

# ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE LA VARIANTE QUITUMBE DE 2.6 KM DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

PRO-DEA-112

Preparado para:



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO

Preparado por:



QUITO, DICIEMBRE 2016

*PAGINA EN BLANCO*

## **CONTENIDO**

**CAPITULO 1. FICHA TÉCNICA**

**CAPITULO 2. PRELIMINARES**

**CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

**CAPITULO 4. ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

**CAPITULO 5. LINEA BASE**

**CAPITULO 6. AREAS DE INFLUENCIA Y SENSIBILIDAD**

**CAPITULO 7. EVALUACION DE IMPACTOS**

**CAPITULO 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

**CAPITULO 9. GLOSARIO**

**CAPITULO 10. ANEXOS**

## Contenido

1	FICHA TÉCNICA .....	2
1.1	NOMBRE DEL PROYECTO.....	2
1.1.1	UBICACIÓN GEOPOLÍTICA Y ADMINISTRATIVA .....	2
1.1.2	UBICACIÓN CARTOGRÁFICA .....	2
1.2	COMPAÑÍA PROMOTORA .....	4
1.2.1	DATOS DE LA PROMOTORA.....	4
1.3	CONSULTORA AMBIENTAL .....	4
1.3.1	DATOS DE LA CONSULTORA AMBIENTAL.....	4
1.4	PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	5

## 1 FICHA TÉCNICA

### 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Estudio Complementario de la Variante Quitumbe de 2,6 Km de La Primera Línea del Metro de Quito.

#### 1.1.1 UBICACIÓN GEOPOLÍTICA Y ADMINISTRATIVA

Como se menciona en el EIA de la Primera Línea del Metro de Quito, Gesambcontult Consultores (2013), “El Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito se ubica en la provincia de Pichincha, dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), atravesando longitudinalmente el cantón Quito, que está dividido en 32 parroquias urbanas y 33 rurales”; así en el contexto puntual de este estudio complementario la Variante Quitumbe de 2,6 Km se encuentra en la parroquia urbana Quitumbe, específicamente en el tramo que comprende entre el Terminal Terrestre Quitumbe y la Av. Moran Valverde.

#### 1.1.2 UBICACIÓN CARTOGRÁFICA

La ubicación geográfica del proyecto, en coordenadas UTM-DATUM WGS 84 es:

*Tabla 1: Coordenadas de la Variante en la Primera Línea del Metro de Quito*

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
1	771916	9966882
2	771842	9966876
3	771756	9966945
4	771735	9967104
5	771755	9967173
6	771814	9967246
7	771823	9967255
8	771880	9967310
9	771874	9967317
10	771933	9967374
11	771929	9967378
12	771987	9967433
13	772017	9967402
14	772019	9967403
15	772020	9967403
16	772028	9967410
17	772033	9967405
18	772024	9967398
19	772025	9967397
20	772023	9967394
21	772036	9967382
22	772036	9967381
23	772039	9967378

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
24	772037	9967376
25	772044	9967369
26	772040	9967364
27	772032	9967372
28	772031	9967371
29	772028	9967374
30	772021	9967367
31	772024	9967365
32	772023	9967364
33	772030	9967356
34	772026	9967352
35	772018	9967360
36	772017	9967359
37	772015	9967361
38	772009	9967356
39	772000	9967366
40	771991	9967358
41	772002	9967345
42	771999	9967341
43	771987	9967354
44	771978	9967345
45	771973	9967351
46	771995	9967371
47	771982	9967384
48	771951	9967355
49	771947	9967359
50	771897	9967311
51	771895	9967313
52	771886	9967304
53	771874	9967317
54	772016	9967438
55	772065	9967489
56	772117	9967609
57	772120	9967679
58	772126	9967778
59	772202	9967932
60	772278	9967997
61	772550	9968207
62	772626	9968272
63	772687	9968370
64	772712	9968467
65	772773	9968780

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
66	772790	9968853
67	772801	9968880
68	772837	9968946

Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

## 1.2 COMPAÑÍA PROMOTORA

### 1.2.1 DATOS DE LA PROMOTORA

DESCRIPCIÓN DEL PROPONENTE	
Razón Social de la Compañía Operadora:	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO
Dirección de la Empresa	Av. 12 de Octubre N26-48 y Av. Orellana Ed. Mirage. Piso 13.
Representante Legal:	Mauricio Anderson Salazar mauricio.anderson@metrodequito.gob.ec
Teléfonos:	+593 2 3827 860

## 1.3 CONSULTORA AMBIENTAL

### 1.3.1 DATOS DE LA CONSULTORA AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN DE LA CONSULTORA		
Nombre de la Consultora Ambiental:	Consultora Ambiental Ecosambito C. Ltda.	
Representante Legal:	Ing. José Javier Guarderas H.	
Registro de consultoría Ministerio del Ambiente:	No. 65	
Dirección de la Empresa/Teléfono/Página web:	Av. Amazonas 4430 y Villalengua. Edificio Amazonas 100 Piso 8 Oficina 801 022462010 www.sambito.com.ec	
Equipo Técnico Consultor		
Nombres	Formación Profesional	Componente de participación en el estudio/Cargos
Ing. Tania Núñez	Ingeniera Ambiental con Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional. Tiene 8 años de experiencia en consultoría ambiental, en realización de	Coordinadora del Proyecto

	estudios, auditorias, asesorías ambientales, etc.	
Ing. Adrián Quijia	Ingeniero Ambiental con 4 años de experiencia en elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y elaboración de Planes de Manejo Ambiental	Especialista Ambiental
Ing. Magaly Jaque	Ingeniero Ambiental con 3 años de experiencia en elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y elaboración de Planes de Manejo Ambiental	Especialista Ambiental
Blgo. Diego Reyes	Biólogo con 15 años de experiencia en consultoría, en Estudios de Impacto Ambiental, Auditorías Ambientales y en estudios en campo tanto de flora como fauna.	Licenciado en Biología
Soc. Eduardo Arias	Sociólogo con 5 años de experiencias en levantamiento de información social y en consultoría.	Sociólogo
Arq. Gabriela Lopez	Arqueóloga con 2 años de experiencia en estudios arqueológicos.	Licenciada en Arqueología
Liudys Reyes	Geógrafa con 5 años de experiencia en la elaboración de mapas y levantamiento topográfico.	Geógrafa

#### 1.4 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del Estudio de Impacto Ambiental Complementario es de noventa (90) días.



## Contenido

2	INTRODUCCIÓN .....	3
3	ANTECEDENTES .....	4
4	OBJETIVOS .....	5
4.1	OBJETIVOS GENERALES .....	5
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4.3	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	6
5	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL .....	8
5.1	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	8
5.2	TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES .....	10
5.2.1	CONVENCIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD BIOLÓGICA- Río de Janeiro, Brasil, 5 de junio de 1992	10
5.2.2	CONVENIO UNESCO SOBRE PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL DE LA HUMANIDAD	10
5.2.3	CONVENIO DE BASILEA.....	11
5.2.4	CONVENIO DE ROTTERDAM SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS.....	11
5.2.5	CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .	12
5.2.6	PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO – 1988 .....	12
5.2.7	CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES	12
5.3	LEYES NACIONALES.....	13
5.3.1	LEY DE HIDROCARBUROS .....	13
5.3.2	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL .....	13
5.3.3	LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE.....	15
5.3.4	LEY ORGÁNICA DE LA SALUD.....	16
5.3.5	LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA .....	17
5.3.6	LEY DE PATRIMONIO CULTURAL .....	17
5.3.7	LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.	17
5.3.8	LEY REFORMATORIA AL CÓDIGO PENAL .....	18
5.4	REGLAMENTOS.....	18
5.4.1	REGLAMENTO DEL SISTEMA ÚNICO DEL MANEJO AMBIENTAL (SUMA) .....	18

---

5.4.2	REGLAMENTO SUSTITUTIVO AL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR (RAOHE - D. E. 1215) .....	18
5.4.3	REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.....	19
5.4.4	REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE PATRIMONIO CULTURAL (2004).....	19
5.4.5	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (RSST) .....	19
5.5	ACUERDOS MINISTERIALES .....	20
5.5.1	Acuerdo Ministerial No. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE DE LA CALIDAD AMBIENTAL .....	20
5.5.2	Acuerdo Ministerial No. 097- A EXPIDE LOS ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.....	20
5.6	NORMATIVA TÉCNICA .....	20
5.7	MARCO INSTITUCIONAL.....	21
5.7.1	MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR (MAE) .....	21
5.7.2	INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL (INPC) .....	21
5.7.3	MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES .....	21
5.7.4	SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA (SENAGUA) .....	21
5.7.5	SECRETARÍA DE PUEBLOS, MOVIMIENTOS SOCIALES Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA	22

## 2 INTRODUCCIÓN

El proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ), nació en el 2011 y está considerado como un proyecto de prioridad local y nacional, lo que conlleva a la mejora de la movilidad, productividad y calidad de vida de los pobladores de Quito, sus alrededores y el país en general.

La Primera Línea del Metro de Quito constituye una solución de largo plazo y de gran capacidad para el transporte público y masivo de pasajeros que se desplazan sobre el eje norte-sur de la ciudad con una distancia de 22 km y 15 estaciones. Con base en su capacidad operativa, la Primera Línea del Metro de Quito es capaz de convertirse en el eje central articulador para transportar los volúmenes de pasajeros requeridos en la ciudad de Quito.

Actualmente, el proyecto se encuentra en construcción y cuenta con la Licencia Ambiental emitida por el Ministerio de Ambiente.

El presente estudio nace por la modificación del trazado original de la Primera Línea del Metro de Quito, que inicia en la Estación intermodal denominada “Quitumbe”, adyacente a la actual Estación de buses interprovinciales. En la cual se han identificado aspectos críticos del trazado (en el entorno de la Estación Quitumbe), los mismos que se detallan a continuación:

- ✓ El diseño del trazado original conecta la Estación Quitumbe con el Patio de Cocheras, cruzando por el área de estacionamientos de buses existente, lo que genera una fuerte interferencia por ser un tramo entre pantallas.
- ✓ El trazado original tiene el Pozo de Extracción 1 de la Tuneladora que viene de la Estación Solanda, en el redondel de la Av. Rumichaca y Amaru Ñan, por donde pasan tres tuberías: Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental, a poca profundidad del trazado original. Esto originaría una interferencia entre el pozo de Extracción y las mencionadas tuberías ya que se dificultaría la extracción de la tuneladora en dicho redondel.
- ✓ Complementando el punto anterior, la extracción de la máquina en el mencionado redondel, obligaría a un desvío de tráfico considerable en dimensiones y en tiempo.
- ✓ Este trazado atraviesa los conjuntos habitacionales de la Calle Pumapungo, lo cual ocasionaría molestias a los moradores, al tratarse de túnel entre pantallas encajado en una calle estrecha que sirve de acceso a las viviendas, afectando también el único acceso al estacionamiento del conjunto habitacional.
- ✓ El trazado original cruza la Quebrada Ortega-Rumichaca-Pumapungo, para lo cual se proyecta un marco tricelular de gran magnitud, con el inconveniente que conlleva una obra de drenaje de esta envergadura.

En base a lo expuesto, se ha planteado la Variante Quitumbe de 2.6 km de la Primera Línea del Metro de Quito, a través de lo cual se minimizará las afectaciones indicadas. Dicha variante inicia en la estación Quitumbe (Av. Condor Ñan) avanzando hacia el sur hasta la Av. Moran Valverde.

### **3 ANTECEDENTES**

En octubre del 2010 se suscribió el Protocolo de Cooperación Técnica con la Comunidad de Madrid, que en marzo del 2011 designó a Metro de Madrid como su representante para el desarrollo de estudios y diseños del Metro de Quito, sobre la base de su experiencia y gestión y para solventar los principales problemas de la movilidad de la Ciudad: alta congestión vehicular, excesiva pérdida de tiempo en desplazamientos e incremento de la contaminación ambiental.

En mayo del 2011, el Concejo Municipal de Quito, conforma la Unidad de Negocios Metro de Quito que contrata, con el financiamiento del Fondo de Preinversión del Ecuador, el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito, los estudios de factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito, los estudios de Ingeniería que comprenden los trabajos técnicos de soporte y los diseños definitivos. A la vez, adelanta la estructuración del financiamiento y velará por la ejecución y puesta en marcha del proyecto.

Mediante Resolución No. RA-UNMQ-2011-0120 del 21 de noviembre de 2011, el Apoderado Especial de la EPMMOP y Gerente de la UNMQ adjudicó el contrato de consultoría del “Estudio de Impacto Ambiental Definitivo y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Metro de Quito” CC-UNMQ-2011-013 a favor de la compañía consultora ambiental Gesambconsult Cía. Ltda.

Mediante Resolución No. RA-UNMQ-2011-0120 del 21 de noviembre de 2011, Gesambconsult Cia. Ltda., se obtiene la adjudicación del “Estudio de Impacto Ambiental Definitivo y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Metro de Quito”.

Mediante Oficio No. MAE-SCA-2011-2709 del 10 de octubre del 2011, el Ministerio del Ambiente aprueba los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Metro de Quito.

Mediante Resolución No. 120 del 05 de marzo del 2013, el Ministerio del Ambiente aprueba el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito.

Adicionalmente Metro de Quito realizó una actualización al Plan de Manejo Ambiental que fue aprobada por el Ministerio de Ambiente mediante Oficio Nro. MAE-SCA-2015-3179 del 07 de octubre del 2015.

La Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, ha considerado una variante en el trazado original de la Primera Línea del Metro de Quito de 22 km y 15 estaciones, la misma que tiene una longitud de 2.6 km desde la Av. Condor Ñam y Av. Moran Valverde, esta variante es una mejora a nivel operativo.

La Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito en el Oficio N° EPMMQ-GG-0986-2016 con fecha 02 de junio de 2016 solicita al Ministerio del Ambiente se comunique el procedimiento y requisitos a cumplir con la finalidad de que el “Estudio Complementario de Impacto Ambiental” de la variante

propuesta de 2.6 km en el trazado de la Primera Línea del Metro de Quito en Quitumbe, sea aprobado y vinculado a la “Licencia Ambiental No. 120 del Proyecto Metro de Quito”.

Con oficio Nro. MAE-DNPCA-2016-0526 de fecha 24 de junio de 2016, el Ministerio del Ambiente pide remitir información aclaratoria en cuanto al tema de la variante del tramo, incluyendo la justificación técnica y documentada de la variante propuesta.

Mediante oficio N°EPMMQ-GG-1314-2016 con fecha 25 de julio de 2016, la Empresa Pública Metro de Quito, da respuesta pertinente a los requerimientos solicitados por el Ministerio del Ambiente.

Mediante oficio N°. MAE-DNPCA-2016-0705 de fecha 26 de agosto de 2016, una vez revisada la información entregada, el Ministerio del Ambiente indica que se debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental Complementario de la variante propuesta de 2.6 km en el trazado de Primera Línea del Metro de Quito. Para lo cual, se deberá iniciar el proceso de regularización ambiental con la obtención de la actualización del Certificado de Intersección, acto seguido elaborar el borrador del Estudio Complementario a fin de que sea socializado a través de un Proceso de Participación Social conforme lo establece la Disposición General Quinta del Acuerdo Ministerial No. 103. Una vez concluido el PPS, Metro de Quito deberá presentar el documento final para análisis y aprobación.

Es importante recalcar, que el Ministerio del Ambiente se ha pronunciado en relación a lo no realización de los Términos de Referencia para el presente proyecto.

La Consultora Ambiental Ecosambito C. Ltda. ha sido contratada para la realización del “Estudio Complementario de la Variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito” con orden de servicio OS-0170-2016.

Mediante oficio MAE-SUIA-RA-DPAPCH-2016-219476 con fecha 13 de septiembre del presente año, se obtiene el certificado de Intersección del proyecto.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVOS GENERALES**

Elaborar el Estudio Complementario de la Variante Quitumbe de 2,6 Km de la Primera Línea del Metro de Quito enmarcado en la Legislación ambiental vigente y demás leyes aplicables al proyecto.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar el marco legal aplicable a la actividad, bajo el cual se regirá el estudio complementario.
- Describir de forma clara las actividades que formaran parte del proyecto.
- Realizar el análisis de alternativas de nuevas infraestructuras a ser implantadas.
- Determinar las áreas de influencia directa e indirecta, así, como las áreas sensibles que pudieren ser afectadas por los posibles impactos ambientales del proyecto, obra o actividad.
- Aplicar metodologías acertadas para determinar las condiciones Socio-Ambientales actuales del lugar donde se ejecutará el proyecto.

- Desarrollar la línea base ambiental del área de estudio del proyecto obra o actividad.
- Incluir el diseño metodológico para el Componente Biótico, con el sustento técnico y bibliográfico a utilizarse para el levantamiento de información (inventarios cualitativos y cuantitativos), puntos de muestreo, localización, dimensión, cantidad y el esfuerzo de muestreo, etc.
- Identificar los posibles impactos socio - ambientales que podrían producirse por el desarrollo del proyecto sobre los componentes del ambiente.
- Identificar los riesgos tanto del ambiente al proyecto como del proyecto al ambiente (endógenos y exógenos).
- Identificar el Plan de Manejo Ambiental para el proyecto, con el objeto de evitar, minimizar o compensar los posibles impactos ambientales identificados en el proyecto.

#### **4.3 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Conforme la información proporcionada por el Consorcio Línea 1 Metro de Quito en la Memoria descriptiva de la Variante Quitumbe Proyecto Primera Línea de Metro de Quito (2016), La Variante propuesta mantiene la longitud de 2.6 km, la cual comprende desde la estación Quitumbe hasta su entronque con la Estación Morán Valverde, donde se realizarán las siguientes modificaciones técnicas:

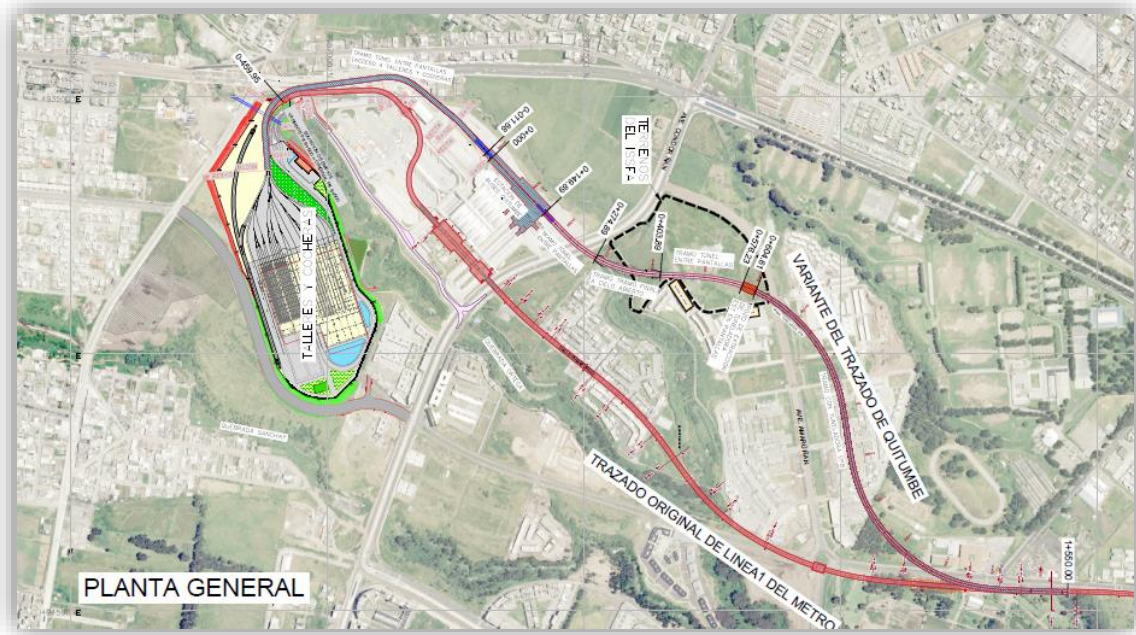
- Del PK 9+500 al PK 10+600 (1.1 km) la tipología es de túnel entre pantallas.
- Entre los PK's 10+320 al 10+400 se embaúla la quebrada Rumichaca mediante un marco bicelular que encauzará la quebrada para un período de retorno de 500 años.
- En el PK 10+600 se ejecutará el pozo de Extracción 1 de la tuneladora que viene de la Estación Solanda.
- Del PK 10+600 al PK 11+600 (entronque con la Estación Morán Valverde), la tipología es de túnel mecanizado con TBM (Tunnel Boring Machine) del tipo EPB (Earth Pressure Balance).

Tanto el Proyecto original como la variante propuesta, afectan la Av. Condor Ñan justo después de la estación de metro de Quitumbe, debido a la ejecución de las pantallas y losa de cubierta del túnel.

La variante propuesta pasa por debajo de las viviendas de la Av. Amaru Ñan, acera norte, con una cobertura de 10 metros o m sobre clave de túnel.

Entre el PK 11+020 y PK 11+140 se prevé la ejecución de una futura estación de reserva de Metro.

**Ilustración 1:** Mapa de la Variante Quitumbe de 2,6Km



**Fuente:** Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, 2016.

## **5 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL**

### **5.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

La Constitución de la República del Ecuador aprobada el 20 de octubre de 2008, establece los siguientes derechos:

**Título II: Derechos; Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir; Sección Segunda: Ambiente Sano establece:**

Artículo 14:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los aspectos naturales degradados.”

Artículo 15:

“El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.”

**Título II: Derechos; Capítulo Sexto: Derechos de Libertad, en el Artículo 66 establece:**

Inciso 27:

“El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.

**Título II: Derechos; Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza establece:**

Artículo 74:

“Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derechos a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.”

**Título II: Derechos; Capítulo Noveno: Responsabilidades, Artículo 83 establece:**



Inciso 6:

“Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”

**Título IV: Régimen de Desarrollo; Capítulo Sexto: Trabajo y producción; Sección segunda: Tipos de Propiedad establece:**

Artículo 323:

“Con el objeto de ejecutar planes de desarrollo social, manejo sustentable del ambiente y de bienestar colectivo, las instituciones del Estado, por razones de utilidad pública o interés social y nacional, podrán declarar la expropiación de bienes, previa justa valoración, indemnización y pago de conformidad con la ley. Se prohíbe toda forma de confiscación.”

**Título VII: Régimen del Buen Vivir; Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales, Sección Primera: Naturaleza y ambiente, establece:**

Artículo 395:

“La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza...”

Artículo 396:

“El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.”

## **5.2 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES**

El Art. 425 de la Constitución de la República del Ecuador aprobada en octubre del 2008 establece el siguiente orden jerárquico de aplicación de las normas: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.

De acuerdo la Constitución vigente los Tratados Internacionales una vez aprobados y ratificados prevalecen sobre las leyes orgánicas y leyes ordinarias.

### **5.2.1 CONVENCIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD BIOLÓGICA- Río de Janeiro, Brasil, 5 de junio de 1992**

El Convenio es el primer acuerdo global cabal para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce, por primera vez que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad" y una parte integral del proceso de desarrollo.

Los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica son "la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos".

Para alcanzar sus objetivos, el Convenio de conformidad con el espíritu de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo promueve constantemente la asociación entre países.

Sus disposiciones sobre la cooperación científica y tecnológica, acceso a los recursos genéticos y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, son la base de esta asociación.

### **5.2.2 CONVENIO UNESCO SOBRE PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL DE LA HUMANIDAD**

La UNESCO inició con la ayuda del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) la elaboración de un proyecto de convención sobre la protección del patrimonio cultural.

En 1968 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) elaboró también propuestas similares para sus miembros, propuestas que fueron presentadas a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo en 1972.

Finalmente, todas las partes se pusieron de acuerdo para elaborar un único texto. El 16 de Noviembre de 1972 la Conferencia General de la UNESCO aprobó la "Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural".

El Comité del Patrimonio Mundial compuesto por representantes de 21 Estados Partes en la Convención, es quien dicta las instrucciones de carácter procedimental para la inscripción de los bienes culturales y naturales en la Lista del Patrimonio Mundial. Para dicha tarea está asesorado por distintos organismos independientes como el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Centro Internacional para el Estudio de la Preservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM).

Los Objetivos del Comité del Patrimonio Mundial son los siguientes:

- Alentar los Estados que forman parte de la Convención a que definan lugares de valor universal excepcional para ser incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial.
- Vigilar el estado de los lugares inscritos en la Lista, previendo posibles riesgos y alertar a los Estados a que creen sus propios programas de vigilancia.
- Ayudar a los Estados a crear mecanismos viables para la salvaguardia de los lugares del Patrimonio Mundial, con ayuda del Fondo Mundial, según proceda.
- Prestar a los Estados la ayuda de emergencia necesaria para proteger los lugares que corren peligro inminente.
- Promover la conservación del patrimonio cultural y natural en términos generales.

### **5.2.3 CONVENIO DE BASILEA**

El Convenio de Basilea es un tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.

El Convenio de Basilea fue adoptado el 22 de marzo de 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. El Convenio es la respuesta de la comunidad internacional a los problemas causados por la producción mundial anual de 400 millones de toneladas de desechos peligrosos para el hombre o para el ambiente debido a sus características tóxicas/ ecotóxicas, venenosas, explosivas, corrosivas, inflamables o infecciosas.

### **5.2.4 CONVENIO DE ROTTERDAM SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

El objetivo del Convenio de Rotterdam es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información

acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

### **5.2.5 CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

### **5.2.6 PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO – 1988**

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va de 2008 a 2012, en comparación a las emisiones a 1990.

### **5.2.7 CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES**

El Convenio de Estocolmo es el instrumento internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este convenio ha sido el resultado de largos años de negociación para obtener compromisos legales de los países que obligue de manera urgente la eliminación de todos los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs).

El Convenio determina a una docena de compuestos sobre los que es preciso emprender acciones de forma prioritaria, es la conocida como "docena sucia", que incluye productos químicos producidos intencionadamente, tales como: pesticidas, PCBs; dioxinas y furanos.

El Convenio de Estocolmo ha sido firmado por 151 países y en la actualidad 34 países ya lo han ratificado. Es necesaria la ratificación de 50 países para que el Convenio entre en vigor 90 días después y se comiencen aplicar políticas de eliminación de estos compuestos. Ecuador participó activamente en las sesiones del Comité Intergubernamental de Negociación para la Adopción de un Instrumento Jurídicamente Vinculante para el control y eliminación de los denominados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's). El Convenio de Estocolmo sobre COP's de 2001, entró en vigencia en el 2004.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [http://www.mmrree.gob.ec/pol\\_exterior/ambiente\\_sust\\_tox.asp](http://www.mmrree.gob.ec/pol_exterior/ambiente_sust_tox.asp), Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración.

### **5.3 LEYES NACIONALES**

#### **5.3.1 LEY DE HIDROCARBUROS**

Esta Ley expedida mediante Decreto Supremo 2967, y publicada en el R. O. 711 de 15 de Noviembre de 1978, fue codificada en Diciembre de 2000.

#### **5.3.2 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre de 2004, previo a su actual status de codificada, la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (D.L. No. 99-37: 22-07-99 R.O. No. 245: 30-07-99) norma por primera vez la gestión ambiental del Estado, y da una nueva estructuración institucional; además, se establecen los principios y directrices de una política ambiental, determinando las obligaciones de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

#### **Título I: Ámbito y principios de la Gestión Ambiental**

Artículo 1:

“La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia”.

Artículo 2:

“La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.”

#### **Título II. Del régimen institucional de la gestión ambiental**

##### **Capítulo I. Del desarrollo sustentable**

Artículo 7 y 8:

“Se establece como principio el desarrollo sustentable para la conservación del Patrimonio Natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Se dispone como autoridad ambiental nacional el Ministerio del Ambiente que actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del “Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental”. Esta institución reguladora debe, entre otras cosas, determinar las obras, proyectos e inversiones que requieran estudios de impacto ambiental aprobados.”

##### **Capítulo IV. De la participación de las instituciones del estado**

Los diversos organismos estatales y entidades sectoriales intervienen de manera activa en la descentralización de la Gestión Ambiental, prueba de aquello es que el Ministerio del Ambiente asigna la responsabilidad de ejecución de los planes a todas las instituciones del Estado que tienen

que ver con los asuntos ambientales. Actualmente son los Municipios los que están actuando en este ámbito con la expedición de Ordenanzas Ambientales. Con esta medida el Estado espera ampliar su ámbito de acción y mejorar su efectividad.

### **Título III: Instrumentos de gestión ambiental**

#### **Capítulo II. De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental**

Artículo 19:

“Las obras públicas privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.”

Artículo 21:

“Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.”

Artículo 23:

“La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución, y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.”

#### **Capítulo III. De los mecanismos de Participación Social**

Artículo 28:

“Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal por denuncias o acusaciones temerarias o maliciosas.”

Artículo 29: “Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que, conforme al

Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales. Para ello podrá formular peticiones y deducir acciones de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.”

#### **Título VI: De la protección de los derechos ambientales**

Artículo 41:

“Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano a denunciar la violación de las normas del medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en La Constitución Política de la República.”

#### **Capítulo I. De las acciones civiles**

Artículo 43:

“Las personas naturales, jurídicas o grupos humanos vinculados por un interés común y afectado directamente por la acción u omisión dañosa podrán interponer ante el Juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente incluyendo la biodiversidad con sus elementos constitutivos.”

#### **Capítulo II. De las acciones administrativas y contencioso administrativas**

Artículo 46:

“Cuando los particulares, por acción u omisión incumplan las normas de protección ambiental, la autoridad competente adoptará las sanciones previstas en esta Ley, y las siguientes medidas administrativas:

Exigirá la regularización de las autorizaciones, permisos estudios y evaluaciones; así como verificará el cumplimiento de las medidas adoptadas para mitigar y compensar daños ambientales, dentro del término de treinta días.”

#### **5.3.3 LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE**

Codificada el 10 de septiembre del 2004. La presente ley tiene por objeto normar la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestales en beneficio de las generaciones actuales y futuras, armonizando el interés social, económico y ecológico del país.

Son objetivos del desarrollo forestal sostenible:

- Promover el establecimiento de actividades forestales sostenibles y eficientes que contribuyan al cumplimiento de las metas del desarrollo socioeconómico de la nación.
- Lograr rendimientos sostenibles y mejorados de los recursos forestales y garantizar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente.

- Proteger y rehabilitar las cuencas hidrográficas, prevenir y detener la erosión de la tierra y la degradación de los bosques, praderas, suelos y aguas, y promover la forestación y reforestación.
- Facilitar a toda la población el acceso a los recursos forestales y a sus beneficios, en estricto cumplimiento de las prescripciones de protección y sostenibilidad.
- Promover la investigación forestal y agroforestal, así; como su difusión al servicio de los procesos productivos, de conservación y protección de los recursos forestales.
- Fomentar el conocimiento y promover la formación de conciencia de la población nacional sobre el manejo responsable de las cuencas y sus recursos forestales.

#### **5.3.4 LEY ORGÁNICA DE LA SALUD**

Publicada en el registro Oficial N° 423 del 22 de diciembre del 2006. Esta ley fue expedida en vista de que el Código de Salud vigente anteriormente, había experimentado múltiples reformas parciales que lo habían convertido en un cuerpo legal disperso y desintegrado. Dicho Código centralizaba sus objetivos en la gestión de la salud pública y tiene algunas disposiciones relativas a la contaminación ambiental como las siguientes:

- Prohibición de contaminar el aire, el suelo y el agua: Artículo 12.
- Obligación de proteger las fuentes de agua y cuencas hidrográficas: Artículo 16.
- Prohibición de descargar sustancias nocivas al agua: Artículo 17.

En materia ambiental, esta ley establece lo siguiente:

- LIBRO SEGUNDO. Salud y seguridad ambiental. Disposición común. Artículo 95: La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio del Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias. El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.”
- CAPITULO III. Calidad del aire y de la contaminación acústica. Artículo 111: “La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.”



### **5.3.5 LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

Emitida por la Asamblea Nacional, y publicada en el R. O. Suplemento 175 de 20 de Abril de 2010, esta ley tiene por objeto, como se señala en su Artículo 1, "... propiciar, fomentar y garantizar el ejercicio de los derechos de participación de las ciudadanas y los ciudadanos, colectivos, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblos afroecuatoriano y montubio, y demás formas de organización lícitas, de manera protagónica, en la toma de decisiones que corresponda, la organización colectiva autónoma y la vigencia de las formas de gestión pública con el concurso de la ciudadanía; instituir instancias, mecanismos, instrumentos y procedimientos de deliberación pública entre el Estado, en sus diferentes niveles de gobierno, y la sociedad, para el seguimiento de las políticas públicas y la prestación de servicios públicos, fortalecer el poder ciudadano y sus formas de expresión; y, sentar las bases para el funcionamiento de la democracia participativa, así como, de las iniciativas de rendición de cuentas y control social."

Es así, que esta ley es de aplicación obligatoria para todas las personas en el territorio ecuatoriano, así como para los ciudadanos en el exterior, las instituciones públicas y privadas que manejen fondos públicos o desarrollen actividades de interés público; siendo sujetos de derechos de participación ciudadana todas las personas antes mencionadas, al igual que para todos quienes esta ley atribuye derechos de participación en su Artículo 1.

### **5.3.6 LEY DE PATRIMONIO CULTURAL**

Publicada en el Registro Oficial Suplemento N°465 de 19 de noviembre del 2004.

El propósito de esta Ley es investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el Patrimonio Cultural en el Ecuador, y además establece las funciones y atribuciones del Instituto de Patrimonio Cultural (INPC) para precautelar la propiedad del Estado sobre los bienes arqueológicos que se encontraren en el suelo o el subsuelo y en el fondo marino del territorio ecuatoriano según lo señalado por el Artículo 9 de la Ley.

Según el Artículo 30 de esta ley en el caso de ejecución de obras públicas o privadas en el caso de hallazgos arqueológicos se deberá informar al INPC y suspender las labores en el sitio.

### **5.3.7 LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA**

Registro Oficial 305, Segundo Suplemento, del 6 de agosto del 2014.

Esta Ley determina la intencionalidad de establecer, en forma real y definitiva, la Soberanía Nacional sobre las aguas territoriales, el suelo y el subsuelo, revelando la importancia y necesidad de administrar la misma con criterio técnico.

Artículo 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria. Artículo 2.- Ámbito de aplicación. La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio

nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él.

### **5.3.8 LEY REFORMATORIA AL CÓDIGO PENAL**

Registro Oficial Nº 2 del 25 de enero del 2000.

En esta ley se tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente y las Contravenciones Ambientales, además de sus respectivas sanciones, todo ello en la forma de varios artículos que se incluyen en el Libro II del Código Penal, entre ellas:

Artículo 437 B:

“El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Artículo 437 K:

“Además otorga potestad al sistema judicial para ordenar, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental”

## **5.4 REGLAMENTOS**

### **5.4.1 REGLAMENTO DEL SISTEMA ÚNICO DEL MANEJO AMBIENTAL (SUMA)**

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) vigente desde su publicación en el Libro VI del TULSMA constituye la estructura reglamentaria matriz para cualquier sistema de evaluación ambiental a nivel nacional. El SUMA tiene como principios de acción. “el mejoramiento, la transparencia, la agilidad, la eficacia y la eficiencia así como la coordinación interinstitucional de las decisiones relativas a actividades o proyectos propuestos con potencial impacto y/o riesgo ambiental, para impulsar el desarrollo sustentable del país.”

### **5.4.2 REGLAMENTO SUSTITUTIVO AL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR (RAOHE - D. E. 1215)**

Este reglamento y sus normas técnicas ambientales se aplican a todas las operaciones hidrocarburíferas y afines que se llevan a efecto en el Ecuador. Tiene por objeto regular las actividades hidrocarburíferas de exploración, desarrollo y producción, almacenamiento, transporte, industrialización y comercialización de petróleo crudo, derivados del petróleo, gas natural y afines, susceptibles de producir impactos ambientales en el área de influencia directa, definida en cada caso por el Estudio Ambiental Respectivo. En sus anexos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se establecen los parámetros, límites permisibles, formatos y métodos, así como las definiciones de los términos generalmente utilizados en la industria hidrocarburíferas y en la temática ambiental.

### **Capítulo XIII. VIGILANCIA Y MONITOREO AMBIENTAL.**

Artículo 88:

“Mecanismos de vigilancia y monitoreo ambiental.- Con la finalidad de vigilar que en el desarrollo de las actividades hidrocarburíferas no se afecte al equilibrio ecológico y a la organización económica, social y cultural de las poblaciones, comunidades campesinas e indígenas asentadas en las zonas de influencia directa de tales actividades, la Subsecretaría de Protección Ambiental definirá y coordinará los mecanismos de participación ciudadana en la vigilancia y el monitoreo de las actividades hidrocarburíferas.”

Artículo 89:

“Espacios para la comunidad en el control y seguimiento.- En el trabajo de campo de control y seguimiento ambiental a las operaciones hidrocarburíferas que efectúa la Dirección de Protección Ambiental, se preverán espacios de vigilancia ciudadana a través de delegados de la comunidad que aportarán con sus observaciones y recomendaciones en muestreos y reuniones, las cuales serán evaluadas y consideradas por la Dirección Nacional de Protección Ambiental para el desarrollo técnico del control y seguimiento.”.

#### **5.4.3 REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

Acuerdo Ministerial (A. M.) 14630 (R. O. 991, 3-VII-92), se expidió para regular los servicios de almacenamiento, barrido, recolección, transporte, disposición final y demás aspectos relacionados con los desechos sólidos, cualquiera sea la actividad o fuente de generación. Artículos 4, 10, 11, 12, 53, 60, 74, 77, del 90 al 104, 130, 131 y 136.

#### **5.4.4 REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE PATRIMONIO CULTURAL (2004)**

Los Artículos 37, 38 y 39 de este reglamento se refieren a la potestad del Director Nacional del INPC para ordenar la suspensión o restauración de obras que afecten al patrimonio cultural del Estado; el Artículo 38 establece solidaridad entre el propietario del bien, los que hayan autorizado u ordenado la ejecución de la obra y los contratistas o encargados de ejecutarla; según el Artículo 39 los Municipios o entidades públicas o privadas deberán ordenar la suspensión o derrocamiento de obras que atenten al patrimonio cultural del Estado y en caso de que formen parte de un entorno ambiental estas deberán ser restituidas.

#### **5.4.5 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (RSST)**

Este reglamento entró en vigencia en 1986 mediante D. E. 2393 y establece los lineamientos para un adecuado ambiente laboral, considerando las condiciones generales de los centros de trabajo, las instalaciones, protecciones, uso y mantenimiento de aparatos, máquinas y herramientas, manipulación y transporte de equipos y los medios de protección colectiva para asegurar el desarrollo de las actividades con total seguridad, por lo tanto constituye el insumo básico de todo plan de salud ocupacional y seguridad industrial.

## **5.5 ACUERDOS MINISTERIALES**

### **5.5.1 Acuerdo Ministerial No. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

Publicado en el Registro Oficial No.316 del 4 de mayo del 2015.

El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental. Se entiende por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

### **5.5.2 Acuerdo Ministerial No. 097- A EXPIDE LOS ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE**

Publicado en el Registro Oficial No. 270 del 7 de febrero del 2015.

Artículo 1. Expídase el Anexo 1, referente a la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua.

Artículo 2. Expídase el Anexo 2, referente a la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.

Artículo 3. Expídase el Anexo 3, referente a la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas.

Artículo 4. Expídase el Anexo 4, referente a la Norma de Calidad del aire Ambiente o Nivel de inmisión.

Artículo 5. Expídase el Anexo 5, referente a los Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles Máximos de Emisión de vibraciones y Metodología de Medición.

## **5.6 NORMATIVA TÉCNICA**

Además de las leyes y reglamentos descritos, se aplicará la siguiente normativa técnica:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-266:2000, “Transporte, almacenamiento, manejo de productos químicos peligrosos”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-288:2000, “Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 3864-1 “Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad”.
- Reglamento general del Seguro de Riesgos de Trabajo, expedido mediante Resolución Nº 741 del Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de mayo 30 de 1990.

- Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Sustitutiva del Título V “Del Medio Ambiente”, Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) Capítulo VII.- Para la Protección de las Cuencas Hidrográficas que abastecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Ordenanza Metropolitana No. 404 Reformatoria de la Ordenanza Metropolitana No. 213, Sustitutiva del Título V “Del Ambiente” del Libro Segundo del Código Municipal con Registro Oficial Edición Especial No. 12, el martes 25 de junio de 2013

## **5.7 MARCO INSTITUCIONAL**

### **5.7.1 MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR (MAE)**

El Ministerio del Ambiente es la autoridad ambiental nacional rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de otras competencias de las demás instituciones del Estado.

La Ley de Gestión Ambiental establece en el Artículo 9, literal g) las atribuciones del MAE. Entre ellas está la de dirimir conflictos de competencias que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Este Ministerio conforme al Artículo 20 de la LGA debe emitir licencias ambientales sin perjuicio de las competencias de las entidades acreditadas como autoridades ambientales de aplicación responsable.

### **5.7.2 INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL (INPC)**

Según el Artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural, en toda clase de actividades que impliquen movimientos de tierra para construcciones quedan a salvo los derechos del Estado sobre los monumentos históricos, objetos de interés arqueológico y paleontológico que puedan hallarse en la superficie o subsuelo a realizarse los trabajos. Los concesionarios o quienes tengan permisos o licencias para actividades hidrocarburíferas, están obligados a informar al INPC en caso de hallazgos arqueológicos y suspender las labores en el sitio donde se hayan verificado dichos hallazgos.

### **5.7.3 MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES**

Este Ministerio a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo vigila la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (D.E. 2393).

### **5.7.4 SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA (SENAGUA)**

La Secretaría Nacional del Agua, creada a nivel de Ministerio de Estado, reemplaza al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y de acuerdo al D. E. 1088 del 15 de mayo de 2008, mediante el cual se creó.

Esta secretaría tiene la finalidad de conducir y regir los procesos de gestión de los recursos hídricos nacionales de una manera integrada y sustentable en los ámbitos de cuencas hidrográficas. El decreto ejecutivo de creación de esta entidad entró en vigencia el 27 de Mayo de 2008, con su publicación en el R. O. 346 de ese mismo año.

### **5.7.5 SECRETARÍA DE PUEBLOS, MOVIMIENTOS SOCIALES Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

Esta institución es el organismo rector y coordinador de la política pública que garantiza el derecho a la participación ciudadana intercultural desde el Ejecutivo, mediante acciones destinadas a estimular y consolidar los pueblos, los movimientos sociales y a la ciudadanía en las decisiones clave del nuevo modelo de desarrollo; por lo tanto, se dedica a impulsar la participación ciudadana y la interculturalidad como ejes fundamentales de una democracia incluyente, garantizando el derecho de las nacionalidades, de los pueblos, de las organizaciones y de los ciudadanos/as a su pleno desarrollo: el buen vivir.

## Contenido

3	DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	3
3.1	Antecedentes .....	3
3.2	Introducción .....	3
3.3	Ubicación del Trazado de la Variante de 2.6 Km y estación Quitumbe .....	3
3.4	Características Generales .....	7
3.5	Actividades preliminares .....	8
3.5.1	Inspección.....	8
3.5.2	Retiro de propiedades e infraestructuras .....	9
3.5.3	Reubicación de infraestructuras y propiedades.....	9
3.5.4	Avalúo de predios afectados por la construcción .....	9
3.5.5	Adecuación de infraestructuras auxiliares en el tramo de la Variante Quitumbe	9
3.5.6	Adecuación y uso de campamentos.....	14
3.5.7	Abastecimiento de agua, energía y más servicios.....	14
3.6	Plan de auscultación.....	14
3.7	Fase de construcción.....	18
3.7.1	Procesos constructivos.....	18
3.8	Fase de operación y mantenimiento.....	47
3.8.1	Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio .....	47
3.8.2	Operación ordinaria .....	48
3.8.3	Mantenimiento de equipos e instalaciones .....	50
3.9	Fase de cierre y rehabilitación .....	50

## Tablas

Tabla 3-1:	Coordenadas de la Variante Quitumbe de la Primera Línea del Metro de Quito .....	3
Tabla 3-2	Localización y distancia de las salidas de emergencia en Tramo de la Variante Quitumbe .....	10
Tabla 3-3	Resumen localización pozos de ventilación .....	12
Tabla 3-4:	Resumen diagonales y bretelle definidos .....	28

## Ilustraciones

Ilustración 3-1	Trazado de la Variante Quitumbe de 2.6 km., de la Primera Línea del Metro de Quito.....	6
Ilustración 3-2	Pozo de Extracción en la Variante.....	11
Ilustración 3-3	Salida de Emergencia y Pozo de Bombeo .....	11

Ilustración 3-4 Sección tipo de salida de emergencia .....	12
Ilustración 3-5 Sección tipo pozo ventilación.....	13
Ilustración 3-6 Auscultación para el Tramo de la Variante .....	15
Ilustración 3-7 Secuencia del proceso constructivo entre pantallas .....	18
Ilustración 3-8 Sección tipo entre pantallas.....	19
Ilustración 3-9 Principales elementos tuneladora .....	20
Ilustración 3-10 Sección tipo con tuneladora .....	20
Ilustración 3-11 Sección tipo de vía .....	23
Ilustración 3-12 Sección tuneladora.....	24
Ilustración 3-13 Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones.....	28
Ilustración 3-14 Fases de ejecución del túnel por el método Cut and Cover .....	30
Ilustración 3-15 Fases de ejecución de una estación mediante Cut And Cover .....	31
Ilustración 3-16 Desvío de servicios (I).....	33
Ilustración 3-17 Desvío de tráfico (I Y II) .....	34
Ilustración 3-18 Excavación bajo losa (I) .....	34
Ilustración 3-19 Excavación bajo losa (II y III).....	35
Ilustración 3-20 Andenes y acabados (I) .....	36
Ilustración 3-21 Andenes y acabados (II) .....	37

### **Fotografías**

Fotografía 3-1 Salida de emergencia en un tramo de túnel .....	26
Fotografía 3-2 Salida de emergencia en un tramo de túnel .....	27
Fotografía 3-3 Imagen de una bretelle.....	29



### 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Antecedentes

El diseño del trazado original del Proyecto del Metro de Quito contiene al inicio de línea, la Estación intermodal denominada “Quitumbe”, adyacente a la actual Estación de buses interprovinciales en el PK 10+000.

La estación de metro se integrará en el entorno a través de una estructura y una cubierta diseñada con características estructurales y arquitectónicas similares a la estación de buses.

A continuación, se detallan los aspectos críticos del trazado en el entorno de la Estación Quitumbe:

- ✓ El diseño del trazado original conecta la Estación Quitumbe con el Patio de Cocheras, cruzando por el área de estacionamientos de buses existente, lo que genera una fuerte interferencia por ser un tramo entre pantallas.
- ✓ El trazado original tiene el Pozo de Extracción 1 de la Tuneladora que viene de la Estación Solanda, en el redondel de la Av. Rumichaca y Amaru Ñan, por donde pasan tres tuberías: Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental, a poca profundidad del trazado original. Esto origina la interferencia entre el pozo de Extracción y las mencionadas tuberías ya que se dificulta la extracción de la tuneladora en dicho redondel.
- ✓ Complementando el punto anterior, la extracción de la máquina en el mencionado redondel, obligaría a un desvío de tráfico considerable en dimensiones y en tiempo.
- ✓ Este trazado atraviesa los conjuntos habitacionales de la Calle Pumapungo, lo cual ocasionaría molestias a los moradores, al tratarse de túnel entre pantallas encajado en una calle estrecha que sirve de acceso a las viviendas, afectando también el único acceso al estacionamiento del conjunto habitacional.
- ✓ El trazado original cruza la Quebrada Ortega-Rumichaca-Pumapungo, para lo cual se proyecta un marco tricelular de gran magnitud, con el inconveniente que conlleva una obra de drenaje de esta envergadura.

Con todos estos antecedentes se ha planteado una variante (Variante Quitumbe), que minimice estas afectaciones.

#### 3.2 Introducción

El presente Estudio Complementario de la Primera Línea del Metro de Quito, comprende la alternativa al trazado de 2,6 km denominado Variante Quitumbe la cual comprende desde Patio de Cocheras hasta su entronque con la Estación Morán Valverde con una longitud de 2.6 Km.

#### 3.3 Ubicación del Trazado de la Variante de 2.6 Km y estación Quitumbe

La ubicación geográfica del trazado de la variante Quitumbe de 2.6 Km., de la Primera Línea del Metro de Quito, en coordenadas UTM-DATUM WGS 84 comprende lo siguiente:

**Tabla 3-1:** Coordenadas de la Variante Quitumbe de la Primera Línea del Metro de Quito

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
1	771916	9966882

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
2	771842	9966876
3	771756	9966945
4	771735	9967104
5	771755	9967173
6	771814	9967246
7	771823	9967255
8	771880	9967310
9	771874	9967317
10	771933	9967374
11	771929	9967378
12	771987	9967433
13	772017	9967402
14	772019	9967403
15	772020	9967403
16	772028	9967410
17	772033	9967405
18	772024	9967398
19	772025	9967397
20	772023	9967394
21	772036	9967382
22	772036	9967381
23	772039	9967378
24	772037	9967376
25	772044	9967369
26	772040	9967364
27	772032	9967372
28	772031	9967371
29	772028	9967374
30	772021	9967367
31	772024	9967365
32	772023	9967364
33	772030	9967356
34	772026	9967352
35	772018	9967360
36	772017	9967359
37	772015	9967361
38	772009	9967356
39	772000	9967366
40	771991	9967358
41	772002	9967345
42	771999	9967341
43	771987	9967354
44	771978	9967345

PUNTOS	COORDENADAS (WGS84)	
	X	Y
45	771973	9967351
46	771995	9967371
47	771982	9967384
48	771951	9967355
49	771947	9967359
50	771897	9967311
51	771895	9967313
52	771886	9967304
53	771874	9967317
54	772016	9967438
55	772065	9967489
56	772117	9967609
57	772120	9967679
58	772126	9967778
59	772202	9967932
60	772278	9967997
61	772550	9968207
62	772626	9968272
63	772687	9968370
64	772712	9968467
65	772773	9968780
66	772790	9968853
67	772801	9968880
68	772837	9968946

Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

*Ilustración 3-1 Trazado de la Variante Quitumbe de 2.6 km., de la Primera Línea del Metro de Quito*



Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

### 3.4 Características Generales

El trazado de la variante Quitumbe forma parte de la Primera Línea del Metro de Quito, y comprende 2.6 Km. Del PK 9+500 al PK 10+600 (1.1 Km) la tipología es de túnel entre pantallas. Esta metodología consiste en la ejecución de muros diafragma dentro del terreno, a continuación, se ejecuta la losa de cubierta contra el terreno, seguidamente se realiza la excavación de las tierras bajo losa de cubierta hasta losa de contrabóveda, para finalmente ejecutar la losa contrabóveda contra el terreno.

Entre los PK's 10+320 al 10+400 se embaúla la quebrada Rumichaca mediante un marco bicelular que encauzará la quebrada para un período de retorno de 500 años. Este tramo se ejecutará en falso túnel, es decir a cielo abierto pero cubierto con paredes y techo de hormigón armado.

En el PK 10+600 se ejecutará el pozo de Extracción 1 de la tuneladora que viene de la Estación Solanda. Una vez dentro del pozo, la máquina se extrae por partes, causando la menor interferencia en superficie.

Del PK 10+600 al PK 11+600 (entronque con la Estación Morán Valverde), la tipología es de túnel mecanizado con TBM (Tunnel Boring Machine) del tipo EPB (Earth Pressure Balance). Esta metodología consiste en equilibrar la presión del frente de tierras con una contrapresión dada por las propias tierras excavadas y alojadas en una cámara interior a la máquina y justo detrás de la cabeza cortadora, al mismo tiempo que el par motor (Torque) junto con el empuje de los gatos hidráulicos (fuerza de empuje) generan el avance de la máquina y por consiguiente la excavación del túnel. Justo después de la excavación de un tramo de avance se colocan los anillos de revestimiento definitivo del túnel. Para este proyecto se colocarán anillos de hormigón armado con juntas de impermeabilización, de acuerdo con la tipología de anillo universal. Esta tipología consiste en dotar a las dovelas (cada una de las partes que compone un anillo) de múltiples posiciones (13 para este proyecto) que garantizan que no se forman juntas en cruz, mejorando notablemente la estanqueidad del túnel. El diámetro de excavación es de 9.40 m.

La cobertura para el tramo con tuneladora parte de 9 m sobre clave de túnel en el pozo de Extracción 1, es decir aproximadamente 1 diámetro de túnel e irá aumentando a medida que avance a la Estación Moran Valverde.

La distancia a la que pasan las tres tuberías de Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental es de 68 m respecto del pozo de Extracción 1. A partir de estudios realizados por MTC TunnelConsultants (Munich – Alemania) se desglosa que:

- ✓ La estabilidad del conjunto de túnel, tuberías y terreno se garantiza con 1.3 bares de presión en la cámara de tierras (presión en el frente), valor que puede ser dado sin problemas por la tuneladora.
- ✓ Los asientos e inclinaciones del terreno en la zona del paso bajo las tuberías son mínimos.
- ✓ Las variaciones tensionales en las tuberías son mínimas, dejando reservas de capacidad estructural del orden del 95%.

Al igual que el proyecto original, la Variante propuesta tiene 4 pozos verticales auxiliares, 2 de ellos en la vertical del túnel, y otros 2 adyacentes y conectados al túnel mediante galerías de conexión en mina (excavación convencional de túneles).

El futuro Proyecto Paraíso de Quitumbe, promovido por el ISSFA (Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas), se encuentra entre los PK's 10+300 – 10+620 de la Variante propuesta; y consiste en edificios habitacionales de 10 plantas más un subsuelo, el cual no interfiere con el túnel de metro.

Con esta Variante no queda afectado el estacionamiento de buses de la Estación Interprovincial de Buses Quitumbe, ni tampoco el conjunto habitacional de la Calle Pumapungo.

Tanto el Proyecto original como la variante propuesta, afectan la Av. Condor Ñan justo después de la estación de metro de Quitumbe, debido a la ejecución de las pantallas y losa de cubierta del túnel.

La variante propuesta pasa por debajo de las viviendas de la Av. Amaru Ñan, acera Norte, con una cobertura de 10mts sobre clave de túnel.

Entre el PK 11+020 y PK 11+140 se prevé la ejecución de una futura estación de reserva de Metro.

Para el diseño de la Variante de Quitumbe, se ha ejecutado una campaña geotécnica que consiste en siete sondeos mecánicos con ejecución de ensayos SPT, Lefranc y extracción de muestras para ensayos de laboratorio, así como tres penetrometros estáticos de cono (CPT).

Como criterio básico, tanto la línea como la estación previstas serán subterráneas para no interferir su operación con el resto de tráfico (en superficie) y permitir la liberación de espacios para su disfrute por el ciudadano (residencial, ocio y servicios arriba, infraestructuras debajo).

### **3.5 Actividades preliminares**

Previo a la realización de la construcción se realizarán las siguientes actividades que se detallan a continuación:

- ✓ Inspección
- ✓ Retiro de propiedades e infraestructuras (de ser aplicable)
- ✓ Reubicación de infraestructuras y propiedades
- ✓ Avalúo de predios afectados por la construcción
- ✓ Adecuación y uso de patios para maquinarias (de ser aplicable)
- ✓ Adecuación y uso de instalaciones auxiliares
- ✓ Adecuación y uso de campamentos
- ✓ Abastecimiento de agua, energía y más servicios

Esta fase se puede denominar preparación y cada uno de sus componentes se los analiza a continuación.

#### **3.5.1 Inspección**

Se procederá a realizar un recorrido por el trazado de la variante de 2.6 km de la primera línea del Metro, al igual que los espacios destinados a la estación, entre los encargados de la construcción del Metro y un notario público autorizado a fin de establecer el estado actual tanto

de los espacios destinados a la estación y túneles. Se levantará la información respectiva en fotografía, planos y más especificaciones, a efectos de cualquier queja o reclamos en el futuro. Los informes de las inspecciones realizadas contarán con la certificación y firma del Notario y la persona designada por el constructor. Además, se investigará y analizará por medio de planos existentes y/o sondeos realizados en campo, las condiciones de los cimientos y bases de las edificaciones que se encuentren en las inmediaciones al sitio.

### **3.5.2 Retiro de propiedades e infraestructuras**

De acuerdo a información proporcionada por la EPMMQ no se tiene previsto la afectación de predios y por ende algún tipo de expropiación.

### **3.5.3 Reubicación de infraestructuras y propiedades**

Luego de cumplidos los requerimientos para las reubicaciones y de remoción de la infraestructura o mejoras, se tomarán las medidas pertinentes para recuperar la mayor cantidad de los elementos de la infraestructura o mejoras que puedan utilizarse para usos secundarios, siempre y cuando estos elementos no cuenten con sustancias tóxicas. En caso de proponer emplear algunos elementos o materiales para las obras provisionales del proyecto, se solicitará la autorización respectiva.

### **3.5.4 Avalúo de predios afectados por la construcción**

En el recorrido de la variante, es necesaria la construcción de la estación Quitumbe y áreas auxiliares. Todo este proceso obliga a contar con los espacios necesarios para el efecto; una vez realizado el trazado de la variante, los predios requeridos para la construcción son de carácter público en la mayoría de los casos y privados en menor porcentaje.

De acuerdo a información proporcionada por la EPMMQ no se tiene previsto la afectación de predios y por ende algún tipo de expropiación.

Se realizarán la inspección de todos aquellos predios que se encuentren a una distancia de 40 metros respecto del nuevo trazado, tanto a la derecha como a la izquierda del mismo, para poder evaluar el nivel de daños y posibles riesgos en las construcciones cercanas al nuevo trazado.

### **3.5.5 Adecuación de infraestructuras auxiliares en el tramo de la Variante Quitumbe**

Como infraestructuras auxiliares al propio túnel, además de la estación, se dispondrán de otras instalaciones, las cuales se mencionan a continuación:

#### **3.5.5.1 Salidas de emergencia y pozos de ventilación**

Necesarios para garantizar el acceso y la renovación de aire en el interior de la infraestructura así como la evacuación en caso de emergencia.

Los criterios para definición y ubicación de las salidas de emergencia y ventilación se recogen a continuación.

### 3.5.5.1.1 Salidas de emergencia

Los principales criterios de diseño son:

- Independencia de pozos de ventilación y puede estar asociado a pozo de bombeo
- Emplazamiento urbanístico: trampilla a nivel del suelo confinada, con mecanismo hidráulico de apertura. Hueco asociado de 4 m<sup>2</sup> para ventilación, con rejilla, drenaje y acceso desde el interior de la salida para su limpieza.
- Distancia estación-pozo-estación: equidistante entre estaciones.
- Vestíbulo de independencia: en cota inferior a nivel de vía.

En el siguiente cuadro se resumen la localización y distancia de las salidas de emergencia definidas en el tramo de la Variante Quitumbe.

**Tabla 3-2** Localización y distancia de las salidas de emergencia en Tramo de la Variante Quitumbe

SALIDAS DE EMERGENCIA	TRAMO	P.K. INICIO- P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. SALIDAS EMERGENCIA	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
SE1	TRAMO 1-2	0+175,03 - 1+282	1.106,97	10+600	0,00	0,00
	TRAMO 2- 3	1+394,52 - 2+022,92	628,40		0,00	0,00
SE2	TRAMO 3-4	2+137,88 - 2+992,77	854,89	11+580	0,00	0,00
	TRAMO 4-5	3+107,94 - 4+183,32	1.075,38		0,00	0,00

**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

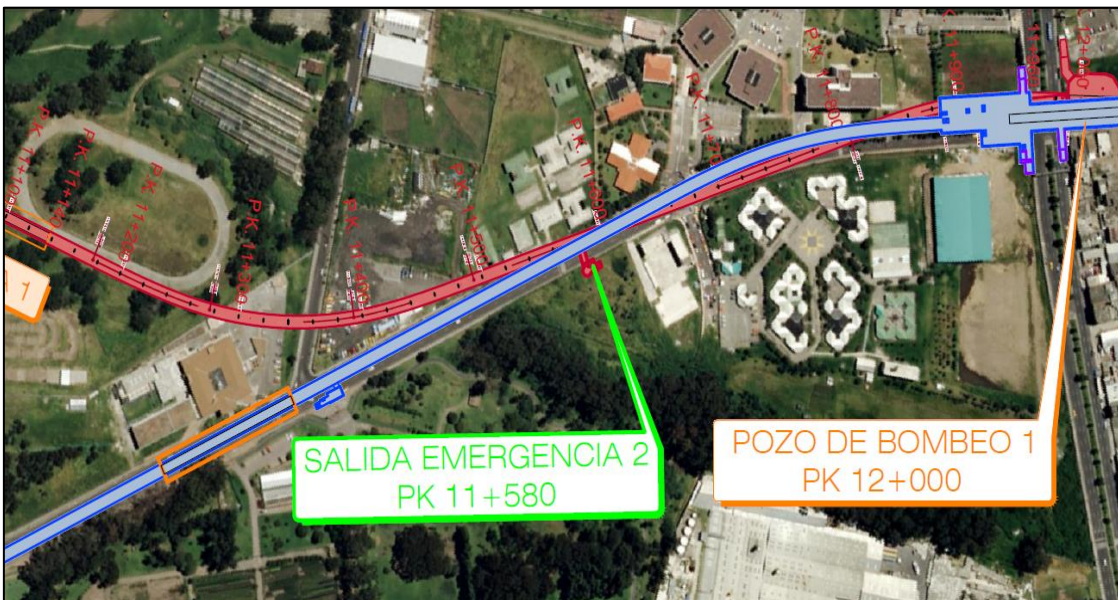


**Ilustración 3-2** Pozo de Extracción en la Variante



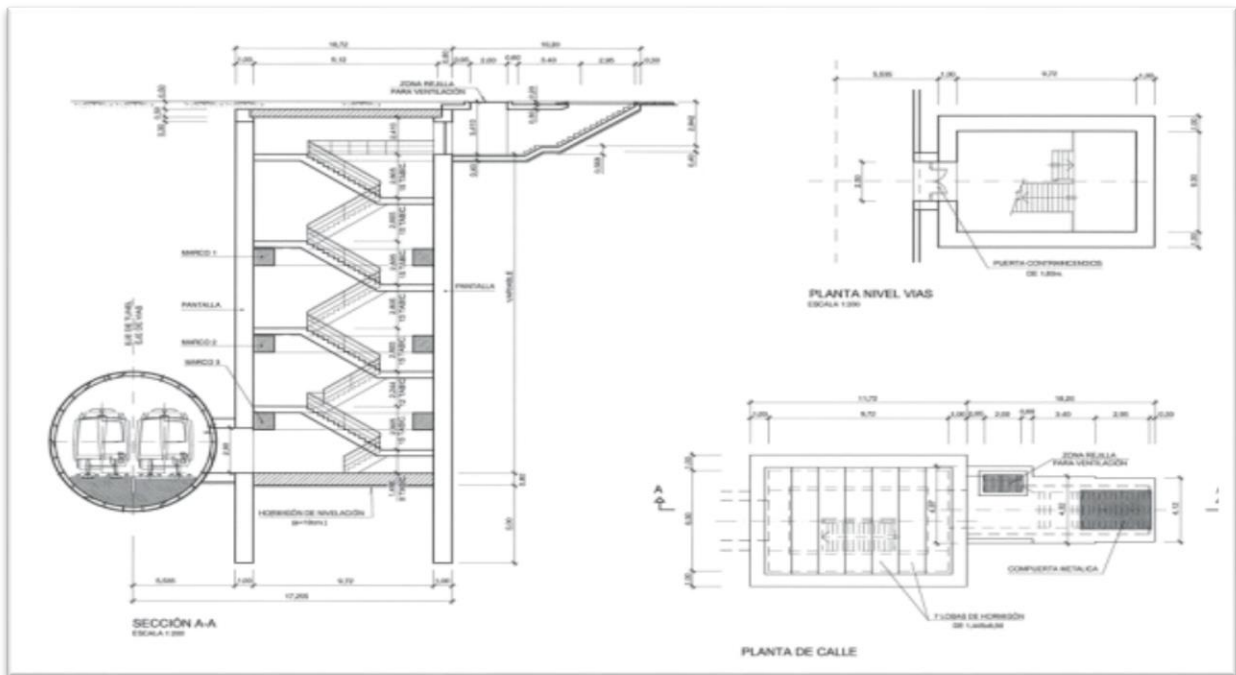
Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

**Ilustración 3-3** Salida de Emergencia y Pozo de Bombeo



Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

**Ilustración 3-4** Sección tipo de salida de emergencia



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

3.5.5.1.2 Pozos de ventilación

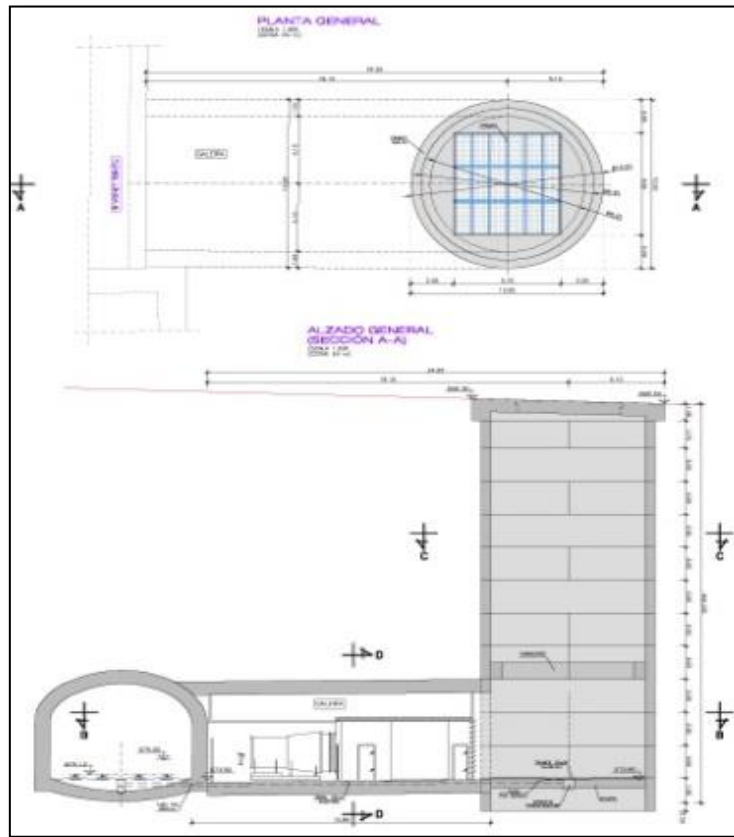
El criterio general es un pozo de ventilación entre estaciones. En función de la distancia entre estaciones y de la disponibilidad en superficie para la implantación de las rejillas y accesos, se ha definido un pozo de ventilación en el tramo de la variante Quitumbe de la Primera Línea del Metro de Quito.

**Tabla 3-3** Resumen localización pozos de ventilación

POZOS DE VENTILACIÓN	TRAMO	P.K. INICIO-P.K. FINAL	LONGITUD DEL TRAMO (m)	P.K. POZO VENTILACIÓN	DISTANCIA A CON LA ESTACIÓN O RESERVA ANTERIOR (m)	DISTANCIA CON LA ESTACIÓN O RESERVA POSTERIOR (m)
PV1	TRAMO 1-2	0+175,0 3 - 1+282	1.106,97	<b>11+040</b>	644,97	462,00
-	TRAMO 2-3	1+394,5 2 - 2+022,9 2	628,40	-	-	-

**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Ilustración 3-5** Sección tipo pozo ventilación



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 3.5.5.1.3 Pozos de extracción

En el PK 10+600 se ejecutará el pozo de Extracción 1 de la tuneladora que viene de la Estación Solanda. Una vez dentro del pozo, la máquina se extrae por partes, causando la menor interferencia en superficie.

#### 3.5.5.1.4 Zonas de reserva de trazado

Se ha definido 1 zona de reserva para la variante para ubicación de estación, en caso necesario de que en un futuro los requerimientos funcionales y de explotación de la línea así lo requieran. Entre el PK 11+020 y PK 11+140 se prevé la ejecución de la estación de reserva de Metro.

#### 3.5.5.1.5 Escombreras y sitios de disposición final

Los escombros son los residuos producidos en obras de demolición, remodelación y construcción. Estos materiales presentan características inertes, y son constituidos por tierra y áridos mezclados como piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, ladrillos y en general todos los desechos que se producen del movimiento de tierras y construcción de edificaciones y obras de infraestructura.

De acuerdo a convenios previamente establecidos, entre la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMMQ) y la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EPMGIRS). La Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EPMGIRS), se compromete a:

1. Garantizar a la EPMMQ la disponibilidad total de las escombreras para material de desalojo, correspondientes a 5 millones de metros cúbicos, provenientes de la construcción de la Fase 2 de la PLMQ, y estas son:

- Escombrera el Troje 4, en este sitio se dispondrían los materiales de desalojo provenientes del Sector de Desalojo de la Zona Centro Sur de la PLMQ.
- Escombrera Oyacoto, en este sitio se dispondrían los materiales de desalojo provenientes del Sector de Desalojo de la Zona Centro Norte
- Escombrera de Lloa, en este sitio se dispondrían los materiales de desalojo provenientes de la construcción de la Fase 2 de PLMQ.
- Escombrera Zambiza, en este sitio se dispondrían los materiales de desalojo provenientes de la construcción de la Fase 2 de PLMQ.
- Escombrera Cotocog, en este sitio se dispondrían los materiales de desalojo provenientes de la Fase 2 de PLMQ de la construcción.

Las escombreras mencionadas son administradas por la EPMGIRS, en tal razón la regularización ambiental de las mismas se encuentra bajo su responsabilidad. Las escombreras autorizadas y empleadas en el primer semestre de la construcción de la Fase II del proyecto en los tramos norte y tramo sur son las siguientes: El Troje IV y el parque Bicentenario.

### **3.5.6 Adecuación y uso de campamentos**

En el tramo de la variante Quitumbe los campamentos a construirse comprenden:

1. El campamento donde se construirá la Estación Quitumbe del mismo nombre.
2. Campamentos menores para la construcción de los pozos de ventilación.

Los campamentos de obra civil tendrán las siguientes instalaciones:

- Instalaciones sanitarias
- Área de comedor
- Área de oficinas
- Área de almacenamiento de residuos sólidos

### **3.5.7 Abastecimiento de agua, energía y más servicios**

El abastecimiento de agua será a través de la red pública de agua potable como se realiza en las otras estaciones. El abastecimiento de energía eléctrica se realizará a través de la red pública y a través de generadores eléctricos a diésel conforme los requerimientos. Conforme el avance de la construcción en los campamentos de obra se empleará servicios higiénicos portátiles o servicios higiénicos conectados a la red pública de alcantarillado sanitario existente en el sector.

### **3.6 Plan de auscultación**

Durante la ejecución de las obras, el único procedimiento disponible para comprobar que los movimientos y esfuerzos realmente inducidos se encuentran por debajo de los umbrales admisibles, tanto para la propia obra como en el entorno, es el seguimiento y lectura de estas variables. En puntos particularmente sensibles, es necesario disponer sensores de medida que permitan, mediante lecturas programadas, controlar el desarrollo de la obra en estos aspectos.

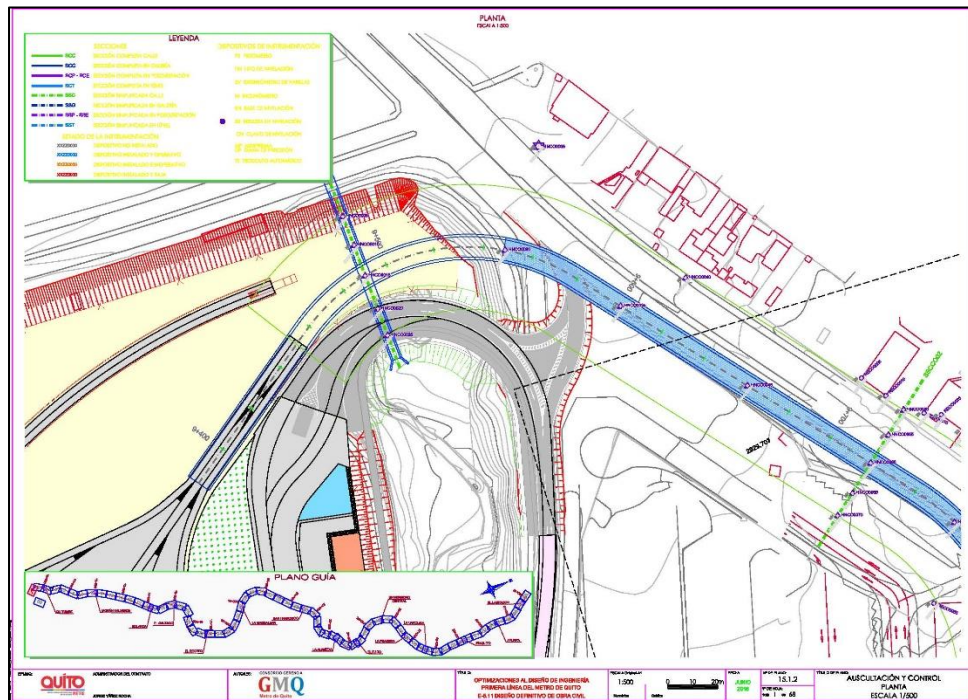
Para la obra proyectada se considera un aspecto fundamental establecer un sistema de auscultación, sencillo, preciso y eficaz. La finalidad de los sistemas de auscultación será controlar los movimientos de las propias obras en ejecución así como el grado de influencia en el entorno,

durante las distintas fases de construcción y poder asegurar su adecuación a las hipótesis y modelos de cálculo adoptados durante la fase de diseño.

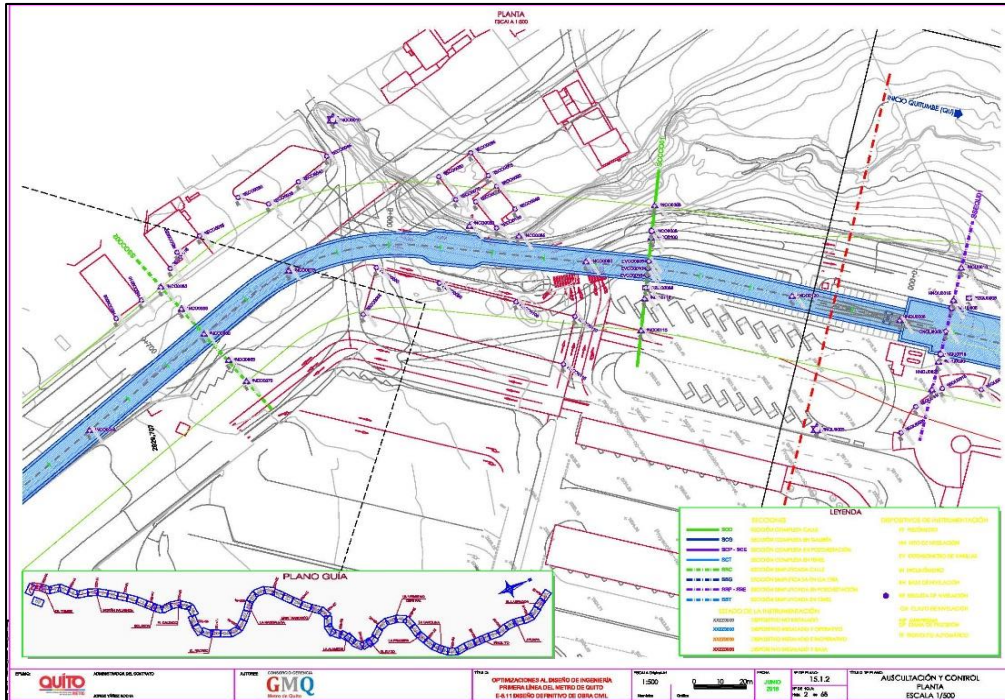
Para cumplir tales objetivos se deben proyectar los dispositivos y sistemas de auscultación que, en cada momento, informen de las reacciones con las que el terreno, estructuras e instalaciones, responden a las distintas fases constructivas que se lleven a cabo.

A continuación, se presenta la definición de auscultación para la nueva variante:

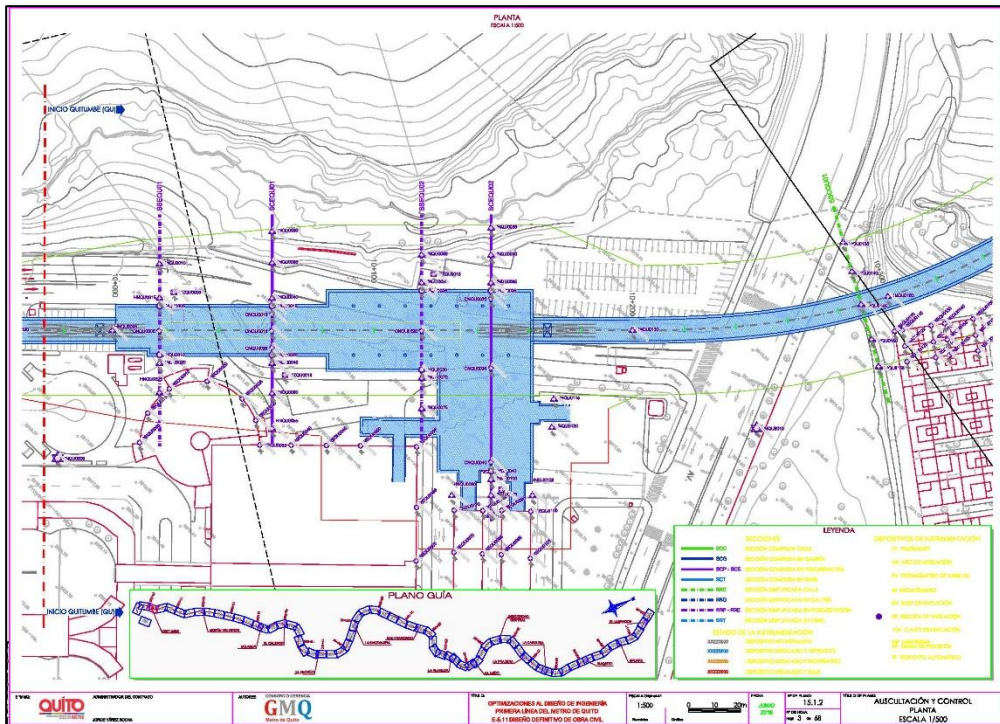
*Ilustración 3-6 Auscultación para el Tramo de la Variante*



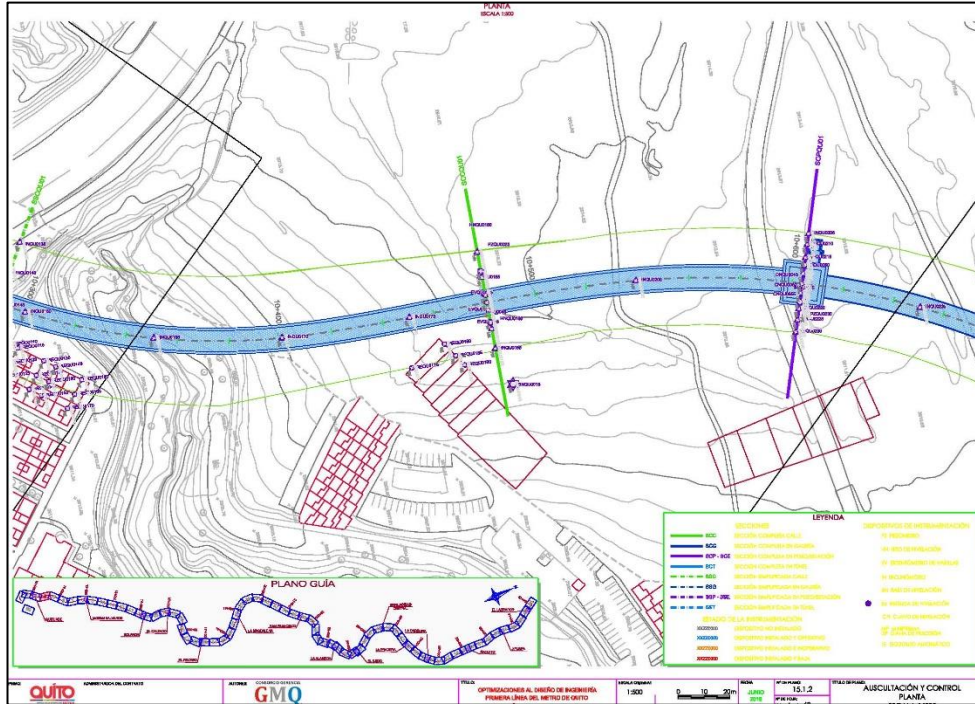
Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.



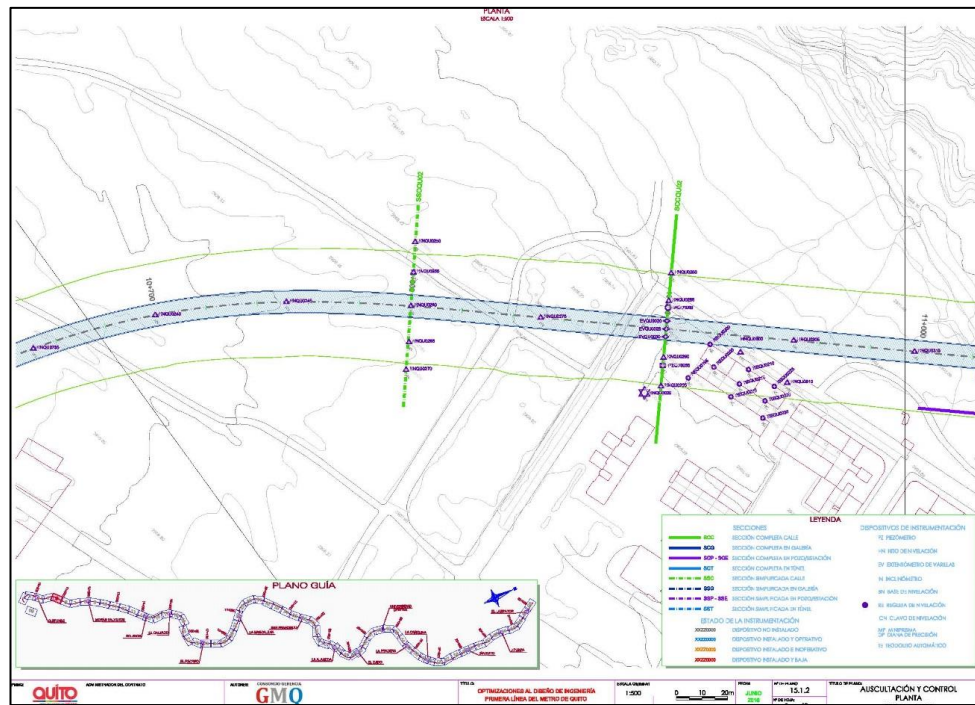
Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.



Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.



Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.



Fuente: Consorcio Línea 1, 2016.

### 3.7 Fase de construcción

#### 3.7.1 Procesos constructivos

##### 3.7.1.1 Proceso constructivo entre pantallas

Del PK 9+500 al PK 10+600 (1.1 Km) la tipología es de túnel entre pantallas. Esta metodología consiste en la ejecución de muros diafragma dentro del terreno, con posterior ejecución de las losas y excavación entre pantallas, configurando de esta manera el túnel.

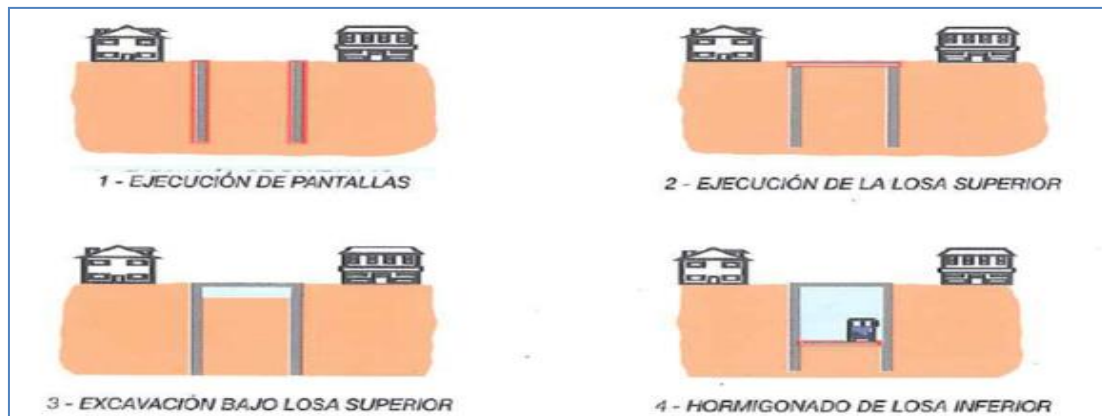
Dentro de esta tipología caben dos alternativas, la ejecución top – downward, o la bottom – upward. La primera consiste en ir excavando por debajo de las losas previamente ejecutadas, las cuales se hormigonan contra el terreno, así sucesivamente hasta ejecutar la losa de contrabóveda contra el terreno.

La segunda alternativa mencionada consiste en la excavación a cielo abierto entre pantallas hasta cota de losa de contrabóveda, posterior ejecución de ésta, para finalmente hormigonar las losas de abajo hacia arriba mediante cimbras.

Se ha escogido en este proyecto la ejecución top – downward, por reponer lo antes posible los servicios y actividades en superficie, así como porque evita el cimbrado de las losas.

La secuencia de las principales actividades son: ejecución de pantallas, ejecución de la losa superior, excavación bajo la losa superior y hormigonado de la losa inferior.

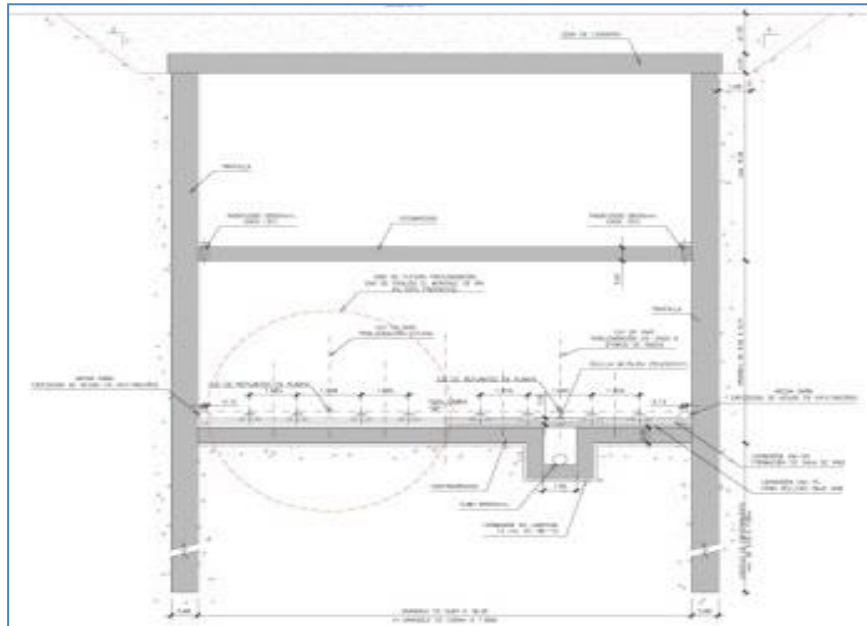
*Ilustración 3-7* Secuencia del proceso constructivo entre pantallas



*Fuente:* EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013



**Ilustración 3-8** Sección tipo entre pantallas



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### **3.7.1.2 Embaulado del río Rumichaca**

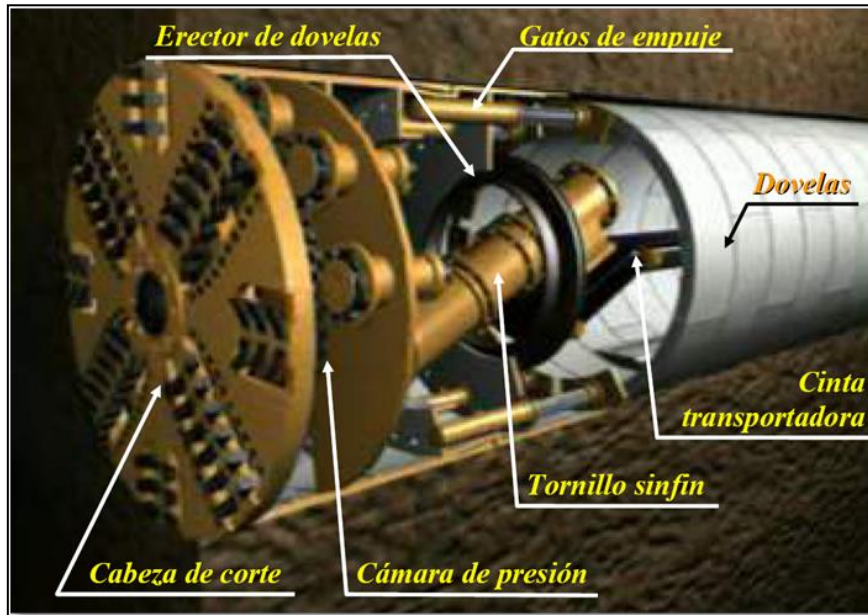
Entre los PK's 10+320 al 10+400 se embaúla la quebrada Rumichaca mediante un marco bicelular que encauzará la quebrada para un período de retorno de 500 años. Este tramo se ejecutará en falso túnel, es decir a cielo abierto pero cubierto con paredes y techo de hormigón armado.

#### **3.7.1.3 Túnel mecanizado con TBM (Tunnel Boring Machine) del tipo EPB (Earth Pressure Balance)**

Esta metodología consiste en equilibrar la presión del frente de tierras con una contrapresión dada por las propias tierras excavadas y alojadas en una cámara interior a la máquina y justo detrás de la cabeza cortadora, al mismo tiempo que el par motor (Torque) junto con el empuje de los gatos hidráulicos (fuerza de empuje) generan el avance de la máquina y por consiguiente la excavación del túnel. Justo después de la excavación de un tramo de avance se colocan los anillos de revestimiento definitivo del túnel.

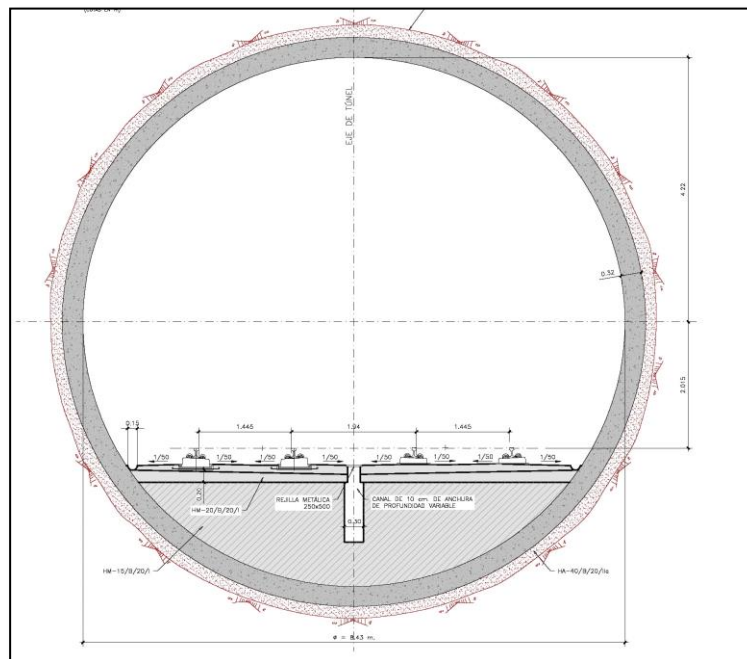
#### **3.7.1.4 Tuneladora**

**Ilustración 3-9** Principales elementos tuneladora



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

**Ilustración 3-10** Sección tipo con tuneladora



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Los trabajos del túnel que se hagan con tuneladora requerirán, al menos, de las siguientes instalaciones:

- Pozo de ataque / extracción de la tuneladora

- Parque de dovelas (*no considerado en este tramo de la Variante, incluido en EIA 2013*)

De forma general, el ciclo de la tuneladora se resume en:

- Avance e inyección
- Colocación de dovelas

El rendimiento medio de avance por este método es de 500 m/mes.

#### **a. Espumas y aditivos en tuneladoras**

Cuando se emplean tuneladoras de presión de tierras (TBM-EPB), es necesario el empleo de aditivos en el frente de ataque para mejorar los rendimientos y realizar un pretratamiento del terreno que facilite el avance de la máquina. Por ello, las TBM-EPB disponen de un sistema generador de espumas en su cabeza de avance, en el cual se pueden mezclar distintos aditivos, lo que permite usar además de agentes espumantes, otros productos como desestructurantes de terreno, polímeros, inhibidores de hidratación de yesos, etc., dependiendo del terreno hallado en cada momento.

A modo de ejemplo, a continuación se describen las principales características de algunos de los aditivos empleados habitualmente en TBM-EPB:

- ✓ Agentes espumantes: reducen la pegajosidad del terreno excavado y evitan el bloqueo de la cabeza de corte y las paradas para su mantenimiento. Al mismo tiempo, el tratamiento con espumas facilita el desescombro del material a través del tornillo sin-fin, incrementando los rendimientos de avance.
- ✓ Agentes desestructurantes: son agentes líquidos basados en una solución de ácidos policarboxílicos especialmente diseñados como agentes desestructurantes de terrenos arcillosos. Se emplean para evitar atascos en la cabeza de corte en el tornillo sin-fin, lo que obligaría operar manualmente dentro de la cámara de amasado.
- ✓ Polímeros: se trata de polímeros diseñados para cuando la cantidad de agua en el frente aumenta y los espumantes no pueden proporcionar suficiente estabilización en el frente.

En referencia a la biodegradabilidad y posible impacto ambiental de los productos químicos utilizados para el tratamiento de terreno en máquinas tuneladoras tipo TBM-EPB, se dispone de las conclusiones de los ensayos de riesgo de la gama de productos MEYCO® SLF, de la compañía BASF, que son los de mayor difusión a nivel mundial y que han sido empleados en las últimas obras de ampliación de los Metros de Madrid y Barcelona, además de en otras obras singulares ejecutadas en España. Estas conclusiones permiten afirmar que<sup>2</sup>:

1. No hay riesgos esperados para los trabajadores en el túnel debido al uso de productos MEYCO® SLF, suponiendo en el peor de los casos una concentración en el aire 1000 veces inferior al nivel límite máximo permitido, durante una posible exposición en el trabajo.
2. No hay riesgos esperados para las aguas superficiales por emisiones procedentes de las bombas de agua de la tuneladora o por fugas de agua de la misma, con tal de que esta sea drenada en el sistema de alcantarillado municipal para su posterior tratamiento.

3. La infiltración potencial de ingredientes en las aguas subterráneas durante el proceso de aplicación no debería causar un riesgo relevante para la salud humana o el medioambiente (vegetación u organismos acuáticos), siempre que se respeten las dosificaciones recomendadas.

**b. Empleo de cal viva**

Respecto del empleo de cal viva (óxido de calcio – CaO), se emplea en las obras únicamente como desecador de los productos procedentes de la excavación, con el objeto de disminuir la humedad de las tierras excavadas antes de su transporte a su lugar de deposición final (escombreras), y evitar así posibles chorreos y vertidos en los viales por los que deben discurrir los vehículos de transporte, además de reducir el peso del material a transportar al reducir el contenido de agua en el material.

La cal viva se combina químicamente con el agua contenida en los suelos generando una reacción exotérmica. El calor generado por esta reacción contribuye a secar los suelos mojados, incluso si los suelos no contienen fracciones arcillosas significativas. Cuando las arcillas están presentes, la reacción química de la cal con las arcillas, seca aún más los suelos. El efecto neto es que el secado ocurre rápidamente, dentro de un lapso de horas, permitiendo compactar el suelo mucho más rápidamente que si se esperara que el suelo se secara por la evaporación natural. Los porcentajes de cal viva empleados habitualmente para estos fines son del orden del 1 al 4%, en función del contenido de humedad de los suelos.

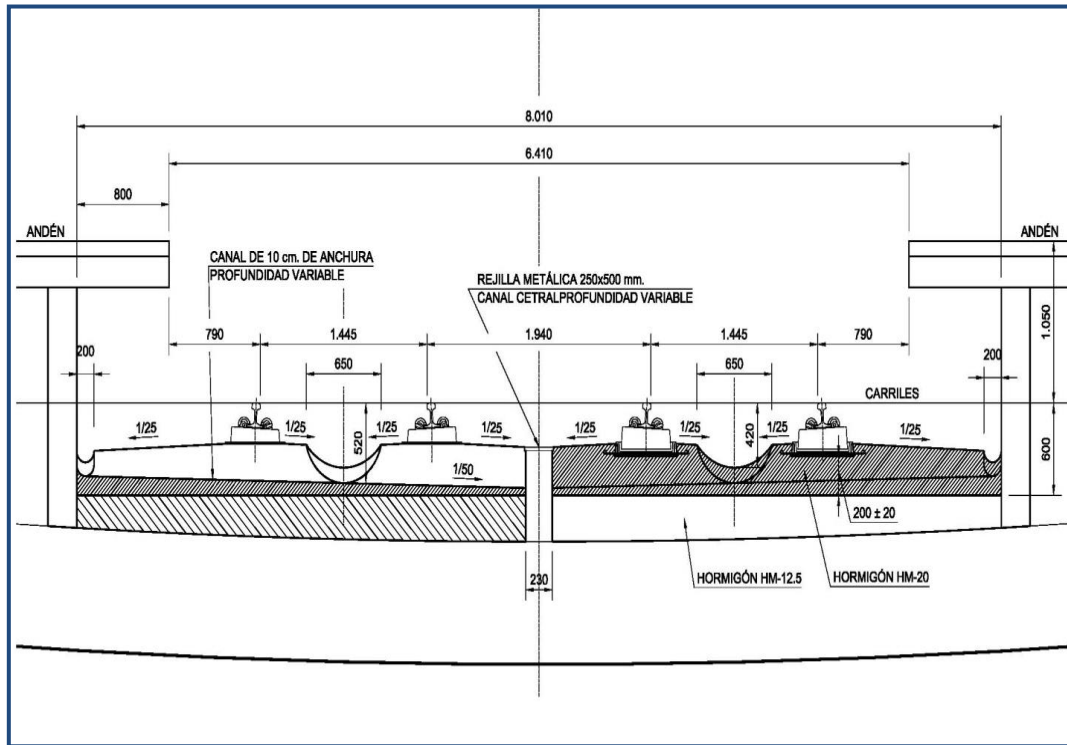
Los trabajadores que manipulan la cal viva deben ser entrenados y utilizar el equipo protector apropiado. El terreno tratado con cal viva queda inertizado, pudiendo ser depositado en la escombrera sin ningún problema adicional desde el punto de vista medioambiental.

