃棄物の一時管理場所の設置</li> <li>工事機器のメンテナンス用の適切な場所の用意</li> <li>汚染土壌の管理計画実施</li> <li>運河の浚渫土管理計画実施</li> <li>土壌物質流出の場合の偶発事故対策</li> </ul>	建設期間
水文	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な部分のみ植生を伐採</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林エリアの維持管理</li> </ul>	運営期間
水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>法令 DGNTI-COPANIT 35-2000 及び DGNTI-COPANIT 39-2000 の順守</li> <li>汚染物流出の場合の発事故対策実施</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視による確認及び定期的モニタリングの実施</li> <li>デポにおける適切な排水管理</li> </ul>	運営期間

影響	主な緩和策	実施期間
表土流出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デポにおける詳細排水設計</li> <li>・デポに浸透トレンチの設置</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視による確認及び定期的モニタリングの実施</li> </ul>	運営期間
植生・森林の喪失	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な部分のみ植生を伐採</li> <li>・樹木伐採に必要な許可をANAM、パナマ県、パナマ・オエステ県の行政に要請</li> <li>・決議AG-0235-2003/ANAMに基づき、伐採に対する補償費の支払い</li> <li>・Res. J.D. No 20 of 23 May 2012に基づきマングローブ伐採に対する補償費の支払い</li> <li>・伐採樹木をPAPs、チャリティー、零細工場に配布</li> <li>・再植林計画実施</li> <li>・植生の移植計画実施</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緑地の維持管理</li> <li>・再植林の維持管理</li> </ul>	運営期間
陸上動物及びその生息地への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植林計画の実施</li> <li>・既存する森林の保護</li> <li>・再植林計画</li> <li>・工事現場における最低限の照明の利用</li> <li>・不必要な騒音発生の予防</li> <li>・労働者への教育</li> <li>・Resolution AG-0292-2008に基づいた野生動物救出</li> </ul>	建設期間
水生動物への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事資材、浚渫土、廃棄物等の適切な管理</li> <li>・DGNTI-COPANIT 35-2000及びDGNTI-COPANIT 39-2000の順守</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・視による確認及び定期的モニタリングの実施</li> </ul>	運営期間
事業対象地における都市移動及びアクセスへの影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事現場と歩道を明確に区分</li> <li>・代替のバス停・タクシー乗り場の設置</li> <li>・公共交通セクターとの調整</li> <li>・道路封鎖、う回路、その他の影響について地元住民に通知</li> <li>・工事機械、車輛、物資の移動ルートの確定</li> </ul>	建設期間
土地利用の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PAPsへの情報公開</li> </ul>	建設期間
地元住民と労働者の健康及び安全に対するリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労働者に対する安全講習</li> <li>・労働者に対する保健講習</li> <li>・労働者に対する安全装備の提供</li> <li>・労働者のための保健センターの設置</li> <li>・安全で健康的な労働環境の提供</li> <li>・交通標識の設置</li> <li>・重機、工事機器、車輛のルートの設置</li> <li>・危険に関する標識の設置</li> <li>・住民との頻繁なコミュニケーションの維持</li> <li>・工事現場への立ち入り禁止ラインの設置</li> <li>・定期的な健康及び安全に関する点検</li> <li>・リスク予防及び偶発的事故対策</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メトロの周辺における健康及び環境に関する市民への定期的なキャンペーンの実施</li> <li>・偶発的事故対策</li> </ul>	運営期間
公共地・私有地への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民への事業内容、目的、便益、影響に関する明確でタイムリーな情報公開</li> <li>・住民参加活動の実施</li> <li>・苦情対応メカニズムの確立と実施</li> <li>・RAPの実施</li> </ul>	建設期間

影響	主な緩和策	実施期間
地元住民の生活様式への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民への事業内容、目的、便益、影響に関する明確でタイムリーな情報公開</li> <li>・住民参加活動の実施</li> <li>・苦情対応メカニズムの確立と実施</li> <li>・適切な工事時間の設定</li> <li>・交通管理計画の実施</li> </ul>	建設期間
景観の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・できる限り自然の状況に景観を維持</li> <li>・事業終了時において環境回復計画の実施</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・駅周辺を清潔に保つ</li> <li>・駅等の建物は景観と調和するような色遣いをする</li> </ul>	運営期間
交通ネットワーク及び道路交通安全への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ATTT、公共交通セクターとの広範囲にわたる調整</li> <li>・情報公開キャンペーン</li> <li>・う回路の維持管理</li> <li>・交通管理計画の実施</li> <li>・交通法の厳格な順守</li> <li>・交通標識の設置</li> <li>・ピークアワー（朝6時～9時、夕方4時～7時）および夜間における重機等の移動禁止</li> <li>・歩道、横断歩道、歩道橋の設置</li> <li>・事業により影響を受ける道路のメンテナンス</li> </ul>	建設期間
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制限速度の設置</li> <li>・十分な道路標識の設置</li> </ul>	運営期間

出典：URS Holdings, Inc. (2014) に基づき調査団作成

### 19.7.5 環境管理計画にかかるコスト

EIA の中で環境及び社会の影響を緩和・管理する計画に必要なコストが見積もられた。それぞれの事業において建設期間に見積もられた EMP の金額は以下のとおりである。

- ・ メトロ 3 号線事業：3,616,016.50 ドル
- ・ 第 4 パナマ運河橋：2,033,762.65 ドル

コストの詳細については、付属資料 11-7（メトロ 3 号線事業）及び付属資料 11-8（第 4 パナマ運河橋事業）を参照。

### 19.7.6 モニタリング計画

EIA の中で、両事業について、大気質、騒音、振動、水質、土質についてもモニタリング計画が、建設期間及び運営期間に対して策定された。付属資料 11-9 を参照。パナマにおいては、事業実施主体が運営開始後最初の 3 年間、モニタリングを実施する義務がある。モニタリングの結果は、建設期間においては四半期に回、運営期間においては毎年 1 回 ANAM に報告される。モニタリングフォーム案は付属 11-10 を参照。

## 19.8 戦略的住民移転計画（SRAP）

パナマでは、住民移転を含む用地取得を必要とする事業については、フィージビリティ調査においてではなく、詳細設計時点で住民移転計画（RAP）を策定する。しかしながら、本事業は JICA ガイドラインに基づきフィージビリティ調査において戦略的住民移転計画（SRAP）を作成することとなった。事業の最終線形が確定した後、SMP が本 SRAP に基づき詳細 RAP もしくはメトロ 1 号線で行われたような MINI RAP を策定することに

なる。なお、SRAPは基本的にはRAPに求められる内容を全て含む形で作成した。

## 19.8.1 住民移転及び用地取得の必要性

### (1) 住民移転及び用地取得を必要とする事業のコンポーネント

#### メトロ3号線事業

メトロ3号線事業では、主にモノレールの駅へのアクセスエスカレーター設置、駅周辺の関連施設（バス停及びタクシー乗り場）、P&R、デポのために用地取得が必要となる。

14の駅が3号線事業においては予定されており、全ての駅が高架タイプであり、既存の用地幅内に位置することとなる。エスカレーターやバス・タクシー乗り場が駅に併設され、そのために最低限の規模の用地取得、住民移転、経済的移転が必要となる。

メトロ3号線の沿線の最終地点（パンアメリカン道路沿いのアト・モンタニャ）にデポが建設される予定である。そのために約12haの用地取得が必要となる。2つのP&Rがヌエボ・チョリジョとビスタ・アレグレに設置される予定で、両方において用地取得が必要となる。しかしながら、これらのために住民移転や経済的移転は発生しない。

#### 第4パナマ運河橋事業

第4パナマ運河橋事業では住民移転及び用地取得は発生しない。橋梁へのアクセス道路は、政府が所有する土地を通過する（用地幅、ACPの土地、パナマ・ポート・カンパニー）。

### (2) 代替案比較

#### メトロ3号線事業

SMPと調査団はメトロ3号線事業のルート及びシステム選定のための様々な代替案比較を実施した（第5章参照）。特に考慮された5つの視点は、サービス需要、物理的状況、用地の使用状況及び住民移転の有無、環境及び社会への負の影響、であった（詳細は付属資料11-2を参照）。

ルート選定については、パンアメリカン道路及びアウトピスタという2つのオプションが分析された。2つのルートは共に既存の4車線道路である。住民移転及び用地取得が発生する可能性は、パンアメリカン道路の方が高い。なぜなら、同道路の方がより古く、道路に沿って都市活動が発展してきているからである。しかしながら、メトロのサービス需要を考えた結果、パンアメリカン道路のルートが選定された。もしアウトピスタのルートが選定されたならば、同ルートにパンアメリカン道路付近から乗客を運ぶための新しいルートを開通する必要があるが発生し、そのために用地取得及び住民移転が必要となるだろう。

システム選定については、住民移転及び用地取得についてシステム間における特に大きな差は確認されなかった。

#### 第4パナマ運河橋事業

本フィージビリティ調査が開始する以前に（2012年～2013年）、SMPとACPが第4パナマ運河橋の代替案比較を実施した。架橋位置及びトンネルオプションについて分析された。架橋位置は、既存のアメリカ橋の北側が選択されたが、同位置付近には住居地区

が無く、住民移転及び用地取得が避けられた（19.5 参照）。

### (3) 住民移転を最小限にするための仕組み

住民移転及び経済的移転を必要とする主な活動は、メトロ 3 号線事業における駅及び駅周辺施設（エスカレーター、バス・タクシー乗り場）の設置である。駅の位置は、住民移転、経済的移転、用地取得を最小限にするために、用地幅における土地利用の現況及びその他の土地利用可能性を考慮した上で、SMP との現地踏査に基づき決定された。SMP は駅の位置や線形を将来最終的に決定するとき、さらに住民移転、経済的移転、用地取得を最小限にするための努力をすることになる。

## 19.8.2 住民移転及び用地取得に係る法的枠組み

### (1) 住民移転及び用地取得に係るパナマ国の法制度概要

表 19.17 はパナマにおける用地取得及び住民移転に関する主な法令をまとめたものである。

表 19.17 用地取得及び住民移転に関する主な法令

法令名	主な内容
法律第 21 号（1997 年 7 月 2 日）	パナマ運河区域の土地利用計画、保護計画、開発計画に関する規程。
パナマ憲法第 48 条	公共便益のための政府による用地取得を認め、その手続きは法的手段をとり、補償費は前もって支払われることを規定。
パナマ国憲法第 62 条	政府は、すべての国民が家族の社会的・経済的向上の義務を負う。
パナマ国憲法第 117 条	政府は、全ての国民が、特に低所得者層が、社会権の恩恵を享受できるような住宅に住むことを保障する。
法律第 22 号（2006 年 6 月 27 日）	不動産の査定は MEF 及び政府会計局（Contraloria）が実施することを規定。
民法（第 5 章）	用地幅（ROW）の使用に関する規程。
法典第 16 編第 1913 条～第 1926 条	政府による通常の用地取得のプロセスを規定。
法律第 6 号（2002 年 1 月 22 日）	市民には情報に自由にアクセスする権利があることを規定。政府は、公共事業の内容について、住民参加を確保する義務を規定。
法律第 57 号（1946 年 9 月 30 日）第 5 条	用地幅を占有しているものに対しては、政府は補償をすることができない。

出典：調査団

### (2) 住民移転にかかる JICA の方針

JICA の住民移転に係る方針は以下の通りである。

- I. 非自発的住民移転及び生計手段の損失は、あらゆる方法を検討して回避に努める。
- II. そのような検討を経ても回避が不可能な場合には、影響を最小化し、損失を補償するために実効性のある対策を講じる必要がある。
- III. 住民移転には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準を改善/回復するよう補償・支援を提供する。
- IV. 補償は可能な限り再取得価格に基づく必要がある。

- V. 補償やその他の支援は、物理的移転が開始される前に提供される必要がある。
- VI. 大規模非自発的住民移転が発生する場合には、住民移転計画が作成、公開される必要がある。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーOP4.12 Annex Aに規定される内容が含まれることが望ましい。
- VII. 住民移転計画の策定に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われる必要がある。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われる必要がある。
- VIII. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングは、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進される必要がある。
- IX. 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備される必要がある。

また JICA ガイドラインには、「JICA は、環境社会配慮に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する」と記載していることから、上記の原則は、世界銀行 OP4.12 によって補完される。世銀 OP4.12 に基づき追加すべき主な原則は以下の通りである。

- X. 影響を受ける住民は、保障や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査（人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査含む）を通じて特定・記載される。当活動は、保障や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で実施されることが望ましい。
- XI. 補償や支援の受給権は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を行使することができるものとする。
- XII. 住民移転の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。
- XIII. 政府は移行期間の支援を提供する。
- XIV. 移転住民のうち社会的弱者、特に貧困層や土地を有さない住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。
- XV. 200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画（簡易版）を策定する。

上記の原則に加え、各事業の住民移転計画、実施計画、モニタリング・評価メカニズム、スケジュール、詳細な資金計画も必要である。

### (3) JICA ガイドラインとパナマ国法制度との比較

次表は、住民移転・用地取得に関する JICA ガイドラインとパナマ国法制度との比較及び、それに基づいた本事業の移転方針を示すものである。

表 19.18 JICA ガイドラインとパナマ国法制度との比較

No.	JICA ガイドライン	パナマ国法制度	JICA ガイドラインとパナマ国法制度とのギャップ	本事業の移転方針
1	非自発的住民移転及び生計手段の損失は、あらゆる方法を検討して回避に努める。	特定の法令なし。 しかしながら、近年の公共事業においては IFC(特に世銀及び IDB)に従い、非自発的住民移転及び生計手段の損失をできる限り回避する習慣となっている。	法制度においてはギャップが認められる。 しかしながら、近年のパナマの習慣と世銀 OP4.12 及び JICA ガイドラインには大きなギャップは認められない。	パナマの公共事業は、住民移転や生計手段の損失をできる限り回避する。 メトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業についても、線形は JICA ガイドライン及びパナマの習慣に従って決定された。
2	検討を経ても非自発的住民移転及び生計手段の損失の回避が不可能な場合には、影響を最小化し、損失を補償するために実効性のある対策を講じる必要がある。	<b>法律第 114 号(1943 年)</b> :公共事業による影響を補償することを規定。 <b>法律第 57 号(1946 年)第 3 条</b> :国家は公的・社会的便益のためであれが私有地を用地取得して良いことを規定。その際、国家と該当する所有者が補償について合意を得ない場合は、裁判を行うことを規定。 <b>人権に関するアメリカ宣言第 21 条</b> :公平な補償を通じた公的使用及び社会的便益を目的としたことを除いて、私有地は没収されてはならない。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	住民移転及び生計手段の損失は最小化され、必要場場合はパナマ法令及び世銀 OP4.12 に基づき補償を行う。
3	住民移転には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準を改善/回復するよう補償・支援を提供する。	<b>パナマ国憲法第 62 条</b> :政府は、全国民家族の社会的経済的向上への義務を担う。 <b>パナマ国憲法第 117 条</b> :国家は、全国民、特に低所得者層が、社会権を享受することができるような住居を確保することを定める。 <b>大統領府決議 2010 年 12 月第 154 号</b> :メトロ庁が 1 号線事業に関して実施する補償について規定。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	補償策はパナマ法令及び世銀 OP4.12 に沿って策定、実施される。
4	補償は可能な限り再取得価格に基づく必要がある。	<b>税法第 8 号(1956 年 1 月)、改定法第 33 号(2010 年)、改定法第 31 号(2011 年)</b> :資産査定の方法を規定。 <b>法律第 22 号(2006 年)</b> :資産の接収もしくは移譲のプロセスとクライテリアを規定 (MEF 及び政府会計院により実施される)	法制度においてはギャップが認められる。 しかしながら、メトロ 1 号線事業においては、再取得価格に基づく補償を実施することを定める特別決議が発行された。	OP4.12 及びメトロ 1 号線の経験に基づき、再取得価格に基づく補償を策定・実施する。
5	補償やその他の支援は、物理的移転が開始される前に提供される必要がある。	<b>パナマ憲法第 48 条</b> :国会は公共の便益のために用地取得をすることができることを規定。用地取得は、法的プロセスに基づき実施されることを規定。用地取得に対する補償は、建設開始する前に行われることを規定。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	パナマ法令及び世銀 OP4.12 に基づき、建設開始前に補償が提供される。
6	大規模非自発的住民移	<b>法律第 6 号(2002 年 1 月 1</b>	ガイドラインとパナマ国	メトロ 3 号線事業及び第 4



No.	JICA ガイドライン	パナマ国法制度	JICA ガイドラインとパナマ国法制度とのギャップ	本事業の移転方針
	転が発生する場合には、住民移転計画が作成、公開される必要がある。	日):市民の情報への自由なアクセスを規定。国家は、公共事業において住民参加を支援する義務を負う。	の法制度に大きなギャップは認められない。	パナマ運河橋事業において大規模自発的住民移転は見込まれない。
7	住民移転計画の策定に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われる必要がある。	<b>法律第 6 号(2002 年 1 月 1 日)</b> :市民の情報への自由なアクセスを規定。国家は、公共事業において住民参加を支援する義務を負う。 <b>法律第 41 号(2998 年 7 月 1 日)、決議 123 号(2009 年)</b> : EIA プロセスにおいて住民参加を義務付けることを規定。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	パナマ法令および世銀 OP4.12 に基づき、様々な住民参加活動を EIA 及び SRAP 作成プロセスにおいて実施されている。
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われる必要がある。	<b>法律第 6 号(2002 年 1 月 1 日)</b> :市民の情報への自由なアクセスを規定。国家は、公共事業において住民参加を支援する義務を負う。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	住民協議においては、世銀 OP4.12 に基づき住民が理解しやすいよう説明がなされている。
9	非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングは、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進される必要がある。	<b>法律第 6 号(2002 年 1 月 1 日)</b> :市民の情報への自由なアクセスを規定。国家は、公共事業において住民参加を支援する義務を負う。 <b>法令第 150 号(2009 年 7 月 2 日)</b> :メトロ庁が実施する事業において、メトロ庁が住民の事業に対する支援及び協力を促進することを規定。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	パナマ法令および世銀 OP4.12 に基づき、様々な住民参加活動を EIA 及び SRAP 作成プロセスにおいて実施されている。同時に、SRAP 実施・モニタリング期間における住民参加についても、パナマ法令及び世銀 OP4.12 に基づいて実施されることとなる。
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備される必要がある。	<b>合意第 5 号(2003 年 6 月)</b> :土地管理国家プログラム (PRONAT) 実施期間内の紛争解決方法手段の設立を規定。 また、メトロ 1 号線事業において事業のための苦情処理メカニズムが整備された。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	パナマのメトロ 1 号線事業の経験と世銀 OP4.12 に基づき、本事業のための苦情処理メカニズムが整備されることとなる。
11	影響を受ける住民は、保障や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査含む)を通じて特定・記載される。当活動は、保障や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で実施されることが望ましい。	左記を規定する特定の法令は存在しない。 しかしながら、メトロ 1 号線事業を含む近年の事業では、世銀 OP4.12 及び JICA ガイドラインに基づく方法が取られている。	法制度においてはギャップが認められる。しかしながら、近年のパナマの習慣と世銀 OP4.12 及び JICA ガイドラインには大きなギャップは認められない	SRAP 策定プロセスにおいて、影響を受ける可能性のある住民は確認され、それらに対するセンサス及び所得査定を実施した。カットオフデートは、事業の線形が最終的に決定されたのちに定めることとなる。
12	補償や支援の受給権は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基	<b>法律第 57 号(1946 年)第 5 条</b> :政府は用地幅に位置する建築物や活動に対して補償をすることはできないことを規定。 しかしながら、メトロ 1 号線事	ギャップが認められる。しかしながら、メトロ 1 号線の経験と、世銀 OP4.12 及び JICA ガイドラインには大きなギャップは認められない。	世銀 OP4.12 及びメトロ 1 号線事業の経験に基づき補償や支援の受給権が策定される。

No.	JICA ガイドライン	パナマ国法制度	JICA ガイドラインとパナマ国法制度とのギャップ	本事業の移転方針
	づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確立できるものとする。	業においてはJICAガイドラインが先に定める内容に基づく補償や支援の受給権を確立した。		
13	住民移転の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。	特定の法令は存在しない。	ギャップが認められる。	住民移転の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させることとなる。(しかしながら、本事業においてはこのようなケースは想定されない)
14	政府は移行期間の支援を提供する。	特定の法令は存在しない。しかしながらメトロ庁は、メトロ1号線事業において左記の支援を提供した。	法的制度においてはギャップが認められる。しかしながら、パナマにおいて近年の事業では政府が移行期間の支援を提供している。	世銀 OP4.12 に基づき、メトロ庁は移行期間の支援を提供する。
15	移転住民のうち社会的弱者、特に貧困層や土地を有さない住民、老人、女性、子ども、先住民、少数民族については、特段の配慮を行う。	<b>法律第4号(1999年1月29日)</b> : 男女の機会平等を規定。 <b>パナマ憲法第86条、法令第1号(2000年1月11日)</b> : 先住民に対する特別の配慮を規定。 <b>法令103号(2004年9月1日)</b> : 特別な支援を必要とする人々のための社会統合庁を設立。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	SRAP 策定において、脆弱な人々に対して特別な配慮がなされている。
16	200人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画(簡易版)を策定する。	<b>パナマ憲法第48条</b> : 国会は公共の便益のために用地取得をすることができることを規定。用地取得は、法的プロセスに基づき実施されることを規定。 <b>法律第57号(1946年)第3条</b> : 国家は公的・社会的便益のためであれが私有地を用地取得して良いことを規定。その際、国家と該当する所有者が補償について合意を得ない場合は、裁判を行うことを規定。	ガイドラインとパナマ国の法制度に大きなギャップは認められない。	JICA ガイドライン及び世銀 OP4.12 に基づき、住民移転計画(簡易版)が策定される。

出典：調査団

#### (4) 本事業における用地取得・住民移転方針

- I. パナマ国政府は、現行国内法と JICA ガイドラインを含む国際的習慣と乖離があることから、メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業について、以下の方針を採用する。事業方針は、国内法と JICA ガイドラインの乖離を埋めることを目的とする。ここでは、損失の内容・程度に応じた影響住民(PAPs)の受給権について、本事業の方針を説明する。国内法と住民移転にかかる JICA ガイドラインの間に乖離がある場合には、適切な環境社会配慮を実施するようパナマ政府に働きかける。

- II. 代替案の検討を行い、移転を回避または最小化する。
- III. 移転が避けられない場合には、影響をうける住民の生計が改善または少なくとも回復できるように、十分な補償支援を行う。
- IV. 補償や支援は、以下のような影響をうける全ての人に提供される。
  - 生活水準への負の影響
  - 家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生または多年生の作物・樹木・その他の不動産等への永久的及び一時的権利の負の影響
  - 一時的または永久的な負の影響を受ける所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等
  - 社会的・文化的活動及び関係者への影響
- V. 所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響をうける人は全て補償や支援の対象とする。直近のセンサス及び資産調査の時に、影響地域において住居、労働、営業、または耕作していることが確認された者は、全て補償や支援の対象となる。
- VI. 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに十分でなければ、移転として扱う。
- VII. 一時的な影響についても、移転計画で考慮する。
- VIII. パナマ国法制度及び住民移転に書かせる JICA 方針に沿って、住民移転を策定する。
- IX. 移転計画は、現地語に翻訳され、影響を直接受ける住民やその他監視なる人々のために公開される。
- X. 補償は再取得価格の考え方にに基づき提供される。
- XI. 農地に依存している PAPs への影響は、可能な限り土地ベースで行う。
- XII. 代替地は、移転前の土地と同立地同生産性とすべきである。
- XIII. 移転支援は、目先の損害だけでなく、PAPs の生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。このような支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる。
- XIV. 移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民族、少数民族、女性、子ども、老人、障害者が含まれる。
- XV. 事業の影響を直接受ける人々は、移転計画の作成・実施に計画する。
- XVI. 事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、影響を直接受ける住民及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意識決定に参加させる。
- XVII. 補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全て、パナマ国政府が負担する。

- XVIII. 物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転先のインフラは、移転前に十分整備される。資産の取得、補償費の支払い、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除き、全て工事開始前に完了する。
- XIX. 移転計画作成・実施のための組織・管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは、住民協議、用地取得・生計回復活動にかかるモニタリング等について管理するために必要な人的資源を含む。
- XX. 移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告のメカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有するNGOや研究機関、大学等が考えられる。

### カットオフデート

カットオフデートは、カットオフデートの期日までに土地に住居・利用する人々が PAPs として認識され、プロジェクト・エンタイトルメントの資格を持つことを決定する日である。

また、メトロ庁の1号線プロジェクト実施の経験や、住民移転や用地取得を要する他の事業の経験によると、地元住民に期待を与えないためにフィービリティ調査においてカットオフデートを設定することはパナマ国の社会制度上一般的ではないことが判明した。カットオフデートは事業の線形が最終決定された後に定められ、カットオフデート宣言時に影響を受けると判断された住民全てが補償の対象となる。

これらの背景を受け、JICA 調査団は JICA 本部に相談し、本調査においてはカットオフデートを設定しないことを決定した。

## 19.8.3 住民移転及び用地取得の範囲

### (1) PAPs のセンサス結果

2014年1月22日～25日、2月12日～15日、3月14日において、メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業の PAPs を確認するための現地調査が実施された。

センサスは2014年の2月～3月に全ての PAPs に対して実施された。結果は以下の通りである。

- 住民移転、経済的移転、用地取得の3タイプの影響が予測される
- 影響は永久的なタイプ及び一時的なタイプ（建設期間のみ）に分類される

6タイプの PAPs が確認された。

- **所有者**：私有地に位置する建物の所有者、私有地の所有者
- **法的に曖昧な状況にある所有者**：不動産の所有者であるものの、譲渡や相続のプロセスにある、抵当に入っている等、非合法的な状況にある
- **賃借人**：私有地や公共地に対してその私用のための賃料を支払っている
- **占拠者**：用地幅内やパナマ運河の湖畔において住居・経済活動をしている人、家族
- **集团的占拠**：用地幅やパナマ運河の湖畔において共通した経済活動をしている集団

- 用地幅に位置する建物の賃借人：用地幅に位置する建物に賃料を支払い、住居・経済活動を行う

メトロ3号線事業

表 19.19 はメトロ3号線事業における PAUs 及び PAPs の数を示す。

住民移転が必要なのは5家族で、PAPsの人数は合計17人である。35の経済活動ユニット（商店、オフィス等）の移転が必要である。用地幅に放置された建物（商店）があり、同じく影響を受ける。

表 19.19 PAUs および PAPs の数（メトロ3号線事業）

影響のタイプ	損失のタイプ	PAUs の数	PAPs の数
<b>住民移転</b>			
所有者	私有地の建物	1	3
法的に曖昧な状況にある所有者	私有地の建物	2	5
占拠者	用地幅内の建物	2	9
<b>Sub total</b>		<b>5</b>	<b>17</b>
<b>経済的移転</b>			
所有者	私有地の建物	3	-
賃貸人	私有地の建物	3	-
	政府の土地の建物	1	-
占拠者	用地幅内の建物	28	-
<b>Sub total</b>		<b>35</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>17</b>

出典：調査団

第4パナマ運河橋事業

表 19.20 は第4パナマ運河橋事業の PAUs 及び PAPs の数を示す。

事業は主に政府関係の建物が立地する区画及び港湾活動の区画を通過するため、住民移転は発生しないことが見込まれる。

用地幅に位置する4商店、タクシー・ステーション、及び零細漁業の拠点の移転が見込まれる。センサスの結果によると、PAPsは合計128名以上である。

表 19.20 PAUs および PAPs の数（第4パナマ運河橋事業）

影響のタイプ	損失のタイプ	PAUs の数	PAPs の数
<b>経済的移転</b>			
占拠者	用地幅内の建物	4	19
集团的占拠	建物なし（タクシー・ステーション）	1	30
	運河沿いの建物（零細漁業）	1	79
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>128</b>

出典：調査団

(2) 不動産調査の結果

2014年3月～4月において、影響を受ける可能性のある土地及び建物について、不動産調査を実施した。PAPsへのセンサスにおいて、可能な限り不動産に関する法的書類を確認した。センサスを受けて住民の中には、法的書類の提示や写真撮影を拒否したものも数名いた。

土地

6タイプの土地が確認された。政府関係の建物が建つ政府の土地、民間セクターが使用する政府の土地、住居のある私有地、商業施設のある私有地、使用されていない私有地（空き地）、民間の建物がある用地幅である。図19.14は2つの事業におけるこれらのタイプの土地を示す。



出典：調査団

図 19.14 影響を受ける土地

メトロ3号線事業

表 19.21 はメトロ3号線事業において必要とされる土地のタイプ及び面積を示す。住居のある土地については 2,650.94 m<sup>2</sup>、商業施設のある土地については 2,244.40 m<sup>2</sup>、127,920.00 m<sup>2</sup>の空き地の用地取得が発生する見込みである。

表 19.21 用地取得が必要な土地利用と面積

土地利用	面積 (m <sup>2</sup> )
住居	2,650.94
商業施設	2,244.40
空き地（私有地）	127,992.00
<b>合計</b>	<b>132,887.34</b>

出典：調査団

### 第4 パナマ運河橋事業

第4 パナマ運河橋事業については、用地取得は必要ない。線形は用地幅内もしくは政府所有の土地を通ることになる。SMP、ACP 及びパナマ・ポート・カンパニー（コンセッション会社）の間で政府機関間の調整が行われてきた。

#### 構造物

パナマにおいては、政府会計院によって構造物がカテゴリ付けされている。両事業の対象地においては、次の4タイプの構造物が確認された。図 19.15 は、影響を受ける見込みがある建物の例示である。

- 永久的構造物：コンクリート、ブロック、レンガ、石、木材、アドーベ等寿命の長い資材で建設されている構造物
- 半永久的構造物：上記のような永久的な資材と、トウ、わら、木切れ、竹といった中期・短期てきな寿命の資材を混ぜて建設されている構造物
- 暫定的構造物：暫定的な性質を持つ建物で、古い木材、金属の破片、カン、ダンボール、布、プラスチックといった素材で建設されている構造物
- スタンド（移動式建物）：タイヤが設置されている構造物

		
永久的構造物（ミニ・スーパーと住居） <sup>(*)1</sup>	半永久的構造物（商店） <sup>(*)1</sup>	暫定的構造物（商店） <sup>(*)1</sup>
		