**3.7.1.5 Superestructura**

La tipología de vía que se adoptará es la de vía de ancho internacional ( $s= 1435$  mm), en placa con tacos prefabricados de hormigón, embebidos en elastómero y que se compone de los siguientes elementos:

- **Carril UIC 54 E1.**
- **Sistema de sujeción.**
- **Taco elástico de hormigón:** está formado por:
  - Un dado de hormigón armado que soporta directamente el carril y sujeto a él por el sistema de sujeción. Este dado descansa sobre un elastómero y una bandeja de hormigón, que queda sumergida en el hormigón de la losa.
  - Losa de hormigón en masa, HM-20, con un espesor bajo  $20\pm 2$  cm, sobre una superficie de hormigón de limpieza con resistencia mínima de 15 Mpa.
- **Elastómero:** confiere al conjunto las propiedades amortiguadoras e incrementa las propiedades elásticas.

**Ilustración 3-11** Sección tipo de vía



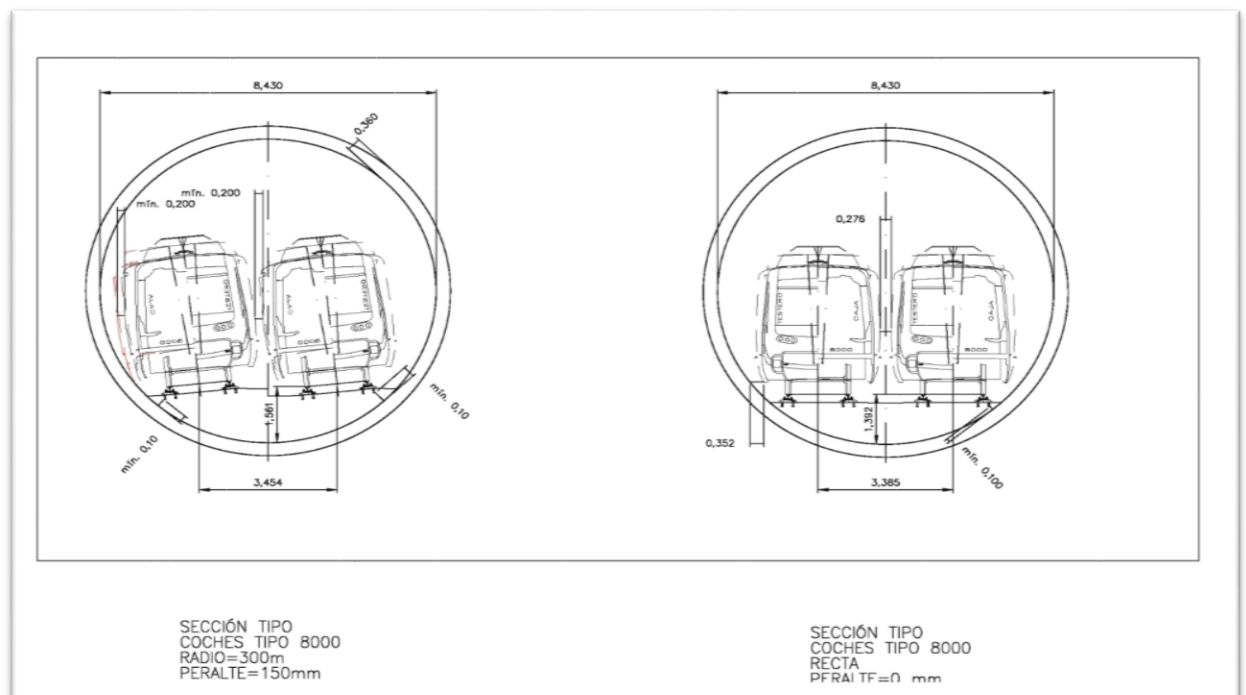
**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

El procedimiento general de construcción consiste en:

1. Limpieza de la contrabóveda del túnel con agua presión o medios mecánicos.
2. Disposición de manta elástica en caso necesario.
3. Hormigonado previo de la solera de forma que su nivelación deje un espesor a hormigonar bajo los tacos de  $20 \pm 2$  cm.
4. Descarga de carriles: se descargarán en los laterales de la solera con barras entre 18 y 36 m en el exterior de las áreas que ocuparán los tacos.
5. Replanteo de la vía: se realizará mediante el piqueteado de vía situados 50 cm sobre la rasante teórica de la vía, en ambas vías.
6. Descarga de tacos en sus posiciones aproximadas.
7. Montaje de carril: una vez tendidos los tacos se colocará el carril sobre la placa de asiento y se pasan los clips de sujeción.
8. Posicionamiento de la vía: se realizan las operaciones de levante, alineación, nivelación y comprobación de la vía.
9. Comprobaciones previas al hormigonado.

10. Riego de la solera: se debe humedecer la solera.
11. Hormigonado de bateo: se montan en primer lugar los encofrados verticales de los canales de drenaje necesarios, posteriormente se realiza el hormigonado con hormigón tipo HM-20/P/20, que será vibrado para que pase bajo los tacos. Tras el vibrado la superficie superior debe nivelarse con las pendientes establecidas
12. Recuperación de dispositivos de posicionamientos de vía: se realiza 24 horas después del hormigonado.
13. Soldaduras: consiste en desembridado, corte de carril, dejando la cala reglamentaria, instalación del crisol, colocación de mordazas para mantener la cala, desabrochado, calzado y acodalado de la vía, colocación de aparato de precalentamiento y crisol, levante de moldes, desbaste de soldadura, retirada de las mordazas y reconstrucción del perfil con esmeriladora y abrochado de la vía.

**Ilustración 3-12** Sección tuneladora



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

### 3.7.1.6 Construcción de la estación

El trazado de la variante de 2.6 km comprende la estación Quitumbe que al igual que todas las estaciones se ha diseñado con una longitud de andén útil de 115 m, que permiten la operación mediante composiciones de trenes de 6 coches. Tanto las estaciones como las reservas se sitúan sobre el trazado en tramos horizontales y sobre alineaciones rectas.

Desde el punto de vista geométrico y de organización de los volúmenes, son varios los criterios adoptados para el conjunto de las estaciones diseñadas. A los conceptos claros de sencillez y funcionalidad se añade el de la continuidad espacial. Los andenes y el vestíbulo están

comunicados visualmente, lo que facilita en gran medida la comprensión y las posibilidades de orientación de los viajeros. Los amplios espacios abiertos tratan de hacer amable el tránsito por la estación. Se propone como solución contrapuesta a los largos pasillos o cañones abovedados que tradicionalmente se han construido en las estaciones de metro de todo el mundo, para huir de sus efectos negativos.

La mayoría de las estaciones propuestas se organizan en torno a un espacio vacío central, que se genera entre el vestíbulo y los andenes. La apertura de este espacio, permite la visión simultánea de las distintas circulaciones de conexión, lo que facilita su comprensión. Estos espacios multinivel disponen de una gran riqueza espacial, debido a la confluencia de escaleras y losas en torno al espacio vacío. Las dimensiones previstas contribuyen a la luminosidad de todos los ámbitos, que será potenciada por la correcta elección de los materiales de revestimiento y por la iluminación.

Los distintos tipos de estaciones garantizan la accesibilidad universal mediante la instalación de ascensores que llegan a todos los niveles y la posibilidad de adaptación de todos los recorridos a los usuarios con distintos tipos de discapacidad.

Se propone la utilización de materiales sencillos aunque de gran calidad, que aportan una estética funcional y garantizan una mayor durabilidad, facilidad de mantenimiento y protección frente a las agresiones vandálicas.

El diseño de la estación Quitumbe responde a las premisas de poca anchura y baja profundidad de trazado. La accesibilidad no es el único criterio de ubicación. Las estaciones no son construcciones aisladas, son parte esencial de un sistema de transporte coherente, con sus reglas de trazado y servidumbres técnicas y de operación. Por tanto, no deben, no pueden ser dispuestas en la ciudad atendiendo exclusivamente a un criterio de cercanía peatonal. Al menos pueden considerarse otros cuatro criterios, si cabe, de igual importancia:

1. El funcionamiento de la línea debe ser eficaz y rápido. Las estaciones muy cercanas disminuyen notablemente la velocidad comercial. Los parámetros de trazado, tanto en planta como alzado condicionarán enormemente la velocidad de circulación de los trenes, su vida útil y el consumo energético necesario para moverlos, es decir, el trazado marca de forma rotunda la eficacia del sistema.
2. Las estaciones y el túnel deben poder ser construidos sin riesgos y con el esfuerzo económico y constructivo adecuado al beneficio social obtenido.
3. La profundidad de las estaciones debe ser la menor posible (de forma razonable) En el equilibrio entre la profundidad de la estación y la ejecución racional del túnel reside el éxito de la empresa. Por supuesto, las estaciones estarán siempre en recta y en horizontal.
4. En las estaciones en general, y en particular en aquellas en las que se van a producir intercambios con otros modos de transporte, el diseño y concepción de los espacios interiores, debe permitir el tránsito seguro, rápido, cómodo y natural de los viajeros. La adecuada integración espacial y funcional mejorará notablemente la utilización del sistema.

#### 3.7.1.6.1 Seguridad funcional

Uno de los aspectos o condicionantes de diseño que tiene más impacto y repercusión económica en la concepción de una línea de Metro, es la seguridad de las personas frente a posibles

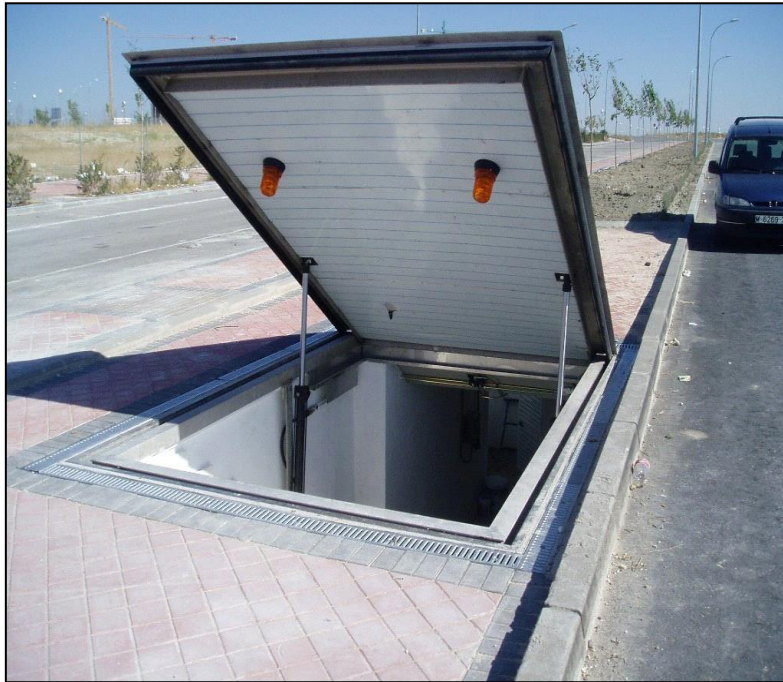
incendios que puedan producirse. Es absolutamente fundamental asegurar que la evacuación pueda realizarse tanto en las estaciones como en los túneles.

Las estaciones subterráneas de un ferrocarril metropolitano no deben ser analizadas a efectos de seguridad y evacuación como si fueran edificios sobre rasante. Las estaciones junto con el túnel forman un sistema que debe ser analizado en su conjunto. La estrategia debe estar basada, tanto para el túnel como para las estaciones en los siguientes conceptos:

- Concepción y diseño de los espacios de tránsito de forma que siempre haya alternativa de salida.
- Uso de materiales difícilmente combustibles o incombustibles, con baja o nula emisión de humos.
- Diseño, disposición y configuración de los elementos de evacuación en túneles y pasillos o escaleras de emergencia que no puedan ser invadidos por humo durante el tiempo de evacuación.
- Disposición de sistemas de iluminación con alimentaciones redundantes, utilizando como apoyo último, iluminaciones pasivas basadas en materiales fotoluminiscentes.
- Concepción de las estaciones como recintos de gran volumen en los que el humo no pueda colmatar toda la estación antes de que se produzca la evacuación.
- No establecer protocolos de emergencia que supongan de forma ineludible el cambio, telemandado y en tiempo real, mientras se está produciendo el evento, de los sentidos de las ventilaciones.
- Asumir que, en general, dado el número de personas a evacuar, la profundidad y situación en la que puedan encontrarse en el espacio subterráneo, así como la velocidad a la que se producen los eventos, la evacuación deberá ser en la mayoría de las ocasiones autoevacuación. La actuación de los servicios de emergencia debe ser evaluada como un refuerzo más de la estrategia de evacuación.

**Fotografía 3-1** Salida de emergencia en un tramo de túnel





*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

Se proponen, por tanto, las siguientes decisiones:

- En todas las estaciones que no cuenten con doble vestíbulo deberán disponerse salidas de emergencia a nivel de andén con recorrido independiente y desembarco en espacio seguro en la superficie.
- Se dispondrán salidas de emergencia en túnel cuando las distancias entre estaciones superen los 1.000 m. Su disposición será la necesaria para que ningún recorrido de evacuación en túnel, supere los 500 m, si no puede asegurarse razonablemente la inexistencia de humos en el túnel. Si se considera que al menos durante 500 m del recorrido no hay humo, se podrán alcanzar los 1000 m de recorrido de evacuación.
- La profundidad de las estaciones deberá ser siempre la mínima que las condiciones constructivas, funcionales y estructurales permitan.
- La distancia mínima entre los pozos de extracción de aire del túnel y las salidas de evacuación será de 200 m. Debe asegurarse, de forma razonable, que no hay humo en el punto de evacuación previsto.

**Fotografía 3-2** Salida de emergencia en un tramo de túnel

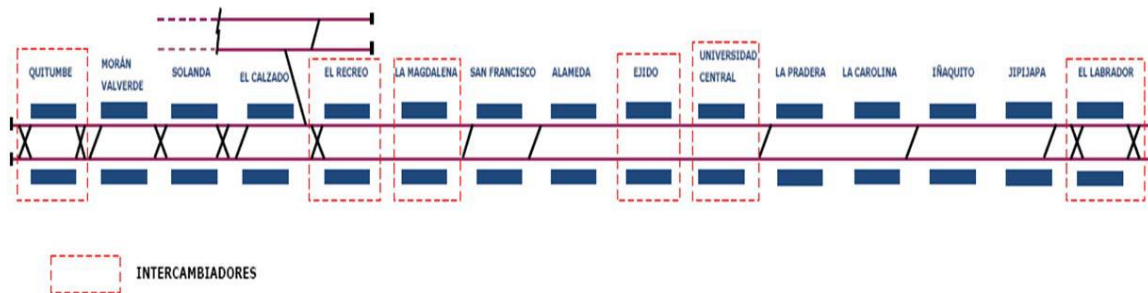


*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

### 3.7.1.6.2 Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones

Se ubicarán en tramos con trazado en planta en recta y en alzado en pendiente constante. Los aparatos de vía, bretell y diagonales, se instalarán a la entrada y/o salida de las estaciones según el esquema adjunto:

*Ilustración 3-13 Esquema de ubicación aparatos de vía en estaciones*



*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

Las diagonales previstas hacen posible que en el caso de corte parcial del servicio en la línea, pueda llegarse a las estaciones de intercambio.

*Tabla 3-4: Resumen diagonales y bretelle definidos*

ESTACIÓN	ENTRADA	SALIDA
Quitumbe	Bretelle	Bretelle

*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

**Fotografía 3-3** Imagen de una bretelle



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013.

#### 3.7.1.6.3 Materiales de construcción

El aprovisionamiento de los materiales para el proyecto se realizará mediante la contratación de proveedores que evidencien regularización ambiental con la autoridad local, aspecto que será objeto de una cláusula contractual específica.

#### 3.7.1.7 Sistema de Cut and Cover

Las estaciones se construirán por el sistema de Cut-and-Cover desde superficie. Esto exige disponer de espacio suficiente en la calle, pero a cambio se tiene una mayor seguridad durante la ejecución de las obras, y a igualdad de tamaño de estación, será más económica que la creación de una caverna subterránea. Además, el espacio resultante permitirá una más sencilla distribución arquitectónica de la estación y mayor espacio para la implantación de instalaciones.

- Longitud mínima andenes: 115 m
- En planta se han ubicado en tramos en recta
- Alzado: en tramos con pendiente horizontal constante.

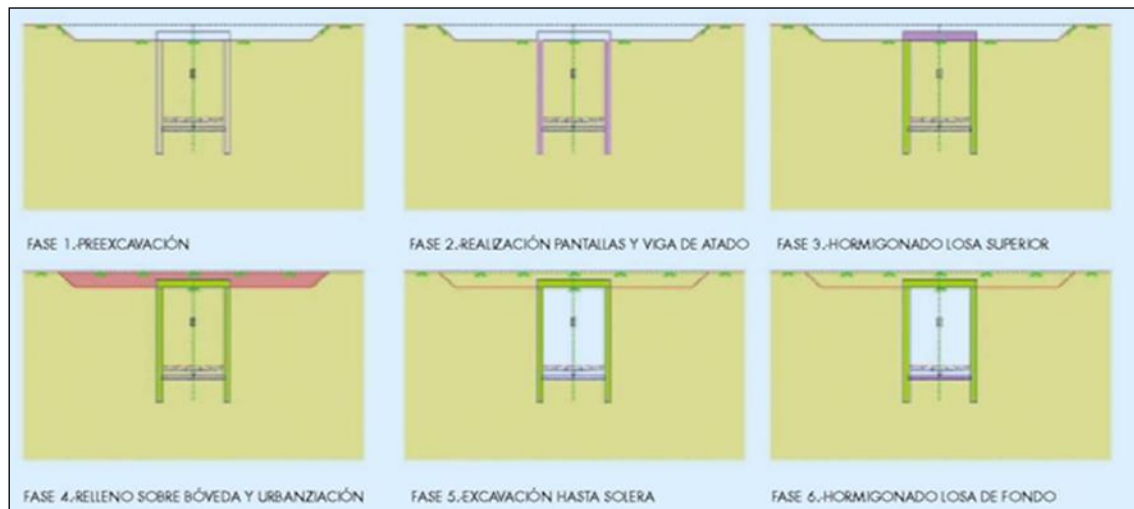
El sistema Cut and Cover es relativamente sencillo. El sistema admite múltiples variantes, en función de la tipología de la losa superior, el momento de reposición del uso preexistente en superficie, la necesidad de ejecutar losas o apuntalamientos intermedios, etc.

La ejecución consta de las siguientes fases tal y como se esquematiza en la Ilustración 49:

- Ejecución de muros laterales
- Excavación entre muros hasta cota de losa superior y ejecución de la misma

- Reposición de uso en superficie y excavación bajo losa
- Ejecución de contra bóveda

*Ilustración 3-14 Fases de ejecución del túnel por el método Cut and Cover*



**Fuente:** EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013

#### 3.7.1.7.1 Construcción de muros pantallas

Se trata de la ejecución convencional de pantallas, con las operaciones previas de muro guía para excavación de las pantallas, excavación con o sin fluido estabilizante (lodos o polímeros), colocación de armadura y hormigonado. Las pantallas suelen ser de 0,60 m a 1,20 m de espesor y las profundidades normalmente varían entre los 10 y 30 m.

#### 3.7.1.7.2 Excavación entre pantallas

Se excava el terreno hasta el nivel de bóveda o losa superior, disponiendo codales provisionales en caso necesario. Dependiendo del espesor de rellenos a disponer, se dispondrá una losa plana o una bóveda propiamente dicha.

#### 3.7.1.7.3 Construcción de la bóveda y relleno

La fase se inicia picando la pantalla para empotrar la bóveda o losa plana en ella. La bóveda puede construirse sobre el propio terreno (dando a la excavación la forma adecuada) o bien mediante un encofrado que se apoya en el terreno, lo que requiere que la excavación sea algo mayor.

Una vez construida la bóveda e impermeabilizada, se rellena sobre la misma, y se restituye la superficie a su estado original. Este relleno ejerce un acodamiento sobre las pantallas, similar a la de los codales, lo que permite seguir ejecutando la estructura.

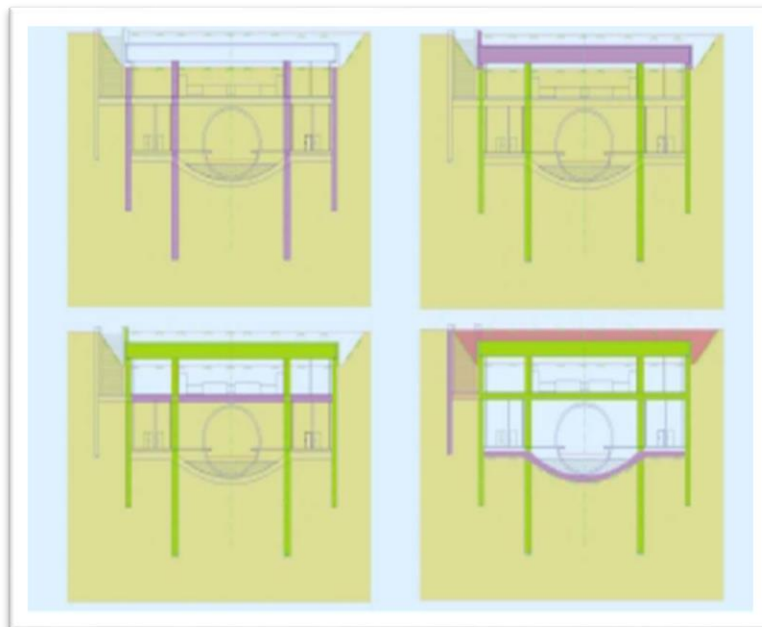
#### 3.7.1.7.4 Excavación bajo cubierta y realización de contrabóveda

La excavación de la sección del túnel se realiza al amparo de la bóveda o losa, desde el propio túnel, lo que obliga a extraer las tierras mediante una rampa o pozo. Se excava hasta el nivel de contrabóveda y se ejecuta esta, empotrándola a las pantallas.

Aunque es poco habitual, en ocasiones (carga de agua importante) debe colocarse un nivel de arriostamiento entre la bóveda y contrabóveda, que dificulta las condiciones de trabajo y debe ser retirado una vez ejecutada la contrabóveda.

En el caso de las estaciones, el procedimiento constructivo es idéntico, aunque con alguna particularidad.

*Ilustración 3-15 Fases de ejecución de una estación mediante Cut And Cover*



**Fuente:** *ESIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

En las estaciones, para dar cabida a andenes y cuartos, es necesaria una luz mayor. Esto conlleva la necesidad de apoyos intermedios para las losas, generalmente en forma de pilas-pilote.

La losa superior puede ser hormigonada in situ o de vigas prefabricadas.

Es necesario crear un nivel intermedio (nivel de vestíbulo) en el que se sitúan los elementos de adquisición y cancelación de billetes. Esto implica la inserción de una losa intermedia entre losa superior y contrabóveda.

Esta losa intermedia puede hacerse apoyada en el terreno (conectándose a las pilas-pilote), con cimbra apoyada en la contrabóveda, o colgada de la losa superior (postensada).

#### 3.7.1.7.4.1 Actividades Principales

Entre las principales actividades previas a la construcción de las estaciones se mencionan las siguientes:

**1. Remoción de vegetación**

2. Se deberá remover la vegetación existente que comprende áreas donde exista cobertura vegetal como césped o árboles. **Retiro y reubicación de infraestructura de servicios públicos**

Para la construcción de las estaciones se requerirá la reubicación temporal de los sistemas públicos de energía, comunicaciones, aguas servidas y agua potable.

En adición, se debe remover la capa asfáltico-concreta existente en los sitios definidos. Este material será llevado a los sitios de disposición definidos.

Culminada la construcción de la estación se hará un relleno y se construirán carriles nuevos, de manera tal que quede habilitada nuevamente la vía.

**3. Excavación y relleno**

Cada estación subterránea conllevará la extracción, de un estimado de 244.920 m<sup>3</sup> de suelo y una fracción muy pequeña de roca m<sup>3</sup> de roca. Después de culminar la construcción de la estación subterránea se colocará una losa y se rellenará hasta la altura de la calle. El relleno requerido se estima en 23.070. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición que se apruebe, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo.

Una vez se obtengan las dimensiones del diseño, se procederá a nivelar la superficie utilizando para ello maquinaria pesada. El suelo se compactará de acuerdo a lo establecido en los diseños y se rellenarán las áreas de los polígonos de construcción de las infraestructuras, hasta alcanzar igualmente los niveles establecidos en el diseño. El material de relleno podrá provenir de las obras del Metro o bien de empresas locales que surtan estos productos, las cuales deberán contar con los permisos correspondientes.

Durante la estación lluviosa se debe proteger la entrada de agua a las excavaciones de cielo abierto. La afectación por la entrada de agua por escurrimiento se transforma en un retraso en la obra y una alteración del suelo. Para evitarlo, se deben construir muretes alrededor del área de excavación y colocar cárcamos de bombeo para sacar el agua.

**4. Acarreo de materiales, equipos y escombros**

Para la construcción de cada estación se transportarán los materiales requeridos para la obra civil y su equipamiento. La obra civil requiere, entre otros, acero y concreto, tanto para las paredes del cajón, como para la losa. También, se transportará material para la construcción de los accesos (escaleras y elevadores), y andén. Además, dentro del equipamiento están las escaleras eléctricas (cantidad varía según estación), los elevadores, accesos, baños y demás implementos.

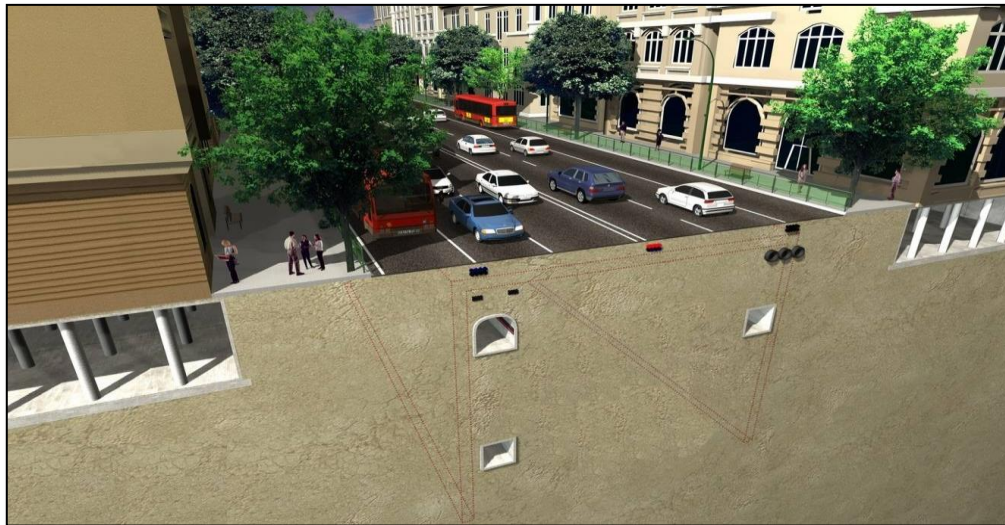
## 5. Movilización del equipo pesado

La construcción de cada estación requerirá la movilización de excavadoras, camiones volquete, retro cavadoras, camiones de concreto, compactadoras y grúas. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado como grúas y equipo de perforación, en un horario en que cree el menor impacto posible. De igual manera, para el desalojo de tierras y la desmovilización de equipos y materiales, se llevará a cabo esta misma coordinación.

La fase constructiva consta de:

- a. Desvíos de servicios: consiste en desviar los servicios que puedan verse afectados por la construcción. Habrá servicios que será inevitable desviar, una vez que la estación no tiene más grados de libertad en su implantación. Algunos de los servicios (líneas eléctricas, agua, etc.) pueden ser protegidos y suspendidos de manera que queden bajo rasante pero sobre la losa de cubierta o, incluso embebidos en ella. En esta fase se pueden prever afectaciones localizadas al tráfico en superficie, veredas, algún carril, cortes de tráfico nocturnos, etc.

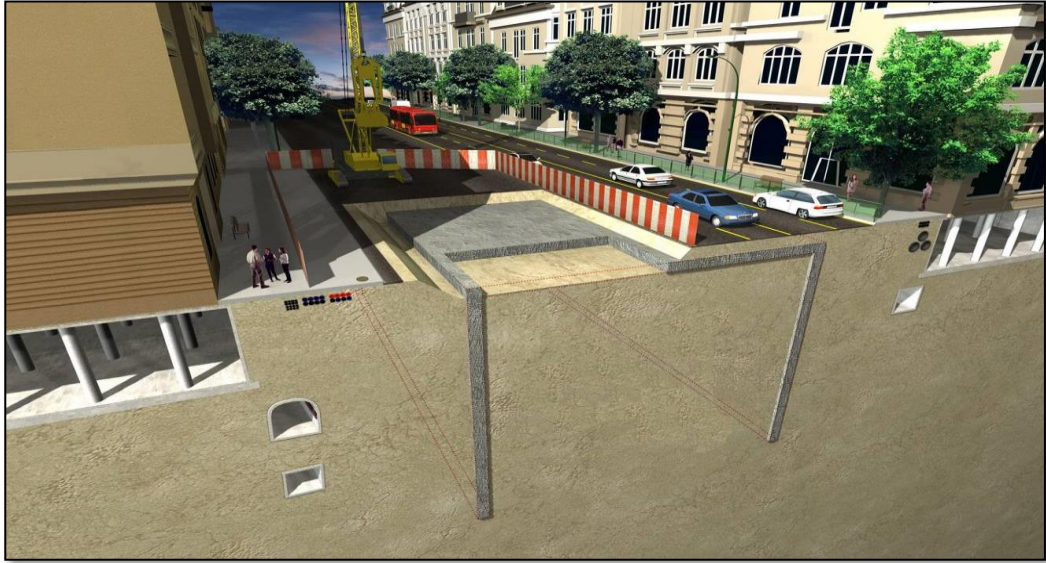
*Ilustración 3-16 Desvió de servicios (I)*



*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

- b. Desvíos de tráfico, ocupación en superficie y construcción de pilotes y losa de cubierta en dos fases: hormigonada la losa de cubierta sobre el terreno y una vez realizada la impermeabilización de la misma se restituye la calzada y se procede a desviar el tráfico liberando la zona ocupada y cerrando al tráfico la otra mitad de la calle. Se procede, de igual forma, a ejecutar la pantalla de sostenimiento de tierras y la semilosa de cubierta que se empalma con la mitad ya ejecutada utilizando conectores para dar continuidad a la armadura.

*Ilustración 3-17 Desvío de tráfico (I Y II)*



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

- c. Excavación bajo losa: finalizada la segunda fase de la cubierta se podrá restituir al tráfico la vía pública salvo la ocupación de la rampa de ataque y algún hueco de apoyo y de la futura ventilación que se disponga y se comenzará la excavación de tierras bajo losa de cubierta.

Las tierras se extraerán a través de su correspondiente rampa de trabajo que irá bajando de cota acompañando a los niveles de excavación de la estación. Si la rampa es muy profunda puede ser necesario apuntalarla en cabeza o disponer, dónde el gálibo lo permita, una losa que limite las deformaciones de los pilotes.

*Ilustración 3-18 Excavación bajo losa (I)*



**Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013**

Se excavará hasta el nivel de vestíbulo y se dispondrán puntales, si se precisaran, y se hormigonará la losa de vestíbulo sobre el terreno. Si la estación se encuentra en el camino crítico del túnel de línea puede optarse por continuar la excavación hasta contrabóveda



para, a continuación, una vez concluida ésta, montar una cimbra que, permitiendo el paso bajo ella los elementos de transporte de la tuneladora, se pueda encofrar y hormigonar la losa de vestíbulo a posteriori.

*Ilustración 3-19 Excavación bajo losa (II y III)*

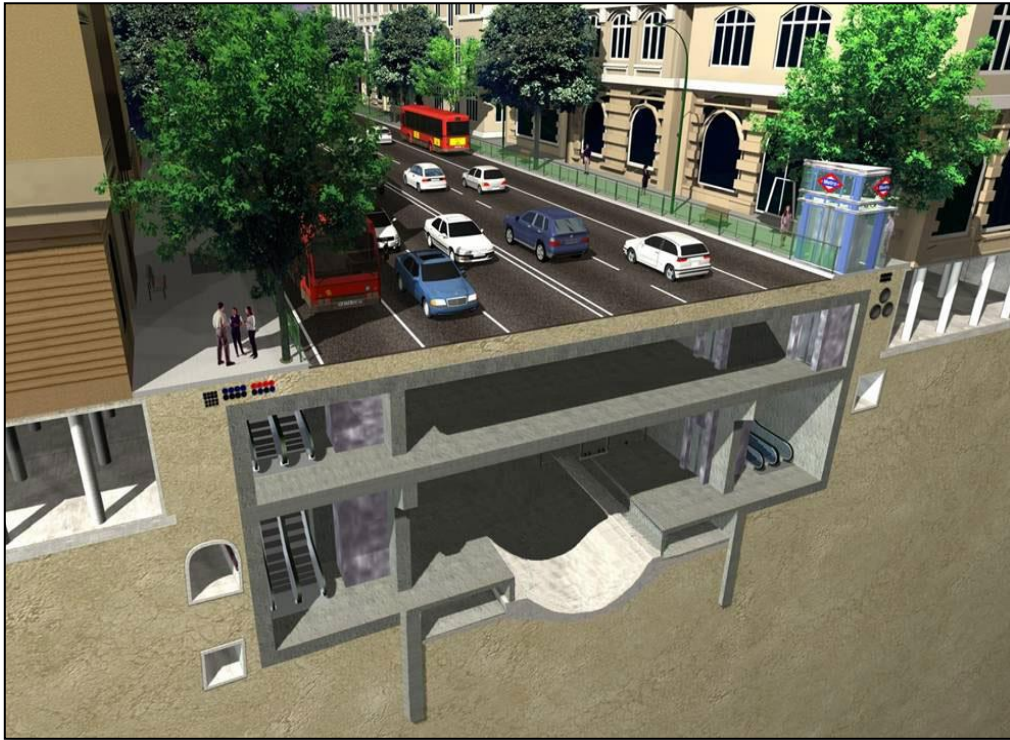


*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

Por lo general, se debe haber hormigonado la losa de vestíbulo con un encofrado sobre el terreno y, una vez que el hormigón ha adquirido la suficiente resistencia, excavar bajo la misma hasta la cota de contrabóveda que se ferrallará y hormigonará para concluir de este modo la fase excavación de la estación. La contrabóveda se dispone con forma semicircular para que pueda permitir, en la situación normal, el paso de la tuneladora.

- d. Andenes y acabados: una vez construida la contrabóveda con las esperas de los andenes se puede proceder a construir los muretes de apoyo y forjados, excepto el borde de andén que se realizará en una fase final.

*Ilustración 3-20 Andenes y acabados (I)*



*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

La tuneladora atravesará la estación sin interferir en los trabajos de acabados. Únicamente debe montarse una estructura metálica de reacción una vez que la máquina llegue arrastrada al extremo de la estación, para poder comenzar a excavar los primeros anillos. La estructura se desmonta una vez se han excavado unos pocos metros de túnel sobre los que la tuneladora puede transmitir el empuje para su avance.

Reforzado el túnel por esta estructura podrán realizarse trabajos en su entorno según las fases antes descritas hasta que, en la época que se estime más conveniente, proceder al corte de la línea durante un breve periodo de tiempo para proceder al desmontaje de la estructura metálica, construcción de la contrabóveda y montaje de vía

*Ilustración 3-21 Andenes y acabados (II)*



*Fuente: EsIA y PMA Primera Línea del Metro de Quito, 2013*

#### **3.7.1.8 Diseño Básico del Sistema de Instalaciones**

A continuación, se describen cada uno de los sistemas que forman parte de las instalaciones ferroviarias. En esta parte quedan definidas las siguientes instalaciones:

1. Señalización ferroviaria
2. Subestaciones eléctricas
3. Distribución de energía
4. Electrificación
5. Sistema de control y venta de títulos
6. Escaleras mecánicas y ascensores
7. Sistema de Protección Contra Incendios
8. Ventilación
9. Comunicaciones y radio telefonía
10. Control de Estaciones
11. Puesto de Control Central

A continuación, se detalla el alcance de los trabajos realizados para cada una de estas instalaciones.

##### **a) Señalización A.T.P. / A.T.O. VIA-TREN Y A.T.S.**

En el proyecto se definen los subsistemas encargados de establecer la seguridad de los itinerarios, localizar los vehículos a lo largo de todo el sistema y garantizar la seguridad de las circulaciones, y todo ello preparado para su monitorización y gestión desde el Puesto de Control Central (P.C.C.)

Teniendo en cuenta las características de crecimiento futuro, se ha dispuesto que la línea deberá explotarse con un sistema de Operación Semiautomática de Tren, tipo GOA2 que incorpore un modo de Operación Automática de Tren (A..T.O.), que realizará las funciones de conducción y parada en estación a partir de la orden de salida establecida por el conductor.

El Proyecto estará desarrollado en base a un sistema probado y en servicio en otras administraciones ferroviarias características similares “de tipo Metro Pesado”, fiable, que incorpore herramientas de ayuda para su correcto mantenimiento, flexible y fácilmente adaptable a futuras ampliaciones de “trenes y estaciones”, así como a la incorporación de nuevas funcionalidades.

#### **b) Subestaciones eléctricas**

Las instalaciones de Subestaciones Eléctricas de Tracción son las encargadas de satisfacer las necesidades de tracción de los distintos sectores eléctricos de la catenaria en la línea y el depósito. El suministro de energía eléctrica ofrecido dispondrá de las adecuadas condiciones de fiabilidad y garantía que son necesarias en un servicio de transporte metropolitano.

La definición y valoración de las obras que han de realizarse para el conjunto de las instalaciones se basa en los siguientes parámetros.

- ✓ Trazado de la línea
- ✓ Sistema de señalización
- ✓ Características del Material Móvil.
- ✓ Condiciones de explotación previstas para los escenarios inicial y final.
- ✓ Tensión de Alimentación de tracción de la línea a 1500 Vcc.
- ✓ Dimensionamiento S-1, es decir, en el caso de que una subestación de tracción quede fuera de servicio, las subestaciones colaterales deberán estar conectadas eléctricamente de forma que el tramo eléctrico afectado siga prestando servicio en condiciones normales de explotación, manteniendo el intervalo de trenes de la línea.
- ✓ Dimensionamiento N-1, es decir, asegurar la continuidad del suministro con los mismos requerimientos, en caso de fallo de una subestación de compañía suministradora, de forma que el tramo eléctrico afectado siga prestando servicio en condiciones normales de explotación, manteniendo el intervalo de trenes de la línea.
- ✓ Subestaciones configuradas en paralelo.
- ✓ Limitación de la caída de tensión en línea según las normas UNE-EN 50163 para la tensión en catenaria y UNE-EN 50122 para la tensión carril-tierra. Resultados del estudio de simulación de los diferentes escenarios, inicial y final, normal y S-1, propuestos para hacer frente a la distribución y ubicación de las Subestaciones Eléctricas.

Atendiendo a las citadas condiciones de diseño, se definen los siguientes criterios de dimensionamiento de las instalaciones:

- ✓ Número de subestaciones y su ubicación a lo largo de la línea.
- ✓ Potencia instalada en las subestaciones.
- ✓ Red de cables de Alta Tensión de interconexión entre subestaciones.
- ✓ Suministro de energía de compañía eléctrica suministradora, para atender los consumos previstos.

Según los estudios de simulación realizados, la solución de alimentación de tracción de la línea y del depósito para los distintos escenarios de explotación, es la siguiente:

- ✓ Escenario inicial de explotación previsto, para 16 trenes MRSSRM:
- ✓ Alimentación de tracción de línea 1 a 1500 Vcc y en paralelo, desde 11 subestaciones ubicadas en:

### c) Depósito de Quitumbe

- ✓ Alimentación de tracción del depósito de Quitumbe a 1500 Vcc, desde la Subestación ubicada en el depósito.
- ✓ Escenario final de explotación previsto, para 27 trenes MRSSRM:
- ✓ Alimentación de tracción de línea 1, a 1500 Vcc y en paralelo, desde 13 subestaciones.

Las actuaciones a realizar son:

- Instalación del equipamiento de las 11 Subestaciones Eléctricas necesarias para el escenario inicial de explotación, para alimentar la Línea 1 y el depósito, con un nivel de tensión de tracción de 1500 Vcc.
- Instalación de la Red de cables de Alta Tensión en 22,8 KV, de interconexión entre Subestaciones Eléctricas.
- Instalación del Sistema de Gestión de Medida de Energía, necesario para implementar la medida de energía de tracción y de servicios auxiliares en la Primera Línea.
- Instalación del Puesto de Control de Energía situado en el Puesto de Control Central, ubicado en el depósito de Quitumbe, para posibilitar el control y telemando de las instalaciones de energía (subestaciones eléctricas de tracción, seccionadores de catenaria y centros de transformación).

### d) Distribución de energía

La arquitectura de la red de energía en Alta Tensión (A.T.) de 22,8 kV (60 Hz) distribuida en línea, con cuatro acometidas de la red de distribución primaria de subestaciones de tracción confiere seguridad en el servicio y facilidad de mantenimiento. El sistema está concebido en n-1, es decir, su funcionamiento no se ve afectado ante la eventual falta de alimentación de uno de los suministros de la red primaria. Las acometidas en A.T. desde las Subestaciones corresponden a una distribución de cargas y distancias apropiadas para una correcta explotación de la línea, en la que las Subestaciones aúnan cargas similares, logrando así el reparto de cargas global.

Las instalaciones de Distribución de Energía son las encargadas de satisfacer las necesidades de alimentación eléctrica en Baja Tensión de los distintos elementos constituyentes de las instalaciones fijas integradas en las estaciones, túneles y depósito de la red metropolitana. Para ello, dichas instalaciones se segmentan en dos grandes áreas, las correspondientes al suministro y transformación en Alta Tensión y a la posterior distribución y recepción de suministro eléctrico en Baja Tensión (B.T.) a los diferentes receptores con tensión de 220/ 127 V (60 Hz).

El sistema de distribución se ha diseñado para optimizar tanto las secciones de los cables utilizados, como el equipamiento dentro de los Centros de Transformación de Estación (CTE) y Centros de Transformación de Ventilación (CTV), debido a las características principales de la línea, su longitud y las tensiones utilizadas.

Una de las soluciones adoptadas y la principal característica del esquema, es la introducción de los CTV, que se utilizan para alimentar los sistemas de ventilación del túnel. La disposición de los CTV en los mismos pozos de ventilación permite alimentarlos con la mínima longitud de cable, utilizando así secciones de cable mucho más pequeñas que si tuviésemos que alimentarlos desde las estaciones.

Se ha previsto telemando de energía en A.T. de los CTE Y CTV desde el Puesto de Control central, lo cual permite la supervisión permanente del sistema y, en caso de falta, la reorganización de las fronteras y su balance de cargas de forma inmediata.

#### **d.1 Centros de Transformación de Estación (CTE):**

Los Centros de Transformación de Estación (CTE) se encuentran situados a nivel de andén. Están divididos en dos zonas claramente diferenciadas: la zona de Alta Tensión y la de Baja Tensión.

En la zona de A.T. se instalan las celdas de distribución, los transformadores de potencia y los cuadros de salida de protección de transformadores en B.T. La tensión de servicio en Baja Tensión se encuentra asegurada a través de dos transformadores, uno reserva del otro, que permiten tanto un fallo ocasional de uno de ellos como el mantenimiento y su sustitución sin afectar al servicio de explotación de la red de Metro.

En la zona de B.T. se encuentran los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT). Se instala un Cuadro General de Baja Tensión en cada estación alimentado desde dos transformadores gracias a una conmutación automática que permite, in intervención del hombre, conmutar la carga del transformador, en el caso de fallo de uno de ellos, manteniendo la continuidad del servicio.

#### **d.2 Centros de Transformación de túnel (CTV)**

Los Centros de Transformación de Túnel o también llamados Centros de Transformación de Ventilación toman este nombre dado que son los encargados de alimentar fundamentalmente el sistema de ventilación de túnel. La Primera Línea del Metro de Quito dispone de un total de catorce centros de transformación de ventilación, emplazados en cuartos adosados al hastial del túnel, que recogen el conjunto de las instalaciones de A.T. y B.T.

#### **d.3 Distribución de energía en depósito de Quitumbe**

El CT del Depósito de Quitumbe está formado por tres transformadores de 1000 KVA cada uno, dónde dos de ellos estarán trabajando en paralelo y el tercero se encuentra en reserva.

Una vez realizada la transformación A.T. (22,8 kV) / B.T. (I+N/127 y III / 220V), se direcciona a un cuarto independiente denominado Cuarto de Baja Tensión, desde dónde se realiza la distribución eléctrica en Baja Tensión a los subcuadros eléctricos propios de cada instalación especializada.

#### **e) Electrificación**

Se entiende por Sistema de Electrificación al conjunto de cables conductores y elementos de soporte que proporcionan al tren la energía eléctrica necesaria para la tracción. Sus límites son el punto de alimentación en la subestación y el punto de contacto con el pantógrafo. Se entiende por Línea Aérea el hilo de contacto y los elementos necesarios para su suspensión. Podemos decir que la Línea Aérea es, por tanto, el subsistema necesario para que el pantógrafo del tren capte la intensidad que demanda del hilo de contacto. Asimismo, llamamos subsistema de alimentación a la línea de transporte que alimenta la línea aérea desde las salidas de feeder de las subestaciones y a los seccionadores que permiten su configuración según las necesidades de la explotación.

El sistema de alimentación se define de manera conjunta para la Primera Línea del Metro de Quito y para el depósito de Quitumbe. En cuanto a la Línea Aérea se ha proyectado un sistema de catenaria rígida en toda la Primera Línea del Metro de Quito ya que permite una calidad de captación de corriente suficiente a las velocidades máximas de circulación previstas y presenta pocos requerimientos de mantenimiento. Para el depósito de Quitumbe se ha proyectado una línea aérea tipo hilo tranviario para la playa de vías y tipo catenaria rígida para la vía de pruebas.

Se define una solución para la Primera Línea del metro de Quito basada en catenaria rígida PAC MM-04.

Para el Depósito de Quitumbe la solución definida se basa en hilo tranviario. En esta solución se utilizan elementos recogidos en normas internacionales, elementos comerciales y soluciones a medida de fácil fabricación.

Los alcances principales recogidos en el proyecto son:

- Suministro, instalación y puesta en servicio de línea aérea de contacto para 1500 Vcc tipo catenaria rígido perfil PAC MM-04 para 2.6 kilómetros de vía doble y 1 estación, incluyendo estructuras de soporte en las distintas secciones de túnel, estaciones y viaducto, aisladores de suspensión, perfil de aluminio, hilo de contacto y alimentaciones de puenteo entre tramos.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 22 seccionadores de apertura en carga para la sectorización de la Primera Línea del Metro de Quito.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de cables de feeder positivo y negativo para transportar la energía desde 11 subestaciones a la línea aérea.

#### **f) Escaleras mecánicas y ascensores**

Las instalaciones a proyectar son las siguientes:

- ✓ Instalación de ascensores de 1000 kg – 13 personas ó 630 kg – 8 personas (clase I), en función de la estimación del uso de la estación, que comunican los accesos, a nivel de calle con los vestíbulos y/o andenes de las estaciones que forman parte del alcance del proyecto. Con el siguiente criterio de implantación:
- ✓ Obras auxiliares a realizar en fosos y huecos de ascensor.
- ✓ Instalación de las escaleras mecánicas que comunican los accesos, a nivel de calle con los vestíbulos y/o andenes de las estaciones que forman parte del alcance del proyecto. El criterio de diseño será el de una escalera mecánica por desnivel a salvar.
- ✓ Obras auxiliares a realizar en cuartos de ubicación de equipos de control y fosos realojamiento de escaleras mecánicas.
- ✓ Instalación de canalizaciones para la detección y extinción de incendios a lo largo del interior de las escaleras mecánicas.
- ✓ Acometidas.

#### **g) Sistema de Protección Contra Incendios**

Los objetivos que cumplen las instalaciones de protección contra incendios (PCI), son los siguientes:

- ✓ Detectar los incendios en una fase incipiente al objeto de poder hacer frente al incendio cuando éste no ha alcanzado gran magnitud, y resulta fácil controlarlo. Asimismo, disponer de los elementos básicos para poder transmitir alarmas y para avisar de las mismas.
- ✓ Extinguir los incendios en función de la magnitud y tipología del incendio.
- ✓ Crear las instalaciones básicas de apoyo para la intervención de bomberos.
- ✓ Señalizar las salidas y rutas de evacuación, así como los medios de extinción.

La instalación de Protección Contra Incendios se implantará en la totalidad de estaciones (15) y los correspondientes túneles de interestación. Por otra parte, se dotará con sistemas de PCI el depósito de Quitumbe, que incluye la nave de mantenimiento, talleres, almacenes, oficinas y puesto de mando.

#### **h) Ventilación**

Se engloban las siguientes instalaciones:

- ✓ Ventilación de túneles y estaciones
- ✓ Presurización de salidas de emergencia en túneles
- ✓ Climatización del auditorio de la estación de San Francisco

#### **h.1. Ventilación de túneles y estaciones**

Dimensionado de los equipos de ventilación

De acuerdo a los cálculos realizados y atendiendo a criterios de uniformidad se han seleccionado los equipos de ventilación que se indican a continuación. Dichos equipos cumplirán los requerimientos establecidos en los restantes documentos que conforman el Proyecto y en especial en el Pliego de Condiciones.

##### **A1) Ventilación de túneles cerrados**

- ✓ Equipamiento instalado en pozo interestación (en todos los pozos):
  - 2 Ventiladores axiales Ø 1800 mm de 2 velocidades: 180000 / 240000 m<sup>3</sup>/h – 480/ 608 Pa – 27/63 kW. Clase térmica 200 °C / 2 h. Ejecución autoportante con cono difusor acústico.
  - 2 Inclínadores (compuertas circulares motorizadas).
  - 2 Silenciadores disipativas de bafles paralelos, en lado exterior.
- ✓ Equipamiento instalado en bóveda de túnel
  - Ventiladores auxiliares de chorro (JET), clase térmica 200 °C / 2h. Incorporarán silenciadores circulares con núcleo.
  - Características de empuje y potencia.

##### **A2) Ventilación de túneles semiabiertos**

- ✓ Equipamiento instalado en ensanchamiento de túnel:
  - Ventiladores principales de chorro (JET). Clase térmica 200 °C / 2h. Incorporarán silenciadores circulares con núcleo.
  - Características de empuje y potencia.

##### **B) Ventilación estaciones**

- ✓ Equipamiento instalado en sala / salas de estación (en todas las estaciones):
  - 2 Ventiladores axiales Ø 1400 mm de 2 velocidades 45000 / 90000 m<sup>3</sup>/ h – 87/341 Pa – 2,3/18,5 kW.
  - 2 Silenciadores disipativos de bafles paralelos, en lado interior.
  - 2 Silenciadores disipativos de bafles paralelos, en lado exterior.

#### **PRESURIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA EN TÚNELES**

Características generales de la presurización en Salidas de Emergencia



Las salidas de emergencia disponen de una galería de entronque con el túnel o estación. En esta galería se construye un vestíbulo de independencia formado por puertas cortafuegos. El-120 al objeto de compartimentar la zona de potencial riesgo de incendio (túnel o estación) con la escalera ascendente de evacuación. Al objeto de asegurar que el humo derivado de un incendio no pueda entrar en la salida de emergencia se dotará al vestíbulo de independencia de un sistema de presurización.

El sistema de presurización estará formado por equipos de ventilación que captarán el aire limpio (preferentemente de manera directa desde el exterior) a través de conductos convencionales o específicos creados al efecto en huecos de la construcción y lo impulsarán al interior del vestíbulo de aislamiento a través de conductos que terminarán en una compuerta de regulación, compuerta cortafuegos y rejilla decorativa. Por otra parte existirá una compuerta de sobrepresión para limitar la presión en el interior del recinto y lanzar el caudal residual a la zona de escaleras con lo que se conseguirá ventilar y crear una ligera presión positiva en este volumen.

#### **i) Comunicaciones y Radio Telefonía**

Dentro del alcance del estudio del EIA 2013 se incluyó los siguientes sistemas que serán los mismos a ser empleados por en el tramo de la Variante Quitumbe por esta razón no se presenta el detalle de los mismos.

- Red de Comunicaciones
- Red Ethernet de Estación
- Sistema de Telefonía y Telefonía de Explotación
- Sistema de Radiotelefonía de Explotación
- Sistema de Radiotelefonía TETRA
- Sistema de Teleindicadores

##### Red de Comunicaciones

La Red de Comunicaciones proporciona la infraestructura básica necesaria para la interconexión de los diferentes elementos y, evidentemente, su fiabilidad tienen una implicación directa en la disponibilidad del resto de los sistemas, por ello el criterio básico de diseño para la red de comunicaciones ha de ser la fiabilidad y garantía de disponibilidad.

##### Red Ethernet de Estación

A lo largo de toda la estación, se instalarán diferentes elementos que necesiten comunicarse entre sí, o acceder al Puesto de Control Central, la interconexión de estos elementos se realizará a través del protocolo TCP/IP, empleando la Red Ethernet de Estación.

La Red Ethernet de Estación incluye:

- Nodos de Acceso a instalar en los diferentes cuartos técnicos.
- Cableados de Fibra Óptica necesarios.
- Cableados de par trenzado (cableado estructurado).

### Sistema de Telefonía y Telefonía de Explotación

El Sistema de Telefonía propuesto es una integración de soluciones estándar de Telefonía IP con aplicaciones específicas para la implementación de los Sistemas de Telefonía de Explotación.

La Solución de Telefonía propuesta permite implementar un sistema de telefonía basado en tecnologías de voz sobre IP con todas las características de una red de PABX clásicas de gama alta.

El sistema se basa en el empleo de un servidor central, o Centralita IP, que proporciona las facilidades de conmutación de llamadas y servicios avanzados (servicios Centrex), es decir, todas las capacidades de una PABX habitual, pero con las ventajas de las soluciones de VoIP.

### Sistema de Radiotelefonía TETRA

El Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital cumplirá en su totalidad con el Estándar TETRA permitiendo la transmisión de voz y datos en las distintas modalidades previstas por dicho estándar (mensajes de estado, datos cortos, y datos en modo paquetes). Asimismo, el Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital TETRA a implantar deberá ser totalmente compatible con el Sistema de Radiotelefonía TETRA a instalar en los Trenes de Metro de Quito.

El Sistema de Radiotelefonía TETRA hará uso de las infraestructuras radiantes a instalar en la línea (túneles y estaciones).

### Sistema de Información al Viajero

El Sistema de Información al Viajero permitirá la gestión y presentación de la información en los diferentes paneles teleindicadores de las estaciones, permitiendo una actualización en tiempo real de las informaciones de todos ellos.

La gestión del Sistema de Información al Viajero se realiza desde el puesto de Control Central, y cuenta con equipamiento distribuido a lo largo de las estaciones.

#### **j) Control de Estaciones**

De igual manera el EIA 2013 describió las siguientes instalaciones que formarán parte de cada una de las estaciones:

- Sistema de control de estaciones (SCE)
- Sistema de cancelas
- Sistema de comunicación asociado al Control de Estación
  - Sistema TVCC
  - Sistema de Megafonía
  - Sistema de Interfonía
- Sistemas de control de accesos y anti-intrusión
- Equipamiento de cuartos técnicos

- Sistema de alimentación eléctrica y equipamiento auxiliar
- Sistema de seguridad perimetral del Depósito de Quitumbe

#### Sistema de Control de Estaciones (SCE)

El Sistema de Control de Estaciones (SCE) integra la supervisión y mando de un conjunto de instalaciones, quedando el control de la estación centralizado a nivel de vestíbulo en el cuarto destinado a la venta manual de títulos de transporte (Taquilla), denominado Puesto de Control Local (PCL).

Las instalaciones sobre las que, en principio, se hacen tareas de control, telemando y supervisión son las siguientes:

- Escaleras mecánicas
- Ascensores
- Ventilación
- Cancelas
- Equipos de bombeo
- Energía:
  - Alumbrado de túnel
  - Alumbrado de estación
- Salidas de Emergencia
- Zonas de presurización de las salidas de emergencia de túnel

A la vez realizará las funciones de presentación y correlación de actuación con otros sistemas, fundamentalmente: TVCC, Megafonía e Interfonía.

El sistema SCE dispondrá de un interfaz gráfico que permitirá el acceso a los sistemas inteligentes de la propia estación a partir de una única aplicación basada en un plano detallado de la estación que represente los andenes, vestíbulos, escaleras, cuartos, etc.

Los subsistemas sobre los que puedan realizar acciones dispondrán de un interfaz de usuario desde el cual realizarlas.

#### Sistema de Cancelas

Este sistema consiste en la instalación de puertas cancelas automatizadas en las nuevas bocas de acceso para impedir el paso a las estaciones en los períodos de tiempo nocturno en que no existe servicio.

Dispondrán de un autómatas que permita realizar maniobras sobre éstas de forma autónoma, así como el control de todas sus señales de estado. Deben permitir además realizar arranques y

paradas automáticos de apertura y cierre de servicio en función de un horario anual integrado en el propio autómatas.

#### Sistema de T.V.C.C.

El sistema de televisión en circuito cerrado (TVCC) permitirá la vigilancia centralizada de todos los andenes, escaleras mecánicas, ascensores, vestíbulos, PCL (taquillas), pasillos de una estación, cancelas y, eventualmente, sacos de fin de línea.

El sistema de TVCC constará de los siguientes componentes principales:

- Cámaras analógicas/Digitales
- Red de cable coaxial/red de cable UTP
- Sistema de Centralización de Video
- Equipo de gestión de visualización

#### Sistema de Megafonía

El sistema de megafonía permitirá la sonorización de la estación, pudiendo seleccionar una, varias o todas las zonas que se mencionan a continuación:

- Cada andén de la estación
- Cada uno de los vestíbulos
- Cada una de las escaleras
- Cada una de las zonas de pasillos de cierta longitud.

#### Sistema de Interfonía

El sistema de interfonía permite tanto a los agentes de Metro, como a los viajeros, establecer de modo sencillo y rápido comunicación telefónica con el agente que tenga bajo su control (local o remoto) las instalaciones de la estación y ante la imposibilidad de establecer esta llamada, comunicación con el Puesto de Mando Central.

Esta comunicación se realiza desde ciertos puestos, estratégicamente distribuidos en la estación, incluidos los interfonos de las máquinas de venta automática (METTA).

Se instalarán los siguientes equipos:

- Un interfono por cada par de escaleras, situado en la parte baja de las mismas.
- Tres interfonos por cada andén: uno situado aproximadamente en el centro del mismo y dos interfonos adicionales por andén, situados cerca de cada piñón.
- Un interfono en el interior de cada ascensor.
- Un interfono por cancela

- Un interfono por barrera de peaje
- Un interfono por cada METTA
- Un interfono en cada salida de emergencia de la estación.
- Un interfono en la zona de rescate de las salidas de emergencia de túnel.

#### Sistema de Control de Accesos y Anti-intrusión

##### **Sistema de control de accesos**

Al objeto de controlar el acceso al Puesto de Control Local (PCL) y otros cuartos técnicos y permitir el paso a los mismos exclusivamente al personal debidamente autorizado, se instalará un Sistema de Control de Accesos. Este personal irá equipado con tarjeta sin-contacto.

El sistema también realizará las funciones de control de presencia del personal que tenga su puesto de trabajo en la estación y de registro de eventos asociados al sistema (estado de las puertas, fallos, intentos de acceso fallidos, errores, etc.)

##### **Sistema de anti-intrusión**

Con objeto de controlar las actuaciones no autorizadas en el PCL o resto de cuartos técnicos de la estación, así como la manipulación de las máquinas billeteras, etc., se instalará una centralita de seguridad en el armario de control del cuarto de equipos del PCL de cada estación, equipada para el control de 16 zonas (expandible) y conectada a cada uno de los detectores de zona.

### **3.8 Fase de operación y mantenimiento**

Tras la construcción de la infraestructura, se iniciará la fase de operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Quito, que a su vez puede dividirse en tres subfases:

1. Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio
2. Operación ordinaria
3. Mantenimiento de equipos e instalaciones

Al ser el alcance de este EIA solamente para la variante Quitumbe no existirán impactos asociados diferentes o nuevos correspondientes a este tramo.

#### **3.8.1 Prueba e inspección de los equipos y puesta en servicio**

Durante esta fase el objetivo es garantizar que el material rodante y los equipos auxiliares cumplen con los parámetros de diseño y que su funcionamiento es correcto y se ajusta a las previsiones efectuadas en el Proyecto y en los Pliegos del Contrato. Se tiene conocimiento que la vida útil de los trenes será de 35 años aproximadamente, dependiendo del fabricante y de las condiciones de mantenimiento preventivo y correctivo que se les dé a los mismos.

Las labores de inspección y prueba se llevaran a cabo tanto en fábrica, con carácter previo a la expedición del material, como tras su recepción. Serán realizadas por los Inspectores que a tal efecto designe Metro de Quito. Las actividades a desarrollar se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Inspección y pruebas en fábrica
- Inspección y pruebas “in situ”
- Puesta en servicio

A continuación, se describe de forma general las tareas correspondientes:

- a) *Inspección y pruebas en fábrica – esta actividad no impacta al tramo de la Variante Quitumbe*
- b) *Inspección y pruebas “in situ”*

Tras el montaje, instalación y conexión de los equipos, se procederá a la realización de las pruebas “in situ”. Las pruebas serán efectuadas ante los Inspectores, y consistirán en la verificación del correcto funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas, de acuerdo con las condiciones establecidas en los correspondientes Pliegos de Prescripciones Técnicas.

La fecha y hora de realización de las pruebas deberá ser notificada a Metro de Quito con una antelación superior al mes. Junto con esta notificación, se presentará un Informe en el que se describa el procedimiento de ejecución y el instrumental necesario para la realización de la prueba, que deberá ser aprobado por el Inspector designado por Metro de Quito.

Si tras la realización de la prueba, se considera que el resultado no ha sido satisfactorio, se establecerán las correspondientes acciones correctivas y se establecerá el calendario para la repetición de la prueba.

- c) *Puesta en Servicio*

Tras la instalación y prueba “in situ” de los equipos, se establecerá un periodo de tiempo para la puesta en servicio de los mismos, durante el cual se ajustará el funcionamiento de todos los equipos y sistemas involucrados a la mecánica operativa prevista, a plena satisfacción de los Inspectores designados por Metro de Quito.

Durante este periodo, así mismo, se establecerá una fase de Operación no Comercial, en la que se procederá a la verificación y ajuste final de los equipos y a la capacitación del personal de operación y mantenimiento, con carácter previo a la puesta en servicio al público general.

### **3.8.2 Operación ordinaria**

Tras la fase de Operación no Comercial se iniciará la fase de Operación Ordinaria o Comercial de la Primera Línea de Metro de Quito.

Las operaciones a realizar durante esta fase se pueden agrupar en los siguientes epígrafes:

- Expedición y recarga de boletos
- Control de accesos
- Control de operaciones
- Actividades administrativas

A continuación, se describen someramente estas operaciones:

*a) Expedición y recarga de boletos*

En los vestíbulos de las estaciones se dispondrá de máquinas auto expendedoras de boletos, en áreas accesibles al público previas al control de accesos. En cada estación se instalarán, al menos, dos máquinas auto expendedoras, aunque el diseño de las estaciones se realizará de manera que se tenga en consideración el espacio necesario para poder disponer las máquinas necesarias para cubrir la demanda prevista en el año horizonte de la Primera Línea de Metro de Quito.

Estas máquinas contactarán con lectores de tarjetas acordes con las dimensiones y características de las seleccionadas por Metro de Quito como Títulos de Viaje y, además de la expedición de tarjetas o boletos propiamente dicha, permitirán realizar la recarga, la consulta de los viajes restantes o el valor almacenado en las tarjetas expedidas previamente.

Para ello, las máquinas dispondrán de una interfaz de comunicación tipo pantalla táctil, que permitirá informar al viajero de los títulos disponibles, las tarifas vigentes, del valor depositado y del restante para la expedición del título seleccionado, de las posibilidades de pago (efectivo o con tarjeta de crédito o débito), así como de cualquier otra información que se considere apropiada para facilitar el ingreso y estadía del viajero en el sistema.

Cada máquina, de forma autónoma, constituirá un sistema de admisión y registro de valores (dinero en efectivo), por lo que incorporará un módulo de tratamiento de valores diseñado para efectuar la recolección de monedas y billetes de curso legal, así como la devolución, en su caso, del cambio respecto del precio del título de viaje seleccionado. A tal efecto, cada máquina contará una caja de recepción y guarda de valores, de diseño seguro y robusto con un dispositivo de cierre de alta seguridad que únicamente permita su acceso al personal autorizado por Metro de Quito. Cada caja dispondrá de un dispositivo electrónico de identificación que indique su estado de llenado y en caso de que sea removida sin autorización, informe vía telemática al concentrador de equipos de cada estación, al que se transmitirán la totalidad de los datos en ella almacenados.

Además de las máquinas automáticas de expedición de boletos, en cada estación se dispondrá de una taquilla en la que se podrá adquirir los boletos a uno o varios operadores de venta. Estos operadores podrán, además de expender, recargar, verificar, devolver y desbloquear boletos. En esta taquilla, además de las máquinas expendedoras de operación manual, se contará con el dispositivo informático controlador de la estación que permita visualizar y controlar todos los equipos de la estación, así como un concentrador para la administración y transmisión de datos al Centro de Control y Gestión de Pasajes.

*b) Control de accesos*

El control de acceso a los andenes se realizará mediante puertas automatizadas con mampara deslizante o tornos giratorios, que dispondrán de dos módulos de lectura de tarjetas, uno con contacto y otro sin contacto.

Tras la lectura de la información contenida en la tarjeta o título de viaje y su validación, se abrirán las puertas de entrada, permitiendo el acceso del viajero a la zona restringida. El dispositivo incorporará una célula fotoeléctrica que impida el cierre de las mamparas o tornos hasta que el viajero no haya atravesado completamente la puerta de acceso.

*c) Control de operaciones*

En un edificio a determinar con posterioridad, previsiblemente localizado en la zona de patios, se ubicará un Centro de Control de Operaciones Ferroviarias, cuya función será controlar la operación de los trenes, la supervisión y control de la seguridad en las estaciones, el mando del sistema de suministro de energía, así como también la supervisión de los sistemas auxiliares como escaleras mecánicas, ascensores, puertas de entrada, etc.

En este Centro de Control de Operaciones Ferroviarias se ubicará también la central de comunicaciones que permitirá la comunicación entre trenes, plataformas, el personal en las estaciones y el personal de mantenimiento. El sistema contará también con líneas directas para comunicarse con otros servicios públicos como bomberos, servicios hospitalarios, policía, etc.

Las funciones básicas del Centro de Control de Operaciones Ferroviarias será la de dirigir los trenes desde los patios hasta las líneas, una vez que los convoyes hayan sido habilitados. Cuando el convoy se haya dirigido a la línea principal, el sistema de control será capaz de controlar de manera automática las maniobras en los enclavamientos de las estaciones (enclavamientos locales) a efectos de establecer las rutas a seguir por los trenes en las estaciones terminales y mantenerlos en continua circulación sin necesidad de la intervención del operador.

Por otro lado, se establecerá un Centro de Control y Gestión de Pasajes, cuya función es la de centralizar toda la información relativa a la expedición de boletería y sistemas de cobro. En este Centro, conformado por un sistema computarizado, se recolectará la información procedente de los concentradores ubicados en las estaciones, y permitirá, a la inversa, la actualización de los terminales ubicados en las estaciones a través de los respectivos concentradores.

*d) Actividades Administrativas*

Las actividades administrativas, como la dirección de la empresa operadora, la administración propiamente dicha, la planificación, la gerencia de la operación, la gerencia del mantenimiento, la capacitación del personal, etc., se realizarán en unas instalaciones a ubicar en un edificio a determinar por Metro de Quito.

En este edificio se llevarán a cabo procesos como la gestión administrativa de la empresa operadora, el control de compras y adquisiciones, la selección y capacitación del personal, el seguimiento y supervisión de los trabajos de mantenimiento, etc.

### **3.8.3 Mantenimiento de equipos e instalaciones**

Este mantenimiento no se realizará en lo que corresponde al tramo de la Variante Quitumbe.

### **3.9 Fase de cierre y rehabilitación**

El proyecto tiene una vida útil estimada de 150 años y se convertirá en el principal sistema de transporte metropolitano, por lo cual no se contempla una fase de abandono. Sin embargo, en las áreas auxiliares se considerará como etapa de cierre el momento en el cual estas dejen de ser utilizadas, para lo cual se dismantlarán las estructuras existentes en las áreas de prefabricado (viaductos y dovelas) las cuales serán trasladadas hacia otros sitios en otros proyectos, por sus propietarios; mientras que las áreas de depósito de material serán reacondicionadas y utilizadas por sus propietarios para otros proyectos.



Se establecen para ello dos actividades fundamentales: el retiro de equipos, maquinaria, campamentos e instalaciones provisionales y la Infraestructuras temporales pos construcción.

## Contenido

4	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	2
4.1	Objetivo .....	2
4.1.1	Alternativas a Evaluarse .....	2
4.1.2	Metodología de Evaluación.....	4
4.1.3	Determinación de los Criterios de Priorización.....	4
4.1.4	Ponderación de los Criterios Seleccionados.....	5
4.1.5	Escala de calificación .....	5
4.1.6	Rangos de cada criterio .....	6
4.1.7	Construcción de matriz de comparación .....	6
4.1.8	Análisis de Ventajas y Desventajas de las Alternativas Propuestas .....	7

## Tablas

Tabla 4-1	Importancia relativa de los criterios de análisis .....	5
Tabla 4-2.	Matriz de comparación de alternativas .....	6
Tabla 4-3.	Análisis de ventajas y desventajas de las alternativas .....	7

## 4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

La ejecución de cualquier proyecto de ingeniería requiere de un adecuado balance de:

- ✓ Aspectos Ambientales
- ✓ Aspectos Técnicos
- ✓ Aspectos Económicos
- ✓ Aspectos Sociales

No obstante, el peso relativo de cada uno de estos, también depende de otros factores, entre estos, las condiciones o características del área de influencia donde se implantará el proyecto y de la magnitud e importancia del mismo frente al desarrollo o aporte al país, en términos de inversión, ingreso de divisas y empleo.

El análisis de alternativas parte con una evaluación cualitativa se realizará tomando como base las condiciones ambientales, técnicas, económicas y sociales, con el objetivo de llegar a la mejor opción que viabilice la ejecución del proyecto.

### 4.1 Objetivo

El objetivo principal es incorporar la dimensión ambiental en la decisión de la ejecución o no del trazado de la variante Quitumbe de 2.6 km, a través de la identificación y caracterización de alternativas y selección de aquella que asegure la sustentabilidad del proyecto.

#### 4.1.1 Alternativas a Evaluarse

Las alternativas que se evaluarán para el presente caso se las describe a continuación.

##### 4.1.1.1 *Alternativa 1: Ejecución de la variante original*

El diseño del trazado original del Proyecto del Metro de Quito contiene al inicio de línea la Estación intermodal denominada "Quitumbe", adyacente a la actual Estación de buses interprovinciales en el PK 10+000.

La estación de metro se integrará en el entorno a través de una estructura y una cubierta diseñada con características estructurales y arquitectónicas similares a la estación de buses.

A continuación, se detallan los aspectos críticos del trazado original (Oferta) en el entorno de la Estación Quitumbe:

1. El diseño del trazado original conecta la Estación Quitumbe con el Patio de Cocheras, cruzando por el área de estacionamientos de buses existente, lo que genera una fuerte interferencia por ser un tramo entre pantallas.
2. En el trazado original, el Pozo de Extracción 1 de la Tuneladora que viene de la Estación Solanda, en el redondel de la Av. Rumichaca y Amaru Ñan, pasan tres tuberías: Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental, a poca profundidad del trazado original. Esto originaría una interferencia entre el pozo de Extracción y las mencionadas tuberías ya que se dificultaría la extracción de la tuneladora en dicho redondel.
3. Complementando el punto anterior, la extracción de la máquina en el mencionado redondel, obligaría a un desvío de tráfico considerable en dimensiones y en tiempo.

4. Este trazado atraviesa los conjuntos habitacionales de la Calle Pumapungo, lo cual ocasionaría molestias a los moradores, al tratarse de túnel entre pantallas encajado en una calle estrecha que sirve de acceso a las viviendas, afectando también el único acceso al estacionamiento del conjunto habitacional.
5. El trazado original cruza la Quebrada Ortega-Rumichaca-Pumapungo, para lo cual se proyecta un marco tritelar de gran magnitud, con el inconveniente que conlleva una obra de drenaje de esta envergadura.

Desde el punto de vista social, la construcción del trazado original de la Primera Línea del Metro de Quito el sector de Quitumbe, afectara a la calle Pumapungo en 1 km de longitud aproximadamente, utilizada como única vía para el ingreso y salida de personas que habitan en el Conjunto Habitacional Solidaridad etapas II, III, IV y V, en donde residen alrededor de 300 familias. También se verán afectados varios servicios, como la recolección de basura, uso de parqueaderos, abastecimiento de gas, productos vitales, entre otros, etc.

Desde el punto de vista biótico la construcción del trazado original, afectaría un área en recuperación ambiental de un parque lineal ubicado junto a dicho Conjunto Habitacional, donde existen alrededor de 250 individuos de árboles en buen estado de conservación.

Desde el punto de vista de la metodología constructiva, el trazado original, en el sector de Quitumbe, prevé la construcción del túnel de línea de 2 km aproximadamente a través del método denominado "Entre Pantallas", sin uso de la maquina Tuneladora y a cielo abierto, es decir el proceso de excavación inicia con un 100 % a nivel superficial en dirección hacia el nivel subterráneo, que consiste en una secuencia de actividades a través de: ejecución de pantallas, ejecución de la losa superior, excavación bajo la losa superior y hormigonado de la losa inferior.

#### **4.1.1.2 Alternativa 2: Ejecución de la Nueva Variante de 2.6 Km**

La nueva propuesta, denominada Variante Quitumbe de 2,6 Km de longitud, presenta las siguientes consideraciones favorables:

- ✓ Longitud de Nueva Variante Quitumbe: 2.6 Kilómetros (1.04 Kilómetros túnel Entre Pantallas" y 1.56 Kilómetros con túnel TBM. Diámetro del Túnel Subterráneo: 9.45 metros
- ✓ No se afecta la circulación vehicular de los conjuntos habitacionales de la calle Pumapungo.
- ✓ Compatibilidad con el futuro Proyecto habitacional Paraíso de Quitumbe del ISSFA (Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas).
- ✓ El nuevo diseño permitirá poder realizar un trabajo por etapas, el mismo que minimiza el impacto con las operaciones de la Terminal Terrestre.
- ✓ La extracción de la tuneladora no tendrá interferencia con las tuberías: Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental ya que el pozo de extracción 1 pasa por los terrenos del ISSFA.
- ✓ Mayor cobertura de suelo con respecto al paso del Oleoducto y poliducto cuando se atraviesa las calles Rumichaca y Condor Ñan.

Área de Influencia Física: Presencia de un curso hídrico pequeño: Quebrada Causayllacta.

El Trazado de la variante es a nivel entre pantallas, cielo abierto y subterráneo.

Área de Influencia Biótica: La zona se encuentra totalmente intervenida, con terrenos y conjuntos destinados a vivienda.

Área de Influencia Socioeconómica: En la parte superficial del trazado no habrá afectación al conjunto habitacional de la calle Pumapungo. Al respecto del Conjunto Habitacional Paraíso de Quitumbe de propiedad del ISSFA se cuenta con informe favorable por parte de Fiscalización y del Metro de Quito para la construcción del proyecto habitacional en compatibilidad con el trazado y paso del proyecto del metro se construirá por etapas, lo cual facilita el terreno para poder extraer la tuneladora.

#### **4.1.2 Metodología de Evaluación**

El análisis se focalizó en las principales actividades y por lo tanto las que presentan mayor incidencia de impactos ambientales significativos durante la ejecución del Proyecto.

Se realizó el análisis de alternativas en base a criterios e indicadores ambientales, sociales, técnicos y económicos, asignando pesos relativos a los criterios e indicadores.

Para la aplicación de esta metodología, fue necesario definir inicialmente los parámetros requeridos en el análisis matemático del proceso, para lo cual se cumplieron los siguientes pasos:

- ✓ Determinación de los Criterios de Priorización
- ✓ Ponderación de los Criterios Seleccionados
- ✓ Escala de Calificación
- ✓ Rangos de Cada Criterio
- ✓ Construcción de la Matriz de Comparación

#### **4.1.3 Determinación de los Criterios de Priorización**

El equipo multidisciplinario que participó en la elaboración del Estudio, definió un listado de criterios relacionados con el objetivo y la escala del análisis. Posteriormente fueron seleccionados aquellos criterios representativos de una mayor incidencia en el proceso.

Componente Ambiental:

- ✓ Recurso Aire (Emisión de material particulado, emisión de gases, nivel de ruido y vibraciones)
- ✓ Recurso Agua (Calidad de agua superficial y escorrentía superficial)
- ✓ Recurso Suelo (Capa de suelo húmico y generación de desechos sólidos)
- ✓ Flora y fauna (Diversidad y especies endémicas)
- ✓ Ecosistemas (Hábitats)

Componente Social:

- ✓ Bienestar (Beneficio social)
- ✓ Salud y seguridad
- ✓ Empleo
- ✓ Transporte y movilidad
- ✓ Zonas recreativas
- ✓ Uso actual del suelo

Componente Técnico – Económico:

- ✓ Dificultades constructivas
- ✓ Costos del Proyecto

#### 4.1.4 Ponderación de los Criterios Seleccionados

A efectos de tomar en cuenta el grado de importancia o incidencia que tienen los criterios escogidos sobre las diferentes alternativas, se establecieron los valores de ponderación como resultado de consensuar las opiniones de los diferentes expertos, a través de valores numéricos.

**Tabla 4-1** Importancia relativa de los criterios de análisis

Criterio de Análisis (Variable)	Importancia Ponderal	
	Absoluta	Relativa
Componente Ambiental		
Recurso Aire	8	0,084
Recurso Agua	6	0,063
Recurso Suelo	5	0,053
Flora y fauna	5	0,053
Ecosistemas	7	0,074
Componente Social		
Bienestar	9	0,095
Salud y seguridad	7	0,074
Empleo	9	0,095
Transporte y movilidad	9	0,095
Zonas recreativas	9	0,095
Uso actual del suelo	7	0,074
Componente Técnico-Económico		
Dificultad Técnica	9	0,095
Costos del Proyecto	5	0,053
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>1,000</b>

Elaborado por: Ecosambito, 2016

#### 4.1.5 Escala de calificación

En función del grado de sensibilidad y riesgo de cada criterio, se estableció un sistema de calificación numérico apropiado (1 a 10) para cada nivel de análisis.

La calificación de cada una de las alternativas (C), frente a cada uno de los aspectos considerados, ha sido discutida y valorada en función de las diferencias entre cada una de ellas, considerando la experiencia del equipo consultor (Grupo multidisciplinario), en función de la diferencia de los beneficios y efectos negativos de cada alternativa analizada.

Una vez multiplicados los valores de calificación (C) por la Importancia Relativa (IR) se suman estos productos en cada alternativa considerada; el mayor valor total resultante indicará que la alternativa es la más viable considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

#### 4.1.6 Rangos de cada criterio

A fin de calificar en forma homogénea y bajo los mismos parámetros la incidencia de los criterios en cada alternativa, fue necesario establecer los rangos de valoración para cada criterio (1 a 10), escogiendo los valores máximos y mínimos que definen el rango adecuado para la escala establecida.

#### 4.1.7 Construcción de matriz de comparación

Se estableció una matriz de comparación que resume la aplicación de la metodología propuesta; es decir, los criterios seleccionados valorados de acuerdo con su respectiva ponderación y la calificación otorgada por el equipo multidisciplinario.

Los valores de calificación de alternativas multiplicados por los valores de importancia relativa se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 4-2. Matriz de comparación de alternativas**

	Criterio de Análisis (Variable)	Importancia Ponderal		Alternativa 1 (Trazado original)		Alternativa 2 (Trazado variante)	
		Absoluta	Relativa	C	C*IR	C	C*IR
AMBIENTAL	Recurso Aire	8	0,084	7	0,59	8	0,67
	Recurso Agua	6	0,063	3	0,19	7	0,44
	Recurso Suelo	5	0,053	2	0,11	8	0,42
	Flora y fauna	5	0,053	2	0,11	8	0,42
	Ecosistemas	7	0,074	3	0,22	8	0,59
SOCIAL	Bienestar (Beneficio social)	9	0,095	9	0,85	7	0,66
	Salud y seguridad	7	0,074	7	0,52	7	0,52
	Empleo	9	0,095	9	0,85	9	0,85
	Transporte y movilidad	9	0,095	9	0,85	9	0,85
	Zonas recreativas	9	0,095	7	0,66	8	0,76
	Uso actual del suelo	7	0,074	5	0,37	7	0,52
TÉCNICO - ECONÓMICO	Dificultad Técnica	9	0,095	7	0,66	8	0,76
	Costos del Proyecto	5	0,053	7	0,37	7	0,37
<b>TOTAL</b>		<b>95</b>	<b>1,000</b>	<b>77</b>	<b>6,35</b>	<b>101</b>	<b>7,83</b>

\* El valor más alto es la alternativa más viable

#### 4.1.8 Análisis de Ventajas y Desventajas de las Alternativas Propuestas

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas analizadas según el criterio ambiental, social, técnico y económico.

**Tabla 4-3.** Análisis de ventajas y desventajas de las alternativas

Alternativas	Descripción alternativa	Ventajas	Desventajas
Alternativa 1	Ejecución del trazado original para el tramo Quitumbe – Moran Valverde	Beneficios para la comunidad respecto a alternativas para la movilidad.	Interferencia en el tráfico vehicular en el área de estacionamientos de buses existentes.
		Conexión directa entre los buses interprovinciales y la estación del Metro de Quitumbe, facilidad para los usuarios.	Interferencia entre el pozo de extracción 1 y las tuberías del Poliducto, Oleoducto (SOTE) y Pasivo Ambiental.
			Extracción de la tuneladora en dicho sitio ocasionaría desvío de tráfico considerable en dimensiones y tiempos.
			Interrupción en el ingreso vehicular de los conjuntos habitacionales de la Calle Pumapungo. Afectación a 300 familias.
			El trazado original cruza la Quebrada Ortega – Rumichaca-Pumapungo, para lo cual un marco tritelular de gran magnitud, con el inconveniente que conlleva una obra de esta envergadura.
		Afectación del área en recuperación ambiental del parque lineal ubicado junto al conjunto Solidaridad etapas II, III, IV y V. Donde existen 250 individuos de árboles en buen estado de conservación.	
Alternativa 2	Ejecución del trazado de la variante para el tramo Quitumbe – Moran Valverde	No se afecta la circulación vehicular de los conjuntos habitacionales de la calle Pumapungo, ni del estacionamiento de buses de la estación interprovincial.	Afectación de la Av Condor Ñan justo después de la estación de Metro de Quitumbe y afectación de la Av. Simón Bolívar.
		Embaulado de la quebrada Rumichaca, mediante un marco bicelular, que encauzará la quebrada para un periodo de retorno de 500 años.	Afectación por las actividades de construcción de la estación Quitumbe.
		La distancia entre el pozo de extracción 1 y las tuberías del SOTE, Poliducto y Pasivo Ambiental es de 68 m, disminuyendo la interferencia.	Intersección con las Quebradas Vivas: Protección de Quebradas.
		En la parte superficial del trazado no habrá afectación a conjuntos residenciales ubicados en la zona (Conjunto Paraíso del Sur y otros), el trazado es a nivel subterráneo.	

Elaborado por: Ecosambito, 2016

Como se puede verificar en la matriz anterior, se evidencia que el trazado original del Metro desde Patio de Cocheras hasta estación Moran Valverde, presenta mayor afectación a los componentes biótico y social. Por lo tanto, con la ejecución del trazado de la variante Quitumbe de 2.6 km de la Primera Línea del Metro de Quito, se reducen dichas afectaciones, concluyendo que esta es la alternativa **(Alternativa 2)** más viable para su ejecución.



## Contenido

5	LINEA BASE .....	5
5.1	MEDIO FISICO .....	5
5.1.1	RECURSO AGUA.....	5
5.1.2	CLIMA .....	12
5.1.3	RECURSO SUELO.....	17
5.1.4	RECURSO AIRE .....	32
5.2	MEDIO BIOTICO .....	39
5.3	MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL .....	54
5.3.1	MÉTODOS DE INFORMACIÓN PRIMARIA .....	54
5.4	DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA.....	58
5.4.1	PERFIL DEMOGRÁFICO .....	59

## Figuras

Figura 5-1:	Cuencas Hidrográficas.....	6
Figura 5-2:	Parámetros físicos morfometricos de las Subcuencas.....	8
Figura 5-3:	Ubicación del punto de muestreo.....	10
Figura 5-4:	Parámetros muestreados respecto al Límite Máximo Permisible .....	12
Figura 5-5:	Histograma de precipitación en el DMQ, 2014 y plurianual.....	13
Figura 5-6:	Análisis de la temperatura en DMQ, 2014 y Plurianual.....	14
Figura 5-7:	Análisis de la radiación en el DMQ, 2013 y plurianual.....	15
Figura 5-8:	Análisis de la velocidad de vientos en el DMQ, 2014 y plurianual .....	16
Figura 5-9:	Rosas de los vientos para el DMQ, 2014 y plurianual.....	17
Figura 5-10:	Características del contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en la zona del Ecuador .....	18
Figura 5-11:	Formación Machángara .....	21
Figura 5-12:	Fallas Geológicas .....	24
Figura 5-13:	Ubicación del punto de muestreo.....	30
Figura 5-14:	Parámetros muestreados respecto al Límite Máximo Permisible .....	31
Figura 5-15:	Ubicación del punto de muestreo.....	33
Figura 5-16:	Parámetros analizados respecto al Límite Máximo Permisible .....	34

Figura 5-17: Ubicación de los puntos de medición .....	35
Figura 5-18: Ubicación de los puntos de muestreo .....	38
Figura 5-19: Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas por el hábito de crecimiento. ....	44
Figura 5-20: Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas en base al origen.....	45
Figura 5-21: Especies de plantas vasculares organizadas en base al tipo de uso .....	46
Figura 5-22:Gremios tróficos de la ornitofauna registrada.....	51
Figura 5-23:Crecimiento Demográfico .....	61
Figura 5-24: Densidad Poblacional DMQ 2001-2010 por Administración Zonal .....	62
Figura 5-25: Lugar de Nacimiento Cantón Quito .....	64
Figura 5-26:Mapa de Servicios de Salud Parroquia Quitumbe .....	70
Figura 5-27:Nivel de Instrucción Quito .....	74
Figura 5-28 :Condición de Ocupación de la Vivienda Parroquia Quitumbe.....	77
Figura 5-29 : Procedencia Principal del Agua Recibida Parroquia Quitumbe .....	88
Figura 5-30 : Forma Como Recibe el Agua Parroquia Quitumbe .....	89
Figura 5-31 : Tipo de Servicio Higiénico o Excusado Parroquia Quitumbe .....	89
Figura 5-32 : Eliminación de Basura Parroquia Quitumbe .....	90
Figura 5-33 : Procedencia de la Luz Eléctrica Parroquia Quitumbe .....	90
Figura 5-34 : Categorías de Ocupación Parroquia Quitumbe .....	96
Figura 5-35 : Categorías de Ocupación Parroquia Quitumbe .....	97

### **Tablas**

Tabla 5-1: Método de Cálculo para Subcuencas .....	7
Tabla 5-2: Tiempos de Retorno .....	9
Tabla 5-3:Punto de Muestreo para Aguas Superficiales en el Área del Proyecto.....	10
Tabla 5-4: Parámetros Analizados.....	10
Tabla 5-5: Precipitación 2014 Estaciones REMAAQ.....	13
Tabla 5-6: Promedio Temperatura Plurianual Estaciones REMAAQ.....	14
Tabla 5-7: Promedio Temperatura Plurianual Estaciones REMAAQ.....	15
Tabla 5-8:Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto .....	29

---

Tabla 5-9: Parámetros Analizados.....	30
Tabla 5-10:Punto de Muestreo para Calidad de Aire.....	32
Tabla 5-11: Parámetros Analizados.....	33
Tabla 5-12:Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto .....	35
Tabla 5-13: Parámetros Analizados.....	36
Tabla 5-14:Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto .....	37
Tabla 5-15: Parámetros Analizados.....	39
Tabla 5-16: Coordenadas UTM, WGS-84, de los recorridos efectuados para los componentes flora y fauna. ....	40
Tabla 5-17:Composición florística registrada en el área de estudio.....	42
Tabla 5-18: Composición ornitológica registrada en el área de estudio.....	50
Tabla 5-19: Entomofauna registrada en el área de estudio.....	52
Tabla 5-20: Listado de Informantes Calificados .....	56
Tabla 5-21: Ubicación Político Administrativa del Proyecto .....	58
Tabla 5-22: Población por Área Demográfica .....	59
Tabla 5-23: Número de Familias en el AID .....	60
Tabla 5-24:Tasa de Crecimiento Demográfico Parroquia Quitumbe .....	61
Tabla 5-25:Densidad Poblacional Parroquia Quitumbe .....	62
Tabla 5-26: Composición por Sexo y Edad Parroquia Quitumbe .....	63
Tabla 5-27: Autoidentificación Étnica en la Parroquia Quitumbe.....	63
Tabla 5-28: PEA y PEI Parroquia Quitumbe.....	66
Tabla 5-29:Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas Quito .....	67
Tabla 5-30:Pobreza Extrema por Necesidades Básicas Insatisfechas Quito .....	67
Tabla 5-31:Agua Segura Quito .....	69
Tabla 5-32: Distribución de Unidades de Salud Operativas DMQ.....	69
Tabla 5-33: Principales Causas de Morbilidad Ambulatoria en la Parroquia Quitumbe.....	70
Tabla 5-34: Indicadores de Salud Provincia de Pichincha .....	71
Tabla 5-35: Principales Causas de Muerte en la Provincia Pichincha .....	71
Tabla 5-36: Aporte o Afiliación a la Seguridad Social Parroquia .....	72
Tabla 5-37: Indicadores de Educación Parroquia Quitumbe.....	73
Tabla 5-38: Centros Educativos AID .....	74

---

Tabla 5-39:Instituciones Educativas en el AID .....	75
Tabla 5-40:Infraestructura de las Instituciones Educativas en el AID .....	75
Tabla 5-41: Materiales de Vivienda Parroquia Quitumbe.....	76
Tabla 5-42:Tipo de Vivienda Parroquia Quitumbe.....	76
Tabla 5-43:Vivienda Propia Parroquia Quitumbe .....	78
Tabla 5-44: Estratificación Social y Grupos Socioeconómicos en el AID .....	78
Tabla 5-45:Autoridades Políticas en el AID.....	81
Tabla 5-46: Tenencia de la Tierra en el AID.....	82
Tabla 5-47: Percepción del Proyecto.....	84
Tabla 5-48: Infraestructura Comunitaria en el AID .....	85
Tabla 5-49: Vialidad en el AID .....	87
Tabla 5-50: Servicios Básicos en el AID .....	87
Tabla 5-51 : Medios de Comunicación AID .....	91
Tabla 5-52: Emprendimientos productivos en el AID .....	91
Tabla 5-53 : Principal Rama de Actividad Parroquia Quitumbe .....	95

## **5 LINEA BASE**

La presente línea base se fundamenta en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito ejecutado en el año 2013. En el presente documento presenta la actualización del componente biótico, físico en lo correspondiente (monitoreos agua, suelo, aire, ruido, vibraciones) y componente socioeconómico.

El trabajo fue realizado por un equipo multidisciplinario con varios años de experiencia en el desarrollo de Estudios Ambientales, parte del equipo realizó a la actualización del Plan de Manejo Ambiental del Estudio realizado en el año 2013.

Los análisis y mediciones se realizaron con laboratorios debidamente acreditados en el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), a continuación, se presenta el capítulo de Línea Base de la del trazado 2.6 km de la Variante Quitumbe.

### **5.1 MEDIO FISICO**

#### **5.1.1 RECURSO AGUA**

##### **5.1.1.1 HIDROLOGIA <sup>1</sup>**

El área de influencia del Metro de Quito abarca desde la estación Quitumbe al Sur hasta Labrador al norte, para lo cual se determinó los caudales que pueden afectar el normal funcionamiento del Metro, y que permitirán diseñar los sistemas de drenaje longitudinal y transversal de modo que no haya puntos de retención de agua que puedan afectar a la operación normal del servicio.

En función de lo indicado se realizó el estudio hidrológico-hidráulico de las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe, que permita comprobar si dichos cauces tienen capacidad para drenar el agua en los periodos de retorno considerados.

#### **Estudio hidrológico de las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe**

La zona de Quitumbe abarca desde la quebrada La Raya hasta la estación Morán Valverde. En esta zona existen alrededor de nueve quebradas sobre las cuales se realizó el estudio y análisis hidráulico.

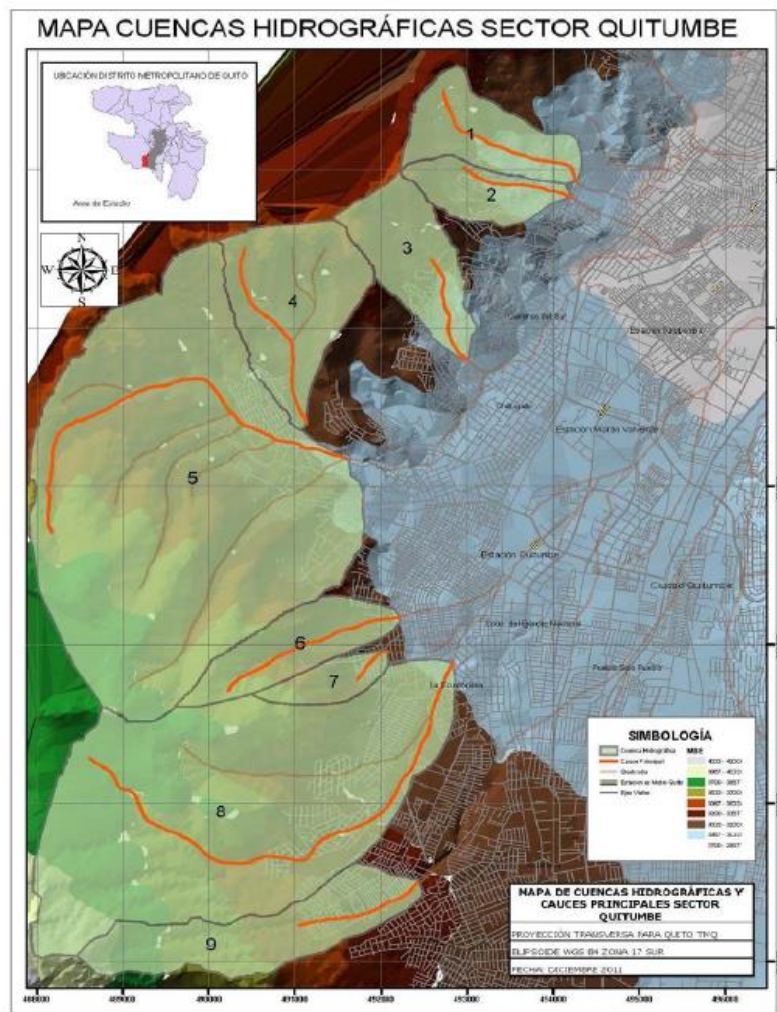
La cartografía utilizada en el estudio corresponde a una escala de 1:25.000, WGS84 sobre la cual se trazaron las cuencas de aportación, para este trazado no se contó con la información de los colectores de la zona que resulta necesario para determinar el inicio de la cuenca de aportación ya que este punto (sitio) sería la entrada de la escorrentía de las quebradas a los colectores. Al no contar con esa información, se tomó como punto de inicio de la cuenca el límite de la zona urbanizada con las quebradas, en donde se supone que se construirá el colector para captar la escorrentía de las mismas.

---

<sup>1</sup> Fuente: EIA y PMA de la Primera Línea del Metro de Quito, 2013

Tomando este criterio se procedió a trazar las cuencas de aportación, delimitando sus áreas, y obteniendo los parámetros físicos-morfométricos que permitan estimar los caudales de crecida en cada una de ellas.

Para realizar la modelación hidrológica en la zona de estudio se han considerado las 9 subcuencas individualmente con el fin de evaluar los hidrogramas y caudales producidos por cada una de ellas que serían los que circularían en la quebrada e ingresarían al colector. Las cuencas se pueden apreciar en la figura 2-1.



**Figura 5-1: Cuencas Hidrográficas**

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Existen algunos métodos que ofrece el modelo para determinación de caudales de crecida los mismos que se describen a continuación:

**Tabla 5-1: Método de Cálculo para Subcuencas**

Tipo de Modelo	Método
Pérdidas	Déficit y tasa constante Inicial y tasa constante Exponencial Número de Curva CN SCS Green y Ampt Consideraciones de la humedad del suelo DC por celdas CN SCS por celdas SMA por celdas
Transformación lluvia-caudal	Hidrograma unitario (HU) de Clark Onda cinemática ModClark HU SCS HU Snyder HU especificado por el usuario Hidrograma en S del usuario
Flujo Base	Recesión restringida Constante mensual Depósito lineal Recesión

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

En este caso y de acuerdo a la información disponible se optó en aplicar el método: Pérdidas: (Número de Curva CN SCS), Transformación lluvia –caudal: HU SCS y Flujo base: Recesión para lo cual requieren datos como:

Áreas de las subcuencas en Km<sup>2</sup>, tormenta SCS Storm (Precipitación máxima promedio en 24 horas para un periodo de retorno determinado en mm.), SCS curve number (número hidrológico- CN), Initial abstracción (máxima retención- S en mm.), Impervios % (% de suelo impermeable) y Lag time (tiempo de retraso en minutos).

En este contexto se obtuvo los datos solicitados por modelo hidrológico HEC-HMS 3.2.

**Determinación de datos de las subcuencas de estudio utilizadas en el modelo hidrológico HEC-HMS3.2**

La estimación de la escorrentía directa se basa en la precipitación ocurrida y las condiciones de la cuenca como: condiciones iniciales de la cuenca, clasificación hidrológica de la cuenca, condición hidrológica y usos de la tierra.

El número de curva CN, depende de los factores que determinan el complejo hidrológico suelo – vegetación y sus valores se encuentran en varios manuales de hidrología. En este caso de acuerdo a las normativas de “Diseño hidráulico de redes de alcantarillado” y parámetros de diseño de la Empresa Pública metropolitana de Agua Potable y sanidad de Quito – EPMAPS, recomienda que: “Cuando se aplica el Método de cálculo de la US SCS, se recomienda el uso de CN (Curve Number) siguiente:

CN = 79 para laderas

CN = 83 para áreas urbanas y laderas en desarrollo

CN = 89 para zona urbana poblada

La condición hidrológica por humedad antecedente, se escogió la condición II que es aconsejable para este tipo de estudios.

Además, indica que para el cálculo de las intensidades se empleará la ecuación correspondiente a la estación meteorológica Izobamba, a ser usada para el sur de Quito, a partir de la Av. 24 de Mayo, por lo que para la modelación hidrológica se utilizará los valores de P<sub>máx</sub> en 24 horas referidas a los TR calculados de la estación Izobamba ajustados a través de la distribución Log Pearson III (tabla 6) ya que las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe se encuentran en el área de influencia de esta estación.

Un resumen de los parámetros físicos- morfométricos de las subcuencas requeridos por el modelo se observan en la tabla 5-2.

**Figura 5-2: Parámetros físicos morfométricos de las Subcuencas**

Subcuenca	COORDENADAS		Cota media (m)	Pendiente (m/m)	L. cauce más largo (Km)	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	CN	Tc (hs)	Tlag (min)	S (mm.)	Ia = 0.2°S	%suelo Impermeable
	E	N										
1	494268.2	9971860.8	4826.5	2.232	2.113	1.650	83	0.144	5.193	52.02	10.405	10
2	494207.68	9971662.2	3150	2.524	1.347	1.016	83	0.122	4.4005	52.02	10.405	20
3	492997.93	9969597.7	3187.5	2.406	1.413	1.836	83	0.138	4.9507	52.02	10.405	10
4	491133.67	9968806.9	3262.5	1.410	2.446	2.804	79	0.272	9.7915	67.52	13.504	1
5	491564.40	9968367.8	3437.5	0.749	5.177	14.523	79	0.467	16.799	67.52	13.504	4
6	492220.60	9966357.1	3350	1.612	2.28	1.598	73	0.203	7.3051	93.95	18.789	2
7	492075.90	9965919.7	3337.5	6.892	0.526	0.611	83	0.039	1.4075	52.02	10.405	3
8	492819.58	9965769.9	3562.5	0.637	6.314	10.207	80	0.574	20.681	63.50	12.700	5
9	492434.28	9963007.2	3612.5	2.665	1.501	1.650	80	0.117	4.2123	63.50	12.700	10

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012



Finalmente se obtuvieron los caudales máximos para las 9 subcuencas, generados por el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2; los mismos se observan en la Tabla 6.76.

**Tabla 5-2: Tiempos de Retorno**

Periodos de retorno (TR)	Subc. 1	Subc. 2	Subc. 3	Subc. 4	Subc. 5	Subc. 6	Subc. 7	Subc. 8	Subc. 9
5	4.9	3.5	5.4	4.0	18.9	1.1	1.6	14.1	3.9
10	6.2	4.3	6.9	5.7	26.0	1.9	2.1	19.1	5.1
25	8.1	5.5	9.0	8.2	36.2	3.1	2.8	26.2	6.8
50	9.6	6.4	10.7	10.2	44.6	4.2	3.3	32.1	8.2
100	11.2	7.5	12.5	12.5	53.8	5.4	3.9	38.5	9.7
300	14.1	9.2	15.7	16.5	70.1	7.5	5.0	49.8	12.4
500	15.5	10.1	17.3	18.5	78.4	8.7	5.5	55.5	13.8
1000	17.6	11.4	19.6	21.5	90.5	10.3	6.3	63.9	15.8

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

## Conclusiones

Las quebradas del sector de Quitumbe tienen una influencia directa sobre el Metro de Quito, cuyos caudales estimados para diferentes períodos de retorno deberán ser tomados en cuenta para la operación y manteniendo de los colectores que captan estos caudales.

### 5.1.1.2 CALIDAD DE AGUA

Con el fin de determinar la calidad de agua en la zona de estudio, se realizó el muestreo y procesamiento de muestras por GRUENTEC laboratorio calificado por SAE.

Cabe indicar que en el EIA y PMA de la Primera Línea del Metro de Quito, se identificó: “problemas de coliformes fecales y totales en todos los puntos de muestreo, esto se debe al gran crecimiento poblacional aguas arriba y a las riveras de la quebrada, otra fuente puede ser la clara evidencia de que en las riveras de los afluentes se realizan actividades de ganadería, alterando de esta manera este parámetro”

El punto de muestreo se encuentra en la zona de intervención del proyecto variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito.

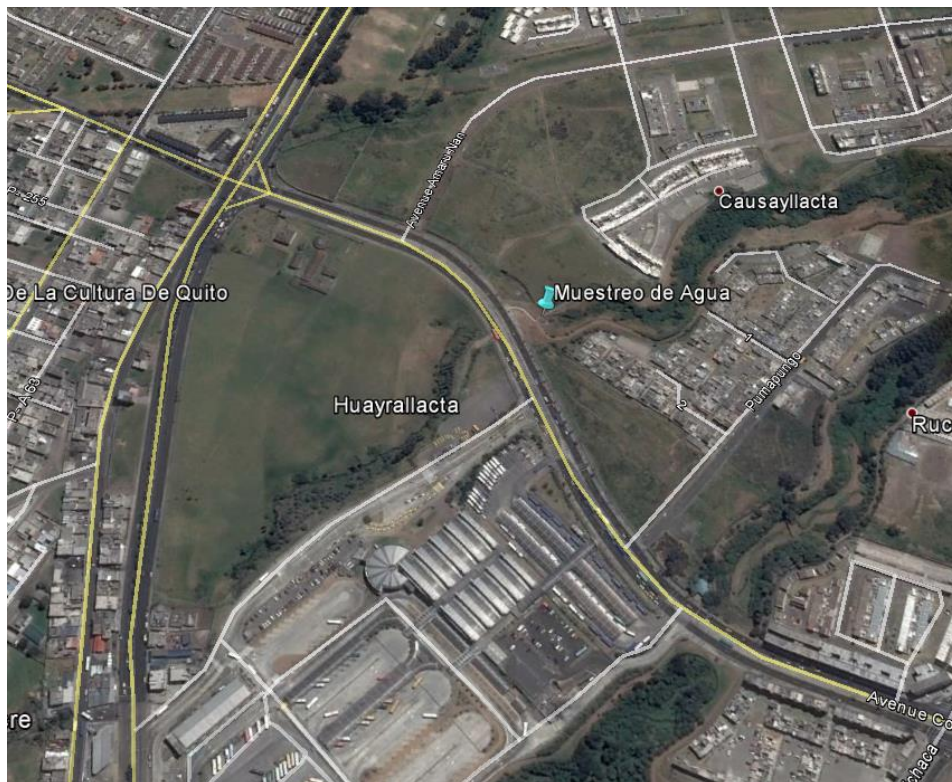
### Metodología aplicada

Se aplicó el método de toma de muestras líquidas determinadas por Gruentec en MP-DC-06 basado en Capítulo 1060 Collection and Preservation of Samples del Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

**Tabla 5-3:** Punto de Muestreo para Aguas Superficiales en el Área del Proyecto

<b>Id. muestra Lab</b>	SAM-1609231-AG001
<b>Coordenadas</b>	17M/7772072-9967560
<b>Datum</b>	WGS 84

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.



**Figura 5-3:** Ubicación del punto de muestreo

Fuente: Google Earth, septiembre 2016

**Descripción del Punto de Muestreo:**

El muestreo se realizó en la Quebrada Causayllacta como referencia cercana al Terminal Terrestre Quitumbe; el afluente mostraba las siguientes características: Agua de color café con presencia de olor a materia orgánica en descomposición, turbidez, sólidos y materia flotante

**Tabla 5-4:** Parámetros Analizados

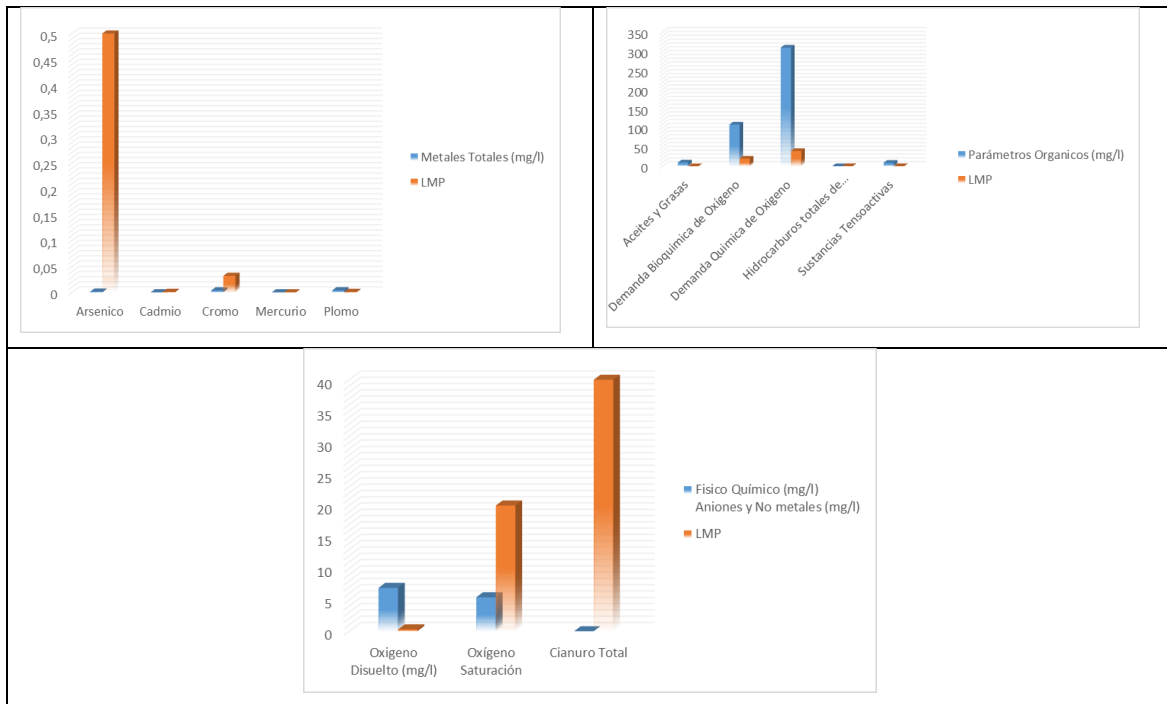
Parámetros/ Unidad	MUESTRA-AGUA 1	LMP
--------------------	----------------	-----

	<b>1609231-AG001</b>	<b>Tabla 2, Anexo 1 AM 097-A TULSMA</b>
<b>Parámetros de Campo</b>		
pH	7.9	6.5-9
Conductividad (uS/cm)	720	N/A
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.9	3
<b>Físico Químico (mg/l)</b>		
Oxígeno Disuelto	0.3	N/A
Oxígeno Saturación	5.4	80
Sólidos Suspendedos Totales	316	max. Incremento de 10% de la condición natural
<b>Aniones y No metales (mg/l)</b>		
Cianuro Libre	0.001	N/A
Cianuro Total	0.001	0.01
<b>Parámetros Orgánicos (mg/l)</b>		
Aceites y Grasas	10	0.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	109	20
Demanda Química de Oxígeno	310	40
Hidrocarburos totales de petróleo	0.3	0.5
Sustancias Tensoactivas	9.2	0.5
<b>Metales Totales (mg/l)</b>		
Arsénico	0.0015	0.5
Cadmio	0.0002	0.001
Cromo	0.0039	0.032
Mercurio	0.0002	0.0002
Plomo	0.0041	0.001

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

En base a los resultados presentados en la tabla 2-4, comparados con la Tabla 2, Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A TULSMA, se presentan metales pesados bajo norma, parámetros orgánicos sobrepasando norma en los parámetros DBO, DQO, sustancias tensoactivas, aceites y grasas. Aniones y no metales bajo norma.

**Figura 5-4: Parámetros muestreados respecto al Límite Máximo Permissible**



**Elaboración:** Ecosambito C. Ltda,2016

## Conclusiones

Los parámetros orgánicos muestran valores que superan el límite permisible de la normativa ambiental. Se corrobora el análisis previo que se realizó en la zona, determinando alta concentración de materia orgánica proveniente de descargas de aguas servidas de los sistemas de alcantarillado.

Los metales pesados no muestran altas concentraciones en la muestra analizada, los aniones y no metales presentan niveles mínimos, se encuentran bajo el rango de la normativa ambiental.

## 5.1.2 CLIMA

### 5.1.2.1 PARAMETROS CLIMATICOS<sup>2</sup>

#### PRECIPITACION

Durante el año 2014, la máxima precipitación diaria se cuantificó en Guamaní (69.7 mm) el 26 de abril, la máxima horaria se presentó en Los Chillos (34.4 mm), en el mes de noviembre. El

<sup>2</sup> Índice Quiteño de Calidad de Aire, abril 2015

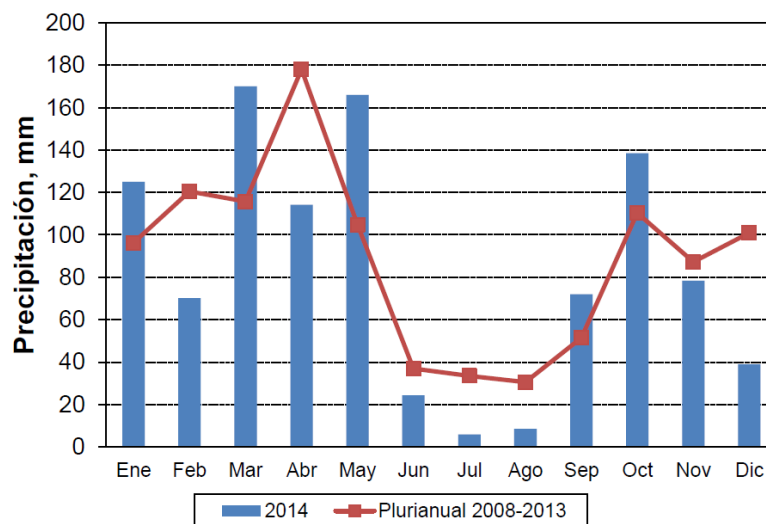
acumulado mensual más alto se registró en marzo con 170.01 mm, seguido por mayor con 166.07, mayor al promedio de los cinco últimos años.

Durante los meses de febrero, julio, agosto y diciembre, se tuvieron precipitaciones menores al 50% de las correspondientes en los últimos cinco años.

**Tabla 5-5: Precipitación 2014 Estaciones REMAAQ**

Precipitación , mm 2014	Cotacollo	Carapungo	Belisario	El Camal	Guamani	Tumbaco	Los Chillos
Máximo diarias	43,8 12-may	43,0 08-may	51,2 03-mar	39,9 23-may	69,7 26-abr	47,6 01-mar	51,9 04-nov
Máximo horaria	28,8 12-may	25,1 12-dic	23,0 23-may	15,1 23-may	23,3 26-abr	24,2 21-sep	34,4 04-nov

Fuente: REEMAQ, 2015



**Figura 5-5: Histograma de precipitación en el DMQ, 2014 y pluriannual**

Fuente: REEMAQ, 2015

**TEMPERATURA**

Durante el año 2014, la menor temperatura (7,48oC) se registró el 2 de septiembre y la máxima (27,5oC) el 7 de noviembre en el sector de Los Chillos.

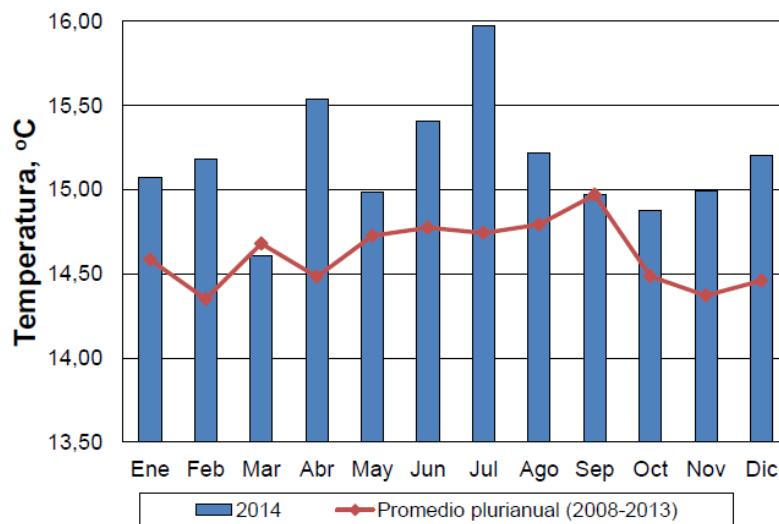
El mes con menores temperaturas promedio fue marzo, con una temperatura de 14,6oC, similar al promedio pluriannual. Por su parte, los meses más calurosos fueron abril, julio y junio.

Todos los meses, a excepción de marzo y septiembre, mantuvieron temperaturas significativamente mayores que el promedio plurianual, llegando a una diferencia máxima de 1,2°C en los meses de abril y julio.

**Tabla 5-6: Promedio Temperatura Plurianual Estaciones REMAAQ**

Temperatura , °C 2014	Cotacollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Tumbaco	Los Chillos
Promedio plurianual (2008-2013)	13,704	14,371	13,76468	13,99	16,081	15,512
	22,44	22,86	22,02	22,06	27,22	27,5
Máximo horario	07-nov	07-nov	12-jun	16-ene	07-nov	07-nov
Mínimo horario	06-sep	17-sep	14-nov	17-sep	23-dic	02-sep

Fuente: REEMAQ, 2015



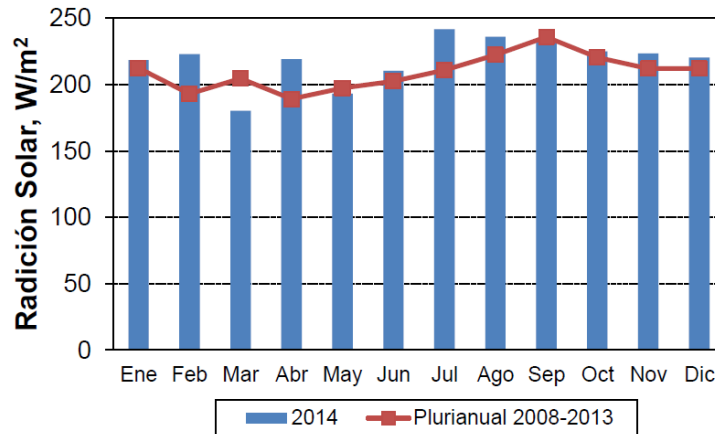
**Figura 5-6: Análisis de la temperatura en DMQ, 2014 y Plurianual**

Fuente: REEMAQ, 2015

**HELIOFANIA**

La radiación solar se ve afectada por la nubosidad. Afecta sobre como el aire se mueve verticalmente y por lo tanto afecta a la dilución de la contaminación del aire. La radiación solar también afecta a la rapidez con que las superficies se secan.

Durante el 2014, el mes de marzo presentó menores niveles de radiación que el promedio de los seis años anteriores y mayores precipitaciones que otros años (ver 4.6 precipitación). Por el contrario, los meses de febrero, abril y julio presentaron radiaciones solares significativamente mayores que el promedio de los seis años anteriores.



**Figura 5-7:** Análisis de la radiación en el DMQ, 2013 y plurianual

Fuente: REEMAQ, 2015

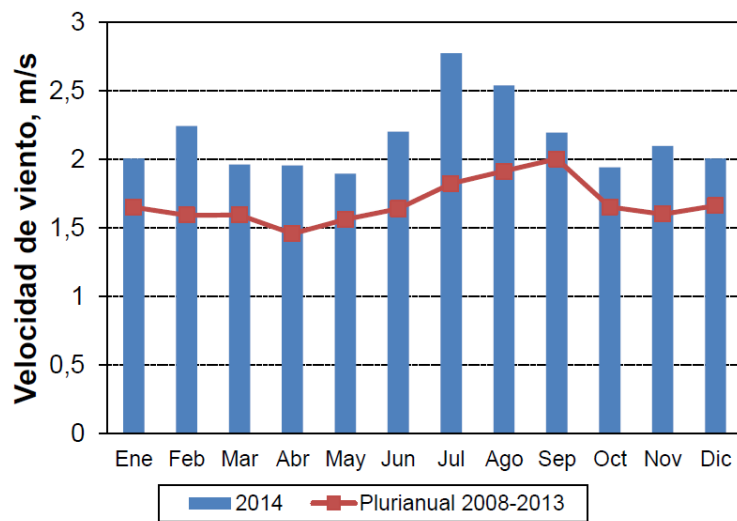
### **VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO**

Los máximos promedios diarios de viento para el 2014 se registraron en los meses de julio y agosto, con un máximo de 4,8 m/s el 31 de agosto en Cotocollao, el máximo horario se registró en Carapungo (8,4 m/s) el 30 de marzo. En 2014 el viento sopló con velocidades mayores al promedio plurianual. El promedio mensual más elevado fue en julio con un valor de 2,8 m/s, esto sumado a la baja presión (días secos y despejados) causan las concentraciones de PM10 más elevadas del año. Por el contrario, el mes de febrero con las menores velocidades de viento (1.65 m/s) y alta presión, presentó menores concentración promedio mensual de PM10.

**Tabla 5-7:** Promedio Temperatura Plurianual Estaciones REMAAQ

Velocidad de viento, m/s 2014	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Tumbaco	Los Chillos
Promedio plurianual (2008-2013)	1,7	1,7	1,8	1,8	1,5	1,6
Máximo diarias	4,8 31-ago	3,6 19-sep	4,1 19-sep	4,0 19-sep	3,2 30-ago	3,8 19-sep
Máximo horaria	8,0 13-jul	8,4 30-mar	5,4 19-ago	5,8 25-ene	7,0 18-jul	7,1 30-sep
Ráfaga	8,6 01-oct	9,4 04-nov	6,1 01-mar	7,0 28-ago	8,6 26-sep	8,6 30-sep

Fuente: REEMAQ, 2015



**Figura 5-8:** Análisis de la velocidad de vientos en el DMQ, 2014 y plurianual

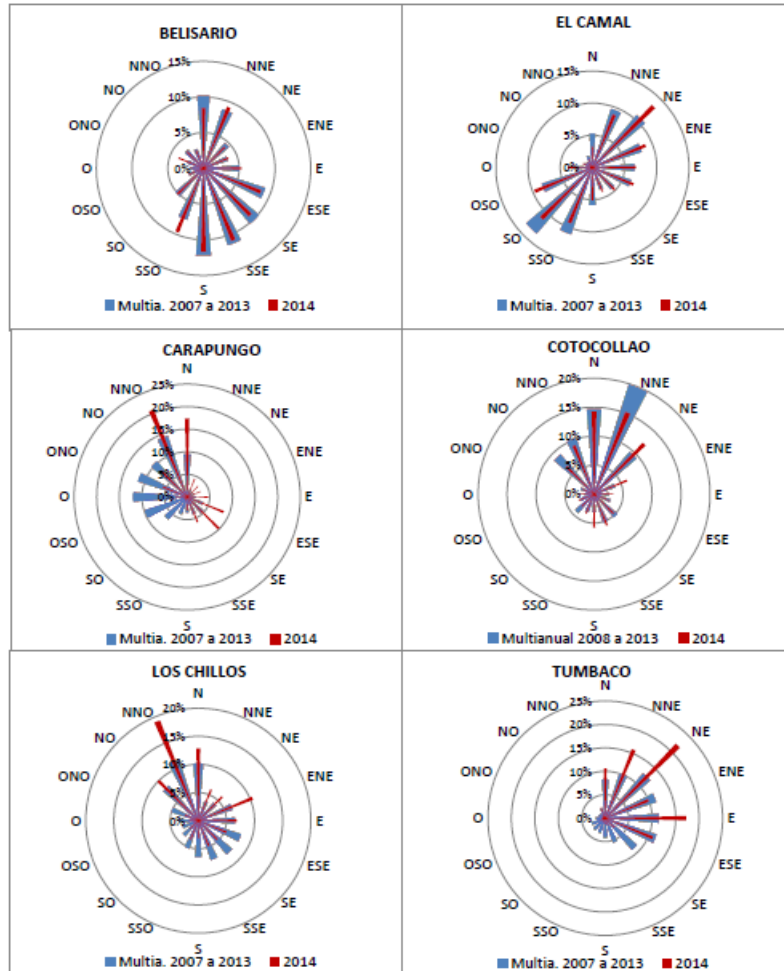
Fuente: REEMAQ, 2015

La dirección del viento durante el año 2014 mantiene la tendencia del análisis plurianual de los años anteriores. Los vientos de Cotocollao y Carapungo provienen principalmente del norteeeste y nor-este. A partir de agosto el viento cambia con dirección al sur-norte. Cabe recalcar que en este sector del DMQ se encuentra gran cantidad de material particulado proveniente de resuspensión, baja intensidad de lluvias y la explotación de canteras. En la estación Los Chillos, la dirección predominante es proveniente del norte y nor-este, con las mayores velocidades del año. Durante el segundo semestre del año, la dirección de viento también proviene del sur. Debido a la característica topográfica de valle, los contaminantes no se dispersan fácilmente, distribuyéndose a lo largo y ancho del valle y escapando por las zonas de menor relieve, hacia la zona urbana de la ciudad (Puengasí, Trébol, Monteserrín)

La estación Belisario muestra que los vientos predominantes soplan de sur a norte y de sur – este a nor-oeste. Esto provoca que los contaminantes provenientes del norte y este de la ciudad



se dirijan hacia las laderas del Pichincha. En el valle de Tumbaco, los vientos preferenciales soplan del nor-este a sur-oeste, seguidos por vientos de norte a sur.



*Figura 5-9: Rosas de los vientos para el DMQ, 2014 y pluriannual*

Fuente: REEMAQ, 2015

### 5.1.3 RECURSO SUELO

#### 5.1.3.1 GEOLOGIA<sup>3</sup>

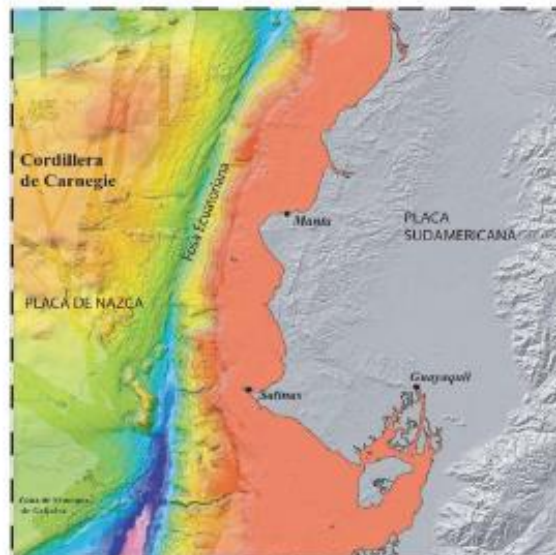
Centenas de millones de años atrás, durante el período Paleozoico, se desarrollaron las bases de lo que serían Los Andes cuando empezó la subducción de la placa de Nazca bajo la placa

<sup>3</sup> Estudio de Impacto Ambiental Primera Línea del Metro de Quito

Sudamericana, la que pertenecía al antiguo continente de Gondwana. La mayor actividad telúrica se registró durante el período Cuaternario en la época del Pleistoceno, la cual formó el paisaje accidentado de la ciudad. En el Plioceno se presentaron varios eventos de considerable importancia en el país y el continente, sin embargo, la ciudad no fue influenciada mayoritariamente por estos. Pese a ello, existieron algunos acontecimientos durante ese período como se evidencia en algunas zonas del este de la urbe. La zona de estudio está dentro de un entorno geodinámico complejo, en donde interaccionan: sedimentación, volcanismo, tectónica y erosión, generando una cuenca volcano-sedimentaria complicada. Por su naturaleza, el entendimiento de la evolución geológica se dificulta.

### Geología Regional

Durante el Cretácico, la evolución de la cordillera de Los Andes fue producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, lo cual generó fuertes cambios como el replegamiento de la corteza terrestre y el desarrollo de la cordillera. Como se puede observar en la figura 7



**Figura 5-10:** Características del contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en la zona del Ecuador

Fuente: Cuenca Oriente Geología y Petróleo; Marco Rivadeneira.

En el levantamiento se generan sistemas montañosos transversales, conocidos como nudos, formando verdaderas cuencas intramontañosas denominadas hoyas; además, se originan potentes capas de sedimentos que se depositan en un ambiente marino-continental dando lugar a la formación Silante. Durante el Eoceno hasta el Cuaternario, el levantamiento de Los Andes continuó y los esfuerzos originados de la colisión de las placas Sudamericana y Nazca, dieron

lugar a la formación de fallas perpendiculares en las cordilleras, generándose así cuencas abiertas e intramontañosas, que durante el Holoceno fueron rellenadas por productos provenientes en su mayoría de los volcanes Pichincha y Atacazo, como flujos de lava (andesitas horbléndicas) y materiales sedimentario - piroclásticos y, por productos de la erosión y de la remoción en masa que modelaron a los sistemas montañosos.

El modelo accidentado del Ruco Pichincha se debe a que ha sido moderadamente retocado por la actividad glaciario del Cuaternario, la erosión hídrica y los movimientos en masa, a su vez ligados con las precipitaciones y escurrimientos superficiales.

Se encuentran las formaciones y unidades litológicas que van del Cretácico al Cuaternario. Las rocas cretácicas son lavas y sedimentos volcánicos y las rocas cuaternarias son lavas, piroclásticos y material volcánico - sedimentario. Además, cuenta con depósitos de cangahua (ceniza).

El Distrito Metropolitano de Quito, por encontrarse en el callejón Interandino, está limitado geológicamente al norte por el nudo de Mojanda (Imbabura); al sur por el nudo de Tiopullo (Cotopaxi); al este por la cordillera Real y, al oeste por la cordillera Occidental.

La cuenca de Quito es una depresión topográfica de dirección aproximada N-S, de forma alargada y de tres a cinco kilómetros de ancho (Alvarado, 1996). Morfológicamente, se divide en dos subcuencas: centro – norte y sur, separadas por el río Machángara y el domo El Panecillo (Villagómez, 2003).

La formación de esta cuenca está directamente relacionada con la actividad del sistema de fallas inversas de Quito, cuya expresión morfológica es una serie de lomas alargadas de dirección N – NNE, situadas en el borde este de la ciudad.

Esta estructura tectónica ha sido dividida en tres segmentos principales: Lomas Calderón – Catequilla, Lomas Batán – La Bota y Lomas Ilumbisí – Puengasí (Egüez & Alvarado, 1994; Villagómez, 2003). Estos segmentos buzan hacia el oeste y probablemente empezaron a propagarse desde el norte en una serie de pulsos (Villagómez, 2003).

La tasa de levantamiento máxima del sistema ha sido estimada en 0.8 mm/año y habría iniciado hace 0.5 Ma (Soulas et al., 1991; Villagómez, 2000). Quito se encuentra limitado por fallas asociadas a los principales límites estructurales de las Cordilleras Occidental y Real. Estas fallas fueron inicialmente establecidas durante la sucesiva acreción de terrenos oceánicos y continentales desde el Mesozoico; como se observa en la figura 6.88. El Valle Interandino es una depresión tectónica – geomorfológica de dirección N-S a NNE-SSW, de 25 Km. de ancho, 300 Km. de largo, comprendida entre Alausí y El Chota (Winkler et al, 2002).

El Valle Interandino se encuentra dividido en tres segmentos. El segmento en donde se encuentra la ciudad de Quito es el segmento Central (Quito-Guayllabamba) denominado “valle Interandino Central” y su límite norte es el nudo que forman los volcanes Mojanda y Cusín, mientras que el límite Sur es el nudo conformado por los volcanes Illiniza, Cotopaxi, Pasochoa y Rumiñahui (Villagómez, 2003). La Cordillera Occidental, se encuentra constituida por el

basamento de las formaciones Pallatanga y Macuchi, las cuales están cubiertas de depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Oligoceno-Holoceno. La formación Macuchi de edad Paleoceno Tardío-Eoceno, está constituida por una secuencia volcanosedimentaria de arco de islas, de composición basáltica a andesítica. La formación Pallatanga de edad Cretácico Temprano-Tardío, en cambio se encuentra compuesta por turbiditas y rocas ígneas consideradas como de plateau oceánico de acuerdo a interpretaciones recientes.

Según Aspden y Litherland, (1992) la Cordillera Real, consiste de cinturones alargados de rocas metamórficas del Paleozoico-Cretácico Inferior intruídos por granitoides tipo S y tipo I, con una cubierta de depósitos volcánicos Cenozoicos.

En cuanto a la formación estructural del Valle interandino existen varios modelos, de acuerdo a sus autores. Estos modelos son enumerados cronológicamente a continuación:

Un primer modelo considera que el Valle Interandino, se formó por procesos tectónicos extensivos E-W en el Mío-Plioceno. (Hall & Yépez, 1980; Winter, 1990; en Villagómez, 2003).

Otro modelo, basado en estudios neotectónicos, Soulas et al (1991) concluye que el Valle Interandino es una cuenca de 'piggyback' en donde la deformación, durante el Plio-Cuaternario es producida por movimientos diferenciales entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Real. Basado en el análisis de mecanismos focales de sismos someros Ego et al, 1993, analiza otro modelo, en el cual considera al Valle Interandino como una banda comprimida y a los Andes septentrionales ecuatorianos como una gran zona transpresiva dextral.

Finalmente, recientes trabajos que incluyen nuevas edades, (Spikings et al.), sugieren un cuarto modelo en el cual el Valle Interandino, se formó como resultado de desplazamiento a lo largo de la banda comprimida formando una cuenca de tipo "spindleshaped", que se abrió y cerró como movimiento de tijeras entre las dos cordilleras, desde hace unos 6 millones de años. Siguiendo hacia el norte de Quito dentro del Callejón Interandino se encuentra la Cuenca Quito-Guayllabamba, rellena por depósitos volcánicos y volcanoclásticos. El relleno contiene una secuencia inferior conformada por las Formaciones Pisque y San Miguel que contienen lavas, tobas, lahares, sedimentos aluviales, fluviales, deltaicos y lacustres. La secuencia superior corresponde a las Formaciones Guayllabamba, Chiche, Machángara, Mojanda y Cangagua y consiste de depósitos volcánicos primarios, lahares, flujos hiperconcentrados y depósitos fluviales.

### **Geología Local**

Se recolectó estudios e informes realizados en el Distrito Metropolitano de Quito para obtener información geológica – geotécnica y sus parámetros de afectación al trazado del Metro en el DMQ.

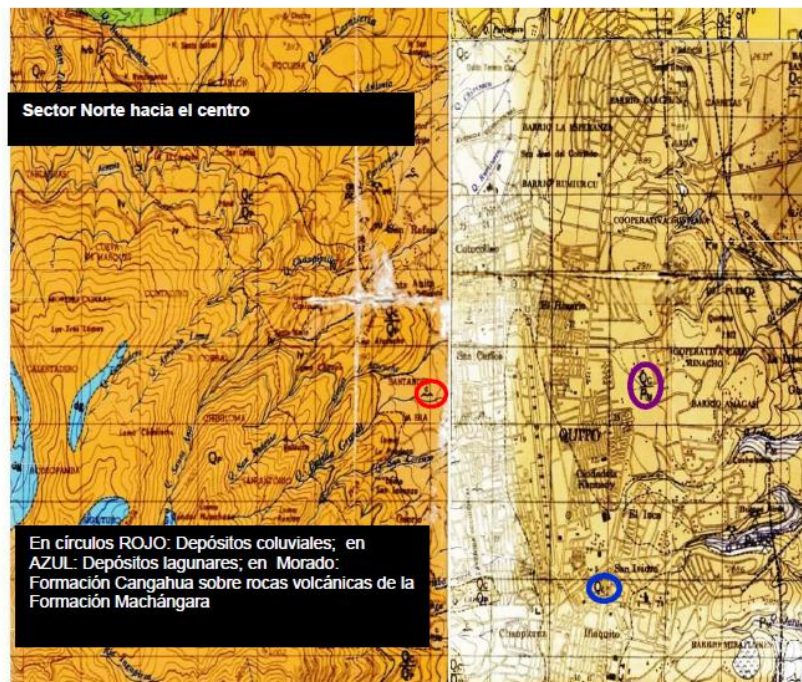
En base a toda la información obtenida para la identificación de la estratigrafía de la cuenca de Quito, se han diferenciado las siguientes Unidades Geológicas Locales, que fueron definidas por Alvarado, 1996 y Villagómez, 2003:

### **Unidades Geológicas Locales**

Formación Machángara (PM).- Esta es una formación descrita y localizada por los mapas de la DGGM (Dirección General de Geología y Minas) aparece en muchas nomenclaturas como “volcánicos Machángara”.

Corresponde a una unidad de productos volcánicos Pliocénicos que contiene avalancha de escombros volcánicos, flujos de lava, flujos piroclásticos, etc.

Esta formación conforma la base de toda el área de estudio. Su afloramiento más representativo ocurre en el río Machángara, en el sector del trébol, encontrándose además en la parte alta de la quebrada Cuscungo. Como se observa en la figura 8.



**Figura 5-11: Formación Machángara**

Fuente: CIC (Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha) Medio Geológico – Geotécnico para la Construcción del Tren Subterráneo en la Ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, mayo / 2010.

Esta formación, se depositó solamente en la Cuenca de Quito, de edad Pleistoceno Medio, contiene dos miembros denominados Miembro Volcánicos Basales y Miembro Quito.

### **Miembro Volcánico Basal**

Este Miembro, en el Centro Norte de Quito, incluye depósitos de avalancha, flujos de lodo, flujos piroclásticos y lahares, íntimamente relacionados con los flujos de lava, caracterizados por ser heterogéneos, de textura muy gruesa, que han sido producto de procesos eruptivos del Volcán Ruco Pichincha.

Unidad de Basamento: La unidad de basamento forma parte del miembro volcánico Basal de la formación Machángara. La Unidad de Basamento se encuentra formada por flujos de lava, brechas volcánicas, avalanchas de escombros y flujos de lodo provenientes del Complejo Volcánico Atacazo – Ninahuilpa y el Complejo Volcánico Pichincha.

Las avalanchas se presentan como depósitos matrices de baja compactación, lo cual evidencia que sobreyacente a los flujos de lava se encuentran depósitos de avalancha de escombros ampliamente distribuidos en la Subcuenca del sur de Quito.

Los flujos de lava afloran localmente a través de bloques levantados en la Av. Simón Bolívar principalmente en el sector de Tambillo, quebrada la Chorrera. Estos depósitos son de composición andesítica y textura afanítica. Se encuentran asociados a autobrechas soldadas.

En la estructura basal El Cinto, en Chillogallo afloran flujos de lava de composición andesítica que presenta patinas de oxidación rojizas.

Se puede observar que a lo largo de la quebrada Saguanchi en el extremo sur de la cuenca, las avalanchas se presentan como depósitos matriz soporta, de baja compactación. Lo cual evidencia que sobreyacente a los flujos de lava se encuentran depósitos de avalancha de escombros, ampliamente distribuidos en la Subcuenca del sur de Quito. En el sector El Censo, en los dos flancos del río Machángara, afloran estratos de avalancha de escombros que presentan bloques subredondeados de andesita en una matriz de limo café, con espesores que alcanzan hasta 10 metros.

Se observa que en la quebrada Saguanchi las avalanchas de escombros subyacen localmente a flujos de lodos (proximales) que muestran estratificación, los cuales se encuentran como tobas color café moderadamente compactas que hacia la base contienen cantos de andesitas de diámetro entre 12 y 20 cm.

En el sector de Quitumbe, a 87 m de profundidad se recuperaron flujos de lodo que contienen líticos de andesita de tamaño centimétrico, los cuales se pueden correlacionar con los niveles que afloran en la quebrada Saguanchi.

### **Miembro Quito**

Este Miembro en la zona Norte de la Cuenca Quito, incluye depósitos fluviales y flujos de lodo menores más homogéneos que los anteriores y de tamaño de grano menores que los incluidos dentro la los Volcánicos Basales. Incluye productos provenientes del volcán Atacazo.

### **Unidad Volcanosedimentaria Guamaní**

La Unidad Volcanosedimentaria Guamaní sobreyace en discordancia erosiva a la Unidad de Basamento y ha sido interpretada como parte del Miembro Quito, de la formación Machángara; se encuentra formada por depósitos volcánicos primarios, incluyendo flujos piroclásticos, caídas de pómez y ceniza.

Esta Unidad ha sido muy bien descrita en la Subcuenca al Sur de Quito, por Lilia Peñafiel (2009) de cuya investigación se han tomado muchos de las descripciones. Se encuentra formada por

depósitos volcánicos primarios, incluyendo flujos piroclásticos, caídas de pómez y ceniza. La base de la unidad está formada por tobas blancas y tiene una potencia de 15m., en el afloramiento de la Q. Saguanchi.

En el sector El Pintado se observa, una toba blanca a 71 m de profundidad, rica en líticos volcánicos y restos de plantas lo cual es correlacionable con el nivel presente en la quebrada Saguanchi.

Un flujo piroclásticos poco compactado compuesto por bloques de dacita dentro en una matriz de una arena volcánica sobreyace el depósito de tobas blancas. El color de dicho flujo es gris y su espesor visible es de aproximadamente 10m. El diámetro de los bloques de dacita es de hasta 1 m. La homogeneidad y composición monolito-lógica del depósito indican que el flujo es de tipo “block and ash”.

En el corte de la Avenida Simón Bolívar se encuentra un depósito volcánico primario (flujo piroclástico “block and ash”). Este depósito no muestra gradación, imbricación o estructuras de paleocorriente y los líticos que lo conforman tienen una misma composición (dacítica).

Una serie de cenizas y oleadas piroclásticas interestratificadas en espesores de 0.20m a 0.50m sobreyacen concordantemente al flujo piroclástico “block and ash”, hacia el tope de la Unidad Volcano sedimentaria Guamaní.

#### **Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado.**

La Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado forma parte del Miembro Quito, que a su vez corresponde a la formación Machángara.

Los sedimentos de ambiente fluvial y lacustre, encontrados en los sondeos exploratorios, perforados por la EMAAP, en la zona Sur de Quito, han permitido definir esta Unidad de manera más detallada.

Correlaciones estratigráficas ha permitido determinar que los depósitos fluvio-lacustres se extienden desde el sector de Chillogallo, y que a partir del sector El Calzado, estos depósitos se hacen más potentes hacia el norte. Estas correlaciones también han permitido establecer que el contacto entre la Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado y la Unidad Volcanosedimentaria Guamaní corresponde a un cambio transicional (Peñañiel L., 2009).

En la base de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado se presentan brechas volcánicas intercaladas con estratos de areniscas fina, arenas y arcillas, con espesores que varían entre 0.30 y 1 metro.

Sobre el conjunto anteriormente descrito aparece una interestratificación de arcilla y arena de color verde, que tiene gradación normal, con líticos subredondeados, debido a su ambiente de depositación de tipo fluvial. El espesor de los estratos varía entre 0.20m y 0.50m. y el del conjunto es inferior a los 10m.

Estos estratos se encuentran en muchos de los pozos perforados en el norte y oeste y de la Subcuenca Sur de Quito: San Bartolo Villaflora, El Pintado, Chillogallo, etc.

En el techo de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado, sobreyaciendo al depósito arriba descrito de arcilla y arena de color verde, se encuentran niveles de turbas, paleosuelos y tobas, cuyo espesor llega hasta los 20 metros. Los niveles de turbas, permiten identificar el ambiente lacustre de la depositación.

Formación Cangahua (QC).- Esta formación está constituida por tobas cuaternarias color amarillento, generalmente intercaladas con caídas de cenizas, pómez, paleosuelos y algunas veces, flujos de lodos y canales aluviales, en los mismos ocurre costras calcáreas y óxido de manganeso. Como se observa en la figura 6.90.



**Figura 5-12: Fallas Geológicas**

Fuente: CIC (Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha) Medio Geológico – Geotécnico para la Construcción del Tren Subterráneo en la Ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, mayo / 2010.

El área de estudio está cubierta en su mayoría por cangahua, encontrándose varios cortes de talud. El afloramiento más importante de esta unidad se encuentra en la quebrada Cuscungo; en la cual aparece horizontal intercalada con estratos de pómez de hasta 1 metro, en un espesor de hasta 40 metros.

Cabe señalar que la denominación generalizada de la Cangahua como toba se contrapone a las tobas litificadas, que se encuentran dentro de formaciones volcánicas más antiguas, que son rocas muy compactas y resistentes con resistencias a la compresión simple superiores a 70 Mpa. Por ello en el presente caso desde el punto de vista Geotécnico, es preferible seguir considerándola como un suelo compacto o en el mejor de los casos como una toba blanda.



En la formación Cangahua, se han incluido los depósitos de conos aluviales que se desprenden de las estribaciones orientales del volcán Pichincha, hacia los principales drenajes que llegan a las subcuencas consideradas de Sur a Norte: quebradas Saguanchi, Grande, Sunipamba, Rumihurcu, Rumipamba y principalmente en el Río Machángara.

En la Subcuenca Sur de Quito, la Cangahua presenta en su parte superior niveles de paleosuelos y estratos de pómez de caída de hasta 30 centímetro de espesor; mientras en su parte media se observan estratos de arena fina de composición litológica de carácter volcánico, de espesores de hasta 50 centímetros.

En la base de la Cangagua, hacia el oeste de la Subcuenca sur, especialmente en los flancos de los complejos volcánicos Atacazo – Ninahuilca y Pichincha, se presentan coluviales de hasta 5 metros de espesor, formados por bloques de andesita y dacita de hasta 40cm de diámetro y pómez dentro de matriz limo arenosa color marrón, aparentemente proveniente de cangagua retrabajada. Existen varios afloramientos de estos coluviales, principalmente a lo largo del Río Grande.

Los niveles de pómez y arena que existen dentro de la cangahua, tienen buen sorteo, le otorgan una buena característica hidrogeológica por su permeabilidad media-alta.

El contacto entre la Cangahua y la Unidad Volcanosedimentaria Guamaní se lo puede observar en la quebrada Saguanchi, en donde la Cangahua sobreyace con discordancia erosiva, sitio en el cual alcanza una potencia de hasta 10 metros y contiene fósiles de coprinisphaeraecuadoriensis dispuestos en forma horizontal, (Peñafiel L., 2009). Al norte de Quito en quebradas disectadas, se observa la disposición de estratos de ceniza volcánica intercalada con flujos piroclásticos, estos se encuentran con lineamientos estructurales debido a hundimientos del valle de Quito.

### **Geología estructural**

#### **Tectónica Cuaternaria**

Se ha definido tres sistemas principales de fallamiento activo, que son los siguientes: Sistema mayor dextral o transcurrente dextral, Sistema sinistral o transcurrente sinistral y sistemas de fallas inversas del Callejon Interandino.

#### **Sistema Transcurrente dextral**

Está formado por un conjunto de fallas y lineamientos de dirección NE-SW, este sistema se extiende desde la laguna La Cocha en el sur de Colombia, hasta el noreste del volcán Cayambe, perteneciente a este ramal de fallas de afiladores, La Bonita - Chingual. De este sistema transcurrente, la falla Chingual es una de las fuentes sismo genéticas que podría provocar daños de consideración a la ciudad de Quito.

#### **Sistema transcurrente sinistral**

Está formado por la falla Mira-San Isidro, que es la prolongación hacia el sur del sistema Cauca – Patia de Colombia y su continuación sigue los trazos morfológicos de Apuela – Nanegalito – Mindo de dirección NNE-SSE ubicados en la Cordillera Occidental.

### **Sistema de fallas inversas del Callejón Interandino**

Se localiza hacia el oriente de la ciudad de Quito, morfológicamente está asociado a un conjunto de elevaciones de poca altura separadas entre sí por profundas quebradas. Es una estructura activa y se la divide en dos segmentos: uno entre Amaguaña y Calderón y otro entre Calderón y San Antonio. Se ha estimado que la velocidad de desplazamiento de la falla de Quito varía hasta 1mm/año (Soulas et al, 1991) y se esperarían sismos de magnitud máxima de 6,9 a 7,1 grados en la escala de Richter.

### **Sistema de fallas locales**

Quito, se encuentra atravesado por un sistema de fallas, que se inicia a la altura de la población de Tambillo, al sur; y, avanza hacia el norte, hasta San Antonio de Pichincha, definiendo un trazado de 47 a 50 km de longitud.

Morfológicamente (según la forma del terreno), está representado por las colinas de Puengasí, Lumbisí, el Batán – La Bota y Bellavista – Catequilla. Estas colinas son el resultado superficial de fallamiento de tipo inverso, que no alcanza la superficie pero que pliegan las capas formando estas colinas. Esta característica es un rasgo que, a menudo, presentan las fallas inversas. Para la falla de Quito, el bloque sobre el que se asienta la ciudad se levanta aproximadamente a 400 metros, con respecto al valle interandino. Este es un caso típico de fallas ocultas, pero que muestran actividad sísmica constante en el tiempo; teniendo la ciudad de Quito la mayor complicación, por hallarse construida sobre su propia falla geológica, expuesta a vibraciones muy altas y, a ser afectada por sismos superficiales.

#### **5.1.3.2 GEOTECNIA**

Las características geotécnicas de los materiales de los suelos en Quito representan una generalización para las unidades litológicas del área de estudio.

La cangahua es, en general, un material heterogéneo y es el mejor caracterizado desde el punto de vista de su resistencia al corte.

Los depósitos coluviales en el área de estudio son también heterogéneos y principalmente de matriz fina, algunos originados en cangahua y otros en los suelos volcánicos. Las características físico-mecánicas de este material en el área de estudio serían correlacionables con aquella de matriz fina, encontrada y caracterizada en la zona al norte, aunque su comportamiento depende mucho de las condiciones de humedad y del grado de saturación.

Las lavas parecen ser del mismo tipo en las laderas del volcán Pichincha y su caracterización ha sido realizada a través de ensayos de corte directo y carga puntual.

Los suelos volcánicos del área de estudio parecen ser similares a los encontrados por encima de los 3.200 msnm en la zona norte y fuera del área de estudio. Las características de resistencias al corte, efectivas y totales de estos materiales parecen también ser similares.

Los conos de deyección y el depósito de flujo de lodo en el área de estudio pueden tener el mismo origen pero con características y comportamientos geotécnicos distintos a los

identificados en zonas cercanas debido a su espesor y condiciones hidrogeológicas. Para estos materiales no se obtuvieron características físico-mecánicas, pues se encuentran mayormente recubiertos por una capa gruesa de cangahua.

### **Aspectos geológico-geotécnicos generales**

En términos generales, el área de estudio está cubierta superficialmente en su mayoría por cangahuas depositadas periclinalmente bajo los 3.200 msnm sobre lavas, conos de deyección y flujo de escombros, y por suelos volcánicos depositados encima de los 3.200 msnm sobre lavas. También se presentan como cobertura superficial por debajo de los 3.200 msnm: coluviales en las laderas, aluviales recientes, rellenos y escombros en las quebradas.

La cangahua en general es un material heterogéneo, poco plástico, con variaciones laterales y verticales de su granulometría y grado de cementación, es mayormente impermeable tanto en estado inalterado como remoldeado y compactado, pero puede ser erosionada por el agua, el viento y la intemperización. Presenta intercalaciones decimétricas (1,2 m de espesor) de capas de arena y grava fina de pómez (lapilli), fácilmente erosionables por el agua y el viento.

La cangahua en el área de estudio tiene espesores que varían entre 6 a 20 m y es mayormente del tipo limo arenoso y areno limoso. Sus propiedades en la zona sur de Quito corresponden a un suelo limoso (ML) con límites líquidos (LL) que varían entre 25,3 a 37,45; IP entre 2,7 y 10,86, con un porcentaje de humedad (W%) entre 21,5 y 39 y peso específico de 1,94 gr/cm<sup>3</sup>.

Hacia el norte del área de estudio las cangahuas de tipo limo arenosa y areno limosa corresponden a suelos ML (suelo limoso) y SM (suelo arenoso).

La permeabilidad in situ en estratos de cangahua y en muestras compactadas del material ha dado valores del orden de 0,00001 cm/s en ambos casos. Esto permite confirmar la poca permeabilidad del material inalterado y la estanqueidad del mismo, en caso de ser utilizado para terraplenes o rellenos compactados.

Los taludes en cangahua, verticales y desprotegidos presentan erosión progresiva a través de caídas de bloques decimétricos a métricos. Este fenómeno es de pequeña magnitud, pero puede ocurrir muy a menudo, de forma violenta y rápida, con una probabilidad de ocurrencia alta. Los taludes y escarpes verticales en cangahua constituyen una zona de alta peligrosidad y riesgo en el área de estudio.

La mayor parte de deslizamientos en cangahua se ubican en laderas con pendientes entre 15° y 35° según el método de Brabb.

Al norte del área de estudio se ha recomendado una relación de 1H:3V para taludes en cangahua de hasta 10 m de altura en zona urbana, y cuando la roca esté muy fracturada la relación debería ser 1H:1V. Los taludes deben ser protegidos contra la erosión, a través del control del drenaje superficial, recubrimiento con vegetación o materiales apropiados, inclusive muros al pie y cabeza del talud, retiros adecuados al tope y pie del talud. El material puede ser excavado manualmente y por métodos mecánicos.

Los suelos volcánicos se ubican sobre los 3.200 msnm con espesores de 2 a 6 m, son poco consolidados, fácilmente erosionables constituidos de arenas limosas cafés y suelos limosos orgánicos negros, intercaladas con cenizas y lapilli de pómez. Estos suelos originan reptaciones, deslizamientos de tipo traslacional, con una superficie de rotura localizada en el contacto con la lava y deslizamientos rotacionales. Estos suelos constituyen zonas de alta susceptibilidad y peligrosidad por deslizamientos. La mayor parte de los deslizamientos en laderas en este material están entre los 15° y 35° según el método de Brabb, aunque existen también deslizamientos en el rango entre 35° y 45°.

Las lavas son rocas masivas, frescas y muy fracturadas, localmente intercaladas con brechas y se ubican sobre los 3.200 msnm. Afloran principalmente en las quebradas y canteras abandonadas donde forman taludes muy inclinados y verticales, y en algunos sitios en contrapendiente. Estas lavas tienen permeabilidad secundaria por fracturación que se expresa a través de manantiales ubicados entre 3.130 y 3.520 msnm.

Los taludes verticales de lava originan caídas de rocas de pequeña y mediana magnitud, rápidas y violentas, poco frecuentes, pero constituyen sitios de alta amenaza y riesgo en el área de estudio. Fenómenos geodinámicos en este tipo de material se ubican en laderas con pendientes por encima de los 35°, según el método de Brabb, y en general, para taludes mayores que 60° según otros criterios.

Los coluviales se ubican principalmente por debajo de los 3.200 msnm, están compuestos por bloques decimétricos a métricos de lavas en una matriz areno-limosa medianamente compactada. Presentan deslizamientos rotacionales pequeños y traslacionales en pendientes entre los 10° y 40° según el método de Brabb.

Hacia el norte y fuera del área de estudio los coluviales finos con matriz limo-arenosa (arenas limosas) poco o medianamente consistentes han sido clasificados como CL-ML, MH, SM. Para la matriz de tipo MH la densidad natural varía entre 1,51 a 1,8 gr/cm<sup>3</sup>, la cohesión entre 0 y 0,7 kg/cm<sup>2</sup>, y el ángulo de fricción entre 24 y 27°. La cohesión (Cu) entre 0,2 y 0,9 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción entre 0 y 14°. Sin embargo, el material coluvial ubicado en la zona sur tiene cohesión de 0,49 kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de fricción de 14°.

Los aluviales recientes que se ubican en los cauces de las quebradas presentan una composición variable y menor a 3 m. Hacia el norte y fuera del área de estudio los aluviales han sido clasificados como SM y GW, su densidad natural varía entre 1,7 y 1,9 gr/cm<sup>3</sup>, la densidad saturada entre 1,9 y 2,1 gr/cm<sup>3</sup>, la cohesión es igual a 0 y el ángulo de fricción varía entre 28° y 35°.

Los rellenos y escombros que se encuentran en los cauces de las quebradas principalmente por debajo de los 3.000 msnm corresponden a arenas limosas y limos arenosos, con escombros de construcción y basura. El espesor de los rellenos alcanza hasta 20 m y el de los escombros hasta 5 m. Los rellenos por ser más antiguos son materiales más compactados que los escombros, sin embargo, se ha observado inestabilidad por hundimientos en algunos de ellos.

Un tipo de relleno ubicado en la zona sur está compuesto por arena fina café oscura, de ligera plasticidad y compacidad relativa suelta (SM) con LL entre 24,8 y 34,3; IP entre 0,8 y 7,64, porcentaje de humedad (W%) entre 13 y 34.

Se considera a los rellenos y los depósitos de escombros como materiales permeables y de fácil infiltración, por lo tanto, muy susceptibles a deslizamientos y erosión por el agua. La evaluación de su estabilidad debe considerar superficies de rupturas circulares y también la zona límite entre el escombro y su base en el caso de estar ubicado en pendientes, para condiciones a corto y largo plazo, estáticas y pseudoestáticas.

Los valores de los parámetros geotécnicos de los materiales expuestos anteriormente constituyen una referencia utilizable para el caso de prediseño. Para el diseño de obras se deben utilizar los resultados del reconocimiento geotécnico de cada sitio.

El peligro sísmico relacionado con una aceleración de 0,26 g (método probabilístico) parece ser poco frecuente y con una probabilidad de ocurrencia baja. El método determinístico señala sin embargo aceleraciones entre 0,2 y 0,25 g en relación a la falla de Quito. Estos valores pueden ser considerados para las evaluaciones de la estabilidad pseudoestática de taludes y laderas.

### 5.1.3.3 CALIDAD DE SUELO

Con el fin de determinar la calidad de suelo en la zona de estudio, se realizó el muestreo y procesamiento de muestras por GRUENTEC laboratorio calificado por SAE.

Los puntos de muestreo se encuentran en la zona de intervención del proyecto variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito.

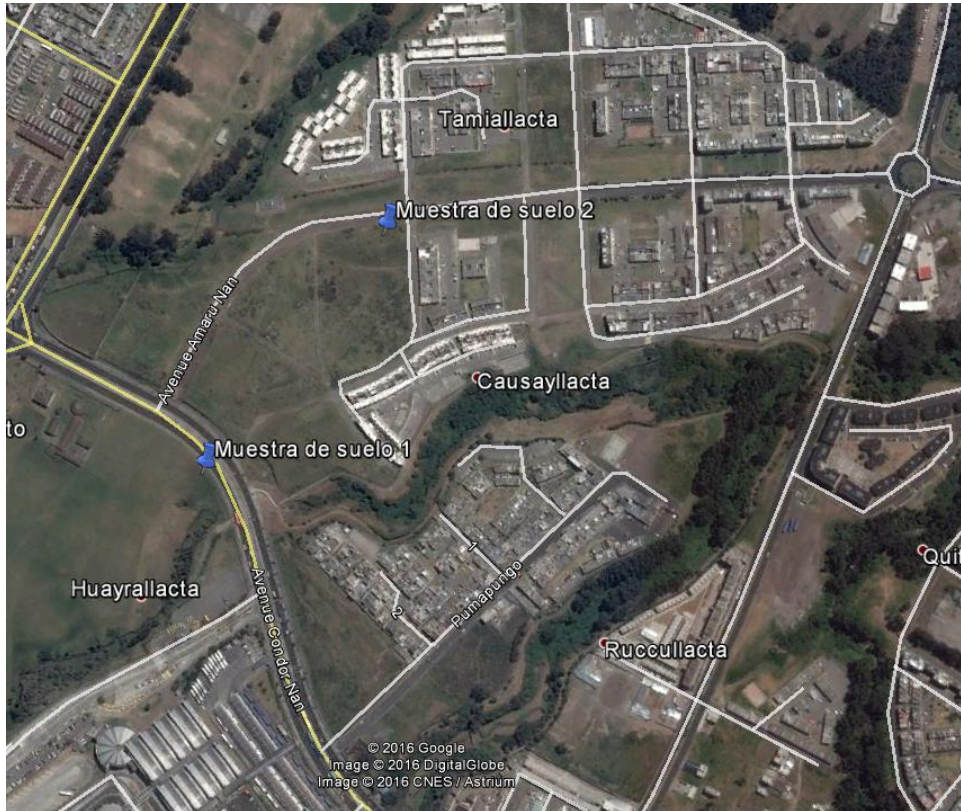
#### Metodología aplicada

Se aplicó el método de toma de muestras de suelos y sedimentos determinados por Gruentec según procedimiento MP-DC-06 basado en Capítulo 1 sección 3,4,5 y Capítulo 2 Sección 1 del manual de muestreo de aguas y sedimentos de la dirección de medio ambiente. Del ASTM D6044-96.

**Tabla 5-8:** Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto

<b>Id. muestra Lab</b>	SAM-1609231-S001	1609482-S001
<b>Coordenadas</b>	17M/771987-9967579	772145-9967838
<b>Datum</b>	WGS 84	

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.



**Figura 5-13:** Ubicación del punto de muestreo

Fuente: Google Earth, septiembre 2016

**Descripción del Punto de Muestreo:**

El muestreo se realizó en la zona de estudio, en referencia cercano al Terminal Terrestre Quitumbe; las muestras presentaron las siguientes características: Suelo de color café con presencia de humedad, raíces, textura arenosa y disgregada.

**Tabla 5-9:** Parámetros Analizados

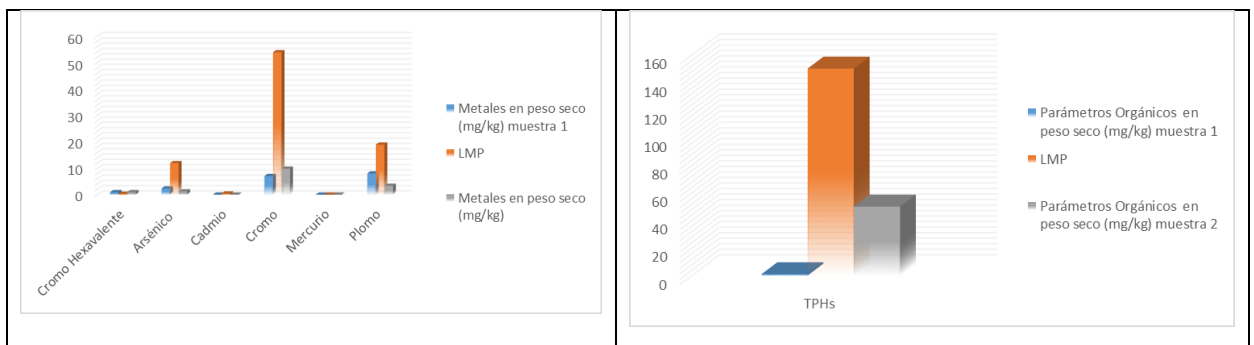
Parámetros/ Unidad	MUESTRA-SUELO		LMP
	1609231-S001	1609482-S001	Tabla 1, Anexo 2 AM 097-A TULSMA
<b>Parámetros en extracción acuosa 2:1</b>			
pH	6.7	6.7	6-8
Conductividad (dS/cm)	99	73	200

<b>Metales en peso seco (mg/kg)</b>			
Cromo Hexavalente	1	1	0.4
Arsénico	2.4	1.3	12
Cadmio	0.1	0.1	0.5
Cromo	7.1	9.9	54
Mercurio	0.1	0.1	0.1
Plomo	8.1	3.4	19
<b>Parámetros Orgánicos en peso seco (mg/kg) muestra 2</b>			
TPHs	50	50	150

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

En base a los resultados presentados en la tabla 4-9, comparados con la Tabla 1, Anexo 2 AM 097-A TULSMA, se presentan metales pesados y parámetros orgánicos específicamente TPHs bajo norma.

**Figura 5-14: Parámetros muestreados respecto al Límite Máximo Permisible**



Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

## Conclusiones

Los parámetros orgánicos muestran valores bajo el límite permisible de la normativa ambiental. Los metales pesados no muestran altas concentraciones en ninguna de las 2 muestras tomadas en el área de estudio, se encuentran bajo el rango de la normativa ambiental. Se evidencia la no existencia de contaminación externa de hidrocarburos o metales pesados en la zona.

#### 5.1.4 RECURSO AIRE

##### 5.1.4.1 CALIDAD DE AIRE<sup>4</sup>

Como parte de la caracterización del área de estudio, del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Metro de Quito Línea 1, se ha realizado una evaluación ambiental que corresponde a la descripción de la situación actual de calidad de aire ambiente de la zona del proyecto.

El Laboratorio AFH SERVICES realizó el monitoreo de Calidad de Aire Ambiente en un punto identificado en el área del Proyecto de construcción del trazado de la Variante Quitumbe.

El monitoreo se realizó del 22 al 23 de septiembre de 2016, cumpliendo, 24 horas, 8 horas y 1 hora de monitoreo para los parámetros a ser evaluados en cada punto de monitoreo, según la exigencia de la Normativa Ambiental Local.

Los principios de medición utilizados por los equipos empleados en el presente monitoreo, cumplen con los métodos exigidos por el Organismo de Control Ambiental.

Los valores obtenidos en el presente monitoreo comparados con los límites máximos permitidos, evidencian el cumplimiento total de los resultados, en cada punto monitoreado para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>.

**Tabla 5-10:** Punto de Muestreo para Calidad de Aire

<b>Coordenadas</b>	17M/771768-9967209
<b>Datum</b>	WGS 84

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

<sup>4</sup> Informe de calidad de aire AFH, 2016





**Figura 5-15:** Ubicación del punto de muestreo

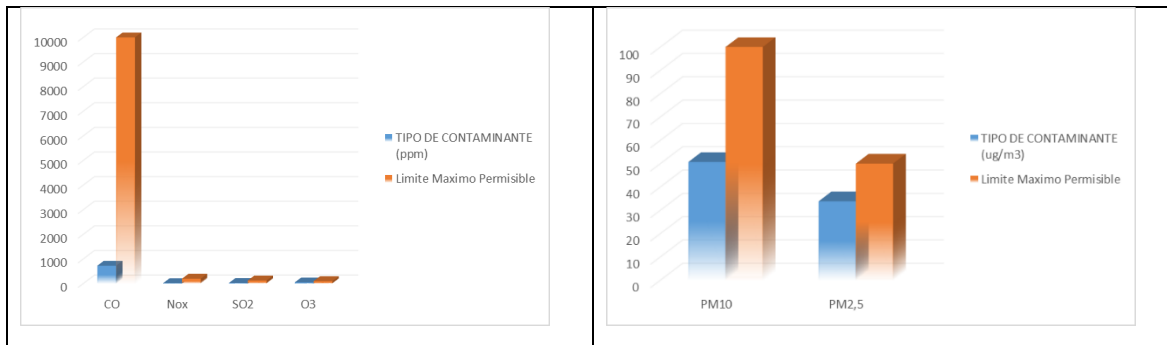
Fuente: Google Earth, septiembre 2016

**Tabla 5-11:** Parámetros Analizados

PUNTO DE MUESTREO	FECHA	Tipo de Contaminante					
		(ppm)				(ug/m <sup>3</sup> )	
P1 Metro Quito Estación Quitumbe		CO	NOx	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Valor Obtenido	22/09/2016	0.63	0.0069	0.0086	0.0047	37.38	24.96
Valor Obtenido Relacionado con Límite de Cuantificación	al	0.63	menor al límite de cuantificación	menor al límite de cuantificación	menor al límite de cuantificación	37.38	24.96
Valor corregido con Límite de Cuantificación del laboratorio ug/m <sup>3</sup>	23/09/2016	<b>726.2</b>	<b>18.8</b>	<b>26.2</b>	<b>49.1</b>	<b>50.68</b>	<b>33.84</b>
LMP		10000	200	125	100	100	50

Fuente: Laboratorio AFH, septiembre 2016.

**Figura 5-16:** Parámetros analizados respecto al Límite Máximo Permisible



Fuente: Laboratorio AFH, septiembre 2016.

## Conclusiones

los parámetros analizados de gases, PM10 y PM2.5 en el punto monitoreado. Los resultados presentados en la tabla 4-11, corresponden a los valores reales de monitoreo, en algunos casos estos valores se ubican por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, eso no quiere decir que los valores son irreales, sino que se los declara debajo del rango de trabajo.

El valor que se anexa como incertidumbre de medida a cada punto, no puede ser declarado fuera del rango de trabajo del laboratorio, de acuerdo a lo que se señala dentro del anexo A de la Guía para la expresión de Incertidumbre, OAE G02- R00, del Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE, así mismo, dentro del punto 5.10.3.1 en su literal c) de la Norma ISO 17025: 2006, señala que cuando sea aplicable se debe anexar una declaración sobre la incertidumbre de medición estimada y señala que la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando así lo requieran las instrucciones del cliente, o cuando la incertidumbre afecte al cumplimiento con los límites de una especificación; de ahí que el presente monitoreo tiene como finalidad evidenciar el cumplimiento con el marco normativo legal, y al estar algunos valores aún por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, el valor de la incertidumbre de medida expresado no influye en el cumplimiento o no con los límites a los cuales hacemos referencia para este presente estudio.

Para los valores de NOx la norma establece que el tiempo de monitoreo es de una hora continua, en donde el laboratorio realiza mediciones las cuales consisten en que el equipo integra las concentraciones cada diez minutos por lo que si empezamos el monitoreo en una hora el dato será tomado luego de 10 minutos obteniendo así 5 valores durante una hora de monitoreo.

Cabe señalar que el monitoreo es puntual (durante 24 horas de monitoreo) y sus resultados se comparan con los Límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A del MAE.

### 5.1.4.2 RUIDO

Con el fin de determinar los niveles de presión sonora en la zona de estudio, se realizó la medición y procesamiento de la información por GRUENTEC laboratorio calificado por SAE.

Los puntos de muestreo se encuentran en la zona de intervención del proyecto variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito.

#### Metodología aplicada

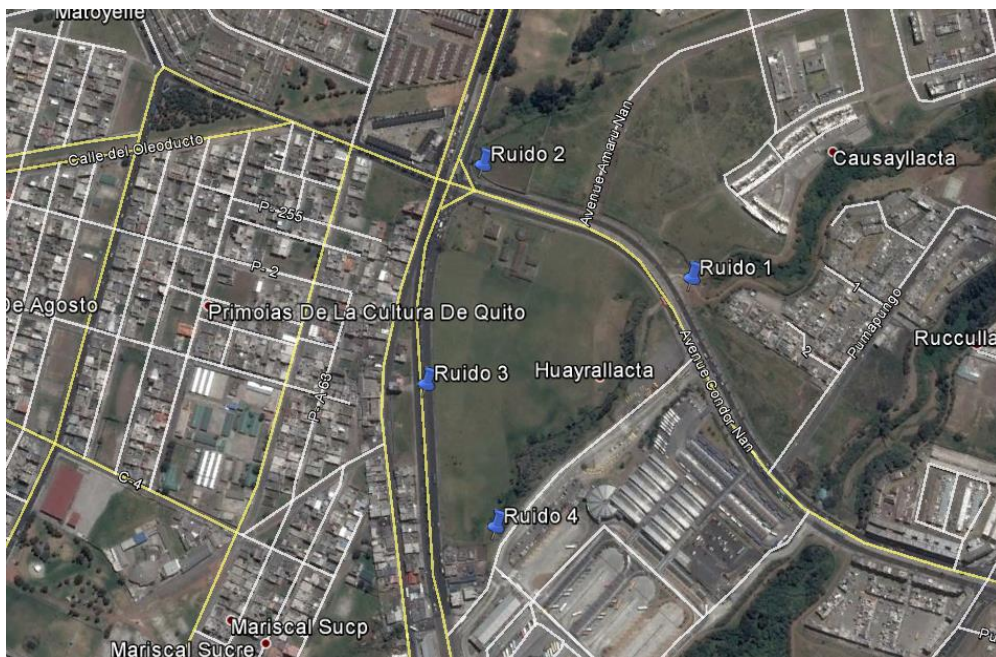
Se aplicó la NTE INEN-ISO 1996-1, NTE INEN1996-2, TULSMA, Acuerdo Ministerial 061, Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5: Niveles de Emisión de Ruido y Metodología de Medición

**Tabla 5-12:** Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto

Id. muestra Lab	Ruido 1	Ruido 2	Ruido 3	Ruido 4
Coordenadas	772058/ 9967548	771810/ 9967708	771718/ 9967445	771789/ 9967264
Datum	WGS 84			

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

**Figura 5-17:** Ubicación de los puntos de medición



Fuente: Google Earth, septiembre 2016

#### Descripción de los puntos de medición

Las mediciones se realizaron en la zona de estudio, en referencia cercano al Terminal Terrestre Quitumbe; como contribuciones adicionales de emisión de ruido, generado por tránsito vehicular.

**Tabla 5-13: Parámetros Analizados**

Identificación Punto de medición	R1	R2	R3	R4	Límite Máximo Permissible - Tabla 1 Uso de suelo Equipamento de Servicios Públicos (EQ2) Diurno A.M. 097-A
<b>Ruido Ambiental</b>					
L Max dB	66	71	74	62	60
L Min dB	63	67	69	60	
Ruido residual	65	68	71	57	
Valor L (A) eq dB	65	69	72	61	
Valor L (A) eq dB	No existen condiciones para cuantificar el L <sub>keq</sub> de la fuente	No existen condiciones para cuantificar el L <sub>keq</sub> de la fuente	No existen condiciones para cuantificar el L <sub>keq</sub> de la fuente	59	
Incertidumbre asociada dB	6	6	6	6	
Identificación Punto de medición	R1	R2	R3	R4	Límite Máximo Permissible - Tabla 1 Uso de suelo Equipamento de Servicios Públicos (EQ2) Nocturno A.M. 097-A
<b>Ruido Ambiental</b>					
L Max dB	62	67	69	55	60
L Min dB	61	62	64	52	
Ruido residual	61	66	67	54	
Valor L (A) eq dB	61	66	67	54	

Valor L (A) eq dB	No existen condiciones para cuantificar el Lkeq de la fuente	No existen condiciones para cuantificar el Lkeq de la fuente	No existen condiciones para cuantificar el Lkeq de la fuente	No existen condiciones para cuantificar el Lkeq de la fuente	
Incertidumbre asociada dB	6	6	6	6	

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016.

## Conclusiones

Se evaluó las mediciones de Límite Máximo Permissible en base a la Tabla 1 Uso de suelo Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2) Diurno A.M. 097-A.

La medición codificada como ruido 4 diurno presenta cumplimiento respecto al límite máximo permisible, para las mediciones diurnas, nocturnos siguientes no existieron condiciones para cuantificar el Lkeq de la fuente, por lo tanto, no se puede valorar la medición.

### 5.1.4.3 VIBRACIONES

Con el fin de determinar la vibración en edificaciones en la zona de estudio, se realizó las mediciones y procesamiento de información por IPSOMARY laboratorio calificado por SAE.

Los puntos de medición se encuentran en la zona de intervención del proyecto variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito.

### Metodología aplicada

Se aplicó el AM 097-A TULSMA libro VI Anexo 5

**Tabla 5-14:** Puntos de Muestreo para suelo en el Área del Proyecto

Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
P1. Vivienda Sr. José Granda Mz. B Calle B Casa 56 772150E-9967695N ±5	P2. Vivienda Sra. Vilma Ortiz Barreros Calle C Av. Amaruñan Casa 5 772372E-9968052N ±4	P3. Vivienda Sra. Fabiola Tacuri Calle Amaruñan Mz. 12 T OE 4236. 772460E-9968068N ±4	P4. Vivienda Sra. Claudia Rodríguez Mz. 10 Pasaje C Casa 32 772154E-9967949N ±5	P5. Hospital Padre Carolo Atención Medica 772694E-9968249N ±5

Fuente: Laboratorio IPSOMARY, septiembre 2016.



**Figura 5-18:** Ubicación de los puntos de muestreo

Fuente: Google Earth, septiembre 2016

### Fuentes de medición

Debido a que la medición es de línea base, la fuente principal de vibración (actividades de construcción de los túneles del Proyecto Variante Quitumbe de 2.6 Km, de la Primera Línea del Metro de Quito), no se encontraban aún en operación; las fuentes residuales de vibración son el paso de vehículos en las vías cercanas a los puntos de medición.

P1. La distancia aproximada es de 317.6 metros.

P2. La distancia aproximada es de 92.3 metros.

P3. La distancia aproximada es de 13.3 metros.

P4. La distancia aproximada es de 27.2 metros.

P5. La distancia aproximada es de 500.5 metros.

**Tabla 5-15: Parámetros Analizados**

RMS eje x m/s <sup>2</sup>	Eje x dB	RMS eje y m/s <sup>2</sup>	Eje y dB	RMS eje z m/s <sup>2</sup>	Eje z dB	RMS SUM m/s <sup>2</sup>	SUM dB Law	*Incer. a SUM ± dB	**Valor Limite	Evaluación
<b>P1. VIVIENDA SR. JOSÉ GRANDA MZ. B CALLE B CASA 56 772150E-9967695N ±5</b>										
0.0015840	63.8	0.0010164	60.1	0.0025082	62.0	0.0020560	66.2	3.07	89	CUMPLE
<b>P2. VIVIENDA SRA. VILMA ORTIZ BARREROS CALLE C AV. AMARUÑAN CASA 5 772372E-9968052N ±4</b>										
0.0045640	72.7	0.0034900	70.5	0.001153	60.8	0.0051998	72.0	8.35	89	CUMPLE
<b>P3. VIVIENDA SRA. FABIOLA TACURI CALLE AMARUÑAN MZ. 12 T OE 4236. 772460E-9968068N ±4</b>										
0.0041440	71.4	0.0024060	66.8	0.0010576	60.4	0.0049240	73.0	4.84	89	CUMPLE
<b>P4. VIVIENDA SRA. CLAUDIA RODRÍGUEZ MZ. 10 PASAJE C CASA 32 772154E-9967949N ±5</b>										
0.0045860	72.9	0.0019300	65.1	0.0013410	61.7	0.0051640	73.9	3.77	89	CUMPLE
<b>P5. HOSPITAL PADRE CAROLO ATENCIÓN MEDICA 772694E-9968249N ±5</b>										
0.0014986	63.1	0.0011460	61.1	0.0007504	57.4	0.0020420	66.0	3.21	83	CUMPLE

Fuente: Laboratorio IPSOMARY, septiembre 2016.

## Conclusiones

La medición se realizó el 28 de septiembre del 2016, en Quito, donde se desarrolla el Proyecto Variante Quitumbe de 2.6 Km, de la Primera Línea del Metro de Quito.

Se debe tener en cuenta que el límite establecido por la Legislación Ecuatoriana, y que se ha tomado como referencia para la evaluación de cumplimiento en este informe es para “espacio interior habitable”, según lo establecido en el A.M. 097-A TULSMA Libro VI, anexo 5.

El resultado obtenido nos indica que los puntos analizados cumplen con el límite establecido por la Legislación Ambiental vigente. Debido a que la medición realizada fue de línea base, la evaluación de los resultados comparados con los límites establecidos son solo de referencia.

## 5.2 MEDIO BIOTICO

En el presente EIA, el componente biótico ha sido analizado desde un enfoque ecosistémico, el cual tiene como objeto minimizar los impactos negativos al ecosistema donde se desarrollarán las actividades de construcción de la variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito) en el sector de Quitumbe. De acuerdo a este contexto, el muestreo de la flora y fauna terrestre se efectuó con el propósito de evaluar el estado actual del ecosistema y determinar si las actividades inherentes al proyecto propuesto afectarán o no a los grupos de flora y fauna silvestre.

La flora y fauna silvestre, del área de estudio: (Variante del Trazado Metro Quito, Sector Quitumbe), es muy escasa y sobretodo indicadora de áreas con altos signos de intervención humana, debido que se encuentra en zona urbana, motivo por el cual se consideró necesario aplicar metodologías de muestreo cualitativas, las cuales aportan de manera general al análisis del estado de conservación del área de estudio.

### 5.2.1.1 FLORA

La flora existente en el área de estudio es muy común en la región andina, muchas especies son introducidas con fines ornamentales, no existen remanentes representativos de bosque nativo cerca al proyecto, motivo por el cual se realizó una caracterización cualitativa de la flora.

Los objetivos planteados en la presente caracterización cualitativa de flora son:

- Determinar cualitativamente la composición florística del área de estudio.
- Establecer el estado de conservación del área, mediante la identificación de especies indicadoras de calidad ambiental.

### Metodología

#### Método Cualitativo (Registros o colecciones al azar)

Debido al alto grado de intervención humana en el área de estudio, para evaluar la composición florística de la zona, se aplicó el método cualitativo de colecciones o registros al azar (Cerón, 2003), que consiste en realizar recorridos por el área de interés, donde se registran las especies vegetales que se encuentran en estado fértil es decir que tengan flores y/o frutos, estructuras indispensables para la identificación científica de las especies. También se registraron las especies de plantas vasculares más comunes y/o representativas de la zona.

El recorrido para la toma de datos de flora y fauna silvestre se lo realizó por el área de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM; WGS 84:

**Tabla 5-16:** Coordenadas UTM, WGS-84, de los recorridos efectuados para los componentes flora y fauna.

Código de la Muestra	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)	Metodología	Descripción
POB-1	772343	9967682	2900 m	Cualitativa	Quebrada Causayllacta. Sector Este del terreno del ISSFA
POB-2	772074	9967747	2917 m	Cualitativa	Área de intervención del proyecto. Terreno del ISSFA, potrero



POB-3	772302	9967986	2918 m	Cualitativa	Terreno baldío.
POB-4	772632	9968061	2909 m	Cualitativa	Árboles de Eucalipto, Sector Sur del Hospital Un Canto a la Vida

POB: Punto de Observación biótico (flora y fauna).

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

### Identificación Taxonómica de las Especies

Debido al alto grado de intervención humana en el área de estudio, las especies de plantas vasculares se las identificó *In situ*, es decir directamente en el campo, mediante la aplicación de literatura especializada y láminas fotográficas producidas por: The Field Museum of Chicago. También se empleó el libro de árboles y arbustos de Quito (Padilla y Asanza, 2001).

### Área de estudio

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013) el área de estudio consta como intervenida, sin embargo, antes de los asentamientos poblacionales en el sector, dicho sector correspondía a: Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles (BmMn01).

Cabe recalcar que el proyecto, se ubica en zona urbana, cuya intervención humana es alta, en este espacio se desarrollan especies vegetales pioneras generalmente de hábito herbáceo tales como: “kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*); “Achicoria” (*Hypochaeris radiata*); “taraxaco” (*Taraxacum officinale*), “Pasto” (*Bromus pitensis*), “Izo” (*Dalea coerulea*), etc., las cuales son denominadas malas hierbas en lo que respecta al hábito arbóreo se registraron especies cultivadas con fines ornamentales entre las que destacan: “Saúco” (*Sambucus nigra*), “Ciprés” (*Cupressus macrocarpa*), “Aromo” (*Acacia dealbata*), “Acacia” (*Acacia longifolia*), “Eucalipto” (*Eucaliptus globulus*) y “Pino” (*Pinus radiata*).

**Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles (BmMn01).**- Bosques que alcanzan entre 8 y 12 m de altura, se encuentran en los valles interandinos secos sobre colinas y laderas de suelos pedregosos. En el dosel son abundantes los individuos de *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* con copas expandidas a menudo cubiertas por bromélias epifitas de *Tillandsia usneoides* y *T. recurvata*; el sotobosque es denso presenta abundantes especies arbustivas, especialmente *Croton spp.*, y *Dodonaea viscosa*, plantas suculentas y algunas cactáceas. Este ecosistema se registra aproximadamente entre 1200 y 2600 msnm; en áreas abiertas degradadas y con pendiente fuerte, así como en grietas de suelo las rosetas de *Agave americana* y *Furcraea andina* dominan el paisaje, particularmente notorios son los agrupamientos de *Puya aequatorialis* al igual que la abundancia de arbustos con espinas; a este tipo de vegetación Sierra et al. (1999) lo separaba en otra formación vegetal llamada “Espinar seco montano”.

**Especies diagnósticas:** *Acacia macracantha*, *Buddleja bullata*, *Caesalpinia spinosa*, *Leucaena leucocephala*, *Opuntia soederstromiana*, *O. pubescens*, *Schinus molle*, *Tecoma stans*. *Baccharis trinervis*, *Cestrum tomentosum*, *Cleistocactus sepium*, *Coursetia dubia*, *C. gracilis*, *Croton elegans*, *C. wagneri*, *Dodonaea viscosa*, *Duranta dombeyana*, *Lantana camara*, *O. cylindrica*, *Salvia humboldtiana*, *Sida cordifolia*, *Senna multiglandulosa*. *Agave americana*, *Alternanthera porrigens*, *Bryophyllum delagoense*, *B. pinnatum*, *Chamaesyce jamesonii*, *Echeveria quitensis*, *Epidendrum jamiesonis*, *Furcraea andina*, *Phaedranassa dubia*, *Puya aequatorialis*, *Setaria cernua*, *Tillandsia secunda*, *T. recurvata*, *T. usneoides*.

### Análisis de la Información

Los datos obtenidos del componente biótico (flora y fauna) son de tipo cualitativo, razón por la cual no se pueden realizar comparaciones, ni análisis estadístico. Como resultados se presentan listados de especies de plantas vasculares y animales existentes en la zona.

### Resultados Flora

La flora vascular de la zona es típica de la región andina, se trata de un área muy intervenida, que se asienta en zona urbana, del sur de Quito.

Mediante la evaluación cualitativa realizada en cuatro puntos de muestreo, se registraron 64 individuos, 42 especies de plantas vasculares, 22 familias botánicas, las familias con mayor número de especies fueron: Asteraceae con 8 especies, seguida de Fabaceae con 6 especies, Solanaceae con 4 especies y Amaranthaceae con 3 especies, las demás familias reportaron entre dos y una especie.

En el punto de muestreo 1, realizado en la Quebrada Causayllacta se registraron 27 especies, en el punto 2 que corresponde al terreno y/o potrero del ISSFA se registraron 16 especies, en el punto 3 correspondiente a un terreno baldío se registraron 10 especies mientras que en el punto 4, sector sur del Hospital “Un Canto a la Vida” se registraron 11 especies.

A continuación, se presenta el listado de especies de plantas vasculares que existen en el área de estudio.

**Tabla 5-17:** Composición florística registrada en el área de estudio

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	P-1	P-2	P-3	P-4	Total
1	Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Saúco	X		X		2
2	Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i>	Palma	X			X	2
3	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea multiflora</i>	Bomarea	X				1
4	Amaranthaceae	<i>Alternanthera mexicana</i>	Jelen discancel				X	1
5	Amaranthaceae	<i>Amaranthus caudatus</i>	Sangoracha	X				1
6	Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i>	Bledo	X				1
7	Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens</i>	Marco	X				1
8	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	X	X	X		3

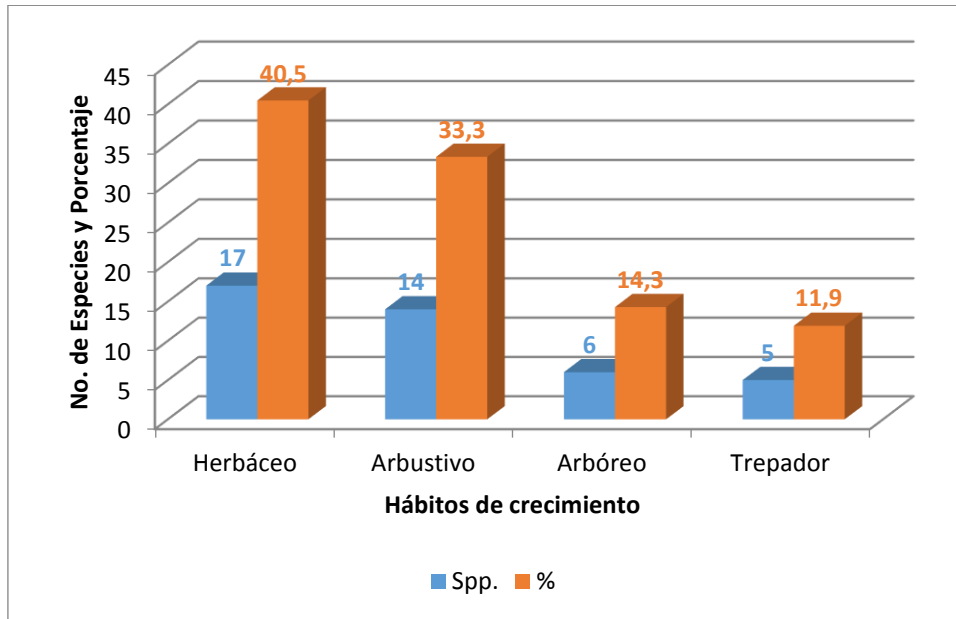
No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	P-1	P-2	P-3	P-4	Total
9	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Ñachag		X			1
10	Asteraceae	<i>Carduus crispus</i>	Cardo	X	X	X		3
11	Asteraceae	<i>Hypochaeris radiata</i>	Achicoria	X	X	X	X	4
12	Asteraceae	<i>Osteospermum sp.</i>	Margarita		X			1
13	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león		X	X	X	3
14	Asteraceae	<i>Viguiera quitensis</i>	Sacha margarita	X				1
15	Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i>	Miramelinda	X				1
16	Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Escorpión			X		1
17	Calceolariaceae	<i>Calceolaria crenata</i>	Zapatitos				X	1
18	Campanulaceae	<i>Centropogon sp.</i>	No se reportó	X				1
19	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium quinoa</i>	Quinoa	X				1
20	Cucurbitaceae	<i>Cucumis dipsaceus</i>	Diablo	X			X	2
21	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Sambo	X				1
22	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	X				1
23	Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo		X	X		2
24	Fabaceae	<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	X			X	2
25	Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i>	Izo		X	X		2
26	Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>	Falso chocho	X	X	X		3
27	Fabaceae	<i>Senna multiglandulosa</i>	Chin	X				1
28	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol		X			1
29	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto				X	1
30	Passifloraceae	<i>Passiflora mixta</i>	Taxo de monte		X		X	2
31	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino				X	1
32	Poaceae	<i>Bromus pitensis</i>	Pasto		X			1
33	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	X	X	X		3
34	Polygonaceae	<i>Rumex cuneifolius</i>	Lengua de vaca		X			1
35	Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	Mora de cerro	X			X	2
36	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i>	Uvilla	X				1
37	Solanaceae	<i>Solanum aloysiifolium</i>	Hierba mora	X	X			2
38	Solanaceae	<i>Solanum crinitipes</i>	Pungal	X				1
39	Solanaceae	<i>Solanum marginatum</i>	Sacha naranjilla	X				1
40	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	Capuchina	X				1
41	Verbenaceae	<i>Aegiphila ferruginea</i>	Balsa	X				1
42	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena		X			1
<b>Total</b>				<b>27</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>64</b>

Fuente: Ecosambito C. Ltda

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

### Hábitos de crecimiento

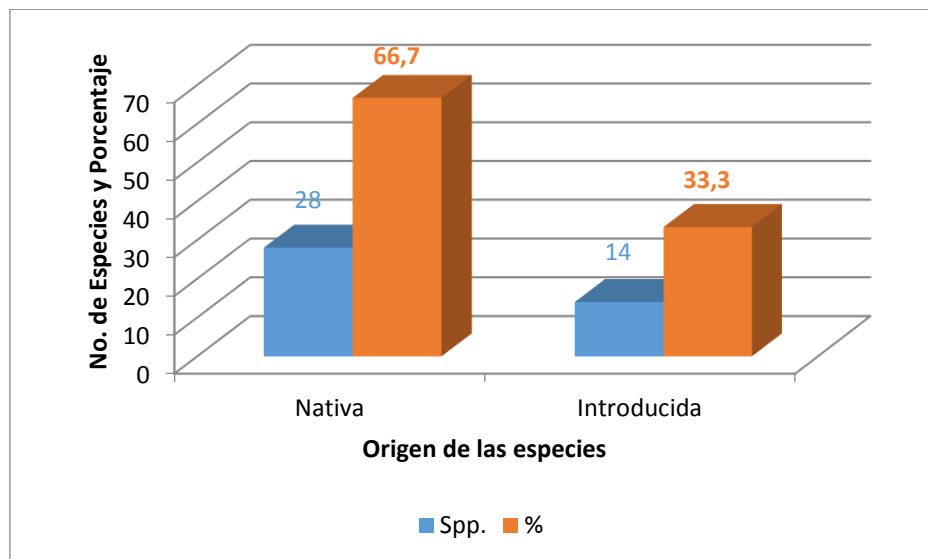
Con respecto a los hábitos de crecimiento de las plantas, de las 42 especies registradas, 17 especies son de hábito herbáceo, 14 arbustivas, 6 arbóreas y 5 especies de hábito trepador.



**Figura 5-19:** Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas por el hábito de crecimiento.

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

Según el origen de las especies registradas, 28 especies son nativas, es decir propias del área de estudio o ecosistema, mientras que 14 especies son introducidas, principalmente con fines ornamentales.



*Figura 5-20: Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas en base al origen*

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

### **Aspectos ecológicos**

El ecosistema urbano que actualmente existe en Quito tiene una gran variedad de tipos de vegetación, diferenciados de acuerdo al tipo y la localización de los espacios urbanos, así como por los objetivos asignados a la cubierta vegetal por parte de los habitantes. Cada área posee también un potencial específico para sembrar y mantener vegetación en el futuro.

En el análisis se incluyen todos los tipos de vegetación característicos de la zona urbana y periurbana. Se registraron: árboles y arbusto ornamentales, así como plantas herbáceas, todas ellas indicadoras de áreas intervenidas, especies de poco valor ecológico y de sensibilidad baja.

### **Estado de conservación de las especies**

Las especies de plantas vasculares registradas en este estudio son comunes de áreas con altos signos de intervención humana, el 66,7% cooresponde a especies nativas, mientras que el 33,3% son introducidas y cultivadas con fines ornamentales principalmente. De acuerdo al catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez, 1999), no se reportaron especies endémicas.

### **Especies Sensibles**

Todas las especies de plantas vasculares registradas son comunes, el 71,4% (30 especies) crecen de forma natural en el área de estudio, mientras que el 28,6% (12 especies) son cultivadas. Cabe destacar que se trata de especies muy comunes, muchas de ellas cosmopolitas de baja sensibilidad.

### **Especies Raras**

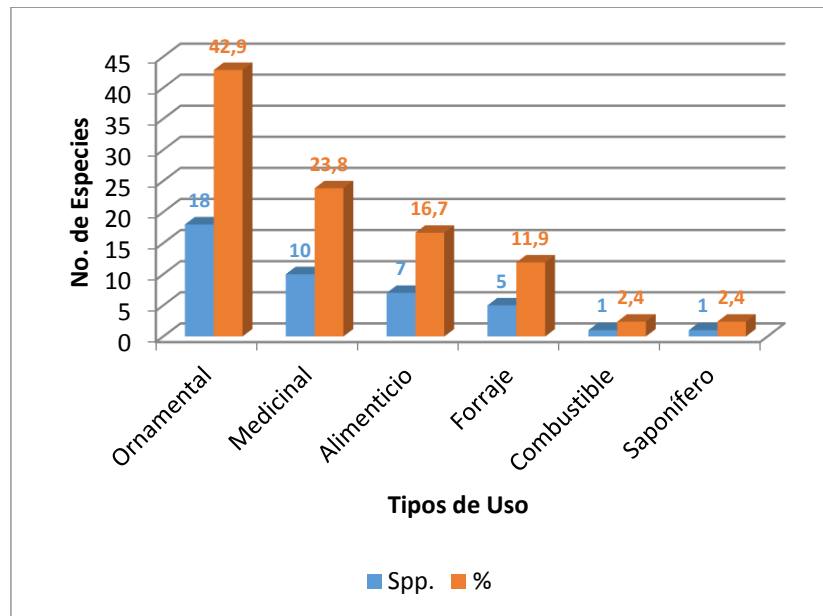
En base a los registros de flora realizados en los cuatro puntos de muestreo, se considera como especies raras, aquellas que se reportaron en un solo sitio, 26 especies estuvieron presentes en uno de los cuatro sitios muestreados (Ver Tabla 2).

### **Especies en peligro de extinción**

De acuerdo al Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), no se registraron especies reportadas como endémicas. Según las listas CITES (2016) y UICN (2016), no se reportan especies bajo estas categorías de amenaza.