スタンド（商店） <sup>(*)2</sup>	永久的構造物（ACP） <sup>(*)1</sup>	永久的構造物（ACP） <sup>(*)1</sup>

出典：<sup>(\*)1</sup>調査団、<sup>(\*)2</sup>URS Holdings, Inc. (2014)

図 19.15 影響を受ける建物のタイプの例示

### メトロ3号線事業

32の構造物が影響を受ける見込みである。それらのうち、6つが住居<sup>11</sup>、26が商業施設である。表19.22はタイプ毎の影響を受ける構造物の数を示す。

表 19.22 影響を受ける構造物のタイプと数（メトロ3号線事業）

構造物のタイプ	数
住居	
永久的構造物	6
商業施設	
永久的構造物	16
半永久的構造物	8
暫定的構造物	2
合計	32

出典：調査団

### 第4パナマ運河橋

15の構造物が影響を受ける見込みである。ACP関係の構造物が3つ（2つの建物と高電圧鉄塔）、4つの商業施設、3つの零細漁業活動関係の建物が移転を見込まれている。表19.23はタイプ毎の影響を受ける構造物の数を示す。

表 19.23 影響を受ける構造物のタイプと数（メトロ3号線事業）

構造物のタイプ	数
政府関係の構造物	
永久的構造物	6
半永久的構造物	1
商業施設	
永久的構造物	2
半永久的構造物	1
暫定的構造物	3
スタンド	1
合計	14

出典：調査団

### (3) PAPsの社会経済的特徴

#### 住民移転の対象となるPAPs

住民移転が予定されている家族のうち5家族の住居は、私有地に位置し、1家族の住居は用地幅に位置する。5家族全てが永久的構造物として分類される住居を有し、電気、衛生サービス、浄水、廃棄物収集のサービスを有する。2家族のみが下水設備を有する。これらに加え、放棄されていて居住者がいない家屋が1軒ある。

17名のPAPsのうち、7名が男性、10名が女性である。2家族が幼児を、3家族が高齢者（60歳以上）を抱える。女性世帯主は2家族ある。精神的障害を抱える人がいる家族が2つある。

PAPsが主に利用する交通システムは、バスとタクシーである。1家族のみ、自家用車を

<sup>11</sup> 1家屋は空き家



所有する。

移転が必要となる5世帯の平均月収は、USD 2,150である。5世帯における最高収入はUSD 6,500、最低収入はUSD 300である。5世帯の平均月間出費はUSD 1,310であり、最高出費額はUSD 4,000、最低出費額はUSD 250である。

経済的移転の対象となる PAPs

線形沿いに位置する経済ユニット

6経済ユニットの建物が私有地に、1ユニットが政府の土地に、残り28ユニットが用地幅内に位置する。これらのうち16の経済ユニットが商業活動を行うための許可を所有しており、残りのユニットについて関連情報を提供することを拒んだ。

主な経済活動は、ファースト・フード店、果物・軽食・食べ物・シーフード・植物・雑貨・電気関係部品・車の部品を売る商店、ミニ・スーパー・マーケット、車洗淨、床屋、弁護士事務所、機械類レンタル店等である。これらのビジネスの主な顧客は地元住民である。1経済ユニットにおける平均的な労働者数は3人である。

月平均収入は1経済ユニットにおいてUSD 4,075.94である。しかしながら、それぞれのユニットにおける収入には大きな差がある。最低額の月収入はUSD 1,000、最高額の月収入はUSD 10,700である。5つの経済ユニットは、影響を受ける経済活動よりも収入規模が大きな他の収入源を持っている。14のユニットは影響を受ける予定である経済活動が唯一の収入源となっている。

零細漁業の活動拠点

パナマ運河の東岸において提案されている橋梁の架橋場所から400mほど南側に、包括的な零細漁業活動の拠点がある。2014年4月に実施した質問票調査によると、同地区にて活動を行う79の経済ユニット（漁船所有者）確認された。主な活動内容は、零細漁業、観光活動（付近の島への訪問、湾岸付近のボートツアー）、魚介類及びエサの販売である。

同地区での漁業活動は1964年から継続している。全ての漁船所有者は、漁業活動を実施するための許可をARAPから取得している。彼らは現時点では正式な組合の形に組織化していないが、そのためのプロセスを実施している最中である。



出典：調査団

図 19.16 零細漁業活動の様子

### タクシー・ステーション

パナマ・ポート・カンパニーの入り口付近に1つのタクシー・ステーションがある。建物は何も有さないが、30人以上の運転手が同地区を活動の拠点としている。彼らは ATTT からの許可を得たうえで 1964 年から同地区で活動を継続している。彼らの主な顧客は、港湾地区の労働者及びパナマ運河で活動する漁業関係者である。



出典：調査団

## 19.8.4 補償策・社会支援策

### (1) 損失に対する補償策及び社会支援策

パナマにおいては、公共事業による損失に対する最も一般的な補償方法は、経済的補償である。影響を受ける全ての土地、構造物、収入源に対して、世銀 OP4.12 が確立するクライテリアに基づき、補償が行われる。

- 全ての PAPs は完全に補償を受ける対象となり、現在の社会経済状況を向上、もしくは最低限同レベルに回復させるための支援を受けることになる。
- 住民移転や経済的移転の対象となる全ての PAPs は、各自の社会的・経済的な状況に関係なく、また土地、構造物、その他の不動産についての法的権利を有する状況に関係なく、補償と回復のプロセスにおいて支援を受けることになる。
- 一時的に影響をうける家族や経済ユニットに対しても、一時的な被害に対する補償が実施される。
- MINI RAP は本 SRAP 及び JICA ガイドラインに基づき策定される。
- 不動産の損失に対する補償額は、再取得価格に基づき設定される。
- PAPs の生活基準を回復するために必要な移行期間において支援が行われる。この支援には、必要に応じて、生計、一時的雇用、政府と PAPs の間において合意されたその他の支援が含まれる。
- 社会経済センサスの結果に基づき、女性、子ども、高齢者、障害者といった脆弱性のある人々に対しては、特別の配慮が払われる。
- 住民移転、補償、回復といったプロセスは、工事が開始する前に実施される。

### (2) エンタイトルメント・マトリックス

表 19.24 はメトロ 3 号線事業及び第 4 パナマ運河橋事業のエンタイトルメント・マトリックスである。SMP は本マトリックスに基づき、MINI RAP 作成時に詳細な補償策及び社会支援策を策定することになる。

表 19.24 エンタイトルメント・マトリックス

損失のタイプ	補償をうける人	補償及び社会支援策のオプション	責任機関
土地	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>再取得価格に基づく経済的補償</li> <li>所有者が土地を貸している場合には、損失分の土地賃料に対する経済的補償</li> </ul>	SMP, CGR/MEF
	占拠者	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい土地の所有者となるための法的手続きに必要なコスト</li> </ul>	SMP, ANATI
構造物	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>再取得価格に基づく経済的補償</li> </ul>	SMP, CGR/MEF
		<ul style="list-style-type: none"> <li>本来の状況と同等もしくはより良い状況の新築建物の用意</li> </ul>	SMP
		<ul style="list-style-type: none"> <li>移転に関するオプションの準備・提案</li> </ul>	SMP, ANATI, MIDES
		<ul style="list-style-type: none"> <li>引越しにかかるコスト</li> </ul>	SMP
		<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい土地における公共サービスの準備、公共サービスの再接続にかかるコスト</li> </ul>	Municipalities
		<ul style="list-style-type: none"> <li>PAPs が要求するその他の支援策</li> </ul>	PAN (National Help Program), MIDES, SENADIS, MOP, ANATI)
	賃借人	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい土地における商店設置のためのオプションの準備・提案</li> </ul>	AMPYME, MITRADEL
		<ul style="list-style-type: none"> <li>引越しにかかるコスト</li> </ul>	SMP
	占拠者	<ul style="list-style-type: none"> <li>本来の状況と同等もしくはより良い状況の商店の用意</li> </ul>	SMP, MIDES, AMPYME, MITRADEL
		<ul style="list-style-type: none"> <li>引越しに必要なサービスの提供</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい土地における法的手続きに必要なコスト</li> </ul>			
収入源	所有者 賃借人 占拠者	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネスを閉める期間の利益損失(*1)の支払い</li> <li>ビジネスを閉める期間の給料に対する経済的補償</li> </ul>	SMP
		<ul style="list-style-type: none"> <li>他の収入源としての代替案の提案、経済活動に関する能力強化の提供</li> </ul>	AMPYME
		<ul style="list-style-type: none"> <li>3か月分の Basic Food Basket のための経済的補償(*2)</li> </ul>	SMP
		<ul style="list-style-type: none"> <li>PAPs が求める能力強化プログラムの提供</li> </ul>	AMPYME, MITRADEL
活動拠点	占拠者（スタンド）	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい活動場所の提案</li> <li>新しい土地における法的登録にかかるコスト</li> </ul>	SMP
	零細漁業	<ul style="list-style-type: none"> <li>本来の状況と同等もしくはより良い状況の新しい活動場所を探すための支援</li> </ul>	SMP, ARAP
	タクシー・ステーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>ATTT からの許可を有する範囲内において新しい活動場所を探すための支援</li> <li>新しい土地において法的手続きが必要になった場合、必要なコスト</li> </ul>	SMP
脆弱性のある人々	女性、子ども、高齢者、障害者	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康、教育、障害者への支援、心理的支援等、PAPs の必要性に基づくプログラムの提供</li> </ul>	SMP, SENADIS
住居・商店	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>住居や商店へのアクセスの提供</li> </ul>	SMP

損失のタイプ	補償をうける人	補償及び社会支援策のオプション	責任機関
へのアクセス	賃借人 占拠者		

(\*1) 利益損失の支払いについては、更なる詳細調査が必要となる。SMPはMINI RAP作成時にその調査を実施する。

(\*2) 「3か月」という補償期間は、メトロ1号線事業における経験において最も長い期間であったことから設定された。状況に応じて補償期間は延長される。

出典：調査団

### 19.8.5 苦情処理メカニズム

苦情処理メカニズムを確立する目的は、PAPs及び地元住民からのいかなる苦情を素早く満足する方法で管理するためである。

両事業の実施期間においては、コントラクターは事業対象地における重要な場所に、RAPを実施し、PAPs及び地元住民から苦情を受け取るためのフィールド・オフィスを開設する。本オフィスは、SRAPに基づきMINI RAPを策定する段階（建設開始前）から、建設期間が終了した15日後まで開設される。

苦情処理のプロセスは2つのステージをとる。第1ステージはコントラクターのフィールド・オフィス（社会管理オフィス）において、第2ステージはSMPによってである。

社会管理オフィスの主な機能は、以下の通りである。

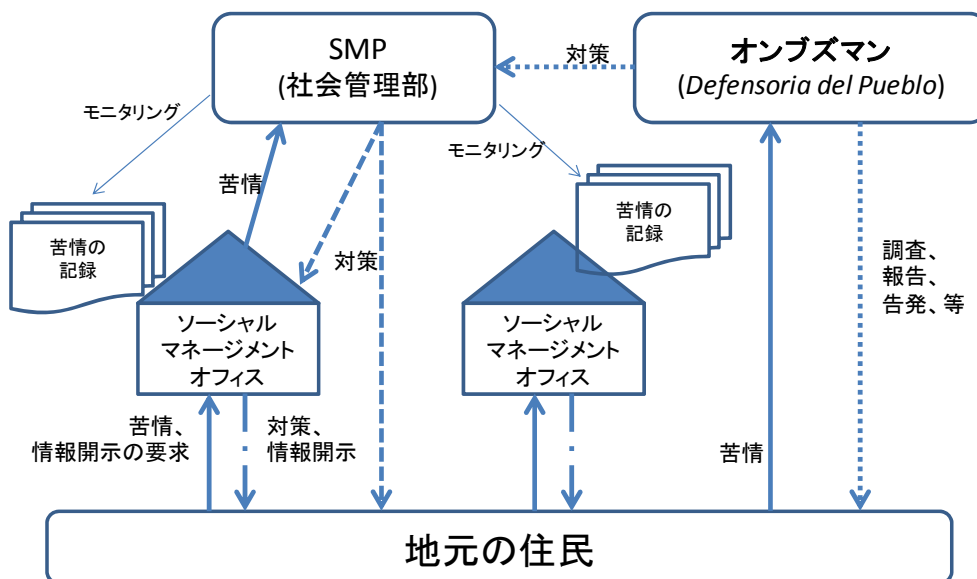
- 事業の目的、範囲、便益等についての情報を求めてオフィスを訪問する市民の対応
- 苦情、懸念、要望等を登録し、それらの対応に関する手続を説明
- 地元住民の苦情に早急に対応
- 第三者インタビューやダメージの調査を通じて、登録された苦情を精査するための現地調査を実施
- 苦情が登録された日から解決する日まで、苦情処理のプロセスをモニター
- 苦情の種類、現地調査の結果、解決策について、強調すべきケースについては個別ファイルを作成
- 苦情処理のプロセスを苦情提供者に報告
- 苦情は早急に解決されるよう対応。オフィスに苦情が提示されて30日以内に解決されない場合には、苦情の対応場所をSMPの法律局に進める。

提出される苦情のために、SMPは登録シートフォームを作成する。フォームには以下の内容が記されることになる。

- 名前、身分証明書番号、連絡先、PAPの種類
- 苦情の説明、必要があれば写真を添付
- 苦情が提出された日付及び解決された日付

● 取られた対応策

社会管理オフィスもしくはSMP以外に、パナマにはオンブズマン制度があり、国家の権力乱用から人権を保護するために機能している。



出典：調査団

図 19.17 苦情処理メカニズム

19.8.6 実施体制

SMPは、住民移転、経済的移転、及び用地取得のプロセスを実施するために「用地幅解放及び社会管理局」を有する。本局は、メトロ1号線事業においては世界銀行OP4.12に則った経験を有し、成功した。

SMPは、RAP実施のために関連する政府機関と合意を有する/今後調整する。表19.25は、RAP実施に関係する機関を示したものである。

表 19.25 RAP実施に関連する機関

機関	機能
SMP	他の政府機関の支援を受けながらRAPを実施する。用地幅解放及び社会管理局が主体となる。
公共事業省 (MOP)	用地幅の解放及び移転について支援を提供する。
国土地理院 (ANATI)	不動産の合法化における支援を提供する。
運河庁 (ACP)	影響を受けるACPの建物についてSMPと調整する。
アライハン市役所	住民参加、用地幅解放、移転、PAPsへのフォローアップのための支援を提供する。
社会開発省 (MIDES)	労働しながら就学する若者に対して奨学金を提供する。退職金を支給されていない高齢者に対して、経済的支援を提供する。
労働開発省 (MITRADEL)	「私の最初の仕事(Mi Primer Empleo)」プログラムは、若者に能力強化プログラムを提供する。SRPEは求人データベースを通じて新規雇用を促進する。
中小企業局 (AMPYME)	新規事業のイニシアティブへの支援及び促進を行う。
障害者国家機関 (SENADIS)	障害者及びその家族に対して支援を提供する。

機関	機能
専門家養成及び能力強化国家機関 (INADEH)	労働に関する能力強化を提供する。
人的資源の能力強化及び開発国家機関 (IFHARU)	低収入家族への奨学金を提供する。
パナマ水資源局 (ARAP)	漁業を含む海洋活動に対する許可を発行する。
陸運交通局 (ATTT)	タクシーの活動許可を発行する。

出典：調査団

### 19.8.7 実施スケジュール

両事業の RAP 実施スケジュールは、メトロ 1 号線事業の経験に基づき作成された。

メトロ 3 号線事業の RAP 実施には 12 カ月が見込まれる。表 19.26 は実施スケジュール案を示す。

表 19.26 メトロ 3 号線事業 RAP 実施スケジュール

活動/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
設計と調整												
情報・コンサルテーションプログラム												
不動産取得、再建設、移動及び経済活動のプロセスに関する通知及び情報公開												
用地取得及び用地幅解放												
所有者及び占拠者への補償条件のオファー												
交渉及び補償内容の決定												
法的手続き、移動、補償費支払い												
不動産登記データの更新												
用地取得、移転、以前の状況回復にかかる法的・技術的アドバイスの提供												
一時的に影響を受ける不動産への対応												
経済的・社会的状況の回復												
モニタリング												
終了時査定												

出典：調査団

第 4 パナマ運河橋事業の RAP 実施には 10 カ月が見込まれる。表 19.27 は実施スケジュール案を示す。

表 19.27 第 4 パナマ運河橋事業 RAP 実施スケジュール

活動/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
設計と調整										
情報・コンサルテーションプログラム										
不動産取得、再建設、移動及び経済活動のプロセスに関する通知及び情報公開										
用地幅解放										
占拠者への補償条件のオファー										
交渉及び補償内容の決定										
法的手続き、移動、補償費支払い										
経済活動再整備にかかる法的・技術的アドバイスの提供										
経済的・社会的状況の回復										
モニタリング										
終了時査定										

出典：調査団

なお上記のスケジュールは、SMPがMINI RAPを策定する際に調整され、詳細が決定されることとなる。

### 19.8.8 コスト

本フィージビリティ調査において、2014年1月～6月の期間に入手可能であった情報に基づき、両事業のRAP実施にかかる費用を概算した。両事業の概算金額は以下の通りである。

- メトロ3号線事業：25,973,069.90 USD
- 第4パナマ運河橋事業：5,301,055.50 USD

表 19.28 及び表 19.29 は、概算の内訳を示す。

表 19.28 メトロ3号線事業のRAPに係る概算 (\*1)

USD				
費目	単価	単位	数量	Sub Total
用地取得	23,327,577.40	LS	1	23,327,577.40
住民移転に対する補償	402,596.50	LS	1	402,596.50
経済的移転に対する補償 (*2)	2,086,516.00	LS	1	2,086,516.00
一時的影響に対する補償	156,380.00	LS	1	156,380.00
<b>Total</b>				<b>25,973,069.90</b>

(\*1) 本概算は、2014年6月に入手可能であった情報に基づいて出したものである。

(\*2) 経済的移転に対する補償費には、損失利益の支払いが含まれる。しかしながら、先述したように、補償の方法として損失利益を支払うには更なる調査が必要である。

出典：URS Holdings, Inc. (2014)に基づき調査団作成

表 19.29 第4パナマ運河橋事業のRAPに係る概算 (\*1)

USD				
費目	単価	単位	数量	Sub Total
経済的移転に対する補償 (*2)	301,055.50	LS	1	301,055.50
ACP建物の移転費 (*3)	5,000,000.00	LS	1	5,000,000.00
<b>Total</b>				<b>5,301,055.50</b>

(\*1) 本概算は、2014年6月に入手可能であった情報に基づいて出したものである。

(\*2) 経済的移転に対する補償費には、損失利益の支払いが含まれる。しかしながら、先述したように、補償の方法として損失利益を支払うには更なる調査が必要である。

(\*3) ACPの建物（66-A, 66-B, 高電圧鉄塔）の移転にかかる参考コストはSMPにより提供された。

出典：URS Holdings, Inc. (2014)に基づき調査団作成

なお、本事業の左記のステージにおいて、SMPはPAPsの情報を更新する予定で、それにあわせてRAP実施に必要なコストも調整されることになる。

### 19.8.9 モニタリング計画

両事業に対して、2つのモニタリングシステムが構築される。一つは、計画された活動の実施状況に対する内部モニタリング、もうひとつはRAPの実施により発生する全てのインパクトを評価し、内部モニタリングを監査するための外部モニタリングである。これらのモニタリング活動は、RAPに関する全ての活動終了後6カ月後まで機能する。

内部モニタリングはSMPの用地幅解放及び社会管理局によって、毎月実施されることに

なる。彼らは、現地踏査、PAPs へのインタビュー、苦情処理記録の確認を行う。モニタリング報告書は、SMP のトップ及び他の関連政府機関に提出される。モニタリングフォーム案は付属資料 11-11 を参照。

外部モニタリングは、RAP 実施のモニタリングの経験を持つ NGO や大学、その他の機関である第三者機関が毎月実施されることになる。外部モニタリンググループは、内部モニタリング報告書のレビュー、現地踏査の実施、必要に応じて PAPs へのインタビュー、苦情登録のレビューを行う。彼らは月間モニタリング報告書を作成し、SMP 及び他の関連機関に提出する。

## 19.9 結論と提言

パナマ法令及び JICA ガイドラインに基づき、包括的な EIA 及び SRAP に関連する調査が両事業に対して実施された。これらの調査は、既存情報の収集及び分析、そして現地踏査及びインタビュー調査に基づく新規ベースラインデータの収集に注力した。パナマ法令に従い、ベースライン調査の一環として森林インベントリーも実施され、住民説明会やフォーカス・グループ・ディスカッションで収集された意見については、必要に応じて事業の設計やアプローチに反映された。

EIA 及び SRAP に関連する調査は、完全に参加型方式で、本調査のプロセスにおいて地元住民、市民社会、学術分野の意見が考慮に入れられることとなった。

影響評価は、環境及び社会における正負の潜在的な影響を正確に予測するために、体系的で量的な方法を使用して実施された。影響の確認に続き、包括的な環境管理計画 (EMP) が策定された。EMP には、潜在的な負の影響を受け入れられるレベルまで減少させ、正の影響を最大限にするための緩和策が含まれている。事業費積算及び入札図書作成において環境及び社会の緩和策について十分な資金が用意されるように、EMP 実施に必要なコストを概算した。

EIA 調査の主な結果と結論は以下のとおりである。

- 両事業の線形は、主に都市部、商業及び工業セクター、つまり交通量が多く、人間の活動により介入されているエリアを通過する。
- その結果、現況の騒音レベルは高く、事業対象地において水質及び大気質の結果も人間の活動を反映したものとなっている。同様に、第 4 パナマ運河橋の架設場所として提案されているパナマ運河の河口付近の環境は、パナマ運河の頻繁な船舶活動及びパナマ市に隣接しているという理由から、生物学的及び化学的に汚染されている。
- 事業の線形は、いくつかの自然森林及びマングローブエリアを通過する。しかし、ベースライン調査の結果によると、喪失することになる生息地はすでに介入を受けており、動植物種の多様性や密度の高さは顕著ではなく、確認された絶滅危惧種のクリティカルな生息地ではなくことが核にされた。
- 事業は、交通渋滞の緩和、経済発展、移動時間の減少などの社会環境の様々な側面においてとても顕著な正の影響を与えることとなる。
- 事業はまた、排気や、バスやその他の交通による騒音の減少及びオフセットにより、局地的な正の影響ももたらすこととなる。より広いスケールについては、本事業により二酸化炭素排出量が年間 16,000～25,000 トン、オフセットされることが期待されている。



- 予測されている負の影響の大半は、建設期間に発生するもので、住民へ影響を与えるタイプのものである（これらの影響は可逆的で、短期間において発生するものである）。
- メトロ3号線事業及び第4パナマ運河橋事業の建設と運営において、陸上及び水中動植物への顕著な負の影響は予測されない。現地調査において、国際的貴重種が多数確認されたが、一次林は存在せず、喪失する予定のエリアにおいて一つもそれらの貴重種にとってクリティカルな生息地は確認されなかった。建設期間に失われる小さなマングローブ林についても、早急な再生が予測されている。
- 約13ヘクタールの用地取得、5家族の住民移転、41の経済的移転が必要となる。調査を通じて、様々な代替案比較及び設計の変更が行われ、これらの負の影響を最小限にすることが試みられたが、いくつかのケースは避けることができない。実際、上記の数量は本事業の性質及び規模を考慮すると比較的少ないと考えられる。
- 世界銀行 OP4.12 及び JICA ガイドラインに基づき、戦略的住民移転計画（SRAP）が策定された。SMP は、入札図書準備期間において、本 SRAP を更新し、MINI RAP を策定することとなる。
- 全ての PAPs は、事業について十分に情報提供されてきており、適切に補償を受けることとなる。本事業に対する市民のサポートは、圧倒的にポジティブである。
- 建設期間におけるもっとも顕著な負の影響の程度は、「中程度」もしくは「低い」と判断されており、一般的な緩和方法を用いた EMP によって、容易に緩和することができる。
- 運営期間におけるほとんどの負の影響の程度は、低いと判断された。4つの負の影響のみが、「中程度」と判断されており、それらは、騒音、振動、水の流出、局地的な微気候への影響である。これらの中程度の影響は、とても制限された局地的な部分において発生し、広い範囲に拡大しないことが見込まれていることを強調する。
- 影響の程度が「高い」もしくは「とても高い」と判断されたものに負の影響は一つも含まれず、全て正の影響である。
- 地元住民及び市民社会の本事業に対する反応は、一般的にとってもポジティブである。

これらの結論及び調査の結果は、付属資料 11-12 の JICA 環境チェックリストにまとめている。

以下、調査団より JICA 及び事業実施主体に対する提言を示す。

1. 法令 123 号第 49 条によると、EIA 報告書はその承認から「事業の実施開始」まで2年間の有効期限を有するとなっている。本条項の文面は曖昧で、事業の「開始」とみなされる具体的な活動については述べられていない。調査団が調べた結果によると、EIA 報告書承認の条件として毎年1回 ANAM に報告書を提出することが定められており、ANAM に提出する第1回目の報告書において事業の進捗状況（例えば、設計や、入札図書作成）を記載して提出することにより、「事業の実施開始」とみなされることになる。したがって、SMP 及び JICA は将来 EIA を再度実施することを避けるために EIA の承認後1年以内に事業のフォローアップ調査を実施することを勧める。
2. パナマ国民に本事業は広く強く支持されているものの、PAPs、地元住民及び市民社会との対話は、計画、設計、建設期間を通じて維持される必要がある。
3. 同様に、環境及び社会の専門家を設計と建設の監督管理チームに含むことが重要である。

4. 環境及び社会への潜在的な影響を緩和するに当たり、選ばれたコントラクターが義務を履行することを確実にするため、BOQに緩和策を含め、契約の支払いと関連付けることを強く提言する。
5. 本調査では、パナマ国の環境法及びJICAガイドラインに基づき、本事業のEIAに係る必要な検討及び報告書案作成を支援した。今後、ANAMによりEIA報告書案の審査が行われるが、ANAMから修正・追加作業を求められた場合は、パナマ側にて必要な作業を実施する予定である。

## 第20章 本邦技術の紹介

### 20.1 概要

本プログラムに有用な、以下の要件に合う本邦技術を紹介する。

- 本調査の中で計画した技術
- 本調査の中で計画していないが、詳細設計段階での検討・計画を薦める技術

メトロ3号線及び第4パナマ運河橋の両事業について、以下の本邦技術を紹介する。

#### メトロ3号線事業（20.2章参照）

- 鉄道システム用地上蓄電設備（BPS）

#### 第4パナマ運河橋事業（20.3章参照）

- 橋梁用高降伏点鋼材（SBHS）
- ニッケル系高耐候性鋼
- 鋼管矢板基礎
- 低位置照明

### 20.2 メトロ3号線事業

#### 20.2.1 鉄道システム用地上蓄電設備（BPS）

調査団の提案しているモノレールシステムそのものが本邦企業の開発した技術を活用したものであるが、付帯設備にも本邦技術である大容量ニッケル水素電池「ギガセル（商品名）」を用いた鉄道システム用地上蓄電設備（バッテリーパワーシステム：BPS）の活用が可能である。

これは、停電して長時間車両を動かさない場合に、BPSを設置することにより、低速ではあるが路線上のすべての列車を最寄り駅まで移動させることができる。

BPSには停電時の非常走行の他に以下の効果を期待することが可能である。

- 自列車や他の列車が消費しきれなかった回生電力をBPSに充電することによって回生電力を最大限活用することができる。
- 列車本数の多いラッシュ時にBPSから放電することによって受電デマンドを抑制できる。
- BPSからの放電により列車力行をアシストすることで電圧降下を防ぎ、列車の最適な運転を実現できる。
- BPSからの放電で変電所機能を補完し、変電所の小型化を図れる。

BPSについては避難通路に関するSMPとの議論の中で出てきたもので、モノレールの場合、軌道に沿って避難通路を設置すると景観を損ねること、車両から通路への移動が難しいこと等の理由で設置しないケースも多いが、安全上の理由から設置を検討した。協

議の結果、この設備を置くことで避難通路の設置は不要という結論に至ったものである。  
（車両火災時でも最寄駅まで走行することが基本。）

国内においては既に東京モノレールや大阪市営地下鉄、東急電鉄等に導入実績がある。  
国外ではアメリカのワシントン D.C.地下鉄で実証実験を行っている。



出典：川崎重工（株）

図 20.1 BPS 本体



出典：川崎重工（株）

図 20.2 BPS キャビネット内部



出典：川崎重工（株）

図 20.3 BPS 用大容量ニッケル水素電池（ギガセル）

## 20.3 第4パナマ運河橋事業

### 20.3.1 橋梁用高降伏点鋼材（SBHS）

#### (1) 目的

以下の理由により、第4パナマ運河橋主橋へのSBHSの適用を計画した。

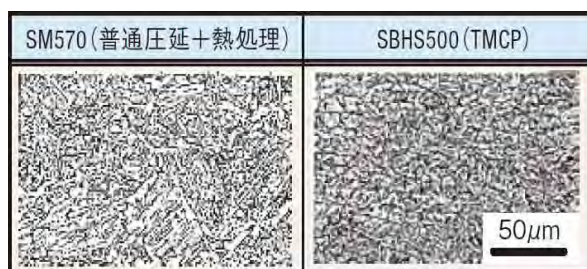
- 第4パナマ運河橋主橋は、長支間（中央径間長：540m）を有し、鋼重が建設費に大きな影響を及ぼすため、SBHSを適用し、板厚の低減（鋼重の削減）を図った。
- 鋼橋の外部材は、維持管理性を高めるため、継手は現場溶接（ボルトレス化）とし、実現のために、SBHSを適用の上、板厚の低減及び溶接性を確保した。

#### (2) 技術の概要

##### 1) 製造技術

SBHSの良好な強度、靱性及び溶接性は、製造の際に熱加工制御（TMCP）技術を用い、加熱、圧延及び冷却の各過程を適切に管理し、結晶粒を細粒化することで付与される。

図20.4に従来鋼及びSBHSの結晶組成を示す。



出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

図 20.4 従来鋼及びSBHSの結晶組成

##### 2) 降伏強度

SBHSには、3種類の降伏点レベルの鋼材が存在し、同等の強度を持つ従来鋼と比べて、降伏強度が高く、板厚の低減（鋼重の削減）を見込めるが、SBHS700については、従来鋼と大きな差はなく（2～5%程度）、板厚の低減効果は限定的となる。