## Uso del recurso

De las 42 especies de plantas vasculares registradas en el presente estudio, 18 son utilizadas como ornamentales, 10 especies son medicinales, principalmente para aliviar dolores estomacales y de cabeza; 7 especies son alimenticias; 5 especies son usadas como forraje o alimento de animales de granja, una especie es usada como combustible o leña y una especie es de uso saponífero, es decir se lo usa para lavar la ropa.



**Figura 5-21:** Especies de plantas vasculares organizadas en base al tipo de uso

Fuente: Ecosambito C. Ltda

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

## Conclusiones

- El área correspondiente al Proyecto (Variante al trazado del MetroQuito, Sector Quitumbe) es altamente intervenida, se existen potreros y/o terrenos baldíos, dominadas por especies de hábito herbáceo principalmente, dichas especies son pioneras, de baja sensibilidad es decir de poco valor ecológico. Motivo por el cual se establece que las actividades inherentes al proyecto no producirán impactos negativos sobre en componente flora.
- Mediante la aplicación de la metodología cualitativa de colecciones o registros al azar, se obtuvo un total de 42 especies de plantas vasculares y 22 familias botánicas, el 100%

- de especies son pioneras es decir indicadoras de áreas con altos signos de intervención humana.
- No se registraron especies endémicas, así como tampoco especies bajo las categorías CITES ni UICN.
  - De acuerdo al uso de las plantas se reportó que el 42,9% de las especies es de uso ornamental, y el 23,8% son de uso medicinal, se trata de especies cultivadas con fines ornamentales principalmente, ya que se trata de un área urbana con la existencia de un parque recreativo de tipo lineal que sigue a lo largo de la Quebrada Causayllacta (Punto de muestreo 1), cabe destacar que las áreas correspondientes a la variante del trazado de MetroQuito, sector Quitumbe atraviesa un potrero del ISSFA (Punto de muestreo 2), un terreno baldío (Punto 3) y un pequeño cultivo de árboles de eucalipto (Punto 4).
  - Se registraron 42 especies, de las cuales 28 spp., son nativas (66,7%) y 14 spp., son introducidas (33,3%) todas las especies son comunes, muchas de ellas cosmopolitas, es decir adaptadas a vivir en cualquier tipo de ambiente. Se trata de especies de baja sensibilidad.
  - El área correspondiente a la Quebrada Kausay Llacta, Sector Quitumbe presenta signos de intervención humana, existen especies de plantas vasculares comunes de la Región Sierra. **Ver Anexo informe de Inspección de Campo Quebrada Kausay Llacta**
  - Entre las actividades planificadas consta el embaulamiento del río, lo cual sería positivo puesto que la quebrada en las condiciones actuales alberga especies de animales considerados plaga, tales como ratas y ratones, según criterios de los moradores del área, las aguas del río emanan olores desagradables debido al alto grado de contaminación.
  - Se recomienda rellenar el área de la quebrada y crear o ampliar el parque, para lo cual se deberá revegetar dicha área con especies nativas, tales como: Marco, Chilca, Polaco, aliso, etc

### **Inventario Forestal**

Debido a la carencia de áreas representativas de bosque nativo en el área de implantación del proyecto, el cual carece de áreas de bosque nativo que impliquen desbroce de la vegetación arbórea con DAP mayor a 10 cm, No aplica lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 134, (RO No. 812 del 18 de Octubre del 2012), que reforma al Acuerdo Ministerial 076, que sugiere realizar un inventario forestal, conjuntamente con la valoración de bienes y servicios ambientales por pérdida de cobertura vegetal de las áreas a intervenir con las actividades del proyecto.

### **5.2.1.2 FAUNA**

El presente estudio se realizó en las inmediaciones correspondientes al proyecto (variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito) dicha área presenta altos signos de intervención humana, conformada por potrero, terreno baldío y pequeño cultivo de eucalipto, cuya fauna es muy común e indicadora de áreas ecológicamente disturbadas.

La diversidad de fauna en el área de estudio es bastante baja, la mayoría de especies registradas son generalistas y propias de hábitats abiertos.

De los vertebrados terrestres, el grupo mejor representado es el de las aves, esto tiene cierta lógica si tomamos en cuenta que de las 1.616 especies que alberga nuestro país, alrededor del 93,3% de estas especies son de baja sensibilidad y adaptadas a vivir en sitios alterados, la presencia de mamíferos nativos fue escasa, pues son pocas las especies adaptadas a vivir cerca de áreas pobladas, de igual forma la herpetofauna fue muy escasa.

Además del diagnóstico se describen los impactos ambientales presentes y potenciales sobre la fauna de la unidad de estudio y se hace referencia a especies relevantes registradas en el área de estudio. El trabajo de campo y el análisis de la información se realizaron en una visita a campo en julio de 2016.

Es importante señalar, que la información obtenida mediante las entrevistas, debe ser manejada con cautela, ya que el número de entrevistados no es una muestra representativa de la población, aun cuando, estas especies están distribuidas para éste piso zoogeográfico.

Los objetivos planteados para la caracterización cualitativa de fauna terrestre son:

- Caracterizar cualitativamente la fauna del área de influencia del proyecto, mediante recorridos de observación y entrevistas a la gente del área evaluada.
- Identificar impactos potenciales que podrían alterar la fauna de la zona, por acciones inherentes al proyecto.

### **Metodología**

#### **Recorridos de Observación Directa**

Se realizó un recorrido de observación directa, en cuatro sitios o puntos de muestreo, es una herramienta ampliamente utilizada en estudios de fauna en el Neotrópico (Plumptre, 2000; White & Edwards, 2000; Peres & Dolman, 2000; Chiarello, 2000; Caro, 1999).



## Identificación de huellas y otros signos

Se colectó información sobre huellas y signos de los animales silvestres durante el recorrido, que atravesó en su mayor parte el área de estudio y su área de influencia. Esta información permite detectar animales que son muy difíciles de observar en el campo, pero que dejan cualquier indicio indirecto de su presencia como: senderos, heces, pelos, madrigueras, nidos, rasguños, marcas de dientes, marcas en los árboles, charcos de lodo, nidos de hormigas rotos o abiertos (Rabinowitz, 2003; Carrillo et al., 2000; White & Edwards, 2000) y restos de osamentas (Boddicker, 2002).

## Entrevistas

Se entrevistó a las personas que viven en el área de influencia del proyecto, en especial con personas con mayor conocimiento de fauna. Las entrevistas se basaron en una lista de especies potencialmente presentes en el área, utilizando información biogeográfica disponible, y con el apoyo de dibujos y fotografías (Carrión, 1986; Emmons, 1999; Eisenberg y Redford, 1999; Tirira, 2007; Albuja et al., 2012).

Para la estimación de la abundancia relativa se anotó el número de individuos de cada especie, ubicándolos en 3 categorías: de 1 a 2 individuos raro, de 3 a 9 poco común y de 10 o más común.

## Área de estudio

Según Albuja et al. (2012), la fauna de la zona de estudio corresponde al piso zoogeográfico: **Piso Templado** el cual se ubica en la Sierra del Ecuador, cuyo principal accidente geográfico es la cordillera de los Andes.

El número de vertebrados para este piso asciende a 665, el grupo más numeroso es el de las aves que representa el 73% de las especies. Lo contrario ocurre con los peces que representan el 0,6% del total de vertebrados. La fauna del piso templado comparte especies con los pisos adyacentes, tanto el superior Altoandino, como los inferiores Subtropicales de ambas vertientes.

En el piso templado existen 83 especies de mamíferos, 488 especies de aves, 29 especies de reptiles, 61 especies de anfibios y 4 especies de peces (Albuja et al., 2012).

## Resultados Fauna

### Mastofauna (Mamíferos)

Mediante el método cualitativo de observación directa no se logró registrar especies de mamíferos, sin embargo, de acuerdo a las entrevistas a gente local y a la revisión de literatura especializada, se estima que existen las tres especies de roedores introducidos de la familia

Muridae, tales como el ratón doméstico (*Mus musculus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y la rata noruega (*Rattus norvegicus*).

### Ornitofauna (Aves)

Dentro de la fauna de vertebrados terrestres, el grupo de las aves es el más representativo en el área de estudio, debido a que es el grupo mejor adaptado a vivir en este tipo de ecosistema, gracias a sus preferencias alimenticias, requerencias de hábitats y capacidad de dispersión, este grupo de vertebrados es parte de las actividades del ser humano incluso en las grandes ciudades.

En el presente diagnóstico se registraron un total de 4 especies de aves, pertenecientes a 4 familias y 3 órdenes. Éste número de especies representan el 0,2 del total de aves registradas para el Ecuador Continental (n= 1616 - Ridgely, *et al.*, 2006) y el 0,3% del total de especies reportadas para el Piso Templado (n= 488 – Albuja *et al.*, 2012). Este número de especies es poco representativo debido a que se trata de un área altamente intervenida, con escasa vegetación natural de hábito arbóreo.

De las 4 especies de aves registradas en el estudio, las familias Columbidae, Emberezidae, Turdidae y Trochilidae reportaron una especie cada una. A nivel de orden el grupo que tuvo mayor representatividad es el de los pájaros propiamente dichos (Passeriformes) con dos familias y dos especies.

**Tabla 5-18:** Composición ornitológica registrada en el área de estudio

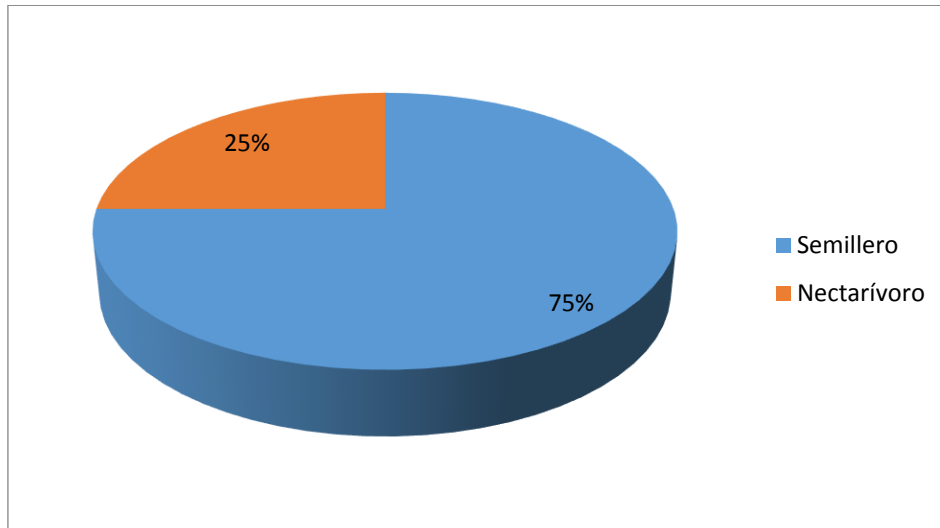
Órdenes	Familias	Nombre Científico	Nombre Común	S	CA	GA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Tijereta colinegra	L	C	Ne
Columbiformes	Columbidae	<i>Senaida auriculata</i>	Tórtola orejuda	L	C	Se
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión/Chingolo	L	A	Se
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	L	A	Se

SIMBOLOGIA: CA= categoría de abundancia. A = abundante. C = común. S = sensibilidad, L = baja. GA = gremio alimenticio, Ne = nectarívoro, Se = semillero.

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

### Aspectos Ecológicos

Con respecto al nicho trófico se ha determinado que el 75% de las especies registradas, está dentro del gremio alimenticio: Semillero, mientras que el 25% es Nectarívoro, en los dos casos se alimentan de estructuras vegetales, esto nos indica que las requerencias alimenticias para estos dos grupos de aves se facilita en relación al resto de gremios alimenticios, la mayoría de estas aves son de baja sensibilidad, todas ellas se alimentan en centros poblados adyacentes al área de estudio, cumpliendo sus requerencias de nutrientes tanto en la flora nativa como en la flora introducida.



**Figura 5-22:** Gremios tróficos de la ornitofauna registrada

Fuente: Ecosambito C. Ltda

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

Por sus hábitos nectarívoros el colibrí (*Lesbia victoriae*), desempeña una esencial función polinizadora en las áreas con vegetación, en el área de estudio, se registró una especie de colibrí. Lo cual no es un número poco representativo si consideramos la gran diversidad de esta familia en este piso zoogeográfico, las poblaciones de esta familia se ven favorecidas por la gran cantidad de néctar que proveen las plantaciones de Eucalipto y las plantas introducidas, lógicamente por tratarse de especies de baja sensibilidad.

### Especies Indicadoras

No se registraron especies de aves de alta sensibilidad, toda ellas son de baja sensibilidad, es decir especies adaptadas a vivir en sitios alterados y colonizan con facilidad zonas urbanas.

### Estado de conservación

Todas las especies registradas, presentan densas poblaciones con gran éxito reproductivo en sitios alterados, sin embargo, por tratarse de especies adaptadas a zonas pobladas, muchas veces son víctimas de agresiones humanas por parte de gente que no ha aprendido a convivir con ellas.

De acuerdo a la lista del Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo et al., 2002), La Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ninguna de las especies registradas presenta actualmente problemas de conservación, de igual manera no se registraron especies endémicas ya sea locales o regionales.

De las cuatro especies registradas, solamente una está protegida en el apéndice II de CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre), se trata del colibrí (*Lesbia victoriae*).

El **Apéndice II**, incluye a especies no amenazadas, pero que pueden serlo si su comercio no es controlado o especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

### Herpetofauna (Anfibios y reptiles)

Debido a las características de las zonas pobladas urbanas y rurales, que no están acorde con las ecológicas de la herpetofauna, este grupo de vertebrados es escaso en el área de estudio. Para la clase **Anfibia** no se registraron especies, mientras que de la clase **Reptilia** se registró una especie; se trata de la lagartija de jardín – orden Sauria (*Pholidobulus montium*) de la familia Teiidae. Este reptil se distribuye en todas las áreas verdes de la ciudad de Quito y sus alrededores, incluso en construcciones y viviendas abandonadas es fácil encontrarla.

La especie de Herpetofauna registrada, se alimenta de una gran variedad de insectos e invertebrados, por ello es de gran beneficio en las zonas urbanas y áreas verdes, ya que ayudan a controlar las poblaciones de insectos, incluyendo plagas de insectos perjudiciales para el ser humano y sus sistemas productivas.

### Entomofauna (Insectos terrestres)

Mediante recorridos de observación directa se reportaron 11 especies de insectos, entre los grupos más representativos dentro del área de estudio, se encuentran en los órdenes: Lepidoptera con 6 especies, seguido de Hymenoptera con dos especies, los demás órdenes reportaron una especie. La familia dominante fue Pieridae con 3 especies.

A continuación, se presenta la tabla 4, con las especies de Entomofauna registrada en el área de estudio.

**Tabla 5-19:** Entomofauna registrada en el área de estudio

No.	Ordenes	Familias	Nombre Científico	Nombre Común
1	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>	Mariquita
2	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Mosca doméstica
3	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Abeja europea
4	Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa sp</i>	Moscardón negro
5	Lepidoptera	Arctiidae	<i>Grammia sp.</i>	Mariposa negra
6	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dione glycera</i>	Mariposa de los andes
7	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Panypedaliodes drymaea</i>	Mariposa café
8	Lepidoptera	Pieridae	<i>Aporia crataegi</i>	Blanca del majuelo
9	Lepidoptera	Pieridae	<i>Appias drusilla</i>	Mariposa blanca
10	Lepidoptera	Pieridae	<i>Leptophobia eleone</i>	Mariposa amarilla

No.	Ordenes	Familias	Nombre Científico	Nombre Común
11	Orthoptera	Acridae	<i>Omocestus sp.</i>	Saltamontes

### Uso del recurso

De las especies faunísticas registradas mediante observación directa en el presente estudio, no se reportó uso por parte de la gente local.

### Conclusiones

- El área de estudio presenta altos signos de intervención humana, motivo por el cual no se registró especies representativas de fauna silvestre de la zona o piso zoogeográfico, por lo tanto, se establece que las actividades que generará el proyecto no representan daño o amenaza a la fauna silvestre la cual a más de ser escasa es indicadora de sitios intervenidos.
- No se registró especies de mastofauna, mediante el método cualitativo de observación directa, la escases de este grupo de fauna silvestre se debe al alto grado de intervención humana y a la carencia de área representativas de bosque nativo. Sin embargo, mediante entrevistas la gente local afirma que existe en la zona: ratón doméstico (*Mus musculus*), rata negra (*Rattus rattus*) y rata noruega (*Rattus norvegicus*), dichas especies se han tornado en plaga en áreas urbanas.
- La avifauna registrada corresponde a especies de sensibilidad baja, es decir adaptadas a sitios con alto grado de intervención humana.
- La herpetofauna registrada está representada por una especie, se trata de la lagartija de jardín (*Pholidobulus montium*) la cual es muy común y se caracteriza por ser colonizadora y pionera lo que indica que el área de estudio se encuentra muy intervenida.
- La Entomofauna registrada es muy común zonas pobladas de la región andina.

### Inventario Forestal

Debido a la carencia de áreas representativas de bosque nativo en el área de implantación del proyecto (Variante al trazado del MetroQuito, sector Quitumbe), el cual carece de áreas de bosque nativo que impliquen desbroce de la vegetación arbórea con DAP mayor a 10 cm, No aplica lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 134, (RO No. 812 del 18 de Octubre del 2012), que

reforma al Acuerdo Ministerial 076, que sugiere realizar un inventario forestal, conjuntamente con la valoración de bienes y servicios ambientales por pérdida de cobertura vegetal de las áreas a intervenir con las actividades del proyecto.

### **5.3 MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL**

La presente descripción de la línea base social consiste en un alcance al Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro Quito, estudio base, dado la Variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito, para la misma, se hará una diferenciación entre lo general, área de influencia social indirecta (AII), y lo específico, área de influencia social directa (AID). La caracterización socioeconómica del AII, se realizará mediante la información recopilada de fuentes secundarias, como Planes de Ordenamiento Territorial, Censo de Población y Vivienda del 2010, Sistema Integrado de Indicadores Sociales Ecuatorianos (SIISE) e información documental relevante obtenida en el proceso de investigación de campo, que incluyen documentos entregados por la operadora.

Para la descripción del AID, se utilizará información primaria, generada para dar cuenta de los impactos que el proyecto podrá ocasionar sobre las dinámicas sociales, económico-productivas y político locales.

#### **5.3.1 MÉTODOS DE INFORMACIÓN PRIMARIA**

##### **Observación Participante del Escenario Local**

Consiste en la observación directa del fenómeno que se está estudiando. Implica una convivencia con la población y una asimilación de la conducta y rutinas cotidianas de la gente. De esta manera se internaliza y se hace comprensible el comportamiento social de las personas.

La observación participante genera una serie de interrogantes sobre determinados comportamientos que pueden ser motivo de discusión con informantes clave o que pueden integrar la lista de preguntas o temas a discutir en métodos como las entrevistas estructuradas y semi estructuradas, los cuestionarios o las historias de vida.

##### **Entrevistas Semiestructuradas e Informantes Claves**

Son entrevistas a personas cuyas percepciones son útiles para comprender un fenómeno social determinado. Es una herramienta útil para conocer aspectos sociales que ya desaparecieron o que se han modificado. Las entrevistas semi estructuradas están compuestas de un conjunto de preguntas abiertas (las respuestas a estas preguntas no están predeterminadas como en las encuestas) y ordenadas de acuerdo a los temas sobre los que se busca información.

En las entrevistas semi estructuradas, se elabora un esquema de temas a desarrollar y algunas preguntas a seguir, pero el entrevistador puede plantear nuevas preguntas durante la conversación, dependiendo del curso que ésta tome.

Para un correcto desarrollo de las entrevistas se contó con guías (Ver Anexo Social 1) las cuales buscaron indagar y encaminar a los entrevistados por las temáticas relevantes para el estudio, además de precisar y ahondar en posibles espacios de conflictos o acuerdos con el proyecto y sus operadores.

Se realizaron entrevistas comunitarias, entrevistas al área de salud y entrevistas a instituciones educativas. Las principales temáticas de la guía comunitaria fueron las siguientes:

- Información de los barrios.
- Infraestructura barrial.
- Salud.
- Servicios básicos.
- Medios de transporte.
- Medios de comunicación.
- Organización social.
- Actividades productivas.
- Atractivos turísticos.
- Percepción de la Población frente al proyecto.

A continuación, se enlistan las principales temáticas de las entrevistas dirigidas al área de salud:

- Información general sobre la unidad de salud.
- Tipo de unidad de salud.
- Áreas de atención.
- Personal de la unidad de salud.
- Infraestructura.
- Equipamiento.
- Servicios básicos.
- Principales enfermedades tratadas.

Y con respecto a las entrevistas dirigidas a instituciones educativas, se indagó sobre los siguientes puntos:

- Información general sobre la institución educativa.
- Educación elemental, educación básica, unidades educativas, educación de bachillerato o técnica, educación superior.
- Estatus escolar.
- Infraestructura.
- Apoyo externo a la institución.
- Principales autoridades y Comité de Padres de Familia.

En la siguiente tabla se detalla la información sobre los principales informantes entrevistados en cada uno de los asentamientos poblacionales o predios comprometidos.

**Tabla 5-20: Listado de Informantes Calificados**

No.	Nombre del Informante	Cargo de Informante	Contacto	Institución/ Comunidad/ Organización	Jurisdicción Política Administrativa
1	Betty Ramírez	Moradora	0984367553	Asentamiento poblacional Sin Nombre	Parroquia Quitumbe
2	Gonzalo Morocho	Presidente	0984253277	Condominio Solidaridad Quitumbe Etapa I y II	Parroquia Quitumbe
3	Gloria Brito	Vicepresidenta	0969096888	Barrio la Concordia	Parroquia Quitumbe
4	Mario Rodríguez	Morador Manzana 11R	No informa	Conjunto Paraíso del Sur	Parroquia Quitumbe
5	Ronny Mendoza	Presidente	2914262	Condominio Paraíso del Sur	Parroquia Quitumbe
6	Jorge Granda	Vicepresidente	0983334750	Condominio Paraíso del Sur	Parroquia Quitumbe
7	Milton Iza	Guardia	0979951818	Conjunto habitacional Arnau	Parroquia Quitumbe
8	Hugo Vaca	Administrador	0984585319	FUNDEPORTE	Parroquia Quitumbe
9	Lic. Rocío Gutiérrez	Administradora	0992829947	Parque Metropolitano Las Cuadras	Parroquia Quitumbe
10	Ing. Gabriela Salazar	Administradora	022655186	Hacienda El Carmen – Inmobiliaria Pacífico	Parroquia Quitumbe
11	César Herrera	Administrador	022942000 Ext. 2290	Supermercado Santa María	Parroquia Quitumbe
12	Mayor Juan José Aroca Vásquez	Supervisor de Patios de Retención de la Agencia Metropolitana de Tránsito	0986995934	Patio de Carros Retenidos	Parroquia Quitumbe
13	Víctor Echeverría	Encargado – Arrendatario del Predio	0998291959	TRANSECHEVERRÍA	Parroquia Quitumbe
14	Hernán Zambrano	Gerente	023042957	Compañía de Transporte Distrito del Sur DISUTRAN S.A	Parroquia Quitumbe



No.	Nombre del Informante	Cargo de Informante	Contacto	Institución/ Comunidad/ Organización	Jurisdicción Política Administrativa
15	Mónica Sanango	Coordinadora Centro Educativo Franz Giuseppe	0995384356	Centro Educativo Franz Giuseppe	Parroquia Quitumbe

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

Es importante puntualizar que dentro de la zona de influencia previamente se aplicó el levantamiento de información para la elaboración de la línea base para el Estudio de Impacto Ambiental de la Variante Quitumbe de 2,6 km de la Primera Línea del Metro de Quito, dado esto varios actores se negaron a entregar información, entre ellos los representantes de: Hospital Padre Carolo, Universidad Politécnica Salesiana, Unidad Educativa Quitumbe, Unidad Educativa Particular Rafael Bucheli.

### **Censo productivo y de emprendimientos**

Con la finalidad de evidenciar los emprendimientos y negocios desarrollados por la población en el área de influencia directa del proyecto, se realizó un censo de los emprendimientos y negocios vigentes y las actividades que realizan. (Ver Anexo S\_5)

### **Fuentes Secundarias**

Una vez recolectada la información en el proceso de campo, se la cotejó con: el VI Censo de Población y de Vivienda emitido por el INEC en el año 2010, el Sistema Integrado de Indicadores Sociales (SIISE), el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón involucrado en el proyecto, y cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar (IGM). Esto, buscando la verificación de la información levantada y la posibilidad de ahondar en temáticas específicas que requieren de otros métodos de investigación.

De manera complementaria, se obtuvo información actualizada de instituciones relacionadas al sector socioeconómico y cultural del área, tales como: Dirección Provincial de Educación, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Bienestar Social, Ministerio de Salud, entre otros.

### **Análisis de Información**

Con los datos obtenidos, tanto de las fuentes bibliográficas pertinentes, como de la investigación de campo, se procedió a elaborar el informe final, con el método de corroboración de tendencias, esto quiere decir que, se expondrán los datos de las muestras obtenidos, en vinculación con los datos parroquiales.

Dentro del levantamiento de información se consideraron el análisis de los siguientes aspectos:

- Aspectos demográficos: Composición por edad y sexo, tasa de crecimiento de la población, migración, organización social, características de la población económicamente activa (PEA).

- Alimentación y nutrición: Abastecimiento de alimentos, problemas nutricionales.
- Salud: Factores que inciden en la natalidad, mortalidad infantil, general y materna; morbilidad; servicios de salud existentes; prácticas de medicina tradicional.
- Educación: Condiciones de alfabetismo, nivel de instrucción, planteles, profesores y alumnos en el último año escolar.
- Vivienda: número, tipos, predominantes, servicios fundamentales.
- Estratificación: grupos socioeconómicos, organización (formas de asociación, formas de relación, liderazgo) y participación social, así como caracterización de valores y costumbres.
- Infraestructura física: Vías de comunicación, servicios básicos (educación, salud, saneamiento ambiental).
- Actividades productivas: Tenencia y uso de la tierra, producción, número y tamaño de unidades productivas, empleo, relaciones con el mercado.
- Turismo: Lugares de interés por su valor paisajístico, por sus recursos naturales, así como por su valor histórico y cultural.
- Aspectos Económicos: Estructura de la propiedad, formas de tenencias y uso, y conflictos importantes asociados a la misma; mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo y subempleo) e identificación de sus tendencias al corto y mediano plazo y su afectación por la implementación de las diferentes fases del proyecto y el impacto sobre las dinámicas laborales de otras actividades productivas. Análisis de los programas o proyectos privados, públicos y/o comunitarios, previstos o en ejecución, cuyo conocimiento de sus características sea de importancia para el desarrollo del proyecto.
- Transporte: acceso y tipo de transporte en la zona del proyecto, obra o actividad.

Finalmente, en la sección de anexos se presentan: registro fotográfico (Anexo Social 2) y técnicas de registro - proceso de levantamiento de información desarrollado (Anexo Social 3).

#### 5.4 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

El tramo actualizado del Metro Quito se encuentra ubicado dentro de la parroquia Quitumbe, perteneciente al cantón Quito, provincia de Pichincha.

**Tabla 5-21:** Ubicación Político Administrativa del Proyecto

Provincia	Cantón	Parroquia
Pichincha	Quito	Quitumbe

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

#### 5.4.1 PERFIL DEMOGRÁFICO

##### 5.4.1.1 POBLACIÓN POR ÁREA DEMOGRÁFICA

La población (2010) de la provincia de Pichincha es de 2'576.287 habitantes. Cabe mencionarse que la población de la provincia al año 2001, era de 2'388.817 habitantes y se proyecta que crecerá a 3'228.233 habitantes para el 2020, según el INEC. De la población actual una mayoría, 68,39%, se ubican en zonas urbanas de la provincia y el restante 31,61%, se ubican en zonas rurales.

Para el cantón Quito se calcula un total de 2.239.191 habitantes, 71,80% ubicados en el área urbana y 28,20%, en el área rural. Respecto a la cabecera cantonal Quito existen 1.619.146 personas de las cuales el 99,23% pertenecen al área urbana. Y para la parroquia Quitumbe, se ha determinado un total de 79.075 habitantes, todos ubicados en el área urbana.

*Tabla 5-22: Población por Área Demográfica*

Área Geográfica	Zona Urbana		Zona Rural		Total
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	
Provincia Pichincha	1.761.867	68,39%	814.420	31,61%	2.576.287
Cantón Quito	1.607.734	71,80%	631.457	28,20%	2.239.191
Cabecera Cantonal Quito	1.607.734	99,23%	11.412	77,00%	1.619.146
Parroquia Quitumbe	-	-	79.075	100,00%	79.075

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

La parroquia Quitumbe se encuentra bajo la autoridad de la Administración Zonal Quitumbe, las Administraciones zonales es el modelo de gestión bajo el cual opera el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Quitumbe es una parroquia relativamente nueva, pues hasta entrada la década de 1970 se caracterizaba aún por la presencia de grandes haciendas alrededor de unos pocos pueblos rurales (Chillogallo, Guamaní). Recién a partir de entonces, la acelerada expansión física de la ciudad de Quito hacia los territorios circundantes, el proceso de reforma agraria, las modificaciones de la estructura económica y social de la sociedad quiteña y los suelos, antes destinados a actividades agrícolas y pecuarias, pasaron a ocuparse en actividades urbanas. (Gallegos, Unda y Vivero, 2003)

En 1990 Chillogallo se redefine para dar origen a zonas destinadas sobre todo a la construcción de vivienda popular. En el 2001 se crea la Administración Zonal Quitumbe, con lo cual Chillogallo se divide definitivamente en las cinco parroquias que actualmente son parte de dicha Administración: La Ecuatoriana, Chillogallo, Turubamba, Guamaní y Quitumbe. (Valarezo, 2007).

A inicios de la década de los 80, Quitumbe, posee gran cantidad de terrenos baldíos, por lo que se convierte en un área de concentración demográfica y de intensa proliferación de barrios populares y cooperativas de vivienda. (Ibíd.)

#### 5.4.1.2 POBLACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA

Los datos que se presentan a continuación, son indicadores de los asentamientos poblacionales habitados considerados dentro del Área de Influencia Social Directa. Estos datos han sido obtenidos de entrevistas realizadas a actores claves.

**Tabla 5-23: Número de Familias en el AID**

Parroquia	Asentamiento poblacional	Año de fundación	No. De Familias a la fundación	No. De Familias actual	No. De Habitantes actual
Quitumbe	Conjunto Paraíso del Sur	2003	40	52	200
Quitumbe	Barrio La Concordia I	1930	30	200	1.000
Quitumbe	Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	2001	136	136	600
Quitumbe	Asentamiento sin nombre	2009	4	4	30
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur	2005	1.200	1.200	3.000
Total			1.410	1.592	4.830

Fuente: Ecosambito C. Ltda  
 Elaboración: Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

En total existe un estimado de 1.592 familias habitando actualmente los asentamientos poblacionales, siendo el Condominio Paraíso del Sur el que concentra mayor población, ello se debe a su amplia extensión.

#### 5.4.1.3 CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

“Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) desde el año 1950, la población del DMQ se ha multiplicado siete veces hasta alcanzar 2.239.191 habitantes en el año 2010, que representa el 15,5% de la población nacional y el 86,9% de la provincia de Pichincha. Entre los años 2001 y 2010 la población del DMQ se incrementó en 399.338 habitantes (21%) con un promedio de incremento del 2,17% anual. Este crecimiento muestra una marcada tendencia a

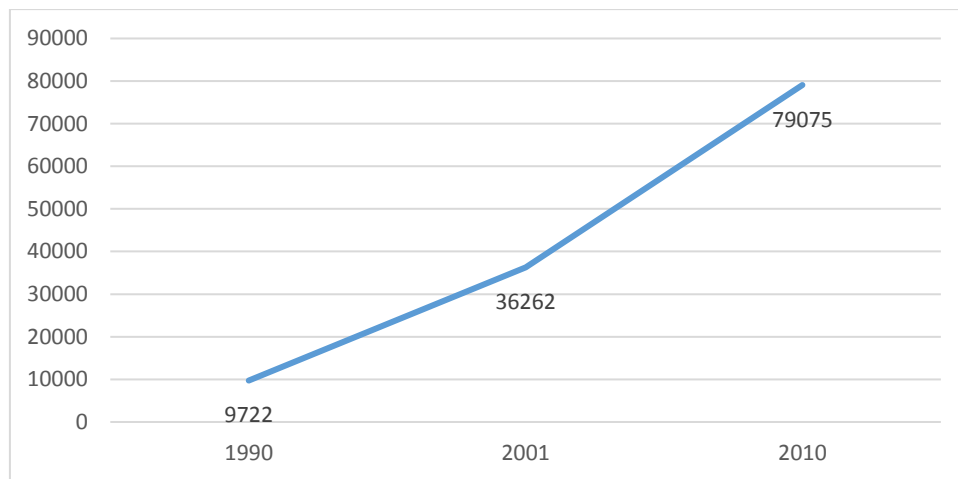
la disminución; una dinámica superior del crecimiento de las parroquias periféricas respecto a la estructura urbana consolidada y una propensión al envejecimiento poblacional.” (DMQ, 2011)

A continuación, se presenta información sobre del crecimiento poblacional que la parroquia Quitumbe desde el año 1990 hasta el año 2010 según la información censal para cada período.

**Tabla 5-24:** Tasa de Crecimiento Demográfico Parroquia Quitumbe

Tasa de Crecimiento Demográfico %	
2010-2001	8,1
2001-1990	13,5

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.



**Figura 5-23:** Crecimiento Demográfico

**Fuente:** Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
**Elaboración:** Ecosambito C. Ltda, 2016.

La parroquia Quitumbe reporta un crecimiento alto entre al año 1990 y el año 2010, en donde la población aumentó de 9.722 habitantes a 79.075 habitantes.

#### 5.4.1.4 DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad está expresada por el número de habitantes por cada kilómetro cuadrado de territorio, en un año determinado. Se calcula dividiendo la superficie total en kilómetros cuadrados para la población total del área geográfica

**Tabla 5-25: Densidad Poblacional Parroquia Quitumbe**

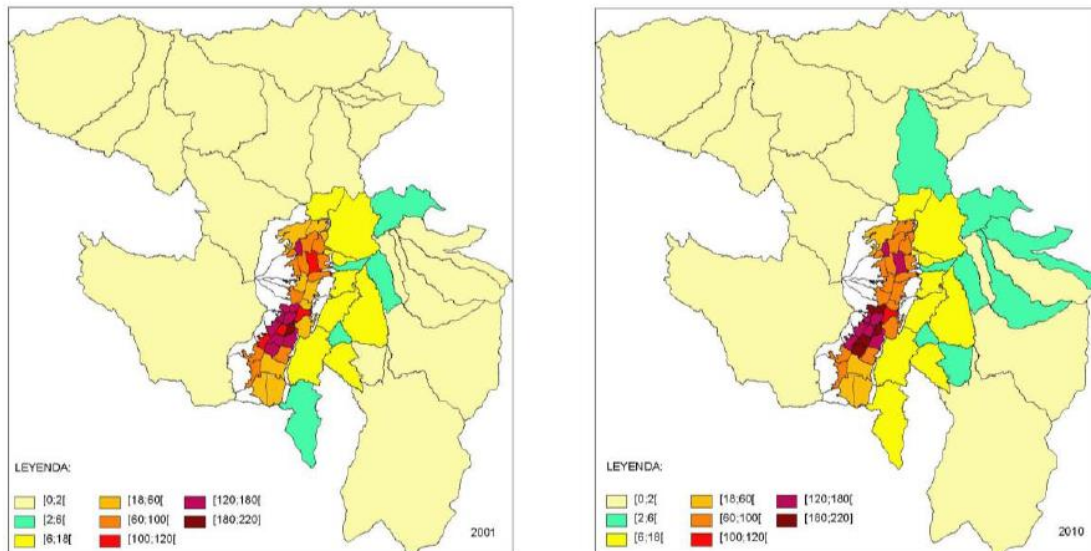
Densidad (Hab./Ha.) 2010	
Global	57,3
Urbana	62,1

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

La densidad poblacional en la parroquia Quitumbe a nivel global, superficie total de la parroquia sin restricción de áreas, es de 57,3 habitantes por hectárea. Mientras que la densidad urbana, superficie exclusivamente del suelo de uso urbano, es de 62,1 habitantes por hectárea.

A continuación, se presenta una figura con información de la densidad poblacional en el DMQ por Administración zonal, se evidencia que en el caso de la Administración Quitumbe en el año 2001 y 2010 se ha mantenido una densidad poblacional de entre 18 y 60 Hab/Ha.



**Figura 5-24: Densidad Poblacional DMQ 2001-2010 por Administración Zonal**

Fuente: Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

#### 5.4.1.5 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD

En la siguiente tabla se presenta la composición de la población de la parroquia de Quitumbe por sexo y edad.

**Tabla 5-26: Composición por Sexo y Edad Parroquia Quitumbe**

	Hombres	Hombre %	Mujeres	Mujeres %	Total	Total %
<b>Menos de 5 años</b>	4.113	51,76%	3.833	48,24%	7.946	10,05%
<b>Niño (5-11 años)</b>	5.833	50,97%	5.611	49,03%	11.444	14,47%
<b>Adolescentes (12-18 años)</b>	5.577	51,31%	5.292	48,69%	10.869	13,75%
<b>Jóvenes (19-35 años)</b>	12.655	48,57%	13.400	51,43%	26.055	32,95%
<b>Adultos (36-64 años)</b>	9.942	48,55%	10.534	51,45%	20.476	25,89%
<b>Tercera edad (65 y más años)</b>	1.038	45,43%	1.247	54,57%	2.285	2,89%
<b>Total</b>	39.158	49,52%	39.917	50,48%	79.075	100,00%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

El grupo mayoritario de personas, se encuentra en un rango de edad comprendido entre 19 y 35 años (32,96%), lo cual indica que se trata de una población particularmente joven. El segundo grupo más numeroso, se relaciona con las personas que se encuentra en edad de 36 y 64 años (25,89%).

Respecto a la distribución por sexo, en la parroquia Quitumbe existe mayor población femenina, constituyendo el 50,48%, frente a la población masculina, que alcanza el 49,52%.

#### **5.4.1.6 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR GRUPO ANALIZADO**

Dentro del AID se identificó como grupo étnico principal a los mestizos. En la tabla que se presenta a continuación se encuentra a detalle las variables de autoidentificación étnica según su cultura y costumbres, para la población de la parroquia Quitumbe.

**Tabla 5-27: Autoidentificación Étnica en la Parroquia Quitumbe**

Ocupados por Categoría	Porcentaje
Mestizo/a	83,49
Indígena	5,08
Blanco/a	4,38
Afroecuatoriano/a	2,82
Montubio/a	2,11

Ocupados por Categoría	Porcentaje
Mulato/a	1,50
Negro/a	0,32
Otro/a	0,24

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

La mayoría de personas en la parroquia se consideran mestizos, con una representatividad del 83,49%. El siguiente grupo, corresponde a personas que se consideran de indígena y representan el 5,08%. El grupo blanco es de 4,38% y afroecuatoriano/a representa el 2,82%.

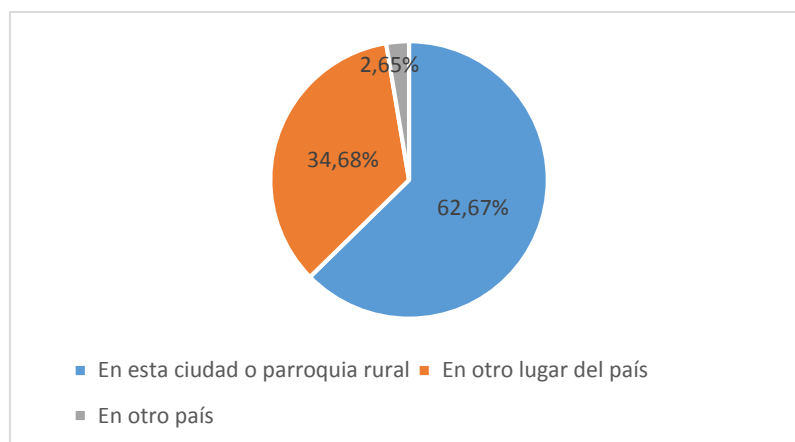
#### 5.4.1.7 MIGRACIÓN

Para comprender los fenómenos inmigratorios en la zona tomará como referencia la información de la cabecera cantonal Quito, puesto que no se cuenta con información a nivel parroquial. El crecimiento demográfico de Quito se dio “a partir de los años setenta del siglo pasado, se ha observado un crecimiento físico expansivo, de baja densidad e inequitativo, que evidencia varias ineficiencias funcionales y ambientales”. (DMQ, 2011)

#### Inmigración

El indicador a presentarse es el lugar de nacimiento de los pobladores, de esta manera se pretende comprobar si la población es autóctona o inmigrante.

En el gráfico que se presenta a continuación, se comprueba que la mayoría de los pobladores son nacidos dentro de la cabecera cantonal, constituyendo un 62,67%. El 34,68% de la población, ha nacido en otros lugares del país y el 2,65% ha nacido en el exterior.



**Figura 5-25:** Lugar de Nacimiento Cantón Quito

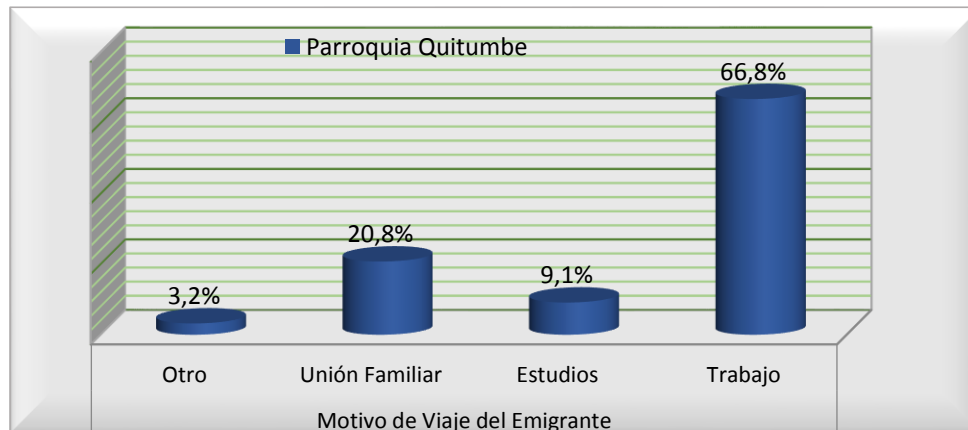
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010



Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

## Emigración

En la figura inferior se observa los resultados del indicador Motivo de viaje del emigrante en la parroquia Quitumbe, de acuerdo al Censo del año 2010, se observa que el principal motivo de viaje es por cuestiones de trabajo y representa el 66,80%. También se ha decidido dejar el lugar de nacimiento por unión familiar y se presenta en el 20,80% de los casos. Otra motivación para emigrar es los estudios y se presenta en el 9,10% de los casos.



**Figura 5:** Lugar de Nacimiento Parroquia Quitumbe

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

### 5.4.1.8 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA Y POBLACIÓN EN EDAD DE TRABAJAR

La Población Económicamente Activa (PEA) hace referencia a todas aquellas personas que, teniendo edad para trabajar (10 años y más): (i) trabajaron al menos una hora durante el período de referencia de la medición en tareas con o sin remuneración, incluyendo la ayuda a otros miembros del hogar en alguna actividad productiva o en un negocio o finca del hogar; (ii) si bien no trabajaron, tenían algún empleo o negocio del cual estuvieron ausentes; y (iii) no comprendidas en los dos grupos anteriores, que estaban en disponibilidad de trabajar .

Dentro de la Población Inactiva (PEI) se consideran a todas las personas de 10 años y más, no clasificadas como ocupadas o desocupadas durante la semana de referencia, como rentistas, jubilados, pensionistas, estudiantes, amas de casa, entre otros.

En la siguiente tabla, se presentan los datos relacionados a la población económicamente activa (PEA) y la población en edad de trabajar (PET) para la parroquia Quitumbe.

**Tabla 5-28: PEA y PEI Parroquia Quitumbe**

Área Geográfica	PEA		PEI	
	Casos	Porcentaje	Casos	Porcentaje
Parroquia Quitumbe	35.434	44,81%	27.508	34,79%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Instituto de la Ciudad - DMQ 2011

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

La PEA en la parroquia de Quitumbe es de 35.434 habitantes y la PEI de 27.508.

### **Pobreza**

Se considera "pobre" a una persona si pertenece a un hogar que presenta carencias persistentes en la satisfacción de sus necesidades básicas incluyendo: vivienda, salud, educación y empleo.

La metodología aplicada fue definida por la Comunidad Andina de Naciones (CAN), según recomendaciones de la reunión de expertos gubernamentales en Encuestas de Hogares; Empleo y Pobreza. Esta definición establece a un hogar como pobre si presenta una de las siguientes condiciones, o en situación de extrema pobreza si presenta dos o más de las siguientes condiciones:

- La vivienda tiene características físicas inadecuadas (aquellas que son inapropiadas para el alojamiento humano: con paredes exteriores de lata, tela, cartón, estera o caña, plástico u otros materiales de desecho o precario; con piso de tierra. Se incluyen las móviles, refugio natural, puente, similares).
- La vivienda tiene servicios inadecuados (viviendas sin conexión a acueductos o tubería, o sin sanitario conectado a alcantarillado o a pozo séptico).
- El hogar tiene una alta dependencia económica (aquellos con más de 3 miembros por persona ocupado y que el Jefe (a) del hogar hubiera aprobado como máximo dos años de educación primaria).
- En el hogar existen niños (as) que no asisten a la escuela (aquellos con al menos un niño de seis a doce años de edad que no asiste a la escuela).
- El hogar se encuentra en un estado de hacinamiento crítico (aquellos con más de tres personas en promedio por cuarto utilizado para dormir).

A continuación, se presenta el índice de pobreza para la cabecera cantonal Quito, este indicador está dado por el número de personas que viven en condiciones de pobreza, expresados como porcentaje del total de la población en un determinado año.

**Tabla 5-29: Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas Quito**

Área Geográfica	Porcentaje	Población en pobreza	Población Total
Quito	25,60%	412.265	1.607.378

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Sistema Integrado de Indicadores Sociales 2014  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

De acuerdo al SIISE, los porcentajes de personas pobres en la parroquia Quito representan un cuarto de la población, constituyendo el 25,6% (412.265 habitantes). En la tabla inferior se presentan, además, los porcentajes de extrema pobreza.

**Tabla 5-30: Pobreza Extrema por Necesidades Básicas Insatisfechas Quito**

Área Geográfica	Porcentaje	Población en extrema pobreza	Población Total
Quito	5,40%	87.510	1.607.378

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Sistema Integrado de Indicadores Sociales 2014  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

En referencia a estos datos se concluye que el 5,40% (87.510 casos) corresponde a la población con extrema pobreza en la parroquia Quito.

Los resultados evidencian un índice de pobreza menor al porcentaje nacional que en 2010 fue de 41,80% y en 2015, según la Encuesta Urbana de Empleo y Desempleo de 32,9%. A partir de lo cual se relaciona a la ciudad como una fuente de oportunidades para empleo y acceso a servicios.

#### **5.4.1.9 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN**

##### **Alimentación**

En el área de influencia directa, como en las zonas de la Sierra del país, la alimentación básica de sus miembros está constituida por productos agrícolas de producción local, combinada con productos procesados. Los principales productos de producción agrícola local para consumo son las papas, el maíz, el fréjol, el zapallo, algunas legumbres y frutas como la frutilla y el tomate de árbol. Estos alimentos y otros son obtenidos en Supermercados Santa María, Megamaxi o el Mercado Las Cuadras.

## Nutrición

No se cuenta con indicadores para la parroquia y cantón en referencia a la nutrición de sus habitantes. Sin embargo, es preciso mencionar que la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, llevada a cabo por el Ministerio de Salud Pública y el INEC en el 2012, presenta los siguientes indicadores en salud para la provincia de Pichincha:

- Tasa de desnutrición global de 4,20%
- Tasa de desnutrición crónica de 22,50%

### 5.4.1.10 ACCESO Y USOS DE AGUA Y OTROS RECURSOS NATURALES

Los recursos naturales representados en la flora y la fauna, comprenden los componentes vivos de la naturaleza, entre los cuales existe dependencia muy estrecha. La flora y la fauna son parte de los recursos naturales renovables, de gran importancia para el ser humano, pues es de donde se obtiene parte de los alimentos, medicamentos y materia prima para la industria textil, maderera y otras. En el área de influencia del proyecto, el uso de este tipo de recursos es mínimo en cuanto al aprovechamiento de plantas medicinales, no se registran prácticas de recolección de frutas silvestres ni prácticas de cacería.

El PMDT señala que *“el territorio del DMQ ocupa una depresión estrecha de menos de 20 kilómetros de ancho asentada en medio de un complejo volcánico y marcada por fuertes irregularidades en su relieve, ocupando en su mayor parte la cuenca del río Guallabamba, que a su vez forma parte de la cuenca alta del río Esmeraldas que desemboca en el Océano Pacífico. El sistema hidrográfico del DMQ está conformado por diferentes ríos de montaña, todos ellos afluentes al Río Guayllabamba, que nacen en las estribaciones de los volcanes Atacazo, Illinizas, Rucu y Guagua Pichincha, Cotopaxi y Sincholagua, así como de las laderas occidentales y orientales de las cordilleras Oriental y Occidental.”* (PMOT, 2015).

*Las principales fuentes que abastecen el sistema de captación, tratamiento y distribución de agua potable del DMQ se ubican en el callejón Interandino (Sistema Hidrográfico Guayllabamba-Esmeraldas) y en la cordillera Central o Real (Sistema Hidrográfico Río Napo-Amazonas) que proviene de las reservas naturales de Papallacta, Mica Quito Sur y Salve Faccha, que se nutren de nevados como el Antisana y Cotopaxi. Para satisfacer la demanda requerida para el año 2050 es necesario desarrollar el Proyecto Ríos Orientales que se localiza a 70 km al sur este de la ciudad de Quito, en la vertiente oriental de la cordillera Central, en el límite provincial entre Pichincha y Napo, que se inicia en los páramos orientales del volcán Cotopaxi y se extiende a lo largo de 116 km hasta llegar a Quito.”* (PMOT, 2015).

*Las aguas residuales del DMQ, de origen industrial y doméstico, se descargan a los sistemas hidrológicos que atraviesan el territorio. Los ríos más presionados y afectados son el Machángara, el San Pedro y el Monjas, todos ellos son afluentes al Río Guayllabamba, que por ende tiene un nivel apreciable de contaminación, sin embargo debido a que recibe caudales de otros cursos de agua como el Cubi, Alambí, Magdalena, Pachijal, Yurimaguas y San Dimas, su capacidad asimilativa es mayor.”* (PMOT, 2015).

Dada la importancia del recurso agua, a continuación, se presenta el porcentaje de hogares con agua segura dentro del DMQ, según el Sistema de Indicadores Sociales, el número de hogares alcanza a 462.326, representando casi la totalidad de la población (98,00%), como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 5-31: Agua Segura Quito**

Número de Hogares	Porcentaje
462.326	98,00

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Sistema Integrado de Indicadores Sociales 2014  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

#### 5.4.1.11 SALUD

En el DMQ la esperanza de vida al nacer es de 68 años para el sector urbano y 64 años para el área rural. La tasa de mortalidad general es de 5,10 por cada 10.000 habitantes. A continuación, se presenta una serie de indicadores para contextualizar la temática.

#### Infraestructura de Salud

Las casas de salud del Ministerio de Salud Pública (MSP) se concentran de manera importante en el DMQ al ser la capital del país y debido al importante número de habitantes.

En la siguiente tabla se presenta información sobre las unidades de salud operativas en el DMQ perteneciente a la Zona 9 de administración del MSP.

**Tabla 5-32: Distribución de Unidades de Salud Operativas DMQ**

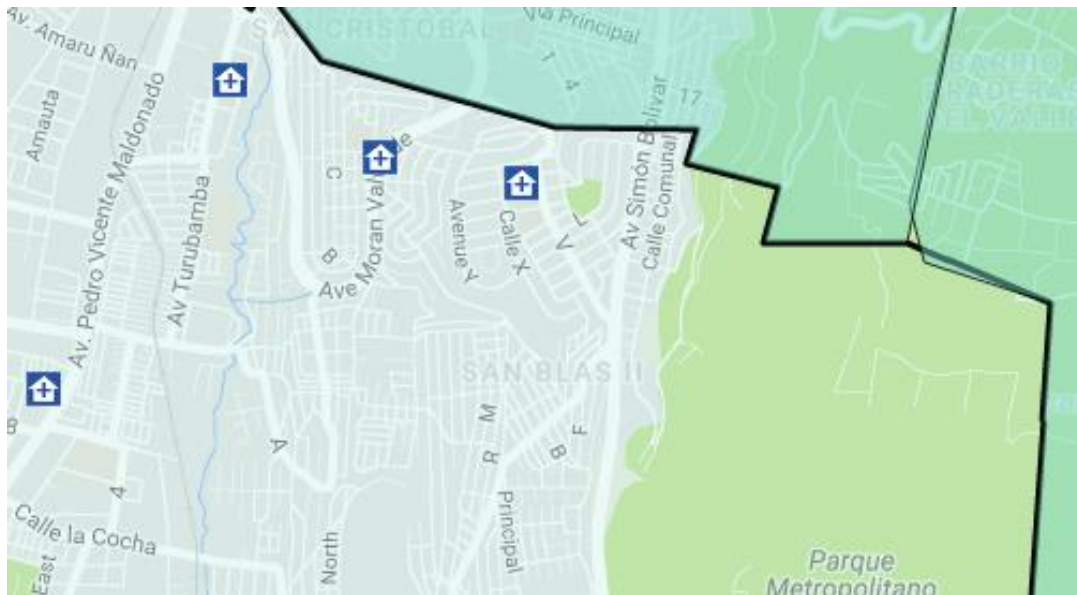
Tipología	Número de Infraestructura
Centro De Salud	131
Hospital Básico	2
Hospital De Especialidades	1
Hospital Especializado	5
Hospital General	3
Total	141

Fuente: Ministerio de Salud  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

Durante la fase de campo se determinó la inexistencia de Casas de Salud Públicas en el AID del proyecto, sin embargo, hay la presencia del Hospital Padre Carolo, perteneciente a la Fundación

Tierra Nueva, cuya información fue levantada en el estudio base (Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro Quito, 2012).

A nivel de la parroquia Quitumbe cuenta con la cobertura de cuatro Centros de Salud del Ministerio de Salud Pública (MSP): El Blanqueado, Asistencia Social, Pueblo Unido y San Martín de Porres. Los cuáles se presentan en la siguiente figura.



**Figura 5-26:** Mapa de Servicios de Salud Parroquia Quitumbe

Fuente: Ministerio de Salud  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

### Perfil Epidemiológico

El perfil epidemiológico es la expresión de la carga de enfermedad (estado de salud) que sufre la población, y cuya descripción requiere de la identificación de las características que la definen. Entre estas características están la mortalidad y la morbilidad.

A continuación, se presentan las principales causas por las cuales la población en la parroquia Quitumbe se atiende de acuerdo a los datos publicados por el Ministerio de Salud para el 2015.

**Tabla 5-33:** Principales Causas de Morbilidad Ambulatoria en la Parroquia Quitumbe

Causas de Morbilidad	Hombre %	Mujer %	Total %
Otras enfermedades inflamatorias de la Vagina y de las Vías Urinarias	-	36,03	20,60
Rinofaringitis Aguda	25,20	16,13	20,01
Amigdalitis Aguda	25,06	12,77	18,04

Causas de Morbilidad	Hombre %	Mujer %	Total %
Parasitosis intestinal, sin otra especificación	13,90	9,21	11,22
Enfermedades inflamatorias del cuello uterino	-	10,09	5,77

Fuente: Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud - MSP 2015  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

En esta parroquia un porcentaje importante de la población (20,60%) acude por otras enfermedades inflamatorias de la Vagina y de las Vías Urinarias, las cuales afecta únicamente a la población femenina. El 20,01% de atenciones se da a rinoфарингитis aguda, siendo de mayor afectación la población masculina, al igual que en el caso de la amigdalitis aguda que presenta el 18,04% de atenciones.

A más de la información entregada, se buscaron indicadores de salud en las principales instituciones estadísticas del país, dado el limitado desarrollo de información a nivel parroquial y cantonal, se hará referencia a indicadores de nivel provincial.

**Tabla 5-34:** Indicadores de Salud Provincia de Pichincha

Área Geográfica	Tasa de natalidad	Tasa de mortalidad general	Tasa de mortalidad infantil
Provincia de Pichincha	18,74%	3,57%	14,68%

Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales 2014  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

En 2014, la tasa de natalidad en el Ecuador alcanzó el 14,00% y en la provincia de Pichincha el 18,74%. En cuanto a la tasa de mortalidad general, a nivel nacional alcanzó el 4,00%, mientras que en la provincia de Pichincha alcanzó el 3,57%. Respecto a la tasa de mortalidad infantil, en el país alcanzó el 10,96% y en la provincia de Pichincha, el 14,68%.

En relación a las principales causas de muerte en la provincia de Pichincha, se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 5-35:** Principales Causas de Muerte en la Provincia Pichincha

Causas de Muerte	Casos	Porcentaje
Enfermedades cerebrovasculares	641	6,59
Diabetes mellitus	547	5,63
Enfermedades isquémicas del corazón	515	5,30
Accidentes de transporte terrestre	493	5,07
Influenza y neumonía	370	3,81

Causas de Muerte	Casos	Porcentaje
Ciertas afecciones originadas en el período prenatal	353	3,63
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	300	3,09
Enfermedades hipertensivas	296	3,04
Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	290	2,98
Agresiones (homicidios)	263	2,07
Causas mal definidas	299	3,07
Resto de causas	5.357	55,09

Fuente: Estadísticas Vitales – INEC 2011

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.

La principal causa de muerte en la provincia de Pichincha son las enfermedades cerebro vasculares, con un 6,59%; posteriormente se ubican la diabetes mellitus (5.63%), las enfermedades isquémicas del corazón (5,30%); y los accidentes de transporte terrestre (5,07%). Un dato que llama la atención es que existe un 3,07% de causas mal definidas.

Cabe mencionarse que la esperanza de vida al nacer para en el periodo del 2010 al 2015 en el Ecuador, según las Estimaciones y Proyecciones de población del INEC, es de 72,12 años para hombres y 78,02 para mujeres.

Un último indicador en relación con la salud, es la tasa de afiliación y aporte a la seguridad social en el DMQ.

**Tabla 5-36: Aporte o Afiliación a la Seguridad Social Parroquia**

Aporte o Afiliación a la Seguridad Social	%
No aporta	49,68
IESS Seguro general	38,85
Se ignora	2,78
Seguro ISSFA	2,26
IESS Seguro voluntario	1,86
Seguro ISSPOL	1,38
Es jubilado del IESS/ISSFA/ISSPOL	0,66
IESS Seguro campesino	0,21

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda, 2016.



De acuerdo al censo realizado en 2010, la mayor parte de la población de la parroquia no aporta a la seguridad social (49,68%). Tan sólo un 38,85% aporta al IESS seguro general y un 2,26% aporta al ISSFA.

#### **Prácticas de Medicina Tradicional**

Las prácticas de medicina tradicional son mínimas, la mayor parte de la población acude al sistema médico público. En base a las entrevistas realizadas, se ha identificado que en ciertos casos se suelen utilizar plantas medicinales como medicina natural, para el tratamiento de enfermedades menores, como fiebres, gripes, dolores musculares, dolores estomacales, etc. Entre las plantas nombradas en las entrevistas encontramos: Menta, Cedrón, Orégano, Manzanilla, Toronjil, Yerba Buena y Yerba Luisa.

#### **5.4.1.12 EDUCACIÓN**

A continuación, se presentan varios indicadores para comprender el acceso y las condiciones de educación de la parroquia Quitumbe.

El primer indicador es el analfabetismo – número de personas que no saben leer y/o escribir, de 15 años o más, expresado como porcentaje de la población de la edad de referencia – en el caso de la parroquia Quitumbe la tasa de analfabetismo es de 2,70%.

La tasa bruta de asistencia escolar -es la relación porcentual entre el número de personas que asisten a determinado nivel de educación formal independientemente de su edad que oficialmente pertenece a ese nivel de educación formal -, en el caso de la parroquia es de 38,89%. Y el número promedio de años de escolaridad 9,61. Para complementar este indicador se presenta información sobre la Cobertura del Sistema de Educación Pública que es de 59,99% y la Cobertura del Sistema de Educación Privada de 40.01%.

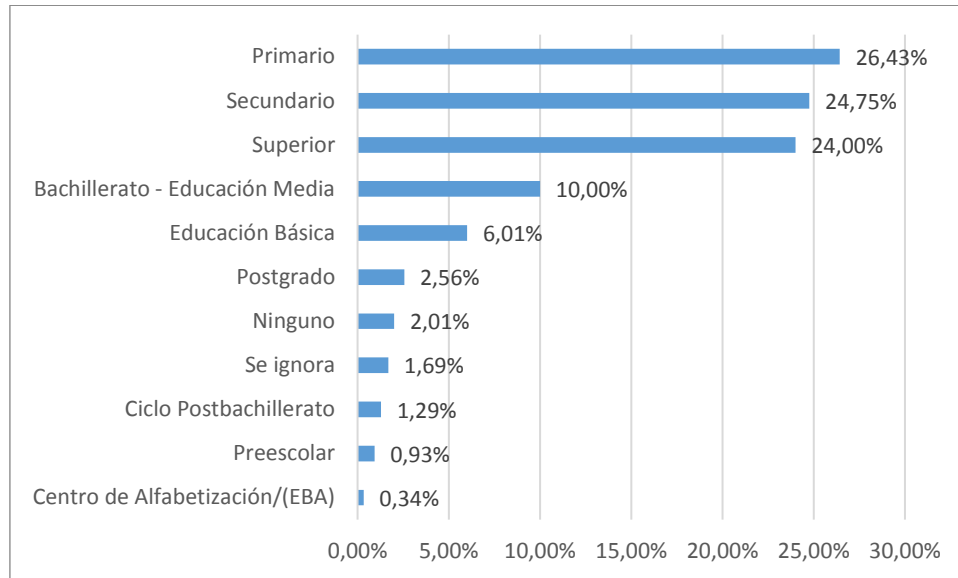
**Tabla 5-37: Indicadores de Educación Parroquia Quitumbe**

<b>Indicador</b>	<b>Porcentaje</b>
Tasa de Analfabetismo	2,70
Tasa Bruta de Asistencia Escolar	38,89
Cobertura del Sistema de Educación Pública	59,99
Cobertura del Sistema de Educación Privada	40,01

**Fuente:** Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

**Elaboración:** Ecosambito C. Ltda. 2016

Respecto al nivel de instrucción de la población que asiste a un establecimiento de enseñanza regular, se presentan los siguientes porcentajes correspondientes a la cabecera Quito.



**Figura 5-27:** Nivel de Instrucción Quito

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

El mayor número de habitantes tiene un nivel de educación primario, esto se da en el 26,43% de los casos. El siguiente nivel de instrucción que sobresale, es la educación secundaria con el 24,75%, y la educación superior, con un porcentaje del 24,00%.

#### 5.4.1.13 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

En el área de influencia directa se determinaron dos centros educativos, además de los levantados con anterioridad por en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro Quito (Universidad Politécnica Salesiana, Unidad Educativa Quitumbe y Unidad Educativa Particular Rafael Bucheli). Estos centros son Centro de Desarrollo Infantil Paraíso del Sur Manzana 13 y Centro Educativo Franz Giuseppe.

**Tabla 5-38:** Centros Educativos AID

Centro Educativo
Universidad Politécnica Salesiana
Unidad Educativa Quitumbe
Unidad Educativa Particular Rafael Bucheli
Centro de Desarrollo Infantil Paraíso del Sur Manzana 13

Centro Educativo Franz Giuseppe

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

A continuación, se presenta una descripción del Centro Educativo Franz Giuseppe. Se carece información del Centro de Desarrollo Infantil Paraíso del Sur Manzana 13, ya que se encuentra cerrado por motivo vacaciones.

**Tabla 5-39: Instituciones Educativas en el AID**

Nombre de la Institución	Hispano / Bilingüe	Estatus Escolar	Fecha de Creación	No. de Profesores	No. de Alumnos	Representante	Contacto
Centro Educativo Franz Giuseppe	Hispano	Privado	08/08/2014	2	10	Lic. Zulema Navarrete	02262802 / 0995384456

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Respecto a la infraestructura, se ha observado que el Centro Educativo Franz Giuseppe cuenta con facilidades que se encuentran generalmente en buen estado como se presenta en la tabla a continuación.

**Tabla 5-40: Infraestructura de las Instituciones Educativas en el AID**

Infraestructura Unidad Educativa Arturo Freire	Cantidad	Estado
Aulas	3	Bueno
Baños	5	Bueno
Comedores	1	Bueno
Oficinas	1	Bueno
Secretaría	1	Bueno

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### 5.4.1.14 VIVIENDA

La vivienda es una estructura cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, en ésta se realizan actividades familiares y sociales como la alimentación, reposo y recreación; es importante para el grupo familiar porque mantiene la relación familia con las relaciones sociales, además, sirve para proteger a las personas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas naturales.

La vivienda debe ser entendida como un bien indispensable para el proceso de reproducción social, pues es tan necesaria como la alimentación o el vestuario.

Dentro del recinto del AID, por medio de la observación, se pudo determinar que el tipo predominante de materiales de las viviendas es el ladrillo o bloque con techos de hormigón (losa, cemento). Esta información se corrobora con los resultados a nivel parroquial del Censo 2010, según los cuales el 85,54% de viviendas son de Hormigón.

**Tabla 5-41: Materiales de Vivienda Parroquia Quitumbe**

<b>Materiales de la vivienda</b>	<b>Porcentaje</b>
Hormigón (losa, cemento)	85,54
Asbesto (Eternit, Euroolit)	7,30
Zinc	6,00
Teja	1,05
Palma, paja u hoja	0,03
Otros materiales	0,08

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Para contraponer la información obtenida en campo a continuación, se presenta el indicador de tipo de vivienda.

**Tabla 5-42: Tipo de Vivienda Parroquia Quitumbe**

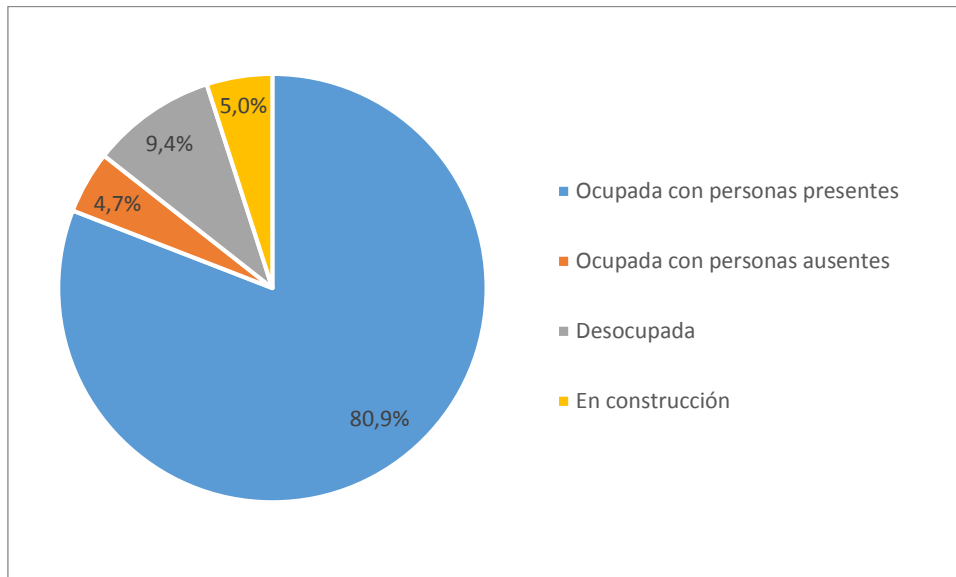
<b>Tipo de la vivienda</b>	<b>Porcentaje</b>
Casa/Villa	52,62
Departamento en casa o edificio	37,34
Cuarto(s) en casa de inquilinato	6,03
Mediagua	3,30
Rancho	0,01
Covacha	0,19
Choza	0,03
Otra vivienda particular	0,49

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

El principal tipo de vivienda que se registra para la parroquia es la casa o villa, representando el 52,62%. El segundo tipo de vivienda más recurrente es el departamento en casa o edificio (37,34%). Seguimos tenemos el tipo de vivienda cuartos en casa de inquilinato, con 6,03%.

El siguiente indicador muestra la condición de ocupación de la vivienda; como se puede observar en el siguiente gráfico, el 80,9% de estructuras se encuentran ocupadas con personas presentes. Existe, además, un porcentaje de casos del 9,4%, que se tratan de viviendas desocupadas y el 5,0% en construcción.

**Figura 5-28 :Condición de Ocupación de la Vivienda Parroquia Quitumbe**



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

El siguiente indicador es el déficit habitacional cuantitativo, éste se refiere a necesidades de reemplazo derivadas de la existencia de viviendas, que no cumplen condiciones mínimas de calidad y/o habitabilidad. La necesidad de reposición considera toda vivienda de materialidad deficitaria y el estado de las mismas. No se cuenta con información a nivel parroquial, el dato más actual (2014), según el SIISE, se presenta a nivel provincial, donde Pichincha presenta el 6,5% de déficit habitacional cuantitativo. A nivel de la cabecera cantonal se cuenta con información de 2010 e indica un déficit de 2,9%.

En relación al indicador hacinamiento, se considera que un hogar está hacinado si cada uno de los dormitorios con los que cuenta sirve, en promedio, a un número de miembros mayor a tres. Se define como dormitorio, a los cuartos o espacios dedicados sólo para dormir; no se incluye otros espacios disponibles para habitar - como salones, comedor, cuartos de uso múltiple, etc.- que pueden dedicarse ocasional o parcialmente para dormir, como las cocinas, baños, pasillos, garajes y espacios destinados a fines profesionales o negocios. El hacinamiento en la provincia de Pichincha en 2014 según la Encuesta de Condiciones de Vida es de 48.042 hogares que representa el 5,7% de hogares. A nivel de la cabecera cantonal únicamente se cuenta con información de 2010, según la cual el 7,8% de hogares vive bajo hacinamiento.

El último indicador que se presenta se refiere al porcentaje de viviendas propias en Quito, cabecera cantonal, este indicador se refiere a las viviendas que pertenecen exclusivamente a las personas que habitan en la ella.

**Tabla 5-43: Vivienda Propia Parroquia Quitumbe**

Tenencia o propiedad de la vivienda	Casos	Porcentaje
Arrendada	202.417	42,91
Propia y totalmente pagada	148.089	31,39
Prestada o cedida (no pagada)	42.561	9,02
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	38.758	8,22
Propia y la está pagando	35.123	7,45
Por servicios	3.521	0,75
Anticresis	1.248	0,26
Total	471.717	100,00

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Dentro de Quito, se observa que principalmente las viviendas en el área son arrendadas (42,91%), seguidas por las viviendas propias y totalmente pagadas (31,39%) y las viviendas prestadas o cedidas (9,02%).

#### 5.4.1.15 ESTRATIFICACIÓN SOCIAL

##### Estratificación Social y Grupos Socioeconómicos

La organización social dentro de una comunidad y, para el caso que concierne en este proyecto, dentro de un barrio, es fundamental para aportar al desarrollo y la cohesión de los miembros. A través de los dirigentes y directivas, se pueden canalizar las demandas y representar los intereses de los conglomerados frente a las organizaciones externas.

En el área de influencia se encontró una variedad de asentamientos poblacionales y organizaciones en función de la actividad que se desarrolla en el predio. A continuación, se describen los grupos encontrados, éstos deben ser tomados en cuenta para los procesos de socialización que establece la normativa vigente.

**Tabla 5-44: Estratificación Social y Grupos Socioeconómicos en el AID**

Asentamiento poblacional	Nombre del Representante	Cargo	Contacto
Barrio La Concordia I	Gerardo Toro	Presidente	0979568415

<b>Asentamiento poblacional</b>	<b>Nombre del Representante</b>	<b>Cargo</b>	<b>Contacto</b>
	Gloria Brito	Vicepresidenta	022638229/ 0969096888
	Carmen Domínguez	Secretaria	No informa
	Miriam Regalado	Primera Vocal	0997640327
Barrio La Concordia I - Grupo de mujeres	Miriam Regalado	Presidente	0997640327
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Gonzalo Morocho	Presidente	0984253277
	Daisy Mena	Vicepresidenta	0995207522
	Marisol Maldonado	Secretaria	No informa
	Araceli Macías	Tesorera	No informa
	Alexandra Salazar	Vocal	0998961455
	Luzmila Villamaría	Vocal	024060466
	Vidal Arboleda	Vocal	022916409
Condominios Paraíso del Sur	Roddy Mendoza	Presidente	022914262 / 0983334750
	José Granda	Vicepresidente	0999283294
	Eco. Cristina Iguasnia	Secretaria	0995722682
	Iván Tacuri	Tesorero	No informa
	César Loza	Coordinador General	984278545
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 5	Kléber Remache	Presidente	0984515080
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 15	Mónica Proaño	Presidente	0984932123
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 10	Roque Torres	Presidente	022914773
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 19	Fredy Castro	Presidente	0980002233
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 4	Luis Chuqui	Presidente	0999086783
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 17	Xavier Garcés	Presidente	022914935 / 0983007636
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 9	César Loza	Presidente	0984278545
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 14	Roberto Álvarez	Presidente	0993445045

<b>Asentamiento poblacional</b>	<b>Nombre del Representante</b>	<b>Cargo</b>	<b>Contacto</b>
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 13	Ana Tuapanta	Presidente	022914402
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 16	Edwin Salguero	Presidente	0992043078
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 12	Ramiro Reyes	Presidente	No informa
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 18	Alejandrina Caza	Presidenta	0984587513
Condominios Paraíso del Sur - Manzana 11	Carlos Arce	Presidente	No informa
Compañía de Transporte Público Distrito Sur DISUTRANS S.A	Hernán Zambrano	Gerente	023042957
	Wilson Toro	Presidente	0989621657
	Gonzalo Nicolalde	Miembro del Directorio	No informa
	Luis Bohórquez	Miembro del Directorio	No informa
	Ángel Taipicaña	Miembro del Directorio	No informa
	Danilo Peñafiel	Miembro del Directorio	No informa
	Jorge Catuta	Miembro del Directorio	No informa
	Javier Suntaxi	Miembro del Directorio	No informa
	Holguer Solórzano	Miembro del Directorio	No informa
Agencia Metropolitana de Tránsito	Mayor Juan José Aroca Vásquez	Supervisor de Patios de Carros Retenidos	0986995434
Supermercado Santa María	César Herrera	Administrador	022942900 Ext. 2290
	Francisco Mesa	Jefe de Almacén	022942900 Ext. 2290
Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas	Ing. Tania Iglesias	Directora de parques	0222907005 Ext. 31661
	Verónica Espín	Asistente de parques	
	Maite Burgos	Asistente de parques	
	Ligia Días	Coordinadora de Parques	0992829947
	Lic. Rocío Gutiérrez	Administrador del Parque las Cuadras	
	Ing. Ernesto Chuquisaca	Administrador de Viveros	No informa



Asentamiento poblacional	Nombre del Representante	Cargo	Contacto
	Ing. Paúl Mena	Administrador de Materiales	0222907005 Ext. 31709
FUNDEPORTE	Coronel Eduardo Subia	Gerente Ejecutivo	984585319
	Hugo Vaca	Administrador	No informa

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

### Autoridades Políticas

A continuación, se enumeran las autoridades políticas correspondientes a las circunscripciones territoriales de área de influencia indirecta.

**Tabla 5-45:** Autoridades Políticas en el AII

Institución	Nombre	Cargo	Contacto
GAD Provincial Pichincha	Gustavo Baroja	Prefecto	022527077
	Laura Costales	Vice Prefecta	/ 022549222
GAD Municipal Quito	Mauricio Rodas	Alcalde	023952300
	Daniela Chacón	Vicealcaldesa	
	Anabel Hermosa	Segunda Vicealcaldesa	

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

### Estado y Legalización de los Predios

Respecto al tamaño de los predios, la situación legal y la tenencia de la tierra de los moradores, se presentan los siguientes contextos. Es importante mencionar que el tamaño de los predios y de los asentamientos, se realizaron a través de cálculos y estimaciones en conjunto con los líderes barriales.

En la siguiente tabla se presenta la información pertinente, se observa los predios presentes son principalmente de tipo solar y casa, en el caso de los conjuntos habitacionales. Además, existen varios terrenos de propiedad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ). La zona se caracteriza por ser un espacio destinado a la zona urbana con presencia de extensos conjuntos habitacionales.

**Tabla 5-46: Tenencia de la Tierra en el AID**

Asentamiento poblacional	Tipo de Asentamiento	Tamaño De Los Predios	Tamaño De Los Predios	Tamaño Del Asentamiento	Tipo De Escritura	Situación Legal
Conjunto Paraíso del Sur	Urbanización	Solar	100 mt <sup>2</sup>	600 mt <sup>2</sup>	Individual	Reconocimiento Jurídico
Barrio La Concordia I	Barrio	Solar	200 mt <sup>2</sup>	2 Ha.	Individual	De Hecho
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Condominio	Casas	60 mt <sup>2</sup>	NS/NC	Individual	Reconocimiento Jurídico
Asentamiento Sin nombre	Asentamiento	Solar	NS/NC	1 Ha.	Contrato de Compra Venta	Ninguno
Conjunto Habitacional Arnau (en construcción a cargo de Mutualista Pichincha)	Conjunto Habitacional	NS/NC	NS/NC	NS/NC	NS/NC	Reconocimiento Jurídico
Condominios Paraíso del Sur	Condominio	Casas	60 mt <sup>2</sup>	7 Ha.	Individual	En trámite
Compañía de Transporte Público Distrito Sur DISUTRANS S.A	Predio individual	Solar	No aplica	8.600 mt <sup>2</sup>	Individual	Reconocimiento Jurídico
Cooperativa de Transporte de Carga Echeverría	Predio individual	Solar	No aplica	2.000 mt <sup>2</sup>	Individual	Reconocimiento Jurídico
Patio de Carros Retenidos por la Agencia Metropolitana de Tránsito	Predio individual del Consejo Nacional de la Judicatura	Solar	No aplica	1.000 mt <sup>2</sup>	Comodato con MDMQ	Reconocimiento Jurídico
Supermercado Santa María	Predio individual	Solar	No aplica	8.000 mt <sup>2</sup>		Reconocimiento Jurídico

Hacienda el Carmen	Predio Individual	NS/NC	NS/NC	NS/NC	NS/NC	Reconocimiento Jurídico
Parque Metropolitano Las Cuadras	Predio de Administración Municipal	Parque	No aplica	24 Ha.	MDMQ	Reconocimiento Jurídico
FUNDEPORTE	Predio individual	Terreno	No aplica	35 Ha.	Comodato con MDMQ	Comodato
Terminal Terrestre Quitumbe	Predio de Administración Municipal	Terminal Terrestre Quitumbe	NS/NC	NS/NC	MDMQ	Reconocimiento Jurídico

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### 5.4.1.16 PERCEPCIÓN DEL PROYECTO

Para determinar la percepción de los dirigentes barriales, dentro del formulario establecido, se preguntó sobre los posibles beneficios y perjuicios que consideran que traerá la implementación del proyecto en el sector.

Los entrevistados coinciden en que uno de los principales beneficios tiene que ver el mejoramiento de la movilidad hacia y desde el sector. Además, se ha expuesto que se abrirá espacio al turismo.

En cuanto a las desventajas, los entrevistados mencionan su preocupación en cuanto a la contaminación ambiental que se pueda generar, sobre todo por ruido, así como también el incremento en la circulación de vehículos, generando tráfico e inseguridad.

Según el criterio expuesto por el Administrador del Parque Las Cuadras, se ha generado dudas respecto al criterio técnico para la determinación del trazado pues sostiene que las quebradas del sector se inundan durante la época de lluvias.

En la tabla inferior se muestran los criterios expuestos por los entrevistados.

**Tabla 5-47: Percepción del Proyecto**

Asentamiento poblacional	Ventajas	Desventajas
Conjunto Paraíso del Sur	Movilidad	Falta de información sobre el proyecto
	Cuidado Ambiental	Posibles accidentes de tránsito
	Seguridad	-
Barrio La Concordia I	Comodidad y disposición de transporte	Falta de garajes para transporte interprovincial
	-	Delincuencia
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Movilidad	Posibles movimientos de Tierra
	Turismo	Delincuencia
	Fortalecimiento del Sector	Congestionamiento vehicular
Asentamiento Sin nombre	Movilidad	Incertidumbre por la construcción del proyecto
	-	Inseguridad
Condominios Paraíso del Sur	Movilidad	Contaminación ambiental
	Cercanía de la estación del metro	Vibración del suelo
	Obras de compensación	Inseguridad
Compañía de Transporte Público Distrito Sur DISUTRANS S.A	Consolidación del sector Ninallakta	Tráfico vehicular
	-	Inseguridad
Supermercado Santa María	Mayor afluencia de personas	Contaminación ambiental
	Turismo	Cierre de vías
	Movilidad	Ruido

Asentamiento poblacional	Ventajas	Desventajas
Parque Las Cuadras	-	Dudas sobre la implementación técnica del proyecto dado que las quebradas se inundan
FUNDEPORTE	Movilidad	Inseguridad
	Mayor afluencia de personas	-

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### 5.4.1.17 INFRAESTRUCTURA FÍSICA

##### Infraestructura Comunitaria

La infraestructura comunitaria es de fundamental importancia para aportar a la cohesión y organización social de las comunidades y en este caso, de los barrios. Al disponer de espacios e infraestructuras donde los moradores pueden reunirse, participar de juntas y asambleas, o trabajar en conjunto, se fortifican los lazos y el diálogo entre la comunidad, aportando a su organización y compenetración de los moradores.

En la tabla siguiente se presenta la infraestructura con la que cuentan los asentamientos poblacionales, destinados a vivienda, presentes en el AID:

**Tabla 5-48: Infraestructura Comunitaria en el AID**

Asentamiento poblacional	Tipo de Asentamiento	Tipo de Infraestructura	Ubicación	
			Y	X
Conjunto Paraíso del Sur	Urbanización	No cuenta con infraestructura comunitaria		
Barrio La Concordia I	Barrio	Casa Comunal	9966936	771652
		Canchas Deportivas	9967051	771635
		Estadio	9966966	771628
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Condominio	Casa Comunal	9967526	772182
		Canchas Deportivas	9967532	772164
Asentamiento Sin nombre	Asentamiento	No cuenta con infraestructura comunitaria		
Condominios Paraíso del Sur	Condominio	Casa Comunal	9968033	772440
		Centro de Desarrollo Infantil Paraíso del Sur	9967826	772441
		Dentro Educativo Inicial Franz Giuseppe	9967826	772474
		Canchas Deportivas	9967850	772321

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

### **Infraestructura de Saneamiento Ambiental**

Dentro del área del proyecto, a través de las visitas realizadas, no se determinó la existencia de ningún tipo de infraestructura de saneamiento ambiental.

### **Vías de Comunicación y Transporte**

La vialidad es un conjunto de servicios pertenecientes a las vías públicas o privadas, una red de caminos cuyas características geométricas y funcionales definen su jerarquía. Permiten la conexión entre los diversos centros poblados, y es parte de la estructura urbana como una infraestructura indispensable para el funcionamiento de las actividades de toda zona poblada.

Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022 precisa: *La integralidad del territorio del DMQ en función de su rol como Ciudad-Capital y Distrito-Región y nodo de articulación internacional se manifiesta en la configuración de la red de movilidad y transporte de personas y carga que articula el territorio del DMQ con la región, el país y el mundo. (MDMQ, 2012)*

*El DMQ se integra con los ámbitos intercantonal, interprovincial e internacional a través de un sistema vial en optimización que tiene como eje principal la vía E35 (Panamericana) que lo articula en el norte, al interior del DMQ la E35 conforma un eje de múltiples potencialidades para el desarrollo. Los proyectos viales programados y en ejecución Ruta Viva y Vía Collas que conectan el nororiente del DMQ y el futuro Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito (NAIQ) con la ciudad de Quito, generan una articulación transversal adicional entre la Panamericana y la E 35. (Ibíd.)*

*A nivel de transportación por vías arteriales la E35 conecta con las terminales terrestres multimodales internacionales e interprovinciales del sur (TT Quitumbe), del norte (TT Carcelén) y Ofelia que integran los sistemas interparroquiales, intercantonales e interprovinciales con el sistema Metrobús. El actual y el nuevo aeropuerto internacional que posibilitan la conexión del DMQ y la región con el país y el exterior y potencian la dinámica producción de agro exportación de la región. (Ibíd.)*

*La red de movilidad y transporte se compone de elementos específicos, de relevancia para la escala distrital y regional:*

- *El Sistema Integrado de Transporte Público reorganizado a partir de la puesta en funcionamiento del primer tramo del Metro Quito como eje central de transporte público;*
- *El sistema vial principal que articula el territorio distrital y regional intervenido por diversas obras para la adecuación y ampliación;*
- *Las terminales terrestres interprovinciales y equipamientos de transporte internacional (NAIQ). (Ibíd.)*

De la información presente en Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022, se concluye la importancia de la parroquia Quitumbe para la movilidad a nivel cantonal y provincial,

pues cumple la función de recepción del flujo migratorio al encontrarse en la parroquia el Terminal Terrestre Sur de Quito, por lo tanto, es la puerta de ingreso a la ciudad.

En la tabla siguiente se presenta el tipo de vía con las que cuentan los asentamientos poblacionales destinados a vivienda:

**Tabla 5-49: Vialidad en el AID**

Asentamiento poblacional	Tipo de Vías de Acceso al Barrio	Tipo de Vías Internas
Conjunto Paraíso del Sur	Pavimentada o de concreto	Pavimentada o de concreto
Barrio La Concordia I	Pavimentada o de concreto	No hay vías
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Pavimentada o de concreto	Pavimentada o de concreto
Asentamiento Sin nombre	Pavimentada o de concreto	No hay vías
Condominios Paraíso del Sur	Pavimentada o de concreto	Pavimentada o de concreto

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### 5.4.1.18 SERVICIOS BÁSICOS

##### Servicios Básicos en el AID

A través de las visitas realizadas en el área de influencia del proyecto, se pudo determinar que ésta cuenta con los siguientes servicios básicos.

**Tabla 5-50: Servicios Básicos en el AID**

Asentamiento Poblacional	Alumbrado Público	Luz Eléctrica	Recolección de Basura	Alcantarillado	Agua Potable	Telefonía
Conjunto Paraíso del Sur	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Barrio La Concordia I	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Asentamiento Poblacional	Alumbrado Público	Luz Eléctrica	Recolección de Basura	Alcantarillado	Agua Potable	Telefonía
Asentamiento Sin nombre	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Condominios Paraíso del Sur	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Compañía de Transporte Público Distrito Sur DISUTRANS S.A	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Patio de Carros Retenidos de la Agencia Metropolitana de Tránsito	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Supermercado Santa María	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hacienda el Carmen	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Parque Metropolitano Las Cuadras	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FUNDEPORTE	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Fase de Campo 2016

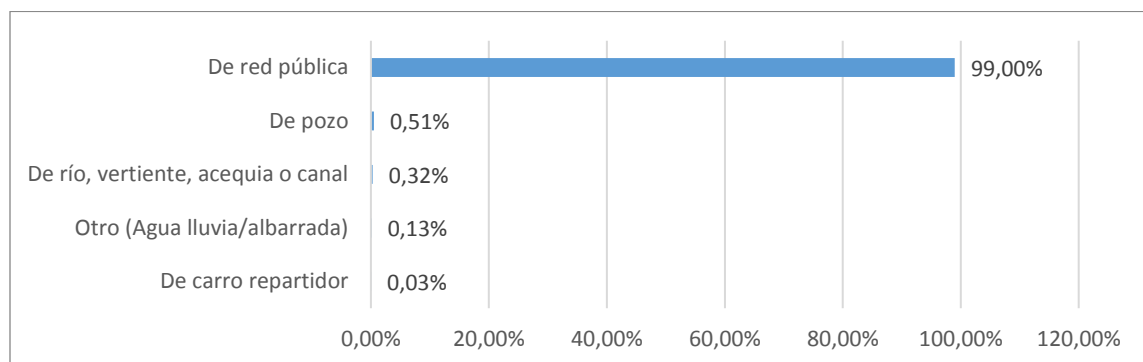
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Se observa que para el caso de todos los predios y asentamientos poblacionales los servicios básicos están cubiertos en un 100%.

### Servicios Básicos en la Parroquia de Estudio

#### Agua Potable

**Figura 5-29 : Procedencia Principal del Agua Recibida Parroquia Quitumbe**

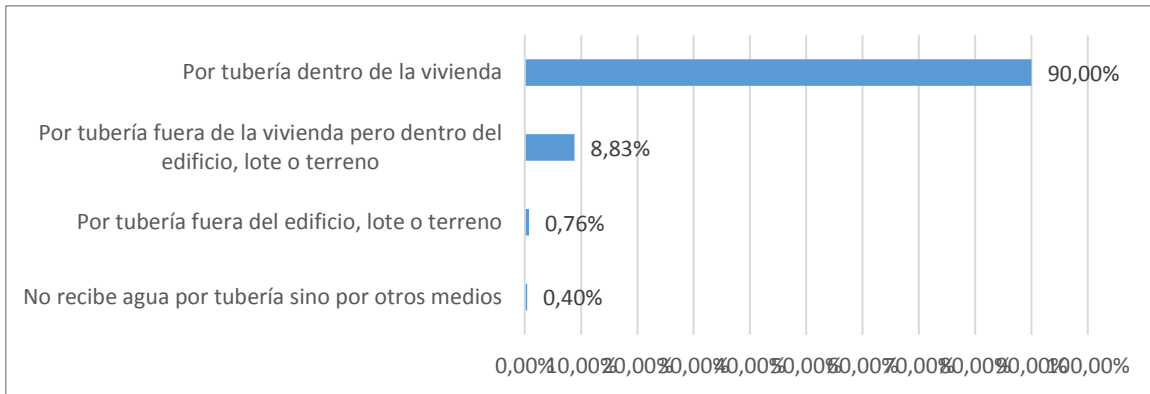




Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

En base a la información del Censo 2010, se obtiene que en la parroquia Quitumbe, la mayor parte de viviendas cuentan con conexión a la red pública de agua potable (99,00%). De este porcentaje el 90,00% recibe el agua por tubería dentro de la vivienda y el 8,83% por tubería fuera de la vivienda, pero dentro del edificio, lote o terreno. El 0,76% recibe el agua por tubería fuera del edificio, lote o terreno, y el 0,40% no recibe agua por tubería sino por otros medios.

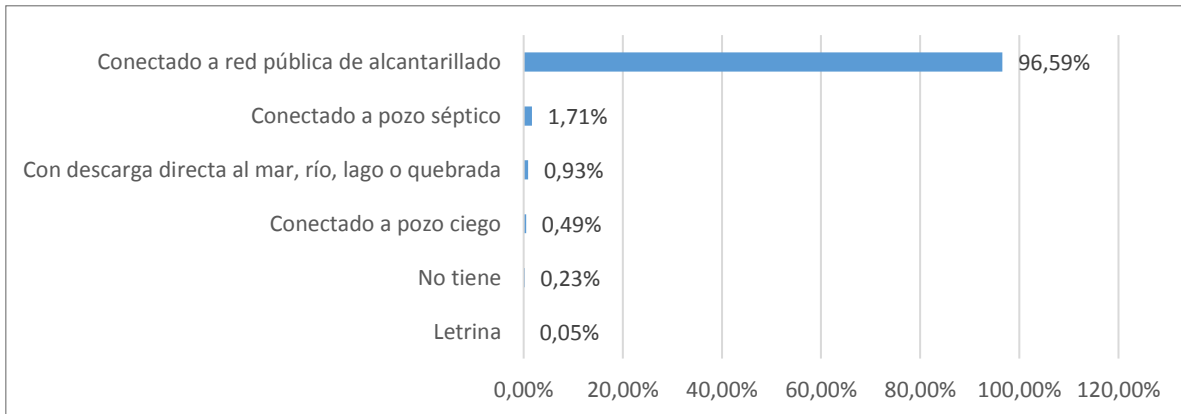
**Figura 5-30 : Forma Como Recibe el Agua Parroquia Quitumbe**



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

## Alcantarillado

**Figura 5-31 : Tipo de Servicio Higiénico o Excusado Parroquia Quitumbe**



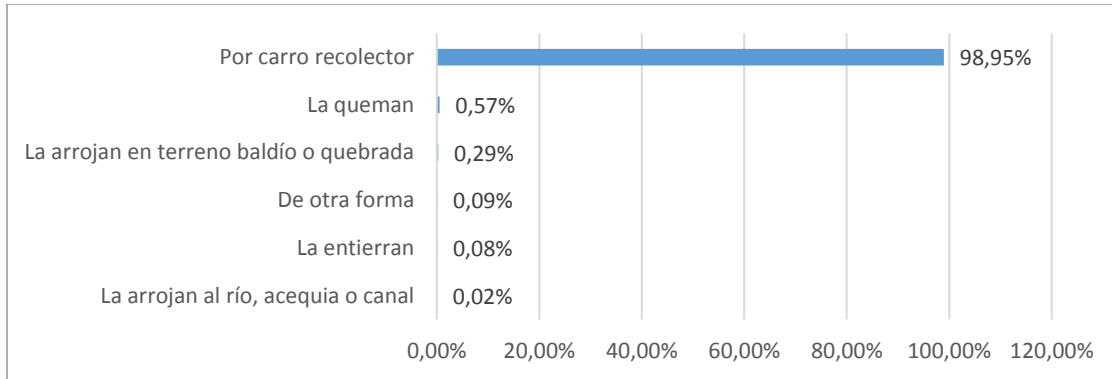
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Se observa que la mayor parte de las viviendas en la parroquia cuentan con sistema de excretas conectado a la red pública de alcantarillado (96,59%). Existen viviendas con sistemas conectados a

pozo séptico (1,71%) y un 0,93% de la población, eliminan sus excretas con descarga directa al río o quebrada.

### Eliminación de Basura

**Figura 5-32 : Eliminación de Basura Parroquia Quitumbe**

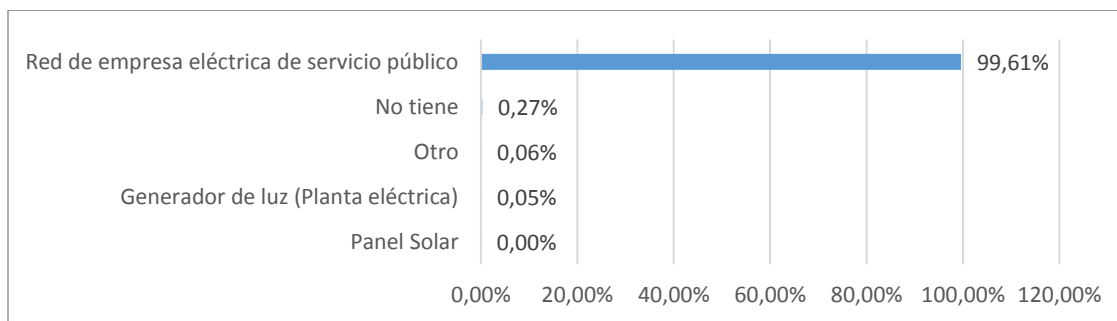


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

El Censo de Población y Vivienda del 2010, presenta datos de que la parroquia cuenta con servicio de carro recolector con un alcance del 98,95% de la población. El resto de la población que no cuenta con este servicio, principalmente queman la basura (0,57%).

### Luz Eléctrica

**Figura 5-33 : Procedencia de la Luz Eléctrica Parroquia Quitumbe**



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

Se observa que la parroquia Quitumbe cuenta con servicio de red eléctrica en un 99,61%, cubriendo casi al total de las viviendas. Un 0,27% de la población, no cuenta con este servicio.

### Medios de Comunicación

En la tabla siguiente se presenta información sobre los medios de comunicación más utilizados por los pobladores del área de influencia directa en base a los datos proporcionados por los entrevistados.

**Tabla 5-51 : Medios de Comunicación AID**

<b>Televisión</b>	TC Televisión	<b>Radio</b>	América	<b>Prensa Escrita</b>	El Expreso
	RTS		Radio Pública		El Comercio
	Tele amazonas		Canela		La Hora
	Televisión		Católica RCN 880		El Extra
	Ecuavisa		Monumental 1510		Últimas Noticias
					El Metro

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### 5.4.1.19 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

##### Producción Local

Analizada la información obtenida de las entrevistas a informantes claves y a través de los recorridos realizados en el sector de influencia del proyecto, se nombraron varias actividades productivas, entre ellas: Comercio, Transporte, Tiendas de Víveres, Restaurantes, Panaderías, Transporte de Taxi, Arriendo de locales, Empleados públicos y privados, Ferreterías y Mecánicas de autos.

Para cotejar la información se presentan los datos del censo productivo aplicado en el área de influencia directa, se determina una gran afluencia de emprendimientos dedicados a la venta de comida y venta de víveres.