表20.1に従来鋼及びSBHSの降伏強度を示す。

表 20.1 従来鋼及びSBHSの降伏強度

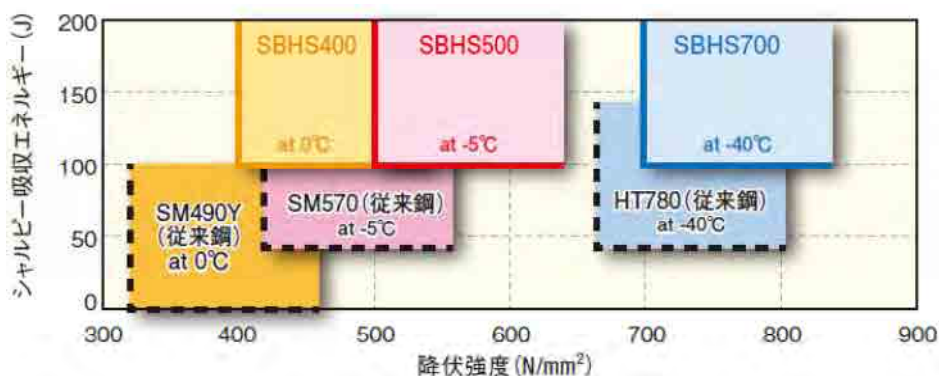
特性		板厚 50mmの例						
		490N/mm <sup>2</sup> 級鋼		570N/mm <sup>2</sup> 級鋼		780N/mm <sup>2</sup> 級鋼		
強度	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	SBHS400・SBHS400W	従来鋼 (SM490Y・SMA490W)	SBHS500・SBHS500W	従来鋼 (SM570・SMA570W)	SBHS700	SBHS700W	従来鋼 (HT780*)
		≥400	≥335	≥500	≥430	≥700	≥700	≥685

出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

### 3) 靱性

SBHS は、従来鋼と比べて高い靱性を有し、塑性域の構造的安全性に優れている。

図 20.5 に従来鋼及び SBHS のシャルピー吸収エネルギーを示す。



出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

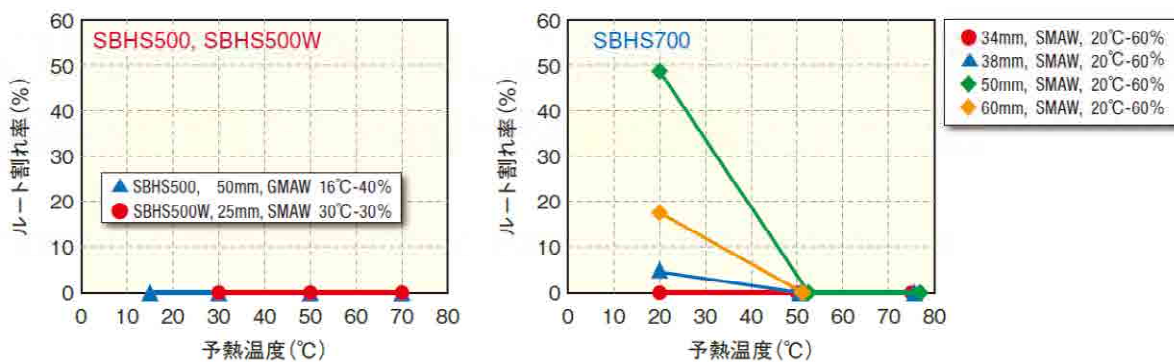
図 20.5 従来鋼及び SBHS のシャルピー吸収エネルギー

### 4) 溶接性

従来鋼は予熱管理が必要となるが、SBHS は予熱温度を低減できるため、溶接性に優れる。

特に、SBHS400 及び 500 は予熱管理が不要であり、作業性及び品質に優れる。

図 20.6 に SBHS500 及び 700 のルート割れ率（y 形溶接割れ試験結果）を示す。



出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

図 20.6 SBHS500 及び 700 のルート割れ率（y 形溶接割れ試験結果）

### 5) 実績

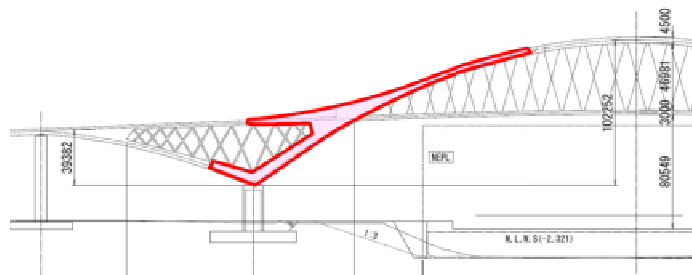
SBHS700 については、未だ実橋に適用された実績はない。理由としては、低温度とはいえ予熱管理が必要であること、疲労強度が従来鋼と同等であることから板厚低減の利点を発揮できないことが挙げられる。

(3) 本事業における計画内容

第4パナマ運河橋主橋の主構造部は、SM490Y相当を基本とし、板厚が40mmを超える箇所については、SBHSを適用の上、板厚の低減及び溶接性を確保した。

SBHSのグレードは、板厚低減の効率、溶接性及び実績を踏まえ、SBHS500を採用し、発生断面力が大きくなるアーチリブの隅角部及び基部に適用した。

図20.7に本事業におけるSBHSの適用箇所（第4パナマ運河橋主橋）を示す。



出典：調査団

図 20.7 本事業における SBHS の適用箇所（第 4 パナマ運河橋主橋）

20.3.2 ニッケル系高耐候性鋼

(1) 目的

第4パナマ運河橋主橋及び取付橋の一部区間に鋼橋を計画したため、アーチリブを箱型にする等、塗装面積の最小化に配慮したが、塗装の維持管理は依然として必要となる。

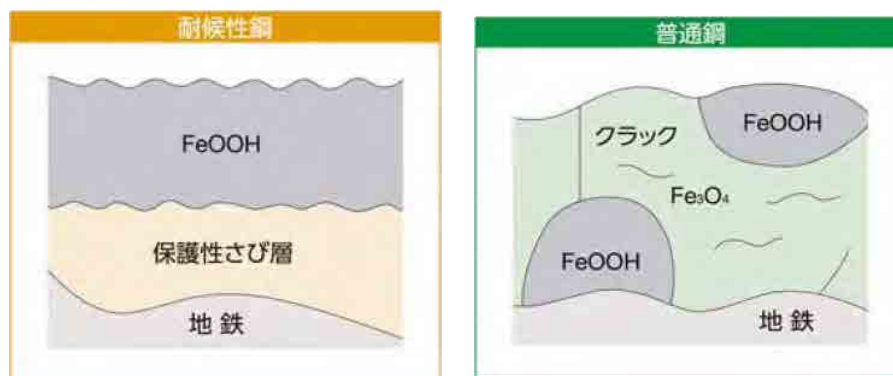
従って、塗装の維持管理に係る負荷を軽減するために、耐候性鋼の適用を検討した。

(2) 技術の概要

1) 耐候性鋼のメカニズム

耐候性鋼は、適量の銅 (Cu)、クロム (Cr) 及びニッケル (Ni) 等の合金元素を含有し、大気中での適度な乾湿の繰返しにより、表面に緻密な保護性さびを形成する鋼材であり、緻密な保護性さびが鋼材表面を保護し、さびの進展（板厚の減少量）が時間と共に次第に抑制されるメカニズムを有する。

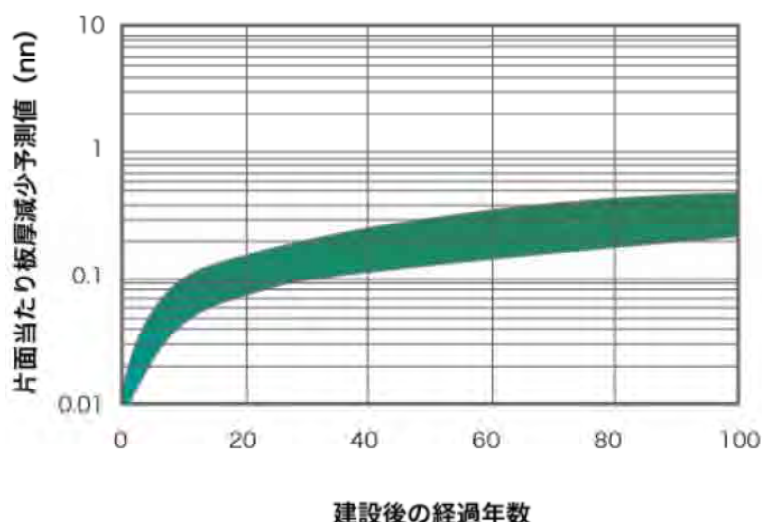
図20.8に耐候性鋼及び普通鋼のさび層の模式図、図20.9に板厚減少予測曲線の例を示す。



出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

図 20.8 耐候性鋼及び普通鋼のさび層の模式図





建設後の経過年数  
飛来塩分量別板厚減少予測値 (mm)  
(飛来塩分量：0.05nidd以下)

出典：橋梁用高性能鋼材（一般財団法人日本鉄鋼連盟）

図 20.9 板厚減少予測曲線の例

## 2) ニッケル系高耐候性鋼

ニッケル系高耐候性鋼は、高飛来塩分地域における耐食性を高めるため、主にニッケルを多く添加した（1～3%）耐候性鋼である。適用にあたっては、予め架橋位置における暴露試験及び飛来塩分量観測を行い、適用の可否を判定する必要がある。

### (3) 本事業における計画内容

本事業が都市道路の一部である事を鑑み、鋼橋の防食に対しては塗装を施す計画とした。塗装タイプは、太平洋沿いの厳しい環境を踏まえ、耐久性の高いフッ素樹脂塗装とした。これにより、塗装の更新頻度は40年毎程度を想定した。

一方、鋼材は耐候性鋼仕様を適用し、塗装の更新前に部分的に塗装が剥げ落ちた場合も、保護性さびにより地鉄を保護し、部分塗装の頻繁な実施を回避できる計画とした。

なお、架橋位置が太平洋に近い為、耐候性鋼はニッケル系高耐候性鋼を計画したが、現在、適用の可否を検討するため、既存アメリカ橋位置において暴露試験及び飛来塩分量測定を実施中である。詳細設計段階において同試験結果の分析を行い、適用の可否について、最終的に判断することとする。

## 20.3.3 鋼管矢板基礎

### (1) 目的

第4パナマ運河橋主橋は、長支間（中央径間長：540m）を有するため水平反力が大きく、かつ、水上部に位置する事から、大規模な仮締切り及び基礎工が必要となる。

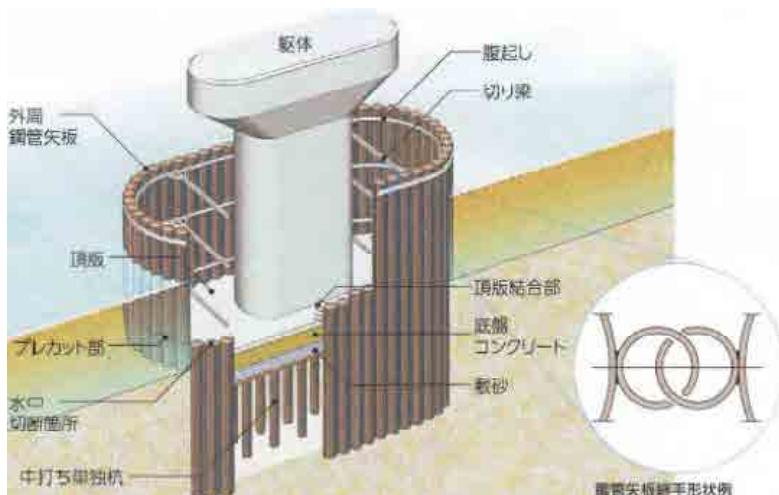
従って、仮締切工と基礎工を兼ね、かつ、曲げ剛性が大きい鋼管矢板基礎を適用の上、経済的・合理的な基礎工の計画を図った。



(2) 技術の概要

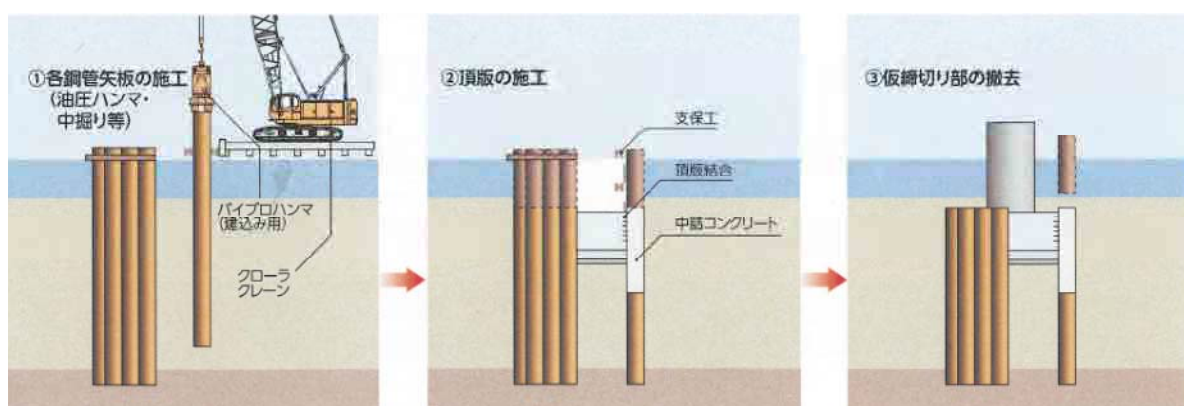
鋼管矢板基礎は、鋼管矢板を閉鎖形状に組み合わせて設置し、鋼管矢板と下部工の頂版を現場溶接スタッドで結合させることにより、鋼管矢板群が一体となって挙動するため、高い水平抵抗・鉛直支持力が得られ、また、仮締切兼用とすることで、経済的・合理的な施工が可能となる。

図 20.10 に鋼管矢板基礎のイメージ、図 20.11 に鋼管矢板基礎の主な施工手順、図 20.12 にスタッド（頂版結合部）の現場溶接風景を示す。



出典：(社) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会

図 20.10 鋼管矢板基礎のイメージ



出典：(社) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会

図 20.11 鋼管矢板基礎の主な施工手順



出典：(社) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会

図 20.12 スタッド（頂版結合部）の現場溶接風景

(3) 本事業における計画内容

第4パナマ運河橋主橋の西側アーチ基部（P32橋脚）は、反力が大きく、水上に位置するため、鋼管矢板基礎を適用した。一方、西側取付橋水上部の橋脚は、反力が小さくなく、かつ、巻き出し工法による施工が合理的であるため、鋼管矢板基礎は適用していない。

20.3.4 LED 低位置照明

(1) 目的

以下の理由により、第4パナマ運河橋への低位置照明の適用を検討した。

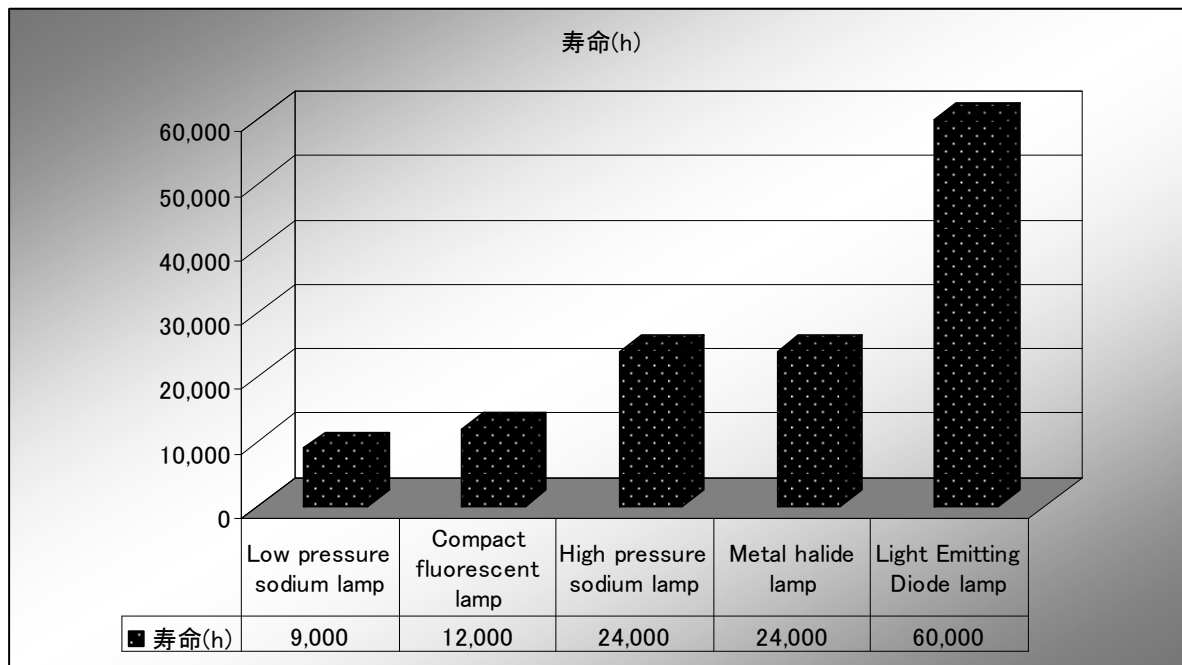
- ポール照明張出基礎が支障になる。
- 景観を考慮し、アーチ部とその他エリアにて照明手法を変える。
- 高架橋のため、メンテナンス時において高所作業車を使用しなくても作業が行える。

(2) 技術の概要

1) LED 光源の特性

LED 光源を使用した場合、初期工事費は、多少上がるが、維持管理費は安価となる。

また、保守・電力・環境面にて従来のランプより大幅なメリットを得ることができる。

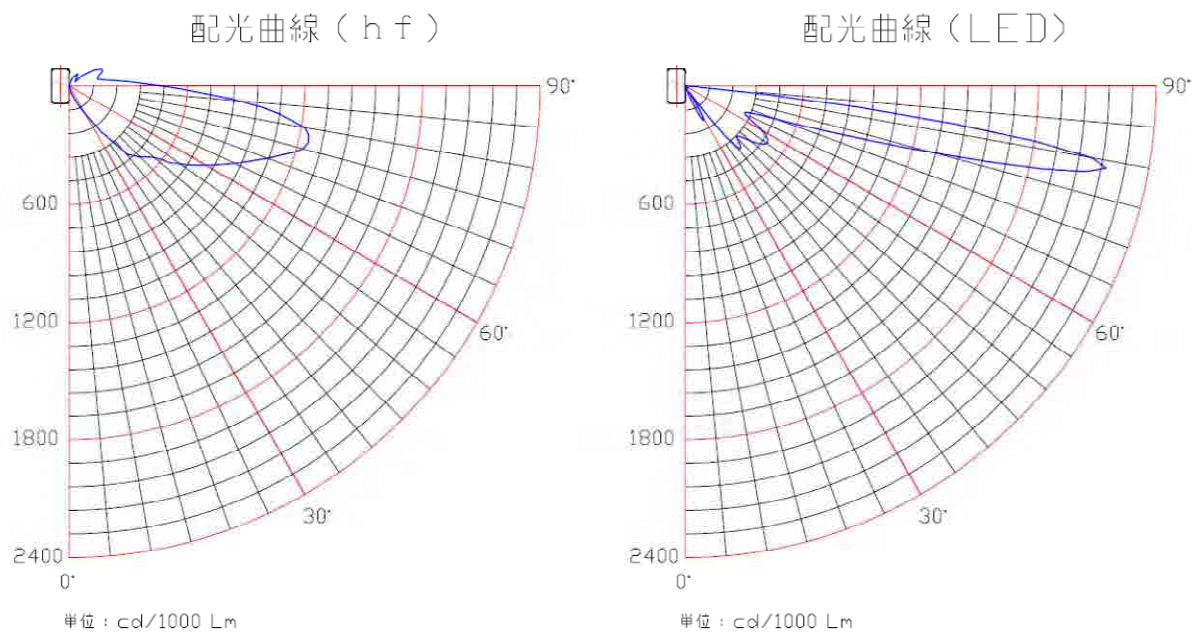


出典：調査団

図 20.13 光源の寿命

## 2) LED 低位置照明の配光

LED 光源を使用した場合、配光コントロールが可能となり、効率的な照明を実現できる。



出典：調査団

図 20.14 LED 灯具配光曲線



出典：東日本高速道路株式会社

図 20.15 LED 灯具配光写真

### 3) LED 低位置照明路面均斉度

LED 低位置照明は、配光をコントロールできることができ路面の均斉度がすばらしく、障害物の視認性も優れている。

LED 低位置照明は、配光をコントロールできることができ路面の均斉度がすばらしく、障害物の視認性も優れている。



出典：NEXCO 中日本

出典：中日本高速道路株式会社

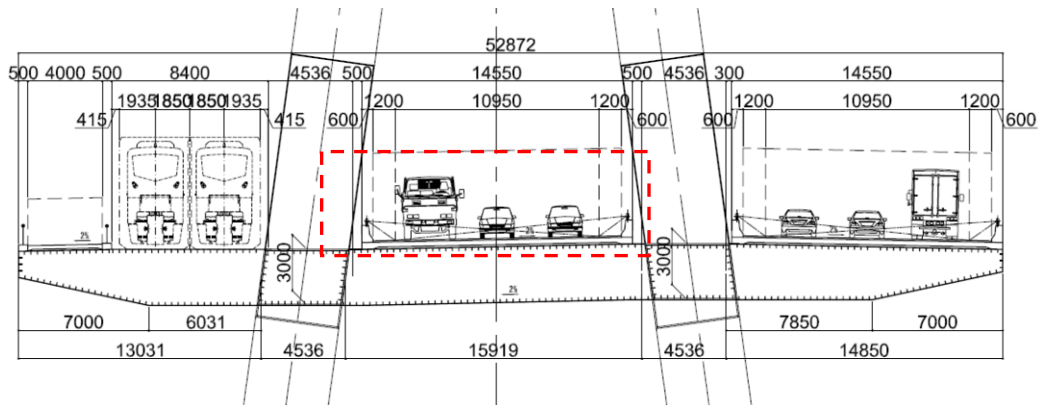
図 20.16 LED 低位置照明路面の見え方

### (3) 本事業における計画内容

低位置照明は、通常のポール照明では、高さが 10m や 12m などに対して、取付位置が 1m 程度のため施工性、保守性に優れた手法となっている。連続的な配置になることから、視認性・誘導性に優れた照明であり、均斉度も非常によい。

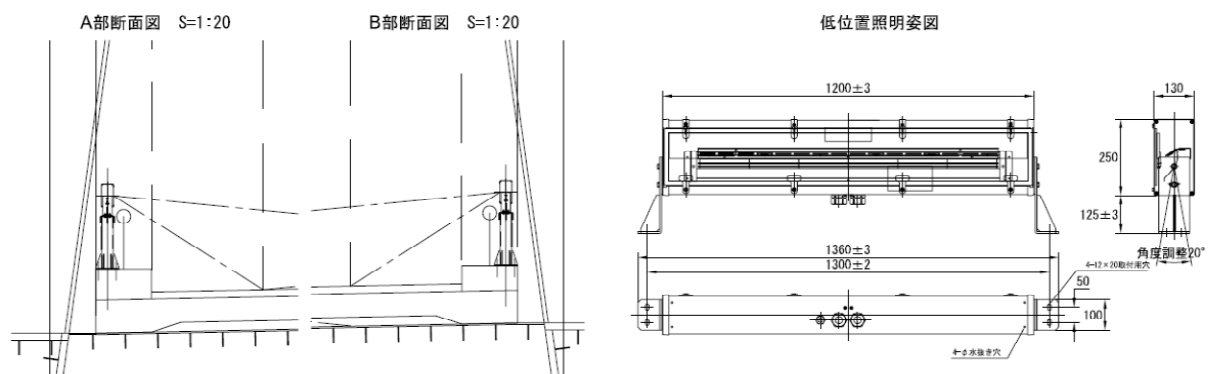
従って、本調査では、図 20.17 及び図 20.18 に示す通り、低位置照明の適用を提案したが、パナマでの実績がないため、路面の輝度が確保できるか否か、詳細設計段階でシミュレーションにより確認し、採用の適否を決めることとした。

従って、本調査段階では、暫定的にポール式照明を計画した。



出典：調査団

図 20.17 低位置照明設置図（第4パナマ運河橋主橋）



出典：調査団

図 20.18 低位置照明設置図（第4パナマ運河橋主橋）

## 第21章 結論と提言

### 21.1 結論

- 1) 本事業（都市交通3号線と第4パナマ運河橋）はパナマ運河に架橋して都市交通システムを導入するもので、アメリカ橋の混雑解消とともに運河西側地域の発展に貢献する事が期待されている。本事業による費用と便益を比較した結果、本事業は経済的にフィージブルであるとの結論に至った。また本事業により年間17,000トンのCO<sub>2</sub>が削減されると推計された（2035年）。
- 2) 都市交通3号線の候補として、鉄道、モノレール、AGT、LRT、BRTなどのシステムを比較検討した結果、急坂やカーブが多い地域に柔軟に対応できる跨座式モノレールが最適システムとして採用された。
- 3) 路線については、当初、建設が容易なオートピスタ沿いに計画されたが、パンアメリカン道路案との比較検討の結果、既成市街地が形成されているパンアメリカン道路案が選定された。車両基地はヌエボ・アライハン西方の高台に計画された。総延長はアルブルック駅～シウダッド・デル・フトゥーロ駅間の25.8km、駅数は15駅である（うち3駅は将来駅）。なお、シウダッド・デル・フトゥーロ駅から西方のラ・チョレラまでの区間は将来構想であり、本調査の対象外である。
- 4) 列車は6両編成跨座式モノレールとし、2035年に片道最大20,000人を輸送する。当初156両の車両を導入し、需要に応じて車両を増やしていくものとする。電化方式は直流1500Vで中間車4両を電動車とし、誘導電動機はVVVF制御により制御され、回生ブレーキの機能を備える。
- 5) 路線は第4パナマ運河橋区間以外全て高架とし、原則として道路の中央を通す。駅は道路上空に設置し、歩道から階段やエスカレーターでアクセスできる構造にし、コンコース階とプラットホーム階の2層構成とする。また乗客の安全のため、プラットホームスクリーンドアを設置する。なお、変電設備は全て駅に設置する。
- 6) 第4パナマ運河橋とその取付部分は、東岸側のアルブロック地区のCorridor Norteへの接続点を起点とし、バルボア港でパナマ運河を渡り西岸のアライハン地区に至る約6.72km、中央分離帯を有する片側3車線の一般道路である。総延長6.72kmのうち、第4パナマ運河橋及び前後の取付高架を含む延長2.183km部分は複線のメトロ3号線と片側3車線の一般道路の併用橋である。
- 7) 東岸には、空域制限のあるヘラベル国際空港、複雑なロータリー形式のOmar Torrijos交差点、ルーズベルト道路沿いの政府機関の重要建造物や地下埋設公共施設が多く存在する。そして、バルボア港の敷地から第4パナマ運河橋で運河を渡り西岸のアライハン地区に至る約6.72km、中央分離帯を有する片側3車線の事業である。また、アライハン側ではアメリカ橋への接続道路が予定されている。
- 8) 第4パナマ運河橋としては、ACPが実施したPre F/Sで提案した延長1,118mの斜張橋と本F/S調査の中で代替案として延長840mの鋼アーチ橋を検討し、概略設計を実施した。鋼アーチ橋の場合、運河を使用して組み立てたアーチリブを台船から吊上げて架設する方法を調査団が検討し、その工法に対してACPとSMPがリスク分析を行った。調査団は、この結果を鋼アーチ橋建設費に追加した。
- 9) 延長1,118mの斜張橋と延長840mの鋼アーチ橋の2つの橋梁形式案に対してマルティ・クライテリア分析を行った。その結果、高い剛性を有する構造的性、近傍のアメリカ橋と類似のアーチ形状による美観の優位性、初期投資コストと完成後の100年間にわたる維持管理費を含むライフサイクル・コストの項目において延長840mの鋼アーチ橋が優位となった。



- 10) また、調査団はパナマ市の南北交通のためのアンダーパス建設を含む将来のオマール・トリホス交差点改良のコンセプトデザインを実施した。コンセプトデザインに対してモーニングピーク時におけるマイクロシミュレーションを実施した。そして、第4パナマ運河橋から市内に至る主たる交通はオマール・トリホス交差点で Av. Omar Torrijos Herrera に向かうものであり、Pre-FS で提案された第4パナマ運河橋から Corridor Norte の料金所方面に向かう約1.5km 区間を使用する車両は極端に少ないことが判明した。従って、オマール・トリホス交差点改良が第4パナマ運河橋への円滑な接続にとって重要であることが確認された。
- 11) 本 F/S を通じ、様々な住民参加の形をとりながら EIA の実施及び戦略的住民移転計画が策定された。EIA の結果、特記すべき顕著な負の影響は予見されず全ての負の影響を適切に対応するための環境管理計画が策定された。住民移転はなく、数件の経済的移転及び ACP の建物移転に対しては JICA ガイドラインに基づき必要な補償手続き等が取られる。
- 12) 第4パナマ橋建設工事に先立って、施主設計による詳細設計・入札図書作成が必要である。この詳細設計に18カ月を要する。この詳細設計において、耐風安定性に対する風洞実験によるモデルテストを実施し、橋梁断面の最適化作業が重要となる。また、鋼アーチ橋は、経験事例の無い大規模なアーチリブ吊上げ架設が予定されることから、架設時の数値解析シミュレーション（3D イメージ）を実施して安全な架設計画を詳細に検討することが重要となる。
- 13) 第4パナマ運河橋への接続性向上のために、オマール・トリホス交差点改良が必須である。この交差点改良の完成は、第4パナマ運河橋の完成と同時期が最も望ましい。
- 14) 第4パナマ運河橋とその取付部分の工事は48カ月を要する。このうち最後の6カ月間は、橋梁仕上げ工事とメトロ3号線のインフラ敷設工事が並行して進められる。
- 15) 本事業の概算事業費は、表 21.1 に示す通りである。

表 21.1 本事業の概算事業費

Item		Metro Line-3		4th Panama Canal Bridge		Total	
		F/C (Equiv.)	L/C (Equiv.)	F/C (Equiv.)	L/C (Equiv.)	F/C (Equiv.)	L/C (Equiv.)
		(Mil.JPY)	(Mil.USD)	(Mil.JPY)	(Mil.USD)	(Mil.JPY)	(Mil.USD)
<b>A. Eligible Portion</b>							
I	Procurement / Construction	190,001	1,906	161,666	1,622	351,667	3,528
II	Consulting Services	8,839	89	11,651	117	20,490	206
<b>Total (I+II)</b>		<b>198,840</b>	<b>1,994</b>	<b>173,318</b>	<b>1,738</b>	<b>372,158</b>	<b>3,732</b>
<b>B. Non Eligible Portion</b>							
a	Procurement / Construction	342	3	1	0	343	3
b	Land Acquisition	2,693	27	620	6	3,313	33
c	Administration Cost	10,094	101	8,697	87	18,791	188
d	VAT	0	0	0	0	0	0
e	Import Tax	0	0	0	0	0	0
<b>Total (a+b+c+d+e)</b>		<b>13,129</b>	<b>132</b>	<b>9,319</b>	<b>93</b>	<b>22,448</b>	<b>225</b>
<b>Total (A+B)</b>		<b>211,969</b>	<b>2,126</b>	<b>182,636</b>	<b>1,832</b>	<b>394,605</b>	<b>3,958</b>
C	Interest during Construction	7,930	80	7,697	77	15,627	157
D	Front End Fee	398	4	693	7	1,091	11
<b>Grand Total (A+B+C+D)</b>		<b>220,296</b>	<b>2,210</b>	<b>191,026</b>	<b>1,916</b>	<b>411,322</b>	<b>4,126</b>

1 USD = 99.7 JPY

出典：調査団

## 21.2 事業実施及び整備主体・体制にかかる留意点及び提言

### 21.2.1 都市交通3号線

都市交通3号線の事業実施にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- 第4パナマ運河橋の設計及び建設との調整
- 車両基地用地の確保
- 十分な技術・実績を有する業者の選定
- メトロ庁新組織の確定

#### (1) 第4パナマ運河橋の設計及び建設との調整

モノレールは第4パナマ運河橋の上を走行するが、モノレール軌道と第4パナマ運河橋が合流する前後における設計には両者間の緻密な調整が要求される。また、第4パナマ運河橋上ではたわみや変位量も整合を図る他、地震時の変位も揃える必要がある。さらに、モノレールは第4パナマ運河橋が完成しなければ走行させる事が出来ないため、建設スケジュールの密接な調整が不可欠である。

この様に、3号線の事業実施にあたっては第4パナマ運河橋の設計及び建設との調整が課題である。このため、両事業のエンジニアリングサービスを一体化する事が望ましい。

#### (2) 車両基地用地の確保

車両基地の予定地周辺では民間の都市開発が活発に行なわれており、事業着手までの期間が長びくと、車両基地予定地でも民間による都市開発が行なわれる可能性は否定できない。

このため、メトロ庁が事業実施前に先行して車両基地の用地を確保する手続きに着手すべきである。

#### (3) 十分な技術・実績を有する業者の選定

3号線については、8.5節で記載の通り、FIDIC Yellow Bookに基づく設計施工契約により実施する方式が最適である。この場合、業者がモノレールの詳細設計を行なうため、国際競争入札においては、入札資格としてモノレール事業について十分な技術・実績を求める必要がある。具体的には下記の通りの要件が必要であろう。

- 本国内及び外国における十分な運用実績を有すること。
- 路線長10km以上で現在も営業運転している路線が3路線以上あること。
- 公共交通システムという性格上最低でも20年以上の実績を有すること。
- 実績とする路線の中にパナマメトロ3号線のように起伏に富んだルートを含むこと。
- 将来の車両更新に備えて跨座式モノレール車両及び分岐器の製造に30年以上の実績を有すること。
- 性能仕様書に示される輸送能力の証明。
- 本国／海外実績で採用している技術基準。
- モノレール運営・維持管理業務への直接的及び間接的な関与経験及びその期間。
- 実績とする路線における事故及び故障の実績、安全管理体制。
- 実績とする路線の建設期間。

等である。



#### (4) メトロ庁新組織の確定

本事業の実施には運河庁との調整が必要であるが、現在のメトロ庁にはその役割を果たすだけの能力がある。一方で、8.6.2 節に記載の通り、メトロ庁は 100% 政府出資のメトロ公社へと組織変更される予定である。事業実施にあたっては、メトロ公社が早期に設立される事が望ましいが、2014 年 7 月時点ではまだ具体的な動きはない。事業実施にあたっては、実施主体たるメトロ公社の設立について注視しておく必要がある。

本事業を早期に着手するためにも、新組織の形態を確定し、早期に設立させるべきである。

### 21.2.2 第 4 パナマ運河橋

事業実施にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- 主径間架設に係る航路利用許可の取得
- 橋梁及び取付部の詳細設計を実施主体が実施
- アーチ橋架設に対する詳細検討を実施
- 都市交通 3 号線の設計及び建設との調整
- 第 4 パナマ運河橋への接続性向上のために、オマール・トリホス交差点改良
- EIA 報告書の承認取得
- 工事工区分けの検討
- 十分な技術・実績を有する業者の選定

#### (1) 主径間架設に係る航路利用許可の取得

現時点では、主径間架設時の航路利用について、パナマ国運河庁の合意を得ていないため、今後、本報告書を基に、パナマ国運河庁の合意を得る必要がある。

#### (2) 橋梁及び取付部の詳細設計を実施主体が実施

第 4 パナマ運河橋建設工事に先立って、施主 SMP による詳細設計・入札図書作成が必要である。この詳細設計に 18 カ月を要する。この詳細設計において、耐風安定性に対する風洞実験によるモデルテストを実施し、橋梁断面の最適化作業が重要となる。

#### (3) アーチ橋架設に対する詳細検討の実施

第 4 パナマ運河橋主橋は、経験事例の無い大規模なアーチリブ吊上げ架設が予定されることから、架設時の数値解析シミュレーション（3D イメージ）を行い、安全な架設計画を詳細に検討することが重要となる。実際のアーチリブ吊り上げ架設工事に前に架設工事に使用する機械の機能及び容量を確認するため、実寸のシミュレーション試験をサイト近傍で実施する。更に、アーチリブ吊り上げ架設工事中にパナマ運河の航路にアーチリブが落下した場合、本調査で検討したものより簡単なアーチリブ撤去方法の代替案を検討することを調査団は提言する。

#### (4) 都市交通 3 号線の設計及び建設との調整

第 4 パナマ運河橋とその取付部分は、東岸側のアルブロック地区の Corridor Norte への接続点を起点とし、バルボア港でパナマ運河を渡り西岸のアライハン地区に至る約 6.72km、中央分離帯を有する片側 3 車線の一般道路である。総延長 6.72km のうち、第 4 パナマ運河橋及び前後の取付高架を含む延長 2.183km 部分は複線のメトロ 3 号線と片側 3 車線の一般道路の併用橋である。

第 4 パナマ運河橋とその取付部分の工事は 48 カ月を要する。このうち最後の 6 カ月間は、橋梁仕上げ工事とメトロ 3 号線の軌道、電気通信施設等を含むインフラ敷設工事が並行して進められることになる。従って 3 号線との調整は設計及び建設期間を通じて必須となる。

#### (5) 第4パナマ運河橋への接続性向上のために、オマール・トリホス交差点改良

調査団はパナマ市の南北交通のためのアンダーパス建設を含む将来のオマール・トリホス交差点改良のコンセプトデザインを実施した。コンセプトデザインに対してモーニングピーク時におけるマイクロシミュレーションを実施した。そして、第4パナマ運河橋から市内に至る主たる交通はオマール・トリホス交差点で Av. Omar Torrijos Herrera に向かうものであり、第4パナマ運河橋から Corridor Norte の料金所方面に向かう約 1.5km 区間を使用する車両は極端に少ないことが判明した。従って、オマール・トリホス交差点改良が第4パナマ運河橋への円滑な接続にとって重要であることが確認された。

第4パナマ運河橋への接続性向上のために、オマール・トリホス交差点改良が必須である。この交差点改良の完成は、第4パナマ運河橋の完成と同時期が最も望ましい。

#### (6) EIA 報告書の承認取得

本調査では、パナマ国の環境法及び JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月公布）に基づき、本事業の EIA に係る必要な検討及び報告書案作成を支援した。

今後、ANAM により EIA 報告書案の審査が行われるが、ANAM から修正・追加作業を求められた場合は、パナマ側にて必要な作業を実施する予定である。

#### (7) 工事工区分けの検討

地形状況はパナマ運河を挟んで東西に分けられ、東側は交差点や既設道路を含む市街地である。陸上輸送網は東西を接続する路線として既設アメリカ橋のみであるため、主な工事搬入経路もそれぞれ別系統となる。

一方で工事は橋梁工及び道路工が主体で、工種は多岐に及ぶ構造形式が含まれている。これらの工事は限られた作業スペースのなかで並行作業により進めるため、ヤードや工程がお互いに干渉しないよう調整する必要がある。従って、工区分けについては相互間の工程管理面に優れ、かつ包括的な事業実施が可能な 1 パッケージを想定する。

但し、工事規模が大きくなるため、応札業者が少なくなる様、今後更なるヒアリングを経て最終決定することが望ましい。

#### (8) 十分な技術・実績を有する業者の選定

施主 SMP が第4パナマ運河橋と取付部の詳細設計を行ない、その詳細設計に基づいて工事の国際競争入札が行われる。国際競争入札においては、入札資格として第4パナマ運河橋及び取付部の事業について十分な技術・実績を求める必要がある。具体的には下記の通りの要件が必要であろう。

- 本国内及び外国における十分な運用実績を有すること。
- 鋼アーチ橋の制作、施工実績が十分あること。
- 台船を利用した水上の橋梁施工実績が十分あり、アーチリブ吊上げ架設の実績が3件以上あること。
- 所定の施工期間を遵守できる工場施設を有し、現場の体制及び施工重機が十分であること。

## 21.3 事業運営・維持管理体制にかかる留意点

### 21.3.1 都市交通 3号線

本事業の運営主体は、メトロ 1号線を運営しているメトロ庁（若しくはその後継組織）となる予定である。メトロ 1号線の場合、車両の維持管理は 1号線の車両を納入したメーカーに委託される。一方、3号線のシステムは 1号線と異なるため新規の維持管理体制が必要となる。モノレール技術の特殊性を考慮して、維持管理作業及び技術移転を建設契約に含めることを提案する。

維持管理作業を建設契約に含めることが難しい場合は 1号線と同様の方法で民間委託する必要がある。しかしながら、本邦企業は様々なリスクを考慮して海外プロジェクトへの参加に消極的であった。上記リスクを軽減してモノレールの O&M の経験を有する本邦企業の参画を促すために近々設立が予定される海外交通・都市開発事業支援機構のサポートを利用することが考えられる。同機構の参加によって参加企業のリスクを軽減できるものと思われる。

1号線は延長約 13.7km と短く、混雑する都市内を走行するので鉄道に関連した施設を使ったビジネスを行う余地は少ない。それに対し、3号線は開業時に延長 25.8km、将来的には 30km を超える予定である。しかも未開発地域や開発中の近郊地域を走行する区間がほとんどであるために鉄道関連ビジネスを実施する余地が多いと言える。現在メトロ庁は鉄道関連ビジネスに対する関心は薄いようであるが、会社組織への改編時に運賃収入以外の収入の比率を上げるようなビジネスを展開できる組織とすることを提案する。運賃外収入を得る業務としては以下のような事業が挙げられる；

- 駅構内及び電車内広告
- 駅構内売店
- P&R（パークアンドライド）設備
- 駅ビル開発

なお本邦においては、大手私鉄 16 社の運賃外収入の平均は総収入の 10.5% に及んでいる。

### 21.3.2 第 4 パナマ運河橋

既存のアメリカ橋及びセンテナリオ橋と同様に、第 4 パナマ運河橋の橋梁及び取付部の土木施設の維持管理はパナマ公共事業省（MOP）が管轄し、交通管理システム及び機電の維持管理は陸運交通公団（ATTT）が管轄することになるため工事期間中から MOP 及び ATTT と十分な連携が必要となる。

付属資料

## 付属資料 1: 交通調査票

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#1**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	15 min	15 min
Tiempo en el vehículo	15 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	-
Tarifa (B./)	1.0	1.5
Asientos	Sentado	De pie

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	30 min	25 min
Tiempo en el vehículo	30 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.5	2.0
Asientos	De pie	Sentado

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#2**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	55 min	25 min
Tiempo en el vehículo	45 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	10 min	10 min
Tarifa (B./)	1.5	2.0
Asientos	De pie	De pie

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	60 min	25 min
Tiempo en el vehículo	60 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.0	1.5
Asientos	Sentado	Sentado

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#3**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	15 min	25 min
Tiempo en el vehículo	15 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.0	2.0
Asientos	De pie	De pie

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	30 min	15 min
Tiempo en el vehículo	30 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	-
Tarifa (B./)	1.5	2.5
Asientos	Sentado	Sentado



**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#4**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	45 min	25 min
Tiempo en el vehículo	45 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.5	2.5
Asientos	Sentado	De pie

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	70 min	25 min
Tiempo en el vehículo	60 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	10 min	10 min
Tarifa (B./)	1.0	2.0
Asientos	De pie	Sentado

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#5**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	25 min	25 min
Tiempo en el vehículo	15 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	10 min	10 min
Tarifa (B./)	1.5	3.0
Asientos	Sentado	Sentado

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	30 min	25 min
Tiempo en el vehículo	30 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.0	2.5
Asientos	De pie	De pie

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#6**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	45 min	15 min
Tiempo en el vehículo	45 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	-
Tarifa (B./)	1.0	2.5
Asientos	De pie	Sentado

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	60 min	25 min
Tiempo en el vehículo	60 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.5	3.0
Asientos	Sentado	De pie

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#7**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	15 min	25 min
Tiempo en el vehículo	15 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.5	3.5
Asientos	De pie	Sentado

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	40 min	25 min
Tiempo en el vehículo	30 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	10 min	10 min
Tarifa (B./)	1.0	3.0
Asientos	Sentado	De pie

**FORMULARIO DE PREFERENCIA DECLARADA (BUS).....FORM#8**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**



**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**Parte 2: Elección de modo de viaje**

**8: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	45 min	25 min
Tiempo en el vehículo	45 min	15 min
Tiempo en el alimentador (bus)	-	10 min
Tarifa (B./)	1.0	3.0
Asientos	Sentado	Sentado

Caso-2:

Modo	Bus 	Metro 
Tiempo total de viaje	60 min	15 min
Tiempo en el vehículo	60 min	15 min
Tiempo en el alimentador bus)	-	-
Tarifa (B./)	1.5	3.5
Asientos	De pie	De pie

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#1**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	-
Tarifa (B./)	-	1.00
Asientos	-	Bus: Sentado / Metro: Sentado

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	10 + 10
Tarifa (B./)	-	1.00
No. de trasbordos	-	-

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre 1

Mujer 2

**4: Edad \_\_\_\_\_**

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#2**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	5
Tarifa (B./)	-	2.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Pie

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	10 + 10
Tarifa (B./)	-	2.00
No. de trasbordos	-	1

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre      1

Mujer      2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#3**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	10
Tarifa (B./)	-	3.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Sentado

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	40	10 + 10
Tarifa (B./)	-	3.00
No. de trasbordos	-	2

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre      1

Mujer      2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				



**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#4**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	5
Tarifa (B./)	-	1.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Sentado

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	10 + 10
Tarifa (B./)		1.00
No. de trasbordos		1

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre	1
--------	---

Mujer	2
-------	---

**4: Edad \_\_\_\_\_**

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#5**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	10
Tarifa (B./)	-	2.00
Asientos	-	Bus: Sentado / Metro: Sentado

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	10 + 10
Tarifa (B./)		2.00
No. de trasbordos		2

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre      1

Mujer      2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#6**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <u>Carro</u>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	20
En caso de tiempo caminando (min)	-	-
Tarifa (B./)	-	3.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Pie

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	50	10 + 10
Tarifa (B./)	-	3.00
No. de trasbordos	-	-

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre      1

Mujer      2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#7**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	70	30
En caso de tiempo caminando (min)	-	10
Tarifa (B./)	-	1.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Pie

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	10 + 10
Tarifa (B./)	-	1.00
No. de trasbordos	-	2

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre      1

Mujer      2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#8**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

Caso-1:

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	70	30
En caso de tiempo caminando (min)	-	-
Tarifa (B./)	-	2.00
Asientos	-	Bus: Pie / Metro: Sentado

Caso-2:

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	10 + 10
Tarifa (B./)	-	2.00
No. de trasbordos	-	-

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre	1
--------	---

Mujer	2
-------	---

**4: Edad \_\_\_\_\_**

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**FORM. DE PREFERENCIA DECLARADA DE VIAJE (CARRO).....FORM#9**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: <b>Carro</b>

**Parte 1: Elección de modo de viaje**

**1: Cual modo de transporte le gustaría utilizar bajo varias condiciones**

**Caso-1:**

Modo	Carro	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	70	30
En caso de tiempo caminando (min)		5
Tarifa (B./)		3.00
Asientos		Bus: Sentado / Metro: Sentado

**Caso-2:**

Modo	Carro	Carro + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	10 + 10
Tarifa (B./)		3.00
No. de trasbordos		1

**Parte 2: Sobre usted**

**2: Donde vive?**

---



---

**3: Género.....**

Hombre 1

Mujer 2

**4: Edad** \_\_\_\_\_

**5: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo 1	Empleado tiempo parcial 2	Independiente 3
Desempleado 4	Estudiante universitario 5	Ama de Casa 6
Retirado 7		

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#1**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  1  2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	45
Tiempo en el alimentador (min)	-	-
Tarifa (B./)	3.00	2.00
Asientos	-	Bus: sentado / Metro: de pie

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.00	2.00
Asientos	-	Bus: de pie / Metro: sentado

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#2**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  1  2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	45	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.00	2.00
Asientos	-	Bus y Metro: de pie

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.00	2.00
Asientos	-	Bus y Metro: sentado



**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#3**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  Hombre 1  Mujer 2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  Si 1  No 2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo 1	Empleado tiempo parcial 2	Independiente 3
Desempleado 4	Estudiante universitario 5	Ama de Casa 6
Retirado 7		

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	45
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.00	3.00
Asientos	-	Bus y Metro: de pie

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	-
Tarifa (B./)	3.00	3.00
Asientos	-	Bus y Metro: sentado

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#4**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  1  2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	45	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.00	3.00
Asientos	-	Bus: sentado / Metro: de pie

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	3.0	3.00
Asientos	-	Bus: de pie / Metro: sentado

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#5**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  Hombre 1  Mujer 2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  Si 1  No 2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	45
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	2.00	3.00
Asientos	-	Bus y Metro: sentado

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	2.00	3.00
Asientos	-	Bus y Metro: de pie

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#6**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  1  2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	45	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	-
Tarifa (B./)	2.00	3.00
Asientos	-	Bus: de pie / Metro: sentado

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	2.00	3.00
Asientos	-	Bus: sentado / Metro: de pie

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#7**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  Hombre 1  Mujer 2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  Si 1  No 2

**7:Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	45
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	1.50	3.50
Asientos	-	Bus: de pie / Metro: sentado

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	30	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	1.50	3.50
Asientos	-	Bus: sentado / Metro: de pie

**FORM DE ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA (TAXI) .....FORM#8**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Taxi / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar
Desde		
Hacia		

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3. Cuánto paga en total por el viaje? \_\_\_\_\_**

**Parte 3: Sobre usted**

**4: Género.....**  1  2

**5: Edad** \_\_\_\_\_

**6: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

**7: Cuál es su status laboral?**

Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

**8: Cual modo de transporte preferiría utilizar bajo diferentes condiciones.**

Caso-1:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	45	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	20
Tarifa (B./)	1.50	3.50
Asientos	-	Bus y Metro: sentado

Caso-2:

Modo	Taxi	Bus + Metro
Tiempo de viaje (min)	60	30
Tiempo en el alimentador (min)	-	-
Tarifa (B./)	1.50	3.50
Asientos	-	Bus y Metro: de pie

**FORMULARIO DE ENCUESTA DE ORIGEN DESTINO**

Nombre del encuestador:		Fecha:
Ubicación:	Hora:	Modo: Piratas / Bus

**Parte 1: Información de Viaje**

**1: Desde donde viene y hacia dónde se dirige?**

	Corregimiento	Nombre del Lugar	Casa Sí No
Desde			
Hacia			

**2: Cual es el propósito de su viaje?**

1. Voy al Trabajo	2. Voy a la universidad	3. De negocios
4. Privado	5. A casa desde: 51. Lugar de trabajo (viaje de regreso) 52. Universidad (Viaje de regreso) 53. Otros lugares	

**3: Como se traslada en este viaje? Si utiliza varias formas de traslado por favor menciónelas e indique los puntos de trasbordo**

No.		Punto de Traslado
1	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
2	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
3	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
4	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
5	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
6	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	
7	1. Caminado 2. Bicicleta 3. Carro 4. Taxi 5. Pirata 6. Bus 7. Otros	

**4: Cuanto tiempo demora en el viaje ?**

Salida: \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Llegada: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

**5: Cuanto paga por su viaje completo? B./ \_\_\_\_\_**

**Parte 2: Sobre usted**

**6: Género.....**  1  2

**7: Edad** \_\_\_\_\_

**8: En su casa tienen auto particular?.....**  1  2

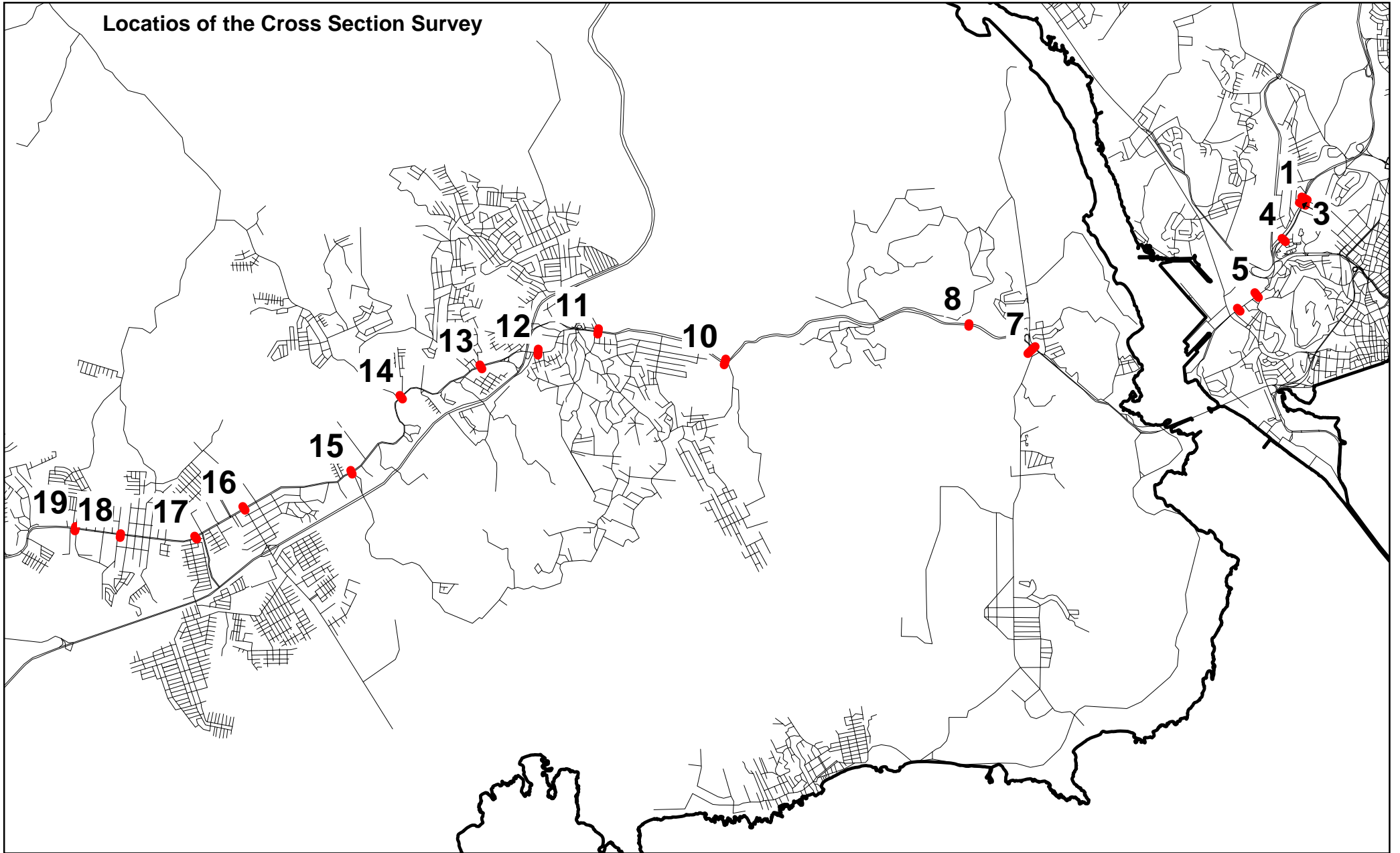
**9: Cuál es su status laboral?**

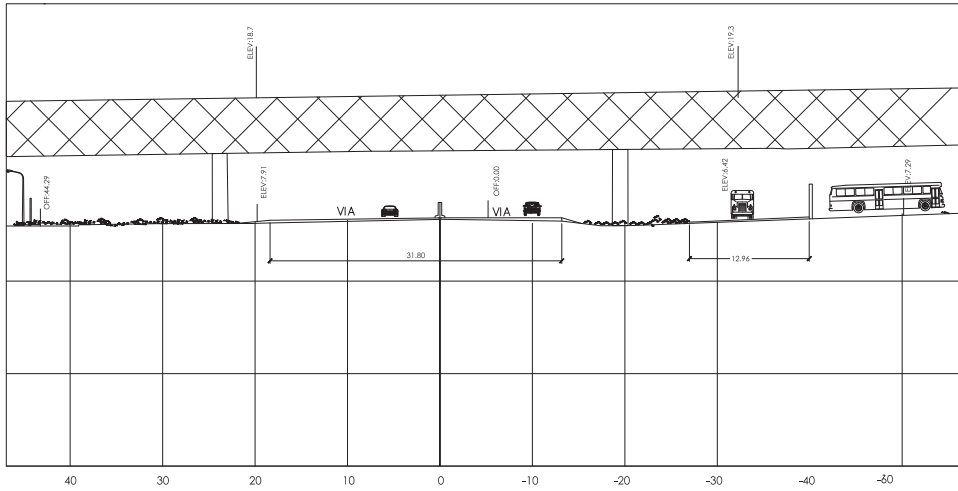
Empleado tiempo completo	1	Empleado tiempo parcial	2	Independiente	3
Desempleado	4	Estudiante universitario	5	Ama de Casa	6
Retirado	7				

## 付属資料 2: 地形調査(道路横断)

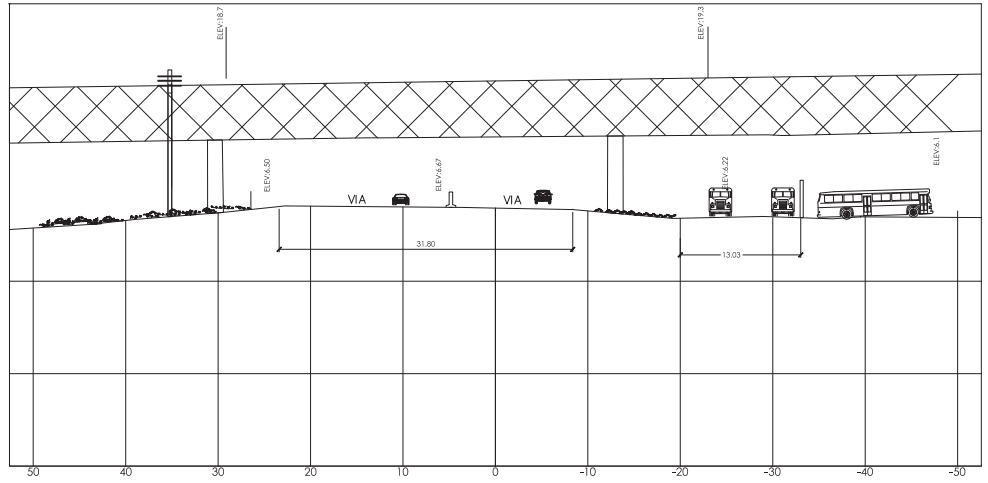


**Locations of the Cross Section Survey**

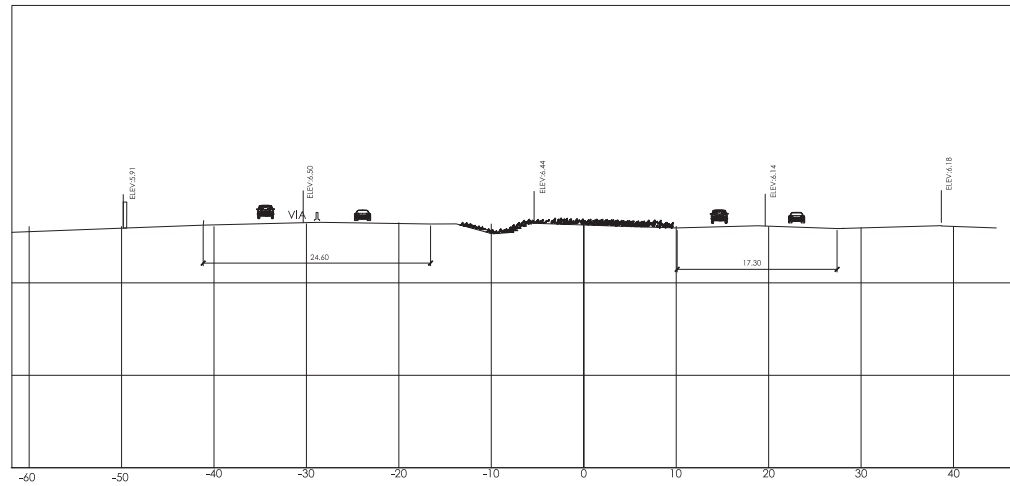




SECCION N° 1  
1:250



SECCION N° 3  
1:250



SECCION N° 4  
1:250



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM  
NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD

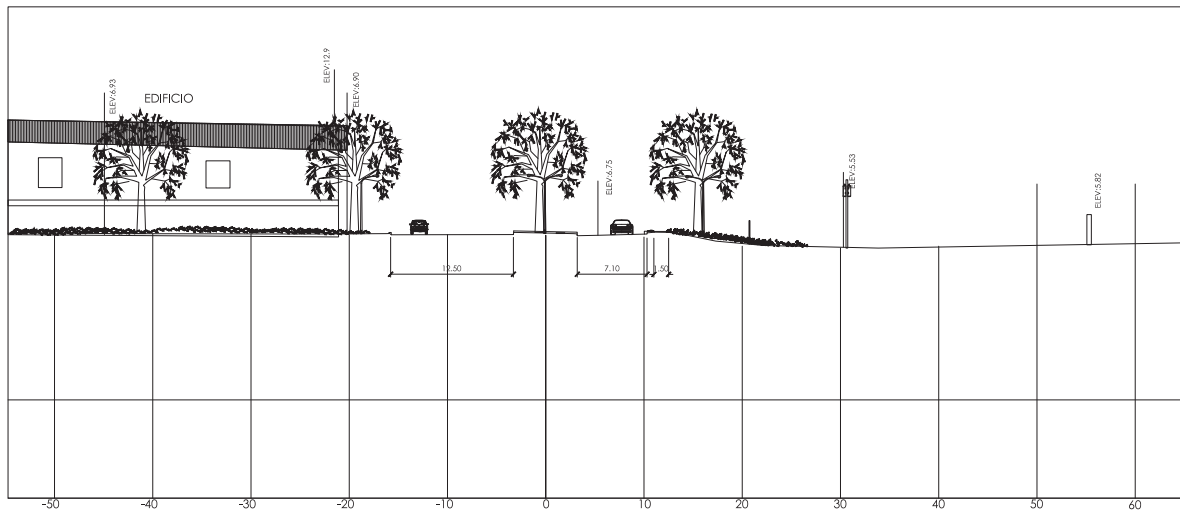
THE FEASIBILITY STUDY ON PANAMA CITY URBAN TRANSPORTATION LINE-3 PROJECT

DRAWN: GEOTOPO S.A  
DESIGNED: GEOTOPO S.A

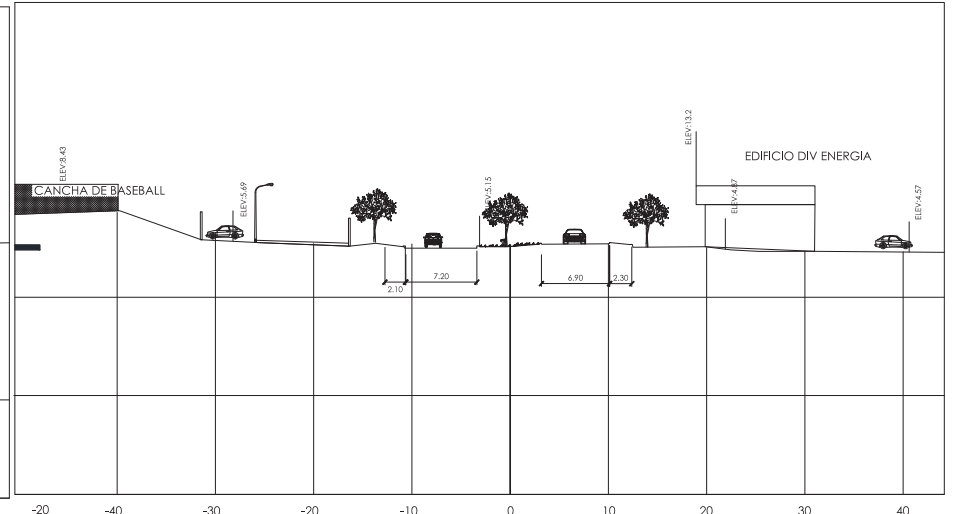
DATE:  
SCALE:

REVIEWED BY:  
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

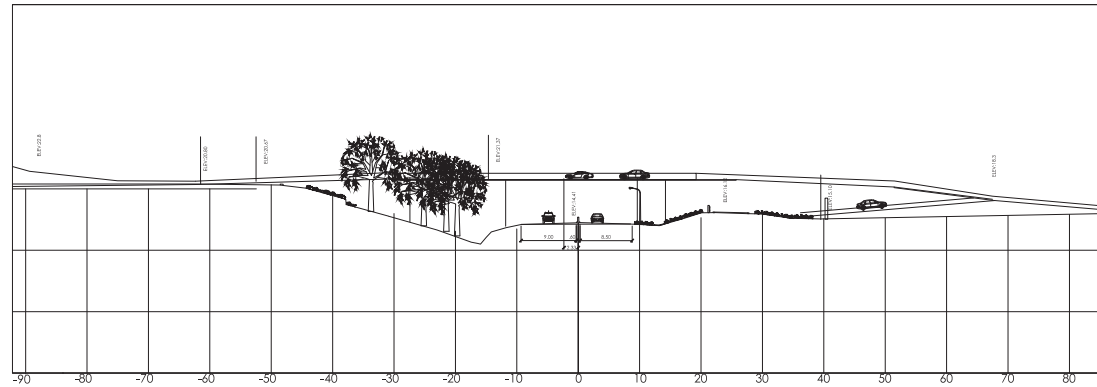
REMARKS:  
PAGE:  
1  
6



SECCION N° 5  
1:250



SECCION N° 6  
1:250



SECCION N° 7  
1:400



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM

NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD

DRAWN: GEOTOPO S.A  
DESIGNED: GEOTOPO S.A

THE FEASIBILITY STUDY ON PANAMA CITY URBAN TRANSPORTATION LINE-3 PROJECT

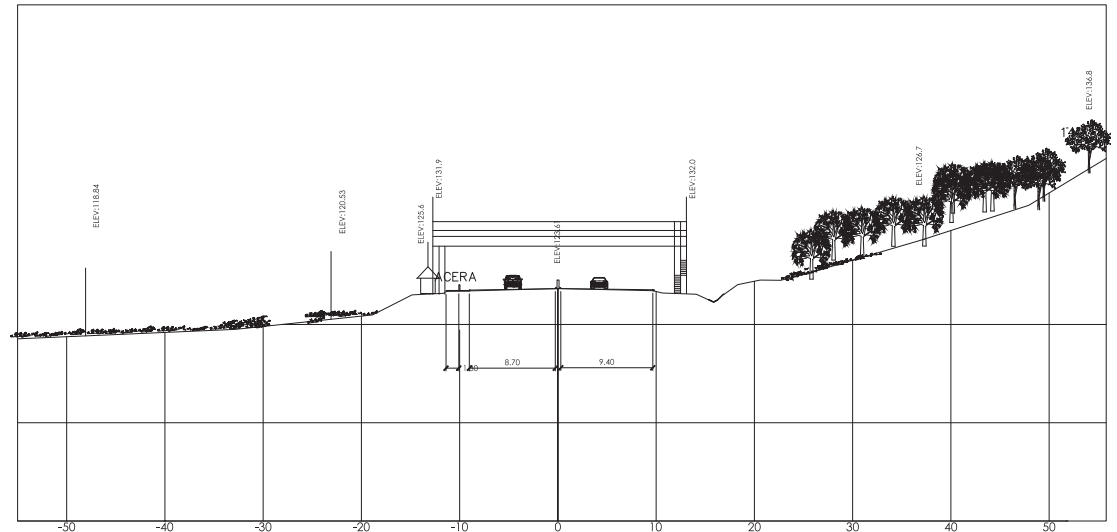
DATE:  
SCALE:

REVIEWED BY:  
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

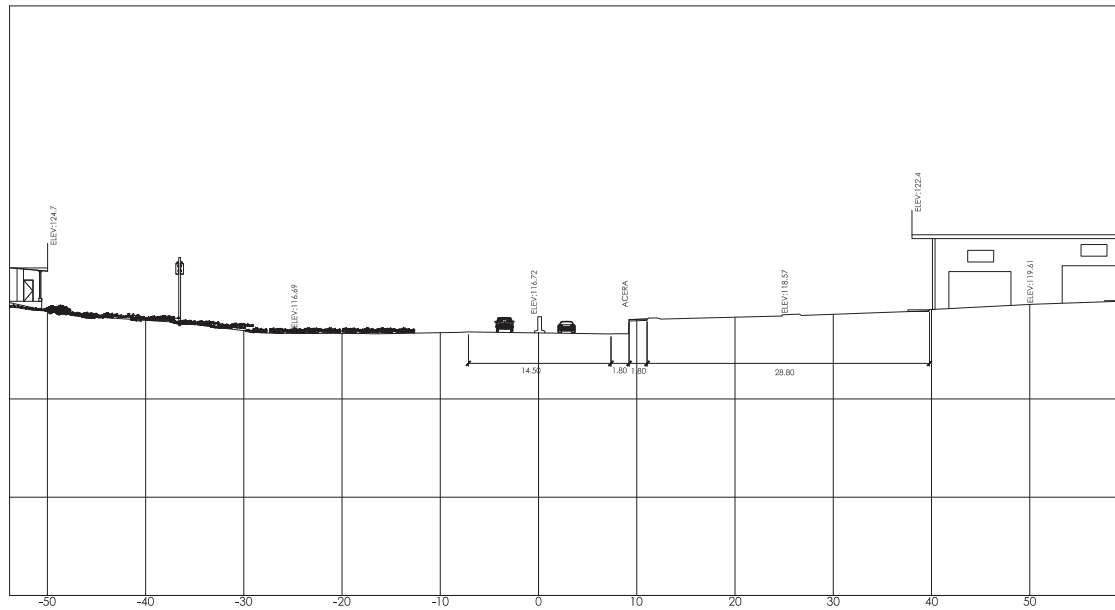
REMARKS:  
PAGE:  
2 / 6



SECCION N° 8  
1:250



SECCION N° 10  
1:250



SECCION N° 11  
1:250



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM

NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD

DRAWN: GEOTOPO S.A  
DESIGNED: GEOTOPO S.A

THE FEASIBILITY STUDY ON PANAMA CITY URBAN TRANSPORTATION LINE-3 PROJECT

DATE:

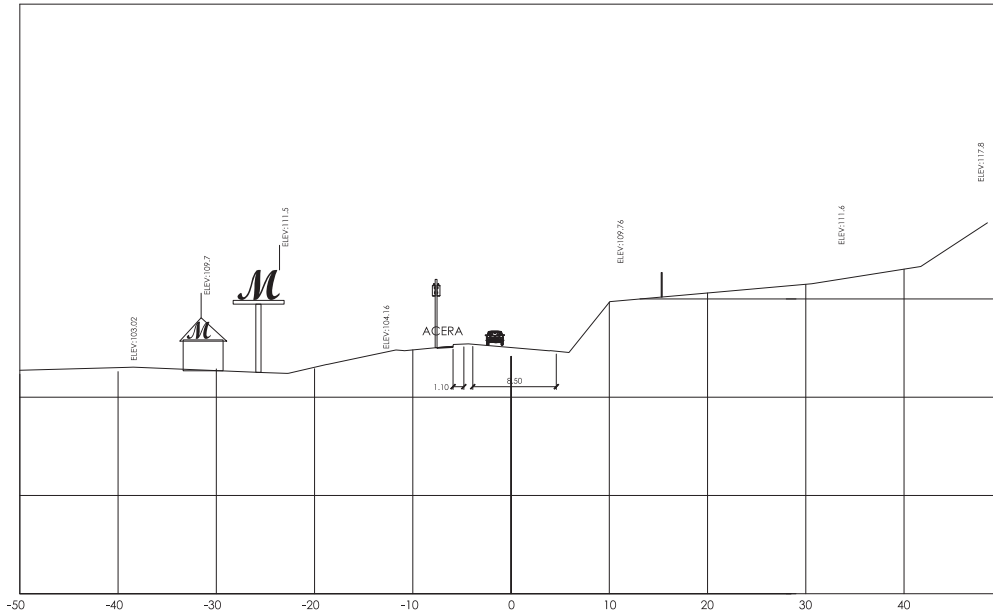
SCALE:

REVIEWED BY:

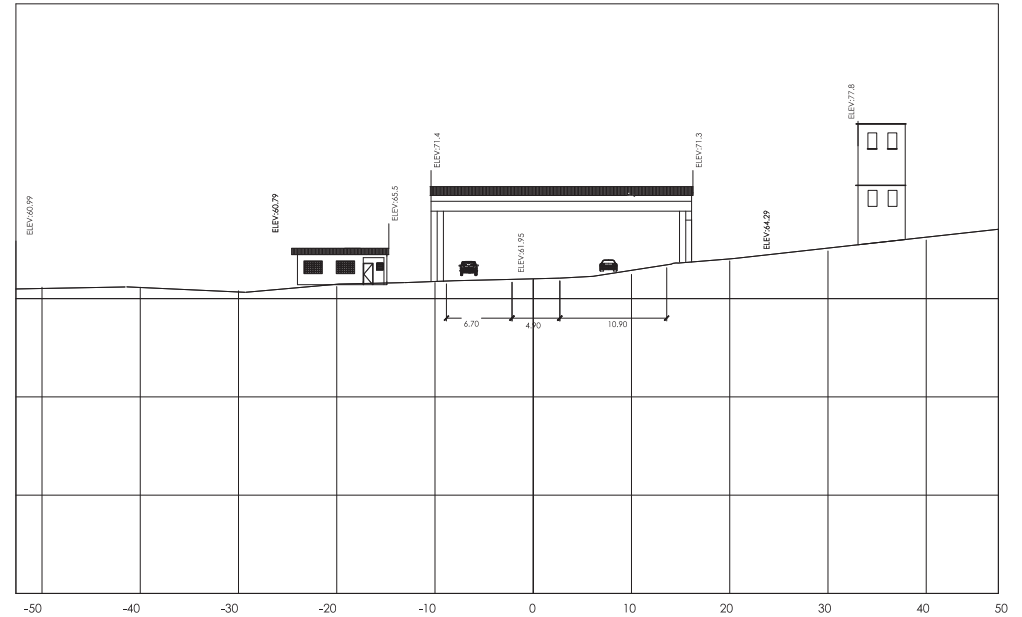
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

REMARKS:

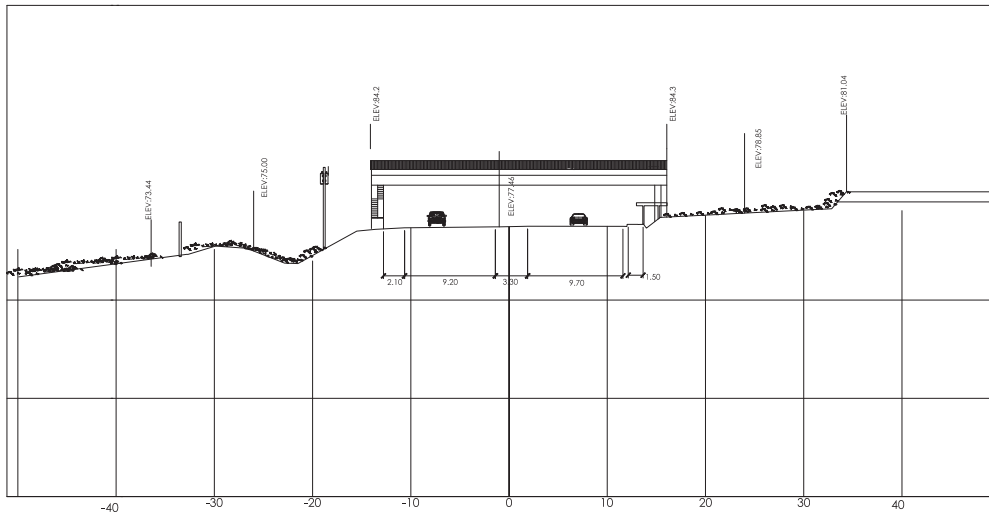
PAGE:  
3 / 6



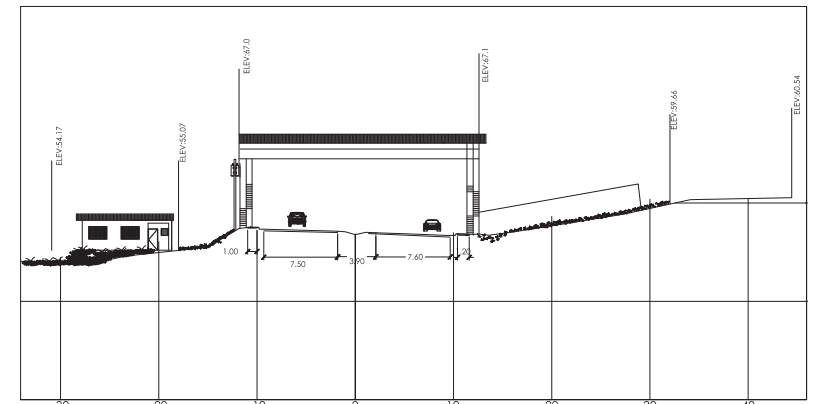
SECCION N° 12  
1:250



SECCION N° 13  
1:250



SECCION N° 14  
1:250



SECCION N° 15  
1:250



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM

NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD

DRAWN: GEOTOPO S.A  
DESIGNED: GEOTOPO S.A

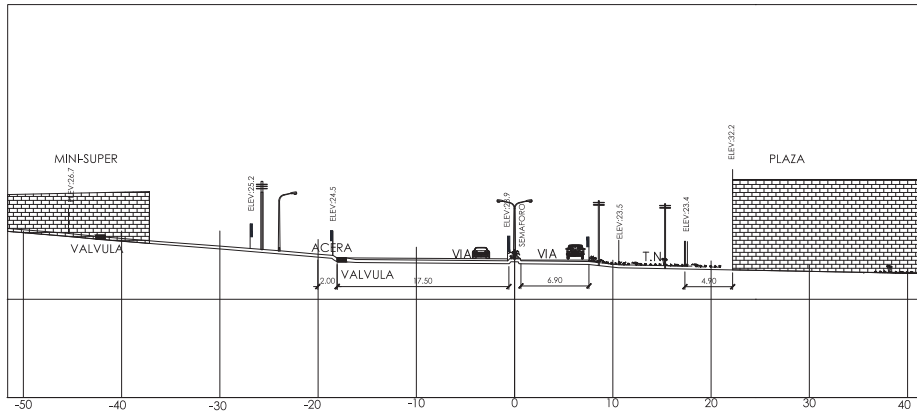
THE FEASIBILITY STUDY ON PANAMA CITY URBAN TRANSPORTATION LINE-3 PROJECT

DATE:  
SCALE:

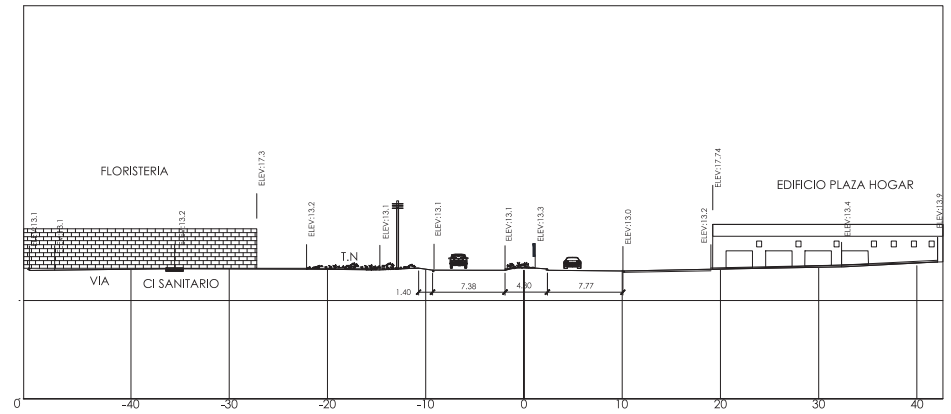
REVIEWED BY:  
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

REMARKS:

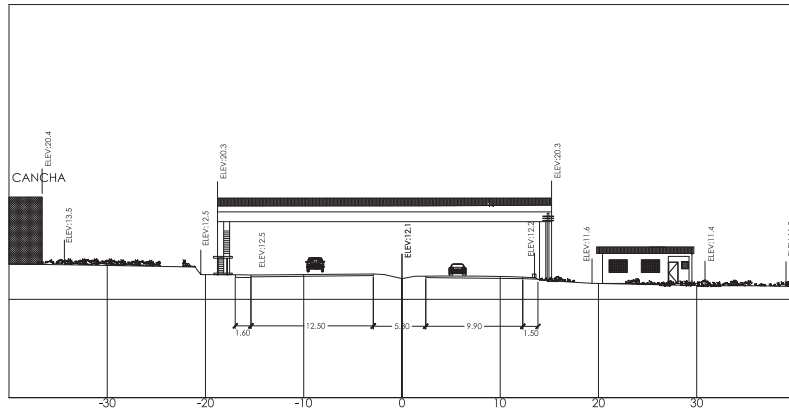
PAGE:  
4 / 6



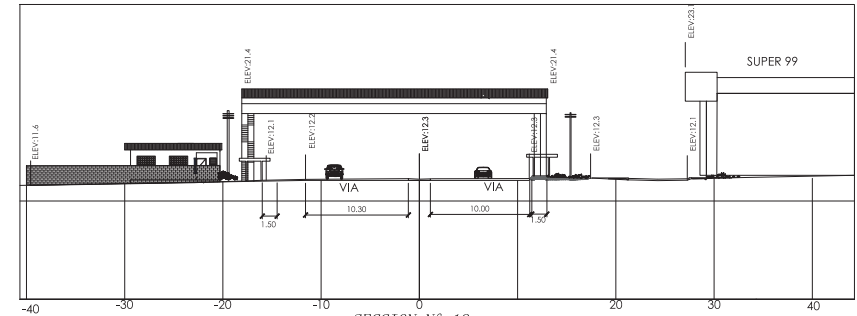
SECCION N° 16  
1:250



SECCION N° 17  
1:250



SECCION N° 18  
1:250



SECCION N° 19  
1:250



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM

NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD

DRAWN: GEOTOPO S.A  
DESIGNED: GEOTOPO S.A

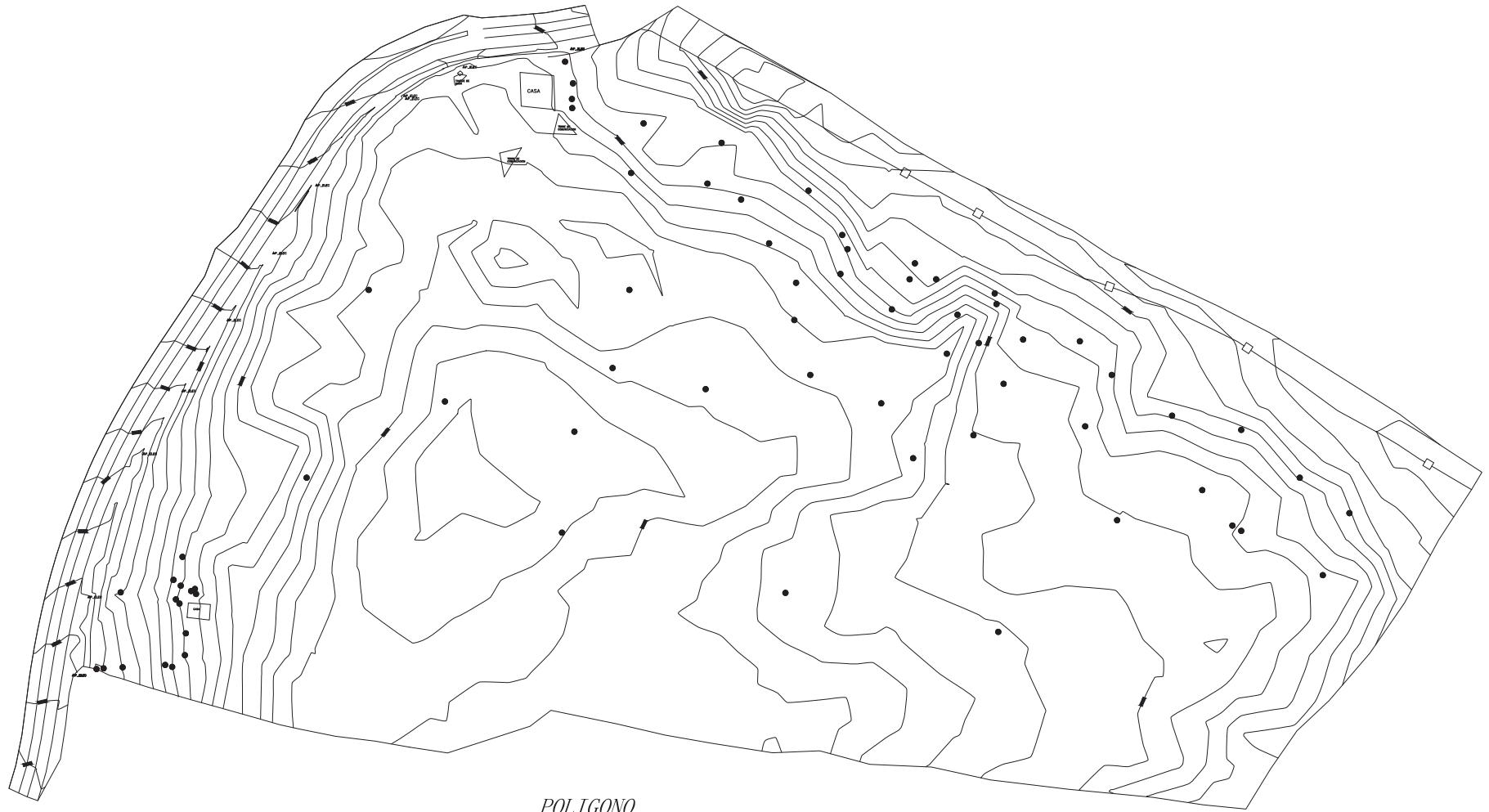
THE FEASIBILITY STUDY ON PANAMA CITY URBAN TRANSPORTATION LINE-3 PROJECT

DATE:  
SCALE:

REVIEWED BY:  
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

REMARKS:

PAGE:  
5  
6



*POLIGONO*  
*ESCALA 1: 1250*



REPUBLIC OF PANAMA  
SECRETARIA DEL METRO DE PANAMA

CONSULTANT: JICA STUDY TEAM  
NIPPON KOEI CO., LTD.  
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.  
TOSTEM, INC.  
NIPPON KOEI LAC CO., LTD.

DRAWN: GEOTOPO S.A.  
DESIGNED: GEOTOPO S.A.