**Tabla 5-52: Emprendimientos productivos en el AID**

Parroquia	Sector	Emprendimiento / negocio	Actividad	Dirección
Quitumbe	Compañía de Transporte Echeverría	Holger Catuana Vulcanizadora	Vulcanizadora	Huayanay Ñan y Rumichaca Ñan
Quitumbe	Compañía de Transporte Echeverría	Restaurante	Servicio de comida	Huayanay Ñan y Rumichaca Ñan
Quitumbe	Supermercado Santa María	Supermercado Santa María	Comercio y expendio de víveres	Huayanay Ñan y Manuel Sucre
Quitumbe	Supermercado Santa María	Fusión vital-Productos Naturales	Venta de productos Naturales	Huayanay Ñan y Manuel Sucre

Parroquia	Sector	Emprendimiento / negocio	Actividad	Dirección
Quitumbe	Supermercado Santa María	Farmacia Cruz Azul	Venta de medicamentos	Huayanay Ñan y Manuel Sucre
Quitumbe	Supermercado Santa María	Cooperativa de Ahorro y Crédito San Vicente del Sur	Cooperativa de Ahorro y Crédito	Huayanay Ñan y Manuel Sucre
Quitumbe	Supermercado Santa María	KFC	Venta de comida rápida	Huayanay Ñan y Manuel Sucre
Quitumbe	Compañía de Transporte DISUTRAN S.A	Cooperativa de Ahorro y Crédito Juan de Salinas	Cooperativa de Ahorro y Crédito	Huayanay Ñan y Manuel Sucre
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Comedor Doña Mari	Venta de comida rápida	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 9
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Comedor Alexandrita	Venta de comida	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 3
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Comedor Chari	Venta de comida	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 7
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Comedor de Alexia	Venta de comida	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 8
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Comedor Doña Gloria	Venta de comida	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 5
Quitumbe	Parque Las Cuadras	Granizados Katty	Venta de granizados y bebidas	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 6
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 17	Ferretería Don Pepe	Venta de materiales de construcción	Av. Amaruñan y Calle J.
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 17	D´Loja Pan	Panificadora	Av. Amaruñan y Rumichaca. Local3
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 12	Viveres Ximena	Venta de viveres	Av. Amaruñan Mz 12
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 12	Viveres Carlitos	Venta de viveres	Av. Amaruñan Mz 12
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 17 J	Panadería Leche y Miel	Panificadora	Av. Amaruñan y calle I.
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 19 C	Bazar Multiproductos Dianita	Venta varios productos	Av. Amaruñan y calle J.

Parroquia	Sector	Emprendimiento / negocio	Actividad	Dirección
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 17 J	Cyber Valentina	Alquiler de Internet y venta de papelería	Av. Amaruñan y Rumichaca. Local 1. Bloque B
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 17 J	Compañía de Taxis Amaru ñan S.A	Servicio de taxi	Av. Amaruñan y Rumichaca.
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 15	D'se un gusto Restaurante	Venta de alimentos preparados	Av. Amaruñan y Rumichaca. Local 5
Quitumbe	Quitumbe Local	Ensaladitas y Jugos Doña Verito	Venta de jugos y ensalada	Av. Rumichaca y Matilde Álvarez. Local 10
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Vulcanizadora Martínez	Vulcanizadora	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Accesorios, Chapas y Elevadores Rudi	Venta y arreglo de carros	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Tercera S/N	Venta de carne	Av. Mariscal Sucre S37-526
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Comercial Murillo	Venta de repuestos para carros	Av. Mariscal Sucre S37-526
Quitumbe	Quitumbe	Peluquería Doris	Peluquería	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Quitumbe	Pollos y Brasas D'Napoles	Restaurante	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	Comedor María	Venta de comida	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	Reparación de parabrisas Terminal Quitumbe	Reparación de parabrisas	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	Viveres Florcita	Venta de víveres	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	Diszam Lubricadora	Lubricadora y Lavandería	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	J.C Asociados	Venta y Recarga de Extintores	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	EMY Restaurante	Venta de comidas y bebidas	Av. Mariscal Sucre. Entrada terminal
Quitumbe	Quitumbe	Chifa Restaurante Casita Oriental	Venta de comidas y bebidas	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Quitumbe	Vulcanizadora Virgen de la Dolorosa	Vulcanizadora	Av. Mariscal Sucre

Parroquia	Sector	Emprendimiento / negocio	Actividad	Dirección
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Llaves car	Copias de llaves y reparación de cerraduras	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Sabor del Mar	Venta de comidas y bebidas	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Barrio La Concordia I	Comedor Rosita	Venta de comidas y bebidas	Av. Mariscal Sucre
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 10	Viveres su Economía	Venta de víveres	Av. Amaru Ñan
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 18D	Heladería 101 helados	Venta de helados y bebidas	Av. Amaru y Rumichaca
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 18D	Papelería paperstore	Venta de útiles escolares	Av. Amaru y Rumichaca Local 3
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 18D	Confecciones María	Confección y Costura	Av. Amaru y Rumichaca Local 2
Quitumbe	Paraíso del Sur Mz 18D	Frutería Rosario	Venta de frutas y víveres	Av. Amaru y Rumichaca Local 1
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 14	Viveres Amparo	Expendio de víveres y frutas	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 15 Q	Frigorífico Paraíso del Sur	Expendio de víveres	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 15 E	Comercial Víctor	Expendio de víveres	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 15 E	Centro Odontológico City Dent	Servicio de Odontología	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 15 E	Planet Video	Alquiler de Videos	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 15 E	Pollo Broster y Asado de Familia	Venta de comida	Av. Amaruñan
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 4 B	Viveres Génesis	Expendio de víveres	Calle B
Quitumbe	Condominios Paraíso del Sur Mz. 4 B	Viveres y Variedades Lesly	Expendio de víveres	Calle B

Fuente: Fase de Campo 2016

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### **5.4.1.20 USO DE SUELO**

Según la información proporcionada por el MDMQ, *El Plan General de Desarrollo Territorial vigente define el Sistema de Clasificación del Suelo a partir de tres elementos: suelo urbano, urbanizable y rural. Según las asignaciones de este Plan el DMQ cuenta con 38.492 Has de suelo urbano (área*

urbana de la ciudad y parroquias), 5.692 Has de suelo urbanizable que se prevé incorporarse como urbanas a partir del 2016 y 378.855 Has de suelo no urbanizable. (MDMQ, 2012)

De acuerdo al análisis de la información sobre la ocupación de los predios se ha establecido que en el DMQ al interior de las áreas definidas como urbanas existen 86.448 predios sin construcción que corresponden a 7.932 Has que significan el 21% de las áreas urbanas. De este total de áreas vacantes el 48% corresponden al área de la ciudad central y el 52% se encuentran en las áreas urbanas correspondientes a las parroquias rurales. (Ibíd.)

En general la distribución de población, así como el nivel de consolidación y densificación, muestran en la ciudad central la mayor concentración de habitantes (82,2%), una mayor densidad poblacional pese a su menor velocidad del crecimiento demográfico y oferta de suelo disponible. En contraste con las áreas urbanas en parroquias rurales, que disponiendo de mayor suelo urbano sin construcción y observando un crecimiento demográfico mucho mayor al de la ciudad central, tienen densidades bajas. (Ibíd.)

En el caso de la Administración zonal Quitumbe se evidencia suelo urbano y urbanizables, a lo que responde el número de urbanizaciones y conjuntos habitacionales que se construyen.

#### 5.4.1.21 EMPLEO

A pesar que no se tiene un porcentaje de desempleo para el cantón de estudio, menos aún para la parroquia de estudio, se puede mencionar que, según el SIISE, la provincia de Pichincha tiene una tasa de desempleo del 5,10%. La tasa de desempleo en la región Sierra para septiembre del 2013, fue de 3,10% y de subempleo, de 33,9%, mientras que para el país fue de 4,55% para desempleo y de 42,88% para subempleo, dentro del mismo periodo.

A continuación se presentan dos indicadores socioeconómicos de la parroquia de estudio, el primero de éstos es la principal rama de actividad.

**Tabla 5-53 : Principal Rama de Actividad Parroquia Quitumbe**

Rama de actividad (primer nivel)	Porcentaje
Comercio al por mayor y menor	23,10
Industrias manufactureras	14,53
Transporte y almacenamiento	7,80
Construcción	7,17
No declarado	7,10
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	5,95
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	5,68
Administración pública y defensa	5,40
Actividades de los hogares como empleadores	4,37
Enseñanza	3,98
Actividades de la atención de la salud humana	3,18
Actividades profesionales, científicas y técnicas	2,75

Rama de actividad (primer nivel)	Porcentaje
Otras actividades de servicios	2,25
Información y comunicación	1,96
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1,26
Actividades financieras y de seguros	1,23
Artes, entretenimiento y recreación	0,76
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	0,61
Explotación de minas y canteras	0,34
Actividades inmobiliarias	0,33
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0,22
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0,01

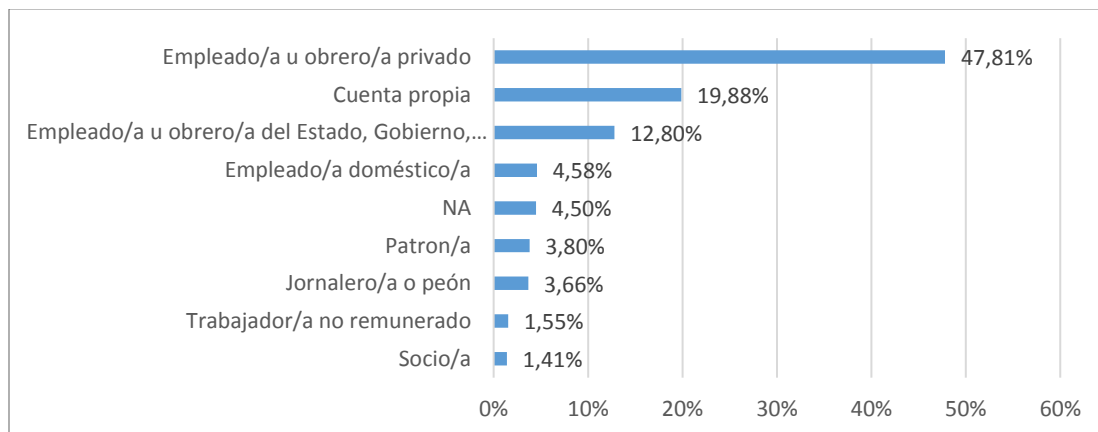
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

La principal rama de actividad en la parroquia Quitumbe es el Comercio al Por Mayor y Menor, que alcanza el 23,10% de los casos, la siguiente actividad que se presenta en escala de frecuencia, son las Industrias Manufactureras comercio al por mayor y menor, con un 14,53% del total,

El Transporte y Almacenamiento, se presenta a continuación, con el 7,80% de representatividad, más común en hombres que en mujeres.

El segundo indicador tiene que ver con las categorías de ocupación en la parroquia Quitumbe. En el gráfico a continuación se puede observar que las tres categorías principales formas de ocupación son: empleado u obrero privado, con una frecuencia del 47,81%; por cuenta propia, representado en el 19,88% de los casos; y Empleado/a u obrero/a del Estado, Gobierno, Municipio, Consejo Provincial, Juntas Parroquiales, con un nivel de frecuencia del 12,80%.

**Figura 5-34 : Categorías de Ocupación Parroquia Quitumbe**



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ  
Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016



Como último indicador se presenta el grupo ocupacional en la parroquia Quitumbe. En el gráfico a continuación se puede observar que los tres principales grupos de ocupación: Trabajadores de los servicios y vendedores, con una frecuencia del 22,4%; Oficiales, operarios y artesanos, representado en el 13,9% de los casos; y Ocupaciones elementales con un nivel de frecuencia del 12,3%.

**Figura 5-35 : Categorías de Ocupación Parroquia Quitumbe**



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 - Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda - MDMQ

Elaboración: Ecosambito C. Ltda. 2016

#### **5.4.1.22 PROYECTOS TURÍSTICOS**

Dentro de los asentamientos del área de influencia directa, los entrevistados señalan que no se cuenta con ningún atractivo turístico, sin embargo, es preciso puntualizar que al ser Quitumbe la zona de ingreso a la ciudad por la presencia del terminal terrestre es necesaria infraestructura turística. Lo cual ha sido considerado el PMOT 2012-2022: *la política de ordenamiento prevé la generación de condiciones territoriales adecuadas para incentivar y promover el desarrollo del DMQ en los sectores agro-productivos, de industria y manufactura, de comercio y servicios y de turismo, tanto para el sector empresarial como para los emprendimientos del sector social y solidario.*

Entre sus políticas se contempla: *Fortalecer y cualificar los recorridos articulando los atractivos turísticos del DMQ en el área urbana, tanto de tipo patrimonial como recreacional, e incorporando todos los sectores de la ciudad. Se plantean los siguientes recorridos: a) Recorrido de parques: Parque del Lago, Parque La Carolina, Parque Metropolitano, El Ejido, Panecillo, Parque lineal Machángara, Las Cuadras, Quebradas Quitumbe, Parque Metropolitano del Sur, Capac Ñan; b) Recorrido Centro Histórico, c) Recorrido Patrimonial Norte: Centro Histórico y La Mariscal, d) Recorrido Patrimonial Sur: CHQ, Chimbacalle, Villa Flora, la Magdalena, Chillogallo, Haciendas (El*

*Carmen, Ortega, Manuelita Sáenz, etc.), d) Recorrido del Ferrocarril: Sur de la ciudad y ruta de haciendas). Los recorridos deberán incorporar el patrimonio cultural tangible e intangible.*

## Contenido

5	AREAS DE INFLUENCIA Y SENSIBLES.....	2
5.1	AREAS DE INFLUENCIA .....	2
5.1.1	AREA DE INFLUENCIA FISICA .....	3
5.1.2	AREA DE INFLUENCIA BIOTICA .....	4
5.1.3	AREA DE INFLUENCIA SOCIAL.....	4
5.2	ÁREAS DE SENSIBILIDAD.....	6
5.2.1	ÁREA DE SENSIBILIDAD FISICA.....	6
5.2.2	ÁREA DE SENSIBILIDAD BIOTICA.....	7
5.2.3	ÁREA DE SENSIBILIDAD SOCIAL .....	7

## Tablas

Tabla 5-1: Listado de Predios Vecinos que Conforman el Área de Influencia Directa .....	4
Tabla 5-2 Resumen De Sensibilidad Física.....	6

## 6 AREAS DE INFLUENCIA Y SENSIBLES

El presente capítulo, se fundamenta en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito ejecutado en el año 2013. Se prepondera los conceptos de áreas de influencias analizados y definidos anteriormente, cabe indicar que los procesos a ejecutarse son los mismos, las modificaciones son netamente en fase constructiva.

Toda actividad de un proyecto puede afectar en alto o bajo grado de intensidad y en poca o gran extensión los elementos del ambiente, lo que hace que el área de influencia varíe según el tipo de acciones que ocurran y el elemento que las perciba. Teniendo como base el aspecto espacial en que se desarrollará el trazado de la Variante Quitumbe de 2.6 Km de la Primera Línea del Metro de Quito y las actividades a ser realizadas, se definieron las áreas de influencia directa e indirecta.

Se determinaron además las áreas ambientalmente sensibles registradas en la zona, cuyo análisis se restringió específicamente a las áreas de influencia determinadas para los diferentes componentes.

### 6.1 AREAS DE INFLUENCIA

Las áreas de influencia correspondientes al proyecto estarán identificadas como Directa e Indirecta tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- **Área de influencia directa**

Para determinar el área de influencia (AI) de un determinado proyecto, se analizan tres criterios descritos a continuación que tienen relación con el alcance geográfico y las condiciones iniciales del ambiente previo a la ejecución del proyecto:

1. Límite del Proyecto: Se determina por el tiempo y el espacio que comprende el desarrollo del proyecto. Para esta definición, se limita la escala espacial al espacio físico o entorno natural donde se va a implantar el proyecto.
2. Límites Espaciales y Administrativos: Está relacionado con los límites Jurídico Administrativos donde localizará el proyecto.
3. Límites Ecológicos: Están determinados por las escalas temporales y espaciales, sin limitarse al área constructiva donde los impactos pueden evidenciarse de modo inmediato, sino que se extiende más allá en función de potenciales impactos que puede generar un proyecto.

Para la determinación del área de influencia directa AID, se ha tomado en cuenta los impactos y afectaciones directos de las actividades de construcción y operación de la Variante Quitumbe de 2.6Km, al medio físico (aire, agua y suelo), componente biótico (flora y fauna) y componente social.

- **Área de influencia Indirecta**

El área de influencia indirecta del proyecto, está definida como el espacio físico en el que un componente ambiental es afectado de manera indirecta por las actividades del proyecto o bien por afectaciones directas de un componente que a su vez afecta a otro u otros componentes ambientales no relacionados con el proyecto, aunque sea con una intensidad mínima. La definición de área de influencia indirecta toma en cuenta las relaciones e interrelaciones que se

desarrollan en el ámbito social, cultural, entre otros e incluso sobrepasan los límites espaciales locales.

El área de influencia indirecta para el proyecto de la Variante Quitumbe está determinada por los posibles impactos secundarios a manifestarse hacia fuera de los límites del área de influencia directa.

### **6.1.1 AREA DE INFLUENCIA FISICA**

#### **6.1.1.1 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA**

Se establece como AID del proyecto, al área de ocupación del proyecto donde se desarrollarán las principales actividades de construcción, operación y donde se generarán posibles afectaciones, se debe mencionar que en la zona existe un importante impacto por ruido y tráfico vehicular debido al funcionamiento del Terminal Terrestre Quitumbe.

Es importante recalcar que el área de ubicación del proyecto, se encuentra alterada y que las actividades de construcción principalmente estarán limitadas al área del proyecto.

Para la estación Quitumbe se consideró una zona de intervención de aproximadamente de 50m alrededor del perímetro establecido en el diseño de la estación Quitumbe.

Como se indica en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito, Gesambconsult Consultores (2013), "En el caso específico de los pozos para ventilación, por ser estructuras menores, se considera que el área de influencia directa será el sitio mismo del pozo más una zona buffer de 10m a la redonda" (p.7-2).

En el EIA de la Primera Línea del Metro de Quito, menciona que "hay que considerar que a lo largo del túnel subterráneo no se evidenciarán impactos previsible sobre las áreas superficiales en donde se encuentra infraestructura y viviendas a lo largo de la línea de implantación del proyecto" (Gesambconsult Consultores, 2013, p.7-2). Por tal razón, en este caso se considera que el área de influencia directa está limitada a la zona de perforación subterránea, en donde los únicos componentes a ser afectados directamente serán el recurso suelo y, posiblemente el recurso agua.

#### **6.1.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA**

Tomando en consideración la ubicación del proyecto y su interrelación con los diferentes componentes ambientales, y los impactos indirectos que se puedan presentar de las actividades de construcción y en un futuro de su operación, se ha determinado 50 m, fuera del área definida por la AID.

Se ha determinado esta distancia debido a la posible contaminación por material particulado y ruido, propio de las actividades de construcción de la Estación Quitumbe. Y recalcando que en la operación se espera tener impactos de carácter positivo en relación al desarrollo de la zona, generación de empleo, entre otros.

De conformidad con la información de línea base y de los equipos y maquinarias a ser utilizados e instalados en el Proyecto de la Variante Quitumbe de la Primera Línea del Metro de Quito, se estima que dichos niveles de ruido se presentarán en una franja de aproximadamente 50 m fuera del área de influencia directa, así mismo se hace la consideración para las emisiones atmosféricas, ya que serán producidas por la maquinaria que va a estar operando durante la fase constructiva. Únicamente en el caso del pozo de ventilación se considera que el área de

influencia indirecta corresponde a una franja de 25 m alrededor de los límites del área de influencia directa.

## 6.1.2 AREA DE INFLUENCIA BIOTICA

### 6.1.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El área de estudio correspondiente a la variante de 2.6Km en el sector Quitumbe, se ubica en zona urbana del Cantón Quito, no existen áreas de bosque nativo cerca, cuya vegetación es pionera o indicadora de áreas altamente disturbadas, por lo tanto, para el medio biótico (flora y fauna), el área de influencia directa (AID) corresponde al espacio físico donde se realizará la intervención.

### 6.1.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

El área de influencia indirecta (AII) abarca 100 metros hacia el Sur, donde se encuentra la Quebrada Causayllacta, se trata de un área recreativa (Parque lineal), con vegetación nativa e introducida con fines ornamentales, dicho espacio alberga pocas especies de aves como el gorrión, tórtola y mirlo.

## 6.1.3 AREA DE INFLUENCIA SOCIAL

### 6.1.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA (AID)

Se determina como Área de Influencia Social Directa (AID) al:

“Espacio social resultado de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto o actividad, con uno o varios elementos del contexto social donde se implantará el proyecto. La relación social directa proyecto-entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas y sus correspondientes propietarios) y organizaciones sociales de primer y segundo orden (comunidades, recintos, barrios y asociaciones de organizaciones). La identificación de los elementos individuales del AID se realiza en función de orientar las acciones de indemnización, mientras que la identificación de las comunidades, barrios y organizaciones de primer y segundo orden que conforman el AID se realiza en función de establecer acciones de compensación” (MAE, 2013).

Se determina como AID para el proyecto las organizaciones sociales de primer y segundo orden ubicadas a 100 metros alrededor de la línea del nuevo trazado. En la tabla que se presenta a continuación, se detalla la información de los predios vecinos.

**Tabla 6-1:** Listado de Predios Vecinos que Conforman el Área de Influencia Directa

No.	Asentamiento poblacional	Tipo de Asentamiento	Situación Legal	Ubicación Y	Ubicación X
1	Conjunto Paraíso del Sur	Urbanización	Reconocimiento Jurídico	9967971	772249
2	Barrio La Concordia I	Barrio	De hecho	9966938	771658
3	Solidaridad Quitumbe Etapa II y III	Condominio	Reconocimiento Jurídico	99675000	772180
4	Asentamiento Sin Nombre	Asentamiento	Ninguno	9967259	771719
5	Conjunto Habitacional Arnau (en construcción a	Conjunto Habitacional	Reconocimiento Jurídico	9967911	772697

	cargo de Mutualista Pichincha)				
6	Condominios Paraíso del Sur	Condominio	En trámite	9968858	772174
7	Compañía de Transporte Público Distrito Sur DISUTRANS S.A	Predio individual	Reconocimiento Jurídico	9966781	771861
8	Cooperativa de Transporte de Carga Echeverría	Predio individual	Reconocimiento Jurídico	9966692	771946
9	Patio de Carros Retenidos por la Agencia Metropolitana de Tránsito	Predio individual del Consejo Nacional de la Judicatura	Reconocimiento Jurídico	9968393	772689
10	Supermercado Santa María	Predio individual	Reconocimiento Jurídico	9966756	771913
11	Hacienda el Carmen	Predio Individual	Reconocimiento Jurídico	9967673	771823
12	Parque Metropolitano Las Cuadras	Predio de Administración Municipal	Reconocimiento Jurídico	9968291	772772
13	FUNDEPORTE	Predio individual	Comodato	9968474	772473
14	Terminal Terrestre Quitumbe	Predio de Administración Municipal	Reconocimiento Jurídico	9967205	771813

**Fuente:** Ecosambito C. Ltda

**Elaboración:** Ecosambito C. Ltda, Visita de Campo julio de 2016.

En el caso del Conjunto Habitacional Paraíso del Sur éste incluye 20 manzanas, de las cuales 13 se encuentran construidas y siete (7) manzanas tienen destinados terrenos para su posterior construcción. (Ver Anexo Social - Mapa predial)

La información de los siguientes asentamientos se encuentra en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro Quito: Hospital Padre Carolo, Universidad Politécnica Salesiana, Unidad Educativa Quitumbe, Unidad Educativa Particular Rafael Bucheli.

### **6.1.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA (AII)**

El Área de Influencia Social Indirecta (AII) es:

“El espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla el proyecto: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto y/o actividad en el ordenamiento del territorio local. Si bien se fundamenta en la ubicación político-administrativa del proyecto, pueden existir otras unidades territoriales que resultan relevantes para la gestión socioambiental del proyecto como las Circunscripciones Territoriales Indígenas, o Áreas Protegidas, Mancomunidades Municipales” (MAE, 2013).

En consecuencia, el Área de Influencia Social Indirecta correspondiente a la variante del trazado, es la parroquia Quitumbe, perteneciente al cantón Quito, provincia de Pichincha, a las cuales se

adjudican las estructuras circundantes definidas, en segundo orden, como Áreas de Influencia Social Directa.

La parroquia Quitumbe se encuentra ubicada al sur del Distrito Metropolitano de Quito. Es una de las 32 parroquias urbanas del cantón Quito, se encuentra bajo la dirección de la Administración Zonal Quitumbe, la cual se extiende desde la Av. Morán Valverde hasta el límite con el cantón Mejía. La parroquia Quitumbe comprende 28 barrios. La zona central, que comprende los alrededores del Terminal Terrestre, el centro comercial Quicentro Sur y la Plaza Quitumbe, el área de mayor dinamismo.

En la última década Quitumbe ha tenido una lógica de crecimiento con planes de desarrollo ordenado, que difiere con la lógica de crecimiento espontáneo que ha dominado la realidad de los barrios de la periferia sur. Es más bien un centro residencial con una realidad de “barrio dormitorio”, pues el comercio y el movimiento matutino se centran en el centro comercial las Cuadras y en el Quicentro Sur. En menor medida en el Terminal Terrestre, con el cual no mantienen una interacción mayor a la de embarque y desembarque hacia el sur del país.

## 6.2 ÁREAS DE SENSIBILIDAD

### 6.2.1 ÁREA DE SENSIBILIDAD FÍSICA

Para el caso de la sensibilidad física se ha considerado el nivel de intervención natural y el grado de conservación de los componentes agua, suelo y aire.

La calidad de agua de los cuerpos hídricos presentó niveles alterados en los análisis realizados debido a las actividades propias de la zona, para el proyecto no se utilizará agua proveniente de los cuerpos hídricos de la zona, sino de la red pública. En tal razón, se ha identificado una Sensibilidad Nula.

La calidad del suelo y paisaje se verá afectada en baja intensidad debido al cambio del uso del mismo, y su modificación morfológica. La flora y fauna existente son especies generalistas adaptadas al medio, en tal razón, se identifica Sensibilidad Baja.

La calidad de aire, se verá afectada en sus características originales de forma temporal principalmente por ruido y material particulado, en lo que duró la construcción del proyecto, al ser una actividad temporal se considera una Sensibilidad Baja.

*Tabla 6-2 Resumen De Sensibilidad Física*

Componente	Sensibilidad	Calificación
Calidad de Agua	Nula	Baja
Calidad de Suelo	Baja	
Calidad de Aire	Baja	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016



### **6.2.2 ÁREA DE SENSIBILIDAD BIOTICA**

De acuerdo a los registros de flora y fauna obtenidos en la línea base del presente estudio, se determinó que las especies reportadas en el área de estudio son pioneras y/o colonizadoras, es decir indicadoras de sitios con alto grado de intervención humana, motivo por el cual se estable como área de Sensibilidad Baja.

### **6.2.3 ÁREA DE SENSIBILIDAD SOCIAL**

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción. La mayor o menor sensibilidad en el componente social dependerá de los impactos, efectos o riesgos que genere cierta actividad sobre las condiciones étnicas, grados de organización económica, política y cultural del área de influencia.

La variante propuesta de 2,6 km en el trazado de la primera línea del Metro Quito, se ubica en la parroquia urbana Quitumbe, localizada al sur del Distrito Metropolitano de Quito. En el sector de implantación del proyecto se encuentra el Terminal Terrestre Quitumbe, principal acceso interprovincial terrestre a la ciudad de Quito desde el sur del país; el cual ha dinamizado el comercio en el sector. A su vez, este sector se caracteriza por la presencia de conjuntos habitacionales y urbanizaciones, por lo tanto, Quitumbe se caracteriza por tener dinámicas comerciales y por ser una zona residencial.

Para el caso de la población ubicada en el área de influencia de la variante se ha determinado una sensibilidad socioeconómica baja, pues no existe afección a sus dinámicas urbanas, a las cuales el Metro Quito responde como un servicio para la movilidad de los residentes del sector y de la población que accede a la ciudad a través del Transporte interprovincial.

## Contenido

7.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ANALISIS DE RIESGOS .....	3
7.1	EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	3
7.2	Identificación de Impactos durante las etapas de ejecución del proyecto.....	7
7.2.1	Actividades del Proyecto.....	7
7.2.2	Factores ambientales .....	10
7.2.3	Matriz de identificación de impactos .....	12
7.2.4	Descripción de los impactos para la fase de construcción.....	13
7.2.5	Matrices de evaluación de impactos en la fase de construcción.....	14
7.2.6	Evaluación de matriz de la fase de construcción .....	20
7.3	Descripción de los impactos para la fase de operación y mantenimiento .....	21
7.3.1	Matrices de evaluación de impactos en la fase de operación y mantenimiento	22
7.3.2	Evaluación de las matrices por la fase de operación y mantenimiento.....	25
7.4	Descripción de los impactos para la fase de cierre .....	26
7.5	Matrices de evaluación de impactos por fase de cierre .....	27
7.6	Evaluación de la matriz de evaluación por la fase de cierre .....	28
7.7	ANALISIS DE RIESGOS .....	28
7.7.1	Riesgos Del Proyecto .....	28
7.7.2	Proceso – Entorno .....	31
7.7.3	Entorno – Proceso .....	33
7.7.4	Conclusiones.....	46

### Tablas

Tabla 7-1.	Valores de la importancia.....	7
Tabla 7-2.	Actividades y acciones en la fase de construcción.....	8
Tabla 7-3.	Actividades y acciones en la fase de operación y mantenimiento.....	9
Tabla 7-4.	Actividades y acciones en la fase de cierre .....	9
Tabla 7-5.	Factores y subfactores ambientales.....	10
Tabla 7-6 .	Matriz de Identificación de Impactos del proyecto.....	12
Tabla 7-7.	Impactos ambientales identificados en la fase de construcción.....	13
Tabla 7-8.	Matriz de evaluación de impactos por actividades de preparación .....	14
Tabla 7-9.	Matriz de evaluación de impactos por actividades de construcción del túnel .....	15
Tabla 7-10.	Matriz de evaluación de impactos por actividades de construcción de la estación	16
Tabla 7-11.	Matriz de evaluación de impactos por actividades auxiliares.....	18

Tabla 7-12. Impactos ambientales identificados en la Fase de Operación y Mantenimiento ....	21
Tabla 7-13. Matriz de evaluación de impactos por actividades de operación.....	22
Tabla 7-14. Matriz de evaluación de impactos por actividades de mantenimiento.....	23
Tabla 7-15. Matriz de evaluación de impactos por actividades auxiliares.....	24
Tabla 7-16. Impactos ambientales identificados en la fase de cierre .....	26
Tabla 7-17. Matriz de evaluación de impactos por actividades de cierre.....	27
Tabla 7-18 Valor de Frecuencia .....	29
Tabla 7-19 Valor de Gravedad.....	30
Tabla 7-20 Categorización del Riesgo de acuerdo al rango .....	30
Tabla 7-21 Resultados de la evaluación de riesgos .....	31
Tabla 7-22 Resultados de la evaluación de riesgos .....	33
Tabla 7-23. Matriz de riesgos físicos .....	34
Tabla 7-24 Resultados de la evaluación de riesgos.....	35
Tabla 7-25 Historial de Sismos en el Ecuador .....	36
Tabla 7-26 Resultados de la evaluación de riesgos.....	45

### Ilustraciones

Ilustración 7-1 Matriz de Categorización de Riesgos .....	31
Ilustración 7-2. Zonas Sísmicas Del Ecuador .....	41
Ilustración 7-3. Modelo numérico de relieves y ubicación de los volcanes activos del Ecuador. Los más cercanos a la zona del proyecto son: Cotopaxi, Antisana, Pichincha e Ilinizas .....	44

## **7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ANALISIS DE RIESGOS**

La Evaluación de Impactos planteada en el presente capítulo está vinculada a la evaluación realizada en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito (2013) realizada por Gesambconsult Cia. Ltda., se ha tomado como base los factores ambientales y actividades del proyecto establecidos en el mismo y aplicables al tramo de la Variante Quitumbe de 2,6 km, en el sector de Quitumbe.

Amerita aclarar que en el presente estudio complementario han disminuido tanto los factores ambientales a evaluarse como las actividades relacionadas a la construcción, operación y mantenimiento y cierre de la obra, pues en el EIA original se tomó en cuenta los 22km pertenecientes a la Primera Línea del Metro y que atraviesan la ciudad de Quito, mientras que en el documento actual solamente se considera los 2,6km correspondientes a la Variante Quitumbe.

### **7.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

Para la identificación de los impactos se utilizó una Matriz de interacción entre acciones de proyecto y factores ambientales.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la Matriz de Importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa de la importancia.

En la etapa de valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que se define como Importancia del Impacto.

Es importante aclarar que dentro de la naturaleza del impacto no se considera el valor neutral o indiferente ya que en este capítulo se analizan solo los impactos negativos o positivos.

Los criterios de calificación de impactos según la metodología Conesa Et Al, 2003; se detallan a continuación:

#### **a) Naturaleza (Signo)**

La naturaleza o signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

El impacto se considera positivo cuando el resultado de la acción sobre el factor ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último, y por el contrario se lo considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental.

#### **b) Intensidad (I) – Grado de destrucción**

Las acciones pueden tener un efecto particular sobre cada componente ambiental.

- Total: si el efecto es total o determinante y se puede evidenciar fácilmente

- Muy Alto: Si el efecto es muy notable
- Alto: si el efecto es obvio o notable.
- Medio: si el efecto es notable pero difícil de medirse o de monitorear.
- Bajo: si el efecto es sutil o casi imperceptible.

#### **c) Extensión (EX) – Área de influencia**

Considera las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. La extensión espacial y geográfica del impacto con relación al área de influencia del estudio. La escala adoptada para la valoración fue la siguiente:

- Puntual: cuando afecta un espacio muy localizado.
- Parcial: si afecta a un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles de los extremos.
- Extenso: si afecta a un espacio muy amplio.
- Total: si afecta grandes extensiones del área de estudio
- Crítica: si el efecto es un lugar crítico.

#### **d) Momento (MO) - Plazo de manifestación**

Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta.

- Largo Plazo: si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción.
- Mediano plazo: si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los niveles extremos.
- Inmediato: si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción
- Crítico: si la manifestación se realiza en un área crítica y por un tiempo extendido.

#### **e) Persistencia (PE) – Permanencia del efecto**

Duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando.

- Fugaz: aquel impacto que causa una alteración breve.
- Temporal: aquel impacto que causa una alteración transitoria.
- Permanente: aquel impacto que provoca una alteración, indefinida en el tiempo.

**f) Reversibilidad (RV)**

En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar, de forma natural, a su situación inicial cuando la acción cesa:

- A corto plazo: Cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.
- A mediano plazo: Cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable.
- Irreversible: cuando no es posible el retorno al estado original de manera natural.

**g) Sinérgico (SI) – Regularidad de la manifestación**

Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente:

- Sin sinergia (Simple): Si la acción no es sinérgica sobre un factor.
- Sinérgico: Se presenta un sinergismo moderado.
- Muy sinérgico: Si la acción es muy sinérgica sobre un factor.

**h) Acumulación (AC) – Incremento progresivo**

Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa.

- Simple: Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos).
- Acumulado: Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

**i) Efecto (EF) – Relación causa - efecto**

Se considera como el impacto de una acción sobre el medio.

- Directo: se produce de forma directa
- Indirecto (secundario): se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden.

**j) Periodicidad (PR) – Regularidad de la manifestación**

Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo.

- Irregular o aperiódico o discontinuo: Si los efectos de un impacto son discontinuos e impredecible en el tiempo.

- Periódico: Si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo.
- Continuo: si el cambio se manifiesta constante o permanente en el tiempo.

### k) Recuperabilidad (MC) – Reconstrucción por medios humanos

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra.

- Recuperable de manera inmediata: Aquel en donde la aplicación de medidas correctoras permite el retorno a la situación inicial cuando desaparece la acción que lo cause.
- Recuperable a medio plazo: Aquel en donde la aplicación de medidas correctoras permite el retorno a la situación inicial a mediano plazo cuando desaparece la acción que lo cause.
- Mitigable: Cuando al desaparecer la acción impactante, los efectos pueden ser mitigados con medidas correctoras, si bien no se llega a la situación inicial.
- Irrecuperable: Cuando al desaparecer la acción que lo cause no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental.

### l) Valoración de los criterios de calificación

Naturaleza		Intensidad (I) (grado de destrucción)		Extensión (EX) (Área de influencia)		Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		Momento (MO) (Plazo de manifestación)	
Impacto benéfico (+)	B	Baja	1	Puntual	1	Recuperable de manera inmediata	1	Largo plazo	1
Impacto adverso (-)	A	Media	2	Parcial	2	Recuperable a medio plazo	2	Mediano Plazo	2
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)		Alta	4	Extenso	4	Mitigable	4	Inmediato	4
Simple	1	Muy alta	8	Total	8	Irrecuperable	8	Crítico	(+4)
Acumulativo	4	Total	12	Crítica	(+4)				
Efecto (EF) (Relación causa-efecto)		Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)		Persistencia (PE) (permanencia del efecto)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Fugaz	1	Corto Plazo	1	Sin sinergia (simple)	1
Directo	4	Periódico	2	Temporal	2	Mediano Plazo	2	Sinérgico	2
		Continuo	4	Permanente	4	Irreversible	4	Muy sinérgico	4

Fuente: Conesa Et Al, 2003

### m) Importancia del impacto

La importancia del impacto viene representada por la formula detallada a continuación:

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

A cada factor ambiental escogido para el análisis se le ha dado un valor de importancia que se establece según criterio y experiencia del equipo de expertos a cargo de la elaboración del estudio.

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasifica como:

**Tabla 7-1. Valores de la importancia**

Valor	Descripción	Clave
0 a 25	Irrelevante o no significativos	I
26 a 50	Moderadamente significativos	MS
51 a 75	Significativo o severo	S
76 a 100	Crítico	IC

Fuente: Conesa Et Al, 2003.

## 7.2 Identificación de Impactos durante las etapas de ejecución del proyecto

El principal objetivo de la identificación de impactos es la determinar los impactos ambientales de carácter positivo y negativo mediante la aplicación de la matriz de importancia de Conesa y la evaluación e interpretación de resultados.

A continuación, se ha realizado una evaluación cualitativa detallada a través de un método matricial para la determinación de la importancia de los impactos.

### 7.2.1 Actividades del Proyecto

Las actividades del proyecto se determinan en función de la descripción del mismo (Capítulo 3) y a las actividades planteadas en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito (2013 y 2015), considerando aquellas que podrían generar alguna alteración a los factores ambientales que predominan en el área de influencia, tanto en la construcción, operación - mantenimiento y por último en la fase de cierre.

A continuación, se detallan las acciones que intervienen en cada actividad, con motivo de comprender la relación de cada actividad con los factores ambientales, sin embargo, la evaluación de impactos se enfoca a analizar los impactos y el nivel de afectación que generan las actividades planteadas, las mismas que incluyen las acciones mencionadas.



**1. Fase de Construcción**

*Tabla 7-2. Actividades y acciones en la fase de construcción*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Preparación</b>	Exploración de los terrenos
	Reubicación de infraestructura y propiedades
	Desvío de servicios, retiro y reubicación de infraestructuras de servicios públicos
	Abastecimiento de agua, energía y servicios
	Adecuación y uso de áreas auxiliares
	Adecuación y uso de campamentos
	Remoción de la cobertura vegetal
	Excavación y relleno
	Transporte, carga y descarga de materiales y su almacenaje
<b>Construcción de túneles</b>	Excavación y movimiento de tierras
	Sostenimiento y revestimiento
	Drenaje
	Retiro de escombros
	Colocación del sistema ferroviario e instalaciones
<b>Construcción de estaciones</b>	Excavación y movimiento de tierras
	Obras civiles
	Instalaciones y servicios
	Drenaje
	Movilización del material pesado
	Retiro de escombros
	Relleno
	Reposición e integración urbana
<b>Construcción de cocheras</b>	Excavación y movimiento de tierras
	Obras civiles
	Instalaciones y servicios
	Retiro de escombros
<b>Actividades auxiliares</b>	Contratación de personal
	Abastecimiento de agua, energía y servicios
	Desechos
	Cortes de tráfico y desvíos provisionales
	Ejecución de vallados temporales y señalización
	Tránsito de maquinaria pesada y vehículos zona obra

ACTIVIDADES	ACCIONES
	Producción de residuos y aguas residuales
	Reposiciones e integración urbana
	Operación de pavimentación
	Ejecución de estructuras, muros de fábrica
	Ubicación de instalaciones auxiliares
	Utilización de accesos a obra
	Acopio temporal de materiales utilizados en obra

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016.

## 2. Fase de Operación y Mantenimiento

*Tabla 7-3. Actividades y acciones en la fase de operación y mantenimiento*

ACTIVIDADES	ACCIONES
<b>Operación</b>	Funcionamiento de la línea
	Operación de estación
	Contratación de personal
	Procesos requeridos para brindar el servicio diario
<b>Mantenimiento</b>	Contratación del personal
	Demanda de materiales y servicios
	Procesos de prueba e inspección de los equipos e instalaciones
	Procesos relacionados con el mantenimiento de la obra.
	Trabajos de conservación
	Abastecimiento de materiales y servicios
	Movilización y generación de desechos
<b>Actividades auxiliares</b>	Contratación del personal
	Desechos

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016.

## 3. Fase de cierre

*Tabla 7-4. Actividades y acciones en la fase de cierre*

ACTIVIDADES	ACCIONES
<b>Cierre</b>	Desmantelamiento de las estructuras auxiliares y transporte de las mismas
	Reacondicionamiento de las áreas de depósito de material

ACTIVIDADES	ACCIONES
	Reposiciones e integración urbana
	Contratación de personal
	Manejo de desechos
	Retiro de equipos, maquinaria, campamentos e instalaciones provisionales
	Abandono - integración de túneles y estaciones

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016.

### 7.2.2 Factores ambientales

Caracterizar el área de estudio ayuda a seleccionar los factores ambientales que serán o pueden ser afectados por las etapas del proyecto, estos factores ambientales que caracterizan el área de estudio fueron valorados en función de la importancia que tiene cada uno en el sitio analizado y tomando en cuenta los mencionados en el Estudio de Impacto Ambiental (EsiA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito. Los mismos que han sido codificados con fines prácticos para su aplicación en la matriz de identificación de impactos.

El valor de la importancia fue determinado según el criterio técnico de cada uno de los consultores que realizaron la caracterización del área, obteniendo al final un valor promedio de la importancia de cada factor analizado.

En la tabla a continuación se muestran los factores ambientales a ser analizados en base a la importancia del impacto sobre estos. En base a lo descrito en la Línea Base Ambiental:

**Tabla 7-5. Factores y subfactores ambientales**

FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO
<b>Recurso Aire</b>	Emisión de material particulado	FA1
	Emisión de gases (CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub> )	FA2
	Niveles de Ruido	FA3
	Niveles de vibraciones	FA4
<b>Recurso Agua</b>	Calidad de agua superficial	FA5
	Escorrentía superficial	FA6
<b>Recurso Suelo</b>	Capa de suelo húmico (espesor, retirada, etc.)	FA7
	Generación de desechos sólidos	FA8
<b>Flora</b>	Diversidad y abundancia	FA9
	Especies endémicas y amenazadas	FA10
<b>Fauna</b>	Diversidad y abundancia	FA11
	Especies endémicas y amenazadas	FA12

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>SUBFACTORES</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>Ecosistemas</b>	Hábitats	FA13
<b>Socio-Económicos</b>	Bienestar	FA14
	Salud y seguridad	FA15
	Empleo	FA16
	Transporte y movilidad	FA17
	Zonas recreativas	FA18
	Uso actual del suelo	FA19
<b>Medio cultural</b>	Patrimonio cultural	FA20
	Paisaje	FA21

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

### 7.2.3 Matriz de identificación de impactos

A continuación, se detalla la matriz de identificación de impactos ambientales para el Trazado de la Variante Quitumbe de 2,6Km de la Primera Línea del Metro de Quito.

*Tabla 7-6 . Matriz de Identificación de Impactos del proyecto*

EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR ACTIVIDAD																						
N°	ACTIVIDADES	FACTORES AMBIENTALES																				
		FA 1	FA 2	FA 3	FA 4	FA 5	FA 6	FA 7	FA 8	FA 9	FA1 0	FA1 1	FA1 2	FA1 3	FA1 4	FA1 5	FA1 6	FA1 7	FA1 8	FA1 9	FA2 0	FA2 1
<b>Fase de construcción</b>																						
1	Preparación			x	x	x	x			x		x			x		x			x		x
2	Construcción de túnel	x	x	x	x			x	x								x	x				x
3	Construcción de estación	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x		x
4	Actividades auxiliares	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Fase de operación y mantenimiento</b>																						
5	Operación			x	x				x						x		x	x				x
6	Mantenimiento			x	x				x						x		x	x				x
7	Actividades auxiliares								x								x					
<b>Fase de Cierre</b>																						
8	Cierre	x	x	x	x				x						x	x	x	x				x

Elaborado por: Ecosambito, 2016

### 7.2.4 Descripción de los impactos para la fase de construcción

En la fase de construcción se han tomado en cuenta las actividades descritas en el capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito (2013) y que su realización aplica en la Variante Quitumbe de 2,6km.

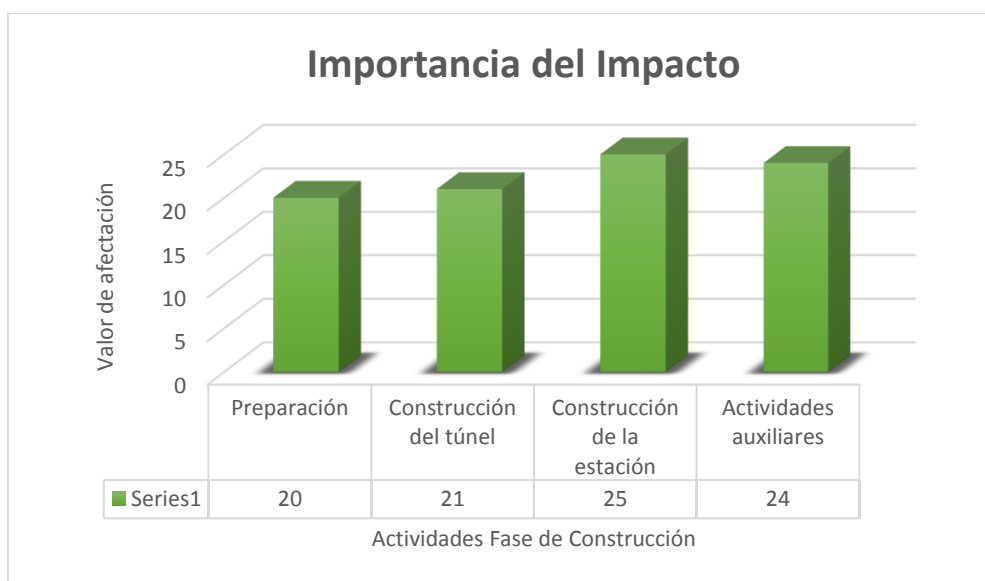
En la evaluación de impactos ambientales realizado mediante el Método de Conesa, para el área de influencia directa del proyecto, se determinó los impactos ambientales detallados a continuación para las actividades de la fase de construcción:

**Tabla 7-7. Impactos ambientales identificados en la fase de construcción**

No.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	FASE DE CONSTRUCCIÓN	Preparación	-20	I	Irrelevante
2		Construcción del túnel	-21	I	Irrelevante
3		Construcción de la estación	-25	I	Irrelevante
4		Actividades auxiliares	-24	I	Irrelevante
<b>TOTAL</b>			<b>-22,5</b>	<b>I</b>	<b>Irrelevante</b>

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

**Grafico 7-1. Impactos ambientales para la Fase de Construcción**



Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

**7.2.5 Matrices de evaluación de impactos en la fase de construcción**

*Tabla 7-8. Matriz de evaluación de impactos por actividades de preparación*

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: PREPARACIÓN															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Niveles de Ruido	FA3	A	2	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-23	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	-19	I
Recurso Agua	Calidad de agua superficial	FA5	A	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-24	I
	Escorrentía superficial	FA6	A	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-21	I
Flora	Diversidad y abundancia	FA9	A	1	2	1	4	2	2	1	1	2	4	-24	I
Fauna	Diversidad y abundancia	FA11	A	1	2	1	4	2	2	1	1	2	4	-24	I
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	A	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	-21	I
	Empleo	FA16	B	2	2	1	2	2	1	1	4	2	2	25	I
	Uso actual del suelo	FA19	A	2	2	1	4	4	2	1	1	4	8	-35	MS
Medio Cultural	Paisaje	FA21	A	2	2	2	4	4	2	4	4	4	4	-38	MS
													-20	I	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

**Tabla 7-9. Matriz de evaluación de impactos por actividades de construcción del túnel**

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS										IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE	
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR			MC
Recurso Aire	Emisión de material particulado	FA1	A	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-20	I
	Emisión de gases (CO, SO2, NO2 y O3)	FA2	A	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-20	I
	Niveles de Ruido	FA3	A	2	1	4	1	1	2	1	1	2	1	-21	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	MS
Recurso Suelo	Capa de suelo húmico (espesor, retirada, etc.)	FA7	A	2	2	2	2	2	1	4	4	1	4	-30	MS
	Generación de desechos sólidos	FA8	A	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-38	MS
Medio Socio-económico	Empleo	FA16	B	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	23	I
	Transporte y movilidad	FA17	A	2	1	4	1	1	2	1	1	1	2	-21	I
Medio Cultural	Paisaje	FA21	A	2	2	1	4	2	4	4	1	4	4	-34	MS
													-21	I	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016



**Tabla 7-10.** Matriz de evaluación de impactos por actividades de construcción de la estación

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Emisión de material particulado	FA1	A	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-17	I
	Emisión de gases (CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub> )	FA2	A	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-17	I
	Niveles de Ruido	FA3	A	1	1	4	1	1	2	1	4	2	1	-21	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	1	1	4	1	1	2	1	4	2	1	-21	I
Recurso Agua	Calidad de agua superficial	FA5	A	2	2	2	2	2	2	4	1	2	4	-29	MS
	Escorrentía superficial	FA6	A	2	2	2	2	2	2	4	1	2	4	-29	MS
Recurso Suelo	Capa de suelo húmico (espesor, retirada, etc.)	FA7	A	2	1	2	2	2	1	4	1	4	4	-28	MS
	Generación de desechos sólidos	FA8	A	4	1	2	4	2	2	4	4	2	4	-38	MS
Flora	Diversidad y abundancia	FA9	A	2	2	2	2	4	2	1	1	4	4	-30	MS

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Fauna	Diversidad y abundancia	FA11	A	2	2	2	2	4	2	1	1	4	4	-30	MS
	Hábitats	FA13	A	2	2	2	2	4	2	1	1	4	4	-30	MS
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	A	2	1	4	2	2	2	1	1	2	2	-24	I
	Salud y seguridad	FA15	A	2	1	4	2	2	2	1	1	2	2	-24	I
	Empleo	FA16	B	2	2	2	2	1	2	1	4	2	2	26	MS
	Transporte y movilidad	FA17	A	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-17	I
	Zonas recreativas	FA18	A	2	1	2	4	2	2	4	1	4	4	-31	MS
	Uso actual del suelo	FA19	A	4	1	2	4	4	2	4	4	4	8	-46	MS
	Paisaje	FA21	A	4	2	2	4	4	1	4	4	4	4	-43	MS
													-25	I	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

**Tabla 7-11. Matriz de evaluación de impactos por actividades auxiliares**

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: ACTIVIDADES AUXILIARES															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Emisión de material particulado	FA1	A	1	1	4	2	1	1	1	1	2	1	-18	I
	Emisión de gases (CO, SO2, NO2 y O3)	FA2	A	1	1	4	2	1	1	1	1	2	1	-18	I
	Niveles de Ruido	FA3	A	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	I
Recurso Agua	Calidad de agua superficial	FA5	A	1	4	2	4	2	2	4	1	4	4	-34	MS
Recurso Suelo	Capa de suelo húmico (espesor, retirada, etc.)	FA7	A	1	2	2	4	2	2	4	1	2	4	-28	MS
	Generación de desechos sólidos	FA8	A	2	2	4	2	2	2	4	4	2	4	-34	MS
Flora	Diversidad y abundancia	FA9	A	1	4	2	4	4	2	1	1	2	4	-31	MS
Fauna	Diversidad y abundancia	FA11	A	1	4	2	4	4	2	1	1	2	4	-31	MS
Ecosistemas	Hábitats	FA13	A	1	4	2	4	4	2	1	1	2	4	-31	MS
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	A	1	2	4	2	1	2	1	1	2	1	-21	I
	Salud y seguridad	FA15	A	1	2	4	2	1	2	1	1	2	1	-21	I

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN															
ACTIVIDAD: ACTIVIDADES AUXILIARES															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
	Empleo	FA16	B	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	MS
	Transporte y movilidad	FA17	A	2	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-23	I
	Zonas recreativas	FA18	A	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	-23	I
	Uso actual del suelo	FA19	A	2	2	2	4	4	2	1	1	4	8	-36	MS
<b>Medio Cultural</b>	Paisaje	FA21	A	2	2	2	4	2	2	4	1	4	4	-33	MS
													-24	I	

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

### 7.2.6 Evaluación de matriz de la fase de construcción

Para identificar el valor de importancia de los impactos generados para la fase de construcción se generaron matrices de calificación en cada una de las actividades generadas, así tenemos los siguientes resultados:

- En la actividad de Preparación se identificaron 2 impactos negativos moderadamente significativos, referentes a la modificación del uso de suelo y del paisaje, debido a la reubicación de infraestructuras y servicios para preparar el área para la ejecución de la siguiente actividad; en los demás factores evaluados se aprecian impactos irrelevantes a los distintos, ya que no se realiza construcción alguna dentro la preparación.
- En la actividad de Construcción del Túnel se encontraron 4 factores afectados medianamente en forma negativa, es decir, se han calificado como Moderadamente Significativos. Los factores afectados están relacionados directamente con el recurso agua y suelo ya que intervienen acciones de excavación y remoción de escombros, es decir, que por consiguiente se realizará una modificación del paisaje.
- En la actividad de Construcción de la Estación Quitumbe se observa afectación negativa moderada al ambiente en la mayoría de los factores evaluados ya que 11 de éstos poseen calificación Moderadamente Significativos, esto se debe a que se realizará una afectación directa al paisaje y sus componentes ya sea por el movimiento de tierras, drenaje de aguas, por la construcción en sí de la infraestructura y generación de residuos, entre otros.
- Por último, en las actividades auxiliares correspondientes a esta fase del proyecto se determinaron 9 factores calificados como negativos y con una importancia de impacto de Moderadamente Significativo, ya que las actividades auxiliares están involucradas instalaciones de acumulación de desechos, transporte y manejo de químicos, además de los cortes y desvíos de tráfico en el sector.

Como resultado de la evaluación en la fase de construcción se obtuvo un valor global de 22,5 negativo, lo que indica que la importancia es Irrelevante, sin afectación a gran escala de las condiciones actuales del área de influencia.

Es importante recalcar que ya se había realizado una evaluación de impactos para la fase de construcción de los 22km que abarca la Primera Línea del Metro de Quito en el EIA presentado al Ministerio del Ambiente en el 2013, en este documento al tratarse de un estudio complementario se procedió a revisar y actualizar las actividades a realizarse y se evalúa solamente los factores ambientales pertinentes al tramo de 2,6km de la variante propuesta según la Línea Base expuesta (Capítulo 4).

### 7.3 Descripción de los impactos para la fase de operación y mantenimiento

En la evaluación de impactos ambientales realizado mediante el Método de Conesa, para el área de influencia directa del proyecto, se determinó los impactos ambientales detallados a continuación para cada una de las actividades de la etapa de operación y mantenimiento:

**Tabla 7-12.** Impactos ambientales identificados en la Fase de Operación y Mantenimiento

No.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	<b>FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	Operación	-20	-3	Irrelevante
3		Mantenimiento	-25	-8	Irrelevante
4		Actividades auxiliares	-24	-3	Irrelevante
<b>TOTAL</b>			<b>-23</b>	<b>I</b>	<b>Irrelevante</b>

Elaborado por: Ecosambito, 2016

**Gráfico 7-2.** Impactos ambientales para la fase de operación y mantenimiento



Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

### 7.3.1 Matrices de evaluación de impactos en la fase de operación y mantenimiento

*Tabla 7-13. Matriz de evaluación de impactos por actividades de operación*

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
ACTIVIDAD: OPERACIÓN															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Niveles de Ruido	FA3	A	2	2	1	4	2	2	1	4	4	4	-32	MS
	Niveles de vibraciones	FA4	A	2	2	4	4	2	1	1	4	2	4	-32	I
Recurso suelo	Generación de desechos sólidos	FA8	A	4	2	1	4	2	2	4	4	4	4	-41	MS
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	B	4	2	1	4	2	2	1	1	2	4	33	MS
	Empleo	FA16	B	2	1	1	4	2	2	1	1	4	2	25	I
	Transporte y movilidad	FA17	B	8	4	1	4	4	1	4	4	4	8	62	S
	Paisaje	FA21	A	4	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-36	MS
													-3	I	

Elaborado por: Ecosambito, 2016

**Tabla 7-14.** Matriz de evaluación de impactos por actividades de mantenimiento

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
ACTIVIDAD: MANTENIMIENTO															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Niveles de Ruido	FA3	A	2	1	4	1	1	2	1	4	2	1	-24	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	2	1	4	1	1	2	1	4	2	1	-24	I
Recurso Suelo	Generación de desechos sólidos	FA8	A	2	1	4	1	1	2	1	4	2	2	-25	I
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	A	1	1	4	1	1	2	1	1	2	1	-18	I
	Empleo	FA16	B	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	19	I
	Transporte y movilidad	FA17	B	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	33	MS
	Paisaje	FA21	A	1	1	4	1	2	2	1	1	2	2	-20	I
													-8	I	

Elaborado por: Ecosambito, 2012



**Tabla 7-15.** Matriz de evaluación de impactos por actividades auxiliares

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
ACTIVIDAD: ACTIVIDADES AUXILIARES															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Suelo	Generación de desechos sólidos	FA8	A	2	1	4	1	1	2	1	4	2	2	-25	i
Socio- económicos	Empleo	FA16	B	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	19	l
														-3	l

Elaborado por: Ecosambito, 2012

### **7.3.2 Evaluación de las matrices por la fase de operación y mantenimiento**

Durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto se evaluaron las siguientes actividades:

- En la actividad de Operación del proyecto se determinó un (1) impacto significativo positivo referente al transporte y movilidad del sector, debido a que se contará con el Metro de Quito en funcionamiento que representa un medio de transporte masivo para los ciudadanos, mejorando la calidad de vida y disminuyendo los tiempos de viaje a distintos sectores de la ciudad. También se determinó 4 impactos de carácter Moderadamente Significativos y 2 impactos Irrelevantes de carácter negativo, pues al operar la Estación Quitumbe se tendrá los problemas comunes del establecimiento de un lugar público como son generación de desechos, ruido, etc.
- En la actividad de Mantenimiento se obtuvo un (1) impacto positivo Moderado Significativo relacionado con el transporte y movilidad de la zona pues al darse un oportuno mantenimiento de la maquinaria y las instalaciones se podrá manejar de mejor manera el tema de movilidad en el sector, es decir, sin interrupciones de funcionamiento. Todos los demás factores ambientales evaluados fueron calificados como Irrelevantes ya que la afectación a los factores ambientales evaluados será mínima y ya se habrá tomado en cuenta en la fase constructiva del proyecto.
- En las actividades auxiliares se evidenció que la importancia del impacto es Irrelevante, ya que se tendrá un mínimo de contratación al personal y la generación de desechos que será en pocas cantidades

Como resultado de la evaluación en la fase de operación y mantenimiento se obtuvo un valor global de 23 negativo, lo que indica que la importancia es Irrelevante.

En el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito presentado en el 2013 a la autoridad ya se evaluó los impactos ambientales generados por las actividades propias de la fase de operación y mantenimiento, sin embargo, la evaluación realizada en ese entonces se enfocó de manera general en los 22km que abarca el Metro de Quito y en la presente se realizó una evaluación específica para el tramo de 2,6km que abarca la Variante Quitumbe.

#### 7.4 Descripción de los impactos para la fase de cierre

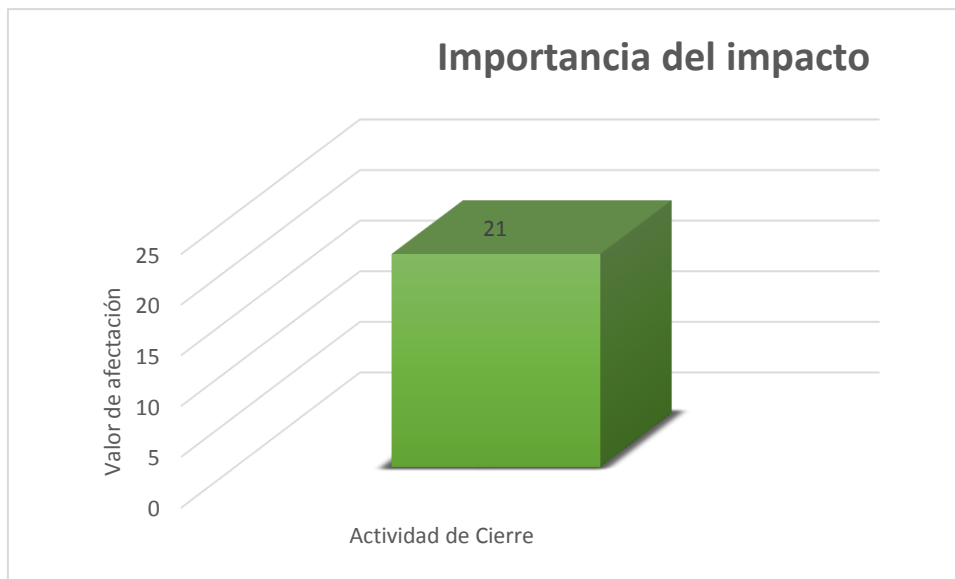
En la evaluación de impactos ambientales realizado mediante el Método de Conesa, para el área de influencia directa del proyecto, se determinó los impactos ambientales detallados a continuación para cada una de las actividades de la etapa de cierre:

*Tabla 7-16. Impactos ambientales identificados en la fase de cierre*

No.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	FASE DE CIERRE	Cierre	-21	-3	Irrelevante
<b>TOTAL</b>			<b>-21</b>	<b>I</b>	<b>Irrelevante</b>

Elaborado por: Ecosambito, 2016

*Grafico 7-3. Impactos ambientales para la fase de cierre*



Elaborado por: Ecosambito, 2016

## 7.5 Matrices de evaluación de impactos por fase de cierre

*Tabla 7-17. Matriz de evaluación de impactos por actividades de cierre*

EVALUACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CIERRE															
ACTIVIDAD: CIERRE															
FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES	CÓDIGO	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LA IMPACTOS											IMPORTANCIA DEL IMPACTO	CLAVE
			NA	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Recurso Aire	Emisión de material particulado	FA1	A	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	-16	I
	Emisión de gases (CO, SO2, NO2 y O3)	FA2	A	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	-16	I
	Niveles de Ruido	FA3	A	1	1	4	2	1	2	1	4	2	1	-22	I
	Niveles de vibraciones	FA4	A	1	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-20	I
Recurso Suelo	Generación de desechos sólidos	FA8	A	4	1	2	2	2	2	4	4	2	4	-36	MS
Socio-Económicos	Bienestar	FA14	A	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	-26	MS
	Salud y seguridad	FA15	A	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	-26	MS
	Empleo	FA16	B	2	4	2	2	2	2	1	4	2	2	31	MS
	Transporte y movilidad	FA17	A	4	4	4	1	4	2	1	4	1	1	-38	MS
	Paisaje	FA21	B	4	2	2	4	4	4	4	1	2	4	-41	MS
													-21	I	

Elaborado por: Ecosambito, 2016

## **7.6 Evaluación de la matriz de evaluación por la fase de cierre**

En la Fase de Cierre del proyecto se tendrá una afectación Irrelevante a los factores ambientales evaluados pues se obtuvo un valor global negativo de 21, esto significa que, en el desmantelamiento de estructuras, retiro de equipos, maquinaria, campamentos, áreas auxiliares, etc. no se realizarán afectaciones directas a los factores ambientales evaluados y se debe tener en cuenta que la presencia de dicha infraestructura en las fases de construcción y operación fue causa de alteraciones al medio.

Es necesario aclarar que en el Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito ya se contempló una evaluación de impactos para la fase de cierre del proyecto, en el presente capítulo se analizó la fase de cierre correspondiente únicamente al tramo de 2,6km de la Variante Quitumbe.

## **7.7 ANALISIS DE RIESGOS**

### **7.7.1 Riesgos Del Proyecto**

La ciudad de Quito sufre de amenazas sísmicas, volcánicas e hidrometeorológicas, unas con mayor intensidad que otras, ocasionando modificaciones geomorfológicas, económicas y sociales que influyen a escala local.

Una amenaza natural se convierte en un desastre debido a condiciones subyacentes como la vulnerabilidad social, física, económica e institucional. Un país como Ecuador puede verse expuesto a eventos tales como: inundaciones, sismos, actividad volcánica, deslizamientos, entre otros.

#### **7.7.1.1 Método simplificado de evaluación de riesgos**

La metodología aplicada nos permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se ha detectado las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias y la gravedad de los hechos, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

Los principios que rigen la evaluación de riesgos para este método son:

- Determinar la gravedad de pérdidas potenciales si tuviera lugar una pérdida como resultado del peligro identificado;
- Determinar la frecuencia con la que se hayan producido o pudieran producirse pérdidas como resultado del peligro identificado;
- Determinar la probabilidad de que se produzca una pérdida como resultado de que el peligro identificado se encuentre presente durante un hecho determinado

El propósito principal de evaluar riesgos es identificar y ordenar por categoría las actividades y/o condiciones que presentan riesgos de pérdida asociada con esta actividad y/o condición y riesgos a los componentes ambientales. Se pueden aplicar las prioridades adecuadas al desarrollo e implementación del sistema de manejo del control de riesgos a fin de reducir o eliminar riesgos, comenzando con las de más alto riesgo, hasta las de bajo riesgo.

#### **7.7.1.2 Parámetros de evaluación**

Los riesgos se han ordenado por medio de la asignación de valores a los niveles de seguridad y frecuencia con que ocurren (o posibilidad de que ocurran), luego combinar estos valores a fin de calcular un factor de riesgo relativo para un peligro en particular. El siguiente cuadro presenta valores para calcular el riesgo relativo utilizando los valores de gravedad y frecuencia.

Para la evaluación de los riesgos de seguridad, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros de evaluación, para cada riesgo identificado:

##### **a. Frecuencia**

Denota la periodicidad estimada de ocurrencia de un siniestro, que en caso de que existan registros estadísticos su determinación debería fundamentarse en dicha información; caso contrario, como ocurre en la generalidad de riesgos analizados, su determinación se basa en la experticia del especialista. Bajo estas consideraciones, la frecuencia de ocurrencia puede clasificarse en:

**Tabla 7-18** Valor de Frecuencia

<b>PROBABILIDAD DE QUE OCURRA UN INCIDENTE</b>	
<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE FRECUENCIA</b>
1 (MUY BAJA)	No se espera que ocurra durante la vida útil de la instalación o funcionamiento de los equipos y áreas.
2 (BAJA)	Se espera que ocurra al menos una vez cada cinco a veinte años.
4 (MEDIA)	Se espera que ocurra al menos una vez cada uno a cinco años.
8 (ALTA)	Se espera que ocurra al menos una vez al año.

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2012

##### **b. Gravedad**

Denota la intensidad del daño que probablemente se produzca. Al igual que en la determinación de la frecuencia, este factor se determinará sobre la base de la experiencia del Consultor. Bajo estas consideraciones, la gravedad de los eventos se clasifica en:

**Tabla 7-19** Valor de Gravedad

CLASIFICACIÓN DE ACCIONES O CONDICIONES SEGÚN SU GRAVEDAD				
GRAVEDAD	HIGIENE O SEGURIDAD	MEDIO AMBIENTE	PERDIDAS EN LA PRODUCCION	DAÑOS A LA INSTALACIONES O EQUIPOS
1 (LEVE)	Lesión/enfermedad potencial menor (Primeros Auxilios)	Daño potencial menor al medio ambiente	Menos de un día	Menos de \$ 5,000
2 (MODERADO)	Lesión/enfermedad grave (Tratamiento médico)	Incidente ambiental potencial a ser informado, sin problemas legales o atención por parte de los medios	Entre un día y una semana	\$5,000 - \$ 50,000
4 (GRAVE)	Lesión potencial sería (Incidente con pérdida de tiempo)	Incidente potencial a ser informado que posiblemente atraiga la atención de los medios y provoque cargos por parte de entes gubernamentales.	Entre una semana y cuatro semanas	\$ 50,000 - \$ 500,000
8 (CATASTRÓFICO)	Potencial pérdida de la vida	Potencial pérdida de la vida, pérdida importante, que llame la atención de los medios a nivel nacional o internacional.	Más de un mes	Más de \$500,000

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda, 2012

**Fórmula del Riesgo:  $R = F * G$**

**Tabla 7-20** Categorización del Riesgo de acuerdo al rango

CATEGORIZACIÓN	
Riesgo	Valor
Bajo	1- 4
Serio	8
Grave	16
Crítico	32-64

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda, 2012

**Ilustración 7-1** Matriz de Categorización de Riesgos

		<b>MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS</b>			
Clasificación de Frecuencia	8	8	16	32	64
	4	4	8	16	32
	2	2	4	8	16
	1	1	2	4	8
		1	2	4	8
		→ Clasificación de Gravedad			

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2012

### 7.7.2 Proceso – Entorno

Mediante el análisis de las condiciones específicas del proyecto se ha determinado la posibilidad de ocurrencia de los siguientes eventos:

- Incendio
- Eléctricos
- Derrames de hidrocarburos

**Tabla 7-21** Resultados de la evaluación de riesgos

Riesgo	Frecuencia	Gravedad	Categorización del Riesgo
<b>Incendio</b>	1 (MUY BAJA)	1 (LEVE)	1 (BAJO)
<b>Eléctricos</b>	2 (BAJA)	1 (LEVE)	2 (BAJO)
<b>Derrames de Hidrocarburos</b>	4 (MEDIA)	1 (LEVE)	4 (BAJO)

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016.

#### 7.7.2.1 Riesgo de incendio

Las causas por las cuales se pudiera presentar un incendio son las siguientes:

- Condiciones inseguras de almacenamiento de hidrocarburos, instalaciones eléctricas que presenten fallas, actos inseguros por parte del personal vinculado a las actividades de almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

Para el presente análisis de riesgo de incendio se ha tomado en consideración las condiciones de almacenamiento previstas para las sustancias químicas e hidrocarburos y las instalaciones eléctricas a colocarse como parte de la estación y en el área de la variante; las características mencionadas para el primer caso para las sustancias químicas e hidrocarburos (gasolina y diésel) se ha previsto



almacenarlos en tanques metálicos, que cuenten con dique perimetral, señalética y recursos de seguridad necesarios para combatir un incendio en caso de que este se presente, para caso de las instalaciones eléctricas que presenten fallas que podrían generar chispas y desencadenar en un incendio, se debe considerar que el proyecto se encuentra en construcción (fase inicial del mismo) los equipos y materiales serán nuevos. Este evento se ha calificado con una frecuencia de ocurrencia muy baja, ya que no se espera que esto suceda en el periodo de duración del proyecto por las condiciones de seguridad que se ejecutaran durante toda la duración del proyecto y en caso de que este evento se presente por cuestiones aisladas se esperaría lesiones potenciales menores en los trabajadores que se encontrarán cerca del sitio que requerirían de asistencia médica primaria (primeros auxilios), en daños relacionados al ambiente se esperaría daños menores, ya que es importante recalcar que 97% de las actividades son subterráneas y el área de implementación del proyecto es un área intervenida sin identificación de especies de vegetación y especies menores de sensibilidad alta, y en cuestión de pérdidas económicas en daños en instalaciones y equipos serían menores a 5.000 y con pérdida de tiempo de menos de un día. Obteniendo un riesgo de carácter **BAJO**.

#### **7.7.2.2 Riesgos eléctricos**

El análisis de incendio por malas condiciones de los sistemas eléctricos ya ha sido evaluado en el apartado anterior, por tal razón para el presente análisis se considerará los riesgos vinculados a desperfectos en las instalaciones eléctricas que podrían generar el paro de las actividades, daños a sus trabajadores y pérdidas económicas menores.

Para lo cual se ha considerado una frecuencia de ocurrencia de una vez cada cinco a veinte años, con lesiones leves (cortaduras, raspados, electrocuciones, entre otros.), que requerirán de primeros auxilios, con daños menores al ambiente y con pérdidas económicas menores a \$5,000. Obteniendo un riesgo de carácter **BAJO**.

#### **7.7.2.3 Riesgos de derrames de hidrocarburos**

Se ha previsto que los derrames menores por hidrocarburos sean eventos aislados vinculados directamente a actos inseguros por parte de personal que realice la actividad de manejo de los mismos, ya que el área de almacenamiento de hidrocarburos contará con dique perimetral, señalética, recursos de seguridad en caso de un evento emergente y kit de derrames.

Por tal razón, se ha previsto que este evento suceda una vez cada uno a cinco años con consecuencias leves para los trabajadores ya que para el manejo de estos hidrocarburos se utilizará el EPP necesario, los daños a ambiente serán menores sin pérdida de especies representativas, (al ser un área intervenida) ya que la superficie afectada sería menor y las pérdidas económicas serán menores a \$ 5000. Obteniéndose un riesgo **BAJO**.

#### **7.7.2.4 Riesgo biótico**

Acorde a la información detallada de forma clara en el numeral 2.2 Medio biótico de la línea base del presente estudio, donde se detallan las características bióticas del área que abarca la estación Quitumbe y la variante de 2.6 km, donde se describe que es un área intervenida en su totalidad y

no se han identificado especies sensibles, encontrándose especies generalistas que se han adaptado al medio. En tal razón, no se ha identificado riesgos bióticos.

### 7.7.2.5 Riesgo social

Los riesgos sociales identificados se detallan a continuación:

**Tabla 7-22** Resultados de la evaluación de riesgos

Riesgo	Frecuencia	Gravedad	Categorización del Riesgo
<b>Conflictos sociales</b>	2 (BAJO)	1 (BAJO)	<b>2 (BAJO)</b>

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

En relación a los riesgos sociales a los cuales se expone la población del área de influencia, se han determinado posibles conflictos sociales en la fase constructiva por los inconvenientes que se pueden presentar en la movilidad, la generación de polvo y ruido en el ambiente, ante lo cual, se deberá señalar y comunicar previamente a la población.

En el área de los alrededores de la estación Quitumbe, ubicada en el terminal de buses interprovinciales, se ha identificado algunas viviendas que se verán afectadas de forma negativa con las actividades principalmente de la construcción del proyecto. Hay otro asentamiento representativo de personas ubicado al final de la línea de la variante, donde no se ha identificado riesgos sociales en relación a las actividades del proyecto y la percepción de la población considerando que el 97% de las actividades del proyecto serán subterráneas y el 3% serán superficiales y se ejecutarán principalmente en el área de la estación.

Estos aspectos colocan al proyecto en un escenario de posible tensión con la comunidad, por lo que los acuerdos y compromisos que se haga con los asentamientos humanos de la zona de influencia directa, tienen que tener un alto nivel de cumplimiento. De lo contrario, la escalada del conflicto se puede presentar en cualquier momento.

A pesar que este es un riesgo probable, sus consecuencias son limitadas en vista que la compañía encargada de ejecutar el proyecto, se encargará a través del departamento de relaciones comunitarias de llevar adelante posibles negociaciones con las personas del área, por tal razón, la valoración es de **BAJO**.

### 7.7.3 Entorno – Proceso

La ciudad de Quito está situada en un valle entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes, asentada sobre la falla tectónica de piedemonte de la Cordillera Occidental, rodeada de volcanes. En los últimos 500 años ha sido afectada por sismos, erupciones volcánicas, movimientos de masa, inundaciones e incendios forestales, que han dejado pérdidas incalculables, en la infraestructura y en los bosques aledaños de la ciudad.

Como parte del análisis de riesgos del entorno al proceso tendremos los siguientes:

- Riesgos naturales
  - Riesgo sísmico
  - Riesgo volcánico
- Riesgos bióticos
- Riesgos sociales

Para obtener un mejor resultado del análisis de los riesgos naturales se ha combinado dos metodologías cuantitativa y cualitativa claramente definidas.

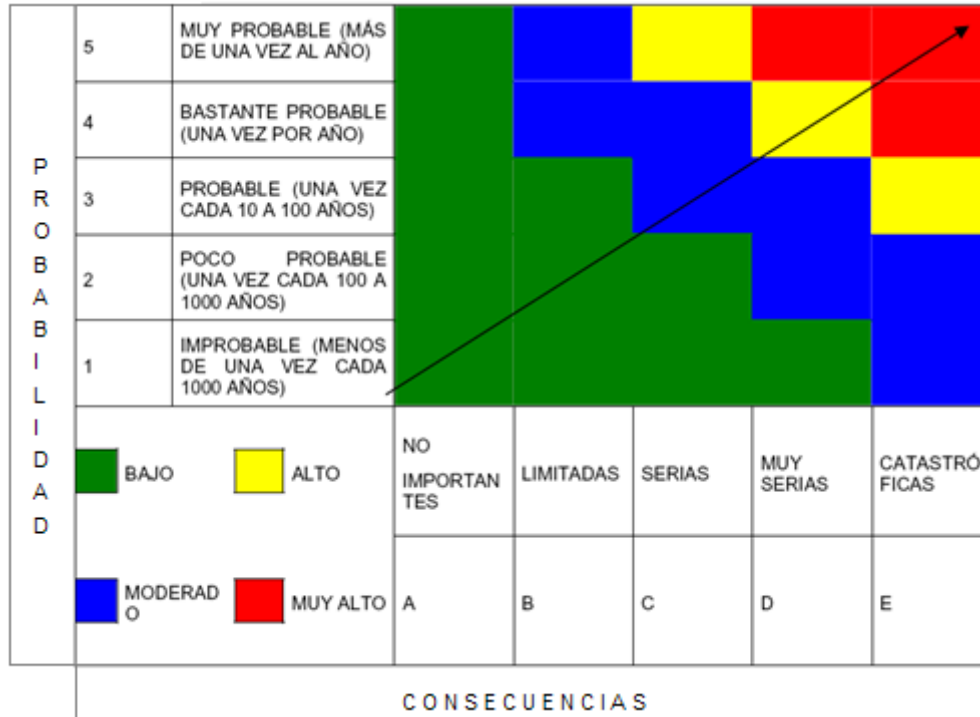
- Metodología de análisis retrospectivo
- Metodología de Fundación Natura

#### **7.7.3.1 Metodología Fundación Natura**

El análisis de riesgos en la zona, permite conocer los daños potenciales que pueden surgir por un proceso realizado o previsto o por un acontecimiento futuro. El riesgo de ocurrencia es la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento negativo con la cuantificación de dicho daño. La evaluación se realizó utilizando una matriz de riesgo adoptada de la Evaluación de Riesgos para el Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996), la cual califica al componente en base a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, sus consecuencias y a la vez, permitió identificar espacialmente la magnitud del riesgo en un lugar determinado. Esta matriz se presenta en la siguiente tabla.

La probabilidad de ocurrencia es calificada en una escala de 1 a 5, donde el valor 5 corresponde a una ocurrencia muy probable, de por lo menos una vez por año y el valor de 1 corresponde a una ocurrencia improbable o menor a una vez en 1000 años. Las consecuencias son calificadas en una escala de A - E, donde A corresponde a consecuencias no importantes y E corresponde a consecuencias catastróficas.

**Tabla 7-23. Matriz de riesgos físicos**



Fuente: Fundación Natura, 1996.

La evaluación del riesgo físico permite tener una visión clara respecto a los riesgos naturales potenciales que podrían afectar la estabilidad de las obras proyectadas y su área de influencia.

El propósito principal de la evaluación fue determinar los peligros que podrían afectar las obras, su naturaleza y gravedad.

Sobre la base de la información generada en el EIA, el análisis de literatura publicada y en base a los recorridos en campo se identificó cuatro componentes que presentan riesgos o peligros del medio físico sobre las obras en estudio. Estos son sísmicos y volcánicos.

A continuación, se detalla la calificación de la probabilidad y la consecuencia para cada uno de los riesgos naturales identificados:

**Tabla 7-24** Resultados de la evaluación de riesgos

Riesgo	Frecuencia	Gravedad	Categorización del Riesgo
<b>Volcánico</b>	3	B	3B (BAJO)
<b>Sísmico</b>	3	B	3B (BAJO)

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

### **7.7.3.2 Metodología de análisis retrospectivo**

A continuación, se describe el riesgo que representa para las actividades del proyecto que existe en el área prevista para desarrollar el proyecto definido como Variante Quitumbe de 2.6 km de la Primera Línea del Metro de Quito y cuyos límites están delimitados con las coordenadas definidas en el capítulo de descripción del proyecto.

Para el análisis de riesgos se ha utilizado información secundaria y se realizó el respectivo trabajo de campo para identificar las características del terreno relacionado con los siguientes componentes:

- Componente Físico
- Componente Biótico
- Componente Social

Se describe a continuación la metodología aplicada para el análisis de riesgos y luego se presentan los resultados del análisis que posteriormente servirán para la identificación de las áreas ambientalmente sensibles y la definición de un plan de manejo específico, coherente con la naturaleza del proyecto y las características del área donde se localiza el proyecto.

La metodología aplicada para el análisis de riesgos en el presente proyecto se ha dividido en dos partes: una general y otra específica.

### **7.7.3.3 Descripción de los riesgos**

#### **7.7.3.3.1 Riesgos sísmicos**

A continuación, se muestran la identificación general de riesgos sísmicos para el proyecto. Debido a que fenómenos como los terremotos obedecen a causas que son activas desde hace millones de años, su ocurrencia puede considerarse como una variable estacionaria en el tiempo; es decir, donde han ocurrido grandes terremotos es probable que en el futuro ocurran otros de magnitud similar.

Quito se encuentra atravesado por un sistema de fallas, que se inicia a la altura de la población de Tambillo al sur y avanza hacia el norte hasta San Antonio de Pichincha, definiendo un trazado de 47 a 50 km de longitud.

Sismos importantes que han ocurrido en la zona de influencia del proyecto han tenido efectos catastróficos sobre la población y las construcciones en Quito. A continuación, se describen en orden cronológico, y en lo posible se discute su relación con la tectónica de la región. Las intensidades reportadas corresponden a la escala MSK, a menos que se indique lo contrario.

**Tabla 7-25** *Historial de Sismos en el Ecuador*

Año	Descripción	Escala/Intensidad
<b>Sismo de 1541</b>	Es el primer evento que aparece en los catálogos sísmicos del país: Siendo la información tan escasa, lo único que se puede sospechar es que este evento pudo haberse generado en las ramificaciones de la falla Chingual o en cualquiera de sus ramales que se prolongan hacia la zona de Papallacta, pudiendo ser similar al terremoto de 1987 (UCE-Petrotransporte, 1991; Eguez y Yepes, 1993).	El catálogo de sismos asigna a este evento una intensidad máxima de 8K
<b>Sismo de 1587</b>	Es muy posible que una de las fallas activas del área Noroccidental, tales como la de Apuela o de Catequilla sean las responsables de este terremoto (Eguez y Yepes, 1993).	La intensidad de este evento en Quito pudo haber llegado a ocho MSK (Del Pino y Yepes, 1990)
<b>Sismo de 1627</b>	El sismo del 26 de junio de 1627 fue suficientemente fuerte como para afectar al Palacio de la Audiencia y otras casas en Quito, sin embargo, no se reportan daños al norte de la ciudad ni en otros lugares, por lo que es difícil atribuirle una fuente generadora, a no ser que sea la misma falla de Quito (Eguez y Yepes, 1993). Este sismo debió tener una intensidad en Quito de VII (Del Pino y Yepes, 1990).	
<b>Sismo de 1661</b>	La fuente natural para un fenómeno de esta naturaleza en el Sincholagua debe localizarse muy cercana a él, por lo que, su origen debe estar relacionado con la prolongación del sistema dextral hacia el suroccidente del nevado Antisana (Yepes et al, 1994).	Su intensidad en Quito es de VI-VII (Del Pino y Yepes, 1990).
<b>Sismo de 1755</b>	Ha sido catalogado por Wolf (1892) como el más destructivo que ha sufrido Quito a través de su historia. Por esta razón, las únicas posibilidades de fuente para este evento son, primeramente la falla-flexura de Quito, con un sismo muy local, o una falla más lejana que causó también daños a otros poblados, pero de los cuales no se tienen noticias.	Se lo estimó en el grado nueve MSK (Del Pino y Yepes, 1990).
<b>Sismo de 1797</b>	El P. Velasco (1789) estima en más de 40.000 el número de víctimas causadas por este terremoto conocido como de Riobamba, aunque estimaciones más	La magnitud del evento pudo haber sido del orden de 7,5 grados Richter.

Año	Descripción	Escala/Intensidad
	<p>realistas (Ceresis, 1985) dan números menores.</p> <p>Las posibles fuentes sismogénicas podrían ser la falla de Pallatanga, en su segmento más impresionante sobre el Río Pangor, el tramo de empalme con la falla Huambaló, que pondría al evento sísmico muy cerca de la ciudad de Riobamba Antigua, o los segmentos Huambaló o Pisayambo del sistema dextral, que es donde se produjo el terremoto de Ambato de 1949.</p>	
<b>Sismo de 1859</b>	<p>Por la información que se ha podido obtener del estudio de Pino y Yepes (1990), el terremoto que parece haber producido los mayores estragos en los monumentos religiosos de la capital es precisamente éste de 1859.</p> <p>Por la información de otros daños generalizados a lo largo de la parte central del Valle Interandino, se puede pensar que se trata de un sismo relativamente profundo y fuerte en la zona de Benioff, tal vez ubicado entre Quito e Ibarra, a decenas de kilómetros de profundidad (Eguez y Yepes, 1993).</p>	Al que se le ha asignado una intensidad de nueve grados MSK en Quito
<b>Sismo de 1868</b>	<p>En Quito, el mismo terremoto produjo nueve víctimas mientras que en Cotacollao y San Antonio el número fue de seis, habiendo quedado todos los templos, conventos y establecimientos públicos de Quito, que en su generalidad eran construidos de cal y piedra, en estado de exigir prontas reparaciones (Eguez y Yepes, 1993).</p> <p>Las características de la destrucción ocurrida indican que el hipocentro del terremoto de 1868 fue superficial y se localizó muy cerca a la ciudad de Cotacachi, habiendo ocurrido un sismo premonitor en la ciudad de El Ángel 12 horas antes. Es muy probable que este evento tuviera su origen en la falla de San Isidro-Otavaló.</p>	La intensidad de este terremoto debió alcanzar la escala de 10 en la amplia zona macrosista.
<b>Sismo de 1906</b>	Este sismo, ocurrido el 31 de enero de 1906 y localizado en la zona de subducción frente a las costas de Esmeraldas, alcanzó una magnitud de 8,6 y es el más grande	

Año	Descripción	Escala/Intensidad
	registrado en el país y uno de los cinco más grandes en la historia sísmica instrumental del mundo. La zona donde se registró el máximo sacudimiento comprende a Esmeraldas hacia el sur y hacia el norte en Guapi, Colombia, incluyendo a la cordillera costera; una segunda zona comprende desde el sur de Otavalo hasta Cali-Colombia, con destrucción en Otavalo; la tercera zona incluye a Quito, donde Del Pino y Yepes (1990), reportan una intensidad de VI.	
<b>Sismo de 1914</b>	Este evento puede ser claramente atribuido a la falla Chingual, en la prolongación del "echelon" dextral que atraviesa la zona de Papallacta (Eguez y Yepes, 1993).	Otro terremoto que tiene una intensidad importante es el del 31 de mayo de 1914. Las intensidades máximas de dicho sismo se reportan en la parte oriental de la provincia de Pichincha, con valores de VIII en los volcanes Antisana y Sincholagua y de VI en Quito (Del Pino y Yepes, 1990).
<b>Sismo de 1923</b>	A este sismo se le ha asignado una intensidad de VII en Quito (del Pino y Yepes, 1990), aunque no se ha reportado destrucción en las poblaciones hacia el norte (Almeida et al, 1998). Su localización epicentral es en la zona de Machachi, especialmente al oeste de la población donde se produjeron los mayores efectos. Este evento puede atribuirse a la prolongación hacia el sur del sistema de fallas inversas de Quito o la prolongación de la falla Atacazo (Eguez y Yepes, 1994).	
<b>Sismo de 1929</b>	El 25 de julio de 1929, un sacudimiento menor afectó a las poblaciones de Tambillo y Uyumbicho donde se registraron intensidades de 8 K, y ubicándose su epicentro en el caserío de Murco en el flanco noroccidental del volcán Pasochoa. Posiblemente generado por la prolongación hacia el sur del sistema de fallas inversas de Quito (Eguez y Yepes, 1994).	
<b>Sismo de 1938</b>	El sismo del 10 de agosto de 1938, conocido como el terremoto de Los Chillos, produce intensidades altas en Alangasí, San Rafael y El Tingo, pero no llega a causar daños en Quito, donde la intensidad es de V. Es probable que se trate	



Año	Descripción	Escala/Intensidad
	de un evento muy superficial. No se ha determinado un rasgo geomorfológico al cual se pueda atribuir su origen (Eguez y Yepes, 1993).	
<b>Sismo de 1942</b>	Uno de los terremotos más poderosos generados en la zona de subducción durante el pasado siglo, ocurrió el 14 de mayo, en la zona de subducción frente a las costas de Bahía de Caráquez. Con una magnitud de $M_s = 7,9$ ; generando intensidades de VI en Quito (Del Pino y Yepes, 1990).	
<b>Sismo de 1955</b>	En mayo de 1955, un sismo probablemente localizado sobre la intersección de las fallas transcurrentes con las fallas transpresivas del sistema EAFFZ (Chingual-Pallatanga), produjo daños severos en Tabacundo, Huaca, Julio Andrade y Monte Olivo y cuarteamiento de casas e iglesias en Otavalo, Ibarra, Cayambe y San Gabriel. En Atahualpa, la cúpula de la torre de la iglesia se vino al suelo, quedando cuarteada la iglesia y la mayoría de las casas. En Quito los daños fueron menores (Yepes et al, 1994). Este evento puede estar ubicado en la misma zona epicentral y de características de la fuente parecidas al terremoto de 1987.	
<b>Los terremotos del 5 de marzo de 1987</b>	Los graves efectos que produjeron los terremotos del 5 de marzo de 1987 afectaron una amplia área de la Provincia de Sucumbíos, pero también causaron estragos en ciertas edificaciones en Quito. Los epicentros de dichos eventos se ubican en la intersección de las fallas transcurrentes con las fallas inversas del Frente Andino Oriental.	La magnitud del evento principal fue de $M_s = 6,9$ ; siendo precedido por un evento premonitor de $M_s=6,1$ ; los dos eventos presentan mecanismos focales del tipo inverso. La intensidad máxima en la zona epicentral alcanzó el grado IX (Hall, 2000).
<b>Sismo de 1990</b>	El 10 agosto de 1990 se produjo un sismo de magnitud moderada, $m_b=5$ , que produce intensidades de VII en la zona epicentral, el cual afectó localmente a las inmediaciones de Pomasqui en la provincia de Pichincha, con un saldo de tres personas fallecidas y graves daños a las edificaciones. Inicialmente se pensó que la estructura responsable de este evento era la falla inversa de Quito; sin embargo, el área de ruptura definida con base en la disposición geométrica de sus réplicas	

Año	Descripción	Escala/Intensidad
	parecería indicar que se trata de otra estructura, posiblemente la falla de Catequilla (UCE-Petrotransporte, 1991).	
<b>Sismo de 1998</b>	Dentro de los sismos que se generan en la zona de subducción, el 4 de agosto de 1998 se produce un fuerte sismo en las inmediaciones de la ciudad de Bahía.	Con una magnitud $M_s=7,1$ . La intensidad en Bahía se estimó en grado IX, con el colapso de algunos edificios modernos, Manta, Portoviejo y Pedernales, se encuentran dentro de la isosista de VIII, Guayaquil, Babahoyo y Cojimies con intensidades entre VII y VI (Ceresis et al, 1999). Este sismo produce intensidades de IV a V en Quito.
<b>Sismo de 2016</b>	Cerca de la Costa del Ecuador, 32.72 km de Pedernales, Manabí.	Magnitud 7.4.

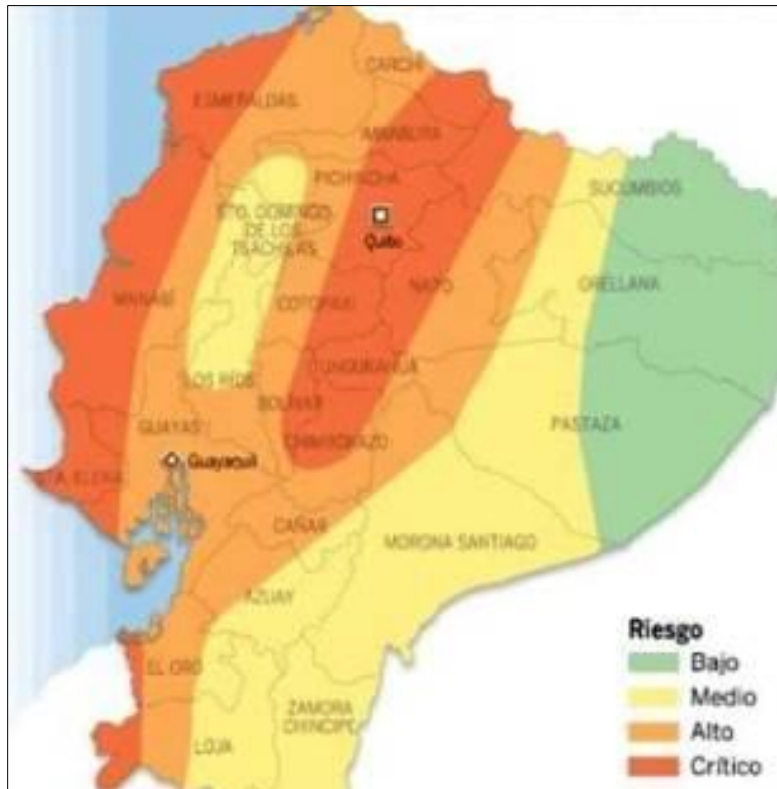
Elaborado por: Ecosambito, 2016.

Fuente: EIA y PMA de la Primera Línea del Metro, 2013.

### **Zonificación sismo tectónica de la zona de Pichincha**

En el siguiente mapa (5.2) se observa las zonas sísmicas del país en base a su grado de sismicidad y magnitud de los sismos registrados y monitoreados por el Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional.

*Ilustración 7-2. Zonas Sísmicas Del Ecuador*



Fuente: Diario El Universo, Código Ecuatoriano de la Construcción.

Tomando como base la información desarrollada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional y la historia sísmica del Ecuador, la actividad sísmica del territorio ecuatoriano, tiene relación con el sistema de subducción Ecuador Trench y por el movimiento de las fallas activas existentes en este sector del continente.

Los sismos que ocurren en el frente de subducción se asocian al desplazamiento de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana. Los sismos que ocurren en el sector continental, corresponden al desplazamiento de las fallas geológicas que cortan el sector del continente debido a los procesos de compresión y que se definen como fallas activas y un tercer tipo de causa de sismos, pero en menor escala se debe a la erupción volcánica que se presenta al activarse uno cualquiera de los volcanes que hay en la cordillera. Para el caso de este proyecto se considera como fuente sísmica volcánica a los volcanes Cotopaxi, Antisana, Pichincha e Ilinizas.

Interpretando el Mapa sismo tectónico y el registro sísmico histórico, se concluye que el lineamiento más cercano a la ciudad de Quito se asocia con eventos históricos de magnitud 6 a 6.9. El segundo lineamiento asociado a la parte intermedia tiene relación con eventos de magnitud de 5 a 5.9 y el tercer lineamiento con sismos de magnitud menor a 4. Este último es el más cercano al área del proyecto y nos indica la probabilidad de repetirse un sismo de igual magnitud o mayor, dependiendo de la tectónica regional que afecta a Ecuador.

### **7.7.3.3.2 Riesgo Volcánico**

El Ecuador tiene como zona geográfica la Cordillera de los Andes, donde se localizan los volcanes. Varios de los volcanes del cordón andino occidental manifiestan actividad continua en los últimos 500 años.

La historia del Ecuador está marcada por eventos desastrosos ocasionados por una serie de fenómenos de origen natural de gran magnitud y gran extensión, como es la actividad volcánica. Estos eventos causaron graves desequilibrios ambientales que, en algunos casos, tuvieron consecuencias a largo plazo. Los volcanes que han hecho erupción en los últimos 500 años son: Cotopaxi, Cayambe, Chacana (Antisana), Cerro Negro, Tungurahua, Reventador, Sangay, Guagua Pichincha; y, los que se encuentran actualmente en proceso de erupción son: Reventador (desde 2002), Tungurahua (desde 1999), Sangay (más de 200 años), Guagua Pichincha (durante 1999), Sierra Negra y Fernandina en Galápagos.

Una de las amenazas del DMQ son los varios volcanes activos que están localizados en o cerca del distrito. El Guagua Pichincha ha afectado seriamente a Quito en varias ocasiones a lo largo de la historia en: 1560, 1575, 1582, 1660 y, menos intensamente, en 1843 y 1868. Es sobre todo la erupción de 1660 la que más ha marcado la memoria y dejado testimonios escritos, debido a las grandes cantidades de ceniza que se depositaron en la ciudad.

El Cotopaxi, ubicado aproximadamente a 60 km al sur de Quito, ha experimentado igualmente varias erupciones (1742, 1744, 1768 y 1877), de las cuales algunas llevaron cenizas hasta Quito y afectaron gravemente al valle de Los Chillos y, en menor medida, al valle de Cumbayá-Tumbaco bajo el efecto de flujos de lodo (o lahares), producto de la fusión parcial del glaciar que cubre al volcán.

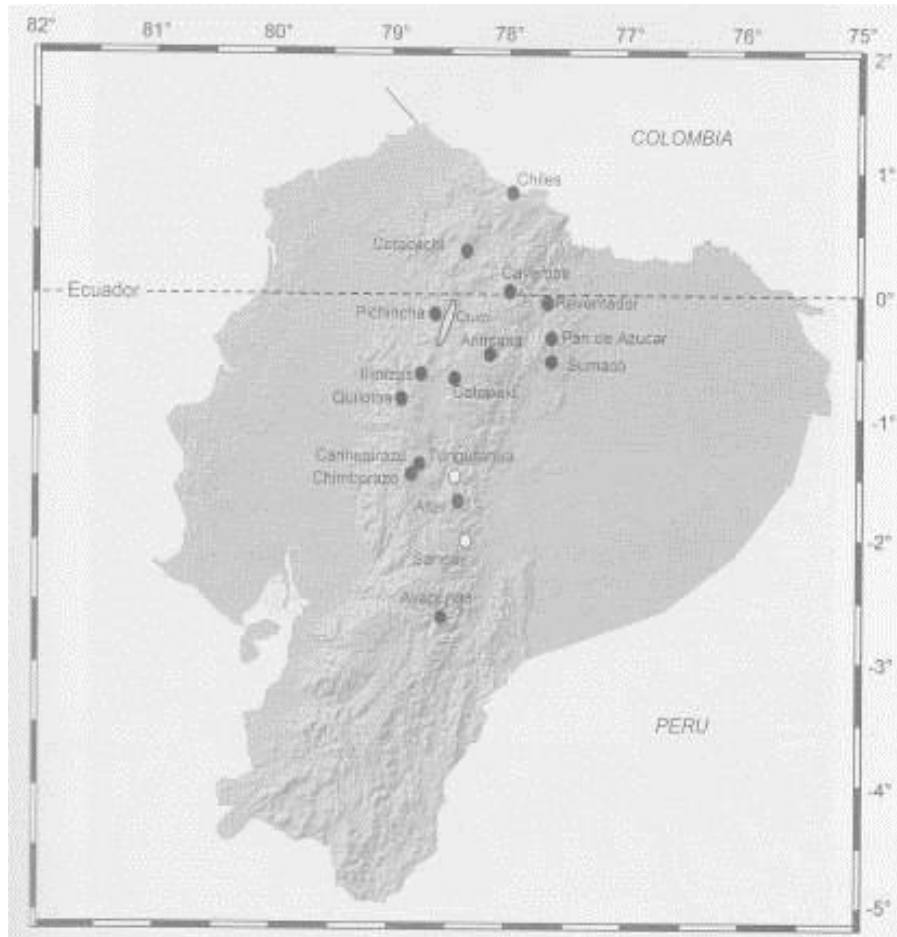
Las últimas erupciones de los demás volcanes son más antiguas, pero no por ello tales volcanes dejan de constituir una seria amenaza, como es el caso particular del Cayambe, ubicado a 50 km al noreste de Quito, cuya última erupción se remonta a 1785-1786 y del Antisana, localizado a 50 km al sureste de Quito, que ha experimentado, igualmente erupciones históricas (1728, 1773 y tal vez 1801). Otros, han tenido una actividad más remota, como el Pululahua hace 2.300 años y, un tanto antes el Ninahuilca. Además, algunos más alejados, como el Reventador, pueden también afectar al DMQ con caída de cenizas. Fue el caso en el año 2002, y las cenizas de ese volcán han llegado a la capital una decena de veces desde el siglo XVI. En la siguiente ilustración se muestra la distribución de los volcanes que tienen influencia directa en el área del proyecto.

La ceniza es el componente principal de este volcán, que, como material fino, podría llegar hasta la zona donde se realiza las actividades de prospección sísmica. La ceniza volcánica está compuesta por fragmentos muy finos, principalmente de vidrio volcánico, producido por la explosión y rompimiento de burbujas de gas en la lava líquida, durante su ascenso en la chimenea del volcán. Sin embargo, una erupción puede arrojar bastante material más grueso también, por ejemplo: arena, bloques y bombas, que en general caen sobre la cumbre y los flancos superiores del cono.

La peligrosidad volcánica se asocia con una caída de ceniza en función del volumen de material arrojado, de la intensidad y duración de la erupción, del rumbo y velocidad del viento, de la distancia hasta el punto de emisión, del tamaño y densidad del material que cae y de su temperatura. La

distancia desde el cráter hacia la atmósfera, es crítica, mientras más pequeña sea ésta, mayor será el tamaño del material que caiga en los alrededores del volcán. En la Ilustración 4-3 se indica la distribución de los volcanes y en particular los que se localizan en el área de influencia para este proyecto. El siguiente modelo numérico ha sido desarrollado por los expertos del IRD.

**Ilustración 7-3.** Modelo numérico de relieves y ubicación de los volcanes activos del Ecuador. Los más cercanos a la zona del proyecto son: Cotopaxi, Antisana, Pichincha e Ilinizas



Fuente: Severine Bés de Berc. La Cuenca Oriente. Geología y Petróleo. 2004

Cuando ocurre la erupción, todo el material piroclástico se lleva hacia arriba por la fuerte expulsión de los gases volcánicos, formándose inmensas nubes oscuras que suben muchos kilómetros. Típicamente se nota la formación de una columna de ceniza y humo que asciende del cráter, la que se dispersa lateralmente a gran altura, formando una nube en forma de hongo y desde donde los vientos predominantes soplan se llevan la ceniza en esa dirección.

Respecto a los vientos de alta altura de la Sierra, es conocido que en general provienen del Sureste, Este y raramente del Noreste. Según los datos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, las erupciones observadas en los últimos 15 años y a la distribución de la ceniza de erupciones pasadas, se puede esperar que la ceniza de una erupción futura cayera hacia el oeste y no hacia el este. Sin embargo, el material superficial que cubre los terrenos del sector corresponde a ceniza volcánica.

Material piroclástico, de grano fino se transportaría centenas de kilómetros bajo la energía del viento, a veces produciendo una oscuridad total. El material llamado Toba y las capas de arcilla intercaladas de color habano blanco, que se encuentran distribuidos sobre gran parte de la Cuenca del Oriente ecuatoriano, tienen su origen como ceniza que fueron arrojados de un volcán y luego cayeron sobre los terrenos que en ese momento eran el perfil superficial.

En el supuesto caso que la ceniza llegue a las poblaciones distribuidas en el área del proyecto, capas de 1 a 2 cm. de espesor, pueden provocar daños de suma importancia en el equipamiento mecánico y eléctrico. La maquinaria expuesta deberá ser sometida a cuidadoso procedimiento de limpieza, para evitar posteriores problemas por efecto de la abrasión. Igualmente, la limpieza debe realizarse con maquinaria especialmente preparada para trabajar en medios muy abrasivos.

La ceniza disminuye rápidamente la capacidad de filtración del suelo, taponando cañerías y cauces de agua, aumentando considerablemente el riesgo de inundaciones.

**7.7.3.3 Riesgos Bióticos**

Acorde a la información detallada de forma clara en el numeral 2.2 Medio biótico de la línea base del presente estudio, donde se detallan las características bióticas del área que abarca la estación Quitumbe y la variante de 2.6 km, donde se describe que es un área intervenida en su totalidad y no se han identificado especies sensibles, encontrándose especies generalistas que se han adaptado al medio. En tal razón, no se ha identificado riesgos bióticos del entorno al proceso.

**7.7.3.4 Riesgos Sociales**

*Tabla 7-26 Resultados de la evaluación de riesgos*

Riesgo	Frecuencia	Gravedad	Categorización del Riesgo
Bloqueo de vías o retenciones	2	C	2 C (BAJO)

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda., 2016

**Bloqueo de vías o retenciones**

En las condiciones actuales, esta probabilidad es baja, tomando en cuenta la dinámica establecida en la zona en la cual las comunidades y las empresas priorizan el diálogo antes que el enfrentamiento. En segundo lugar, el enfoque social de la empresa a cargo del proyecto de trazado de la Variante Quitumbe tiene en perspectiva, y esta es generar plazas de trabajo para las diferentes fases del proyecto. Las relaciones comunitarias de la empresa deberán estar enfocadas a repartir equitativamente las fuentes de trabajo en las comunidades del área de influencia directa, a partir de un proceso de socialización e identificación de número de trabajadores disponibles con un enfoque inclusivo.

Con una adecuada socialización del proyecto se reducirán la aparición de conflictos. Es importante en el proceso establecer compromisos claros y cumplirlos con las directivas reconocidas.

Para las comunidades aledañas, la perspectiva de tener mejoras en el servicio vial puede constituir un punto de partida para una negociación exitosa, siempre y cuando se socialice adecuadamente las características del proyecto, explicando las ventajas de la tecnología que utiliza la empresa como de bajo impacto ambiental. Por tanto, se considera una calificación: **2C Bajo**.

#### **7.7.4 Conclusiones**

- En relación a los riesgos del proceso al entorno, específicamente para incendios, derrames de hidrocarburos y eléctricos, se ha calificado los mismos como BAJOS debido a las condiciones del proyecto (Al ser un proyecto nuevo), y las condiciones de seguridad que se manejarán en el desarrollo del mismo, disminuyendo de esta manera la probabilidad de ocurrencia de este tipo de riesgos.
- El área donde se realizarán trabajos presenta riesgo volcánico, siempre y cuando entre en erupción algún volcán que se localiza en el área de influencia y la dirección de los vientos transporte el material hacia el sector del proyecto.
- Esta misma zona está expuesta a riesgo sísmico siempre y cuando ocurra un sismo en el tiempo que se esté ejecutando las actividades del proyecto con epicentro en zonas cercanas y magnitudes similares o superiores a las registradas en el historial sísmico del Ecuador.
- Debido a las características del área donde se desarrollará el proyecto no se han identificado riesgos bióticos del proceso al entorno ni viceversa.
- En relación a los riesgos sociales, se han identificado que estos son riesgos BAJOS, de probabilidad baja de ocurrencia y con consecuencias menores, en caso de presentarse. Esto dependerá del manejo adecuado del departamento de relaciones comunitarias con relación a la socialización del proyecto.

## Contenido

<b>8</b>	<b>PLAN DE MANEJO .....</b>	<b>2</b>
	<b>8.1 ROLES Y RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>2</b>
	<b>8.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>5</b>
	<b>8.3 RESUMEN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>7</b>
	<b>8.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
	8.4.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.....	11
	8.4.2 Plan de manejo de desechos.....	21
	8.4.3 Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .....	35
	8.4.4 Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias.....	84
	8.4.5 Plan de Relaciones Comunitarias .....	114
	8.4.6 Plan de Capacitación Ambiental.....	118
	8.4.7 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas .....	124
	8.4.8 Plan de Monitoreo y Seguimiento.....	126
	8.4.9 Plan de Cierre y Abandono.....	146
	<b>8.5 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>148</b>
	8.5.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.....	148
	8.5.2 Plan de manejo de desechos.....	154
	8.5.3 Plan de contingencias y respuestas a emergencias.....	155
	8.5.4 Plan de capacitación ambiental.....	155
	8.5.5 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.....	155
	8.5.6 Plan de monitoreo y seguimiento .....	155
	<b>8.6 FASE DE CIERRE.....</b>	<b>162</b>
	8.6.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.....	162
	8.6.2 Plan de manejo de desechos.....	163
	8.6.3 Plan de seguridad industrial y salud ocupacional.....	163
	8.6.4 Plan de contingencias y respuestas a emergencias.....	164
	8.6.5 Plan de capacitación ambiental.....	164
	8.6.6 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.....	164
	8.6.7 Plan de cierre y abandono.....	165
	8.6.8 Plan de seguimiento y monitoreo .....	165



## **8 PLAN DE MANEJO**

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se define como el *“Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto<sup>1</sup>.”*

El Plan de Manejo Ambiental original se presentó a la autoridad en el “Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito (2013)” realizado por Gesambconsult Cía. Ltda. tomando en cuenta los 22 km que abarca toda la línea que atraviesa Quito y las 15 estaciones diseñadas, adicionalmente se realizó un actualización al Plan de Manejo Ambiental que fue aprobada por el Ministerio de Ambiente mediante Oficio Nro. MAE-SCA-2015-3179 del 07 de octubre del 2015.

El Estudio Complementario que comprende una Variante de 2,6 km en el tramo desde Patio de Cocheras hasta su entronque con la Estación Morán Valverde, comprende actividades constructivas y de operación ya consideradas en el tramo original por lo cual es importante recalcar que las medidas que corresponderían a un Plan de Manejo Ambiental para el tramo de la Variante Quitumbe de 2,6 Km ya han sido establecidas en el Plan de Manejo del EIA aprobado en el 2013 y actualizado al año 2015. Adicionalmente, los costos de realización de estas medidas ya fueron considerados y no se colocan costos adicionales.

Con estos antecedentes el Plan de Manejo Ambiental establece las actividades del plan de manejo actualizado que se consideren necesarias según las actividades constructivas y de operación que se realizaran en el tramo variante, así como de sus optimizaciones.

Los planes de manejo ambiental que se presentan se encuentran diferenciados para cada una de las fases del proyecto, las mismas que son: construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono.

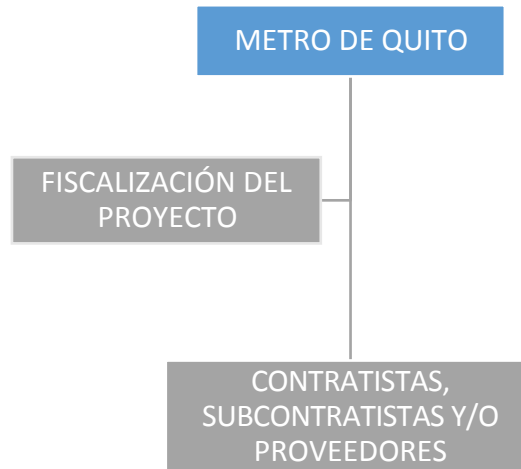
### **8.1 ROLES Y RESPONSABILIDADES**

La estructura funcional del proyecto se mantiene y se detalla a continuación:

---

<sup>1</sup>TULSMA, Libro V de la Calidad Ambiental.

**Ilustración 8-1. Funcionalidad del Proyecto**



Elaborado por: Ecosambito, 2016

La estructura establece líneas claras de responsabilidad en lo referente a la implementación de las medidas ambientales, incluyendo al responsable de cada área. De esta manera se asegura el cumplimiento efectivo de las medidas propuestas.

La EPMMQ es responsable de:

- ✓ Cumplir y hacer cumplir el presente Plan de Manejo Ambiental y la legislación ambiental vigente.
- ✓ Entregar e informar a los empleados, fiscalizadores y contratistas el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la autoridad.
- ✓ Motivar la participación de todos sus empleados en el Plan de Manejo Ambiental
- ✓ Valorar la efectividad del PMA, a través de reportes entregados por la fiscalización del proyecto.
- ✓ Detectar incumplimientos del Plan de Manejo Ambiental y exigir medidas correctivas inmediatas.

La fiscalización del proyecto es responsable de:

- ✓ Vigilar el seguimiento del PMA por parte de las contratistas
- ✓ Reportar de forma oportuna a la EPMMQ de la obra, acerca de posibles desvíos y puntos críticos en el cumplimiento del PMA, por parte de las contratistas.
- ✓ Realizar reportes mensuales, donde se detalle el cumplimiento por parte de las contratistas, los mismos que serán entregados a gerencia para su aprobación.
- ✓ Proponer soluciones de posibles correctivos a los incumplimientos del PMA

Las contratistas y subcontratista, tienen la obligación de:

- ✓ Cumplir a cabalidad con el PMA aprobado por la autoridad.

- ✓ Implementar todos los procedimientos, planes y programas que la EPMMQ requiera para la adecuada gestión de los impactos identificados.
- ✓ Comunicar el Plan de Manejo Ambiental.
- ✓ Asegurar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el presente documento en cada uno de sus sub planes.
- ✓ Implementar el Plan de Manejo Ambiental en cada una de las áreas respectivas.
- ✓ Programar la ejecución de actividades de acuerdo a lo previsto en el cronograma.
- ✓ Asegurar la socialización del PMA, educando al personal sobre las medidas aplicables más adecuadas.
- ✓ Crear los respectivos respaldos y medios de verificación que se establecen en el presente documento y que respalden el cumplimiento y la gestión realizada en el área ambiental.
- ✓ Aplicar acciones correctivas en caso de detectar incumplimientos al Plan de Manejo Ambiental.

Los demás empleados y usuarios son responsables de:

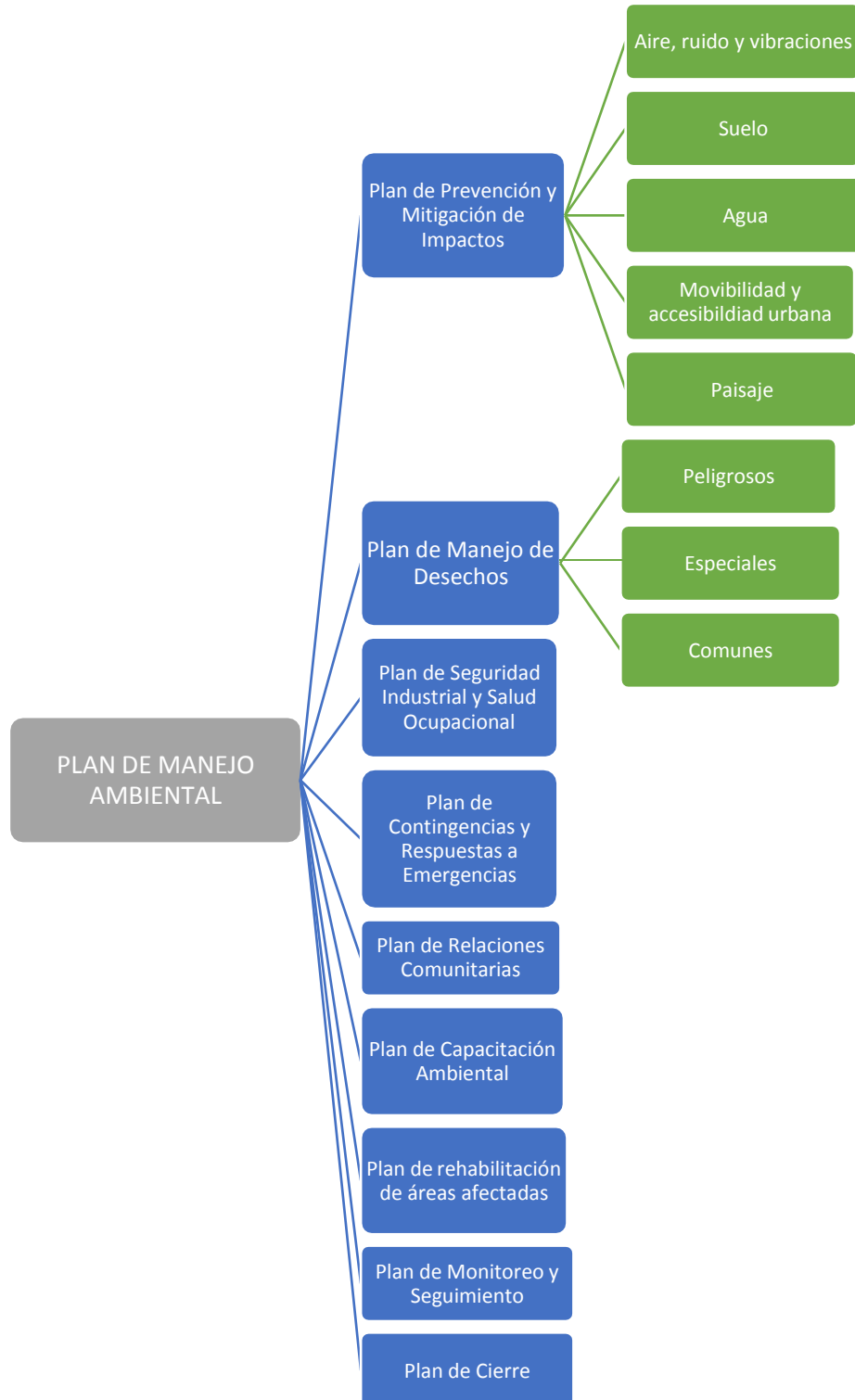
- ✓ Cumplir con las disposiciones impartidas en el presente documento.
- ✓ Reportar al supervisor inmediato cualquier inquietud, peligro o riesgo presente en su lugar de trabajo.

## 8.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental, está conformado por los siguientes sub – planes:

- Plan de prevención y mitigación de impactos
  - Plan de prevención y mitigación de la contaminación del aire, ruido y vibraciones
  - Plan de prevención y mitigación de la contaminación de los suelos
  - Plan de prevención y mitigación de afectación al agua
  - Plan de prevención y mitigación del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana
  - Plan de prevención y mitigación del impacto paisajístico
- Plan de Manejo de Desechos
- Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias
- Plan de Relaciones Comunitarias
- Plan de Capacitación Ambiental
- Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas
- Plan de Monitoreo y Seguimiento
- Plan de Cierre y Abandono

**Ilustración 8-2.** Plan de Manejo Ambiental de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito



Elaborado por: Ecosambito, 2016

### 8.3 RESUMEN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

<b><u>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</u></b>	
<b>Plan de prevención y mitigación de impactos</b>	
	Medidas para el control de la contaminación del aire por material particulado
	Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas
	Medidas para el control de ruido
	Medidas para el control de las vibraciones
	Medidas preventivas para la contaminación de suelos
	Medidas correctivas - Remediación de suelos contaminados
	Plan de prevención y mitigación de impactos al componente agua
	Plan de prevención y mitigación de impactos a la movilidad y accesibilidad urbana
	Plan de prevención y mitigación de impactos paisajísticos
<b>Plan de manejo de desechos</b>	
	Recolección y segregación de residuos
	Almacenamiento temporal
	Residuos Orgánicos
	Material de desbroce
	Material de excavación del túnel
	Residuos no reciclables/ no peligrosos
	Residuos reciclables
	Residuos peligrosos
	Residuos especiales
	Vertidos
	Tratamiento
	Disposición final
	Transporte de desechos
<b>Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional</b>	
	Política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
	Protección de la Salud de los Trabajadores: Afiliación del Personal al IESS
	Reuniones de Seguridad y Comunicaciones
	Reportes e Investigación de Accidentes e Incidentes
	Responsabilidades y Obligaciones
	Conformación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo
	Identificación de Riesgos y Medidas de Prevención Asociadas
	RIESGOS FÍSICOS
	RIESGOS QUÍMICOS
	RIESGOS ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA
	Regulaciones
	Educación sobre seguridad
	Medidas de Higiene y Control de Vectores
	Reglas de Orden y Limpieza
	Exposición al Ruido y Vibraciones en el Trabajo
	Exposición a Sustancias Contaminantes en el Área de Trabajo
	Manejo de Líquidos Combustibles e Inflamables y Sustancias Tóxicas

Procedimientos Especiales	
	Trabajos con Redes Eléctricas
	Operación con Maquinaria Pesada
	Trabajo con Maquinaria de Elevación
	Excavaciones
	Trabajos con Soldadura
Seguridad Micro Ambiente del Lugar de Trabajo	
Equipos de Protección Personal	
Señalización	
Protección y Prevención Contra incendios	
Medicina Laboral Preventiva: Primeros Auxilios	
<b>Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias</b>	
	Capacitación al Personal y Formación de Brigadas
	Políticas Básicas
	Cumplimiento de Normativa y Empleo de Buenas Prácticas
	Prioridades de Actuación
	Organización del Plan
	Medidas de Prevención y Contención de Derrames en las Obras
	Equipo Contra incendios
	Instalaciones de Carga y Descarga
	Equipo de Control de Derrames
	Sistemas de Comunicación y Alarma
	Equipos de Primeros Auxilios y de Protección Personal
	Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Equipos
	Accesos a los Sistemas de Comunicación o Alarma
	Requerimiento de Espacios
	Acuerdos con Autoridades
	Disposición de Equipos para Casos de Emergencia
	Fallas de los Equipos
	Medidas de Respuesta a Emergencias para las Obras
	Previsiones en Seguridad para las Obras
	Procedimiento General de Acción para Emergencias
	Procedimiento de Acción en Derrames de Combustibles o Lubricantes
	Procedimiento de Acción ante Conato de Incendio
	Procedimiento de Acción en Incendios
	Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores (contusiones y laceraciones)
	Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con el Manejo de Sustancias Químicas
	Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores (pérdida de conocimiento, hemorragias, dolor intenso y otras)
	Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con Riesgos Biológicos

Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores Relacionados con Riesgos Biológicos
Procedimiento de Acción ante Colapso en la Clave del Frente de Excavación del Túnel
Procedimiento de Acción ante Inundación del Frente de Excavación del Túnel
Procedimiento de Acción ante Explosión
Procedimiento de Acción ante la Afectación Súbita de Infraestructuras durante las Excavaciones Subterráneas
Procedimiento de Acción ante Caída Total del Suministro de Electricidad en Excavaciones Subterráneas
Procedimiento de Acción en el Caso de Salida de Suelos Contaminados durante la Excavación del Túnel
Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Erupción Volcánica
Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Sismos
Equipos y Materiales para el Control de Emergencias en las Obras
Programa de Entrenamiento de los Trabajadores y Simulacro
Revisiones y Actualizaciones del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias
Criterios para Clasificación de Lesiones Personales
<b>Plan de Relaciones Comunitarias</b>
Programas del Plan de Relaciones Comunitarias
Programa de acuerdos y Gestión de Reclamos
Medidas para la gestión de reclamaciones
Medidas para los acuerdos
Programa de Relacionamiento Comunitario
Programa de información y seguimiento
<b>Plan de Capacitación Ambiental</b>
Aspectos y Actividades del Plan
Temas Ambientales
Temas Seguridad Industrial
Concienciación e Información Ambiental para la Población
Actores de capacitación
Metodología de Capacitación
La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en temas ambientales
La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en temas de seguridad industrial
La Contratista deberá entregar folletos sobre concienciación e información ambiental a la población
<b>Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas</b>
Medidas para la rehabilitación de áreas residenciales, casas o edificios emblemáticos
<b>Plan de Monitoreo y Seguimiento</b>
Estructura del Plan de Monitoreo
Programa de Monitoreo a La Implementación del Plan de Prevención Y Mitigación de Impactos Ambientales
Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire



Programa de monitoreo de ruido
Programa de monitoreo de niveles de Vibración
Programa de Monitoreo de la Calidad de Aguas Superficiales
Programa de Monitoreo de Suelo
Programa de Monitoreo sobre la afectación a la Movilidad y Accesibilidad Urbana
Programa de monitoreo y control de impactos paisajísticos
<b>Plan de Cierre y Abandono</b>
Cierre y abandono de frentes de obra
Cierre y abandono de la fase constructiva
<b>Plan de prevención y mitigación de impactos</b>
Plan de prevención y reducción de la contaminación del aire, ruido y vibraciones
Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas
Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas
Medidas para el control de ruido
Medidas para el control de las vibraciones
Plan de prevención y mitigación de contaminación de suelos
Plan de prevención y mitigación de afectación al agua
Plan de prevención y mitigación del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana
Plan de prevención y control de impactos paisajísticos
<b>Plan de manejo de desechos</b>
<b>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional</b>
<b>Plan de contingencias y respuestas a emergencias</b>
<b>Plan de capacitación ambiental</b>
<b>Plan de rehabilitación de áreas afectadas</b>
<b>Plan de monitoreo y seguimiento</b>
Auditorías ambientales
Monitoreo de la calidad del aire
Monitoreo de las emisiones de ruido
Monitoreo de los niveles de vibración
Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales
<b>Plan de prevención y mitigación de impactos</b>
Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas
Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de gases
Medidas para el control de ruido
Medidas para el control de vibraciones
Medidas de control de la contaminación de suelos
Medidas para el control de la afectación al agua
Medidas de control del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana
Medidas control de impactos paisajísticos
<b>Plan de manejo de desechos</b>

<b>Plan de seguridad industrial y salud ocupacional</b>
<b>Plan de contingencias y respuestas a emergencias</b>
<b>Plan de capacitación ambiental</b>
<b>Plan de rehabilitación de áreas afectadas</b>
<b>Plan de cierre y abandono</b>
<b>Plan de seguimiento y monitoreo</b>

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

## **8.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN**

### **8.4.1 Plan de prevención y mitigación de impactos**

#### **8.4.1.1 Medidas para el control de la contaminación del aire por material particulado**

Los impactos más importantes asociados principalmente a la fase de construcción se asocian a la emisión de polvo que se generará como consecuencia de los movimientos de tierra y como consecuencia del transporte del material sobrante de la excavación y escombros. También existe el riesgo de transporte de partículas de cemento, arena y cal, entre otras, producto de las actividades de la construcción.

Para prevenir o minimizar el impacto de contaminación del aire por emisión de material particulado, se aplicarán las siguientes medidas:

- ✓ Establecer lugares adecuados para el almacenaje, mezcla y carga de los materiales de construcción, deben estar localizados en sectores cuyos usos del suelo sean compatibles con estas actividades, concretamente deberían evitarse sitios adyacentes a áreas residenciales.
- ✓ Presentar cerramiento periférico, que aisle física y visualmente las actividades que se desarrollen dentro de estos lugares.
- ✓ Usar riegos periódicos de agua en estas zonas para evitar la migración del material a consecuencia del viento.
- ✓ Los acopios de materiales tanto de construcción como del movimiento de tierras que puedan producir polvo se establecerán a resguardo de los vientos dominantes y a ser posible en sitios de reducida visibilidad; este material deberá ser cubierto con lonas que eviten su dispersión.
- ✓ Se deberá realizar la limpieza y mantenimiento adecuado de los vehículos de transporte de materiales para evitar que las ruedas u otras partes del vehículo porten barro que pueda ser depositado en otras zonas y que, tras su secado, por efecto del viento, ensucien el entorno.
- ✓ Mantener húmedas, durante la temporada seca, las áreas de trabajo que presenten suelos desnudos, para minimizar la dispersión de polvo.
- ✓ El transporte de materiales pulverulentos se realizará en vehículos especiales de caja cerrada o bien se cubrirán las cajas con lonas; esta condición se verificará a la salida del

vehículo de la obra.

- ✓ Los proveedores tendrán la obligación de verificar mediante registros y documentos que los áridos y materiales de préstamos que se utilicen durante la obra cuenten con los respectivos permisos.
- ✓ En el caso de necesitar usar algún equipo de perforación, estos dispondrán de sistemas de captación de polvo (campana a la salida de la perforación y filtros).
- ✓ Cumplir con los procedimientos vinculados al presente plan.

#### **8.4.1.2 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.1.3 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.1.4 Medio de Verificación**

- Registro fotográfico
- Registros de mantenimiento de vehículos y maquinarias
- Registros del cumplimiento de los procedimientos

#### **8.4.1.5 Presupuesto**

\$ 40.000,00 dólares.

#### **8.4.1.6 Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas**

Tal y como ha quedado reflejado en otros apartados de este Estudio Complementario, si bien en la actualidad los niveles de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> están dentro de los límites permisibles, las previsiones del crecimiento del tráfico rodado harán empeorar la calidad atmosférica en un futuro.

En este sentido, los impactos más importantes asociados a la fase de construcción se asocian a un aumento en las emisiones gaseosas como consecuencia del funcionamiento de los equipos y maquinaria de construcción.

Para prevenir o minimizar el impacto de contaminación del aire por emisiones gaseosas, se aplicarán las siguientes medidas:

- ✓ Realizar el mantenimiento adecuado de toda la maquinaria de construcción y transporte para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar la emisión de contaminantes.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán pasar la revisión técnica vehicular y contar con la matrícula actualizada.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán tener mantenimientos periódicos que garanticen un buen estado físico y mecánico.
- ✓ Las contratistas tendrán la obligación de verificar las condiciones de seguridad de los vehículos que ingresen a las diferentes áreas de trabajo, esto se realizará a través de checklist donde se evidencie lo siguiente: condiciones de las llantas, luces, extintor, entre otros.
- ✓ Las contratistas presentaran de forma mensual, reportes y registros que validen las medidas antes expuestas.
- ✓ Las maquinarias de combustión interna, deberán contar con mantenimientos acorde a las especificaciones del fabricante.
- ✓ Todos los vehículos que formen parte de la obra deberán contar con sistemas de reducción de emisiones (catalizadores), de igual forma la contratista tendrá la obligación de aplicación de esta medida mediante un registro de cada vehículo y sus características.
- ✓ En trabajos subterráneos, se deberá verificar la presencia de gases (COV's) previo el avance de la obra con el fin de evitar explosiones, esto se realizará mediante registros a cargo del jefe de obra. El procedimiento para la medición de los mismos, será presentado a EPMMQ, en la fase de construcción.

#### **8.4.1.7 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.1.8 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.1.9 Medio de Verificación**

- Registro fotográfico

- Registros de mantenimiento de maquinarias
- Listas de chequeo de seguridad en vehículos

#### **8.4.1.10 Presupuesto**

\$ 20.000,00 dólares.

#### **8.4.1.11 Medidas para el control de ruido**

Los mayores impactos en relación a la generación de ruido, durante la fase de construcción, se asocian al uso de maquinaria y equipos, así como a otras actividades comunes de construcción que tienden a incrementar los niveles de ruido de forma temporal.

Entre las medidas a implementar para minimizar las afectaciones por ruido durante la fase de construcción, se debe cumplir con lo siguiente:

- ✓ Cumplir con todas las normas, regulaciones y ordenanzas gubernamentales en referencia a control de niveles de ruido aplicables a cualquier trabajo relativo a la etapa de construcción.
- ✓ Establecer cronogramas para el uso de las maquinarias que más ruido generan, evitando realizar las actividades más ruidosas (como empleo de martillos neumáticos) en horas poco adecuadas (horario nocturno).
- ✓ Se aplicarán medidas de insonorización en las maquinarias que sea posible y que esto no afecte su operatividad y eficiencia.
- ✓ Realizar un mantenimiento preventivo en la maquinaria y equipos de construcción (engrase de piezas móviles, limpieza permanente, reemplazo de piezas averiadas, etc.), para evitar posibles ruidos vinculados a desperfectos mecánicos.
- ✓ Estará prohibido y limitado el uso de bocinas y altavoces en casos innecesarios.
- ✓ Comunicar y coordinar oportunamente el desarrollo de alguna actividad que sea requerida y que produzca altos niveles de ruido, al responsable de HES. Mantener registro de esta actividad

#### **8.4.1.12 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

**8.4.1.13 Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

**8.4.1.14 Medio de Verificación**

- Registro fotográfico
- Cronograma de operación de maquinarias
- Registros de cumplimiento de las medidas

**8.4.1.15 Presupuesto**

\$ 25.000,00 dólares.

**8.4.1.16 Medidas para el control de las vibraciones**

Las actividades propias de la construcción del proyecto, son la remoción de estructuras, el movimiento continuo de equipo pesado, el uso de equipos y maquinarias para realizar las excavaciones y perforaciones, el movimiento de la cabeza cortadora de la tuneladora, así como la instalación de las infraestructuras del túnel y la estación. Estas actividades podrían generar la propagación de vibraciones en el terreno. Se indican a continuación las principales medidas que deberán ser adoptadas e implementadas para lograr evitar o mitigar dichas vibraciones:

- ✓ Se establecerá un programa de monitoreo permanente de vibraciones, a lo largo de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, con énfasis en los tramos a ser desarrollados en túnel y en las zonas más vulnerables por ejemplo, edificaciones antiguas, o muy cercanas a la línea.
- ✓ Conducir inspecciones de integridad estructural en estructuras críticas (pre y post
- ✓ Llevar registros sistematizados del movimiento de suelo y roca mediante el uso de extensómetro de varillas

**8.4.1.17 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al ser el proponente del proyecto.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

**8.4.1.18 Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

**8.4.1.19 Medio de Verificación**

- Aplicación del Estudio de auscultación
- Registros de mediciones

**8.4.1.20 Presupuesto**

\$20.000,00 dólares.

**8.4.1.21 Medidas preventivas para la contaminación de suelos**

Pese al riesgo leve de que se produzca una contaminación de los suelos, se han previsto una serie de medidas preventivas:

- ✓ El mantenimiento de maquinarias y vehículos se lo deberá realizar en centros autorizados; en caso de ser necesario realizar trabajos menores de daños y/o desperfectos vehiculares, el área deberá ser debidamente impermeabilizada para evitar posibles derrames menores de aceites y combustibles.
- ✓ Queda prohibido el realizar mantenimientos preventivos dentro de las áreas de trabajo.
- ✓ En caso de existir derrames menores o liqueo de combustibles, estos deberán ser recolectados para su disposición final en su respectiva área.
- ✓ Las áreas de frente de obra deberán contar con un kit en caso de derrames menores que cuenta con todo lo necesario para su detención y recolección.
- ✓ No se prevé derrames mayores; pero en caso de existir se considerará el plan de contingencias del presente documento.
- ✓ Los lugares específicos para el almacenamiento de combustibles, lubricantes, y productos tóxicos o peligrosos, contará con las medidas de contención adecuadas para evitar posibles fugas y derrames.
- ✓ El manejo de los residuos peligrosos y especiales, se lo realizará acorde al Plan de desechos del presente documento, priorizando las medidas a ser tomadas en su manejo para evitar posibles derrames y contaminación del suelo.
- ✓ Los residuos serán enviados a sitios autorizados, ningún residuo podrá ser eliminado en áreas no autorizadas del proyecto; de esta manera se evitará la generación de lixiviados.
- ✓ Una vez finalizadas las obras se dismantelarán las estructuras temporales y restaurarán las zonas puntualmente afectadas (consultar también el Programa de rehabilitación de áreas afectadas).
- ✓ Previa la instalación de campamentos de obra, talleres, fábricas de dovelas, etc., se solicitará a la fiscalización la previa autorización para el uso de las áreas respectivas a ser utilizadas.

#### **8.4.1.22 Medidas correctivas - Remediación de suelos contaminados**

- ✓ La contratista tendrá la obligación de verificar que las diferentes áreas de trabajo no cuenten con derrames menores o mayores que requieran de intervención inmediata. En caso de que se identifique un área que requiera de intervención y/o remediación inmediata, se realizará las gestiones del caso para su remediación inmediata.
- ✓ La remediación de suelos contaminados deberá ser realizada mediante empresas calificadas para este fin, y que cuenten con los respectivos permisos ambientales.
- ✓ Previa la remediación se deberá realizar un registro del material contaminado, donde se evidencie: peso, características físicas de la muestra, entre otros.
- ✓ Una vez remediado el suelo contaminado, previa su verificación de calidad mediante un muestro puntual, podrá ser reutilizado en las actividades antes expuestas en relación al manejo de material de excavación.
- ✓ Para el envío del suelo contaminado, se deberá establecer previamente, las necesidades de remediación, dependiendo de: cantidad de material contaminado, importancia de la remediación, entre otras características.
- ✓ Todo material contaminado deberá ser entregado mediante registros del mismo y con cadena de custodia de la empresa responsable de la remediación.

#### **8.4.1.23 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.1.24 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.1.25 Medio de Verificación**

- Mantenimiento de maquinarias y equipos
- Registro de entrega de residuos
- Registros fotográficos

#### **8.4.1.26 Presupuesto**

\$ 20.000,00 dólares.



#### **8.4.1.27 Plan de prevención y mitigación de impactos al componente agua**

- ✓ Todas las instalaciones tanto temporales como permanentes se dotarán de sistemas de intercepción de la escorrentía superficial que será evacuada a través de los colectores o ejes de drenajes existentes en la zona.
- ✓ Al objeto de garantizar el funcionamiento de los entubamientos y colectores existente se respetarán estos, pasando los túneles por encima o por debajo. En caso de necesidad de modificar algún colector o entubamiento se evitará la creación de sifones.
- ✓ Además de estudiar su ubicación y para aumentar la seguridad, las bocas de metro se dotarán de sistemas que impidan la entrada de agua de escorrentía superficial en las mismas.
- ✓ No se mantendrán depósitos de combustibles en los frentes de obra, salvo los que llevan instalados la maquinaria. El almacenamiento de combustible deberá hacerse en la estación de servicio de combustible más cercana. En el caso de requerirse un abastecimiento de tipos de combustibles que no sean comercializados en gasolineras se deberá contar con los permisos respectivos ante las autoridades ambientales ecuatorianas, y los sitios de almacenamiento temporal deberán cumplir con la NT INEN 2266 y demás normas para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias peligrosas.
- ✓ Los materiales peligrosos (aceites, grasas, residuos peligrosos, etc.) se almacenarán en recintos cubiertos, dotados de solera impermeabilizada y sin conexión exterior. Es conveniente que estos recintos estén dotados de sistema de recogida de derrames y fugas conectada con una arqueta impermeabilizada que favorezca la recogida de los posibles residuos que se generen. El almacenamiento temporal de este tipo de materiales deberá cumplir con la normativa ambiental y de seguridad vigente.
- ✓ Las aguas negras que se generen en cualquier fase del proyecto se evacuarán a través de la red de saneamiento municipal, si no existe red de saneamiento municipal se aplicará un sistema de tratamiento, jamás se verterá directamente a la naturaleza.
- ✓ En el eventual caso de que se llegará a presentar el efecto dren se procederá con la impermeabilización de las paredes del túnel que discurren bajo el acuífero.
- ✓ En cuanto al efecto pantalla o barrera, en la zona inicial, el diseño contempla la ejecución del túnel mediante el método denominado entre pantallas, por tanto cabría la posibilidad de existencia de este fenómeno, pero no tendría ninguna afectación ya que la variación estaría en rangos similares a los que se producen por la variación estacional.

##### **8.4.1.27.1 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

**8.4.1.27.2 Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

**8.4.1.27.3 Medio de Verificación**

- Registros de Monitoreos
- Registros fotográficos

**8.4.1.27.4 Presupuesto**

\$ 30.000,00 dólares

**8.4.1.28 Plan de prevención y mitigación de impactos a la movilidad y accesibilidad urbana**

Con el fin de reducir el impacto por obstrucción de vía o efecto barrera, tanto para el tráfico como para los peatones se llevarán a cabo las siguientes medidas:

- a) Se establecerá una línea básica de tránsito, en la que se asegurará que no habrá cortes ni alteraciones.
- b) Se definirá de forma clara el plan de desvíos de tráfico, las vías que quedarán obstruidas o alteradas y el tiempo de duración de las mismas. Este plan incluirá también las áreas que se habiliten temporalmente para cierto uso de viandantes. Este plan será previamente aprobado por Metro de Quito.
- c) Las líneas de buses, trole y otros transportes, serán reestructuradas para evitar las zonas de obra, siempre respetando la similitud y cercanía al trayecto real.
- d) Para los peatones se instalará dispositivos y señalización, con el fin de crear el menor malestar posible.
- e) Las obras se llevarán a cabo siempre que sea posible en horarios de menor afluencia de peatones y tráfico, de preferencia en horas de la noche siempre que no generen ruido.
- f) Señalizar y limitar las rutas que seguirá la maquinaria pesada.
- g) La contratista encargada de la obra deberá presentar a Metro de Quito un plan vial que deberá integrar rutas, horarios y procedimientos para garantizar mínimos impactos al tráfico de la ciudad. Este deberá ser previamente aprobado por Metro de Quito previo inicio de actividades.

Las medidas para el desvío del tráfico y la señalización de vías se coordinarán con las instituciones encargadas de movilidad, el fin de minimizar molestias, evitar accidentes de tráfico

y atropellos de peatones. Las medidas mencionadas se definirán en coordinación con las autoridades locales de movilidad y seguridad.

Las características de la señalética utilizada deben estar acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad y las medidas establecidas en el Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del presente documento.

#### **8.4.1.28.1 Localización**

Concretamente las vías que se verán afectadas por cortes y desvíos de tráfico por las obras de construcción son las siguientes:

Estación Quitumbe: Dársenas y acceso actual a la terminal, parcelas privadas en el área destinada a los patio

Todas las áreas a ser intervenidas en la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito.

#### **8.4.1.29 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.1.30 Indicadores**

No aplica

#### **8.4.1.31 Medios de verificación**

- ✓ Plan de Movilidad
- ✓ Registros fotográficos

#### **8.4.1.32 Presupuesto**

\$ 100.000,00 dólares.

#### **8.4.1.33 Plan de prevención y mitigación de impactos paisajísticos**

Las medidas de aplicación durante la fase de construcción son las siguientes:

En las áreas verdes, realizar el desbroce estrictamente necesario de aquellas áreas donde se instalarán las estructuras de la Primera Línea del Metro.

- Restaurar las zonas verdes afectadas tras la realización de las obras.
- Implantar en la medida de las posibilidades nuevas zonas verdes en las zonas afectadas por las obras.
- Aprovechar las áreas de acceso a las estaciones para establecer parques y jardines que ofrezcan un ambiente que contribuya a reducir el impacto visual de las instalaciones del Metro.
- Las zonas de obra en superficie se dotarán de vallados perimetrales que actúen como barreras visuales junto a las zonas más frecuentadas por las personas. Estas vallas podrán ser decoradas por artistas locales al objeto de mejorar su integración paisajística.
- Las bocas de metro se diseñarán para integrarse en el medio urbano y arquitectónico de la zona de ubicación.

#### **8.4.1.34 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.1.35 Indicadores**

No aplica

#### **8.4.1.36 Medios de verificación**

- ✓ Registros fotográficos

#### **8.4.1.37 Presupuesto**

\$ 60.000,00 dólares.

### **8.4.2 Plan de manejo de desechos**

#### **8.4.2.1 Objetivos**

Los Objetivos del Plan de Manejo de los Desechos Sólidos son:

1. Cumplir con las regulaciones ambientales vigentes
2. Eliminar o minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio

ambiente

3. Reducir los costos asociados con el manejo de los desechos sólidos y la protección al medio ambiente
4. Realizar un inventario y monitorear los desechos generados en la fase de construcción
5. Disponer adecuadamente los desechos según las regulaciones ambientales vigentes

El plan de manejo de desechos estará enfocado en tres principios básicos:

- Reutilización
- Reciclaje
- Disposición final

#### **8.4.2.2 Medidas generales**

##### Definiciones:

Las definiciones han sido tomadas de la NTE INEN 2841-2014-03 GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS.

**Residuos orgánicos.** Son residuos biodegradables (se caracterizan porque pueden descomponerse naturalmente y tienen la característica de poder transformarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos, etc.

**Residuos Reciclables.** Residuo sólido susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos.

**Residuos No Reciclables.** Equivalente a desecho. Residuo sólido no susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos cuyo material no puede ser sometido a procesos de transformación para la elaboración de nuevos productos.

**Residuo no peligroso.** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad con base en características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico - infecciosas explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado.

**Residuos especiales.** Aquellos residuos que se encuentran determinados en el listado Nacional de Desechos Especiales, lo que implica que la regularización ambiental para su gestión, transporte, almacenamiento y disposición final serán regulados de acuerdo a los lineamientos técnicos específicos establecidos en base a la legislación ambiental vigente; que sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reutilización y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de residuos generado.

**Residuo peligroso** Los residuo sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico – infecciosas, explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables.

Los desechos generados en la fase de construcción serán separados y clasificados de acuerdo al tipo de residuo, teniendo:

- Orgánicos
- No reciclables/ nopeligrosos
- Reciclables
- Especiales
- Peligrosos

#### 8.4.2.2.1 Tipos de residuos

Los desechos que se generarán durante la fase de construcción serán:

**Tabla 8-1** Tipo de desechos

Tipo de desecho	Desechos
<b>Orgánico</b>	<p>Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.</p> <p>Material de desbroce, de movimiento de tierra y tierra procedente de las excavaciones a realizarse.</p>

Tipo de desecho	Desechos
<b>Desechos no reciclables/ no peligrosos</b>	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida, cartón, madera, metal, plástico, vidrio
<b>Reciclables</b>	<p>Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (Vidrio, plástico, papel, cartón, madera, entre otros).</p> <p>Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.</p> <p>Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos</p> <p>Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.</p>
<b>Especiales</b>	Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.
<b>Peligrosos</b>	Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B

Elaborado por: Ecosambito, 2016

Fuente: NTE INEN 2841-2014-03

#### 8.4.2.2.2 Manejo de residuos

El procedimiento para el manejo de residuos tendrá las siguientes fases:



Elaborado por: Ecosambito, 2016

#### **A. Recolección y segregación de residuos**

- ✓ Se procederá a la separación en la fuente de los residuos y su almacenamiento secundario en recipientes ubicados en cada área y/o frente de trabajo.
- ✓ Los recipientes para el almacenamiento secundario contarán con rotulación, en sitios visibles, fácil acceso, superficies planas y deberán contar con un sistema fácil de traslado de un sitio a otro.
- ✓ Los recipientes deberán encontrarse debidamente tapados y limpios, y deberán contar con fundas que permitan su retiro fácilmente.
- ✓ Las áreas de almacenamiento secundario estarán en condiciones higiénicas y sanitarias adecuadas.
- ✓ La separación correcta de los residuos y su eficiencia estarán vinculados a la capacitación del personal que forma parte de la obra, el detalle de capacitaciones y sus características se detallan en el Plan de Capacitación del presente documento.
- ✓ Un Plan de Manejo de Desechos apropiadamente planeado y ejecutado reducirá el potencial de daño al medio ambiente, por lo que una correcta formación de los trabajadores, y una adecuada difusión del Plan es de vital importancia para el éxito en su aplicación.
- ✓ Los recipientes deberán ser de materiales resistentes (plástico).
- ✓ Los volúmenes de residuos entregados a gestores ambientales autorizados y enviados a su disposición final deberán estar registrados.
- ✓ Los registros de residuos deberán ser reportados en un informe trimestral que se entregará a la fiscalización de la obra y a ser aprobado por Metro de Quito.

**Tabla 8-2. Formato de registro a ser utilizado**



REGISTRO DE RESIDUOS				
Fecha/ Desde:		Hasta:		
Tipo de residuo	Frente de obra (Referencia)	Volumen (Kg)	Disposición final	Responsable

Elaborado por: Ecosambito, 2016

### **B. Almacenamiento temporal**

El almacenamiento de los desechos sólidos se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental. El almacenamiento de residuos se lo realizara a través de puntos limpios.

El almacenamiento se produce en tres etapas:

**Almacenamiento primario:** este se ejecuta en el lugar de generación. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área en particular.

**Almacenamiento secundario:** este se ejecutará en locales o áreas específicas en los frentes de obra previa al almacenamiento final.

**Almacenamiento terciario o final:** este se aplica en un lugar destinado para este fin en la instalación previo a la transportación hacia el tratamiento o destino final. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que realiza la instalación. Estos sitios de almacenamiento serán designados como Puntos Limpios.

*Ilustración 8-3. Diseño Punto Limpio*



Fuente: SDA, 2011

Los puntos limpios deberán cumplir con las siguientes características y condiciones:

- ✓ Los puntos limpios deberán ubicarse principalmente en zonas planas, alejadas de cuerpos de agua y áreas sensibles (en caso de que aplique)
- ✓ Deberán contar con techo, que resista las condiciones climáticas y muros cortafuegos para el caso del almacenamiento de residuos cortafuegos.
- ✓ Debe contar con suficiente ventilación y adecuada iluminación que permita maniobras en horas de la noche, en caso de ser necesario.
- ✓ El área de ingreso debe contar con rampas que permitan el ingreso de los vehículos de recolección y el ingreso adecuado de los gestores ambientales autorizados. Siendo necesaria siempre una autorización previa.
- ✓ Deberá contar con salida de emergencia, que permita una salida rápida en caso de una emergencia.
- ✓ Deberá contar con rotulación de identificación del área y de las diferentes áreas de almacenamiento.
- ✓ Para determinar su capacidad se deberá considerar un volumen de residuos estimado en base al avance de obra, personal que forma parte de la misma y espacio disponible para el mismo.
- ✓ Deberá contar con señalización de seguridad e identificación de riesgos acorde a la

NTE INEN – ISO- 3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.

- ✓ Los recipientes utilizados deberán ser resistentes a las condiciones climáticas existentes y de fácil movilidad.
- ✓ Deberá contar con un kit de emergencias en caso de derrames y o explosiones.
- ✓ El ingreso al mismo debe estar libre de obstáculos
- ✓ Las áreas de almacenamiento de residuos deberán estar cerrada y con prohibición de acceso de personal no autorizado.
- ✓ Los residuos por ninguna razón serán eliminados fuera del área de almacenamiento ni de los contenedores asignados para este fin.
- ✓ Queda prohibido la eliminación de residuos de ningún tipo en quebradas, cuerpos de agua y zonas de sensibilidad.
- ✓ Queda prohibida la quema de residuos de ningún tipo en los contenedores de almacenamiento o áreas para este fin.
- ✓ Se prohíbe quemar desechos sólidos a cielo abierto
- ✓ Se prohíbe eliminar residuos en sitios de alcantarillas, vías públicas y de viviendas cercanas al proyecto.
- ✓ Los gestores ambientales deberán cumplir con las políticas de manejo de residuos en lo que se relaciona a las políticas internas de Metro de Quito, normativa ambiental aplicables y toda norma que aplique a la actividad que desarrollan.
- ✓ No se permitirá la mezcla de distintos desechos peligrosos entre sí.
- ✓ Debe estar alejado de fuentes de calor u otras que puedan provocar igniciones o explosiones.
- ✓ Debe estar cubierto para impedir la mezcla de desechos peligrosos con agua lluvia y contar con pavimento de hormigón.
- ✓ El tiempo de permanencia de cualquier desecho peligroso, generado en la obra, será como máximo de 1 mes. Estos, serán recogidos y transportados mediante gestor autorizado, el cual los trasladará a un vertedero autorizado o planta de tratamiento autorizada.

- ✓ Queda prohibido el lavado de los recipientes de residuos peligrosos dentro del área de almacenamiento.
- ✓ El sitio escogido para ubicar los contenedores de almacenamiento para desechos sólidos en el servicio ordinario, deberá permitir como mínimo, lo siguiente:
  - Accesibilidad para los usuarios.
  - Accesibilidad y facilidad para el manejo y evacuación de los desechos sólidos.
  - Limpieza y conservación de la estética del contorno.

Para el caso específico de los frentes de obra, se deberá adaptar dos puntos limpios de forma separada de acuerdo al tipo de residuo y su compatibilidad.

- ✓ Área de almacenamiento de residuos peligrosos
- ✓ Área de almacenamiento de residuos orgánicos, reciclables, no reciclables, y especiales

#### **Residuos Orgánicos**

##### **Residuos netamente orgánicos**

Estos residuos serán entregados a gestores ambientales autorizados o a su vez podrán ser enviados al relleno sanitario autorizado.

##### **Material de desbroce**

- El material de desbroce será reutilizado dentro de las actividades de rehabilitación y reconformación de áreas.
- Este material deberá estar debidamente almacenado, para evitar su descomposición.
- Será protegida para que guarde sus características naturales y permita su reutilización.

##### **Material de excavación del túnel**

- El material de excavación correspondiente a la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito será enviado a las escombreras autorizadas, que cuente con los respectivos permisos y licencia ambiental conforme lo dispuesto por el Metro de Quito.
- Las áreas de almacenamiento de material de desalojo deberán estar delimitadas y definidas con señalética que evite el paso de personal no autorizado.
- Este material será dispuesto solo en sitios autorizados previamente por el administrador del proyecto y el fiscalizador de obra.

- La intención es realizar los rellenos con los mismos materiales extraídos en la excavación, aunque en caso de necesidad, los materiales de relleno seleccionados que no se puedan obtener de las excavaciones, procederán de canteras de la zona, que contarán con las autorizaciones preceptivas.
- Todo material que pueda ser reutilizado, bien durante el desarrollo de las obras o tras las mismas, deberá ser aprovechado para minimizar la cantidad de residuos a generar.
- Del mismo modo, se deberá evitar la demolición innecesaria de cualquier tipo de elemento que pueda ser integrado en las obras y contemplarse la viabilidad de realizar el trasplante de los elementos arbóreos que sean precisos eliminar.

### **Residuos no reciclables/ no peligrosos**

Estos residuos llamados también residuos COMUNES, deberán ser enviados al recolector municipal y/o a un relleno sanitario autorizado. Previo al envío de estos residuos deberán ser segregados por segunda vez para evitar el envío de posibles materiales reciclables o que pudieran pertenecer a las otras categorías de residuos.

### **Residuos reciclables**

- ✓ Se priorizará el uso de los residuos reciclables dentro de las actividades de construcción.
- ✓ Todos los residuos reciclables deberán ser entregados a gestores ambientales autorizados.
- ✓ Estos deben ser almacenados en un área que cumpla con las características previamente mencionadas, especialmente que eviten la exposición a condiciones climáticas.
- ✓ Estos residuos deberán ser almacenados secos y limpios.

### **Residuos peligrosos**

- ✓ En caso de almacenamiento de residuos peligrosos, se deberá tener en un lugar visible las Hojas de Seguridad de los residuos almacenados, en idioma español.
- ✓ El área de almacenamiento de este tipo de residuos deberá contar con medios de extinción de incendios.
- ✓ Los materiales almacenados deberán estar ubicados de acuerdo a la compatibilidad de materiales, de acuerdo a las características específicas y de peligrosidad.
- ✓ Los recipientes deberán ser resistentes y de preferencia de materiales no inflamables (metálicos).
- ✓ Los recipientes deberán contar con el rombo de seguridad de la NFPA 740.
- ✓ Nunca se deberá almacenar materiales incompatibles dentro de la misma área de almacenamiento.

- ✓ Se deberá dar cumplimiento a la NTE INEN 2266:2013. Segunda Revisión. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Peligrosos. Requisitos
- ✓ La empresa y los proveedores que ofrezcan el servicio de transporte de residuos peligrosos y/o productos químicos deberán contar con las respectivas licencias ambientales.
- ✓ Se deberá obtener el permiso como Generador de Residuos Peligrosos, esto estará a cargo directamente de Metro de Quito.
- ✓ Deberá contar con señalización de seguridad e identificación de riesgos acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.
- ✓ Los residuos peligrosos por ninguna razón serán entregados a personal no autorizado y que cuente con los respectivos permisos.
- ✓ El área de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos deberá contar con diques perimetrales que eviten posibles derrames, el dique debe tener el 110% de la capacidad total de almacenaje de los recipientes que contienen el residuo.
- ✓ Los contratistas que realicen mantenimientos menores de maquinarias dentro del área del proyecto, deberán reportar la entrega de los residuos peligrosos generados de estos mantenimientos a gestores ambientales autorizados.

#### **Residuos especiales**

- ✓ Los residuos especiales deberán ser almacenados en áreas destinadas para este fin, para el caso de materiales inertes (escombros y materiales similares) deberán encontrarse debidamente tapados con lonas, para evitar su dispersión.
- ✓ Los materiales eléctricos en caso de generarse deberán estar cubiertos de la intemperie y evitar su oxidación.
- ✓ Las fundas de residuos especiales deberán contar con algún tipo de señalización o etiqueta que permita diferenciar claramente estos residuos.

#### **Vertidos**

- ✓ Los servicios sanitarios de la obra se conectarán con la red de saneamiento municipal. En aquellos casos en los que no sea posible realizar dicha conexión, se planteará la posibilidad de realizar la instalación de servicios químicos cuyos desechos serán recogidos y tratados por un gestor autorizado.
- ✓ En caso de que se produzca un vertido accidental de desechos se procederá a su inmediata limpieza y gestión de acuerdo con sus características. Si se trata de materiales peligrosos líquidos se procederá a su absorción con tierras, serrín u otros absorbentes. Los absorbentes utilizados y el suelo situado por debajo del vertido accidental contaminado se almacenarán en la zona de almacenaje de desechos peligrosos a la

espera de su gestión o bien si el volumen es importante se procederá a la retira inmediata por gestor autorizado.

**C. Tratamiento**

No se realizará ningún tipo de tratamiento de los residuos dentro de las instalaciones y frentes de obra, todos los residuos serán almacenados y entregados para su disposición final.

**D. Disposición final**

La disposición final de los residuos generados se detalla a continuación:

*Tabla 8-3. Disposición final de los residuos*

Tipo de desecho	Desechos	Disposición final
<b>Orgánico</b>	<p>Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.</p> <p>Material de desbroce, de movimiento de tierra y tierra procedente de las excavaciones a realizarse.</p>	<p>Gestores ambientales autorizados/Relleno sanitario/Recolección municipal</p> <p>Este material será enviado a la estación Labrador para su reutilización.</p>
<b>Desechos no reciclables/ no peligrosos</b>	<p>Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida, cartón, madera, metal, plástico, vidrio</p>	<p>Relleno sanitario/ Recolección municipal</p>
<b>Reciclables</b>	<p>Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (Vidrio, plástico, papel, cartón, madera, entre otros).</p> <p>Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.</p> <p>Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos</p> <p>Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y</p>	<p>Gestores ambientales autorizados</p>

Tipo de desecho	Desechos	Disposición final
	envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.	
<b>Especiales</b>	Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.	Escombreras autorizadas y con sus respectivas licencias ambientales/Gestores ambientales autorizados
<b>Peligrosos</b>	Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B	Gestores ambientales autorizados

Elaborado por: Ecosambito, 2015

#### **E. Transporte de desechos**

- ✓ Una vez el volumen de desecho sea suficiente, se realizará su transporte, especialmente aquellos destinados a plantas de reciclaje u a otros gestores autorizados, se realizará de manera cuidadosa evitando su caída al suelo en la ruta (adecuadamente señalizada) hacia los sitios de disposición final. Además, los vehículos dispondrán de características para evitar precisamente de dispersión de desechos (lonas o similares).
- ✓ Los vehículos destinados al transporte de desechos sólidos se emplearán exclusivamente para este tipo de actividad y se cumplirá con su capacidad de carga sin excederla.
- ✓ Los conductores se abstendrán de realizar paradas no justificadas, ajustándose al programa de operación establecido.
- ✓ Los vehículos de transporte de desechos sólidos deberán someterse a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, con limpiezas periódicas. El mismos que serán realizados por los responsables del transporte y se presentara los respectivos respaldos al fiscalizador de la obra.
- ✓ Los desechos sólidos orgánicos biodegradables serán recogidos y transportados por la Empresa Metropolitana de Aseo.
- ✓ Se registrarán tanto los contenedores transportados y su contenido como los camiones en caso de ser transportados directamente sobre el vehículo para contabilizar los volúmenes generados. Información que será recogida en el registro pertinente.
- ✓ Como se ha comentado con anterioridad, para el transporte de desechos peligrosos se utilizarán tanques y/o contenedores en buenas condiciones. Todos los líquidos



residuales se almacenarán en contenedores o tanques cerrados. Éstos no deberán estar llenos hasta el tope, y deberá dejarse un margen de 10 cm para la expansión.

- ✓ Todos los desechos peligrosos serán transportados fuera de los límites de las instalaciones de trabajo, para su posterior tratamiento o depósito. Esta actividad deberá ser documentada, y además se dispondrá de Hojas de Seguridad para el Transporte de Desechos Peligrosos de acuerdo a sus diferentes tipos.
- ✓ Para el transporte como tal, se cumplirán las características del transporte de desechos peligrosos señaladas en la Norma Técnica INEN 2266 de Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, en lo referente a:
  - Tipo, capacidad y dimensiones de la carrocería y características del vehículo que permita contener o estibar el material peligroso de tal manera que no se derrame o se escape.
  - Elementos de carga y descarga, compuertas y válvulas de seguridad, de emergencia y mantenimiento.
  - Señalización e identificación del desecho que transporta y luces reglamentarias
  - Sistemas de alarmas, aviso en caso de accidentes y sistema de comunicación para emergencias.
  - Equipo básico de emergencia para control de derrames
  - Personal capacitado para atención de emergencia.
- ✓ Durante el traslado de contenedores y para su carga y descarga se utilizarán equipos de protección personal que tendrán un uso y mantenimiento adecuado para prolongar su tiempo de vida útil, pero una vez agotada, estos equipos se dispondrán y tratarán como desechos peligrosos por lo que su transporte se ajustará en acorde.

#### **8.4.2.2.3 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.2.2.4 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.2.2.5 Medio de verificación**

- Registros de entrega de residuos
- Licencias y/o certificados ambientales de gestores ambientales
- Registros fotográficos
- Cadenas de custodia de residuos
- Permisos transporte y tratamiento de residuos

#### **8.4.2.2.6 Presupuesto**

\$ 30.000,00 dólares

#### **8.4.3 Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

La empresa Contratista deberá implementar un Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en la etapa de construcción del proyecto, con el objeto de proteger a los trabajadores que laboren en el proyecto del Metro de Quito.

Se deberá establecer y/o aplicar una política seguridad industrial y salud ocupacional, en todas las actividades que se desarrollen durante la etapa de construcción del proyecto, de tal manera que los trabajos se realicen libres de riesgos y accidentes, y si los hay, éstos sean comunicados para su evaluación y posterior adopción de mecanismos para que en el futuro estos se minimicen.

Las políticas seguridad industrial y salud ocupacional establecidas, se extenderán obligatoriamente a todas las empresas subcontratistas que lleguen a ofrecer algún servicio en el proyecto, haciéndolas responsables de proteger la integridad física de todos los trabajadores.

El personal que participe en la fase de construcción del proyecto Metro de Quito, deberá ser capacitado en aspectos de seguridad industrial, y se les dotará de todos los implementos de trabajo y de protección personal, necesarios e indispensables para evitar y/o minimizar afectaciones a la salud y a la seguridad, de acuerdo a los riesgos a los que se encuentren expuestos.

Para alcanzar los objetivos y las políticas referidas se deberán aplicar los siguientes componentes básicos:

- Efectuar la declaración de una política corporativa y compromiso directivo de la empresa Contratista para con la salud, la seguridad de los trabajadores y los programas de protección ambiental.
- Establecer un programa de entrenamiento y seguridad laboral que cuente a su vez con lineamientos claros de comunicación.
- Formalizar los procedimientos para presentación de informes e investigación de incidentes y accidentes de trabajo.

#### **8.4.3.1 Política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

La política de salud y seguridad de la empresa Contratista, se aplicará en todas las actividades de la fase de construcción del proyecto Metro Quito, para lo cual, la compañía deberá comunicar lo antes referido, a todos los trabajadores que participen en el proyecto.

La política de seguridad industrial y salud ocupacional, debe establecer el deseo por parte de la empresa Contratista de lograr un lugar de trabajo libre de accidentes mediante el cumplimiento de todos los requerimientos reglamentarios, comunicación de los potenciales peligros y riesgos, entrega de equipos de protección y realización de entrenamientos periódicos los trabajadores.

La política definirá igualmente las expectativas de la empresa Contratista respecto a sus empleados y subcontratistas, responsabilizándoles de proteger la salud y seguridad propias y de sus trabajadores.

#### **8.4.3.2 Protección de la Salud de los Trabajadores: Afiliación del Personal al IESS**

Durante la fase de construcción del proyecto, el Contratista deberá afiliar al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), a todo el personal nacional y extranjero, de acuerdo a las normas legales vigentes. En la fase de operación y mantenimiento del proyecto, la EPMMQ, asumirá esta responsabilidad con todos los trabajadores que laboren en la operación del proyecto.

#### **8.4.3.3 Reuniones de Seguridad y Comunicaciones**

Durante la fase de construcción del proyecto, la empresa Contratista ejecutará una serie regular de reuniones de seguridad industrial para verificar y asegurar el entendimiento y cumplimiento de los procedimientos ambientales y de seguridad industrial establecidos. La asistencia a estas reuniones será de carácter obligatoria.

De la misma forma, en la fase de operación y mantenimiento del proyecto Metro Quito, la EPMMQ, deberá realizar reuniones con sus trabajadores y subcontratistas para la difusión de las medidas, normas y procedimientos de seguridad y ambientales, y asegurar su correcta aplicación durante esta fase del proyecto.

#### **8.4.3.4 Reportes e Investigación de Accidentes e Incidentes**

En la fase de construcción del proyecto Metro Quito, la empresa Contratista deberá notificar inmediatamente a la entidad respectiva de control, IESS y Riesgos del Trabajo, la ocurrencia de cualquier incidente o accidente de seguridad. De igual forma deberá comunicar de lo sucedido a la EPMMQ como la empresa promotora del proyecto.

En la fase de operación y mantenimiento del proyecto, se notificará inmediatamente al Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la EPMMQ y esta a su vez al IESS

y Riesgos del Trabajo, cualquier incidente o accidente que afecte la integridad física de cualquier trabajador durante esta fase del proyecto.

Posterior a la gestión de riesgos pertinente, deberá efectuar la investigación correspondiente del accidente o incidente ocurrido, aplicando el Procedimiento de Investigación de Accidentes que haya establecido la empresa Contratista y la EPMMQ.

Teniendo como base los registros de accidentes e incidentes, la empresa Contratista y la EPMMQ en las respectivas fases del proyecto, deberán crear un sistema de reporte y estadística para los siguientes casos:

- Fatalidades.
- Heridas y enfermedades ocupacionales.
- Heridas que pueden ser atendidas en el sitio (primeros auxilios).
- Pérdidas o daño a la propiedad (incendios, explosión y accidentes de vehículos).
- Todo incidente que se presente por menor que sea el mismo.

Los reportes y estadísticas permitirán a la empresa Contratista y a la EPMMQ, hacer evaluaciones periódicas orientadas hacia el mejoramiento de los procedimientos y los sistemas de seguridad laboral implementadas en cada una de las fases del proyecto Metro Quito.

#### **8.4.3.5 Responsabilidades y Obligaciones**

Todos los empleados de la empresa contratista y subcontratistas compartirán las responsabilidades para eliminar los daños personales, fomentar la máxima eficiencia, evitar las interrupciones no planificadas como resultado de accidentes de trabajo durante la fase de construcción del proyecto.

La efectividad en el cumplimiento de estos objetivos dependerá de la participación y cooperación de los administradores, supervisores y empleados, así como de la coordinación de esfuerzos en el desempeño de sus tareas.

Las responsabilidades y obligaciones de cada uno de los intervinientes, para conseguir la eliminación de daños personales son las indicadas a continuación:

##### De la Contratista:

- Inspeccionar periódicamente el proyecto para identificar riesgos potenciales, así como garantizar la implementación de las medidas preventivas necesarias en cada momento.
- Realizar reuniones semanales con los encargados de las diversas tareas, durante todas las fases, para discutir los riesgos asociados a cada una de las actividades y las medidas preventivas y equipos de protección a emplear.

- Verificar que los subcontratistas y su personal cumplan con las medidas de prevención de riesgo y detener cualquier actividad cuya forma de ejecución se considere insegura.
- Evaluar las necesidades de modificación del presente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Investigar cualquier incidente que ocurra relacionado con los riesgos definidos en el presente Plan y verificar que se implementen las medidas necesarias tendentes a evitar la repetición de situaciones similares.

De los Subcontratistas:

- Asegurarse de que todos los empleados estén capacitados de forma apropiada sobre los requerimientos de salud y seguridad, y en sus trabajos específicos.
- Cumplir con las regulaciones nacionales y locales del proyecto.
- Reportar lesiones personales, derrames y accidentes, de forma inmediata a la administración del proyecto.
- Concertar reuniones pre-laborares y otras.
- Concertar reuniones semanales sobre seguridad con los encargados de las diferentes áreas del trabajo.
- Concertar reuniones sobre orientación en seguridad laboral con todos los empleados antes de empezar los trabajos y de forma periódica durante la ejecución del proyecto.
- Cumplir con los requerimientos de los equipos de protección personal.
- Realizar inspecciones periódicas de los equipos.
- Efectuar investigaciones sobre los accidentes para la descripción, detección de causas y prevención de lesiones que requieran primeros auxilios o que requieran ser atendidas por un médico.
- Efectuar investigación sobre los accidentes para prevenir daños a los equipos.
- Documentar mensualmente inspecciones en la obra.
- Dotar de personal entrenado y de equipos de protección contra incendios, inspeccionando los mismos de forma periódica según la reglamentación vigente.
- Dotar al personal de campo con equipos de comunicación.
- Indicar en las distintas zonas de trabajo información y números de teléfono de emergencia (médicos, centros de salud, hospitales, policía, bomberos).
- Requerir que las reuniones de análisis de seguridad se lleven a cabo con todos los grupos de trabajo participantes.

- Efectuar inspecciones mensuales de los equipos de protección personal y herramientas manuales.
- Almacenar los líquidos inflamables de manera apropiada.

De los Trabajadores:

- Cumplir con todas las reglas, regulaciones y normas en la realización de las tareas asignadas.
- Participar en las reuniones sobre seguridad y medio ambiente.
- Reportar todos los accidentes, daños personales y fugas que ocurran.
- Colaborar en investigaciones sobre salud, seguridad y medio ambiente.

#### **8.4.3.6 Conformación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo**

##### **Funciones**

Según se indica en el artículo 14 del **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo**, las empresas que cuenten con más de 15 trabajadores deberán conformar un Comité de Seguridad que estará integrado por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores, quienes de entre sus miembros designarán a un Presidente y un Secretario que durarán un año en sus funciones, pudiendo ser reelegidos indefinidamente. Si el Presidente representa al empleador, el Secretario representará a los trabajadores y viceversa. Cada representante tendrá un suplente elegido de la misma forma que el titular y que será principalizado en caso de falta o impedimento de éste.

Las empresas que dispongan de más de un centro de trabajo, conformarán subcomités de Seguridad e Higiene a más del Comité, en cada uno de los centros que superen la cifra de diez trabajadores, sin perjuicio de nominar un comité central o coordinador.

Para ser miembro del Comité se requiere trabajar en la empresa, ser mayor de edad, saber leer y escribir y tener conocimientos básicos de seguridad e higiene industrial.

Los representantes de los trabajadores serán elegidos por el Comité de Empresa, donde lo hubiere; o, por las organizaciones laborales legalmente reconocidas, existentes en la empresa, en proporción al número de afiliados. Cuando no exista organización laboral en la empresa, la elección se realizará por mayoría simple de los trabajadores, con presencia del Inspector del Trabajo.

Los titulares del Servicio Médico de Empresa y del Departamento de Seguridad, serán componentes del Comité, actuando con voz y sin voto.

Todos los acuerdos del Comité se adoptarán por mayoría simple y en caso de igualdad de las votaciones, se repetirá la misma hasta por dos veces más, en un plazo no mayor de ocho días.

De subsistir el empate se recurrirá a la dirigencia de los Jefes de Riesgos del Trabajo de las jurisdicciones respectivas.

Las actas de constitución del Comité serán comunicadas por escrito al correspondiente Ministerio, así como al empleador y a los representantes de los trabajadores. Igualmente se remitirá durante el mes de enero, un informe anual sobre los principales asuntos tratados en las sesiones del año anterior.

El Comité sesionará ordinariamente cada mes y extraordinariamente cuando ocurriere algún accidente grave o al criterio del Presidente o a petición de la mayoría de sus miembros.

Las sesiones deberán efectuarse en horas laborables. Cuando existan Subcomités en los distintos centros de trabajo, éstos sesionarán mensualmente y el Comité Central o Coordinador bimensualmente.

Las funciones del Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo de cada Empresa son las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones sobre prevención de riesgos profesionales.
- Analizar y opinar sobre el Reglamento de Seguridad e Higiene de la empresa, a tramitarse en el correspondiente Ministerio. Así mismo, tendrá facultad para, de oficio o a petición de parte, sugerir o proponer reformas al Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la Empresa.
- Realizar la inspección general de instalaciones y equipos de los centros de trabajo, recomendando la adopción de las medidas preventivas necesarias.
- Conocer los resultados de las investigaciones que realicen organismos especializados, sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que se produzcan en la empresa.
- Realizar sesiones mensuales en el caso de no existir subcomités en los distintos centros de trabajo y bimensualmente en caso de tenerlos.
- Cooperar y realizar campañas de prevención de riesgos y procurar que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en dicha materia.
- Analizar las condiciones de trabajo y solicitar a sus directivos la adopción de medidas de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Vigilar el cumplimiento del presente Reglamento y del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo.

#### **8.4.3.7 Identificación de Riesgos y Medidas de Prevención Asociadas**

Las actividades que se desarrollarán a cabo principalmente durante las fases de construcción, operación y mantenimiento, y cierre de la construcción del proyecto, implican condiciones que podrían presentar situaciones de riesgos con consecuencias para el personal que trabaja en la

obra, los equipos e infraestructuras, los residentes de las viviendas en el entorno y para el ambiente.

En este apartado se van a evaluar los riesgos y peligros inherentes a las diferentes fases de desarrollo del proyecto de forma que, de ocurrir un incidente relacionado con estos, se necesitaría la activación del Plan de Contingencias, es decir, aquellos que provocarían una situación de emergencia. Se incluirán además las medidas de seguridad e higiene que deberán ser mantenidas en todo momento para prevenir la afectación de la salud de los trabajadores de la obra.

Los principales riesgos a analizar son los siguientes:

#### **8.4.3.7.1 RIESGOS FÍSICOS**

Se indican a continuación, los principales riesgos físicos considerados, así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgo Eléctrico:**

Está relacionado con la necesidad de establecer instalaciones eléctricas temporales mientras se realizan las actividades de construcción, mantenimiento eléctrico y el proceso de operación de generadores portátiles. La principal consecuencia de este riesgo sería la electrocución del personal involucrado en estas tareas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Contratación de personal cualificado para la realización de trabajos eléctricos.
- Definición y divulgación de procedimientos claros para la ejecución de trabajos eléctricos.
- Utilización de herramientas en buen estado.
- Cumplimiento de la normativa y reglamento para Instalaciones Eléctricas.
- Empleo de extensiones eléctricas alimentadas de circuitos protegidos por interruptores automáticos (breakers) con protección de falla a tierra (GFCI) o de tomacorrientes con GFCI's.

##### **Riesgo por Uso de Equipos Mecánicos:**

Se refiere a los diversos equipos que se utilizarán durante las diversas fases del proyecto de construcción y la posibilidad de ocasionar atropellamientos a los trabajadores, cortaduras y magulladuras. Se incluye igualmente las operaciones de apoyo tales como los vehículos de transporte de materiales e insumos, y la operación de equipos con partes móviles o el mal uso de máquinas herramientas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Manejo de máquinas y herramientas sólo por personal capacitado. Se hace preciso la verificación de la certificación.



- Uso de equipos y máquinas herramientas en buen estado y con los protectores adecuados.
- Delimitación de zonas de seguridad respecto a la circulación de máquinas y vehículos.
- No sobrepasar en el sitio de la construcción y con los vehículos en carga interna (durante la operación) velocidades de 15 km/h.
- Utilizar conos y señales luminosas en zonas de peligros.

**Riesgos por Exposición a Elementos Naturales:**

Se refiere al trabajo en terrenos propensos a derrumbes, deslizamientos e inundaciones.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Solicitar al personal caminar con precaución y evitar pendientes o terrenos resbaladizos.
- Exigir el uso de calzado adecuado.
- Utilizar redes y mallas que prevengan el deslizamiento de material.
- Identificar las zonas susceptibles a deslizamientos y establecer las zonas de seguridad.

**Riesgos de Accidentes Laborales:**

Algunas partes de la obra implicarán la ejecución de trabajos en sitios de más de 2 metros de altura, lo cual conlleva la posibilidad de caer desde esos sitios. Se agrupa dentro de este riesgo la posibilidad de que caigan piezas o maquinarias desde altura con probabilidad de golpear a trabajadores.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Uso de arnés para trabajos en alturas y su anclaje a sitios seguros.
- Uso de redes protectoras.
- Instalación de barandales de protección.
- Identificación apropiada de las capacidades de los equipos de levantamiento de carga.
- Inspecciones periódicas de las condiciones de los arneses, andamios, escaleras, eslingas, zunchos y barandales. Empleo de redes protectoras.
- Empleo de superficies con propiedades antiderrapantes.
- Prohibición de subir a realizar trabajos en alturas con equipo y útiles en las manos.
- Delimitación de zonas de seguridad.

**Riesgo de Incendio:**

La utilización de hidrocarburos en el sitio de trabajo (aceites, lubricantes, combustibles, etc.), la posible fuga o intrusión de gases inflamables, la ejecución de trabajos de soldadura y el empleo de equipos que generen calor son algunos de los factores precursores del riesgo de incendio.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Almacenamiento por separado de los tanques de oxígeno y acetileno que se utilicen para los trabajos de soldadura.
- Previo a la realización de los trabajos de soldadura se debe verificar que no existan, próximo al sitio, materiales combustibles.
- En ambientes cerrados y subterráneos, se debe verificar que exista suficiente ventilación y que no existan gases nocivos o inflamables.
- Se debe contar con extintores portátiles en los sitios de trabajo.
- Evitar la acumulación de materiales combustibles, innecesariamente, en las zonas de trabajo.
- Vigilar que las actividades que puedan generar calor o chispas se realicen a una distancia prudencial de materiales combustibles.
- Prohibir fumar en los sitios de trabajo.

#### **8.4.3.7.2 RIESGOS QUÍMICOS**

Se indican a continuación, los principales riesgos químicos considerados, así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgos por Emisiones Atmosféricas:**

La ejecución de trabajos durante la construcción u operación en zonas parcialmente cerradas, podría implicar la generación de emisiones atmosféricas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Garantizar que los trabajos de soldadura se realicen en zonas ventiladas.
- Si fuese necesario realizar trabajos de soldadura en zonas poco ventiladas, se debe proveer de protección respiratoria adecuada.
- Para ejecutar cualquier trabajo en espacios confinados se debe contar con una persona que hará las funciones de vigilante y contar con las rutas de evacuación claramente establecidas.
- Previo a realizar trabajos en espacios confinados se debe discutir con el Supervisor los procedimientos a emplear para garantizar la seguridad del trabajador. Se verificará la calidad de la atmósfera como paso previo a la ejecución del trabajo y durante la ejecución según normativa vigente.

##### **Riesgos por Manejo de Sustancias Químicas:**

Un mal manejo de sustancias químicas podría ocasionar la afectación de la salud del trabajador, ya sea por contacto con la piel u ojos, o mediante la respiración de sustancias peligrosas.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Tener a disposición del personal, y en las áreas de trabajo, las hojas de seguridad, en idioma español e inglés, respecto a las precauciones a tomar para el manejo de sustancias químicas.
- Capacitar al personal en cuanto al manejo apropiado de las sustancias químicas que utilicen y el equipo de protección personal que se deba utilizar en cada caso.
- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal requerido para el manejo de sustancias químicas.
- Contar en los sitios de trabajo con los equipos, materiales e insumos mínimos requeridos para atender situaciones de emergencia con sustancias químicas.
- Contar en los sitios de trabajo con botellas para el lavado de ojos y agua para situaciones que requieran enjuague o lavado de seguridad.
- Mantener actualizado el inventario de las sustancias químicas que se utilicen.

#### **Riesgos por Derrames:**

Bajo este riesgo se incluye la posibilidad de vertido accidental de insumos y materias primas líquidas e hidrocarburos, principalmente sobre el suelo o cuerpos de agua.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Los trabajos de mantenimiento en las zonas de trabajo deben realizarse al mínimo que sea estrictamente necesario. Si se realizasen labores de mantenimiento en las zonas de trabajo, esto debe ser sobre superficies que cuenten con impermeabilización temporal.
- Cuando se realicen trabajos de mantenimiento en equipos de los cuales pueda drenar combustibles o lubricantes, deben utilizarse tambos para la recolección de dichos fluidos y mantener próximo al sitio materia de contención para derrames.

#### **8.4.3.7.3 RIESGOS ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA**

Se indican a continuación, los principales riesgos específicos para este tipo de obra considerados, así como las medidas de prevención a tener en cuenta para cada uno:

##### **Riesgo de Colapso en la Clave del Túnel:**

Se refiere a la pérdida súbita y segregación de material alrededor del escudo y cabeza cortadora de la tuneladora, especialmente en la clave. Este fenómeno puede ocurrir, especialmente en terrenos compuestos por materiales sueltos, poco compactados y generalmente saturados. El

colapso en la clave del túnel podría ocasionar a su vez el hundimiento súbito del terreno y afectar a la calzada en superficie, poniendo en riesgo a los vehículos o personas que circulen por la calzada y aceras, así como a las infraestructuras adyacentes.

El muy rápido avance, sin ejecución de perforación exploratoria por delante del frente de avance y/o el rápido descenso del nivel freático pueden ser factores iniciantes de un colapso súbito.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Realizar sondeos por delante del frente de excavación, de manera permanente
- Realizar monitoreo del nivel freático.
- Monitorizar de manera permanente variables operativas de la tuneladora: presión de cortadores, tasa de avance, presión de inyección de la lechada, registros de cambios de cortadores, etc.

#### **Riesgo de Inundación:**

Se refiere a la inundación del espacio subterráneo, especialmente en tramos de túnel excavados hacia abajo, que no tienen drenaje por gravedad. Irrupciones de grandes volúmenes de agua que excedan la capacidad de bombeo existente y/o fallas en los sistemas de bombeo y/o subdimensionamiento de su capacidad, que podrían ser factores iniciantes de inundaciones.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Instalar y mantener suficiente capacidad de bombeo.
- Realizar drenaje preventivo por delante del frente de excavación.
- Estabilizar el terreno a excavar por delante de la cabeza, mediante inyección de lechada de cemento (grouting) u otros métodos aceptados.
- Monitoreo permanente de caudales de infiltración y caudales bombeados.

#### **Riesgo de Explosión:**

Este riesgo se enfoca hacia las áreas de trabajo que se encuentran cercanas a estaciones de expendido de gasolina o donde existió alguna estación de gasolina y hubiese ocurrido infiltraciones de combustible al suelo.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Identificar las zonas en las que pudiese ocurrir este riesgo.
- Realizar el monitoreo de las áreas identificadas previo a su intervención.
- Verificar que la tuneladora cuente con medidor de gas.

#### **Riesgo de afectación a la infraestructura**

Se refiere al riesgo de que las operaciones de excavaciones subterráneas, principalmente con tuneladora, puedan causar daños a infraestructura cercana al alineamiento del túnel. Vibraciones, variación del nivel freático, asentamientos o elevación del terreno, colapso en la

calve del túnel u otros, podrían ser los causantes de afecciones a edificios, monumentos u otra infraestructura, entre las cuales se incluyen las tuberías de servicios públicos, con los daños consiguientes.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Monitoreo de asentamientos y estado de la infraestructura.
- Control y optimización de parámetros de operación de tuneladora.
- Coordinación, previo al desarrollo de las obras, con los diferentes prestatarios de los servicios públicos, la ruta para el desarrollo de los trabajos de construcción y las medidas a implementar en caso de que por un accidente se afectasen estos servicios.

#### **Riesgo por Caída Total del Suministro de Energía:**

Se refiere al riesgo de suspensión total de los trabajos subterráneos debido a la caída total del suministro de electricidad, debido a fallas/interrupción del sistema de suministro. Este riesgo podría desencadenar otras situaciones como el aislamiento de los trabajadores en el interior de las excavaciones, inundación debido a la imposibilidad de bombeo, e incluso eventual colapso o asentamiento del frente debido a la imposibilidad de colocación oportuna de soporte (dovelas prefabricadas) o de ejecución del drenaje anticipado del frente de excavación.

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Contar con sistema propio de generación de electricidad, de suficiente capacidad para atender las necesidades de la construcción (grupo electrógeno auxiliar).
- Capacitación del personal respecto del comportamiento en oscuridad absoluta.
- Dotación de equipamiento para casos de oscuridad absoluta.

#### **8.4.3.8 Regulaciones**

##### **Educación sobre seguridad**

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de educación:

- Instruir a cada empleado a reconocer y evitar condiciones inseguras y sobre las regulaciones aplicables en su entorno de trabajo, para controlar o eliminar cualquier peligro u otra exposición a enfermedades o lesiones.
- Instruir a los empleados requeridos para manejar o utilizar materiales peligrosos; esta instrucción se enfocará en el uso y manejo seguro, así como los peligros potenciales, higiene y medidas requeridas de protección personal.
- Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones referentes al ingreso a espacios confinados o cerrados, instruirlos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos.

### **Medidas de Higiene y Control de Vectores**

Se indican a continuación, algunos procedimientos que deben implementarse para evitar la proliferación de vectores en las zonas de trabajo durante las actividades de construcción del proyecto.

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de higiene:

- Mantener aseados los comedores, estufas, refrigeradoras y microondas, a fin de evitar que se conviertan en criaderos de microorganismos que puedan afectar la salud de los trabajadores. Se realizarán inspecciones para verificar las condiciones de aseo de estos equipos.
- Los refrigeradores para alimentos deben mantener la temperatura a 5 °C o menos. Los alimentos deben almacenarse en contenedores, no se permitirá ingresarlos en cartuchos, plásticos, papel o loncheras.
- Mantener cubiertos los contenedores mientras se calientan los alimentos, a fin de evitar derrames en el interior.
- No se permitirá el almacenamiento de alimentos, desechos, platos, cartones, herramientas de trabajo y cualquier tipo de envases en los guardarropas.
- Una vez se detecta que un recipiente utilizado para el depósito de residuos sólidos o líquidos no cumple con las condiciones sanitarias requeridas debe desecharse inmediatamente.
- Remover diariamente toda aquella basura que pueda descomponerse, a fin de evitar malos olores, así como la proliferación de insectos y roedores.
- Asegurarse que todos aquellos recipientes en los que se almacene desechos líquidos cumplen con las características necesarias para evitar cualquier derrame.
- Aquellos contenedores de basura orgánica que se coloquen en exteriores deben poseer tapa similar a la forma del contenedor, y su diseño no debe permitir acumulación de agua ya que esto puede provocar la proliferación de insectos.
- Todos los contenedores de basura orgánica deben utilizar bolsas plásticas.

### **Reglas de Orden y Limpieza**

Se indican a continuación, las principales reglas de orden y limpieza a seguir en la ejecución del proyecto, ya que el buen orden y limpieza es la primera regla para la prevención de accidentes y debe ser una preocupación primordial para todo el personal de la construcción.

Las prácticas de buen orden y limpieza deben ser planificadas al inicio de las obras y deben ser cuidadosamente supervisadas durante la limpieza final de las obras.

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de orden y limpieza:

- Durante la ejecución de las obras, las áreas de trabajo deben estar libres de desechos y escombros de cualquier tipo.
- Los escombros, desechos y materiales en desuso, constituyen factores de riesgo para incendios y accidentes y antes de acumularse deben ser retirados de las áreas de trabajo. La maquinaria, particularmente las retroexcavadoras, deben revisarse para asegurarse que todo el aceite haya sido retirado de las áreas por donde circulan los empleados para prevenir resbalones.
- Se deberán mantener las indicaciones propuestas en las Medidas de Control de Desechos y Basura orgánica. En cuanto al orden y limpieza durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto, principalmente en el sitio de patio y talleres, es de suma importancia mantener buenas prácticas que eviten situaciones de peligro. Los requisitos mínimos de orden y limpieza, a mantener durante la operación del proyecto, incluyen lo siguiente:
  - Proceder, de forma inmediata, una vez que se finalizan las tareas en las que sea necesario movilizar equipos y materiales, a colocarlos en el almacén correspondiente.
  - Limpiar inmediatamente las superficies donde pueda haberse vertido aceite, lubricantes o cualquier otro material que pueda producir resbalones.
  - Almacenar correctamente los contenedores, estableciendo zonas específicas por tipo de material, adecuadas a las características y propiedades del material que se almacena (materiales peligrosos), y manteniendo correctas prácticas de almacenamiento.

#### **Exposición al Ruido y Vibraciones en el Trabajo**

En obras del proyecto, en la que se prevé la generación de ruido, sobre todo en los procesos de excavación y demoliciones, la continua exposición al ruido por parte de los trabajadores puede provocar la pérdida permanente de la audición.

En el caso de vibraciones, estas pueden provocar graves daños al sistema nervioso de los empleados que se ven expuestos a estos factores.

Para evitar estas situaciones, la Contratista deberá realizar las siguientes actividades:

- Proveer de protección contra los efectos de la exposición al ruido a los empleados. En la selección del equipo de protección auditiva a utilizar se debe tomar en consideración el nivel de atenuación del mismo (NRR).
- Si el empleado se expone en las 8 horas de trabajo a niveles de ruido por encima de los 85 dBA, se le debe incluir en el programa de conservación auditiva. Como parte de este programa de conservación auditiva se deberán realizar audiometrías al inicio de la relación laboral, y luego en forma semestral.

- Si las variaciones en el nivel de ruido alcanzan el nivel máximo en intervalos de un segundo o menos, éste será considerado continuo.
- La exposición al ruido de impulso o impacto, no debe exceder el nivel pico de presión de sonido de 140 dB.
- Se deberá controlar la exposición del personal que debido al uso de equipos, máquinas y herramientas de trabajo podrían estar sometido a vibraciones. Para ello se deben mantener los equipos e instrumentos de trabajo en perfecto estado mecánico, y si la transmisión de vibraciones fuese inevitable, garantizar que la exposición del trabajador no sea superior a la permitida en la normativa vigente, o bien que el empleado cuente con el equipo de protección personal requerido para ello.

### **Exposición a Sustancias Contaminantes en el Área de Trabajo**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Se deben adoptar medidas preventivas para evitar la exposición del trabajador a sustancias contaminantes y cumplir con los límites máximos de exposición establecidos en la normativa vigente.
- Si no fuese posible evitar o disminuir la exposición del trabajador a sustancias contaminantes, se debe proveer al personal el equipo de protección personal adecuado al riesgo.
- Se deben cumplir con las disposiciones vigentes en materia de protección al trabajador contra la exposición a sustancias contaminantes.

### **Manejo de Líquidos Combustibles e Inflamables y Sustancias Tóxicas**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Utilizar sólo los recipientes y tanques portátiles aprobados para el almacenamiento y manejo de líquidos combustibles e inflamables. Usar contenedores de seguridad de metal para el manejo y utilización de líquidos inflamables en cantidades mayores a un galón, excepción que no debe aplicarse a aquellos materiales líquidos inflamables que son altamente viscosos, los cuales deben manejarse en los recipientes de embarque originales. Para cantidades de un galón o menos, sólo se podrá utilizar el recipiente original o las latas de seguridad de metal para el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables.
- Mantendrá las áreas de almacenamiento libres de malezas, escombros y otros materiales combustibles que no sea necesario almacenar.
- Colocará al menos un extintor de incendios portátil tipo ABC con una capacidad no menor de 20 libras, a una distancia entre 5 y 20 m, en cualquier área de almacenamiento de líquidos inflamables situada fuera del lugar almacenamiento central.



- Queda prohibido almacenar líquidos combustibles e inflamables en espacios confinados y obras subterráneas.
- Asegurar que se coloquen letreros llamativos y legibles que indiquen Prohibido Fumar.
- Asegurarse que los operadores apaguen los motores de todos los equipos que estén cargando combustibles y que no utilicen teléfonos celulares al realizar esta actividad.

#### **8.4.3.9 Procedimientos Especiales**

##### **Trabajos con Redes Eléctricas**

La Contratista como medidas de prevención deberá realizar las siguientes actividades:

- Sólo tendrá acceso el personal autorizado y especializado cuando se trate de trabajos en redes de alta y baja tensión.
- Todas las redes eléctricas deberán encontrarse en buenas condiciones y con sus respectivos aislantes.
- Para realizar reparaciones y/o mantenimiento de los centros generadores, lo hará solamente el personal especializado teniendo en cuenta apagar, desconectar y trabar dichos equipos.

Además, la Contratista según el Título Cuarto, Art. 30 del ***“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”***, deberá cumplir lo siguiente:

- Todos los equipos e instalaciones eléctricas provisionales serán construidos e instalados y conservados por personal especializado previa la autorización de las respectivas empresas eléctricas.
- Antes de iniciar la obra de construcción y su ejecución, se controlará la existencia de algún cable energizado, previniéndose todo riesgo que su presencia pudiera entrañar.
- Todos los elementos de las instalaciones eléctricas tendrán dimensiones y características adecuadas a los fines a destinarse así:
  - a. Resistencia mecánica suficiente; y,
  - b. Resistencia a la acción del agua y polvo, así como a los efectos eléctricos, térmicos y químicos que hayan de soportar.
- Todos los elementos de las instalaciones eléctricas serán instalados fijamente en una parte sólida de la estructura.
- Todo circuito de energía eléctrica contará con seccionador central que permita interrumpir la corriente de los conductores.
- En todas las tomas de corriente eléctrica se indicará claramente la tensión de alimentación y su función.

- Las instalaciones eléctricas estarán protegidas contra los rayos.
- Las personas que hayan de utilizar o manipular equipos eléctricos estarán bien entrenados sobre los peligros que entrañe tal equipo.

Ningún trabajador de la construcción, sin entrenamiento debe realizar conexiones provisionales en los cables de alta tensión ni instalaciones con baja tensión.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto Art. 31, en lo que se refiere a inspección, deberá cumplir lo siguiente:

Se inspeccionará todo el equipo eléctrico antes de su uso:

- a. Para cerciorarse si es el apropiado para el fin de que destine;
  - b. De los conductores y cables flexibles;
  - c. Comprobar que no estén cortocircuitados los conductores;
  - d. Que estén conectados a tierra.
- Los electricistas dispondrán de herramientas adecuadas, en número suficiente y de equipo de protección personal como: guantes, esteras y mantas aislantes.
  - Mientras no se demuestre lo contrario se considerará que todos los conductores y equipos eléctricos están bajo tensión.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 32, en lo que se refiere a la prueba de las instalaciones, deberá cumplir lo siguiente:

- Toda instalación eléctrica se someterá a inspecciones y pruebas cada tres meses y los resultados se tabularán en un registro de pruebas.
- Mensualmente se someterá a una prueba de buen funcionamiento de los dispositivos de protección contra las pérdidas a tierra.
- Se prestará especial atención:
  - a. La conexión a tierra de los aparatos;
  - b. La continuidad de los conductores de protección;
  - c. Comprobación de la polaridad y resistencia del electro aislamiento;
  - d. Conexiones de los puntos de entrada.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 33, en lo que se refiere a las conexiones a tierra, deberá cumplir lo siguiente:

- Se entiende por puesta a tierra para trabajar o tierras temporales, aquellas que con carácter provisional se unen mediante un conductor eléctrico o una instalación normalmente en tensión y que una vez puesta fuera de servicio, queda preparada para efectuar trabajos sobre ella. Para poner a tierra una instalación, se conectará

primeramente los conductores de puesta a tierra a la "toma de tierra" a continuación conectará mediante pértigas especiales a la instalación a proteger;

- Para que la puesta a tierra y en circuito sea más efectiva se hará lo más cerca posible del lugar de trabajo y a ambas partes del mismo;
- Las tierras temporales tendrán un contacto eléctrico perfecto, tanto con las partes metálicas que se desean poner a tierra con la pértiga que constituye la toma de tierra;
- Si la puesta a tierra se hace por medio de seccionadores de puesta a tierra ya establecidos, se asegurará que las cuchillas de estos aparatos queden todos en posición de cerrado;
- Cuando se trabaje en la red general de tierras de una instalación, se suspenderá el trabajo durante el tiempo de tormentas, pruebas eléctricas, etc.;
- Antes de efectuar cortes en circuitos de tierra en servicio se colocará un puente conductor a tierra en el lugar de corte. La persona que realice este trabajo estará perfectamente aislada eléctricamente;
- Se vigilará que, en el transcurso de los trabajos, el personal no entre en contacto simultáneo con dos circuitos de tierra que no estén unidos eléctricamente ya que estos pueden encontrarse a potenciales diferentes;
- Las máquinas y aparatos que puedan tener contactos eléctricos accidentales capaces de producir accidente eléctrico, especialmente las de tipo móvil, deben conectarse a tierra.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 35, en lo que se refiere al alumbrado para instalaciones temporales, deberá cumplir lo siguiente:

- Los sistemas de alumbrado temporal que se instalan para proveer iluminación durante los trabajos de construcción, deben tener la intensidad suficiente para que las condiciones de trabajo sean seguras.
- Se cuidará especialmente la iluminación de las escaleras fijas, agujeros de ascensores y pisos, sótanos y otros lugares peligrosos.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 36, en lo que se refiere a la protección del personal, deberá cumplir lo siguiente:

- Proteger contra los choques eléctricos accidentales causados por el equipo eléctrico tal como tableros de control o de fusibles y por el equipo de control de los motores, se aislará el piso contiguo, se resguardarán los cables cargados y se conectarán a tierra las partes no conductoras de corriente.