DATE:  
SCALE:

REVIEWED BY:  
TEAM LEADER/URBAN RAILWAY PLANNING

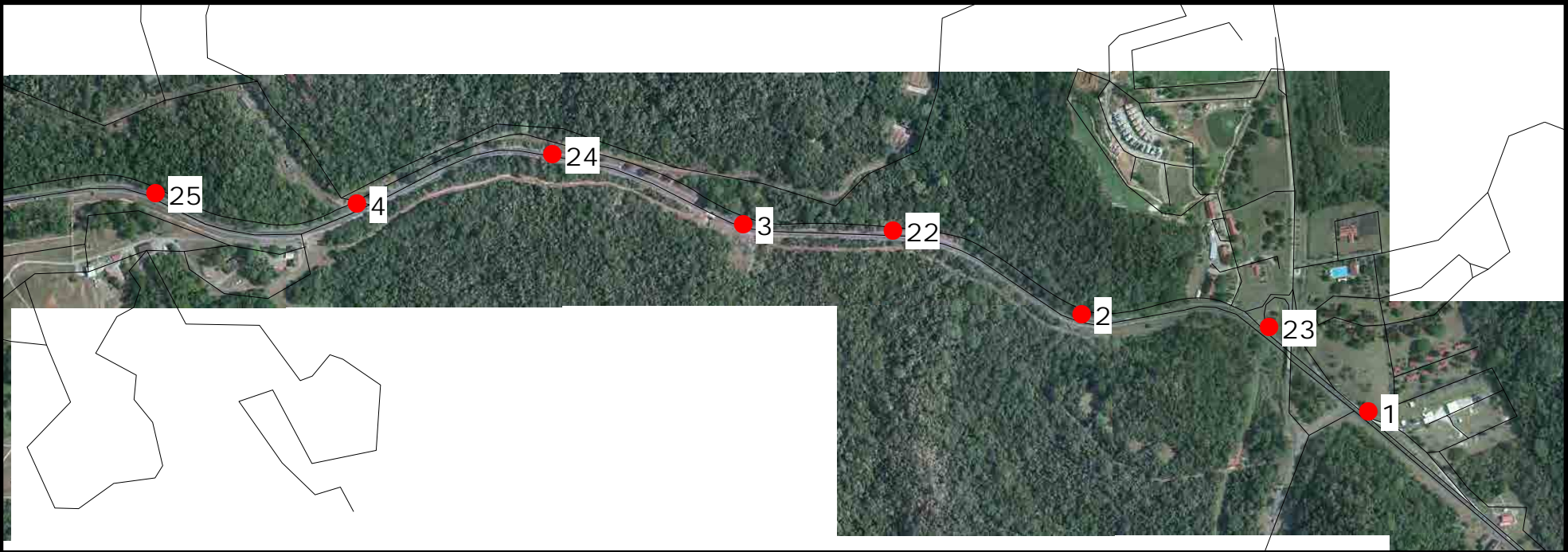
PAGE:  
6 / 6

REMARKS:

### 付属資料 3: 地質調査(柱状図)

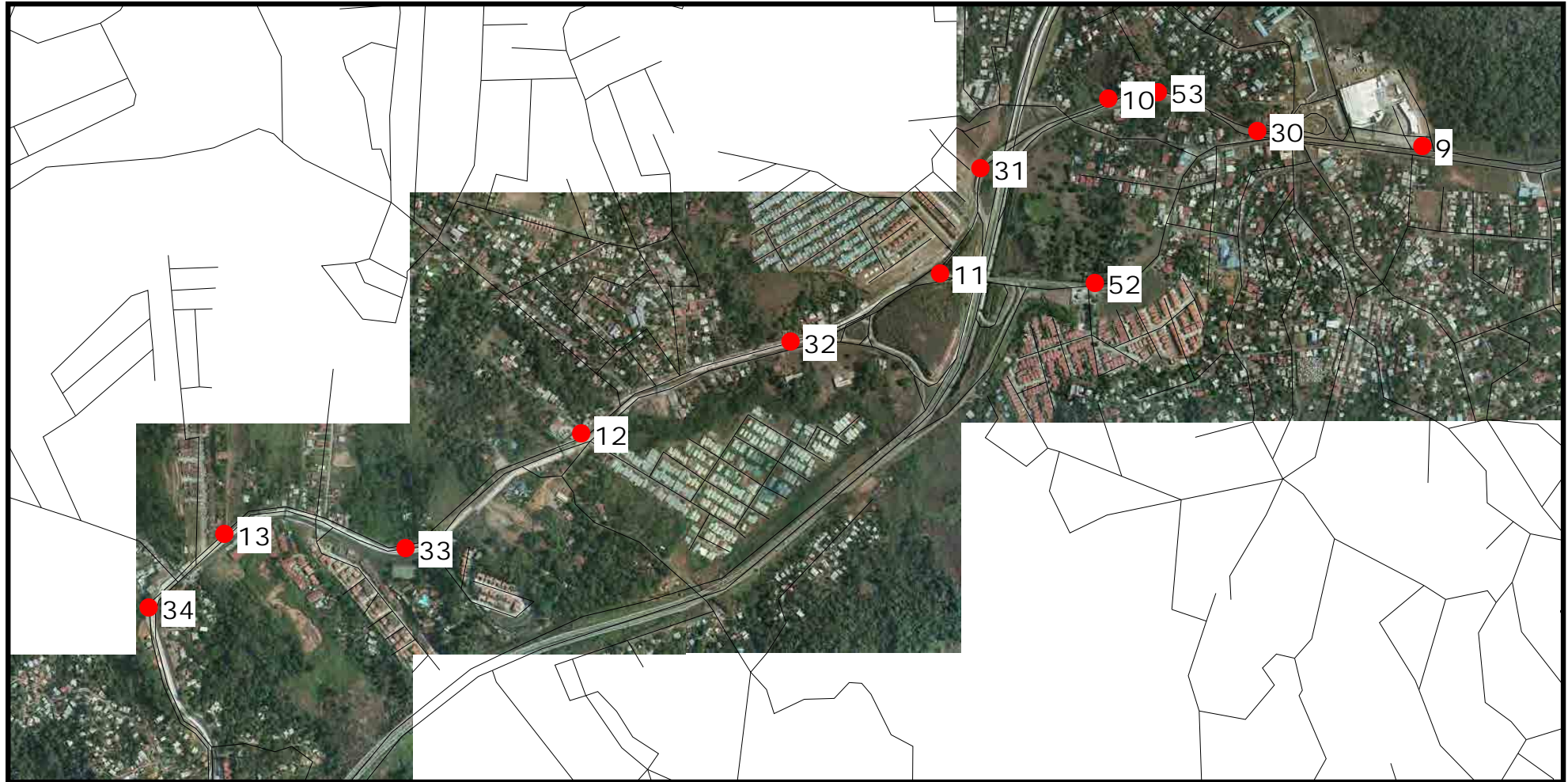


Boring Location Map (1)

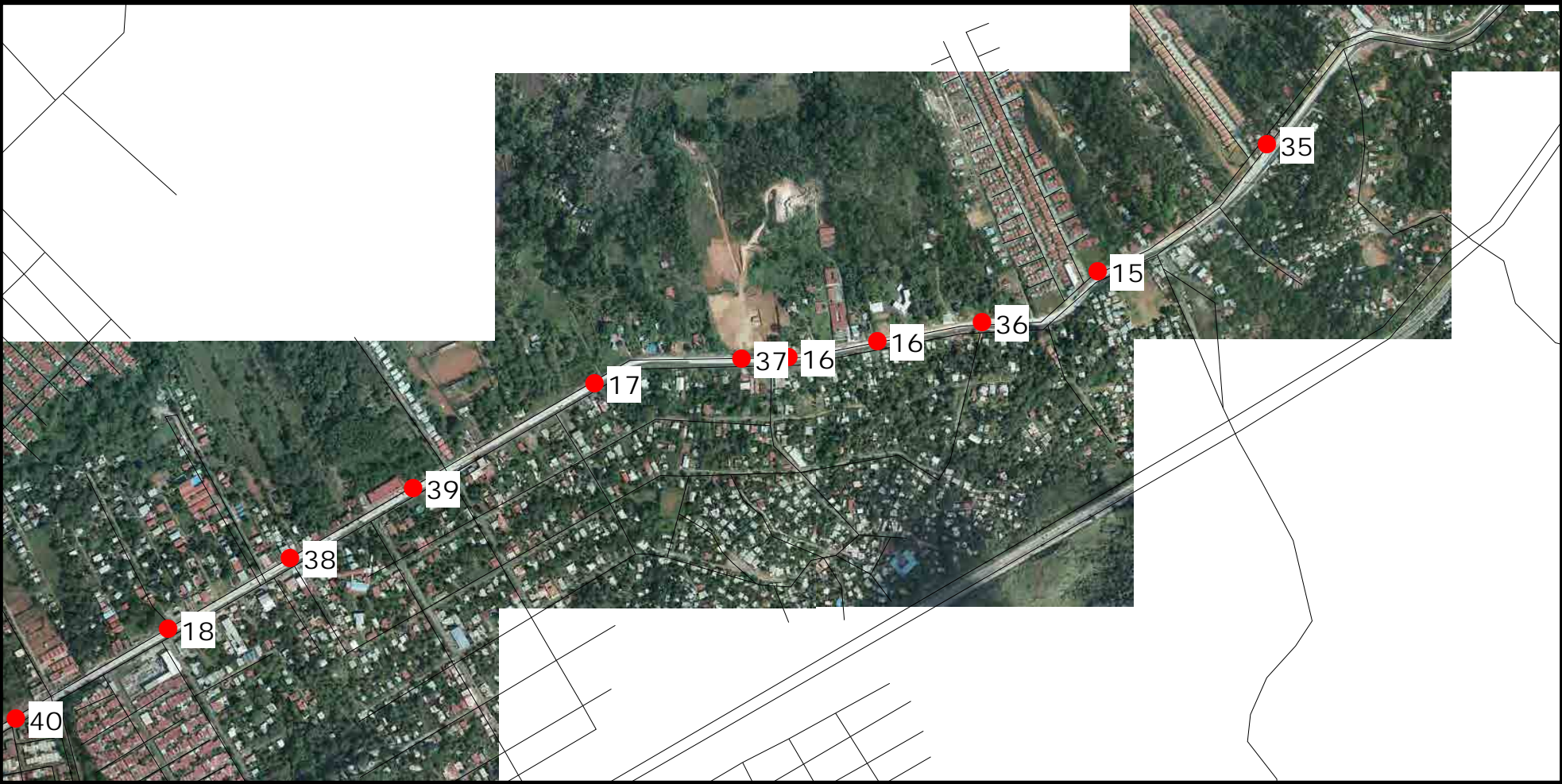




Boring Location Map (2)

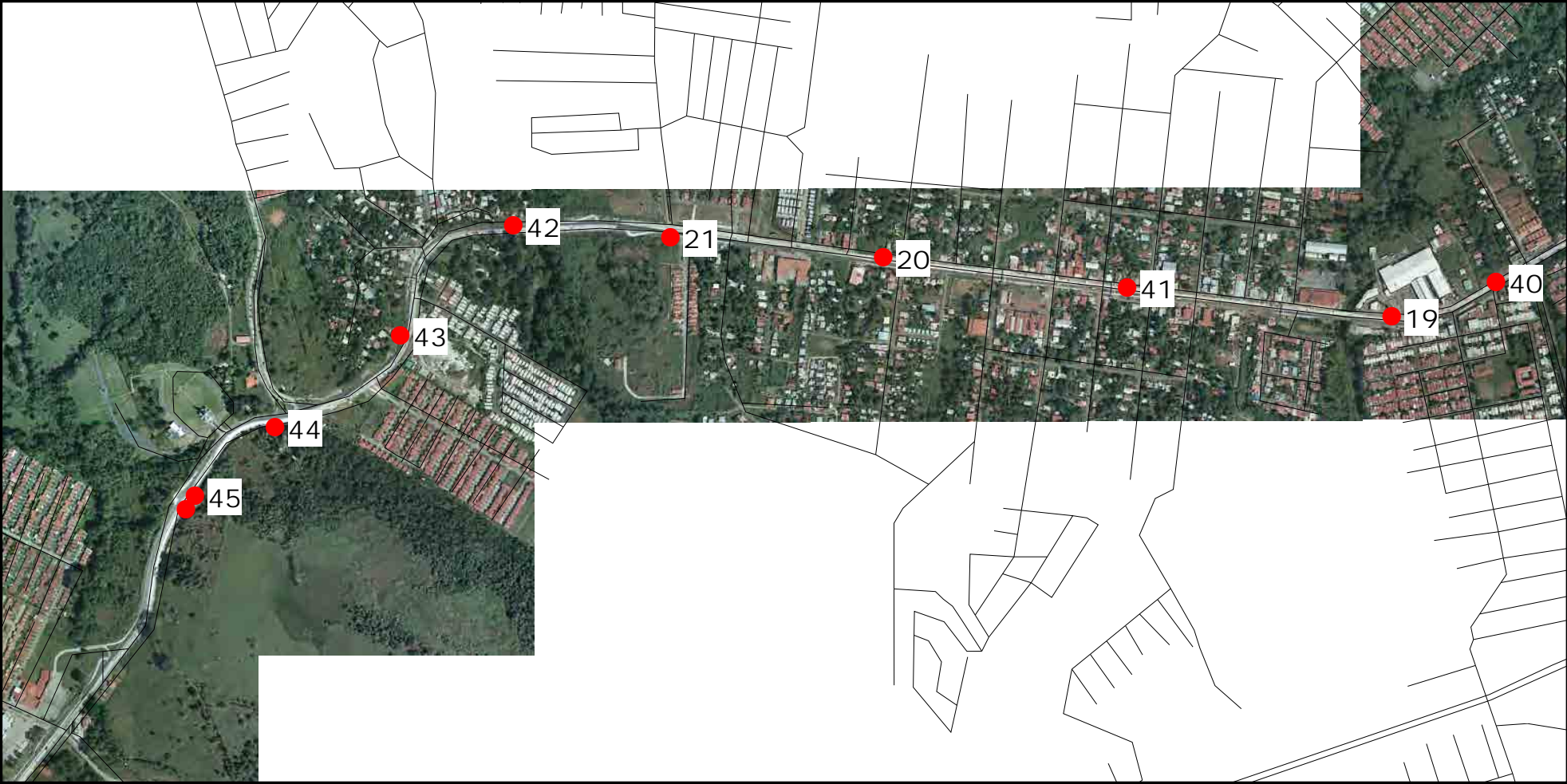


Boring Location Map (3)





Boring Location Map (4)





## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/049 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 343  
Equipment: ROLATEC 48

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 47  
DATE: 14/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> ) Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	w %			
0.0					Asphalt and soil																	
0.60					Marl clayey brown																	
1.80					Marl green sandy silty																	
3.00							3.00	7	15	1												
3.60								0	15													
6.00					Clayey sludges		6.60	0	15	0	83	18	65	100	90.10	83.63	1.41	1.29	30.90			
9.60						9.60	7	15	1													
12.00						12.00	0	15	1													
15.00								15.00	19	15	79											
15.45					Silty Sand yellow			28	15													
18.00					Very consolidated sands and silts			50	15													
18.00					Conglomerate Rock		18.00	50	15		ROCK			ROCK			2.36	2.15	9.80			
21.60						21.60	50	15														
24.60						24.60	50	15														
24.63																						

BORING END 24.63 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/039 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 308 Equipment: ROLATEC 400				Analyst: Ismael Arroyo				BORING : SR 50 DATE: 04/12/2013														
Depth	Boring	Recovered (%)			WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE		
		20	40	60									80	100	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %		qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)
0.0																										
1.0																										
2.0																										
3.00																										
3.60								3.00	2	15	4															
4.0																										
5.0																										
6.0																										
6.40								6.40	10	15	35	15	6	9	92.96	79.18	73.6	1.29	1.09	23.13						
7.0																										
8.0																										
9.0																										
9.40								9.40	1	15	1															
10.0																										
11.0																										
12.0								12.00	0	15	0															
13.0																										
14.0																										
15.0																										
16.0																										
17.00								17.00	5	15	10															
18.0																										
19.0																										
20.00								20.00	55	R	R		26	15	11	100	93.04	89.25	1.07	0.78	31.98					
21.0																										
21.20																										
22.0								22.00	50	1	R															
23.0																										
24.0																										
25.0																										

BORING END 25.40 m

Galera 8B, Ofidepositos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/001 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 135  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 1  
SAMPLE DATE: 5/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet	Dry	ω		
0.0					Vegetable Soil																
0.50																					
1.0					Reddish Clay Marly																
3.00							3.00	5	15	8											
3.60								4	15												
4.0								4	15												
5.0											63	34	29	64.16	34.10	31.23	1.87	1.20	91.99		
6.0					Marl and Soft Rock		6.00	4	15	19											
6.15								8	15												
7.0								11	15												
9.0							9.00	50	10	R											
9.10					Marl Consolidated																
11.0																					
11.60					Marl more consolidated		11.60	20	15	R											
12.0								50	15												
12.60																					
13.0																					
14.0																					
14.70					Soft Rock Marly		14.70	50	15	R											
15.0											48	28	20	12.94	4.48	3.97	GRAVEL				
16.0																					
17.0																					
17.85																					
18.0					Hard rock, Meteorized		18.00	50	7	R											
19.0																					
20.0																					
20.30							20.30	50	10	R											

BORING END A 20.60 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/42 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 314  
Equipment: ROLATEC 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 23  
DATE: 5/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)		
0.0																							
3.00					Gravel fill		3.00	50	17	R													
6.00					Marl Consolidated brown with boulders																		
7.00							7.00	50	29	R													
9.10							9.10	32	15														
								38	15		78												
								40	15														
12.10					Marl clayey with boulders dark brown		12.10	17	15														
								40	15		90												
								50	15														
15.10							15.10	23	15			51	16	35	94.56	84.48	82.71	1.45	1.01	27.81			
								27	15														
								50	15														
18.10					Rock fractured		18.10	50	1	R													
18.10					Rock																		
18.10							18.10	50	1	R													
21.00																							

BORING END 21.02 m



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/009 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 144  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 2  
SAMPLE DATE: 12/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0	101 mm. (W, type B)			Brown	Vegetable ground																	
0.60					Brown Clayey loam with yellow inside																	
1.0	86 mm. (W, type B)			Dark Brown	Brown Clayey loam with yellow inside, with rocky sections																	
1.50																						
2.0	86 mm. (D, type T)			Grey	Fractured Rock																	
3.10																						
3.0	86 mm. (D, type T)			Dark Grey	Fractured Rock																	
5.40																						
4.0	86 mm. (D, type T)			Dark Grey	Fractured Rock																	
6.00																						
5.0	86 mm. (D, type T)			Dark Grey	Fractured Rock																	
7.00																						
BORING END A 7.00 m																						



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/013 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 177  
Equipment: Rolatec 400

Analyst Ismael Arroyo

BORING : SR 22  
DATE: 18/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)				WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
		20	40	60	100									LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0							Vegetable ground																		
0.90							Loam clayey with boulders																		
3.30									3.30	3	15	12													
4.37							Clay loamy Brown			5	15														
5.10										7	15		61	29	32	99.12	96.46	92.29	1.83	1.33	27.63				
6.30							Clay soft			2	15	5													
8.70										2	15														
9.00										3	15														
12.60							Loam consolidated with rocky levels			12	15	51													
12.60										50	R	5	R												
14.90													50	30	20	67.44	28.84	23.01	1.77	1.45	18.06				
15.00							Highly fractured rock			15	15														
15.00										50	R	3	R												
17.00							Hard rock, with blacks tones																		
18.00										50	R	3	R												

BORING END 18.00 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/050 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 344  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 3  
DATE: 16/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet	Dry	ω		
								Blows	cms	Field											
0.0	86 mm (W, type B)			Soil																	
0.60																					
1.0	86 mm (W, type B)			Clay																	
1.50																					
2.0	86 mm (W, type B)			Silts altered			3.10	8	15	R											
3.0																					
4.0	86 mm (W, type B)			Silts altered				29	15		55	21	34	96.24	85.23	77.81	1.35	1.17	29.56		
4.50																					
5.0	86 mm (D, type T)			Rock fractured				50	5	R											
6.0																					
7.0	86 mm (D, type T)			Rock fractured				50	5	R											
9.0																					
10.0	86 mm (D, type T)			Rock fractured				50	1	R	ROCK	ROCK									
12.00																					
13.0	86 mm (D, type T)			Rock				50	1	R											
15.00																					
16.0	86 mm (D, type T)			Rock				50	1	R											
16.70																					

BORING END 16.70 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/040 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 309  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Franciso Fernandez

BORING : SR 24  
DATE: 04/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)				WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
		20	40	60	80									100	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>			ω %
0.0	86 mm.(W, type B)						Gravel fill																		
1.10							Clay with silts altered																		
3.00																									
4.00							Silts altered		3.00	7	15		18												
5.20							Rock																		
6.00							Silty clay with rocky sections																		
6.00	86 mm.(D, type T)								6.00	50	1		R												
7.00																									
8.00							Rock																		
9.00									9.00	50	1		R												
10.70																									

BORING END 10.70 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/003 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 137  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 4  
SAMPLE DATE: 6/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0	101 mm. (W, type B)	100	100	Asphalt with gravel																		
0.40																						
1.0	101 mm. (W, type B)	100	100	Vegetable layer																		
1.20																						
2.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Brown clay loam with two color veins			3.20	4	15	10												
2.20																						
3.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Light brown clay loam with veins bicolor			3.20	4	15	10	71	37	34	100	99.67	98.17	1.59	0.85	46.85	0	2.48	
3.60																						
4.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Dark brown clay loam with veins bicolor			6.20	31	15	R												
4.20																						
5.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Dark brown clay loam with veins bicolor			6.20	31	15	R												
6.0																						
7.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Dark brown clay loam with veins bicolor			6.20	31	15	R												
8.0																						
9.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Consolidated loam, dark color and varies			9.20	50	5	R												
9.25																						
10.0	86 mm. (D, type T)	100	100	Consolidated loam, dark color and varies			9.20	50	5	R												
11.0																						
12.0	86 mm. (W, type B)	100	100	Fractured rock black color, with white veins			12.20	50	4	R	Rock	Rock	Rock								4.01	
12.20																						
13.0	86 mm. (W, type B)	100	100	Fractured rock black color, with white veins			12.20	50	4	R	Rock	Rock	Rock									
13.0																						
14.0	86 mm. (W, type B)	100	100	Fractured rock black color, with white veins			12.20	50	4	R	Rock	Rock	Rock									
14.0																						
15.0	86 mm. (W, type B)	100	100	Fractured rock black color, with white veins			15.00	50	3	R	Rock	Rock	Rock									
15.03																						

BORING END A 15.03 m



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/041 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 310  
Equipment: ROLATEC 400

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 51  
DATE :5/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet	Dry	ω		
								Blows	cms	Field											
0.0					Gravel fill																
1.60					Clays compacted brown																
3.10							3.10	3	15	9											
3.70					Sandy silt with small boulders																
5.30											53	39	14	97.44	81.70	78.73	1.18	0.92	31.31		
6.40					Sandy silt																
5.80							5.80	7	15	23											
9.30					Silts and silts clayey																
9.30							9.30	13	15	44											
12.10					Rock fractured																
12.00							12.00	50	10	R	83	50	33	97.44	81.70	78.73	1.02	0.61	36.99		
13.30					Rock																
15.90																					

BORING END 15.90 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/011 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 171  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Antonio

BORING : SR 25  
SAMPLE DATE: 16/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)		
0.0					Filling Material																		
0.70																							
1.0					Silts clayey brown soft																		
2.0																							
3.0								3.00	3 4 4	15 15 15	8												
3.75																							
4.0																							
5.0																							
6.00					Silts soft grayish arcillos																		
6.00								6.00	4 5 5	15 15 15	10												
7.0																							
7.80																							
8.0					Grayish Rock																		
8.0																							
9.0								9.00	50 R	2	R												
10.0																							
10.80																							
BORING END A 10.80 m																							

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/002 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 136  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 5  
SAMPLE DATE: 10/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0					Gravel Fill																	
1.40					Brown loam with internal yellow tones																	
3.60						3.00	3	15	8													
4.60					Marga tricolor light brown with oxides							51	32	19	100	96.03	89.98	1.57	0.78	50.26		
6.40						6.40	5	15	11													
7.00					Brown sandy loam softer																	
9.00						9.00	9	15	39													
12.00					Greenish Marga more consolidated, with rocky sections																	
12.00						12.00	9	15	57	41	29	12	99.9	82.88	54.2	1.80	1.26	29.73				
13.80					Roca soft grayish with white veins																	
15.00						15.00	50	4	R													
16.50																						

BORING END A 16.50 m



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/012 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 172  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 26  
SAMPLE DATE: 16/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Vegetable ground																
0.50																					
0.70																					
1.0					Loam clayey Light brown																
2.0																					
3.0							3.00	5	15	16											
3.60					Loam clayey light brown, consolidated			6	12												
4.20								10	15												
4.0											83	35	48	100	96.19	94.69	1.72	1.08	37.43		
5.0					Loam soft brown, average consolidated																
6.0							6.00	3	15	9											
7.0								4	15												
7.60								5	15												
8.0					Loam soft brown with green veins and oxides																
9.0																					
9.45							9.00	5	15	70											
10.0					Loam consolidated (Semi rock)			20	15												
10.80								50	15												
11.0					Rock with blacks tones																
12.0							12.10	50	3	R											
12.13																					
13.0					Rock																
14.0																					
14.72							14.70	50	2	R											

BORING END A 14.70 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/051 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 345  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 6  
DATE: 20/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0	86 mm. (W, type B)			Asphalt																		
0.80																						
3.60																						
3.60	86 mm. (W, type B)			Base layer			3.00	5	15	14	58	11	47	100	96.02	91.26	1.32	1.14	26.71			
								7	15													
								7	10													
6.60	86 mm. (D, type T)			Clayey silt and sandy loams			6.00	5	15	14												
								7	15													
								7	10													
9.20	86 mm. (D, type T)			Silt altered			9.20	8	15	18												
								9	15													
								9	10													
12.20	86 mm. (D, type T)			Rock			12.20	50	1	R	ROCK	ROCK	ROCK	1.98	1.95	3.56						
14.82																						

BORING END 14.82 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/014 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 178  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Antonio Cortez

BORING : SR 27  
DATE: 18/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE						
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %								
0.0	101 mm. (W, type B)	20 40 60 80 100	1.32	Brown	Silty clay brown with gravel							41	27	14	95.04	86.75	80.28	1.86	1.28	31.09							
1.0												2.10															
2.0	86 mm. (D, type T)		5.42	Gray	Grayish Rock		3.00	50	2	R										134.9	2.9						
3.0																											
4.0																											
5.0																											
BORING END A 5.42 m																											

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/004 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 139  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 7  
SAMPLE DATE: 8/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Vegetable layer																
1.0																					
3.0							3.20	4	15	11	56	32	24	100	92.96	82	1.57	0.88	44.04		
4.0					Loam tricolor, medium consolidated with brown tones, yellow and white																
5.0																					
6.0							6.20	12	15	37											
7.0																					
8.0																					
9.0					Loam tricolor, More consolidated with brown tones, yellow and white																
9.5							9.50	50	5	R	46	18	28	95.4	50.1	38.52	2.07	1.81	12.14		
10.0					Soft Rock with brown and yellow tones																
11.0																					
12.0					Rock Black with white veins																
12.5							12.50	50	3	R											
12.53																					

BORING END A 12.53 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/010 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 156  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Antonio Cortez

BORING : SR 28  
SAMPLE DATE: 12/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Marly clays with many gravel and boulders																
1.0																					
2.0																					
3.0					Marl with many boulders		3.00	50	3	R											
4.0					Clayey silt with gravel and boulders																
5.0																					
6.0					Lithified brown loams		6.00	28	15												
7.0								34	15												
8.0								42	15												
9.0							9.00	31	15	R											
10.0								9	15												
11.0					Meteorized Rock																
12.0							11.60	50	2	R											
							12.60														

BORING END A 12.60 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/044 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 316  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 46  
DATE: 06/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N			ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression $q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
								Blows	cms	Field	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	$\omega$ %			
0.0	86 mm (W, type B)				Filled Material		4.20	9	15	18	67	34	33	26.40	7.77	6.65	1.88	1.23	33.21			
4.0								9	15	15												
4.20	86 mm (D, type T)				Clay mixed with gravel and rocks		6.60	50	5	R	ROCK	ROCK	ROCK									
6.60								50	3	R												
6.60	86 mm (D, type T)				Rock fractured		7.20	50	2	R	ROCK	ROCK	ROCK									
7.20								50	1	R												
7.20	86 mm (D, type T)				Rock		10.20	50	1	R	ROCK	ROCK	ROCK									
10.20								50	1	R												
10.20	86 mm (D, type T)				Rock		13.20	50	2	R	ROCK	ROCK	ROCK									
13.20								50	1	R												
13.20	86 mm (D, type T)				Rock		14.50	50	1	R	ROCK	ROCK	ROCK									
14.50								50	1	R												
14.50	86 mm (D, type T)				Rock		17.02	50	1	R	ROCK	ROCK	ROCK									
17.02								50	1	R												

BORING END A 17.02 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/005 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 140  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 8  
SAMPLE DATE: 9/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> ) Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %			
0.0					Filler gravel																	
1.40					Consolidated Clayey loam																	
3.20								6	15	20												
3.80					Consolidated Clayey loam, softer, with gray, black and reddish veins																	
6.40								4	15	8												
6.47					Silty loam with very soft water and oxides																	
9.40								5	15	12												
8.50					Silty loam with grayish black color and white and yellow tones inside																	
12.40								11	15	R												
12.85					Fractured rock, black rock oxides																	
15.10								50	4	R												
16.00																						

BORING END A 16.50 m

Depth m	Boring Type	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N			ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
								Blows	cms	Field	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm²)	
0.0	101 mm (N, type B)			Brown	Reddish Clay		3.00	7	15	15	74	37	37	92.8	91.66	89.36	1.73	0.98	43.3			
7								15														
8								15														
3.0	101 mm (N, type B)			Brown	Clay silty reddish		6.00	3	15	7	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
3								15														
4								15														
6.0	101 mm (N, type B)			Greyish	Greyish clayey silts		6.00	17	15	46	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
17								15														
21								15														
6.45	101 mm (N, type B)			Brown	Lithified brown loams		9.00	25	15	46	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
25								15														
26								15														
9.37	101 mm (N, type B)			Brown	Lithified brown loams		12.00	50	29	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								29														
R								R														
10.20	101 mm (N, type B)			Brown	Lithified brown loams		15.00	50	2	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								2														
R								R														
12.00	101 mm (N, type B)			Brown	Lithified brown loams		15.00	50	2	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								2														
R								R														
15.00	101 mm (N, type B)			Brown	Fractured Rock		15.00	50	2	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								2														
R								R														
16.00	101 mm (N, type B)			Brown	Rock		18.00	50	2	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								2														
R								R														
18.00	101 mm (N, type B)			Brown	Rock		18.00	50	2	R	55	31	24	100	100	98.35	1.64	0.76	53.91			
50								2														
R								R														

BORING END 18.00 m

## BORING GRAPHIC REPRESENTATION



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/006 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 141  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Antonio Cortez

BORING : SR 9  
SAMPLE DATE: 09/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE		
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	%					
0.0					Concrete																			
0.25																								
1.0					Reddish marl		3.00	8	15	17														
2.0								8	15															
3.0								9	15															
4.0											61	35	26	100	97.73	92.05	1.71	0.99	42.07					
5.0																								
5.40					Clayey silt Color reddish		6.00	6	15	14														
5.80								6	15															
6.0								8	15															
7.0																								
7.80					Grayish clayey silts		9.00	4	15	11														
8.0								4	15															
9.0								6	15															
10.0																								
10.80					Clayey silts, Brown		11.60	10	15	46														
11.0								18	15															
12.0								28	15															
12.45					Sandy loams, Brown		13.80			50	37	30	7	100	91.9	80.71	2.54	1.82	28.18					
13.0																								
13.70																								
14.0					Grayish Fractured Rock		17.10	50	4	50														
14.0																								
15.0																								
16.0																								
17.0								50	3	50														
17.10																								