Además, la Contratista según el Capítulo Cuarto, Art. 37, en lo que se refiere a extensiones portátiles, deberá cumplir lo siguiente:

- Para las extensiones portátiles de luces, herramientas o enchufes deben usarse

portalámparas o herramientas que tengan agarraderas aisladas con madera o caucho y todo el alambrado y piezas del enchufe cubiertos. Se usará cable forrado de caucho en las extensiones de luces y otras para calderos, tanques y otros lugares húmedos o de trabajo pesado.

### **Operación con Maquinaria Pesada**

La Contratista para la operación con maquinaria pesada, deberá tener en cuenta los siguientes procedimientos:

- Revisar que el equipo a usarse esté en perfectas condiciones antes de iniciar los trabajos.
- Utilizar el equipo de protección personal adecuado: casco, protección respiratoria, guantes, botas de caucho y protectores auditivos.
- No utilizar la maquinaria para transportar personal.
- Respetar los límites de velocidad establecidos.
- Asegurar los equipos acoplados y los contrapesos con los pasadores de seguridad.

Además, la Contratista según el Título Sexto, Art. 87 del “**Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas**”, deberá cumplir lo siguiente:

- Se evitará dejar las máquinas estacionadas en zonas de circulación, cuando esto no sea posible se indicará la presencia de las máquinas mediante señalización adecuada, en las noches será obligatorio utilizar señales luminosas.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas, si están dentro de la zona de trabajo, se marcará su entorno con señales de peligro para evitar los riesgos por falta de frenos o atropello durante la puesta en marcha.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras para evitar atropellos o golpes.
- Se prohíbe dormir o comer a la sombra de las máquinas de movimiento de tierras. Se reforzará esta prohibición con carteles y avisos.
- Las máquinas de remoción de tierras estarán equipadas con un sistema de señalización acústica de marcha atrás.
- No se trabajará en la proximidad de las líneas eléctricas hasta que se hayan tomado las precauciones y protecciones necesarias contra contactos eléctricos.
- Se prohíbe terminantemente el transporte de personas sobre máquinas, salvo aquellas que estén expresamente adecuadas y autorizadas para ello.
- No se realizarán replanteos o mediciones, ni ningún tipo de trabajo en las zonas en donde estén operando las máquinas sin antes haber sido determinado claramente el radio de acción de la máquina.

- Cuando un vehículo-volquete deba aproximarse a un borde de talud o corte, con el consiguiente riesgo de vuelco, se dispondrá en el suelo de cuñas u obstáculos que indiquen el límite de aproximación.
- En el caso del camión (Dumper) de traslado de tierras, el obstáculo estará situado a dos metros del borde o talud.
- Se establecerá en los planos de la obra los caminos internos de ésta con su necesaria señalización, que organice las direcciones obligatorias y preferenciales.
- Nunca se superará en el interior de la obra la velocidad de 40 km/h.
- En los casos en que la visibilidad pueda disminuir a causa del polvo producido por la circulación de las máquinas, se establecerá un sistema de riego, que sin encharcar o hacer deslizante la vía de circulación, impida la formación de polvo.

Por otra parte, la Contratista deberá asegurarse que la maquinaria pesada de obra estará dotada al menos de:

- Dos focos de marcha adelante y de retroceso.
- Servofreno y freno de mano.
- Bocina y faro de retroceso.
- Un extintor en cada lado de la cabina del operador.
- Pórtico de seguridad antivuelco (ROPS) y anti-impacto (FOPS).

La Contratista deberá inspeccionar las máquinas diariamente y antes de comenzar cada turno para asegurarse que el equipo y los accesorios estén en condiciones seguras de funcionamiento y libres de averías, incluyendo esta revisión, el buen funcionamiento de:

- Motor.
- Sistemas hidráulicos.
- Sistemas de frenos (incluido el de mano).
- Sistema de dirección.
- Sistema eléctrico y de luces, cables.
- Transmisiones.
- Controles de operación.
- Presión y estado de los neumáticos.
- Cadenas.
- Bocinas, pitos y alarmas.

Además, la Contratista según el Título Sexto, Art. 90 del **“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”**, deberá cumplir lo siguiente:

- Se comprobará el estado de los extintores, el sistema antivibratorio de la cabina y los sistemas antivuelco y anti-impacto. Cada uno de los equipos y maquinaria tendrá un registro de mantenimiento preventivo y correctivo.

Por otra parte, la Contratista deberá cumplir con las siguientes normas:

- Se prohíbe las labores de mantenimiento o reparación de la maquinaria con el motor en marcha.
- Para subir o bajar de la maquinaria, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal función, quedando prohibida la utilización de: llantas, cubiertas, cadenas o guardabarros.
- La subida y bajada se realizará frontalmente al vehículo, no se saltará directamente al suelo, salvo en el caso de peligro inminente.
- No se conservarán en las palas, cucharas o el compartimiento del motor, trapos o papeles impregnados de grasa o aceite.
- Para el abastecimiento de combustible, se detendrá (apagar) el motor y se observará el no fumar.
- El transporte de combustible se hará en un recipiente apropiado, prohibiéndose usar como depósitos tanques metálicos soldados entre sí.
- Todo depósito de combustible dispondrá de respiradero.
- No se retirará el freno de mano, si antes no se ha instalado tacos inmovilizadores de las ruedas.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha.
- Como norma general no se manejará estas máquinas con ropa suelta o anillos que puedan engancharse con los controles y palancas.
- Nunca se utilizará las palas o cucharones de las máquinas para el transporte de personas o elevarlas para acceder a trabajos puntuales.
- Si se produjera un contacto accidental con las líneas eléctricas aéreas por maquinaria de tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá en su sitio y solicitará ayuda por medio de la bocina. En caso de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar a la vez la máquina y el terreno.
- En el caso de contacto accidental, la máquina será acordonada hasta una distancia de 5 metros, comunicándole inmediatamente a la empresa propietaria de la red para que efectúe el corte del suministro y la puesta a tierra para cambiar sin riesgo la posición de la máquina.

- Antes de abandonar la cabina, el maquinista dejará en reposo y el contacto con el suelo la pala o cucharón, puesto el freno de mano y parado (apagado) el motor, retirando la llave del contacto.
- Las pasarelas y peldaños de acceso al punto de conducción o utilizados para el mantenimiento permanecerán limpias de barro, grasa y aceite para evitar caídas.
- Durante el inflado de las ruedas con aire, el operador se situará tras la banda de voladura, apartado del punto de conexión para evitar ser golpeado en caso de reventón de la cámara de aire.
- Se revisará periódicamente todos los puntos de salida de gases del motor a fin de asegurar que el conductor no reciba en su cabina gases procedentes de la combustión.
- Siempre que el conductor abandone la cabina protegida, utilizará el casco y el equipo de protección exigido para cada situación.

En lo que se refiere a la seguridad en el manejo de palas cargadoras, la Contratista deberá verificar lo siguiente:

- Nunca se abandonará la maquinaria con la cuchara sin apoyar en el suelo.
- Durante el transporte de tierras, la cuchara permanecerá lo más bajo posible.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará en marcha lenta.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara llena) bajo fuertes vientos.

En lo referente a la seguridad en el manejo de retroexcavadoras sobre orugas o neumáticos, la Contratista deberá verificar lo siguiente:

- Se establecerá una zona de seguridad igual a la del alcance máximo del brazo excavador en donde se prohibirá la realización de trabajos o permanencia de las personas.
- Nunca se abandonará la máquina sin apoyar la cuchara y sin cerrarla si es de tipo bivalvo.
- En los desplazamientos se apoyará la cuchara sobre la máquina para evitar vibraciones, y el brazo se colocará en el sentido de la circulación.
- No se excavará en la vertical de la máquina para evitar desplomes o vuelcos.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la instalación de tuberías o piezas en las zanjas o para transportar en distancias cortas. Salvo que se cuente con el equipo apropiado y se evite el balanceo de la carga.
- No se trabajará en pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y al 35% en terrenos secos.

En lo referente al manejo de tractores, explanadoras (bulldozers) con cuchilla y empujadora, la Contratista deberá cumplir las siguientes normas:

- No se abandonará la máquina sin apoyar en el suelo la cuchilla y el escarificador.
- No se superará la velocidad de 3 km/h en los trabajos de movimiento de tierras.
- En caso de trabajos a media ladera, se evitará formar taludes o desprendimientos sobre las personas o cosas.
- Antes del inicio de los trabajos al pie de taludes ya construidos se incorporarán todos aquellos materiales y vegetación que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo, saneándolos antes del comienzo de las tareas.
- Se utilizará cinturones abdominales antivibratorios y asiento anatómico y antivibratorio provisto de cinturón de seguridad.
- La pendiente máxima aceptable para este tipo de trabajo será de 45%.

En lo referente a la seguridad en las hormigoneras, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Todos los engranajes, cadenas y rodillos de las hormigoneras estarán bien resguardadas para evitar contactos accidentales.
- Las hormigoneras estarán protegidas mediante barandillas laterales para impedir que los trabajadores pasen por debajo del cubo cuando esté en lo alto.
- Si el punto del conductor está a más de 1.5 metros del suelo, se deberán prever medios de acceso seguros.
- Se protegerá adecuadamente mediante rejillas las tolvas en las que pudiera caer una persona, así como también las palas giratorias en las hormigoneras del tipo artesa.
- Además del freno de maniobra, la tolva de la hormigonera estará provista de uno o varios dispositivos que lo bloqueen firmemente cuando esté en lo alto.
- Los operarios de la hormigonera no descenderán la tolva sin haberse cerciorado antes de que todos los trabajadores se han alejado.
- No existirá obstáculo alguno alrededor de las hormigoneras.
- Cuando se proceda a la limpieza de la tolva, se tomará las precauciones necesarias para proteger eficazmente a los trabajadores que se encuentran dentro, por ejemplo: bloqueando el interruptor del motor en posición abierto, retirando los fusibles o cortando la corriente de alguna manera.
- Se examinarán diariamente los cables y los engranajes de las hormigoneras.

En lo referente a la seguridad en el manejo de camiones para el movimiento de tierras, la Contratista deberá se cumplir con lo siguiente:



- No se avanzará con la caja izada tras la descarga de los materiales transportados.
- En la descarga se establecerá un área de seguridad de 10 metros alrededor del camión.
- La carga debe ser regada con agua para evitar la producción de polvo.
- Mientras se cargue el camión, el conductor permanecerá en la cabina.
- No se sobrepasará el peso máximo autorizado y se prestará especial atención al inflado de los neumáticos y el mantenimiento de los frenos.
- En caso de reparaciones con el basculante levantado se lo apuntalará para evitar una caída accidental.
- Para la carga del camión, en caso de palas cargadoras de ruedas articuladas, la posición del camión será perpendicular al eje del cargador.
- Para la carga del camión, en caso de palas cargadoras de chasis rígido y de cadenas, el eje formará un ángulo de 15°.
- La carga estará bien entibada y cubierta con una lona.

En lo referente a la seguridad en el manejo de los "Dumpers", la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Antes de comenzar el trabajo se revisará el buen estado de los neumáticos y frenos.
- No se sobrepasará la capacidad de la cuchara a fin de lograr una perfecta visibilidad frontal.
- En el caso de tener que remontar cuestas, se llevará a cabo marcha atrás.
- No se transportarán en la cuchara piezas que sobrepasen lateralmente de ésta.
- No se sobrepasará la velocidad máxima de 20 km/h.
- El conductor será una persona capacitada y entrenada para esta actividad.

En lo referente a la seguridad con las motoniveladoras y mototraillas, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- No se utilizarán estas máquinas como si se tratará de "bulldozer".
- El retiro de taludes se realizará cada 2,5 metros de altura.
- No se trabajará en taludes con una inclinación superior a 40 grados.
- Su velocidad no sobrepasará los 40 km/h.

En lo referente a la seguridad con las máquinas de compactación, la Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Se limitará los turnos de trabajo en estas máquinas, no permitiéndose la realización de horas extraordinarias.

- No se trabajará en desniveles superiores al 10% con relación a la altura de su centro de gravedad.
- El conductor será una persona capacitada y con experiencia en esta labor.

### **Trabajo con Maquinaria de Elevación**

Los aparatos manuales son aquellos dispositivos destinados a elevar y descender cargas por tracción, mediante el esfuerzo muscular del obrero, pudiendo estar provisto de algún mecanismo que multiplique el efecto de la potencia aplicada.

La Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor de seguridad de 10. ( $f_s > 10$ ).
- Las cuerdas tendrán un diámetro mínimo de 10 mm ( $\phi > 10$  mm).
- Las cuerdas estarán en perfectas condiciones de uso, no presentando filos rotos, cortes desgastes, raspaduras ni otros defectos que afecten su resistencia.
- Las cadenas serán de hierro forjado o de acero. El factor de seguridad para éstas será al menos de 5 para la carga nominal máxima ( $f_s > 5$ ).
- En las poleas o tornos en el punto de máxima extensión de la cuerda, cable o cadena, ésta permanecerá siempre enrollada sobre el rodillo con un mínimo de tres vueltas.
- No se enrollará la cuerda en las manos, sino que se asirá fuertemente con ambas manos.
- En el caso de que la polea o cabria se utilizaren para extraer materiales de un pozo se protegerá la excavación con barandillas rígidas en todo su perímetro, dejando libre únicamente la zona de descargue de materiales, que se protegerá con una barandilla móvil.
- Las poleas dispondrán en su mitad superior de una carcasa radial que impedirá la salida de la cuerda o cadena de la garganta de aquellas.
- En los cabos o cuerdas que utilicen las cabrias y los tornos, se instalará una señal que indique el punto máximo de descenso de la carga.
- Se vigilará permanentemente el buen funcionamiento del sistema de frenado y el desgaste de los elementos esenciales en estos aparatos.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar el desplome de los aparejos, especialmente los que forman el trípode de las cabrias, la estructura de los soportes de las rodillas y el puente volado de las garruchas.
- No se contra operará el puente volado, sino se fijará contra la estructura por medio de bridas de acero o pasadores.

- Los operarios que manejen estos aparatos llevarán obligatoriamente cascos, guantes de cuero y botas con puntero reforzado; y,
- Optativo de acuerdo a la postura y a la ubicación del aparejo, el operador llevará el cinturón lumbar y de seguridad.

En lo que se refiere a elevadores o cabrestantes mecánicos, la Contratista deberá cumplir con las siguientes instrucciones de seguridad:

- Tendrá un cartel con caracteres fácilmente legibles en el que se indique el peso máximo autorizado.
- Los coeficientes de seguridad para cables, tambores, frenos y ganchos serán los mismos que se especifican para los aparatos manuales.
- Su anclaje en las losas o encofrados se realizará mediante tres bridas pasantes que atraviesan el forjado abrazando las viguetas o los nervios en los casos de armaduras reticulares.
- También podrán colocarse mediante tres tornillos pasantes para cada apoyo, atornillados a placas de acero para el reparto de cargas en la cara inferior del forjado.
- Se prohíbe caminar con sacos, bidones, maderas, etc., que hagan contrapeso y, tampoco se permitirá esta sujeción por medio de puntales de uno a otro piso.
- La toma de corriente se hará por medio de cable de manguera sellada antihumedad con toma a tierra. Se revisará diariamente el buen estado de esto.
- Se instalará un punto o argolla de seguridad para anclar el gancho o mosquetón del cinturón de seguridad del operario. No se asegurará el cinturón de seguridad a la estructura del elevador.
- Obligatoriamente se instalará un cartel que indique: "Se prohíbe anclar el cinturón de seguridad a este elevador".
- Todos los elevadores de la obra estarán dotados de:
  - a. Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente.
  - c. Gancho de acero forjado con pestillo de seguridad.
  - d. Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para los accesos de las partes móviles.
  - e. Los lazos de los cables utilizados para el izado se formarán con tres bridas (tornillos en u) y guardacabos o casquillo soldado.
- En el caso de que no cumplan con todas estas condiciones quedará inmediatamente fuera de servicio.

- Cada quince días como mínimo se realizará un mantenimiento, y antes de cada jornada de trabajo se revisará el estado del cable, la sujeción y la tensión de las bridas.
- Se prohíbe izar o desplazar cargas mediante tiros oblicuos a la vertical.
- Se acotará una zona de carga en la vertical del elevador con un entorno de 2 metros en previsión de daños por desprendimiento de objetos durante el izado.
- Nadie permanecerá en la zona acotada durante la maniobra de izado o descenso de la carga.
- Se instalará una señal en esta zona acotada de: "Peligro caída de objetos", conforme el tamaño y diseño de la Norma Técnica INEN – ISO 3864-1: 2013.
- Para realizar labores de limpieza y mantenimiento o reparación, el elevador permanecerá apagado y se desconectará de la red de energía eléctrica.
- El operador del elevador será una persona capacitada y con amplia experiencia en este tipo de labores.
- El operador del elevador, necesariamente usará casco, cinturón de seguridad, botas con puntera reforzada y guantes de acero.

### **Excavaciones**

En lo referente a excavaciones, la Contratista deberá cumplir con los siguientes procedimientos:

- En los trabajos de excavaciones se adoptarán las precauciones necesarias para prevenir accidentes según la naturaleza, condiciones del terreno y forma de realización de los trabajos.
- Previamente a la iniciación de cualquier trabajo de excavación se efectuarán los correspondientes análisis del suelo para establecer las oportunas medidas de seguridad.
- Se investigará y determinará la existencia y naturaleza de las instalaciones subterráneas que puedan encontrarse en las zonas de trabajo. En el caso de presencia de conducciones eléctricas, agua potable, líneas telefónicas, alcantarillado, etc., la dirección de la obra informará de ellos por escrito a las respectivas entidades antes del comienzo de la misma y decidirá de común acuerdo con ellas las medidas preventivas que deben adoptarse.
- Cuando las excavaciones puedan afectar a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apuntalamientos, o de otros medios que garanticen la integridad de las mencionadas construcciones.
- Todos los árboles, postes, bloques de piedra, así como los materiales y objetos que se encuentren en las proximidades de la futura excavación, serán eliminados o

sólidamente apuntalados, si la ejecución de los trabajos pudiera comprometer su equilibrio.

- En todos los trabajos de excavación que se realicen con taludes no estables, se dispondrá una adecuada entibación o contención a partir de cierta profundidad que estará en función de las características del terreno. En ningún caso dicha profundidad sobrepasará el valor de 1,50 metros.
- En las excavaciones manuales que necesiten entibación, se realizará a medida que se profundice y por franjas cuya altura máxima vendrá determinada por las condiciones del terreno. En ningún momento las profundidades de la franja pendiente de entibación serán superior a 1,50 metros;
- En los casos en que el terreno lo requiera, se procederá a su entibación, de forma continua, conjuntamente con la extracción de tierras.
- El desentibado se realizará de abajo arriba manteniendo los valores de altura máxima de franja desentibada anteriormente fijados, es decir no superior a 1,50 metros. En terreno de defectuosa o dudosa estabilidad, el desentibado se efectuará simultáneamente al relleno o se dará por perdida la entibación.
- En excavaciones por medios mecánicos con taludes no estables y de profundidad superior a 1,50 metros se prohíbe la entrada de personas. El entibado de dichas excavaciones se deberá efectuar desde el exterior, de tal manera que los obreros no tengan que penetrar en la excavación. No obstante, si por el método elegido para la entibación tiene que penetrar algún trabajador en la excavación, se efectuarán los trabajos desde instalaciones tales como jaulas de seguridad, túneles metálicos, paneles prefabricados o similares que garanticen la protección de los trabajadores.
- En toda clase de excavación se adoptarán las medidas apropiadas para evitar la caída de materiales sobre el personal que trabaje en el interior de las minas.
- Las paredes de las excavaciones y los bordes superiores de los taludes deben despejarse de los bloques y/o piedras cuya caída pudiera provocar accidentes. El material despejado debe depositarse a 1 metro como mínimo del borde de la excavación.
- Las aberturas de los pozos estarán protegidas como mínimo con barandas y rodapiés reglamentarios. Durante las operaciones de subida y bajada de materiales, los obreros que se encuentren en el interior serán advertidos de la operación, y dispondrán de resguardos siempre que haya peligro de caída de objetos.
- Diariamente al comenzar la jornada de trabajo se examinará por persona competente el buen estado de la excavación y sus entibaciones. Este examen se hará también después de lluvias, vibraciones, sobrecargas o cualquier otra circunstancia, que haya podido afectar a su estabilidad.

- En presencia de aguas subterráneas que dificulten el trabajo o perjudiquen la estabilidad de la excavación, se dispondrá de un sistema adecuado de excavación, estableciendo o reforzando en su caso la entibación.
- En el caso de utilizar elementos que produzcan vibraciones se vigilará el efecto de éstas sobre la excavación y la entibación.
- Se prohíbe el paso de vehículos o la situación de cargas estáticas o dinámicas en las proximidades del talud, a una distancia inferior a la profundidad de la excavación, salvo en los casos en que se adopten sistemas eficaces de contención.
- En las excavaciones que no tengan una suficiente ventilación natural se dispondrá de un sistema de ventilación que mantenga el ambiente en el necesario estado de pureza.
- Antes de entrar en excavaciones en las que se ha de temer la existencia de un ambiente peligroso, se comprobará el estado de la atmósfera. Los trabajadores no podrán penetrar hasta que se haya verificado el ambiente de la excavación.
- Las excavaciones estarán dotadas de accesos en número suficiente, que permitan una rápida y segura entrada y salida. Se prohíbe utilizar los elementos del entibado o cualquier otro que no sean dichos accesos específicos.
- En las excavaciones con peligro de asfixia o intoxicación, el personal del exterior debe vigilar con atención al del interior, procediendo a su rescate inmediato en caso de advertir síntomas de anormalidad, bien desde el exterior o descendiendo al pozo provisto con equipo respiratorio adecuado, quedando en este caso en el exterior personal suficiente para la recuperación. Caso de que fuera necesario se dotará al personal del interior de medios de comunicación adecuados.
- Los bordes de toda excavación próximos a vías públicas o con riesgo de caída de personas, serán debidamente cercadas y señaladas para advertir los riesgos existentes.

### **Trabajos con Soldadura**

Al realizar los trabajos de soldadura, la Contratista deberá cumplir con los siguientes procedimientos:

- Asegurarse de que solo el personal calificado opera los equipos de soldadura.
- Usar el equipo de protección personal adecuado: anteojos herméticos, casco, protectores de mano y barreras al hacer soldaduras de arco y operaciones de corte. Este equipo de protección deberá ser usado tanto por el soldador como por su ayudante.
- Mantener el equipo de suelda en buenas condiciones, tanto mecánicas como eléctricas.

- Evaluar y estar alerta sobre las posibilidades de un incendio y retirar los materiales inflamables del área de trabajo.
- Asegurarse de tener un extintor presurizado contra el fuego y que su ayudante sepa utilizarlo.
- Prevenir a quienes vayan a estar en la misma área de trabajo, respecto a destellos y chispas producidas por soldaduras.

#### **8.4.3.10 Seguridad Micro Ambiente del Lugar de Trabajo**

##### **Luminosidad:**

La mala iluminación es causa directa y frecuente de una serie de enfermedades de la vista. El efecto más habitual es el cansancio o fatiga visual. Por lo tanto se deberá disponer de una buena iluminación en las áreas de trabajo, a fin de evitar condiciones inseguras que conlleven un accidente laboral.

La principal función del alumbrado es que ayude a proporcionar un medio circundante seguro para el trabajo, una visión cómoda que fomente la conservación de la vista.

En las zonas de trabajo en las que se carezca de iluminación natural, esta sea insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera de instalación y no presentar peligro de incendio o explosión.

##### **Temperatura:**

La temperatura excesivamente alta o baja en el ambiente de trabajo es potencialmente peligrosa porque el organismo humano, para estar en condiciones óptimas debe mantener su temperatura corporal en torno a 37 °C.

El organismo se defiende del exceso de calor o de frío a través del mecanismo de termorregulación mediante la transpiración o a la inversa, generando energía por aumento de combustión de grasas.

El trabajo en condiciones de calor excesivo puede provocar efectos psicológicos como la irritabilidad, ansiedad, laxitud y decaimiento, así como efectos físicos que van desde la deshidratación, los calambres, el agotamiento y el golpe de calor o shock térmico.

Por este motivo, deberán tomarse las medidas oportunas para conseguir mitigar los efectos del exceso de calor o frío.

##### **Trabajos en Excavaciones Subterráneas**

La excavación de túneles es una actividad riesgosa. A diferencia de otros tipos de obras de ingeniería civil, la excavación de túneles está expuesta a riesgos mayores, principalmente debido a que se tiene un conocimiento limitado del terreno adelante del frente de excavación y a cómo dicho terreno se ha de comportar.

En túneles debajo de montañas o de agua, el conocimiento es limitado debido a las limitaciones naturales para realizar investigaciones detalladas del alineamiento. En túneles en un ambiente urbano, existe incertidumbre sobre cómo el túnel ha de interactuar con las edificaciones adyacentes.

Las incertidumbres inherentes a la excavación de túneles, pueden ser minimizadas y controladas mediante un proceso de manejo de riesgos, que se aplica desde la concepción misma del proyecto, en sus fases de diseño, licitación y negociaciones para la contratación de obras, y en la fase de construcción del proyecto.

Algunos lineamientos recomendados, de amplia aplicación que la Contratista deberá considerar para el proceso de manejo de riesgos en túneles:

- ITA, 2004 (International Tunnelling Association). Guidelines for Tunnelling Risk Management.
- BTS/ABI (British Tunnelling Society/ Association of British Insurers), 2003. Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works in the UK.

El elemento central de la filosofía aplicada consiste en reducir los riesgos a un nivel “Tan Bajo como Sea Razonablemente Practicable – As Low As Reasonably Practicable (ALARP)”, donde la secuencia de acciones de mitigación está jerarquizada mediante medidas de remoción y mitigación de riesgos y, finalmente, mediante la protección contra riesgos o sus consecuencias (activación de planes de contingencias).

Esta filosofía se aplica principalmente a la fase de construcción del proyecto, empezando en la etapa inicial del diseño.

Durante la fase construcción, la mejor manera de manejar los riesgos identificados previamente es, en primer lugar, a través del monitoreo del comportamiento del túnel, verificando que esto está ocurriendo de acuerdo a lo previsto en el diseño. En este contexto, en un ambiente urbano, es importante monitorear cómo se está operando la tuneladora (TBM o Tunnel Boring Machine), cómo están respondiendo las estructuras y edificios adyacentes, y cómo el proceso de construcción del túnel está interactuando con otros trabajos, como puede ser la inyección de lechada de compensación delante del frente.

Para el efecto, se recomienda la aplicación por parte de la Contratista, entre otros, los siguientes procedimientos obligatorios:

- Reuniones Diarias de Revisión (DRM o Daily Review Meetings) entre representantes responsables de UNMQ, Ingeniero Supervisor y Contratista, con el objeto de analizar, interpretar y diseñar medidas en función de los datos recolectados mediante el monitoreo.
- Ejecución de un Programa de Talleres de análisis y coordinación.
- Documentación sistemática diaria de datos de monitoreo y de decisiones/acciones realizadas en función a las condiciones geológicas encontradas, al comportamiento de la TBM y de su interacción con el medio



- Preparación y mantenimiento permanente de Registros de Riesgos (Risk Registers).

Es importante destacar, que la responsabilidad primaria del manejo de riesgos, es de la empresa Contratista de la fase de construcción del proyecto, quien deberá establecer un sistema de manejo de riesgos e implementar un manejo efectivo de los mismos. La EPMMQ por su parte, se encargará de supervisar, inspeccionar y participar de dicho trabajo, investigando y mitigando riesgos no cubiertos por el contrato, y que no estén a cargo de la empresa Contratista.

Como parte del sistema de manejo de riesgos a ser desarrollado e implementado por la Contratista, ésta deberá diseñar y presentar antes del inicio de las excavaciones subterráneas, un “Plan de Contingencias y Prevención de Riesgos para Excavaciones Subterráneas”, detallado y específico, que responda a un proceso previo de análisis de riesgos, y adaptado al tipo de equipos y procedimientos constructivos a utilizar. Este “Plan de Contingencias y Prevención de Riesgos” deberá ser aprobado por el Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la EPMMQ.

#### **8.4.3.11 Equipos de Protección Personal**

Según se indica en el Art. 118 del “**Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas**”, los empleadores, contratistas o subcontratistas de obras, deberán proveer a sus trabajadores y sin costo alguno para ellos, los siguientes elementos de protección personal:

- Cinturones de seguridad en donde existe riesgo de caídas de altura.
- Cascos de seguridad contruidos conforme a las normas internacionales y nacionales.
- Mascarillas adecuadas para los trabajos en donde existan gases y polvos tóxicos.
- Máscaras de soldador y overoles apropiados para trabajos de soldadura.
- Protectores de ojos tales como lentes y pantallas en trabajos de esmerilado, enlucido, picado de piedras, o cualquier actividad con riesgo de proyección de partículas líquidas o sólidas a los ojos.
- Guantes protectores de cuero, caucho u otro material adecuado, en los trabajos con riesgo de lesiones para las manos.
- Botas de caucho, cuero o zapatos de seguridad en trabajos con riesgo de lesiones a los pies.
- Protectores auditivos en el caso de trabajos con exposición a ruido sobre los 85 decibeles, escala (A).
- Ropa de trabajo según lo establecido en el Código Laboral, Art. 42, numeral 29.

Además de todo esto, los empleados cuya visión requiera del uso de lentes correctivos deberán estar protegidos por visores cuyos lentes protectores brinden corrección óptica, o visores que puedan ser usados sobre los lentes de corrección sin alterar el ajuste de los anteojos.

Los trabajadores que trabajen en excavaciones subterráneas, principalmente en túneles, deberán llevar permanentemente consigo linternas sujetadas a los cascos de seguridad o de cadera, con baterías recargables. Además, en la cabina de mando de la tuneladora, se deberá mantener permanentemente una reserva de linternas manuales, baterías y pilas para linternas.

#### 8.4.3.12 Señalización

##### Generalidades

Según el Capítulo VIII del **“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”**, se indica que los constructores tanto del sector público o privado y los contratistas deberán cumplir con las siguientes normas:

- Obstaculizar lo menos posible el libre tránsito peatonal o vehicular.
- Proporcionará y conservará medios de acceso a todas las residencias o locales comerciales situados en el trayecto de las obras.
- Planificará el trabajo para proporcionar seguridad en base a tres principios fundamentales, a saber:
  - Protección máxima para los trabajadores de la obra.
  - Protección máxima para el público.
  - Inconvenientes mínimos para el público.

La Contratista deberá cumplir con las siguientes disposiciones:

- Antes de la ejecución de los trabajos elaborarán una lista de los artículos necesarios para la seguridad, basándose en el estudio preliminar de los problemas de la protección y en el programa aproximado de trabajo.
- Se proveerá con anticipación las señales, cercas, lámparas y demás artículos.
- Se colocará en su lugar todas las señales necesarias antes de que se abra al tránsito un camino o una desviación nueva o antes de iniciar cualquier trabajo que constituya un riesgo.
- Todas las señales que se requieran por las condiciones y las restricciones especiales de un camino, se deben retirar en cuanto estas condiciones dejen de existir. Las señales que dirigen el tránsito hacia una desviación temporal se deben retirar al no ser necesarias.
- Todas las señales deben iluminar de noche con reflectores o con luz blanca. Si es posible se instalarán una o varias luces de destellos junto a la señal.
- Se debe colocar las señales aproximadamente en ángulo recto al sentido del tránsito y, por lo menos, a 1,50 metros de altura sobre la superficie del camino. Se deben colocar las señales de 1,80 a 3,00 metros a la derecha del camino transitado y nunca

a menos de 0,30 metros, y aun cuando estén protegidos por una cuneta temporal. Las salpicaduras y el polvo del camino rara vez llegan a manchar o a cubrir una señal colocada a 1,80 metros a la derecha y a 1,50 metros de altura de la vía transitada.

- Se tomarán precauciones especiales para que las pilas de materiales, el equipo reunido, los vehículos estacionados, etc., no obstruyan la visibilidad de ninguna señal.
- Se debe inspeccionar diariamente las señales para comprobar que estén en la posición debida, limpia y siempre legible. Se debe reponer inmediatamente las señales estropeadas.
- Los letreros de todas las señales deben ser claros y comparables en diseño y estilo a las señales convencionales aprobadas por las autoridades de tránsito del Ecuador y de la ciudad de Quito.

La Contratista de la obra deberá iluminar durante la noche con lámparas o reflectores los avisos importantes, los cercados y otros peligros que obstaculicen la libre y segura circulación. Se usarán algunos de los siguientes artefactos:

- Lámparas y reflectores instalados sobre vallas de madera o metal.
- Pintura reflectora pintada sobre vallas de madera o metal.
- Linternas y lámparas operadas con baterías que serán fijadas adecuadamente para evitar su sustracción.
- Luces eléctricas en los lugares en donde exista fluido eléctrico y en especial donde el tránsito sea intenso y a altas velocidades.

Los Municipios, los Consejos Provinciales, el Ministerio de Obras Públicas, deberán instalar inmediatamente señales y vallas adecuadas en lugares que por efectos de derrumbes, inundaciones o que por cualquier circunstancia imprevista y repentina se constituyan en peligro grave de accidentes. Estos elementos se instalarán en las vías públicas bajo la jurisdicción y control de cada entidad.

Deben a su vez dar inmediato aviso a las autoridades de tránsito local para que organicen acciones preventivas. La Policía Nacional deberá colaborar mediante la provisión de letreros y avisos adecuados que serán colocados en las vías públicas obstaculizadas por estos factores. Se promoverá la información sobre peligros y obstáculos en calles y carreteras mediante avisos por radio, televisión o prensa escrita. Estos avisos por ser de beneficio público y colectivo para prevenir accidentes serán totalmente gratuitos.

Ni las autoridades de tránsito, ni las entidades del sector público, los constructores o los usuarios de las carreteras, sean conductores o propietarios de los terrenos aledaños, utilizarán piedras, palos, troncos o cualquier material inadecuado como "avisos" de interrupción de vías y podrán ser denunciados ante las autoridades civiles o penales, en caso de daños a las personas o sus bienes.

La Contratista, en relación a los cercados y barreras, deberá verificar lo siguiente:

- **Cercados de Vallas**

Se debe construir un sólido cercado de vallas cuando todo o la mayor parte de algún camino se va a cerrar al tránsito. Las dimensiones pueden variar, pero la altura total debe ser de 1,40 metros, por lo menos.

Cuando la clausura sea total, el cercado debe extenderse hasta la guarnición o hasta la cuneta, por ambos lados.

Debe tener como mínimo, dos barandas horizontales que se pintarán con rayas diagonales en ángulos de 45 grados. El extremo inferior de las rayas, señalará la dirección que debe tomar el tránsito. Las rayas serán blancas y negras, pero también pueden usarse amarillas y negras. Si no se usa pintura reflectora, se debe equipar los postes y la baranda superior con botones reflectores rojos o con material reflector a intervalos de 1,20 metros.

- **Caballetes para Vallas**

Se pueden usar caballetes para vallas temporales. En caso de obstrucciones, para marcar un paso seguro. Los letreros o flechas se pueden pintar directamente sobre el caballete o sobre tableros desmontables.

- **Cercados para Peatones**

Cuando se trabaja en zonas urbanas es necesario tomar en cuenta las necesidades tanto del conductor del vehículo como del peatón; además de cercar las zonas de peligro, se debe proporcionar una acera provisional de acceso, seca y segura, a las propiedades colindantes. Los requisitos mínimos varían y se incluyen en el contrato de construcción y en las ordenanzas de obras públicas municipales. Se debe tomar en cuenta al peatón al iluminar y al cercar las obras que se ejecuten en las zonas urbanas.

- **Conos de Caucho**

Se pueden utilizar conos de caucho de 45 y de 75 centímetros de alto, para demarcar las zonas de peligro o los obstáculos en las vías.

Todos los elementos citados anteriormente serán proporcionados por los constructores y contratistas de las vías, o por las autoridades de los Municipios, entidades autónomas, Consejos Provinciales, Ministerio de Obras Públicas o la Policía Nacional, en el caso de interrupciones imprevistas en las vías públicas.

A las vallas o barreras podrán adicionalmente colocarse letreros visibles en color negro sobre fondo blanco con la inscripción de "PELIGRO". También se usarán rótulos con inscripciones de "vía en reparación" u "obstáculos en la vía".

Además la Contratista deberá verificar lo siguiente:

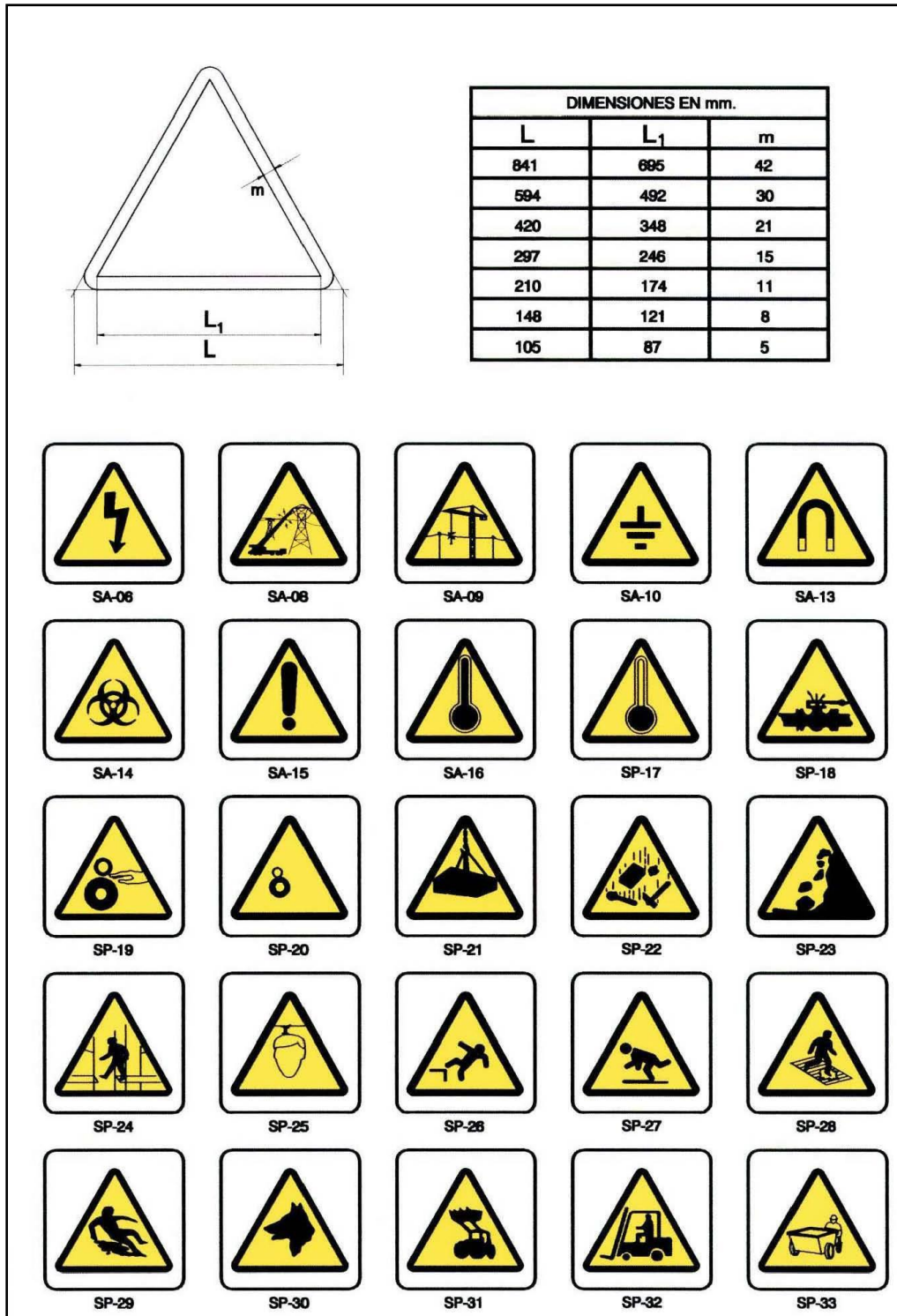
- Cuando se estén realizando trabajos, deben ser visibles los letreros y símbolos necesarios para la prevención de accidentes y deben retirarse o cubrirse oportunamente, cuando ya no existan riesgos.
- Deben utilizarse etiquetas de prevención de accidentes como medios temporales de advertencia a los empleados de un riesgo existente, tales como herramientas desgastadas, equipos defectuosos, etc.
- Deben anunciarse las áreas de construcción con letreros de tráfico, visibles y legibles, en los puntos de peligro.
- Cuando las operaciones sean tales que los letreros, señales y barreras o resguardos no proporcionen la protección necesaria en lugares de trabajo o adyacentes a la carretera, deben proporcionarse banderilleros u otros controles apropiados al tráfico.

### **Señalización de Seguridad**

Se incluye, a continuación, a modo de referencia, un conjunto de señales tipo que pueden resultar útiles en la ejecución de las obras de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito.

Toda la señalización que se vaya a utilizar en las diferentes fases del proyecto tanto en la construcción como en la operación del mismo, se deberá elaborar de acuerdo a las especificaciones, tamaños y colores recomendados por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 3864-1: 2013 "Símbolos Gráficos. Colores de Seguridad y Señales de Seguridad".

*Ilustración 8-4: Señales de Advertencia*



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

*Ilustración 8-5. Señales Imperativas y de Peligro*

REBORDE Y ESQUEMA color blanco

fondo rojo

D1

D

m

DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	376	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

**RIESGO ELÉCTRICO**

**RIESGO DE EXPLOSIÓN**

**RIESGO DE INTOXICACIÓN**

**RIESGO DE RADIACIÓN**

**RIESGO DE INCENDIO**

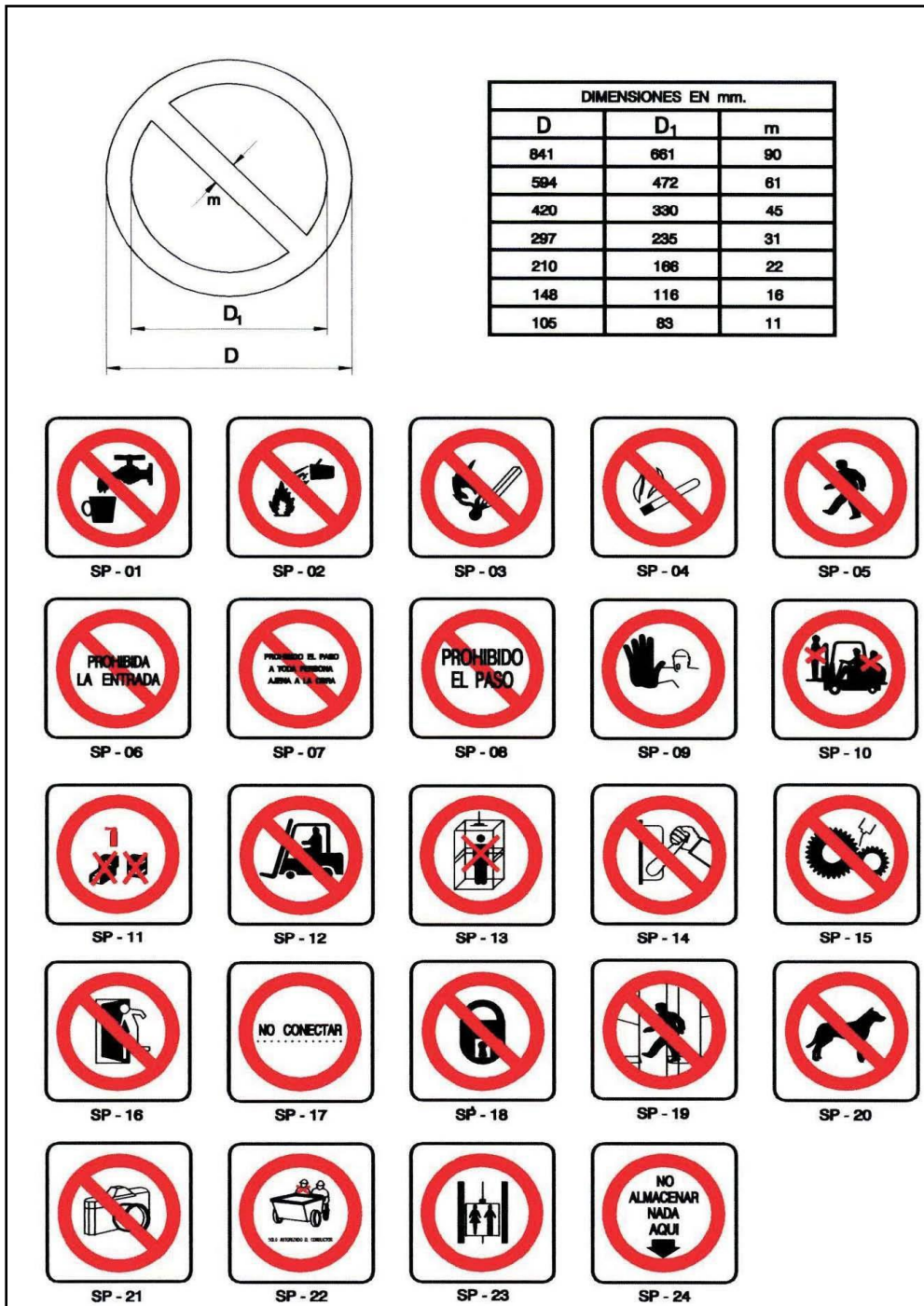
**RIESGO DE CORROSIÓN**

**TIERRAS PUESTAS**

**RIESGO ELÉCTRICO**

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 201



















Ilustración 8-6. Señales de Prohibición



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013



**Ilustración 8-7. Señales de Peligro**

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TP-3		Semáforos	TP-17a		Estrechamiento de calzada por la derecha
TP-13a		Curva peligrosa hacia la derecha	TP-17b		Estrechamiento de calzada por la izquierda
TP-13b		Curva peligrosa hacia la izquierda	TP-18		Obras
TP-14a		Curvas peligrosas hacia la derecha	TP-19		Pavimento deslizante
TP-14b		Curvas peligrosas hacia la izquierda	TP-25		Circulación en los dos sentidos
TP-15		Perfil irregular	TP-26		Desprendimiento
TP-15a		Resalto	TP-28		Proyección de gravilla
TP-15b		Badén	TP-30		Escalón lateral
TP-17		Estrechamiento de calzada	TP-50		Otros peligros

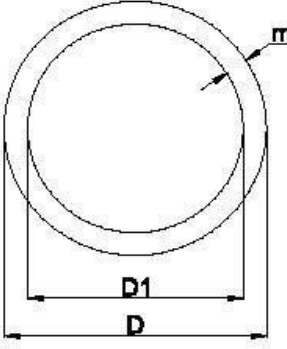
Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

**Ilustración 8-8. Señales De Reglamentación y Prioridad**

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TR-5		Prioridad al sentido contrario	TR-306		Adelantamiento prohibido a camiones
TR-6		Prioridad respecto al sentido contrario	TR-308		Estacionamiento prohibido
TR-101		Entrada prohibida	TR-400a		Sentido obligatorio
TR-106		Entrada prohibida vehículos destinados al transporte de mercancías	TR-400b		Sentido obligatorio
TR-201		Limitación de peso	TR-401a		Paso obligatorio
TR-204		Limitación de anchura	TR-401b		Paso obligatorio
TR-205		Limitación de altura	TR-500		Fin de prohibiciones
TR-301		Velocidad máxima	TR-501		Fin de limitación de velocidad
TR-302		Giro a la derecha prohibido	TR-502		Fin de prohibición de adelantamiento
TR-303		Giro a la izquierda prohibido	TR-503		Fin de prohibición de adelantamiento para camiones
TR-305		Adelantamiento prohibido			

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013


*Ilustración 8-9. Señales de Obligación*




The diagram shows a circular sign with an outer diameter 'D', an inner diameter 'D1', and a thickness 'm'.

DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	m
841	757	42
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5


  




SO-01




SO-02




SO-03




SO-04




SO-05




SO-06




SO-07




SO-08




SO-09




SO-10




SO-11



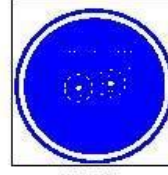
SO-12




SO-13



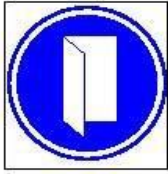
SO-14




SO-15




SO-16




SO-17



SO-18



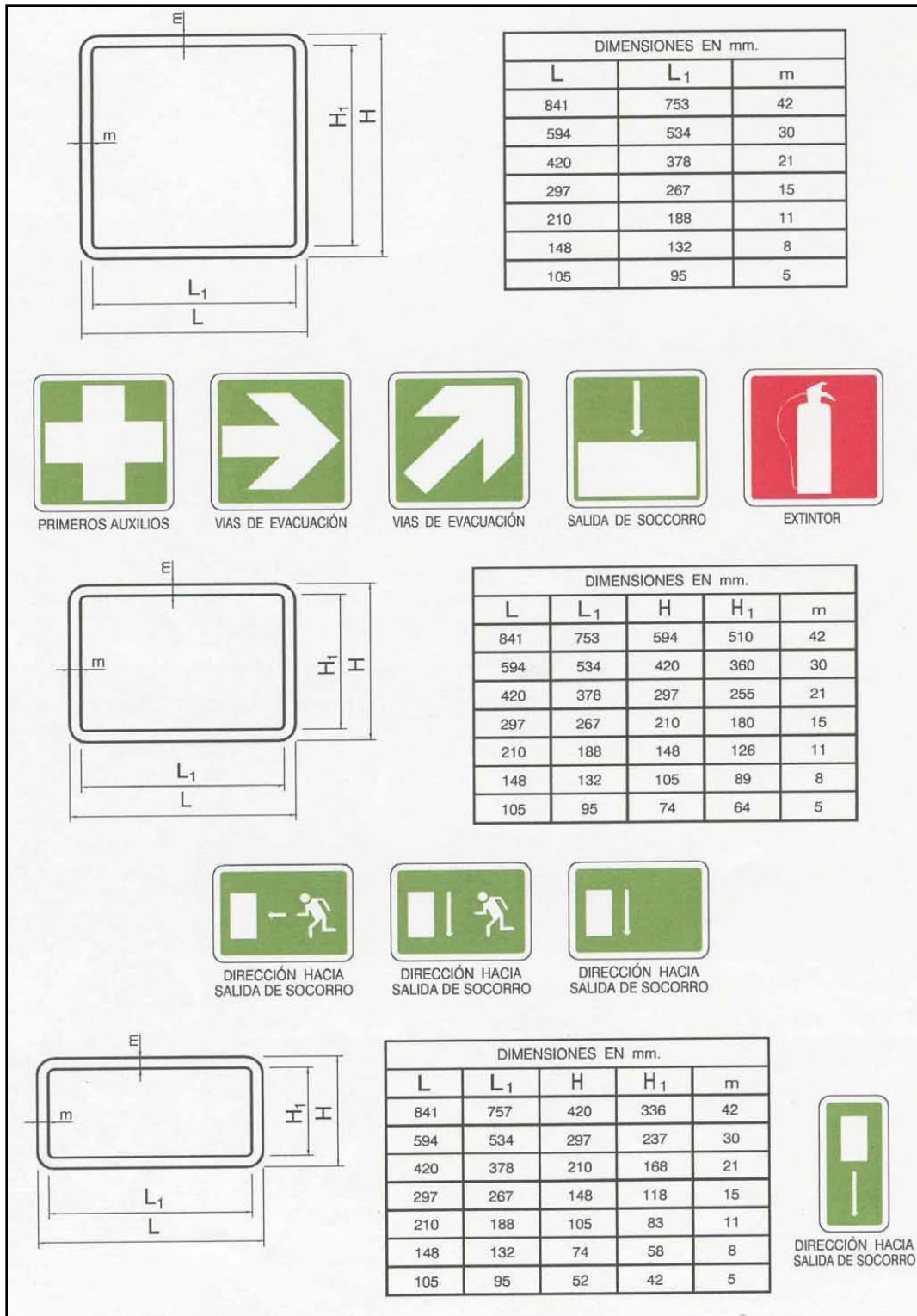
SO-19



SO-20












Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

**Ilustración 8-10. Señales Contra Incendios**








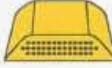








Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

**Ilustración 8-11. Señales Luminosas**

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TL-1		Semáforo (tricolor)	TL-7		Línea de luces amarillas fijas
TL-2		Luz ámbar intermitente	TL-8		Cascada luminosa (Luz aparentemente móvil)
TL-3		Luz ámbar alternativamente intermitente	TL-9		Tubo luminoso (Luz aparentemente móvil)
TL-4		Curvas peligrosas hacia la derecha	TL-10		Luz amarilla fija
TL-5		Disco luminoso manual de paso permitido	TL-11		Luz roja fija
TL-6		Disco luminoso manual de Stop o paso prohibido			

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

*Ilustración 8-12. Elementos De Balizamiento*

Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TB-1		Panel direccional alto	TB-8		Baliza de borde derecho
TB-2		Panel direccional estrecho	TB-9		Baliza de borde izquierdo
TB-3		Panel doble direccional alto	TB-10		Captafaro lado derecho e izquierdo
TB-4		Panel doble direccional estrecho	TB-11		Hito de borde reflexivo y luminiscente
TB-5		Panel de zona excluida al tráfico	TB-12		Marca vial naranja
TB-6		Cono	TB-13		Guirnalda
TB-7		Piquete	TB-14		Bastidor móvil




Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

*Ilustración 8-13. Teléfonos de Emergencia*

	<b>BOMBEROS</b>		<input type="text"/>
	<b>POLICIA NACIONAL</b>		<input type="text"/>
	<b>GUARDIA CIVIL</b>		<input type="text"/>
	SERVICIO MEDICO Dr. _____		<input type="text"/>
	MEDICO ASISTENCIAL PARA LA OBRA Dr. _____		<input type="text"/>
	<b>AMBULANCIAS</b>		<input type="text"/>
	<b>HOSPITALES</b>		<input type="text"/>

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

*Ilustración 8-14. Señales Manuales*

Clave	Señal	Denominación
TM-1		Bandera roja
TM-2		Disco azul de paso permitido
TM-3		Disco de Stop o paso prohibido

Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

#### **8.4.3.13 Protección y Prevención Contra incendios**

La empresa Contratista, será responsable del desarrollo y mantenimiento de un efectivo programa de protección y prevención de incendios en el sitio de trabajo, durante la fase de construcción del proyecto.

A continuación, se resaltarán aspectos importantes a tener en cuenta tanto para la protección como para la prevención de incendios.

##### **Protección Contra Incendios**

Para asegurar una efectiva protección contra incendios, la empresa Contratista y los Subcontratistas deberán cumplir con lo siguiente:

- Asegurar la disponibilidad del equipo requerido de prevención y extinción de incendios.
- Mantener el acceso al equipo contra incendios, libre todo el tiempo.
- Ubicar todo el equipo contra incendios en lugares accesibles y contar con señales llamativas.
- Inspeccionar el equipo contra incendios en forma periódica y mantenerlo en condiciones operables. El equipo defectuoso debe ser reemplazado.
- Proporcionar una cuadrilla contra incendios equipados y entrenados.
- Proveer un extintor de capacidad no menor a 20 libras tipo ABC dentro de un radio de 15 m de donde haya más de 25 litros de fluidos inflamables o 3 kg o más de gases inflamables que sean utilizados en el sitio. Este requerimiento no se aplicará a los tanques de combustible de vehículos motorizados.
- Prohibir el uso de extintores de tetracloruro de carbono u otros extintores con líquidos volátiles tóxicos.

##### **Prevención de Incendios**

Para lograr una efectiva prevención de incendios, la empresa Contratista, y los Subcontratistas debe cumplir con lo siguiente:

- Instalar cables y equipos de iluminación o energía de acuerdo con las necesidades de la obra y los requerimientos de la normativa nacional.
- Prohibir fumar en o cerca de operaciones que constituyan riesgo de incendio. Para ello colocará letreros llamativos con las leyendas “Prohibido Fumar” o “Prohibido Encender Fuegos No Autorizados”.



#### 8.4.3.14 Medicina Laboral Preventiva: Primeros Auxilios

Según se indica en el artículo 134 del **“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”**, de acuerdo con el Art. 436 del **Código del Trabajo y el Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa**, si en las obras de construcción laboran 100 o más trabajadores, se contará con un médico a tiempo parcial.

Todos los lugares de trabajo, así como en los vehículos de transporte, se tendrán botiquines o estuches de primeros auxilios bien protegidos contra el polvo, la humedad o cualquier otro agente de contaminación. El personal de supervisores será entrenado, en el caso de no existir médico o enfermera para dispensar primeros auxilios.

Además la Contratista, antes de inicio del proyecto, deberá tomar provisiones para que cada empleado tenga acceso a una atención médica rápida y a servicios de primeros auxilios.

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales brindados a la víctima de un accidente o enfermedad súbita, hasta que puedan obtenerse los servicios de un médico. Sólo debe permitirse a personas calificadas en primeros auxilios atender a un accidentado; para ello la EPMMQ y la empresa Contratista, se asegurarán que, durante las labores de construcción, como durante las labores de operación y mantenimiento, exista en el sitio una persona debidamente capacitada para brindar primeros auxilios.

La Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- El Botiquín de Primeros Auxilios debe contener el material aprobado por un médico de consulta, empaquetado en un embalaje a prueba de agua, con paquetes sellados individuales para cada tipo de artículo. El contenido del botiquín de primeros auxilios debe ser verificado, antes de ser enviado al lugar de trabajo, para asegurar que cualquier artículo utilizado haya sido reemplazado.
- Los números de teléfono de los médicos, centros de salud, hospitales y ambulancias deben colocarse siempre en un lugar visible.
- El encargado de cada equipo es responsable del tratamiento de los primeros auxilios y para aplicarlos, debe contar en su cuadrilla con una persona calificada.
- Un empleado que sufra alguna lesión física debe reportarse a su encargado, sin importar lo insignificante que pueda parecer el daño.
- El encargado de cada grupo de trabajo debe reportar todos los accidentes a la oficina de campo, y debe realizar un informe apropiado sobre el accidente. El contratista debe desarrollar e implementar un plan de emergencia para el caso de urgencias médicas de considerable gravedad, en el cual describirá detalladamente los procedimientos que deben seguirse como tratamiento inicial y la estabilización del personal afectado, hasta que se cuente con el tratamiento médico y de transporte de emergencia al hospital más cercano, que cuente con capacidad para tratar ese tipo de urgencias.

### **Traslado de Accidentados y Enfermos**

Prestados los primeros auxilios se procederá, en los casos necesarios, al rápido y correcto traslado del accidentado o enfermo al centro asistencial más cercano, que tenga la capacidad de atender el caso y que pueda proseguir el tratamiento.

Para ello, la Contratista facilitará los recursos necesarios para el traslado del enfermo o accidentado, en forma inmediata, al respectivo centro hospitalario.

Además, se colocará en un lugar visible, una lista detallada de direcciones y teléfonos de las unidades asistenciales, de emergencia, centros de salud y hospitales más cercanos.

### **Exámenes Médicos**

El médico de la Contratista, establecerá la naturaleza, frecuencia y otras particularidades de los exámenes a los que deberán someterse en forma obligatoria y periódica los trabajadores, teniendo en consideración la magnitud y clase de los riesgos involucrados en la labor o función que desempeñen.

Todo aspirante, al ingresar como trabajador en la Contratista, deberá someterse obligatoriamente a los exámenes médicos y complementarios establecidos por el área de seguridad y salud.

El servicio médico de la Contratista, será el encargado de coordinar la realización de exámenes de laboratorio a todos los trabajadores.

### **Normas de Protección para Mujeres Embarazadas o en Periodo de Lactancia**

Las mujeres que se encuentren embarazadas o en periodo de lactancia se manejan de acuerdo a la disposición de los correspondientes reglamentos del Ministerio competente, lo que significa que, tras la notificación del embarazo, ya sea por la persona o por informe del médico del seguro, se determinará la condición en que se desarrolla el embarazo, y en base a este informe se tomarán ciertas medidas:

- Reubicación del lugar de trabajo y cambio de actividad a una físicamente menos demandante.
- Evitar todo contacto con productos químicos y/o pesticidas.

#### **8.4.3.15 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

**8.4.3.16 Indicador**

$$\frac{\# \text{ medidas implementadas}}{\# \text{ medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de asistentes a la charla}}{\# \text{ de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ requisitos implementados}}{\# \text{ requisitos propuestos}} \times 100 = 100\%$$

**8.4.3.17 Medio de verificación**

- Registro de asistencia a capacitaciones.
- Informe de charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de capacitaciones.
- Señalética de seguridad industrial.
- Procedimientos de prevención y control de riesgos.

**8.4.3.18 Presupuesto**

\$ 40.000,00 dólares.

**8.4.4 Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias**

Es necesario que la empresa Contratista del Proyecto, en la fase de construcción del proyecto, dispongan de un Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, que incluya programas y procedimientos, que permita responder de manera oportuna, eficaz y eficiente ante situaciones de emergencias, minimizando a su vez, las posibles afectaciones tanto al medio físico, al ambiente y por supuesto al ser humano.

Tomando en consideración lo antes expuesto, por medio del presente Plan, se establecen los lineamientos técnicos necesarios para la adecuada aplicación de acciones de contingencias y respuesta a emergencias durante la la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito

Para la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, las responsabilidades principales estarán asignadas al Gerente del Proyecto, Supervisor de la Obra, Supervisores de Área, Departamento de Salud, Seguridad, Ambiente, empresa Contratista. Estas responsabilidades y obligaciones se resumen a continuación:

- 1. Gerente del Proyecto:** Tendrá las siguientes funciones y responsabilidades, tanto en la fase de construcción como de operación:

- a. Velar porque se cuenten con los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias.
  - b. Aprobar los reportes de contingencias y emergencias, cuando sea necesario su elaboración, y remitirlo a las autoridades correspondientes.
- 2. Supervisor de la Obra:** Persona designada por la Contratista que realizará las actividades de construcción del proyecto. Se encarga de la implementación y cumplimiento del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, durante las diversas fases de la construcción, de conformidad a lo estipulado en el presente documento.
- 3. Supervisores de Área:** Personas encargadas de diversos frentes de trabajo, de las diferentes fases de la construcción del proyecto o encargadas de componentes parciales relacionados con la construcción. Se encargan de lo siguiente:
- a. Evaluar los riesgos y las medidas a aplicar previo a la ejecución de sus tareas.
  - b. Implementar el Plan de Acción apropiado a la situación según se requiera.
  - c. Mantener una estrecha comunicación con el supervisor de la obra y el encargado de seguridad en cuanto a las medidas de seguridad, su cumplimiento y la activación de los planes de acción.
  - d. Coordinar con el personal del área específica, el supervisor de la obra y el encargado de seguridad/ambiente las acciones de atención a emergencias, según corresponda, en función del tipo de emergencia suscitada.
  - e. Garantizar que el personal a su cargo conoce y puede aplicar los procedimientos definidos en los planes de acción del Plan de Contingencias.
- 4. Dirección de Responsabilidad Social y Ambiente:** Departamento designado para velar por todos los aspectos relacionados con la seguridad y/o ambiente, en el sitio de construcción. Tiene las siguientes funciones:
- a) Vigilar el cumplimiento del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias coordinando con el supervisor de la obra reuniones e inspecciones regulares para garantizar la implementación del mismo.
  - b) Investigar las causas que provoquen la implementación del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, la elaboración del reporte correspondiente y coordinar las acciones correctoras que se deriven de dicha situación tanto para los procedimientos llevados a cabo en el sitio, el Plan de Contingencias y las medidas de remediación/mitigación ambiental.
  - c) Notificar al Gerente del Proyecto y a las autoridades sobre la ocurrencia de algún incidente que requiera la implementación de alguno de los planes de acción.
  - d) Coordinar, cuando así se requiera, la participación de las autoridades y otros recursos externos, para la atención de contingencias.

- e) Garantizar que se encuentre en el sitio, en forma accesible, y en cantidades suficientes, los equipos y materiales adecuados para el control de contingencias.
- f) Coordinar los entrenamientos que sean requeridos para la correcta implementación del Plan de Contingencias.
- g) Durante el desarrollo de las operaciones, el Gerente de Responsabilidad Social y Ambiente, previo aviso a los responsables de la empresa, establecerá comunicación con representantes de las diferentes comunidades asentadas en el área de influencia de la contingencia; de manera especial cuando se presente una emergencia que constituya un riesgo inminente para el personal, población, vegetación aledaña e instalaciones.

El objetivo de este plan es:

- Asegurar que todos los informes sean verídicos.
- Representar la posición de la empresa en forma adecuada.
- Demostrar el deseo de responder adecuadamente a la emergencia.
- Informar al público sobre las acciones correctoras que se están tomando.

El Gerente General se responsabilizará de las relaciones públicas.

En virtud de las responsabilidades asignadas al personal, la Contratista deberá definir qué personas específicamente ocuparán dichos cargos y actualizar los datos personales en el Plan de Contingencias.

**Empresa Contratista:**

- a) Adecuar el contenido del presente Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias a los procedimientos constructivos que empleará.
- b) Realizar un Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias específico para el tema de trabajos de excavación subterránea.
- c) Contribuir a la difusión del Plan entre todos los actores intervinientes.
- d) Realizar la implementación del Plan.
- e) Disponer de la formación y medios adecuados para el desarrollo y aplicación del mismo.

**8.4.4.1 Capacitación al Personal y Formación de Brigadas**

La empresa Contratista deberá capacitar a un grupo de trabajadores sobre los procedimientos de seguridad establecidos en el presente Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, para la respuesta oportuna de cualquier tipo de emergencias.

Las charlas de capacitación deberán ser programada e impartidas por personal con amplios conocimientos y experiencia en los temas a tratar, con el fin de garantizar el entendimiento de los procedimientos establecidos para la respuesta de las emergencias. Los trabajadores deberán recibir la información completa en cuanto a los procedimientos a seguir ante una eventual contingencia y/o emergencia.

Se deberán conformar las siguientes brigadas de emergencias:

- Primeros Auxilios
- Contra Incendios
- Contención de Derrames
- Evacuación y Rescate

#### **Formación sobre Riesgos:**

La Contratista deberá comprometerse a implantar las siguientes medidas de educación:

- Instruir a cada empleado a reconocer y evitar condiciones que situaciones que puedan resultar riesgosas.
- Instruir a los empleados requeridos para actuar en casos de emergencia.
- Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones nacionales e internacionales al respecto.
- Instruir a los empleados requeridos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos.

#### **8.4.4.2 Políticas Básicas**

Las políticas básicas que deberá seguir la empresa Contratista para la ejecución del proyecto deberán basarse en:

- Respetar el medio ambiente, previniendo la contaminación y minimizando el impacto ambiental de sus actividades.
- Proteger la salud humana de sus trabajadores y población de las zonas del área de influencia del proyecto con prácticas socio-ambientales sustentables.
- Desarrollar una conducta de cultura responsable compartida entre todos los integrantes de la empresa y las empresas prestadoras de servicios.

#### 8.4.4.3 Cumplimiento de Normativa y Empleo de Buenas Prácticas

Para conseguir el éxito de este Plan, se deberá tenerse en cuenta toda la normativa ambiental y de seguridad ante riesgos existente tanto a nivel nacional como internacional, empleando códigos de buenas prácticas constructivas. Deberá informarse a todos los actores intervinientes sobre estos aspectos.

#### 8.4.4.4 Prioridades de Actuación

Dado que los riesgos múltiples que pueden darse pueden tener efecto sobre las personas, la propiedad y el medio ambiente en general, es necesario establecer un orden de prioridades.

Las acciones del plan atienden el siguiente orden de prioridades:

- Protección de vidas humanas
- Protección de asentamientos humanos (barriadas) e infraestructuras
- Protección de contaminación de cuerpos de aguas (acueductos, ríos, quebradas, etc.)
- Protección de contaminación de áreas verdes

*Ilustración 8-15. Estructura de actuación*

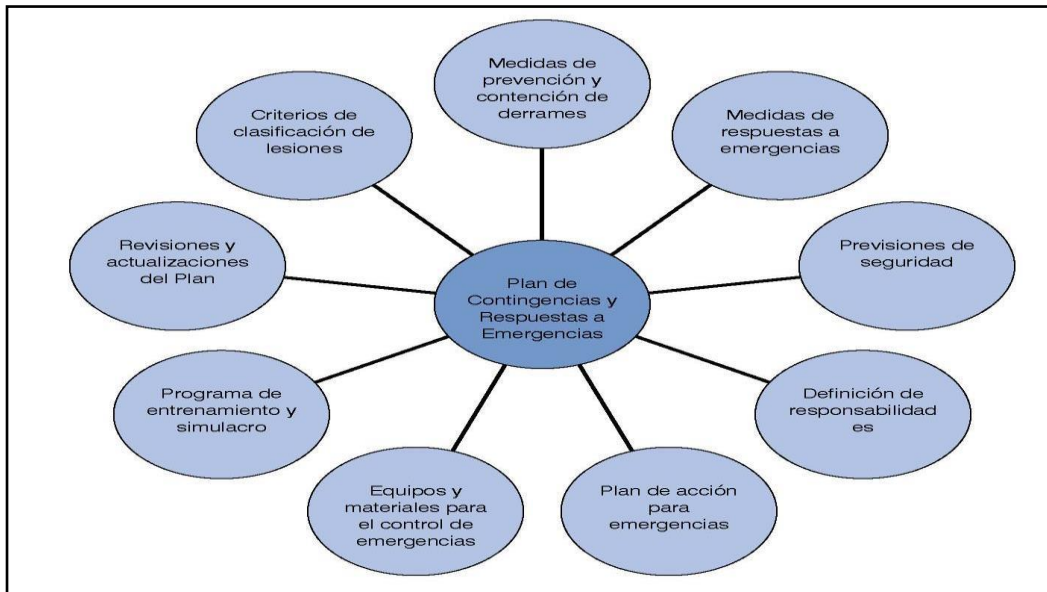


Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

#### 8.4.4.5 Organización del Plan

El Plan de Contingencias y Respuestas a Emergencias, ha sido estructurado de modo que se integren en el mismo todos los aspectos básicos que debe tener presente el personal que participa en las tareas de construcción para estar preparado y atender una contingencia. Se deberán mantener informadas a todas las autoridades competentes de cualquier cambio o evento que afecte a los procedimientos establecidos.

*Ilustración 8-16. Organización del Plan de Contingencias y Respuestas a Emergencias*



Fuente: EsIA y PMA de la Primera Línea Metro de Quito, 2013

#### 8.4.4.6 Medidas de Prevención y Contención de Derrames en las Obras

El Programa de manejo para derrames de combustible ha sido orientado de forma tal que pueda ser ejecutado de acuerdo a las particularidades de los sectores de riesgo que se presentan durante la construcción del Proyecto.

La prevención y contención son las alternativas preferidas para controlar los derrames pequeños y comunes que a menudo suceden cuando se cambia el aceite, se reparan las líneas hidráulicas y se añaden los refrigerantes a la maquinaria de construcción.

Las almohadillas absorbentes deberán colocarse en el suelo, debajo de la maquinaria, antes de efectuar el mantenimiento. El personal de mantenimiento deberá llevar los materiales absorbentes en cada pieza de equipo. El equipo que se guarde en el lugar para reabastecimiento de combustible y de mantenimiento de rutina, deberá contener pequeños equipos absorbentes.

Cada instalación y área de trabajo deberá estar adecuadamente equipada para satisfacer los objetivos de preparación y prevención establecidos en este plan.

Deberán efectuarse inspecciones de rutina (es decir, diarias) en los tanques de almacenamiento y en las áreas de carga y descarga. Se deben mantener los registros de tales inspecciones.

A continuación, se presenta el programa a seguir para el manejo de derrames durante la ejecución de la obra:



### **Inventario de Materiales**

Para cada uno de los materiales almacenados deberá disponerse de la Hoja con Información de Seguridad de los Materiales, también conocida como MSDS (por sus siglas en inglés). Esto con el fin de brindar información sobre los riesgos químicos del producto y los tratamientos adecuados en caso de accidentes.

Se deberá preparar un cuadro especificando todos los materiales peligrosos almacenados en cantidades mayores a los niveles domésticos y sus ubicaciones respectivas.

### **Diseño-Operación de las Áreas de trabajo. Tanques de almacenamiento**

Las áreas de trabajo deberán diseñarse, construirse, mantenerse y operarse para minimizar la posibilidad de incendio, explosión o cualquier escape accidental, repentino o no repentino de derivados de petróleo, de residuos peligrosos o de elementos de residuos peligrosos hacia el aire, el suelo o los cuerpos de agua, los cuales podrían poner en peligro la salud humana o el medio ambiente.

El Contratista deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes especificaciones y estándares de operación, al almacenar materiales peligrosos en una instalación:

- **Identificación del patrón de drenaje**

Se deberán identificar los patrones generales de drenaje para cada sitio de trabajo, exhibiéndose en un plano de sitio.

El drenaje de las áreas de almacenamiento que cuenten con diques, deberá ser retenido mediante válvulas u otros medios adecuados para prevenir un derrame u otro escape excesivo de aceite al sistema de drenaje. Las válvulas utilizadas para el drenaje de áreas con diques deberán ser de tipo manual y de diseño de apertura y cierre.

Los sistemas de drenaje deberán estar diseñados de forma adecuada para prevenir que el producto derramado llegue al suelo y a los cuerpos de agua, en caso de fallas en el equipo o error humano.

- **Tanques de Almacenamiento Masivo**

Ningún tanque deberá ser utilizado para el almacenamiento de productos peligrosos a no ser que su material y construcción sean compatibles con el tipo de materiales y con sus condiciones de almacenamiento.

Todas las instalaciones con tanques de almacenamiento masivo deberán estar construidas de manera que exista un medio secundario de contención para todo el contenido del tanque más grande, además de suficiente espacio sobrante para permitir la precipitación. Las áreas con diques deberán ser lo suficientemente impermeables como para contener los aceites u otros fluidos derramados.

**• Drenaje del Área de Contención**

En las áreas de contención no se tendrán drenajes, salvo que tales drenajes conduzcan a un área o recipiente de contención donde puedan recuperarse los derrames.

**Almacenamiento de Combustibles y Aceites Lubricantes**

Siempre hay peligro de grandes derrames en los lugares donde se almacenan combustibles y fluidos hidráulicos, por lo que se deberán tomar precauciones en áreas donde se carguen y descarguen camiones que transporten combustibles y se carguen tambores de aceite. Se deberán implementar medidas especiales para prevenir derrames en esas áreas.

El equipo de contención deberá mantenerse cerca de los tanques y tambores para minimizar el tiempo de respuesta ante derrames y deberá incluir almohadillas o esteras absorbentes. La cantidad y capacidad de las esteras deberá ser suficiente como para contener el mayor derrame previsible.

Donde se almacenen los tanques de combustible, se debe contar con una tina con una capacidad de contención no menor al 110% del tanque mayor.

**Estructuras Secundarias de Contención**

Para prevenir la descarga de aceite o residuos peligrosos al medio ambiente, se deberá dotar, a los tanques sobre tierra, de estructuras secundarias de contención.

Estas estructuras deberán estar diseñadas para recolectar descargas y líquidos acumulados hasta que el material sea removido.

Los derrames, fugas o cualquier exceso de precipitación se drenarán en la forma más adecuada posible, para prevenir daños a la salud humana y al medio ambiente.

Los bancos de tierra con bases llenas de grava proporcionan contención secundaria para los aceites lubricantes y tanques usados de aceite. Se procederá a la limpieza y recolección de derrames y fugas en tambores de capacidad suficiente hasta que se hagan los arreglos para la disposición adecuada fuera del sitio. El drenaje de las aguas de lluvia será aceptado cuando:

- La válvula de drenaje esté sellada (cerrada) normalmente.
- La inspección de las aguas de lluvia demuestre que éstas no ocasionarán una descarga peligrosa y asegure el cumplimiento de los estándares de calidad del agua.
- La válvula de drenaje se abra y se vuelva a sellar después del drenaje, bajo la supervisión del responsable.

Los tambores y tanques de diésel almacenados en las áreas de trabajo y patios de acopio, deberán ser ubicados en áreas cubiertas en las que haya diques de tierra de baja permeabilidad y suelos que sirvan como contención secundaria. Los derrames deberán contenerse, limpiarse y recogerse a la brevedad, en tambores de capacidad suficiente que deberán disponerse fuera del sitio, por empresas autorizadas para ello.

#### **8.4.4.7 Equipo Contra incendios**

La Contratista será responsable del desarrollo y mantenimiento de un efectivo programa de protección y prevención de incendios en el sitio de trabajo, durante la fase de construcción del proyecto.

En cada instalación se deberá contar con los medios para responder inmediatamente a una emergencia, cuando el personal se encuentre en ella, utilizando el equipo oportuno. Además, deberán verificarse las siguientes apreciaciones:

En cada instalación deben estar disponibles, sistemas de extinción de fuegos para control de incendios.

Mantener el acceso al equipo contra incendios, libre todo el tiempo.

Ubicar todo el equipo contra incendios en lugares accesibles y contar con señales llamativas.

Inspeccionar el equipo contra incendios en forma periódica y mantenerlo en condiciones operables. El equipo defectuoso debe ser reemplazado.

Proporcionar una cuadrilla contra incendios equipados y entrenados.

Proveer un extintor de capacidad no menor a 20 lb tipo ABC dentro de un radio de 15 m de donde haya más de 25 litros de fluidos inflamables o 3 kg o más de gases inflamables que sean utilizados en el sitio.

Prohibir el uso de extintores de tetracloruro de carbono u otros extintores con líquidos volátiles tóxicos.

Las instalaciones y estructuras deberán contar con sistemas de detección de incendios.

Prohibir fumar en o cerca de operaciones que constituyan riesgo de incendio. Para ello colocará letreros llamativos con las leyendas “Prohibido Fumar” o “Prohibido Encender Fuegos No Autorizados”.

Además de que se deben cumplir con cada uno de los requisitos que exige el Cuerpo de Bomberos de Quito, para obtener el permiso respectivo.

#### **8.4.4.8 Instalaciones de Carga y Descarga**

Se utilizarán exclusivamente las áreas de carga y descarga de cada instalación para cargar y descargar combustibles, aceite lubricante o aceite usado. Se deberán proporcionar contenedores secundarios para las áreas de carga y de descarga.

Todas las áreas deberán utilizar colectores de goteo en las conexiones de mangueras mientras se carguen o se descarguen los líquidos. El personal de la empresa Contratista deberá estar presente durante todas las operaciones de carga y descarga. Deberán inspeccionarse todos los orificios de salida de los camiones cisterna antes de dejar el área de carga y descarga, para prevenir posibles fugas mientras esté en movimiento.

Como precaución, deberán inspeccionarse todas las válvulas en el punto de transferencia de la conexión de carga y de descarga, antes de abandonar el área después de la transferencia del material.

Si ocurre un derrame o una fuga, entonces deberá detenerse la operación de carga y descarga, contener, limpiar y recolectar el derrame antes de continuar con la operación.

Se deberá contar con un diagrama de las áreas de carga y descarga.

#### **8.4.4.9 Equipo de Control de Derrames**

Cada instalación donde se almacenen combustibles, aceites u otros productos peligrosos, deberá mantener una provisión conveniente de equipo para el control de derrames que incluya un equipo de movimiento de tierra como palas cargadoras, y materiales absorbentes, palas, rastrillos, bombas, tambores vacíos y barreras absorbentes.

El material absorbente se utilizará para recuperar los materiales derramados en el suelo o en las aguas superficiales.

El equipo colector de derrames deberá colocarse en las áreas de almacenamiento. Se podrán utilizar palas, rastrillos y bombas para recolectar cualquier residuo de material derramado en el suelo o a los cuerpos de agua. También podrán utilizarse en la construcción de terrazas, represas o diques para detener los flujos de material derramado.

#### **8.4.4.10 Sistemas de Comunicación y Alarma**

El equipo de comunicación interna y externa deberá estar compuesto, por lo menos, de radio transmisor y altavoces. Estos radios pueden utilizarse como parte del sistema de comunicación interna y externa en las áreas de trabajo. También se deberán prever equipos de comunicación en todos los camiones.

El sistema de comunicación dentro de las excavaciones subterráneas y su contacto con el exterior, deberá ser independiente del sistema (cableado) de suministro de electricidad.

#### **8.4.4.11 Equipos de Primeros Auxilios y de Protección Personal**

Cada área de trabajo deberá contener equipo de primeros auxilios (botiquines), los cuales deberán colocarse en cada frente de trabajo y en todos los camiones.

Además, según se indica en el Art. 118 del *“Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”*, los empleadores, contratistas o subcontratistas de obras, deberán proveer a sus trabajadores y sin costo alguno para ellos, elementos de protección personal.

De forma genérica, los equipos necesarios quedan indicados en el correspondiente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. De forma particular, de entre ellos, y para este caso concreto, se deberán disponer:

- Manuales de seguridad industrial para cada uno de los trabajadores y empleados.
- Casco uno por año para cada trabajador y stock para visitantes en la guardianía.

- Botas con puntas de acero, un par por año para cada trabajador.
- Guantes, tener en stock suficiente para reposición.
- Radiocomunicación, para todo el personal de operación.
- Ambulancia, en convenio con la Cruz Roja.

Adicionalmente, el personal estará entrenado para enfrentar cualquier tipo de contingencias y mantendrá dentro de su rutina de trabajo los siguientes procedimientos:

- Uso de ropa de trabajo adecuada y cascos por parte de los trabajadores.
- Los visitantes a las localizaciones de la empresa utilizarán casco de protección.
- Stock de mascarillas, picos, palas, trajes térmicos, guantes en lugares específicos de fácil ubicación.

#### **8.4.4.12 Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Equipos**

El personal de cada área de trabajo deberá, de forma rutinaria, inspeccionar, probar y mantener el equipo de emergencia para asegurar su correcto funcionamiento.

Los radios de intercomunicación, los sistemas telefónicos, los altavoces y cualquier sistema de comunicación que se utilice, deberán ser probados diariamente.

Los equipos de extinción de incendios deberán ser inspeccionados mensualmente.

El encargado de seguridad de la Contratista, inspeccionará y exigirá el mantenimiento del equipo de abastecimiento de combustible o lubricantes de acuerdo a un estricto programa. Se presentará documentación escrita sobre los métodos empleados y el trabajo efectuado.

Todos los contenedores, válvulas, tuberías y mangueras serán examinados con regularidad para evaluar su condición general. En dicho examen se identificará cualquier signo de deterioro que pudiera provocar un derrame, así como señales de fuga. Las fugas se corregirán o repararán con la máxima celeridad.

#### **8.4.4.13 Accesos a los Sistemas de Comunicación o Alarma**

Cada vez que se manejen aceites o materiales peligrosos, el personal del área involucrado en la operación, deberá tener información de la ubicación de los sistemas de comunicación o alarma y acceso inmediato a los radios y teléfonos, ya sea directamente o mediante contacto visual o verbal con otros empleados.

#### **8.4.4.14 Requerimiento de Espacios**

Cada instalación deberá mantener espacios adecuados para el tránsito con la finalidad de permitir el desplazamiento del personal, del equipo de protección contra incendios, del equipo de control de derrames y del equipo de descontaminación sin obstrucciones entre las estructuras, cuando sea necesario.

#### **8.4.4.15 Acuerdos con Autoridades**

Se deberán efectuar acuerdos con la Policía, Bomberos y equipos de respuestas a emergencias, recopilando los nombres, direcciones y teléfonos respectivos más importantes para casos de emergencia.

Se deberá informar a los hospitales y clínicas sobre las propiedades de los materiales de los residuos peligrosos que puedan utilizarse en las obras, y los tipos de herida o enfermedades que puedan generarse, con la finalidad de que estén preparados para una eventual emergencia.

Del mismo modo, se deberá invitar a las autoridades locales a la inspección de las instalaciones. Si rehúsan a hacerlo, se deberá documentar la negativa.

#### **8.4.4.16 Disposición de Equipos para Casos de Emergencia**

Se deberá preparar una lista del tipo, cantidad y ubicación de los equipos de almacenamiento, contención y limpieza a utilizarse en las áreas de trabajo, y sitios de construcción. Esta lista incluirá los procedimientos y las medidas de minimización de impactos que se utilizarán como respuesta ante un derrame.

La elección de las medidas y de los equipos de mitigación, deberán ajustarse a las características del terreno afectado así como a los tipos y cantidades de material que potencialmente podrían derramarse. Se deberá proporcionar, como mínimo, el siguiente equipo para contención y limpieza de derrames:

- Absorbentes tales como almohadas, paños y estopa para contención y recolección de los líquidos derramados
- Equipos comerciales para derrames que vienen pre empaquetados con una gran variedad de absorbentes para derrames grandes o pequeños
- Palas y retroexcavadoras para la excavación de materiales contaminados
- Contenedores, tambores y bolsas de almacenamiento temporal para limpiar y transportar los materiales contaminados

#### **8.4.4.17 Fallas de los Equipos**

Los derrames pueden ser la consecuencia de eventos impredecibles como la ruptura de los tanques de combustible, los radiadores y las líneas hidráulicas. Se acomodarán dispositivos con capacidad de absorción de hasta 20 litros debajo del asiento del operador, en los equipos de construcción y movimiento de tierra.

Se capacitará al personal de la Contratista, en la operación y mantenimiento del equipo para prevenir la descarga accidental o derrames de combustible, aceites o lubricantes. El personal de la Contratista deberá también tener conocimiento de las leyes, disposiciones y reglamentos de control de la contaminación ambiental aplicables a su trabajo. Se programarán y realizarán charlas sobre la prevención de derrames con las cuadrillas de trabajadores, con la suficiente frecuencia como para garantizar el aprendizaje de las medidas de prevención de derrames. En estas charlas se pondrá especial atención a los siguientes aspectos:

- Medidas preventivas para evitar derrames.
- Fuentes de derrames, tales como fallas o mal funcionamiento del equipo.
- Procedimientos estándar de operación en caso de un derrame.
- Equipo, materiales y suministros disponibles para la limpieza de un derrame.
- Una lista de casos de derrame conocidos.
- Equipo de emergencia.
- Sistema de alarma y comunicaciones.
- Acuerdos con las autoridades locales.

#### **8.4.4.18 Medidas de Respuesta a Emergencias para las Obras**

Se deberán preparar medidas de respuesta a emergencias por derrames para minimizar los peligros que podrían afectar al personal de construcción y al medio ambiente en el caso de una descarga no planificada y repentina de materiales peligrosos hacia el aire, suelo o agua.

Para fines del plan, una emergencia se define como «la liberación de materiales peligrosos que podrían amenazar o causar daños a la salud de los seres humanos o al medio ambiente».

Las disposiciones del plan deben cumplirse siempre que se presente una emergencia e incluirán, como mínimo, los siguientes componentes:

- Contención.
- Limpieza.
- Notificación.
- Excavación y disposición final.
- Deberes de los coordinadores de emergencia.

#### **Contención**

La contención es la prioridad inmediata en el caso de un derrame. De ser posible, el derrame deberá ser retenido en el sitio de ocurrencia.

#### **Limpieza**

Los procedimientos de limpieza se iniciarán inmediatamente después de que se haya retenido el derrame.

En ningún caso se utilizará el equipo de retención para guardar el material contaminado.

Se debe mantener una lista del equipo que deberá utilizarse para facilitar la limpieza y minimizar el daño al medio ambiente.

**Notificación**

En caso de derrame, se deberá notificar al equipo de respuesta a emergencias, al Encargado Ambiental y a las autoridades competentes.

**Excavación y Disposición final**

La excavación y limpieza del material de derrame, el absorbente y el suelo contaminado se realizará inmediatamente y será depositado en los sitios de botadero que sean utilizados por el contratista.

Aquellos productos que sean derivados del petróleo serán tratados previamente con algún producto, que acelere el proceso de biodegradación de estos residuos.

**Deberes de los Coordinadores de Emergencia**

Los coordinadores de emergencia de turno, deberán estar permanentemente en contacto con la responsabilidad de coordinar todas las medidas de respuesta a emergencias. Estos empleados deberán conocer a detalle todos los aspectos del Plan de Contingencia y Respuesta a Emergencias, que incluye todas las operaciones y actividades en los sitios de trabajo, la ubicación y características de los residuos manejados, la ubicación de los registros y el esquema de distribución de las zonas de trabajo.

Asimismo, deberán tener la autoridad para hacer uso de los recursos necesarios para cumplir las medidas de contingencia y realizar de ser necesaria una rápida evacuación del personal del sitio de derrame a sitios seguros para aquellos casos graves que así lo requieran.

**8.4.4.19 Previsiones en Seguridad para las Obras**

Se deberán desarrollar e implementar medidas de seguridad para evitar el libre acceso de visitantes a talleres, patio de descarga y carga de combustibles, etc.

Todas las instalaciones deberán estar totalmente cercadas por cerramiento perimetral. Se controlarán todos los accesos a las instalaciones. Todos los visitantes deberán firmar un registro en la puerta principal.

Los sitios de trabajo deberán tener una iluminación adecuada para proporcionar buena visibilidad.

**8.4.4.20 Procedimiento General de Acción para Emergencias**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al supervisor de área y al supervisor de la obra.
- El supervisor de la obra, se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del supervisor de área.
- Si el supervisor de la obra considera que la situación se puede atender con los recursos internos procede a activar el plan de acción específico a la situación.



- Si el supervisor de la obra considera que la situación no se puede atender con los recursos internos procederá a notificarlo al encargado de seguridad/ambiente.
- El encargado de seguridad/ambiente coordina con las autoridades competentes y otros recursos externos las acciones a seguir para la atención de la emergencia.
- El encargado de seguridad/ambiente procede a aplicar acciones provisionales hasta tanto llegue la ayuda externa (siempre y cuando no se comprometa la seguridad del personal).
- El encargado de seguridad, de ser necesario, procede a evacuar las instalaciones.
- El encargado de seguridad, cuando llegue la ayuda externa, brinda la información requerida para la atención de la emergencia.

#### **8.4.4.21 Procedimiento de Acción en Derrames de Combustibles o Lubricantes**

En el caso de que ocurra un derrame existen una serie de operaciones que deben ser realizadas inmediatamente, ello garantizará que las acciones futuras puedan desarrollarse con el menor riesgo posible, ya sea para el equipo de respuesta como para otras formas de vida en los alrededores del lugar del siniestro.

Es vital que la fuente del combustible sea identificada y donde sea posible, prevenir mayores derrames. En algunos casos un depósito puede haber perdido todo su contenido, pero en otros el escape deberá ser identificado antes que ocurra la pérdida total del combustible. En estos casos deberán hacerse todos los intentos para detener el escape del combustible, ya sea obturando el agujero, cerrando válvulas o desviándolo hacia un recipiente alternativo.

En cualquier evento en el que exista un derrame, la seguridad debe ser siempre el elemento principal a considerar y todas las medidas adoptadas deben conducir a ello.

Para el caso de un incendio, luego de haber sido controlado se procederá al tratamiento del derrame.

De la rapidez de la respuesta depende en gran medida el control de cualquier tipo de derrame. Lo principal es detener el flujo y rápidamente implementar las medidas apropiadas para contener el derrame y sacarlo del medio sin causar más daño.

Como norma general, el procedimiento a seguir será el siguiente:

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra.
- El Supervisor de la Obra se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del Supervisor de Área.
- Si el Supervisor de la Obra considera que el derrame se puede atender con los recursos internos procede a actuar como se señala en los puntos subsiguientes.
- Se debe detener o cortar en forma inmediata la fuente del derrame.

- Se debe trasladar al sitio donde ocurrió el derrame un extintor de incendios.
- El Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente del incidente y brinda información preliminar sobre su magnitud.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, evalúa la necesidad de coordinar acciones con otros recursos externos y procede con ello.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, según la magnitud del incidente, evalúa la necesidad de trasladarse al sitio para brindar apoyo en las actividades del plan.
- El Supervisor de la Obra coordina la contención del derrame mediante el uso, de acuerdo a la magnitud del mismo, de barreras de contención en zanjas y drenajes y el uso de material absorbente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente coordina las labores de limpieza del derrame.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos y materiales utilizados en la contención del derrame sean restituidos a su lugar de almacenamiento. En caso de derrames mayores a 50 galones, el Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **8.4.4.22 Procedimiento de Acción ante Conato de Incendio**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra quienes deberán dirigirse al sitio del incidente.
- El personal que detecta la emergencia toma el extintor, tanque de espuma o manguera que se encuentre más próximo al sitio del incidente y procede a extinguir el conato de incendio; si no conoce cómo manejar el sistema de extinción pide asistencia a personal que se encuentre en el sitio.
- Una vez controlado el conato de incendio, el Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.

Los combustibles son altamente inflamables, por ello es necesario evitar:

- Fuentes con temperatura elevada, ejemplo: motores de vehículos.
- Si se descubre un conato de incendio, los 30 primeros segundos son los más importantes. De inmediato el conductor debe:

- Detener el vehículo en la zona más segura.
- Si alguna persona se encuentra cerca, debe ser él quien dé el aviso, mientras el conductor trata de combatir el incendio utilizando el extintor de polvo químico del vehículo.

Los indicios previos a una explosión son el aumento del volumen de la llama, variación del color, así como el incremento del ruido.

Si el incendio adquiere proporciones, alejarse de la zona e impedir el acceso, para esperar a que llegue la ayuda.

Es importante conocer los diferentes tipos de incendio que producen los distintos materiales:

**Clase A:** Provocado por materiales (madera, basura, papeles, etc.), estos se combaten utilizando agua en chorro niebla.

**Clase B:** Producido por líquidos inflamables (derivados de los hidrocarburos). Estos se combaten utilizando un extintor de polvo químico seco, (PQS).

**Clase C:** Producido por equipos eléctricos, se emplearán agentes extintores no conductores de electricidad, caso del extintor de polvo químico seco del tipo ABC. No debe utilizarse agua por ningún motivo, ya que se puede tener un shock eléctrico.

#### **8.4.4.23 Procedimiento de Acción en Incendios**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra.
- El Supervisor de la Obra notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a coordinar con el Cuerpo de Bomberos de Quito su asistencia para la atención del incidente y se dirige al sitio.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal, procede de ser posible a organizar al personal para iniciar las labores de extinción mientras se espera la llegada del Cuerpo de Bomberos de Quito
- Según la magnitud del incidente, el Encargado de Seguridad/Ambiente evaluará la necesidad de evacuar el sitio y espera la llegada del personal del Cuerpo de Bomberos de Quito.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.

- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **8.4.4.24 Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores (contusiones y laceraciones)**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera el accidentado.
- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.
- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos ya utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **8.4.4.25 Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con el Manejo de Sustancias Químicas**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y la hoja de seguridad (MSDS) de la sustancia química involucrada en el incidente.
- El personal que detecta la emergencia procede a aplicar los primeros auxilios de acuerdo a las instrucciones definidas en la hoja de seguridad de la sustancia química.
- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.
- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada y se asegura que se le suministre al centro médico la hoja de seguridad de la sustancia química que produjo la situación de emergencia.

- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **8.4.4.26 Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores (pérdida de conocimiento, hemorragias, dolor intenso y otras)**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios. Este último deberá dirigirse en forma inmediata al sitio donde se encuentra el afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
- Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado
- No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente cuál es la acción de traslado que procede.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, coordina el traslado con recursos internos o externos de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **8.4.4.27 Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Menores Relacionados con Riesgos Biológicos**

- El personal que detecta la emergencia, o el afectado si no se encuentra impedido para ello, debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera.
- El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra la persona afectada, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar a la persona a una clínica a recibir atención especializada.

- Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Encargado de Seguridad/Ambiente el traslado de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **8.4.4.28 Procedimiento de Acción ante Accidentes Laborales Mayores Relacionados con Riesgos Biológicos**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
- El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
  - Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado.
  - No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
- El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente cuál es la acción de traslado que procede.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente, coordina el traslado con recursos internos o externos de la persona afectada.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **8.4.4.29 Procedimiento de Acción ante Colapso en la Clave del Frente de Excavación del Túnel**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuo de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.

- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación, tanto en superficie como en subterráneo, y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctivas que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **8.4.4.30 Procedimiento de Acción ante Inundación del Frente de Excavación del Túnel**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel. En caso necesario se activará el sistema de suministro de electricidad y bombeo de emergencia.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación, y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, el Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

#### **8.4.4.31 Procedimiento de Acción ante Explosión**

Tal y como se ha comentado en el correspondiente Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito puede ocurrir cerca de estaciones de servicio, bajo ellas o por zonas que pueden estar contaminadas por infiltraciones de combustible.