BORING END A 17.10 m



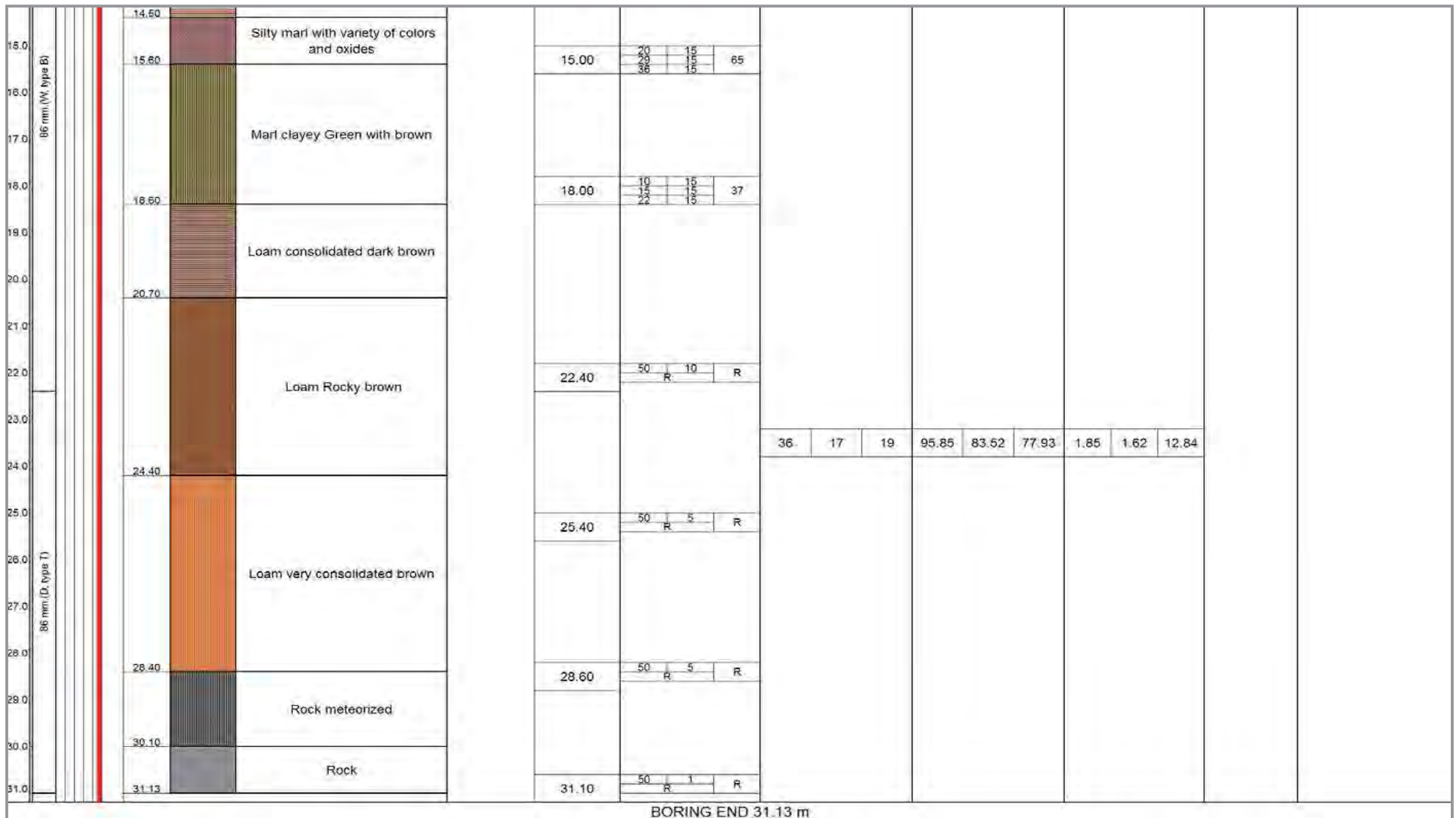
## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/037 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI			Sample N°: 306 Equipment: ROLATEC 400			Analyst: Ismael Arroyo			BORING : SR 30 DATE: 30/11/2013														
Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %				
0.0					Vegetable ground with clays																		
1.30					Clay marly brown		3.00	2	15	4													
2.0								2	15														
3.0					Clay marly brown		3.00	2	15	4													
4.0								2	15														
5.0					Clay marly brown		3.00	2	15	4													
6.0								2	15														
6.60					Clay marly brown		6.00	3	15	5	46	17	29	99.34	86.82	79.95	1.05	0.84	31.91				
7.0								3	15														
8.0					Clays very wet green with white dots		9.00	3	15	9													
9.0								3	15														
10.0					Clays very wet green with white dots		9.00	3	15	9													
11.0								3	15														
12.0					Silty clay wet brown and green		12.00	3	15	6													
13.0								3	15														
14.0					Silty clay wet brown and green		15.60	7	15	24													
15.0								7	15														
16.0					Marl silty Consolidated		15.60	13	15														
17.0								13	15														
18.0					Marl silty Consolidated		18.00	15	15	83													
19.0								15	15														
18.45					Marl silty Consolidated		18.00	33	15		33	19	14	98.63	91.98	88.61	1.41	0.97	32.11				
19.0								33	15														
20.0					Marl silty with rocky sections		21.30	50	3	R													
21.0								50	3	R													
21.30					Marl silty with rocky sections		21.30	50	3	R													
22.0								50	3	R													
23.0					Rock																		
24.0																							
25.0					Rock																		
25.30																							

BORING END 25.30 m







## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/007 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 142  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING: SR 10  
SAMPLE DATE: 10/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0																					
1.0																					
2.0					Loam consolidated reddish tones with black interior																
3.0							3.20	3	15	10											
4.0								2	15												
4.70								0	15												
5.0											70	32	38	98.77	92.9	89.3	1.79	1.08	39.77		
6.0																					
6.0					Very soft soil high humidity			1	15	1											
7.0								0	15												
8.0								1	15												
9.0								0	15												
9.60								0	15	0											
10.0					Consolidated Clayey loam																
10.50																					
11.0																					
12.0					Very soft soil high humidity																
12.60								0	15	2	63	29	34	97.09	91.21	72.35	1.75	0.92	47.47		
13.0								0	15												
13.20					Consolidated Clayey loam			2	15												
14.00																					
15.0					Fractured rock with color variations			50	5	50											
15.60																					
16.0																					
16.50					Rock in black																
16.80																					
17.0																					

BORING END A 16.80 m



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/045 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 317  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Ffrancisco Fernandez

BORING: SR 31  
DATE: 10/12/2013

Depth (m)	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE		
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet (grs/cm <sup>3</sup> )	Dry (grs/cm <sup>3</sup> )	w (%)					
0.0					Clays silty																			
1.40																								
3.00					Silts clayey			3	15	9														
5.70									4	15	9													
7.90											79	22	57	100	96.35	91.06	1.09	0.73	31.99					
8.70					Sands silty			50	25	R														
12.00									50	20	R													
12.30					Silts altered																			
15.00									50	32	R													
18.00									38	10	R													
21.30									50	10	R	69	39	30	100	90.77	83.47	1.05	0.68	26.71				
21.30					Rock fractured																			
24.00									50	1	R													
27.33					Rock																			
29.00																								

BORING END 29.00 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/008 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 143  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Juan Antonio Cortez

BORING : SR 11  
SAMPLE DATE: 10/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0					Loam reddish																	
0.60					Silt brown color with some gravel and pebbles																	
1.60					Grayish rock																	
2.40																					1040	2.76
3.00					Loam reddish		3.00	27 34 39	15 15 15	73	Sample No Plastic	88.15	36.76	31.01	ROCK							
5.10																						
6.00							6.00	50 R	3 R	R	Sample No Plastic				ROCK							
6.70					Grayish meteorized rock																	
9.00							9.00	50 R	3 R	R												
BORING END A 9.00 m																						



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/0017 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 198  
Equipment: RL-48

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 32  
DATE: 28/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0	86 mm. (W. type B)	20 40 60 80 100	1.00		Vegetable ground																	
0.60					Dark brown Loam																	
1.0	86 mm. (D. type B)				Dark brown Loam																	
1.25					Rock, with a tone Blue-Black																	
2.0	86 mm. (D. type B)				Rock, with a tone Blue-Black																	
2.00					Rock, with a tone Blue-Black																	
3.0	86 mm. (D. type B)				Rock, with a tone Blue-Black																	
3.00					Rock, with a tone Blue-Black																	
4.0	86 mm. (D. type B)				Rock, with a tone Blue-Black																	
4.00					Rock, with a tone Blue-Black																	
5.0	86 mm. (D. type B)				Rock, with a tone Blue-Black																	
5.42					Rock, with a tone Blue-Black																	
BORING END 5.42 m																						



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/015 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 188  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 33  
DATE: 23/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Asphalt with gravel																
0.60																					
1.98					Marga greenish consolidated							45	24	21	100	98.51	93.53	1.99	1.43	28.23	
3.05							3.00	50	5	R											
4.60					Rock Black Fractured																
6.00					Rock Black		6.00	50	2	R		ROCK			ROCK			ROCK		900.7	2.80
7.70																					
BORING END 7.70 m																					

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/0016 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 197  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 13  
DATE: 24/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	%		
0.0					Gravel fill																
0.80					Level rocky purple shade																
1.00																					
1.30																					
2.0					Loam clayey light brown with black veins																
3.0																					
4.0							3.00	1	15	4	51	26	25	100	98.7	95.3	1.79	0.97	45.85		
4.40								2	15												
5.0																					
6.0							6.00	50	R	2											
7.0					Loam with rocks interiors																
8.0																					
9.0							9.00	50	R	10											
10.0																					
11.0																					
11.40																					
12.0								20	15												
12.90					Loam consolidated brown		12.90	50	R	3											
13.0																					
14.0											28	15	13	76.42	35.3	16.55	1.86	1.65	10.93		
15.0																					
15.25					Rock Fracturad		15.20	50	R	5											
15.40																					
16.0																					
17.0					Rock																
18.0																					
18.43																					

BORING END 18.43 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/027 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 269  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 34  
DATE: 18/11/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE		
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %				
0.0					Filling Material																		
1.0					Clay																		
2.0																							
3.0							3.60	6 7 9	15 15 15	16													
4.0					Marl clayey brown																		
5.0																							
6.0								6.00	5 6 8	15 15 15	14												
7.0																							
8.0																							
9.0					Loam very consolidated																		
10.0								9.00	21 23 50	15 15 R	83												
11.0																							
12.0																							
13.0					Loams interspersed with edges																		
14.0																							
15.0																							
16.0					Rock bluish black																		
17.0																							
18.0					Rock																		
19.0																							
20.0																							
21.0																							
							18.20	50	2	R													

BORING END 21.37 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen

Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/0018 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 200  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 14  
DATE: 29/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Gravel																
1.30					Loam clayey brown		3.20	4 8	15 12 15	14											
4.80												54	35	19	100	92.42	88.96	1.68	0.91	45.91	
6.20					Loam clayey with veins of oxides		6.20	4 5 7	15 15 15	12											
8.20																					
8.85					Loam clayey with veins of oxides, more consolidated		9.40	6 10	15 15	27											
10.90																					
12.00					Loam clayey with veins of oxides, more consolidated with rocky sections		12.00	35 50	15 15	R											
12.25												31	20	11	55.62	14.85	4.7	1.96	1.73	11.8	
15.40					Rock with color variations		15.40	50	3	R											
16.10																					
BORING END 16.10 m																					



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/029 LINE 3 RAILWAY  
 CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 275  
 Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 35  
 DATE: 20/11/2013

Depth Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
										LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)	
0.0				Filling with pebbles and clay																	
1.0			1.40																		
2.0				brown soft Clays																	
3.0			3.20			3.00	5 8 10	15 15 15	18												
4.0				Silts with some clay brown																	
5.0										42	28	14	99.65	96.69	93.89	1.18	1.13	37.12			
6.0			6.00			6.00	6 8 10	15 15 15	18												
7.0				Silts clayey very soft																	
8.0			8.30																		
9.0				Silts with rocky ridges																	
10.0																					
11.0			10.90																		
12.0						12.00	5 8 9	15 15 15	13												
13.0																					
14.0																					
15.0																					
16.0				Rock fractured																	
17.0																					
18.0																					
19.0																					
20.0																					
21.0			20.80			21.00	16 24 40	15 15 15	64												
22.0				Rock																	
23.0			23.80																		
BORING END 23.80 m																					

Galera 8B, Ofidepositos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
 Teléfono (507) 292-5282; 292-9083



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/019 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 200  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 15  
DATE: 30/10/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	
0.0					Concrete																	
0.25					Gravel																	
0.60					Rock Fill																	
1.50					Loam clayey																	
1.85																						
3.60							3.60	2	15	7												
3.60								3	15													
3.60								4	15													
4.0					Loam clayey brown with veins yellow							52	35	17	100	95.39	91.43	1.58	0.73	53.65		
6.30							6.30	4	15	16												
6.30								6	15													
6.30								10	15													
9.60					Loam clayey light brown with veins interiors																	
9.60								7	15	24												
9.60								10	15													
9.60								14	15													
12.10					Fractured rock		12.10	50	6	R												
12.10																						
12.60																						
12.60																						
15.33					Rock with oxides of various colors																	
15.33							15.33	50	3	R												
15.33																						
17.02					Rock with tones of blue																	
17.02							17.00	50	2	R												
17.02																						

BORING END 17.02 m

Galera 8B, Ofidepositos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen

Teléfono (507) 292-5282; 292-9083



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/032 LINE3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 282  
Equipment: Rolatec 400

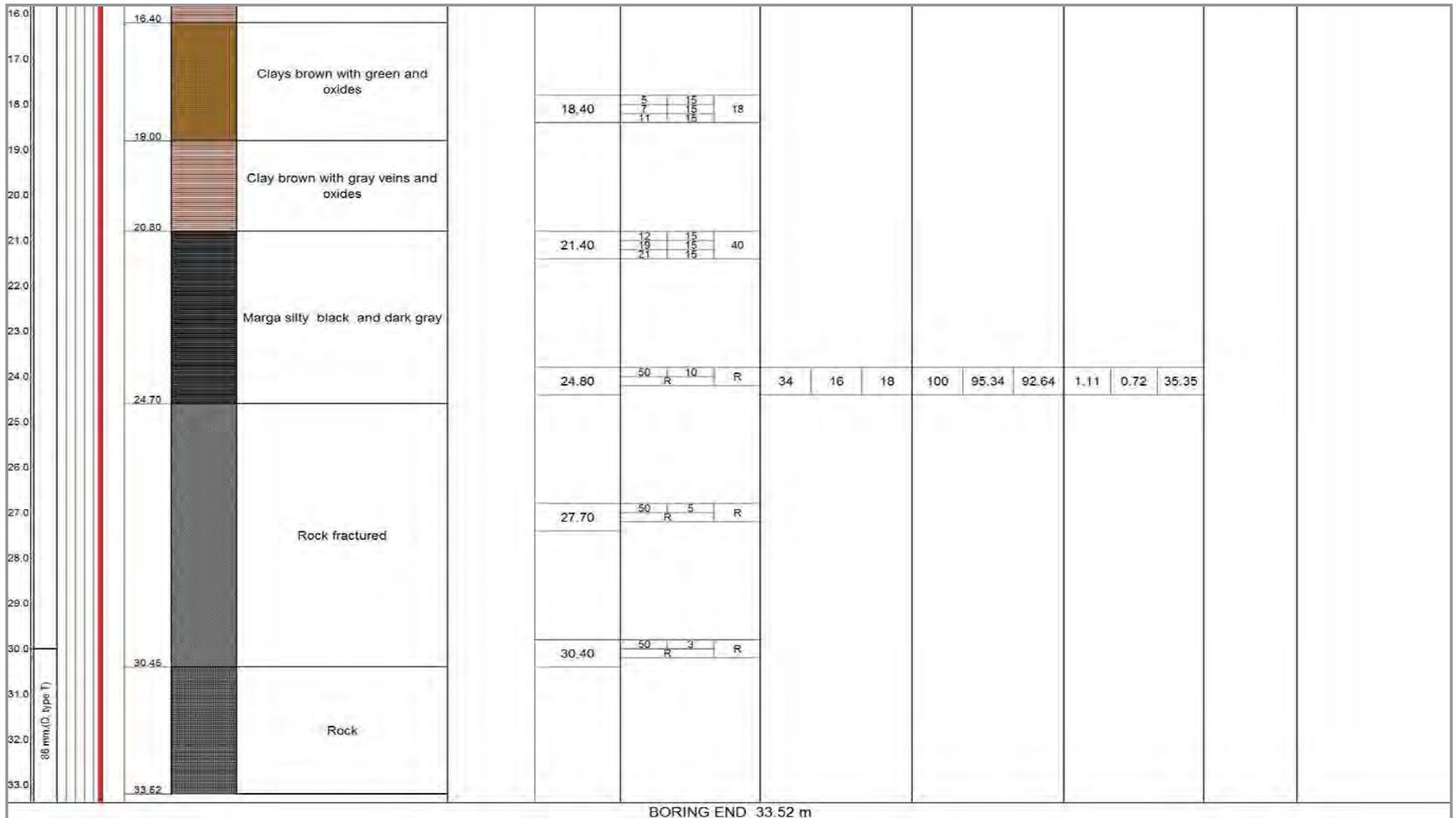
Analyst: Ismael Arroyo

BORING: SR 36  
DATE: 20/11/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> ) Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Fill material																
1.0					Clays																
2.0					Clays sandy																
3.0																					
4.0																					
5.0																					
6.0							6.00	3	15	8											
7.0																					
8.0					Clays sandy																
9.0																					
10.0																					
11.0																					
12.0					Clay light brown																
13.0																					
14.0					Altered rock with white veins																
15.0																					
16.0					Rock																
17.0																					
17.62							17.70	50	2	R											
							17.70	50	2	R											

BORING END 17.62 m







## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/047 LINE 3 RAILWAY  
 CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 332  
 Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

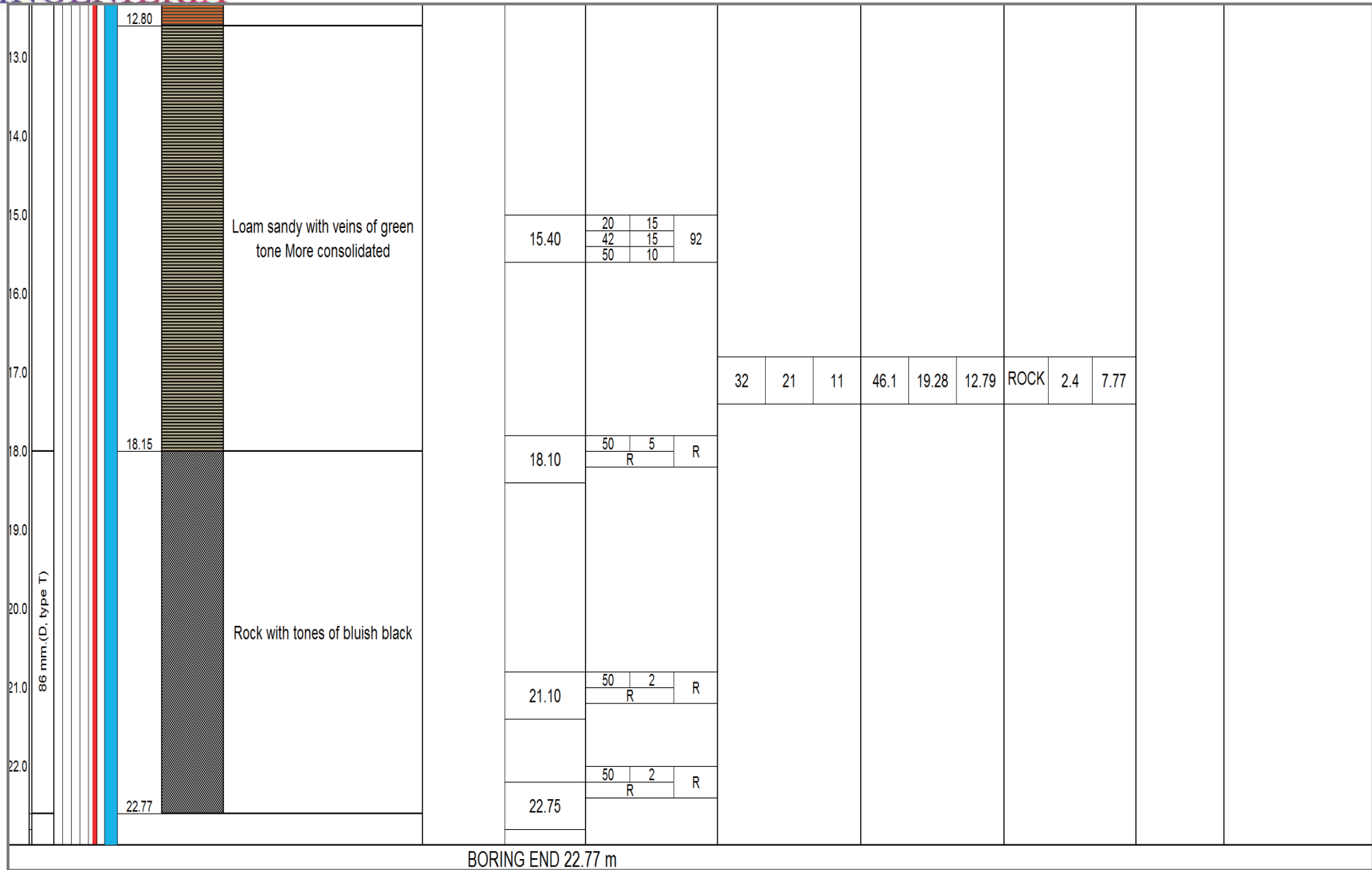
BORING : SR 37  
 DATE: 12/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression	NOTE
											Blows	cms	Field	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200		
0.0					Silts clayey																
1.65																					
3.00					Clay brown		3.00	4	15	14											
6.60							6.00	5	15	16	83	15	68	100	94.98	91.05	1.54	1.41	36.32		
9.00					Clay brown		9.00	3	15	8											
12.00							12.00	1	15	6											
15.40							15.00	50		R											
18.05					Fractured and altered rock cemented silts																
18.00							18.00	50		R	56	42	14	81.85	65.56	61.42	1.72	1.46	28.11		
20.90					Rock fractured		20.90	50		R											
24.30					Rock		24.30	50		R											
25.30																					

BORING END 25.30 m

Galera 8B, Ofidepositos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
 Teléfono (507) 292-5282; 292-9083







## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/028 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 274  
Equipment: Rotatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 39  
DATE: 20/11/2013

Borings	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression $q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
										LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	$\omega$ %		
0.0				Concrete (0.20 m) with gravel fill																
0.60				Clay brown																
3.00						3.00	5 8 10	15 15 15	18											
3.60																				
6.00				Marly clay with green veins		6.00	8 8 10	15 15 15	18											
7.60										76	34	42	99.97	98.81	97.48	1.83	1.18	35.34		
9.00						9.00	5 7 9	15 15 15	16											
9.60																				
12.00						12.00	5 5 9	15 15 15	13											
15.20				Clay with veins multicolor		15.20	4 5 7	15 15 15	12											
18.00						18.00	5 7 9	15 15 15	16											
21.00						21.00	16 22 40	15 15 15	64											
23.00										42	34	8	100	97.33	89.83	1.79	1.16	35.33		
24.40				Loam consolidated		24.40	21 57 50	15 15 10	87											
27.20						27.20	50	R	0											
27.75																				
27.20				Rock		27.20	50	R	R											
30.45							50	R	R											

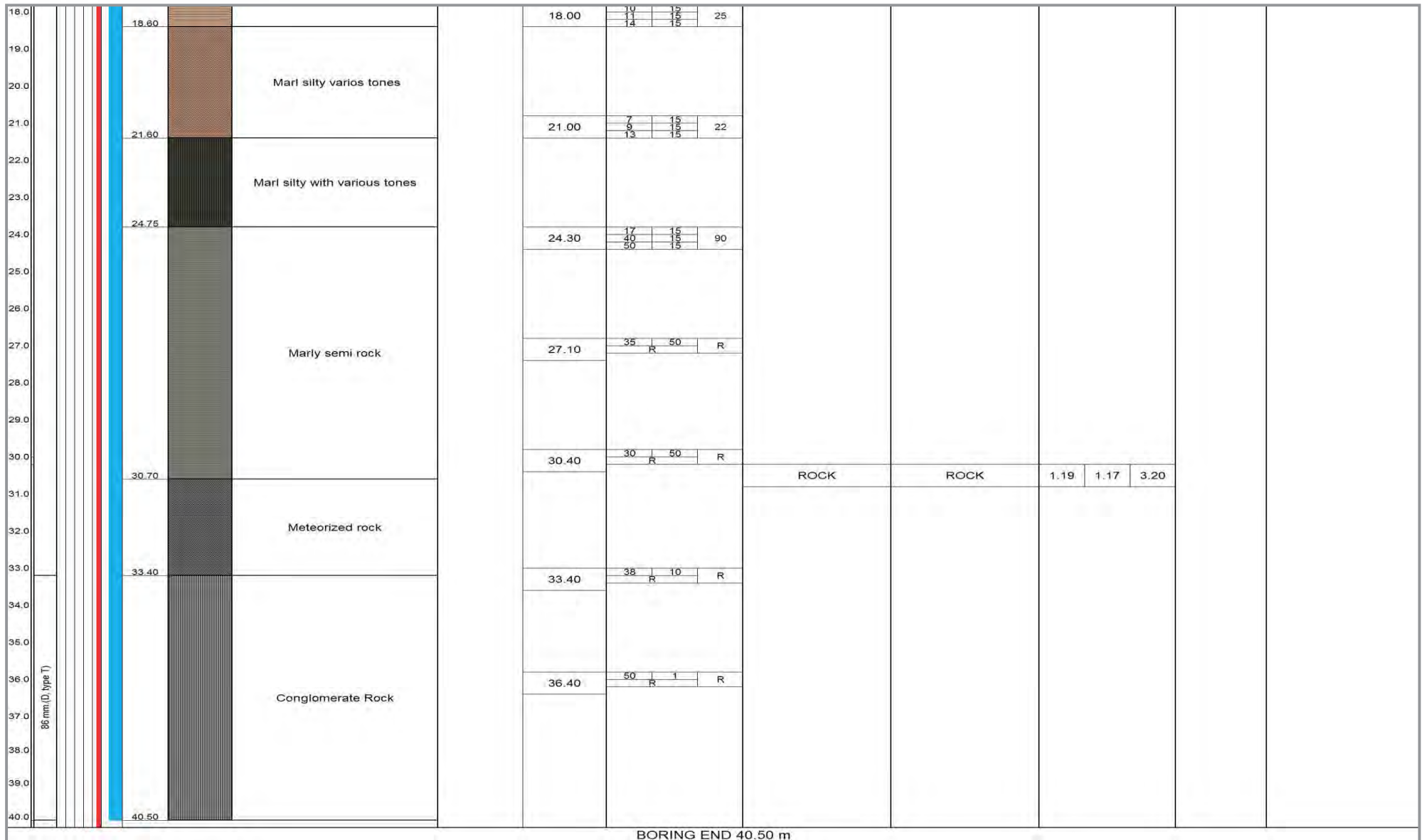
BORING END 30.45 m

Galera 8B, Ofidepositos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/046 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 328 Equipment: Rolatec 400				Analyst: Ismael Arroyo			BORING : SR 38 DATE: 11/12/2013												
Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ds (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	FL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %				
0.0					Silts clayey																		
0.90																							
1.0																							
2.0																							
3.0					Clay marly brown		3.00	5 8	15 15	11													
4.0																							
5.0																							
6.0							6.00	4 6 9	15 15 15	15													
7.0					Clay brown with water																		
8.0																							
9.0							9.00	7 10 13	15 15 15	23													
9.60																							
10.0												76	25	51	100	96.17	92.31	1.14	1.89	21.76			
11.0																							
12.0					Silt clayey gray with yellow		12.20	8 10 11	15 15 15	21													
13.0																							
14.0																							
15.0							15.00	9 10 12	15 15 15	22													
15.60																							
16.0					Marl silty brown																		
17.0																							
18.0							18.00	10 11 14	15 15 15	25													
18.60																							





## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

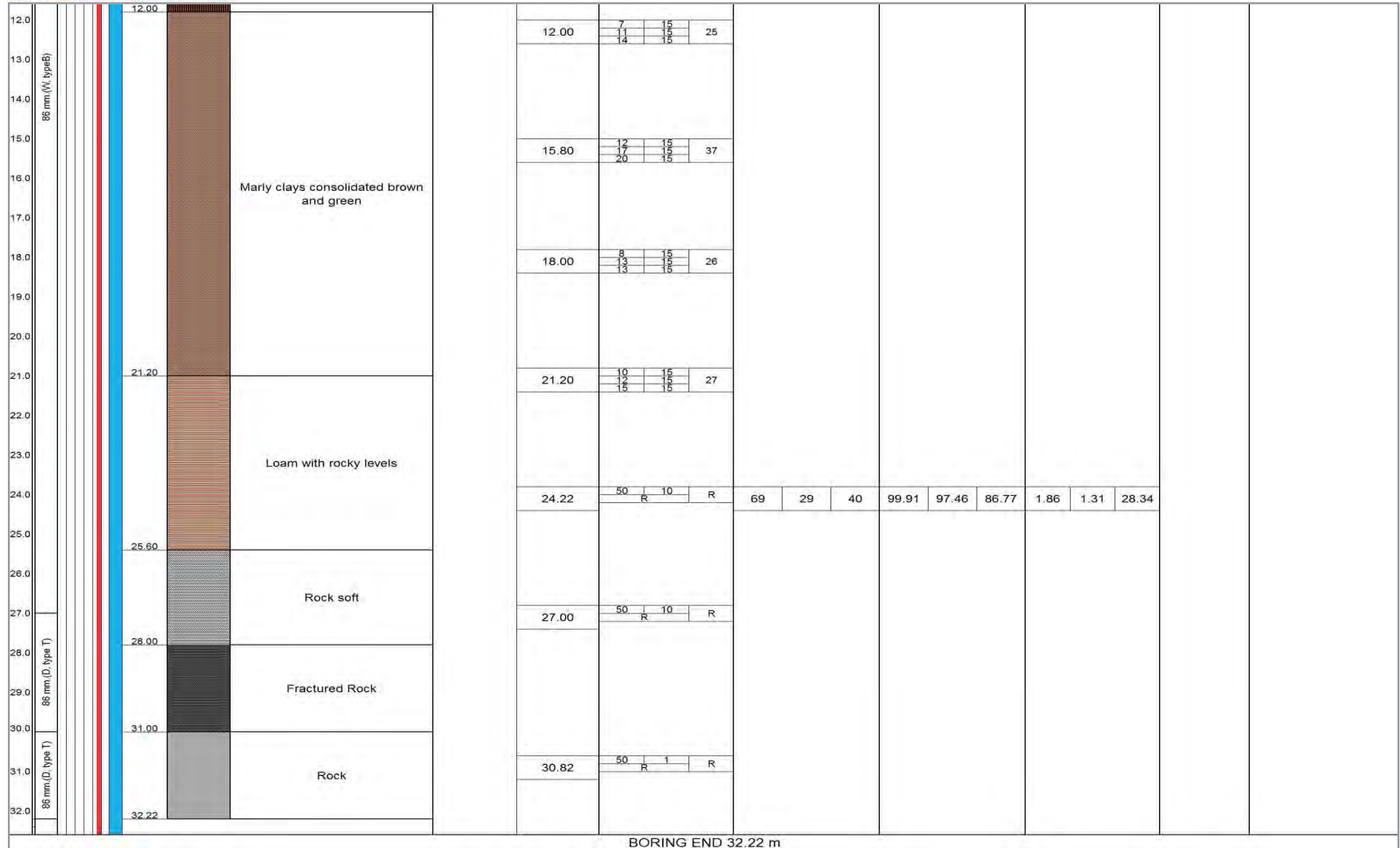
WORK: C/010/001/023 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 241  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

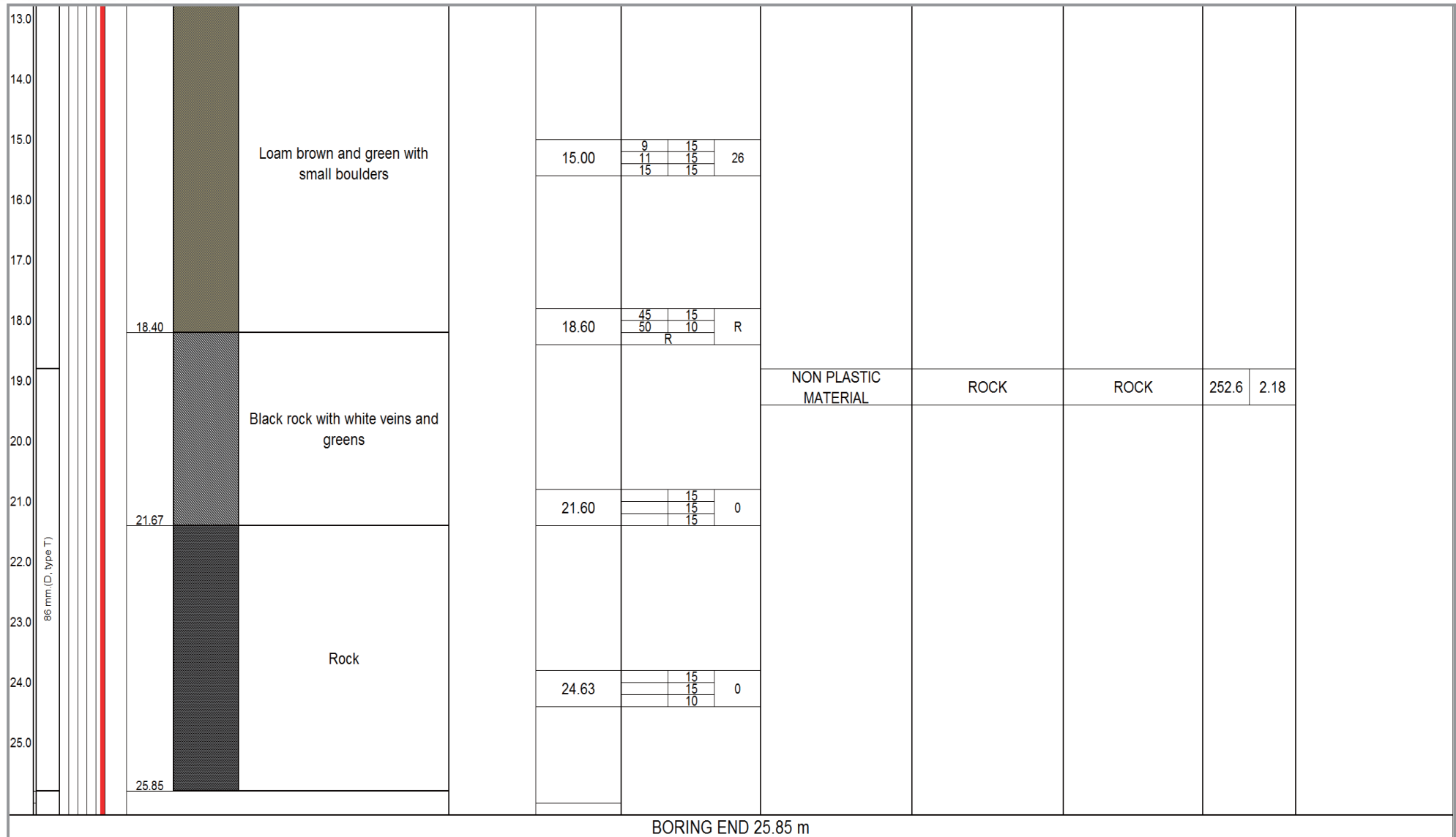
BORING : SR 18  
DATE: 8/11/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %		
0.0					Gravel Fill																
0.60																					
1.0					Loam consolidated brown with reddish veins																
3.00								7	10	15	25										
5.00					Loams clayey more softer brown with veins																
5.57								4	4	5	9										
6.40																					
8.0																					
9.00																					
9.00								4	4	15	10										
12.00																					
												71	36	35	100	100	97.57	1.86	1.16	37.73	



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/030 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER : NIPPON KOEI				Sample N°: 280 Equipment: Rolatec 400				Analyst: Ismael Arroyo				BORING: SR 40 DATE: 23/11/2013										
Depth	Boring	Recorrido (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	%			
0.0					Gravel fill																	
0.60					Clay marly																	
1.40					Gravel																	
3.00							3.00	1	1	1												
3.60																						
6.80					Marly clay with green veins		6.80	4	9	15												
7.40																						
6.80												76	28	48	99.45	94.67	93.52	1.71	0.81	52.8		
7.40					Clayey Loam																	
9.20							9.20	12	14	15												
9.80																						
9.20					Marl sandy with rounded edges																	
12.00							12.00	8	11	13												
12.60																						



## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/022 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

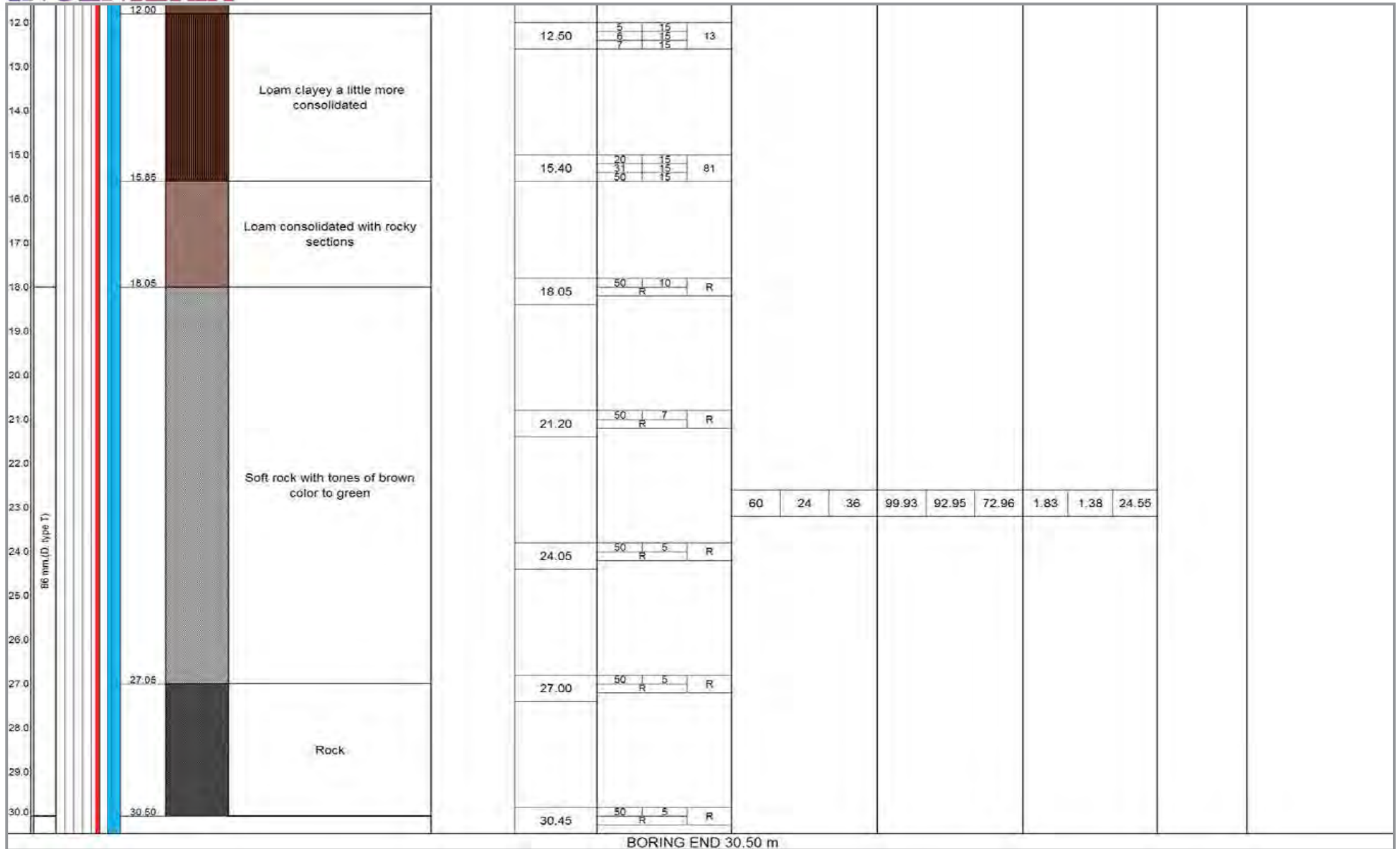
Sample N°: 238  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

BORING : SR 19  
DATE: 6/11/2013

Depth Boring	Recovered (%) WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
									LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	w %			
0.0			Brown loam with rounded edges																	
2.07																				
2.40			Brown Rock																	
3.05					3.00	50	5	R												
6.00					6.00	3 4 7	15 15 15	11												
			Clay dark brown and quite soft						57	24	33	100	99.68	88	1.90	1.25	34.32			
9.00					9.00	3 3 4	15 15 15	7												
12.00																				

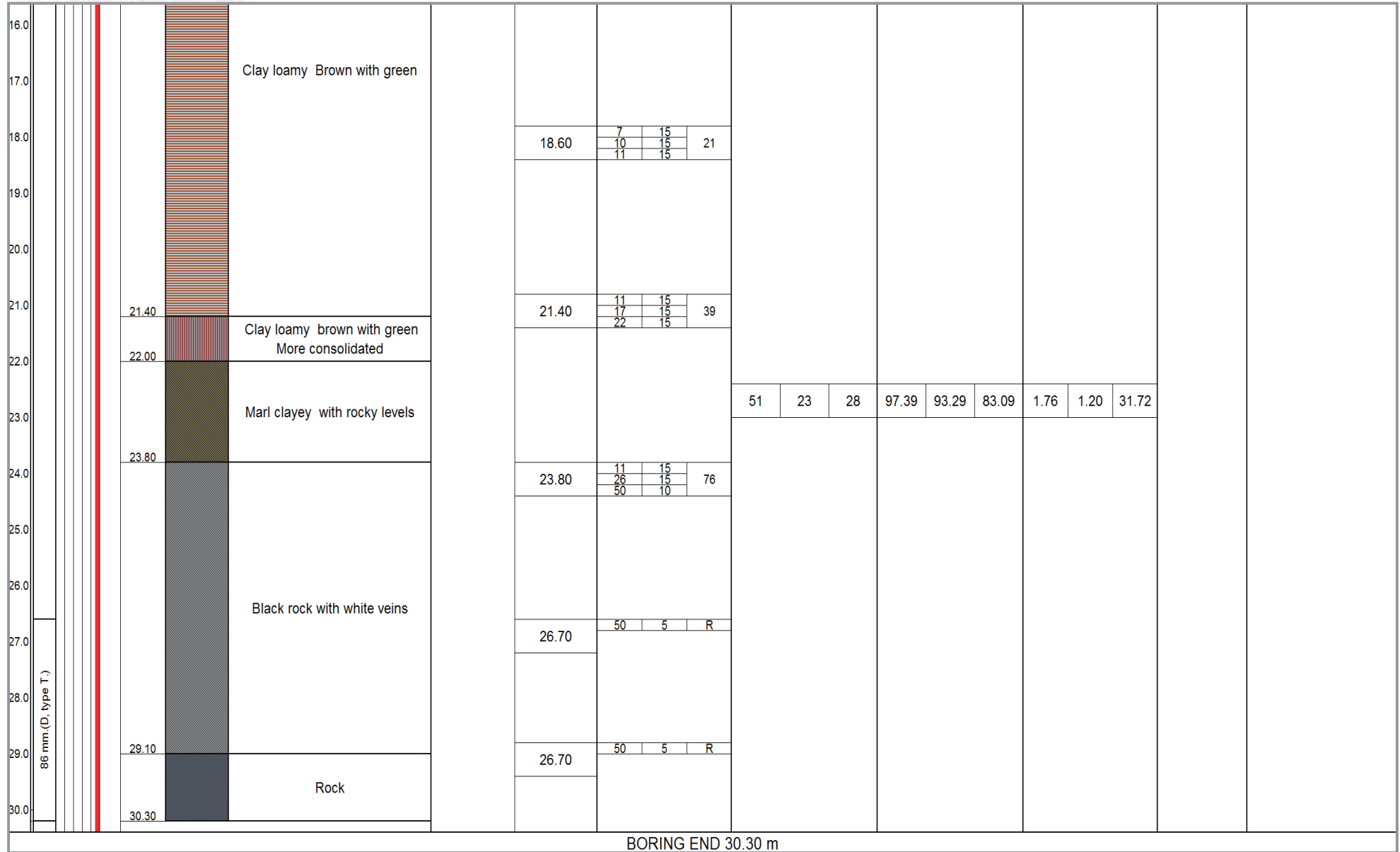




## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/026 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 260 Equipment: Rolatec 400				Analyst: Ismael Arroyo				BORING : SR 41 DATE: 15/11/2013											
Depth [m]	Erms [mm]	Recovered (%) [mm]	WT [mm]	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SRT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ca (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	ω %				
0.0					Filling Material																		
1.10																							
3.00					Brown Clay			3	1	16													
6.00								12	1	21													
6.80											68	34	34	100	98.12	93.75	1.85	1.25	32.43				
9.20					Clay light brown			7	1	22													
12.00								5	7	17													
12.60								10	1														
15.60								9	1	26													





## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/024 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 250  
Equipment: Rolatec 400

Analyst: Ismael Arroyo

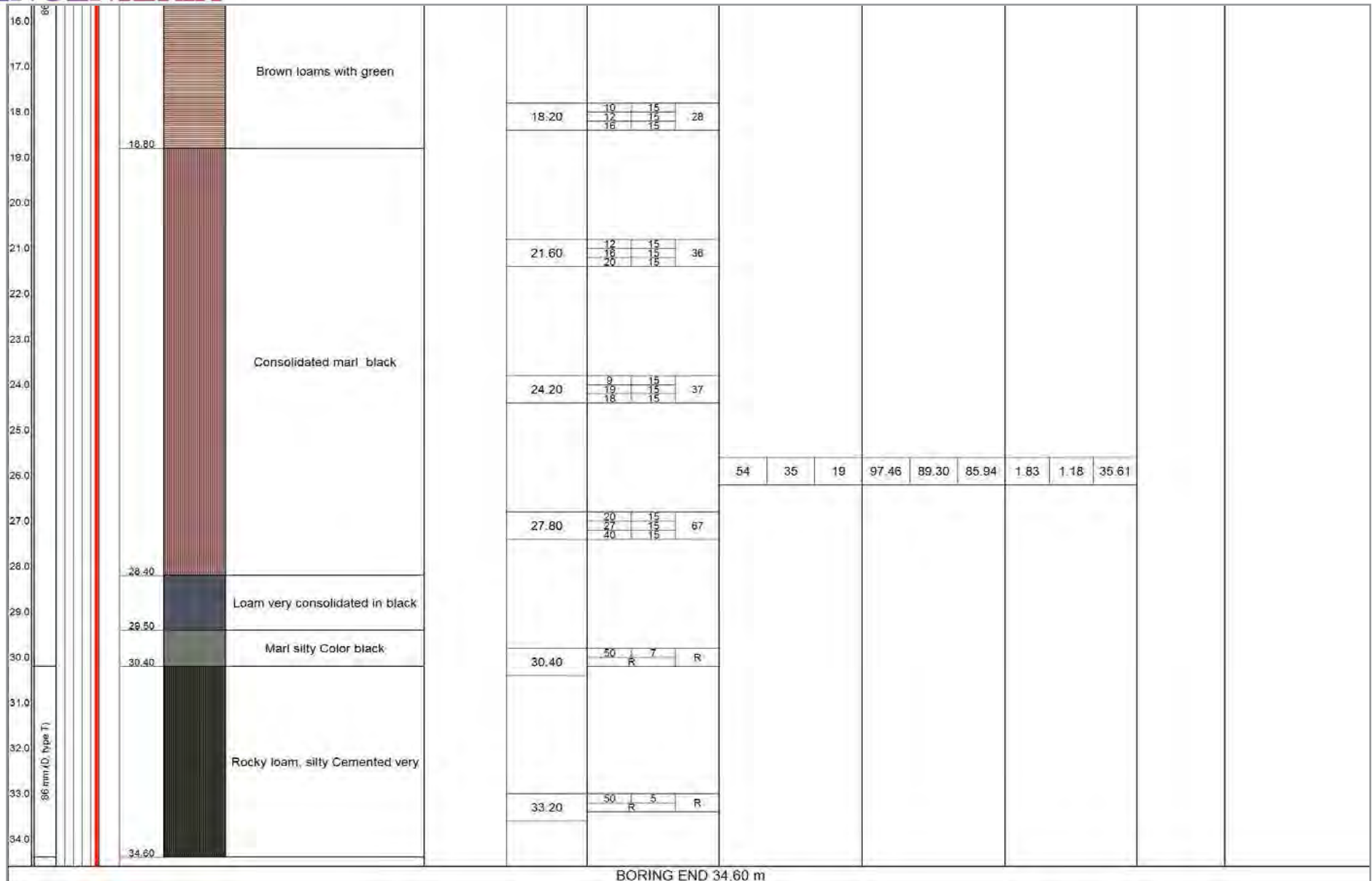
BORING : SR 20  
DATE: 13/11/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE		
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)			
0.0					Concrete and base layer																			
0.80					Consolidated Loam grayish color with veins		3.40	9	15	28														
									11	15														
									17	15		44	31	13	100	99.67	92.24	1.81	1.13	37.46				
3.35					Loam very consolidated		6.20	25	15	R														
									50	15														
6.50					Fractured Rock		8.30	50	2	R														
7.40					Rock		8.30	50	3	R	ROCK			ROCK			ROCK			937.1	2.43			
8.32																								
15.22							15.20	50	2	R														

BORING END 15.22 m

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/025 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 259 Equipment: Rolatec 400				Analyst: Ismael Arroyo			BORING : SR 21 DATE: 13/11/2013											
Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N			ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE
								Blows	cms	Field	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	grs/cm <sup>3</sup>	grs/cm <sup>3</sup>	%			
0.0					Gravel fill																	
					Clay																	
1.0																						
2.0					Rock brown																	
3.0																						
					Very soft clay		3.00	3	15	8												
								4	15													
								4	15													
4.0																						
5.0					Loam clayey Greenish																	
6.0																						
								4	15	14												
								6	15													
								8	15													
7.0																						
8.0																						
9.0																						
								8	15	24												
								10	15													
								14	15													
10.0																						
11.0																						
12.0					Marl More consolidated with rounded edges																	
								8	15	25												
								11	15													
								14	15													
13.0																						
14.0																						
15.0																						
								6	15	18												
								8	15													
								10	15													





## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/036 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 297  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Francisco Fernandez

BORING : SR 42  
DATE: 29/11/2013

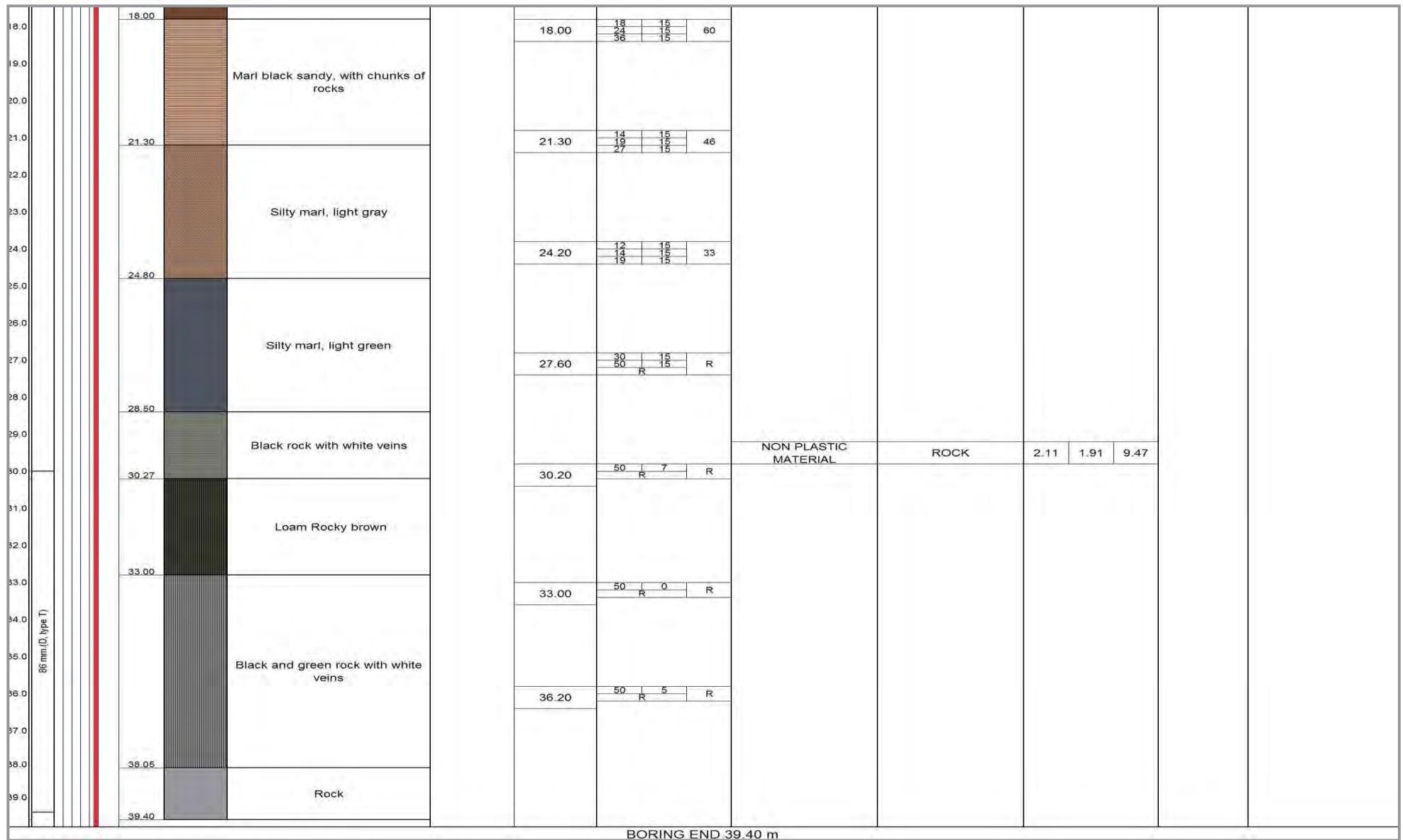
Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N Blows	P cms	N Field	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE		
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm³	Dry grs/cm³	ω %	qu (Kg/cm²)	Da (g/cm³)			
0.0					Vegetable ground with clays																			
1.0																								
2.0					Clay brown																			
3.0							2.80	3	15	10														
4.0								4	15															
5.0					Silts clayey light brown			6	15															
6.0							6.20	4	15	5														
7.0								2	15															
8.0					Silty clayey sand with boulders						33	22	11	98.45	84.21	72.42	1.84	1.43	24.56					
9.0								5	15															
10.0								6	15															
11.0								8	15															
12.0							12.00	13	15	41														
13.0								16	15															
14.0					Silts with some clays and altered sections																			
15.0							15.00	50	R	R														
16.0																								
17.0																								
18.0							18.00	40	R	R														
19.0																								
20.0					Silts altered with rocky sections																			
21.0							21.00	50	R	R	52	19	33	100	92	84.96	1.13	0.65	36.75					
22.0																								
23.0																								
24.0					Loam very consolidated brown		24.10	50	R	R														
25.0																								
26.0							26.70	50	R	R														
27.0																								
28.0					Rock		27.13	50	R	R														
28.70																								

BORING END 28.70 m

Galera 8B, Ofidepósitos Tocumen II, Calle Nuevo Belén, Tocumen  
Teléfono (507) 292-5282; 292-9083

## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK : C/010/001/033 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 292 Equipment: Rolatec 400				Analyst: Ismael Arroyo			BORING : SR 43 DATE: 27/11/2013											
Depth	Boring	Recovered (%)	W.T.	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression Da (Kg/cm <sup>2</sup> ) (g/cm <sup>3</sup> )	NOTE	
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet grs/cm <sup>3</sup>	Dry grs/cm <sup>3</sup>	w %			
0.0					Silts clayey																	
1.0																						
1.40																						
2.0																						
3.0							3.00	3	1	8												
4.0					brown loams																	
5.0																						
6.0							6.00	4	1	15												
6.60																						
7.0																						
8.0																						
9.0					Loam with oxides greenish		9.00	3	1	7												
10.0											47	27	20	100	97.69	88.46	1.49	0.53	64.35			
11.0																						
12.0							12.00	4	1	12												
12.60																						
13.0																						
14.0																						
15.0					Loam with oxides		15.00	6	1	18												
16.0																						
17.0																						
18.0							18.00	18	1	60												
								36	1													

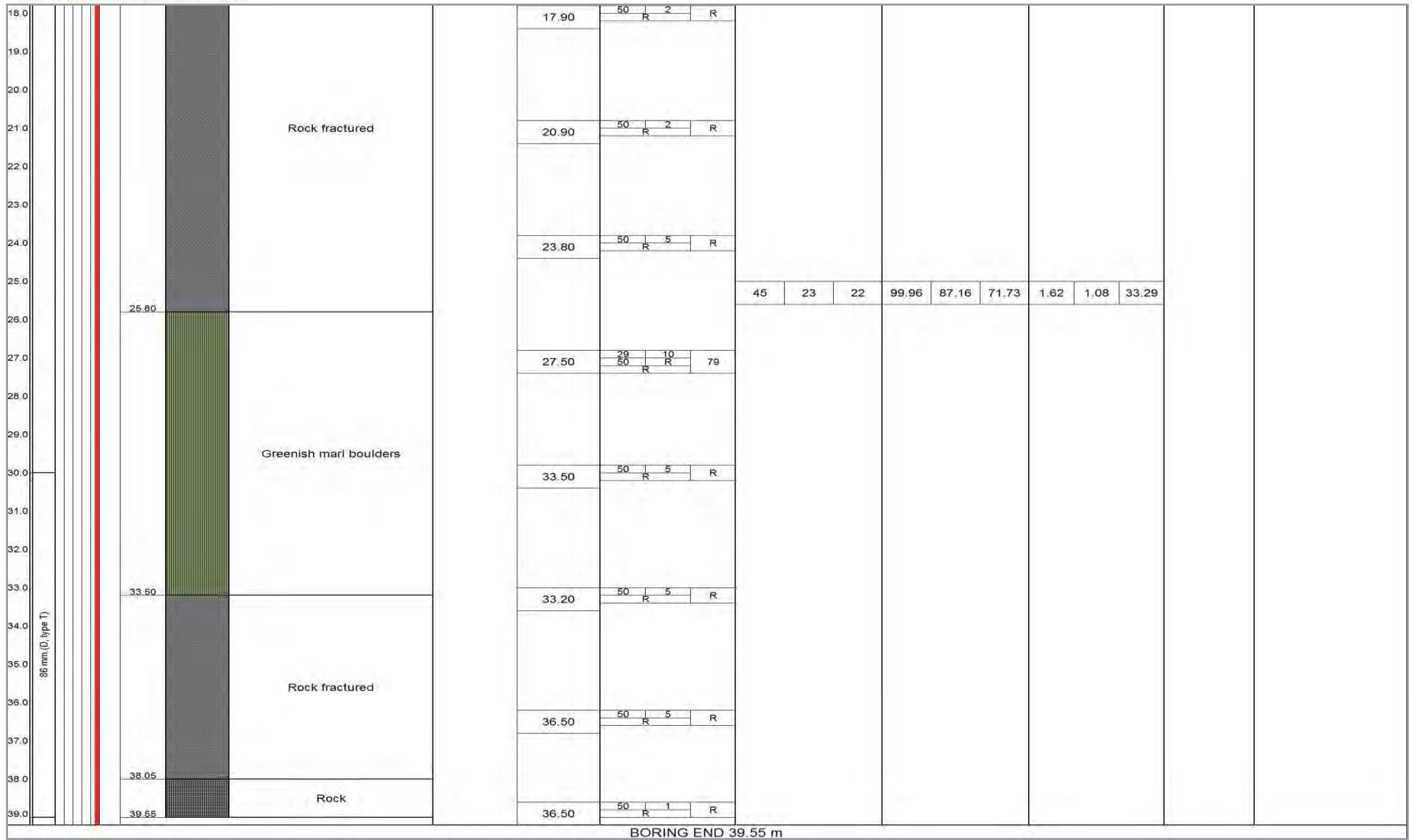




## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

CUSTOMER: C/010/001/034 LINE 3 RAILWAY CUSTOMER: NIPPON KOEI				Sample N°: 293 Equipment: RL-48				Analyst: Juan Francisco Fernandez				BORING : SR 44 DATE: 25/11/2013										
Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression	NOTE	
											Blows	cms	Field	LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200			Wet grs/cm <sup>3</sup>
0.0					Filling																	
1.0					brown soft clays																	
3.0							3.00	2	15	5												
4.0					Silty clay with rounded edges																	
6.0							6.00	6	15	8												
7.0					Silts hard clayey and silt																	
9.0							8.70	21	15	77												
11.0					Silts altered																	
12.0							11.90	16	15	33												
13.0					Rock fractured																	
15.0							14.92	50	2	R												
16.0					Rock		16.40															
17.0																						
18.0							17.90	50	2	R												





## 2. BORING GRAPHIC REPRESENTATION

WORK: C/010/001/038 LINE 3 RAILWAY  
CUSTOMER: NIPPON KOEI

Sample N°: 307  
Equipment: RL-48

Analyst: Juan Franciso Fernandez

BORING : SR 45  
DATE: 03/12/2013

Depth	Boring	Recovered (%)	WT	Geological Section	SAMPLE DESCRIPTION	UNDISTURBED SAMPLE	SPT	N	P	N	ATTERBERG LIMITS			% SIEVING			Density and Moisture			Compression		NOTE
											LL	PL	PI	N° 4	N° 40	N° 200	Wet	Dry	ω	qu	Da	
								Blows	cms	Field												
0.0					Filling with gravel																	
1.90																						
3.0					Clay silty		3.40	6 7 8	15 15 15	15	52	21	31	100	94.57	89.21	1.11	0.89	33.43			
6.00							6.00	8 14 16	15 15 15	30												
8.60					Silts altered																	
9.00					Rock fractured		9.00	50	3	R												
10.00											ROCK			6.73	1.87	1.46	1.98	1.96	3.61			
11.80																						
12.00					Rock		12.00	50	1	R												
13.00																						

BORING END 13.00 m