Cuando se realice la excavación de estas zonas, existe la posibilidad de que se den riesgos por explosión. Independientemente de esto, esos suelos deberán ser descontaminados, tomando las medidas correctoras adecuadas para evitar la contaminación de masas de agua superficiales o subterráneas.

Previo a la excavación, será preciso identificar las zonas en las que pudiese ocurrir este riesgo, realizar el monitoreo de las áreas identificadas previo a su intervención y verificar que la tuneladora cuente con medidor de gas, con la finalidad de minimizar el riesgo por explosión. En el caso de que se produjese alguna explosión, se deberá actuar de la siguiente manera:

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie, incluyendo la eventual necesidad de evacuación de la infraestructura de superficie potencialmente afectada.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias, así como de evaluación de los potenciales daños sufridos por la infraestructura de superficie.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes y, si corresponde, a los oficiales de agencias de seguros, sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **8.4.4.32 Procedimiento de Acción ante la Afectación Súbita de Infraestructuras durante las Excavaciones Subterráneas**



- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata paralización de la excavación y el mantenimiento y monitoreo continuos de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal y del público, procede a organizar el manejo del tráfico y acordonamiento del área con potencial de ser afectada alrededor del frente de excavación en superficie, incluyendo la eventual necesidad de evacuación de la infraestructura de superficie potencialmente afectada.
- El Supervisor de la Obra coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias, así como de evaluación de los potenciales daños sufridos por la infraestructura de superficie.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
- El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes y, si corresponde, a los oficiales de agencias de seguros, sobre la situación y las acciones emprendidas y por emprender.

#### **8.4.4.33 Procedimiento de Acción ante Caída Total del Suministro de Electricidad en Excavaciones Subterráneas**

- El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra del Contratista.
- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente activa el Plan de Contingencias del Contratista y ordena la inmediata inspección del interior del túnel /excavación subterránea y la subsecuente activación del sistema de suministro de electricidad de emergencia para

la reactivación de los sistemas de bombeo de agua, ventilación e iluminación y otros suministros del túnel.

- El Encargado de Seguridad/Ambiente procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
- El Supervisor de la Obra del Contratista evalúa la situación y ejecuta las medidas correctoras que fueran necesarias. En caso necesario coordina con los responsables del Comité de Manejo de Riesgos la re-evaluación de la situación y la ejecución de las medidas de control, estabilización y correctoras que fueran necesarias.
- Superada la emergencia, se podrá ordenar el reinicio de las actividades de excavación.
- El Encargado de Seguridad/Ambiente elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.

#### **8.4.4.34 Procedimiento de Acción en el Caso de Salida de Suelos Contaminados durante la Excavación del Túnel**

- El Supervisor de la Obra del Contratista notifica al Encargado de Seguridad/Ambiente sobre el incidente.
- El encargado de Ambiente de la EPMMQ realizará la inspección para verificar la presunción de suelos contaminados, para posteriormente dar la orden a la Contratista para retirar el material y ser llevado a un sitio designado en las escombreras del proyecto, el mismo que debe de ser dispuesto exclusivamente para este material. Este material será almacenado temporalmente hasta que los responsables de la contaminación se hagan cargo de la remediación de los mismos.
- La Contratista tiene la obligación de llevar registros de volúmenes, cantidades y características de los materiales retirados, y se deberá tomar referencia del lugar de donde provienen.
- La EPMMQ realizará la notificación a la autoridad competente en este caso la Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito, para que esta a su vez notifique a los responsables de la contaminación para que se proceda a su remediación.
- La EPMMQ entregará este material, mediante registros de entrega de volúmenes y cantidades a los responsables de la contaminación.

#### **8.4.4.35 Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Erupción Volcánica**

##### **Antes:**

- Conocer el mapa de los peligros volcánicos que le pueden afectar. Allí se delimitan las zonas de alto, mediano y bajo riesgo.
- Conocer las rutas de evacuación y tener prevista la posibilidad de alojarse temporalmente en otro sitio alejado de la zona de riesgo.

- Dar a conocer a todos los trabajadores del sitio de encuentro. Si se presenta la posibilidad de que ocurra una erupción y se puede verse afectado, probablemente la única medida de prevención correcta sea evacuar.
- Enterarse de las medidas del plan de contingencia de la localidad.
- Tener preparados y conocer la ubicación de los equipos de emergencia y primeros auxilios.
- Tener un directorio telefónico para, en caso de necesidad, poder llamar a Bomberos, Policía, y Entidades de Emergencia.

**Durante:**

- Ante todo, conservar la calma; el pánico puede producir más víctimas que el fenómeno natural.
- Cumplir con los planes de emergencia acordados.
- Alejarse de los valles y ríos por donde puedan bajar flujos de ceniza y rocas calientes, lava, lodo y emanaciones de gases. Procurar no estar cerca de terrenos que hayan sufrido derrumbes.
- Salir de los vehículos o maquinaria pesada de trabajo procediendo previamente a la desconexión de la misma.
- Si la ceniza volcánica comienza a caer poner en práctica las siguientes recomendaciones:
  - Buscar refugio bajo techo y permanecer allí hasta que el fenómeno haya pasado.
  - Respirar a través de una tela humedecida en agua, esto evitará el paso de los gases y el polvo volcánico y utilizar mascarillas.
  - Protegerse los ojos cerrándolos tanto como sea posible o utilizar visores o gafas que cubran completamente los ojos.
  - Cubrirse con un sombrero y ropas gruesas.
  - En caso de una fuerte lluvia de ceniza no utilizar los vehículos.
  - La única protección contra la lluvia de ceniza y material volcánico de tamaño considerable son los refugios y techos reforzados.
  - Debido a que las explosiones del volcán pueden causar ondas de aire o de choque que pueden romper los vidrios de las ventanas, colocar cintas adhesivas en forma de X, o en último caso poner tablas que impidan la caída violenta de los mismos.

**Después:**

- Mantener en sintonía la radio para recibir instrucciones.

- Permanecer en el sitio seguro hasta que las autoridades informen que se ha vuelto a la normalidad.
- Antes de entrar a los edificios o zonas de trabajo revisar que no han quedado debilitadas las estructuras por la erupción.
- Evitar hacer uso de líneas telefónicas, caminos, transportes, servicios médicos y hospitalarios si no es estrictamente necesario. Muchas personas pueden necesitarlos con real urgencia.
- Eliminar la acumulación del material volcánico caído sobre los techos ya que por el peso éstos pueden derrumbarse. Este riesgo crece si se presentan lluvias porque el agua aumenta el peso de los materiales sobre los techos.
- Colaborar con las tareas propias de la atención y recuperación de la emergencia.

#### **8.4.4.36 Procedimiento de Acción ante Fenómenos Naturales: Sismos**

En caso de terremoto, es preciso seguir las siguientes consideraciones:

##### **Antes:**

- Tener preparados y conocer la ubicación de los equipos de emergencia y primeros auxilios.
- Prever un plan de actuación en caso de emergencia y asegurar el reagrupamiento de los trabajadores en un lugar seguro.
- Tener un directorio telefónico para, en caso de necesidad, poder llamar a Bomberos, Policía, y Entidades de Emergencia.
- Revisar la estructura de las instalaciones y, sobre todo, asegurarse de que tengan una buena fijación a los elementos estructurales.

##### **Durante:**

Mantener y transmitir la calma. Agudizar la atención para evitar riesgos y recordar las siguientes instrucciones:

- Dentro de un edificio buscar estructuras fuertes: bajo una mesa, bajo el dintel de una puerta, junto a un pilar, pared maestra o en un rincón y proteger su cabeza.
- Salir de los vehículos o maquinaria pesada de trabajo procediendo previamente a la desconexión de la misma.
- Nunca huir precipitadamente hacia la salida.
- Fuera de un edificio, alejarse de cables eléctricos, cornisas, cristales, pretilas, etc.
- No acercarse ni entrar en los edificios para evitar ser alcanzado por la caída de objetos peligrosos (cristales, cornisas, etc.). Ir hacia lugares abiertos, no correr y tener cuidado con el tráfico.

**Después:**

- Guardar la calma y hacer que los demás la guarden. Impedir cualquier situación de pánico.
- Comprobar si alguien está herido, prestarle los auxilios necesarios. Los heridos graves no deben moverse, salvo que se tenga conocimientos de cómo hacerlo; en caso de empeoramiento de la situación (fuego, derrumbamiento, etc.) moverlos con precaución.
- Utilizar botas o zapatos de suela gruesa para protegerse de los objetos cortantes o punzantes.
- No reparar de inmediato los desperfectos, excepto si hay vidrios rotos o botellas con sustancias tóxicas o inflamables.
- Apagar cualquier incendio, si no pudiera dominarlo contacte inmediatamente con los bomberos.
- Después de una sacudida muy violenta salir ordenada y paulatinamente del lugar que ocupen, sobre todo si éste tiene daños.
- Alejarse de las construcciones dañadas. Ir hacia áreas abiertas.
- Después de un terremoto fuerte siguen otros pequeños, réplicas que pueden ser causa de destrozos adicionales, especialmente en construcciones dañadas. Permanezca alejado de éstas.
- Si fuera urgente entrar en edificios dañados hacerlo rápidamente y no permanecer dentro. En construcciones con daños graves no entrar hasta que sea autorizado.
- Mantener en sintonía la radio para recibir instrucciones.

**8.4.4.37 Equipos y Materiales para el Control de Emergencias en las Obras**

A continuación, se presenta el listado de equipos y materiales que deben estar disponibles en distintos puntos de la obra para su utilización durante la implementación de los diversos planes de acción.

Una vez se defina, el esquema o las áreas de trabajo durante la construcción, la Contratista deberá elaborar diagramas del sitio donde se muestre la ubicación de los equipos y materiales para el control de emergencias, así como las cantidades mínimas que se deben mantener en inventario.

Durante la fase de construcción de la primera línea del proyecto, se deberán mantener en el sitio los siguientes equipos y materiales:

- Extintores contra incendios portátiles.
- Cilindros de extinción con espuma.
- Mangueras contra incendios.

- Booms y pads absorbentes.
- Productos de limpieza de derrames pequeños de combustibles.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camillas para el transporte de heridos/contusos.
- Equipo de comunicación.
- Equipo de protección personal para actividades de limpieza, incluyendo guantes de caucho y de cuero, lentes protectores y vestimenta de protección.
- Palas, machetes y picos.
- Bolsas plásticas grandes.
- Carros con suministro autónomo de energía (baterías) sobre rieles, para la inspección del túnel.
- Linternas manuales, de casco de seguridad y de cadera.

El inventario de estos equipos y materiales deberá verificarse mensualmente.

#### **8.4.4.38 Programa de Entrenamiento de los Trabajadores y Simulacro**

El Programa de entrenamiento es fundamental para garantizar que los trabajadores conozcan y tengan las aptitudes necesarias para atender las posibles emergencias que ocurran en el sitio durante la fase de construcción del proyecto.

Al personal que participará en la fase construcción del proyecto, se le deberá dar un entrenamiento inicial previo al inicio de los trabajos en el sitio, y periódicamente participar en charlas para afianzar el entrenamiento inicial.

El plan de prevención de desastres y evacuación debe ser desarrollado en colaboración con los servicios de emergencia (policía, bomberos, ambulancia, etc.).

Para enfrentar con eficiencia el evento, todo el personal recibirá entrenamiento teórico-práctico que será ejecutado en dos fases. En la primera se especificarán las responsabilidades de cada integrante. Se dictarán charlas sobre los aspectos relacionados con las causas de los diferentes eventos que pueden presentarse en las instalaciones, áreas comprometidas, población ubicada en la vecindad, evacuación de animales, etc.

En la segunda fase se realizarán prácticas de desplazamiento de equipos y personal (con controles de tiempo) y prácticas sobre la instalación del equipo. Se probará la eficacia de los equipos de comunicación, se analizará la secuencia de acciones a desarrollarse para una contingencia y prácticas *in situ*.

Estos procedimientos son necesarios para promover un espíritu de seguridad, hacer conciencia de la importancia que tiene el eliminar los accidentes y una vigilante actitud para corregir circunstancias y prácticas que podrían terminar en un accidente.

Algunas herramientas que pueden ser utilizadas como mecanismos educativos son:

- Filmación de un entrenamiento de mitigación: Exhibir la filmación de un entrenamiento es una opción válida para presentar una idea global de cómo abordar la respuesta a un incidente, allí pueden observarse secuencias en movimiento, además de proporcionar el ambiente adecuado.
- Esta técnica debe ser complementada con otras como proyección de diapositivas y fotografías, que contribuyen a ilustrar de una mejor manera los procedimientos que el personal de respuesta realizará.

Por medio del entrenamiento se da a conocer al personal cuál debe ser el procedimiento seguro para llevar a cabo las operaciones de respuesta al incidente; se deben describir los diferentes tipos de riesgos y los pasos a dar para enfrentar un evento contingente y resaltar la importancia y las razones para exigir el uso del equipo protector especial, su uso y cuidado.

El análisis de la seguridad en las labores de respuesta a una contingencia proporcionará la información necesaria para el entrenamiento. A la vez que da herramientas para preparar el método de seguridad adecuado, descubriendo los peligros, señalando las precauciones a tomar y recomendando acciones específicas a seguir en cada operación.

#### **8.4.4.39 Revisiones y Actualizaciones del Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias**

El Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias, deberá ser revisado anualmente con el fin de actualizar los procedimientos e información contenida en éste.

Es responsabilidad del encargado de seguridad de la Contratista, en coordinación con el encargado de ambiente, realizar dichas revisiones y actualizaciones, las cuáles a su vez deberán ser aprobadas por el gerente del proyecto y por la EPMMQ.

Se deberán llevar controles de las actualizaciones realizadas y garantizar que el personal conozca dichas modificaciones.

En el proceso de actualización se deberá informar a las autoridades competentes los cambios realizados a los planes de contingencias y acoger cualquier observación o recomendación que tengan las mismas.

Es de vital importancia, como parte del proceso de actualización, evaluar las situaciones ocurridas donde fue necesaria la activación de alguno de los planes de acción, con el fin de determinar las causas de los incidentes, los resultados obtenidos con la implementación del plan y las necesidades de modificación a los procedimientos pre-establecidos.

#### **8.4.4.40 Criterios para Clasificación de Lesiones Personales**

Con la finalidad de actuar de la manera más eficaz posible, y poder tomar decisiones adecuadas, se indican a continuación los criterios mínimos recomendados para la clasificación de las lesiones personales:

##### **Lesiones no Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.

- Dolor: sin dolor.
- Hemorragia: hemorragia menor.
- Estado del accidentado: consciente.
- Fiebre: baja.
- Otros: contusiones, erupciones cutáneas, dislocaciones, fracturas, otros considerados por el médico principal.

**Lesiones Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.
- Dolor: moderado.
- Hemorragia: hemorragia menor no controlable.
- Estado del accidentado: pérdida de conocimiento posterior al trauma, sin otros síntomas.
- Fiebre: >38,5 °C.
- Otros: contusiones, desolladura, dislocaciones, fracturas, intoxicación no sistémica, otros considerados por el médico principal.

**Lesiones Muy Urgentes:**

- Amenaza mortal: no.
- Dolor: severo.
- Hemorragia: severa, no controlable.
- Estado del accidentado: alterado, pérdida de conocimiento sobre evidencia de trauma.
- Fiebre: >38,5 °C constante.
- Otros: quemaduras serias (2º o 3er grado en la cara, ojos, manos, articulaciones...), urgencias médicas, urgencias quirúrgicas, víctima de inmersión, otras consideraciones del médico principal.

**Lesiones con Carácter de Emergencia**

- Amenaza mortal: si (cierre de vías respiratorias, falta de respiración, sin pulso, estado de shock).
- Dolor: severo.
- Hemorragia: profusa.
- Estado del accidentado: convulsiones.
- Fiebre: >41 °C.



- Otros: quemaduras graves, víctimas de explosión, descarga eléctrica, traumas múltiples (vertebral-medular, cierre severo del tórax o abdomen, caídas desde altura, afectación de vísceras), emergencia cardiovascular, emergencia médico-quirúrgicas, amputaciones de miembros, traumas oculares severos, otros considerados por el médico principal.

#### **8.4.4.41 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.4.42 Indicador**

$$\frac{\# \text{ medidas implementadas}}{\# \text{ medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de asistentes a la charla}}{\# \text{ de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ de capacitaciones a brigadas efectuadas}}{\# \text{ capacitaciones a brigadas requeridas}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\# \text{ Simulacros efectuadas}}{\# \text{ Simulacros planificados}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.4.43 Medio de verificación**

- Registro de asistencia de capacitaciones.
- Informe de las charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de capacitación.
- Informes de contingencias y simulacros.

#### **8.4.4.44 Presupuesto**

\$ 10.000 dólares

### **8.4.5 Plan de Relaciones Comunitarias**

#### **8.4.5.1 Objetivos**

El Plan de Relaciones Comunitarias tiene como objetivos i) implementar un proceso de relacionamiento permanente e inclusivo con los distintos actores en todas las fases del proyecto,

estableciendo relaciones en etapa temprana para crear un tono positivo con los distintos actores; ii) promover un proceso participativo relacionado con el Metro el cual es parte del Sistema Integrado de Transporte Masivo; iii) lograr una buena relación con los actores sociales basados en aspectos esenciales e intangibles como la confianza, respeto mutuo, comprensión; iv), establecer una relación dialógica con la comunidad que permita prevenir situaciones de conflicto durante la construcción y operación del Metro.

#### **8.4.5.2 Programas del Plan de Relaciones Comunitarias**

Los programas del PRC de la Fase 2 de la Primera Línea del Metro de Quito contribuirán a cumplir los compromisos ambientales y sociales establecidos para la construcción del Metro. El Plan de Relaciones Comunitarias implementará tres programas: i) Acuerdos y Gestión de Reclamos ii) Relacionamiento Comunitario iii) Información y Seguimiento.

#### **8.4.5.3 Programa de acuerdos y Gestión de Reclamos**

Este Programa permitirá gestionar las reclamaciones, quejas o inquietudes de los grupos de interés del área de influencia del proyecto y proporcionar respuestas rápidas a las molestias que se presentarían especialmente en la fase de construcción, de esta forma procesar situaciones que de no hacerlo podrían generar situaciones conflictivas. En caso de existir afectaciones se procederá a analizarlas y verificarlas técnicamente con el fin de establecer de mutuo acuerdo, una solución con las partes afectadas.

##### **8.4.5.3.1 Objetivos**

- Impulsar el establecimiento de Acuerdos con los distintos grupos de interés del área de influencia del Proyecto como mecanismo para la resolución de conflictos.
- Establecer un procedimiento para la gestión de las reclamaciones, quejas o inquietudes ciudadanas generadas por la ejecución del Proyecto.

##### **8.4.5.3.2 Medidas para la gestión de reclamaciones**

Para la gestión de las reclamaciones, quejas o inquietudes de los pobladores ubicados en el área de influencia, se desarrollarán varios mecanismos que permitirán receptorlas y gestionarlas, entre los que estarían:

- Oficinas de campo en las zonas de construcción de estaciones, para gestionar de forma directa e inmediata las consultas o reclamos de la ciudadanía durante la fase de construcción.
- Buzones de sugerencias y reclamos instalados en las Administraciones Zonales y en las estaciones del metro una vez se inicie la fase de construcción
- Página Web y en redes sociales, la implementación de una dirección o página en redes sociales para receptor las quejas o sugerencias y dar respuesta a las mismas.

El área ambiental y social responderá siguiendo el procedimiento establecido para la gestión de quejas y reclamos.

#### **8.4.5.3.3 Medidas para los acuerdos**

Con las personas que realicen las reclamaciones, quejas o inquietudes se procederá a mantener reuniones para establecer si el motivo que las provocó son de responsabilidad del proyecto, de ser así se implementarán las medidas de manejo ambiental en la actividad que generó dichas reclamaciones, quejas, o inquietudes entre los moradores ubicados en el área de influencia del proyecto Variante Quitumbe del Metro de Quito. Las medidas a tomar podrían ser la correcta aplicación de procedimientos establecidos en el PMA o la determinación de nuevas medidas o procedimientos que permitan dar pronta respuesta a estas demandas o exigencias de los moradores.

En los casos comprobados de que existe algún tipo de afectación por las actividades de construcción del metro, se realizará un informe técnico que permita iniciar un proceso de negociación y acuerdos.

El procedimiento implica levantar informes en los cuales debe constar claramente el tipo de la afectación, magnitud de la afectación, ubicación en el trazado, información del afectado, actividad que provocó afectación, negociación realizada, y firma del Acuerdo con el afectado.

#### **8.4.5.4 Programa de Relacionamiento Comunitario**

A través de este Programa la EPMMQ establecerá el necesario proceso de relacionamiento con los diversos actores de interés y de manera especial con aquellos que se encuentran en el área de influencia del Proyecto.

##### **8.4.5.4.1 Objetivos**

Establecer una serie de actividades que permitan una adecuada relación con los actores de interés para el desarrollo y avance del proyecto.

Proporcionar mecanismos de interacción con los principales actores sociales, en zonas afectadas o de influencia directa e indirecta.

##### **8.4.5.4.2 Medidas del Programa de Relacionamiento**

Las acciones a ejecutarse se las detalla a continuación y parten del criterio que es necesario en primer lugar un conocimiento sobre los actores, sus intereses, situación y contexto para poder desarrollar una mejor gestión o relacionamiento comunitario:

- Establecer un relacionamiento directo con los diversos actores del área de influencia.
- Visitas personalizadas, se considera que las visitas a los moradores y dueños de negocios es un mecanismo que permite una interacción directa con los principales actores sociales por lo que se plantea seguir implementando esta medida durante la fase de construcción.
- Visitas guiadas a los frentes de trabajo, con el fin de dar a conocer el proyecto a la comunidad y el beneficio que generará.

#### **8.4.5.5 Programa de información y seguimiento**

El Programa de Información y Seguimiento contempla desarrollar diversas actividades que amplíen los espacios de información en los cuales los distintos actores sociales conozcan y opinen sobre el proyecto. Estos espacios permitirán la accesibilidad de las personas a recibir una información transparente, objetiva y de primera mano.

Con la ejecución del Programa de Información y Seguimiento se logrará una retroalimentación de información que permitirá responder de forma inmediata a las inquietudes, consultas, dudas, de los actores sociales involucrados en el proyecto. Esta política de información contribuirá fuertemente en el mejoramiento continuo de las relaciones establecidas con los grupos de interés.

A través de este programa los grupos de interés estarán informados permanentemente con lo cual se limitaría al máximo la presencia de situaciones conflictivas por ausencia de información.

##### **8.4.5.5.1 Objetivos**

- ✓ Informar a los grupos de interés sobre los aspectos técnicos el proyecto, los beneficios para la ciudadanía, y la contribución en el mejoramiento de la movilidad en la ciudad.
- ✓ Difundir información sobre las actividades desarrolladas durante las fases de construcción y operación del proyecto.
- ✓ Difundir los resultados de la ejecución del Plan de Manejo Ambiental
- ✓ Establecer mecanismos de comunicación específicos de acuerdo al trazado del proyecto

##### **8.4.5.5.2 Medidas del programa de información y seguimiento**

La ejecución del programa de Información y seguimiento promoverá la participación ciudadana a través de procesos sostenidos de información y seguimiento, para esto se realizarán acciones que apuntalen estos procesos.

Implementar espacios de información dirigidos a los grupos de interés durante la ejecución del proyecto, como la instalación de oficinas de campo para informar a la población.

Ejecutar el respectivo plan de actividades para los procesos de información y seguimiento.

Desarrollar un plan de aviso dirigido a los actores sociales del área de influencia para advertir de las actividades de construcción que se realizarán y de las medidas que se tomarán para mitigar las molestias causadas que serán temporales.

##### **8.4.5.5.3 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.5.5.4 Medio de Verificación**

- Cronograma de la ejecución del programa de Información y Seguimiento.
- Registro fotográfico de instalación de oficinas de campo para informar a la población sobre el proyecto.
- Registros de cumplimiento del plan de aviso dirigido de actividades de actores sociales del área de influencia.

#### **8.4.5.5.5 Indicadores**

No aplica

#### **8.4.5.5.6 Presupuesto**

\$ 60.000,00 dólares.

### **8.4.6 Plan de Capacitación Ambiental**

#### **8.4.6.1 Objetivo**

El objetivo del presente Plan es garantizar la capacitación de todo el personal de la empresa Contratista que labore en la fase de construcción del proyecto, en temas de Gestión Ambiental, Protección y Preservación de los Ecosistemas y los Recursos Naturales.

La capacitación a ser impartida deberá contemplar una serie de temas relacionados con la prevención, control, mitigación de la contaminación ambiental, procedimientos de seguridad en protección ambiental y protección laboral, manejo de desechos comunes, especiales y peligrosos, riesgos inherentes a las actividades propias del proyecto, entre otros.

#### **8.4.6.2 Registros**

Será necesario establecer para la fase de construcción del proyecto, un cronograma interno de capacitación con el fin de garantizar que todos y cada uno de los trabajadores que participan en el proyecto asistan a las charlas educativas.

Se deberán generar registros de asistencia y evaluación a los participantes. Para el registro de asistencia a las diferentes charlas y/o cursos de capacitación, se podrá emplear los formatos que tiene establecidos la empresa Contratista, para dichas actividades con el fin de facilitar las labores en el desarrollo de los mismos, sin embargo a continuación se indica una hoja de control de asistencia sugerida, la cual podrá ser utilizada o servir de referencia para ajustar o mejorar la existente:

**Tabla 8-4. Registro y Control de Asistencia a Charlas de Capacitación**

<b>Número de registro:</b>					
<b>CONTROL DE ASISTENCIA</b>					
<b>Nombre de la Charla:</b>					
<b>Facilitador:</b> _____					
<b>Fecha de inicio:</b> _____				<b>Duración:</b> _____	
No	Nombre del Participante	Área	Firma	Evaluación	Observación
1					
2					
3					
<b>Observaciones:</b>					
<b>Coordinador:</b> _____					

Elaborado por: Ecosambito C. Ltda.

#### 8.4.6.3 Aspectos y Actividades del Plan

Los temas de las capacitaciones a ser brindadas estarán relacionados con la prevención, control, mitigación de la contaminación ambiental, manejo y eliminación de desechos, disposición de excretas, manejo de hidrocarburos, almacenamiento de productos químicos y normas de seguridad industrial que garanticen el cumplimiento de procedimientos seguros. Igualmente se deberá brindar entrenamiento al personal que recibe esta capacitación a fin de garantizar una adecuada respuesta ante situaciones de emergencia. La capacitación será impartida mediante seminarios o charlas tipo taller y por personal profesional que cuente con preparación y experiencia en el tema.

#### 8.4.6.4 Temas Ambientales

La capacitación y concienciación tienen el propósito de impartir:

- Conceptos generales sobre medio ambiente.
- Buenas prácticas en almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos, no peligrosos y especiales.
- Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- Almacenamiento y manejo de productos químicos, combustibles y otros derivados de hidrocarburos.
- Concienciación sobre las consecuencias para con el entorno, en caso de existir eventos mayores como derrames, incendios.

Es importante mencionar que de identificarse otros grupos y necesidades de capacitación durante la etapa de construcción del proyecto, estas deberán ser tomadas en cuenta para ser impartidas. La fiscalización, deberá velar por el cumplimiento del programa de capacitación por parte de la contratista.

#### **8.4.6.5 Temas Seguridad Industrial**

- Condiciones ambientales del trabajo.
- Procedimientos especiales.
- Equipos de protección personal.
- Protección y prevención contra incendios.
- Medicina laboral preventiva: primeros auxilios.
- Traslado de accidentados y enfermos.
- Normas de protección para mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.
- Condiciones seguras de trabajo y actuaciones inseguras.
- Peligros y riesgos.
- Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo.
- Uso adecuado de herramientas manuales.
- Manipulación de materiales.
- Señalización preventiva.
- Equipos pesados y maquinaria de elevación
- Manejo de materiales peligrosos.
- Manejo de combustibles.
- Reglas de conducta en los campamentos.

#### **8.4.6.6 Concienciación e Información Ambiental para la Población**

Además de las charlas de capacitación, otras actividades complementarias consisten en la edición, impresión y distribución de folletos informativos y guías educativas expresadas en el lenguaje local de la población objetivo, que resuman los principales puntos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.

- En qué consiste el proyecto, como se realiza y cuál es su objetivo.
- Políticas ambientales de la empresa.
- Guías y procedimientos para las distintas fases de la actividad.
- Planes de contingencia.
- Sistemas de monitoreo y control.
- Riesgos existentes.
- Tratamiento de residuos peligrosos y reciclables.
- Señalización de obra.
- Responsabilidad ciudadana.

#### **8.4.6.7 Actores de capacitación**

- La capacitación estará dirigida a todos los profesionales y trabajadores de la Contratista, así como a los grupos de contingencias definidos.
  - ✓ Se deberá involucrar a subcontratistas que participen en las actividades de construcción del proyecto.
- Las capacitaciones y talleres serán impartidos por profesionales idóneos que cuenten con la experiencia necesaria.

#### **8.4.6.8 Metodología de Capacitación**

- Conferencias.
- Charlas.
- Talleres de entrenamiento.
- Simulacros.

#### **8.4.6.9 La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en temas ambientales**

- Elaborar y difundir un programa de capacitación en educación ambiental que sea aplicado durante todo el tiempo de la construcción.
- La contratista, responsable por la ejecución del presente Plan deberá establecer un cronograma interno de capacitación.
- La capacitación y concienciación ambiental tienen el propósito de impartir conceptos generales sobre el medio ambiente y la protección al mismo.



- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de asistencia y evaluación de los participantes.
- El contenido de las charlas capacitación que deberán recibir los trabajadores de la contratista incluirá los siguientes temas:
  - Conceptos generales sobre medio ambiente.
  - Buenas prácticas en almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos, no peligrosos y especiales.
  - Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
  - Almacenamiento y manejo de productos químicos, combustibles y otros derivados de hidrocarburos.
  - Concienciación sobre las consecuencias para con el entorno, en caso de existir eventos mayores como derrames, incendios.

#### **8.4.6.10 La Contratista deberá implementar un programa de capacitación en temas de seguridad industrial**

- Elaborar y difundir un programa de capacitación en seguridad industrial que sea aplicado durante todo el tiempo de la construcción.
- La contratista, responsable por la ejecución del presente Plan deberá establecer un cronograma interno de capacitación.
- La capacitación en seguridad industrial tiene el propósito de impartir conceptos generales sobre seguridad y salud en el trabajo.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de asistencia y evaluación de los participantes.
- El contenido de las charlas capacitación que deberán recibir los trabajadores de la contratista incluirá los siguientes temas:
  - Condiciones ambientales del trabajo.
  - Procedimientos especiales
  - Equipos de protección personal
  - Protección y prevención contra incendios
  - Medicina laboral preventiva: primeros auxilios
  - Traslado de accidentados y enfermos
  - Normas de protección para mujeres embarazadas o en periodo de lactancia

- Condiciones seguras de trabajo y actuaciones inseguras
- Peligros y riesgos.
- Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo.
- Uso adecuado de herramientas manuales.
- Manipulación de materiales.
- Señalización preventiva.
- Equipos pesados y maquinaria de elevación
- Manejo de materiales peligrosos.
- Manejo de combustibles.
- Reglas de conducta en los campamentos.

#### **8.4.6.11 La Contratista deberá entregar folletos sobre concienciación e información ambiental a la población**

- Elaborar y distribución de folletos informativos y guías educativas durante todo el tiempo de la construcción.
- La distribución de los folletos informativos tiene el propósito de concientizar e informar a la población sobre la ejecución del proyecto y la aplicación de medidas ambientales para la protección del medio ambiente.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Se deberá generar registros de los folletos informativos entregados a la población.
- El contenido de los folletos informativos que se deberán entregar a la población, incluirán los siguientes temas:
  - En qué consiste el proyecto, como se realiza y cuál es su objetivo.
  - Políticas ambientales de la empresa.
  - Guías y procedimientos para las distintas fases de la actividad.
  - Planes de contingencia.
  - Sistemas de monitoreo y control.
  - Riesgos existentes.
  - Tratamiento de residuos peligrosos y reciclables.
  - Señalización de obra.
  - Responsabilidad ciudadana.

#### 8.4.6.12 Responsable

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### 8.4.6.13 Indicador

$$\frac{\text{\# de folletos impresos}}{\text{\# de personas que recibieron}} \times 100 = 100\%$$

$$\frac{\text{\# de asistentes a la charla}}{\text{\# de trabajadores en la obra}} \times 100 = 100\%$$

#### 8.4.6.14 Medio de verificación

- Modelos de folletos informativos,
- Registro fotográfico de la entrega de folletos a la población.
- Registro de asistencia de las charlas.
- Informe de las charlas de capacitación.
- Registro fotográfico de las charlas.

#### 8.4.6.15 Presupuesto

\$ 40.000,00 dólares.

#### 8.4.7 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

Como se ha mencionado, el Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas tiene por objeto asegurar que aquellas zonas afectadas por las obras de la Variante Quitumbe de 2,6Km de la Primera Línea del Metro de Quito, sean rehabilitadas o restauradas para dejarlas en un estado similar al que había previo (devolver en lo posible su aspecto original) a las obras o incluso en uno mejorado. La estrategia consiste en hacer la valoración previa, la identificación de los puntos urbanos que se vayan a ver afectados y aplicar las medidas específicas que se proponen más adelante.

La contratista deberá realizar un Informe donde se detalle las actividades realizadas del Plan de Cierre de Frente de Obra, este será entregado y aprobado por la fiscalización y el Metro de Quito. El mismo deberá ser entregado 15 días después del cambio de frente de obra.

Todas las actividades de rehabilitación deberán ser presentadas con sus respectivos respaldos en un informe al finalizar la rehabilitación de las áreas; este informe será entregado al fiscalizador de la obra para su entrega inmediata a EPMMQ.

#### **8.4.7.1 Medidas para la rehabilitación de áreas residenciales, casas o edificios emblemáticos**

Las áreas afectadas por las obras la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito serán principalmente zonas urbanas residenciales. Están previstas diferentes medidas para minimizar los impactos tanto por las excavaciones y retirada de materiales como por vibraciones, particulado en suspensión, ruido, emisiones y otro tipo de efecto que puedan derivarse de las obras.

Sin embargo, aun aplicando las medidas preventivas y correctoras establecidas, si tienen lugar afectaciones a vías, calles, casas o edificios emblemáticos, se aplicarán medidas específicas para rehabilitar las zonas urbanas afectadas y dejarlas en el estado inicial previo al desarrollo del proyecto. En concreto, se aplicarán las siguientes acciones:

- a) Elaboración de informes y acopio de material gráfico y fotográfico de aquellas zonas urbanas y vías que vayan a sufrir modificaciones.
- b) Repavimentación de vías y zonas peatonales afectadas.
- c) Saneamiento y drenaje: renovación de la red de drenaje superficial si ésta ha sido alterada.
- d) Renovación del alumbrado público y mobiliario urbano alterado.
- e) Rehabilitación de calles afectadas y zonas de aparcamiento.
- f) Reacondicionamiento de plazas y zonas estanciales cuyos elementos hayan sido modificados y revegetación cuando proceda.
- g) Se realizarán medidas específicas para la rehabilitación de estas áreas considerando características puntuales y las condiciones originales; a través de procedimientos con tecnologías de primera mano se rehabilitará las áreas para que se acerquen a las condiciones originales lo más posible.

#### **8.4.7.2 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.7.3 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.7.4 Medio de verificación**

- Registros fotográficos
- Registros de ejecución de actividades
- Informe de entrega de áreas rehabilitadas

#### **8.4.7.5 Presupuesto**

\$ 60.000,00 dólares.

### **8.4.8 Plan de Monitoreo y Seguimiento**

#### **8.4.8.1 Objetivo**

Permitir a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito EPMMQ, sus contratistas y subcontratistas; así como al Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr) verificar de manera sistemática el cumplimiento de los objetivos del Plan de Manejo Ambiental y de las regulaciones ambientales vigentes en el Ecuador y estándares internacionales.

La implementación del Plan de Monitoreo Ambiental proporcionará la información necesaria para actuar de manera oportuna y tomar las acciones correctivas cuando sea necesario.

#### **8.4.8.2 Estructura del Plan de Monitoreo**

El Plan de Monitoreo Ambiental involucra los siguientes aspectos:

- ✓ Monitoreo y registro de actividades consideradas ambientalmente relevantes, a fin de mostrar cumplimiento con leyes, reglamentos y ordenanzas aplicables.
- ✓ Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental para verificar su cumplimiento y efectividad.
- ✓ Coordinación y comunicación con la autoridad ambiental en cuanto a los resultados de monitoreo.
- ✓ El monitoreo de aspectos ambientales relevantes involucra mediciones, registros, evaluaciones que deberán efectuarse a determinadas actividades que se caracterizan por su potencialidad de afectar al entorno.

El Plan de Monitoreo Ambiental abarca los programas descritos a continuación.

#### **8.4.8.3 Programa de Monitoreo a La Implementación del Plan de Prevención Y Mitigación de Impactos Ambientales**

El Programa de Monitoreo Ambiental, se basará en la verificación del cumplimiento, de la implementación de cada una las medidas, procedimientos, frecuencias y responsables; que se encuentran determinadas en el Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales del Plan de Manejo Ambiental y comprende los siguientes programas:

- Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire
- Programa de Monitoreo del Ruido
- Programa de Monitoreo de Vibraciones
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial, Subterráneas y de Infiltración
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Suelo
- Programa de Monitoreo de las Variables Socioeconómicas
- Programa de Monitoreo del deterioro de la Movilidad y Accesibilidad Urbana
- Programa de Monitoreo y Control de Impactos Paisajísticos

##### **8.4.8.3.1 Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire**

Dentro la construcción del Proyecto la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, a través de sus contratistas y subcontratistas, deberá efectuar el monitoreo de emisiones al aire generado por las fuentes fijas de combustión y el monitoreo de calidad de aire ambiente en sitios al exterior de los frentes de obra.

En cuanto al monitoreo de las emisiones y calidad del aire, éste se concentrará en el monitoreo de la calidad del aire de la construcción y en la evaluación de las emisiones vehiculares de los vehículos que se utilicen en el mismo.

El monitoreo de la calidad del aire se realizará con frecuencia bimestral (cada dos meses), en base a un plan definido para cada frente obra, el mismo que deberá considerar ubicación de las fuentes de generación de combustión ubicadas en las áreas de trabajo, horarios de funcionamiento de maquinarias, condiciones de tiempo. Este Plan deberá ser entregado por la Contratista a la EPMMQ para su revisión y aprobación para su posterior implementación.

La definición de áreas de trabajo, deberán incluir frentes de obra en superficie, excavaciones subterráneas, túnel y en los portales de entrada a los túneles. En la selección de los sitios de monitoreo se deben considerar la ubicación de los receptores más sensibles, y las actividades de construcción que mayor impacto generen sobre la calidad del aire.

Las emisiones vehiculares se realizarán de acuerdo a lo que establecen las normas aplicables a el DMQ a través de la Agencia Metropolitana de Tránsito.

La verificación de emisiones de equipos y maquinarias se realizará en forma bimensual mediante un prestador de este servicio (Laboratorio Calificado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano-SAE), debiendo determinar el cumplimiento de los parámetros aplicables según el tipo de vehículo evaluado y los parámetros definidos en la normativa vigente. De igual forma este aspecto formará parte del Plan a ser entregado por la Contratista a la EPMMQ.

Cada uno de los monitoreos contemplará lo siguiente:

- ✓ Medición de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5) durante 24 horas.
- ✓ Medición de NOx y SO2, mediante el empleo de tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno.
- ✓ Medición de CO2, CO y CH4 dentro de las excavaciones subterráneas.

Parámetros aplicables al Monitoreo de la Calidad del Aire:

La Normativa aplicada en Calidad de Aire para el Monitoreo, está referenciada al Acuerdo Ministerial 097-A del 04 de Noviembre de 2015, Tabla 2-3 (Norma de Calidad del Aire Ambiente).

**Tabla 8-5.** Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire Ambiente

SUSTANCIA	LÍMITE
SO <sub>2</sub>	La concentración SO2 en 24 horas no deberá exceder 125 µg/m <sup>3</sup> .
CO	La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder 10 .000 µg/m <sup>3</sup> .
NO <sub>2</sub>	La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder 200 µg/m <sup>3</sup> .
O <sub>3</sub>	La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de 100 µg/m <sup>3</sup> .
PM <sub>2,5</sub>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 50 µg/m <sup>3</sup> .
PM <sub>10</sub>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 100 µg/m <sup>3</sup> .

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A MAE, noviembre de 2015

Elaboración: Ecosambito C. Ltda., 2016

#### 8.4.8.4 Programa de monitoreo de ruido

Para la aplicación del monitoreo de Ruido, la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, sus contratistas y subcontratistas, cumplirán con lo establecido en la Normativa Ambiental Vigente y las normas técnicas dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), que establece:

- ✓ Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes fijas de ruido (FFR).
- ✓ Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes móviles de ruido (FMR).
- ✓ Los métodos y procedimientos destinados a la determinación del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR.

El Monitoreo de Ruido para el proyecto deberá ser realizado en cada frente de obra en donde se realicen actividades generadoras de este contaminante.

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de ruido debido al proyecto, en zonas próximas a receptores sensibles, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación.

La Contratista, entregará un Plan de Monitoreo de Ruido de fuentes generadoras de cada frente de obra y deberá ser entregado por la Contratista a la EPMMQ para su revisión y aprobación para su posterior implementación.

#### **8.4.8.4.1 Monitoreo Permanente de Ruido a cargo de la Contratista**

La Contratista, tiene la responsabilidad de realizar Monitoreo de Ruido permanente en los diferentes frentes de obra; y realizar el monitoreo de las fuentes generadoras de ruido las 24 horas al día.

El Plan de Monitoreo de Ruido que implementará la Contratista, deberá considerar intervalos durante el día tomando en consideración lo siguiente: en la mañana a las 6H00, 10H00 y 12H00; y en la tarde 16H00 y 20H00 respectivamente; y llevar un adecuado registro de información generada.

Para la medición de las emisiones sonoras o ruido generado por las fuentes fijas y móviles del proyecto, se empleará un sonómetro o decibelímetro debidamente calibrado y cuyo personal responsable deberá estar debidamente capacitado para este fin.

El sonómetro es un instrumento que responde ante el sonido de una forma aproximada al oído humano, provee medidas objetivas y reproducibles de un fenómeno acústico. El objetivo es dar un valor que permita realizar una evaluación aproximada del nivel sonoro total. La respuesta humana al ruido varía con su frecuencia e intensidad.

El Monitoreo de Ruido Ocupacional deberá ser realizado antes de iniciar las labores de construcción, en las áreas de trabajo, a fin de utilizarlo como control para determinar el grado de atenuación requerido para el equipo de protección de los trabajadores. Este monitoreo deberá incluir la realización de dosimetrías semestrales al personal que de acuerdo a las tareas que realice pueda estar sometido a los niveles más elevados de ruido (8 personas). El equipo de protección personal deberá garantizar que no se exceda la exposición del personal a niveles de 85 dBA durante periodos superiores a las 8 horas, o bien se deberá limitar los tiempos de exposición.



#### 8.4.8.4.2 Monitoreo de Ruido realizado por un Laboratorio Calificado

Además de lo anterior, la Contratista deberá contratar el servicio de un Laboratorio Calificado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano-SAE, quien realizará un monitoreo de la exposición al ruido en los diferentes frentes de obra de manera bimestral (cada dos meses), cuyos resultados deberán ser entregados a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, para que este a su vez ponga en conocimiento del Ministerio del Ambiente.

Normativa Ambiental Aplicable:

Según el Acuerdo Ministerial No. 097-A mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, que reforma el Anexo 5 (Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para fuentes fijas y fuentes móviles), se indican los niveles máximos de emisión de ruido para FFR. En su punto 4.1.1 se indica que el nivel de presión sonora continua equivalente, L<sub>Keq</sub>, expresados en decibeles, no podrá exceder de los valores que se fijan en el cuadro siguiente:

**Tabla 8-6. Niveles máximos de emisión de ruido (L<sub>Keq</sub>) para fuentes fijas de ruido**

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	L <sub>Keq</sub> (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (RI)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID 1/ID2)	65	55
Industrial (ID 3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el L<sub>Keq</sub> más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2</p> <p>L<sub>Keq</sub> para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación del L<sub>Keq</sub> para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

Fuente: Anexo 5. AM 097-A tabla 1, Noviembre de 2015.

En la misma legislación se indica los niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido, los cuales quedan reflejados en el siguiente cuadro:

**Tabla 8-7. Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores**

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO dB(A)
Motocicletas	De hasta 200 cc	80
	Entre 200 y 500 cc	85
	Mayores a 500 cc	86
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 tn	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 tn	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 tn y potencia del motor mayor a 200HP	85
Vehículos de carga	Peso máximo hasta 3,5 tn	81
	Peso máximo de 3,5 tn hasta 12 tn	86
	Peso máximo mayor a 12 tn	88

Fuente: Anexo 5. AM 097-A, Noviembre de 2015

#### 8.4.8.5 Programa de monitoreo de niveles de Vibración

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de vibraciones debido al proyecto, en zonas próximas a receptores sensibles y a una muestra de trabajadores, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación.

Previo al inicio de las obras de construcción, se deberán realizar inspecciones a las estructuras existentes para verificar su condición actual, hasta un radio de 200 metros.

Durante las labores de construcción se efectuarán mediciones de vibración de cuerpo entero a 8 miembros del personal. Adicionalmente, se deberán realizar monitoreos de integridad estructural y de los niveles de vibración. La Contratista deberá detallar las metodologías específicas y proponer el plan de trabajo para revisión de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, y su posterior implementación.

A continuación se especifican algunos criterios mínimos que se deben cumplir:

#### **8.4.8.5.1 Monitoreo de vibraciones**

- ✓ La medición de vibraciones se hará en un transecto de unos 200 m de ancho a cada lado del eje del túnel. Esto con la finalidad de verificar si el proyecto pudiera estar afectando la integridad estructural de las infraestructuras, principalmente aquellas que puedan ser consideradas como críticas.
- ✓ El transecto irá avanzando conjuntamente con el avance del frente de excavación.
- ✓ Los registros obtenidos durante la construcción servirán de base para determinar los transectos más críticos que continuarán siendo monitoreados durante la operación.

#### **8.4.8.5.2 Monitoreo de asentamientos de terreno**

- ✓ Previo al inicio de la construcción se elegirán los sitios y estructuras más sensibles.
- ✓ Cada sitio elegido será en lo posible un punto fijo, claramente identificable y medible.
- ✓ Durante la construcción en caso necesario (también en función a los resultados del monitoreo de vibraciones) se añadirán (y/o eliminarán) puntos de monitoreo, en función de las necesidades.
- ✓ El monitoreo de los puntos elegidos, se realizará con instrumental topográfico de precisión, de tal manera que se puedan medir desplazamientos milimétricos del terreno y estructuras elegidas.
- ✓ Se llevará un registro de los desplazamientos verticales y horizontales de los puntos elegidos.

#### **8.4.8.5.3 Monitoreo de la integridad de estructuras**

La línea base de este monitoreo estará constituida por los datos del relevamiento pre-construcción que será realizado. El monitoreo consistirá en un relevamiento visual detallado de estructuras sensibles identificadas y priorizadas con base en los resultados del monitoreo de vibraciones y asentamientos del terreno.

Los aspectos a monitorear serán, entre otros, los siguientes:

- ✓ Asentamientos u otros movimientos inusuales de partes de las estructuras.
- ✓ Ocurrencia de rajaduras, desprendimientos de material de paredes, estructuras de soporte o de otros elementos constructivos, u otros signos de daños y su evolución en el tiempo.

La situación legal en Ecuador en este aspecto limita las vibraciones que puedan transmitirse a la estructura sólida de las edificaciones con la finalidad de minimizar los efectos que puedan provocarse sobre ellos.

Según se indica en el Acuerdo Ministerial No. 028, mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, en el apartado relacionado a los Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición, en el numeral 6.1 Límites admisibles de transmisión de vibraciones

de equipos e instalaciones a edificaciones, los niveles de vibración superiores, establece lo siguiente:

“6.1.1. Ningún equipo, aparato o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación de un recinto receptor, o a los edificios, valores más altos a los establecidos en la Tabla 1: Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, según lo especifica la Norma ISO-2631-2:2003.”

**Tabla 8-8.** Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones

USO DEL EDIFICACIO	INDICE DE VIBRACIONES LAW
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Fuente: Tabla 3, Apartado Niveles Máximos de Emisiones de vibraciones y metodología de Medición. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.

#### **8.4.8.6 Programa de Monitoreo de la Calidad de Aguas Superficiales, subterráneas y de infiltración**

Este Plan de Monitoreo tiene como objetivo verificar la eficiencia y eficacia de la implementación de las medidas preventivas y correctoras del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Protección de la Calidad de las Aguas del Plan de Manejo Ambiental.

El Monitoreo es la única forma de poder verificar que las medidas implementadas por el Contratista logren los objetivos de protección y mitigación ambiental esperados.

El Monitoreo se realiza mediante mediciones directas en campo y a través del análisis de laboratorio de las muestras. Desde el punto de vista de variables ambientales, el Monitoreo (ya sea continuo o periódico) determina la eficacia de las medidas de mitigación, evita la generación de impactos innecesarios, y permite anticipar medidas complementarias que se requieran.

Sin embargo, la Contratista deberá presentar a la EPMMQ un plan de monitoreo de la calidad de agua para su posterior implementación.

El monitoreo de aguas superficiales, de infiltración y subterráneas, durante la fase constructiva del proyecto, comprende lo siguiente:

#### 8.4.8.6.1 Monitoreo permanente que realiza la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

- **Monitoreo de Agua Superficial realizado por la EPMAPS**

Con referencia a la calidad de las aguas superficiales, se puede mencionar que ha sido caracterizada a detalle por la EPMAPS. El Programa de Saneamiento Ambiental para el DMQ (PSA) ha desarrollado estudios de monitoreo y muestreo en los diferentes afluentes y descargas en los años 2002 al 2007. La ubicación de las estaciones de Monitoreo y Muestreo se muestran en la siguiente Tabla, que corresponden al área de influencia del proyecto son:

**Tabla 8-9.** Estaciones de Monitoreo y Muestreo de Calidad de Agua Superficial (EPMAPS)

CÓDIGO	NOMBRE	ALTURA	E	N
1,01	Q. Ortega Alta	3020	492571,48	9965407,52
1,02	Q. Shanshayacu	2974	493469,33	9965899,17
1,03	Q. Ortega AJ. Q. Shanshayacu	2920	493952,37	9967276,52
1,04	Q. Shanshayacu AJ. Q. Ortega	2930	494300,27	9967100,65
1,05	Río Grande El Transito	2934	492718,43	9968453,27
1,06	Río Grande Santa Barbara	2878	494069,04	9970273,69
1,07	Q. Shanshayacu AJ. R. Mch. Quimiag	2872	495717,49	9969382,17

Fuente: EMAAP-Q

#### **Resultados**

En base a los resultados obtenidos del muestreo de parámetros físico-químicos de seis puntos que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto de la Primera Línea del Metro Quito y los datos del Programa de Monitoreo y Muestreo de la Calidad de agua de las quebradas afluentes al Río Machángara EPMAPS (2002 – 2007), se puede concluir que la calidad actual de los afluentes, está deteriorada debido a la actividad industrial, ganadera, comercial y habitacional que se realizan aguas arriba y dentro de los puntos muestreados.

Durante las labores de construcción, existe la probabilidad de que las aguas de dichas quebradas puedan ser contaminadas, ya sea por derrames accidentales de combustible, lubricantes o por aguas servidas, etc., y en la operación igualmente por vertidos o derrames durante el mantenimiento dado a los vagones del Metro y demás infraestructuras asociadas. Por tal motivo, para conservar la calidad del agua se deberán aplicar las medidas de prevención y mitigación recomendadas en el EsIA y PMA de la PLMQ, pero además se deberán realizar monitoreos periódicos para verificar el estado de la calidad de las referidas aguas.

Cada uno de estos monitoreos contemplará lo siguiente:

- Selección de los sitios a ser monitoreados,
- El análisis de agua incluirá registros de pH, Temperatura, Conductividad, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales y Totales, PHAs y Aceites y Grasas.
- La repetición del monitoreo por sitio seleccionado será cada 3 meses durante el período de construcción.

Dichos monitoreos, la Contratista deberá realizarse, al menos trimestralmente durante la fase de construcción.

▪ **Monitoreo de Agua de Infiltración**

En cuanto a las aguas de infiltración, durante la construcción del proyecto, se producirán infiltraciones de aguas subterráneas hacia el interior del túnel y excavaciones subterráneas (estaciones). Estas aguas pueden tener contenidos de materias contaminantes como aceites y grasas, metales pesados, polímeros y otros, por lo que deberán ser tratadas de manera adecuada previo a su descarga en cuerpos de aguas superficiales. Por este motivo, durante la construcción se deberá realizar un monitoreo mensual de las aguas de infiltración recuperadas, en un punto aguas arriba y en otro aguas abajo del(los) punto(s) de tratamiento. Los parámetros a monitorear serán los mismos que se mencionan arriba para el monitoreo de las aguas superficiales.

• **Monitoreo de Aguas Subterráneas realizado por la EPMAPS**

La EPMAPS es la entidad responsable de realizar el monitoreo permanente al Acuífero de Quito, a través de dos campañas anuales que se realizan tanto en la época seca, como en la época invernal. En este monitoreo también se incluyen los pozos identificados por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, para la Primera Línea del Metro de Quito y estaciones.

Del informe de resultados de monitoreo remitidos por la EPMAPS a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito en marzo de 2015, referente a la campaña de monitoreo realizada en noviembre de 2013, se determina que en algunos pozos existe contaminación del acuífero por hidrocarburos y presentan valores muy altos en análisis microbiológicos, presencia de coliformes fecales, sedimentos y metales pesados que superan los parámetros establecidos en la normativa ambiental.

▪ **Monitoreo de Aguas Subterráneas**

También se monitorearán las aguas subterráneas del acuífero sur de Quito y Centro-Norte de Quito. Para ello se utilizan los sondeos de investigación realizados para el diseño de la infraestructura.

Los parámetros que se analizarán en los sondeos seleccionados son los establecidos en el TULSMA.

Dichos monitoreos deberán realizarse, al menos, trimestralmente durante la fase de construcción y durante la fase de operación de manera más sistemática con una frecuencia de cada 6 meses durante 3 años para luego pasar a una frecuencia anual.

Así mismo se controlará el nivel piezométrico en los alrededores de las estaciones y otras obras que puedan tener efecto pantalla. Durante las obras los niveles piezométricos se medirán semanalmente. Una vez terminadas las obras el nivel se medirá mensualmente durante tres años y a partir de los tres años las mediciones se realizarán anualmente salvo que el análisis de los datos recogidos aconseje una mayor o menor frecuencia. Cuando se diseñen las pantallas deberá decidirse los sondeos a monitorear y en caso de que no existan se construirán.

En las zonas en las que se midan los niveles piezométricos se realizará un control topográfico mediante nivelación geométrica de precisión de la subsidencia del terreno para lo cual se instalarán hitos de control en la zona de probable subsidencia e hitos de referencia en zonas que se supongan no afectadas por subsidencia. Cuando se diseñen las pantallas deberá incluirse la red de hitos de control y la frecuencia de control de la subsidencia.

**A. Normativa Ambiental aplicable**

Para determinar los límites permisibles, los criterios de calidad para los distintos usos y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua se deberá tomar en consideración el Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, reformado según el Acuerdo Ministerial 028, del 7 de febrero del 2015.

Para el caso de calidad para aguas subterráneas, se ha tomado como base la Tabla 5. Anexo 1 del TULSMA; debido a que el AM 028, RO 270 del 7 de febrero del 2015, no cuenta con valores referenciales para aguas subterráneas.

**\*Tabla 10 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico (total)	As	µg/l	35
Bario	Ba	µg/l	338
Cadmio	Cd	µg/l	3,2

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Cianuro (total)	CN-	µg/l	753
Cobalto	Co	µg/l	60
Cobre	Cu	µg/l	45
Cromo total	Cr	µg/l	16
Molibdeno	Mo	µg/l	153
Mercurio (total)	Hg	µg/l	0,18
Níquel	Ni	µg/l	45
Plomo	Pb	µg/l	45
Zinc	Zn	µg/l	433
<b>Compuestos aromáticos</b>			
Benceno.	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	15
Tolueno.		µg/l	500
Estireno		µg/l	150
Etilbenceno		µg/l	75
Xileno (Suma) <sup>1</sup>		µg/l	35
Fenol		µg/l	1 000
Cresol <sup>2</sup>		µg/l	100



PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Hidroquinona		µg/l	400
Hidrocarburos aromáticos policíclicos			
Naftaleno		µg/l	35
Fenantreno.		µg/l	2,5
Antraceno		µg/l	2,5
Fluoranteno		µg/l	0,5

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1

Tabla 11 Criterios referenciales (Tabla 5 TULSMA) de calidad para aguas subterráneas

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
<i>Pesticidas Organoclorados</i>			
DDD, DDE, DDT (Suma) <sup>4</sup>		µg/l	0,005
Drins (Suma) <sup>5</sup>		µg/l	0,05
HCH-Compuestos (Suma) <sup>6</sup>		µg/l	0,5
<i>Carbamatos</i>			
Carbaril		µg/l	0,06
Carbofuran		µg/l	0,06

Maneb	µg/l	0,05
<i>Organonitrogenados</i>		
Atrazina	µg/l	0,05
<i>Compuestos remanentes</i>		
Ciclohexanos	µg/l	7 500
Ftalatos (Suma) <sup>7</sup>	µg/l	2,75
Hidrocarburos totales de petróleo	µg/l	325
Piridina	µg/l	1,75
Tetrahidrofurano	µg/l	0,75
Tetrahidrotiofeno	µg/l	15

Fuente: TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1

**Tabla 12 Límites de descarga (Tabla 9. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o Inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuesto organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	$\text{SO}_4^-$	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		<40,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Tabla 9, Anexo 1, AM 028. RO 270, 7 de febrero de 2015.

#### 8.4.8.7 Programa de Monitoreo de Suelo

La contratista deberá realizar el Muestreo Puntual de Suelos en caso de evidencia física de contaminación, para controlar si existe contaminación del suelo, se realizarán tomas de muestras en zonas de riesgo, como pueden ser: Túneles y Estaciones, especialmente si se detecta algún derrame accidental.

Además se realizará un monitoreo sobre los residuos que consistirá en asegurar que se aplican adecuadamente las medidas para identificar, separar, almacenar, reutilizar, reciclar y disponer las diferentes sustancias. Esto se realizará teniendo en cuenta tanto el cronograma establecido como las medidas indicadas, de esta manera se controlará el cumplimiento del Plan de Manejo de desechos durante el transporte, tratamiento y/o disposición final de los mismos.

En caso de detectar incumplimiento, se aplicarán las acciones correctivas necesarias.

Normativa Ambiental Aplicable:

Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados del Libro VI Anexo 2, del Acuerdo Ministerial 097-A.

#### 8.4.8.8 Programa de Monitoreo sobre la afectación a la Movilidad y Accesibilidad Urbana

Durante la fase de construcción se genera un impacto negativo sobre la movilidad y accesibilidad urbana. Dentro de las medidas necesarias para prevenir, mitigar o corregir este impacto se encuentran la señalización de instalaciones auxiliares, de itinerarios alternativos, de accesos a residencias y locales comerciales, etc. Estas señalizaciones deberán estar colocadas de manera correcta de manera que sean eficaces y durante la noche deberán ser visibles. Para ello dentro de este Plan se incluirá un reconocimiento permanente del estado de la señalización y de la retirada de la misma cuando ya no sea necesaria. En caso de encontrarse deficiencias deberán ser corregidas en el menor plazo posible.

#### 8.4.8.9 Programa de monitoreo y control de impactos paisajísticos

Las medidas de aplicación durante la fase de construcción son las siguientes:

En las áreas verdes, realizar el desbroce estrictamente necesario de aquellas áreas donde se instalarán las estructuras de la Primera Línea del Metro.

- ✓ Restaurar las zonas verdes afectadas tras la realización de las obras.
- ✓ Implantar en la medida de las posibilidades nuevas zonas verdes en las zonas afectadas por las obras.
- ✓ Aprovechar las áreas de acceso a las estaciones para establecer parques y jardines que ofrezcan un ambiente que contribuya a reducir el impacto visual de las instalaciones del Metro.
- ✓ Las zonas de obra en superficie se dotarán de vallados perimetrales que actúen como barreras visuales junto a las zonas más frecuentadas por las personas. Estas vallas podrán ser decoradas por artistas locales al objeto de mejorar su integración paisajística.
- ✓ Las bocas de metro se diseñarán para integrarse en el medio urbano y arquitectónico de la zona de ubicación.

##### 8.4.8.9.1 Consideraciones generales

El Presente Plan de Monitoreo general, está sujeto al cambio y actualización de la normativa ambiental vigente que proponga la Autoridad Ambiental Nacional (Ministerio del Ambiente del Ecuador); y cuando lo considere pertinente.

**Tabla 8-13.** Aspectos Ambientales, periodicidad y sitios de monitoreo ambiental

ASPECTO AMBIENTAL	PERIODICIDAD	SITIOS DE MONITOREO
<b>Fase Constructiva</b>		
Calidad del aire	Bimestral / Cada dos meses	Frente de obra - conforme su apertura
Ruido ambiente	Mes 2,3,5,6,7,9,10,12 (Laboratorio calificado) Permanente (contratista) Ruido Ocupacional (Laboral) Dosimetrías Semestrales (Laboral)	Frente de obra - conforme su apertura De acuerdo a lo establecido en el Plan de Salud Ocupacional
Vibraciones	Mes 2,3,5,6,7,9,10,12	Frente de obra - conforme su apertura

ASPECTO AMBIENTAL	PERIODICIDAD	SITIOS DE MONITOREO
Calidad del agua superficial	Trimestral	Quebradas del área de influencia afectadas
Calidad del agua subterránea	Trimestral	Un sondeo (nivel freático) y descarga
Calidad de agua de infiltración	Mensual	Interior del túnel y excavaciones subterráneas (estaciones)
Calidad del suelo	Puntual, en caso de evidencia física de contaminación	Sitio con evidencias de contaminación

Fuente: PMA de la Primera Línea del Metro de Quito, 2015

#### 8.4.8.10 Responsable

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### 8.4.8.11 Medio de Verificación

Los medios de verificación serán, registros de Monitoreos, análisis de laboratorios, cumplimiento del cronograma de Monitoreos, mediante un registro de seguimiento.

#### 8.4.8.12 Presupuesto

\$ 80.000,00 dólares

**Tabla 8-14.** Cronograma de implementación del Plan de Monitoreo Ambiental fase construcción

PLAN	ACTIVIDAD	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL FRECUENCIA DE MONITOREO</b> Nota: El Cronograma de implementación del Plan de manejo Ambiental de la FASE OPERATIVA será desarrollado previo al inicio de dicha fase.	Monitoreo de calidad de aire		x		x		x		x		x		x	
	Monitoreo de ruido		x	x		x	x	x		x	x		x	
		Continuo (contratista)												
	Monitoreo de Vibraciones		x	x		x	x	x		x	x		x	
		Permanente (Plan de Auscultación)												
	Monitoreo de aguas superficiales			x			x			x				x
	Monitoreo de aguas subterráneas			x			x			x				x
	Monitoreo de agua de infiltración	Permanente												
	Monitoreo de suelo	Puntual												
	Monitoreo de Socioeconómicas	Permanente												
	Monitoreo de movilidad y accesibilidad urbana	Permanente												
	Monitoreo y control de impactos paisajísticos	Permanente												
Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental	Permanente													

Elaborado por Ecosambito c. Ltda., 2016. Fuente: PMA, 2015.



#### **8.4.9 Plan de Cierre y Abandono**

##### **8.4.9.1 Cierre y abandono de frentes de obra**

Será la obligación de la contratista realizar el cierre de frentes de obra, esto implicará la limpieza, mantenimiento y adecuación de las áreas utilizadas para campamentos, almacenamiento de materiales, de residuos, entre otras.

- ✓ Validar mediante registros las actividades de desmonte de áreas, equipos y maquinarias, entre otros.
- ✓ Verificar que las áreas utilizadas no cuentan con derrames menores ni mayores de residuos peligrosos, químicos y demás.
- ✓ Las áreas deben quedar limpias
- ✓ Se deberá utilizar las técnicas y procedimientos necesarios para remediar y rehabilitar las áreas afectadas, en caso de existir, y que las condiciones de las áreas rehabilitadas sean similares a las condiciones originales del terreno.
- ✓ Queda prohibido el abandono de equipos y materiales en desuso.
- ✓ Todo daño generado por las actividades de construcción de la obra, que no haya sido remediado será reportado por el fiscalizador a Metro de Quito, para proceder con las respectivas multas a las contratistas responsables del evento.
- ✓ Una vez finalizados los trabajos en un frente de obra la contratista deberá entregar a la fiscalización un informe completo de las actividades de cierre de frente de trabajo, donde se valide todas las actividades realizadas y en cumplimiento del plan de manejo ambiental, este informe deberá ser entregado dentro de los 15 días posteriores al cierre. Dicho informe será validado y aprobado por Metro de Quito.

##### **8.4.9.2 Cierre y abandono de la fase constructiva**

Como se ha comentado, en las áreas auxiliares se considerará como etapa de cierre el momento en el cual éstas dejen de ser utilizadas, es decir al finalizar la fase de obra del proyecto, para lo cual se desmantelarán las estructuras existentes en las áreas de prefabricado, las cuales serán trasladadas hacia otros sitios en otros proyectos, por sus propietarios; mientras que las áreas de depósito de material serán reacondicionadas y utilizadas por sus propietarios para otros proyectos. En cualquiera de los casos, el Plan de Cierre deberá incluir:

- Recogida de materiales, equipos y escombros. La maquinaria y casetas de obra y otras instalaciones auxiliares como los campamentos serán desmantelados.
- Desmantelamiento de las infraestructuras exteriores. Esto se refiere tanto a las temporales por motivo de la fase de construcción como a las propias infraestructuras del metro si se cierra el metro o alguna parte del mismo, como pueden ser, las bocas de metro, los pozos de ventilación, pozos de bombeo, las salidas de emergencia, etc.

Tal y como se viene indicando en el presente Estudio de Impacto Ambiental, una vez termine la fase de construcción, se procurará devolver el área a la situación inicial en la medida de lo

posible, atendiendo a criterios ambientales, sociales y estéticos, como mínimo se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Retirada de materiales
- Reubicación de estructuras y mobiliario urbano removido
- Habilitación de vías afectadas
- Revegetación y reforestación, siempre que las condiciones lo requieran
- Reinstalación de los posibles sistemas energéticos, de comunicaciones, de aguas que hayan podido ser movidos
- Un Plan de Restauración de Áreas Afectadas, al que añadiremos la restauración de las zonas ocupadas en la fase de construcción y obra, como son los campamentos, los parques de maquinaria, talleres y otras áreas complementarias.

Como ya se ha indicado en la descripción de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, se construirán pozos de ataque, donde se montará e iniciará el trabajo de la tuneladora. Esta área se deberá restaurar también.

Otras áreas que necesitarán restauración tras el cierre de la fase de construcción son los pozos de extracción, que serán necesarios para el desmontaje y extracción de la tuneladora, y las zonas de acopio de material y maquinarias (como los parques de dovelas) que se localizarán previsiblemente en las inmediaciones de estos pozos.

#### **8.4.9.3 Regulaciones**

En relación a la obligatoriedad de dismantelar las infraestructuras, maquinaria y almacenes de material de las obras, y de devolver las áreas temporalmente ocupadas a su situación anterior, según el Art. 72 de la Constitución Ecuatoriana, se reconoce el derecho de restauración a la naturaleza, siendo este derecho independiente a la obligación del Estado y de las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. También se contempla que en casos de impacto ambiental grave o permanente, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración y adoptará medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. Así mismo, el TULSMA también incluye entre las actividades obligatorias del Plan de Manejo Ambiental, un Plan de Cierre y Abandono que asegure la restauración de las mencionadas áreas junto con un programa de dismantelamiento de infraestructuras superficiales o abandono de estructuras subterráneas.

#### **8.4.9.4 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.4.9.5 Indicador**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.4.9.6 Medio de verificación**

- Registros fotográficos
- Registros de ejecución de actividades

#### **8.4.9.7 Presupuesto**

\$ 40.000,00 dólares.

### **8.5 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **8.5.1 Plan de prevención y mitigación de impactos**

##### **8.5.1.1 Plan de prevención y reducción de la contaminación del aire, ruido y vibraciones**

###### **8.5.1.1.1 Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas**

En cuanto a la fase de funcionamiento, debido a que el Metro operará mediante el uso de energía eléctrica, no se espera que genere ningún tipo de material particulado a la atmósfera.

###### **8.5.1.1.2 Medidas para el control de la contaminación del aire por emisiones gaseosas**

En cuanto a la fase de funcionamiento, debido a que el Metro operará mediante el uso de energía eléctrica, no se espera que genere ningún tipo de contaminantes al ambiente. Por el contrario, contribuirá a la disminución de gases de efecto de invernadero a la atmósfera, al reducirse el número de vehículos que circularán en el área metropolitana de la Ciudad de Quito. Por lo tanto, el propio metro es una medida correctora en sí mismo, al reducir la contaminación atmosférica en la zona.

###### **8.5.1.1.3 Medidas para el control de ruido**

En la fase de funcionamiento, al ser el metro de circulación subterránea, no se prevé que el ruido que se genere en la operación sea molesto en el exterior. Como norma general, el ruido en esta fase será el generado por el propio desplazamiento del Metro, al entrar en contacto las ruedas con los carriles en el momento en que se frena, se toma una curva, se hace un giro o se realizan cambios de vía. Del mismo modo, el golpeteo de las ruedas con las juntas de los rieles y en su paso por cada durmiente de soporte, pueden ocasionar excesivo ruido en caso de no estar los durmientes y rieles adecuadamente soportados. Además, la megafonía en estaciones, y los sistemas de ventilación también pueden generar molestias.

Entre las medidas a implementar para minimizar las afectaciones por ruido durante la fase de funcionamiento, se debe cumplir con lo siguiente:

- En lo posible optimizar los medios de soporte de durmientes y rieles, con la finalidad de minimizar los contactos entre materiales rígidos que generan mayor ruido.
- Realizar un programa de mantenimiento que evite el ruido en la fase de operación.
- Tornear periódicamente las ruedas cuando sea necesario y comprobar que las mismas se ajusten a los carriles, con el objetivo de limar los vértices y de esta forma reducir la emisión de ruido, principalmente en las frenadas y en las curvas.
- Tratamiento fonoabsorbente en la plataforma de los andenes de las estaciones para evitar que los fenómenos de reflexión múltiple incrementen el nivel de ruidos en el entorno.
- Instalar pantallas físicas, vegetales o de material aislante, principalmente en las zonas donde se localicen los tramos elevados (patios y talleres), para que actúen como barreras acústicas.
- Aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de los niveles de ruido.
- Tras la puesta en funcionamiento del Metro de Quito se recomienda la realización de un estudio acústico con la finalidad de identificar los tramos acústicos más conflictivos y la necesidad de implementar las medidas correctoras en los mismos.
- Colocar paneles acústicos en la plataforma de la estación para que absorban el ruido.

#### **8.5.1.1.4 Medidas para el control de las vibraciones**

Para minimizar posibles impactos por vibraciones generadas debido al desplazamiento del Metro de Quito, después de un tiempo de encontrarse en funcionamiento, se recomiendan las siguientes medidas:

1. Como sistema de muy alta atenuación de vibraciones se proponen dos tipos de soluciones: Utilización del sistema de sujeción tipo Vanguard o similar (que permita una atenuación de vibraciones del mismo rango). Se puede lograr una atenuación de 25 dB de tal manera que se minimicen los contactos puntuales entre materiales rígidos y se consiga una adecuada distribución de las cargas transmitidas a las estructuras de soporte, mediante la utilización de soportes flexibles que se muestran en los siguientes diagramas.
2. Mejorar la atenuación de sistema de fijación mediante placa tipo adherizada o similar mediante la disposición de manta elastomérica bajo el hormigón de bateo según disposición definidas en los planos de secciones (capítulo 11 del Documento nº 2 Planos). Con este sistema se puede conseguir una atenuación máxima de 20 dB. Se utilizará un sistema de manta elastomérica con mayor capacidad y menor frecuencia propia disponible como las basadas en poliuretano, tipo Sylomer de Getzner o similar.
3. Con estos datos y criterios se han establecido los tramos en los que se mejorará la atenuación de vibraciones y ruido.
4. Revisar y verificar periódicamente el estado de los carriles y las ruedas de todos los vagones del metro.

5. Cumplir con el Programa de Mantenimiento periódico de reperfilado de carriles, esmerilado y engrase de ruedas de todos los vagones del metro y mantenimiento de las vías
6. Asegurar de que no existan durmientes deterioradas, que el carril se encuentre fijado adecuadamente a las traviesas y que el carril esté debidamente asegurado a los aparatos de vía.
7. Aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de los niveles de vibraciones, así como del comportamiento de edificaciones y estructuras sensibles que podrían resultar afectadas.

#### **8.5.1.1.5 Responsable**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.5.1.1.6 Indicador**

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.5.1.1.7 Medio de verificación**

- Registros e informe de estudios realizados de vibraciones en etapa de operación

#### **8.5.1.1.8 Presupuesto**

\$ 2.000,00 dólares.

#### **8.5.1.2 Plan de prevención y mitigación de contaminación de suelos**

Pese al riesgo leve de que se produzca una contaminación de los suelos, se han previsto una serie de medidas preventivas:

- Se implantarán medidas de vigilancia para evitar vertidos incontrolados de aceites o sustancias contaminantes.
- Se desecharán los residuos conforme a la legislación vigente y se solicitarán las autorizaciones requeridas cuando sea necesario.
- Se preverán lugares específicos para el almacenamiento de combustibles, lubricantes, y productos tóxicos o peligrosos, donde se aplicarán medidas adecuadas para evitar fugas.

- Para evitar fugas y derrames de hidrocarburos, grasas o aceites se instalará un buen sistema de drenaje en las zonas de talleres y dependencias auxiliares con trampas de grasa incluidas que prevendrán la salida del combustible derramado.
- Se ubicarán herramientas adecuadas en las zonas identificadas con mayor riesgo y cercanas a los sistemas de drenaje para asegurar su uso rápido en caso de necesidad (palas, recipientes plásticos y materiales absorbentes).
- Se aplicarán las mejores prácticas a la hora de cambiar aceites y grasas, lavar maquinaria, y gestionar desechos, siguiendo las pautas establecidas en el Programa de manejo de desechos y en las actividades de capacitación y educación (tanto de este programa con del general sobre capacitación). Se procederá a su almacenamiento adecuado en contenedores apropiados y a su retirada por el gestor autorizado.

#### **8.5.1.2.1 Medidas correctoras**

- Se procederá a utilizar adecuadamente el Equipo de control de derrames.
- Se procederá a la recogida de la sustancia (grasa, aceite, lubricante etc.) con algún material absorbente como aserrín o arena, o almohadillas especiales. Estos materiales se tratarán como residuos peligrosos y la forma de tratamiento y disposición final estará recogida en el apartado de manejo de desechos peligrosos dentro del Programa de manejo de desechos.

#### **8.5.1.2.2 Responsabilidades**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.5.1.2.3 Indicadores**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### **8.5.1.2.4 Medidas de verificación**

- Registros fotográficos

#### **8.5.1.2.5 Presupuesto**

Este valor será presupuestado en la próxima actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

### 8.5.1.3 Plan de prevención y mitigación de afectación al agua

Una vez tomadas las pertinentes medidas en la fase de construcción, la fase de funcionamiento no se prevé muy significativa en este aspecto, aun así, se deberá garantizar:

- El agua drenada de túneles y estaciones antes de su vertido a los colectores serán tratadas para eliminar posibles arrastres de grasas y lubricantes y sedimentar los sólidos en suspensión que transporten.
- Los materiales peligrosos (aceites, grasas, residuos peligrosos, etc.) se almacenarán en recintos cubiertos, dotados de solera impermeabilizada y sin conexión exterior. Es conveniente que estos recintos estén dotados de sistema de recogida de derrames y fugas conectada con una arqueta impermeabilizada que favorezca la recogida de los posibles residuos que se generen.
- Las aguas residuales asimilables a urbanas que se generen en cualquier fase del proyecto se evacuarán a través de la red de saneamiento municipal, si no existe red de saneamiento municipal antes de su vertido a cauce serán depuradas.
- El patio estará dotado de instalaciones para eliminar las grasas y aceites de las aguas residuales, así como los residuos del lavado de trenes de manera que el agua sea asimilable a urbana antes de su vertido a la red de alcantarillado. Si dicha instalación no puede conectarse con la red de alcantarillado se dotará de una estación depuradora de aguas residuales adecuada a las características del agua residual generada (aguas de limpieza de convoyes, aceites, grasas, sanitarios, duchas, etc.).

#### 8.5.1.3.1 Responsabilidades

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### 8.5.1.3.2 Indicadores

$$\frac{\# \text{ de medidas ejecutadas}}{\# \text{ de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

#### 8.5.1.3.3 Medidas de verificación

- Registros fotográficos

#### 8.5.1.3.4 Presupuesto

\$ 5,000.00

#### **8.5.1.4 Plan de prevención y mitigación del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana**

Cuando se retire la maquinaria, la señalización, los campamentos, las barreras peatonales y los desvíos y cortes de tráfico, se restaurará la movilidad en la ciudad, pero como ya se ha descrito en el apartado de valoración de impactos, la movilidad y accesibilidad urbana en la ciudad de Quito se verá significativamente mejorada en la fase de operación de la Primera línea de metro. Además, una vez entre en fase de funcionamiento, este proyecto traerá beneficios para el diseño y gestión de más espacios verdes, la reducción del tráfico rodado va a liberar espacio en la vía pública, donde se pueden plantar más árboles o arbustos y por tanto donde la población pueda disfrutar del servicio de estas áreas verdes.

En la fase de operación se deberá tener en cuenta las siguientes medidas:

1. Se deberá contar con señalética necesaria para evitar accidentes en los accesos, salidas de emergencia, pozos de ventilación, entre otros sitios que pudieran representar un riesgo para los usuarios de este servicio. Esta señalética deberá estar acorde a la NTE INEN – ISO- 3864-1. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad y a lo establecido en el Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

##### **8.5.1.4.1 Responsabilidades**

El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

##### **8.5.1.4.2 Indicadores**

$$\frac{\text{\# de medidas ejecutadas}}{\text{\# de medidas planteadas}} \times 100 = 100\%$$

##### **8.5.1.4.3 Medidas de verificación**

- Registros fotográficos

##### **8.5.1.4.4 Presupuesto**

\$ 5,000.00 dólares.

#### **8.5.1.5 Plan de prevención y control de impactos paisajísticos**

Se garantizará la preservación del paisaje durante toda la fase de funcionamiento, realizando un correcto mantenimiento de las áreas afectadas.



#### **8.5.1.5.1 Indicadores**

No aplica

#### **8.5.1.5.2 Medidas de verificación**

- ✓ Registro fotográfico

#### **8.5.1.5.3 Responsabilidad**

El principal responsable del cumplimiento del presente plan es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.

La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente plan por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.

Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

#### **8.5.1.5.4 Presupuesto**

\$ 2,000.00 dólares

### **8.5.2 Plan de manejo de desechos**

El plan de manejo de desechos desarrollado en la fase construcción del proyecto es aplicable en la fase de funcionamiento, con todas sus obligaciones y responsabilidades, así como los diversos manuales de manejo que incluye dicho apartado, por lo que para la fase de funcionamiento se puede consultar el apartado de Manejo de Desechos de la Fase de Construcción y Obra.

#### **8.5.2.1 Presupuesto**

\$ 2,000.00 dólares

#### **8.5.2.2 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional**

En la fase de operación y mantenimiento se seguirá los lineamientos generales descritos en la fase de construcción basado en la estimación del riesgo propuesta para esta etapa de trabajo. De manera específica se tomarán los modelos nacionales e internacionales de gestión para la configuración del plan dentro de los cuatro ejes principales de un sistema de gestión los cuales son los siguientes: a) Gestión administrativa, b) Gestión técnica, c) Gestión de talento humano, d) Procedimientos y programas operativos básicos.

Las actividades principales identificadas para la operación y que agrupan un conjunto de tareas específicas son:

- 1) Pruebas e inspección de equipos
- 2) Operación rutinaria de equipo móvil y estaciones
- 3) Mantenimiento de equipos e instalaciones

La fase operativa estará enmarcada dentro de las actividades preventivas contempladas en el plan de Seguridad y Salud Ocupacional fase de construcción.

### **8.5.2.3 Presupuesto**

\$ 9,000.00 dólares. Este valor se presupuestará en la próxima actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

## **8.5.3 Plan de contingencias y respuestas a emergencias**

Los manuales a seguir en la fase de funcionamiento corresponderán con los ya desarrollados para la fase de construcción, por lo tanto, se podrán consultar en el apartado correspondiente.

### **8.5.3.1 Presupuesto**

Este valor se presupuestará en la próxima actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

## **8.5.4 Plan de capacitación ambiental**

El plan de Capacitación ambiental ha sido desarrollado en la fase de construcción, siendo de aplicación también en la fase de funcionamiento, la frecuencia de la formación está detallada en el correspondiente plan.

### **8.5.4.1 Presupuesto**

\$ 1,000.00 dólares

## **8.5.5 Plan de rehabilitación de áreas afectadas**

Como ya se ha mencionado, este plan es de aplicación tras la finalización de los trabajos de la fase de obra del proyecto, no obstante, pudiéndose extender los trabajos de rehabilitación a la fase de funcionamiento, se aplicarán las medidas, normas y procedimientos descritos en el apartado correspondiente de la fase de construcción.

### **8.5.5.1 Presupuesto**

\$ 1,000.00 dólares

## **8.5.6 Plan de monitoreo y seguimiento**

El Plan tiene dos objetivos principales. Por un lado, utilizar el sistema de vigilancia que se utilizó en la fase anterior y que garantiza la correcta ejecución de todas las medidas a realizar en esta fase y por otro realizar el monitorio de las variables ambientales, sociales o económicas más importantes, ya mencionadas.

Respecto a las medidas para cumplir con el primer objetivo, éstas serán de verificación mediante visitas a la zona, se analizarán y se redactarán informes sobre el grado de cumplimiento y sobre recomendaciones en caso de no ser satisfactorias. Las medidas de verificación se aplicarán a los siguientes planes:

- Plan de prevención y mitigación de impactos:
- Plan de seguridad industrial y salud ocupacional
- Plan de contingencias y respuesta a emergencias
- Plan de capacitación ambiental
- Plan de manejo de desechos
- Plan de rehabilitación de áreas afectadas
- Programa de cierre y abandono

Los monitoreos se realizarán con laboratorios acreditados ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE.

#### **8.5.6.1 Auditorías ambientales**

Se realizarán informes de auditorías internas bienales por parte de la empresa Contratista a través consultores expertos y previamente calificados. Los informes de esta auditoría serán distribuidos a la UNMQ. Para el caso de que el Contratista no siga los procedimientos ambientales, UNMQ considerará esto como una no conformidad con los procedimientos y tomará acciones apropiadas para asegurar cumplimiento en el futuro. Cualquier informe de no conformidad será seguido por inspecciones mensuales hasta que se demuestre cumplimiento.

Respecto a las medidas para el monitoreo de las variables ambientales más significativas, se exponen a continuación:

##### **8.5.6.1.1 Monitoreo de la calidad del aire**

En cuanto al monitoreo de las emisiones y calidad del aire, éste se concentrará en el monitoreo de la calidad del aire del Proyecto y en la evaluación de las emisiones vehiculares de los vehículos que se utilicen en el mismo, durante la fase de funcionamiento.

El monitoreo de la calidad del aire se realizará en forma semestral en los sitios próximos al desarrollo del Proyecto y dentro del área de trabajo. Estas áreas deberán incluir las excavaciones subterráneas y túnel y en los portales de entrada a los túneles. En la selección de los sitios de monitoreo se deben considerar la ubicación de los receptores más sensibles, las actividades de construcción de mayor impacto sobre la calidad del aire, las variables climáticas que podrían influir sobre los efectos de dispersión y las posibles barreras o condiciones naturales de la zona.

Para la fase de operación se mantendrán los sitios de monitoreos seleccionados durante la construcción, que serán muestreados semestralmente durante el primer año de funcionamiento de la Primera Línea del Metro de Quito, y luego anualmente hasta completar un máximo de 3 años.

La verificación de las emisiones vehiculares se realizará en forma anual en sitios a lo largo del alineamiento de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito mediante un prestador de este servicio, debiendo determinar el cumplimiento de los parámetros aplicables según el tipo de vehículo evaluado y los parámetros definidos en la normativa vigente.

Cada uno de los monitoreos contemplará lo siguiente:

- Medición de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>) durante 24 horas
- Medición de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, mediante el empleo de tubos pasivos, durante dos periodos consecutivos de 7 días cada uno
- Medición de CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> dentro de las excavaciones subterráneas

Además, la Entidad Ambiental de Control establecerá un Plan de Alerta, de Alarma y de Emergencia ante Situaciones Críticas de Contaminación del Aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de Alerta, Alarma y Emergencia. Cada uno de los tres niveles será declarado por la Entidad Ambiental de Control cuando uno o más de los contaminantes comunes indicados exceda la concentración establecida en el siguiente cuadro, o cuando las condiciones atmosféricas se espera que sean desfavorables en las próximas 24 horas.

#### 8.5.6.1.2 Monitoreo de las emisiones de ruido

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de ruido debido al proyecto, en zonas próximas a receptores sensibles, para la fase de operación.

Como ya se dijo en la fase de construcción y se explicó, para la medición de las emisiones sonoras o ruido generado por las fuentes fijas y móviles del proyecto, se empleará un sonómetro o decibelímetro.

Según el Acuerdo Ministerial No. 097-A mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, que reforma el Anexo 5 (Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para fuentes fijas y fuentes móviles), se indican los niveles máximos de emisión de ruido para FFR. En su punto 4.1.1 se indica que el nivel de presión sonora continua equivalente, LKeq, expresados en decibeles, no podrá exceder de los valores que se fijan en el cuadro siguiente:

**Tabla 8-15.** Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	LKeq (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (RI)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID 1/ID2)	65	55

USO DEL SUELO	NIVEL MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	LKeq (dB)	
	PERIODO DIURNO 07:01 hasta 21:00 horas	PERIODO NOCTURNO 21:01 hasta 07:00 horas
Industrial (ID 3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.  Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

Fuente: Anexo 5. AM 097, Noviembre de 2015.

En la misma legislación se indica, en su punto 4.2.2 los niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido, los cuales quedan reflejados en el siguiente cuadro:

**Tabla 8-16. Niveles de presión sonora máxima para vehículos automotores**

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO dB(A)
Motocicletas	De hasta 200 cc	80
	Entre 200 y 500 cc	85
	Mayores a 500 cc	86
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 tn	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 tn	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 tn, y potencia de motor mayor a 20 HP	85
Vehículos de carga	Peso máximo hasta 3,5 tn	81

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO dB(A)
	Peso máximo de 3,5 tn hasta 12 tn	86
	Peso máximo mayor a 12 tn	88

Fuente: Anexo 5. AM 097-A, Noviembre de 2015.

En la fase de funcionamiento se desarrollarán monitoreos anuales.

#### 8.5.6.1.3 Monitoreo de los niveles de vibración

Este monitoreo deberá contemplar la recopilación de información respecto a la generación de vibraciones debido al funcionamiento del metro, en zonas próximas a receptores sensibles.

Como se mencionó anteriormente, existen una serie de zonas de edificación sensible a las vibraciones, por lo tanto será preciso proceder a completar estas mediciones durante la fase de funcionamiento, con la finalidad de evaluar los posibles riesgos que se podrán generar.

Este monitoreo se realizará durante los 3 primeros años de funcionamiento del Metro de Quito.

Según se indica en el Acuerdo Ministerial No. 028, mediante el cual se sustituye el Libro VI del TULSMA, en el apartado relacionado a los Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición, en el numeral 6.1 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones a edificaciones, los niveles de vibración superiores, establece lo siguiente:

“6.1.1. Ningún equipo, aparato o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación de un recinto receptor, o a los edificios, valores más altos a los establecidos en la Tabla 1: Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, según lo especifica la Norma ISO-2631-2:2003.”

**Tabla 8-17.** Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones

USO DEL EDIFICACION	INDICE DE VIBRACIONES LAW
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Fuente: Tabla 3, Apartado Niveles Máximos de Emisiones de vibraciones y metodología de Medición. AM 028, RO 270, 7 de Febrero de 2015.

#### 8.5.6.1.4 Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales

Este Plan de Monitoreo tiene como objetivo verificar la eficiencia y eficacia de la implementación de las medidas preventivas y correctoras del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Protección de la Calidad de las Aguas del Plan de Manejo Ambiental.

El Monitoreo es la única forma de poder verificar que las medidas implementadas por el Contratista logren los objetivos de protección y mitigación ambiental esperados.

El Monitoreo se realiza mediante mediciones directas en campo y a través del análisis de laboratorio de las muestras. Desde el punto de vista de variables ambientales, el Monitoreo (ya sea continuo o periódico) determina la eficacia de las medidas de mitigación, evita la generación de impactos innecesarios, y permite anticipar medidas complementarias que se requieran.

#### 8.5.6.1.5 Monitoreo de Aguas Superficiales

El Monitoreo permanente que realiza la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito; entidad que responsable de realizar el monitoreo al Acuífero de Quito; específicamente se contarán con resultados de monitoreo de los pozos que se encuentran cercanos al trazado de la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito, tanto en época seca como en época invernal.

Adicionalmente la Contratista, tiene la responsabilidad de realizar el Monitoreo de Aguas Superficiales a través del servicio de un Laboratorio Calificado en el Servicio Nacional de Acreditación Ecuatoriano-SAE, lo siguiente:

- Muestreo puntual de aguas superficiales durante las actividades constructivas.
- Monitoreo semestral, de aguas subterráneas resultantes del nivel freático, dependiendo de la presencia de agua.
- Monitoreo mensual de descarga de aguas subterráneas hacia el alcantarillado.

Normativa Ambiental aplicable:

Para determinar los límites permisibles, los criterios de calidad para los distintos usos y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua se deberán tomar en consideración el Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, reformado según el Acuerdo Ministerial 097-A, de noviembre del 2015.

**Tabla 8-18.** Límites de descarga (Tabla 8. Anexo 1) al sistema de alcantarillado público

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o Inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuesto organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0



PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Temperatura	°C		<40,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Tabla 8, Anexo 1, AM097-A, Noviembre de 2015.

#### 8.5.6.1.6 Presupuesto

\$ 11,000.00 dólares

### 8.6 FASE DE CIERRE

#### 8.6.1 Plan de prevención y mitigación de impactos

##### 8.6.1.1 Plan de prevención y reducción de la contaminación del aire, ruido y vibraciones

##### 8.6.1.1.1 Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de partículas suspendidas, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 8.6.1.1.2 Medidas para el control de la contaminación del aire por emisión de gases

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de gases, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 8.6.1.1.3 Medidas para el control de ruido

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de ruido, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

##### 8.6.1.1.4 Medidas para el control de vibraciones

Durante la fase de abandono, se producirá impacto por emisión de pequeñas vibraciones, únicamente durante el desmantelamiento de campamentos, infraestructuras de apoyo a las obras y talleres. Serán de aplicación las mismas medidas que han quedado reflejadas en la fase de construcción.

#### **8.6.1.1.5 Medidas de control de la contaminación de suelos**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

#### **8.6.1.1.6 Medidas para el control de la afectación al agua**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

Serán de aplicación las medidas indicadas en el apartado de construcción.

#### **8.6.1.1.7 Medidas de control del deterioro de la movilidad y accesibilidad urbana**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo.

Serán de aplicación las medidas indicadas para la fase de construcción.

#### **8.6.1.1.8 Medidas control de impactos paisajísticos**

En lo que se refiere a la fase de abandono, únicamente será significativa la parte de desmantelamiento de infraestructuras, talleres y campamentos, ya que por la importancia del proyecto en sí no se espera que pueda clausurarse una obra de este tipo. Serán de aplicación las medidas indicadas en el apartado de construcción.

#### **8.6.1.2 Presupuesto Plan de Prevención y Mitigación**

\$ 7,000.00 dólares

#### **8.6.2 Plan de manejo de desechos**

El plan de manejo de desechos desarrollado en la fase construcción del proyecto es aplicable en la fase de explotación y también de cierre, con todas sus obligaciones y responsabilidades, así como los diversos manuales de manejo que incluye dicho apartado, por lo que para la fase de funcionamiento se puede consultar el apartado de Manejo de Desechos de la Fase de Construcción y Obra.

##### **8.6.2.1 Presupuesto**

\$ 2,000.00 dólares

#### **8.6.3 Plan de seguridad industrial y salud ocupacional**

A continuación, se desarrolla el plan, siendo similar tanto en la fase de construcción como en la de cierre para la Fase 2 del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito. Revisar apartado Plan de seguridad de la fase de construcción.

#### **8.6.3.1 Presupuesto**

Este valor será presupuestado en la próxima actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

#### **8.6.4 Plan de contingencias y respuestas a emergencias**

Los manuales a seguir en la fase de cierre se corresponden con los ya desarrollados para la fase de construcción, por lo tanto, se podrán consultar en el apartado correspondiente.

##### **8.6.4.1 Presupuesto**

Este valor será presupuestado en la próxima actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito.

#### **8.6.5 Plan de capacitación ambiental**

El plan de Capacitación ambiental ha sido desarrollado en la fase de construcción, siendo de aplicación también en la fase de funcionamiento y cierre, la frecuencia de la formación está detallada en los cuadros integrados en el apartado mencionado.

- ✓ El principal responsable del cumplimiento del presente programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, al contar con la Licencia Ambiental.
- ✓ La fiscalización, será el responsable de verificar el cumplimiento del presente programa por parte de las contratistas, subcontratistas y proveedores.
- ✓ Las contratistas, subcontratistas y proveedores, tienen la obligación de implementar las medidas del presente plan, realizar acciones preventivas y correctivas y reportar de forma oportuna a la fiscalización y a la EPMMQ de su cabal cumplimiento.

##### **8.6.5.1 Presupuesto**

\$ 500.00 dólares

#### **8.6.6 Plan de rehabilitación de áreas afectadas**

Como ya se ha mencionado, este plan es de aplicación tras la finalización de los trabajos de la fase de obra del proyecto, no obstante pudiéndose extender los trabajos de rehabilitación a la fase de funcionamiento y cierre, se aplicarán las medidas, normas y procedimientos descritos en el apartado correspondiente de la fase de construcción.

##### **8.6.6.1 Presupuesto**

\$ 500.00 dólares

### **8.6.7 Plan de cierre y abandono**

Una vez que el proyecto cumpla con su vida útil o sea modificado cerrando una o varias de sus partes, se deberá desarrollar un plan específico y detallado, tomando las medidas adecuadas para el cierre y abandono definitivo, en ese momento y con las circunstancias que existan entonces.

No obstante, si eventualmente se diera el caso que en algunas de las fases del proyecto éste tuviera que detenerse o abandonarse, UNMQ se compromete a ejecutar un Plan de Abandono Definitivo, el cual contemplaría todas aquellas medidas que permitieran restaurar el medio a sus condiciones naturales, sin mostrar señales de afectación o perturbación, en base a la estrategia propuesta en el presente Estudio Complementario.

En el caso del Plan de cierre definitivo del proyecto, este se aplicará en la fase de cierre del proyecto, pero se empezará a elaborar en los últimos meses de vida del mismo, o bien cuando se abandone o clausure alguna parte del proyecto, por ejemplo, algún túnel, pero no se prevé que ocurra en los 5 primeros años de vida del proyecto.

#### **8.6.7.1 Presupuesto**

\$ 4,000.00 dólares

### **8.6.8 Plan de seguimiento y monitoreo**

En esta fase el objetivo del plan se puede dividir en dos, por un lado habrá que comprobar que las medidas que se incluyen en los diferentes planes del Plan de Manejo se cumplen y por otro controlar las variables ambientales más relevantes en aquellas actuaciones de cierre o abandono que se realicen como pueden ser: el desmantelamiento de las construcciones auxiliares y la restitución de las áreas que ocupaban. Las medidas a aplicar en el cierre de la línea de metro como tal no se presupuestan en este momento y se tendrán que tener en cuenta cuando, llegado el momento, se hagan los respectivos proyectos de abandono de la línea.

Para cumplir con el primer objetivo se aplicarán medidas de control, vigilancia y verificación de las medidas que se incluyen en los correspondientes planes. Para la ejecución de las mismas se realizarán inspecciones visuales y encuestas a la población, en caso de ser necesarias, para verificar el cumplimiento y se redactarán informes sobre la satisfacción o no del cumplimiento, indicando acciones correctoras en caso de no cumplimiento.

Las medidas serán muy similares a las aplicadas durante la construcción, por ejemplo:

- Plan de prevención y mitigación de suelos habrá que vigilar que se cumplan las medidas que se indican en dicho plan (vigilancia de vertidos, existencia de lugares específicos para almacenamiento, cumplimiento de la legislación en tema de vertidos, etc.)

- Plan de prevención y control de impactos paisajísticos: verificar que se cumplen las medidas de restauración paisajística descritas en los correspondientes planes de cierre de las áreas auxiliares.
- Plan de seguridad industrial y salud ocupacional: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase.
- Plan de contingencias y respuesta a emergencias: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase
- Plan de cierre y abandono: vigilancia y verificación de las medidas a aplicar en esta fase

Para cumplir con el segundo objetivo se monitorearán las variables ambientales más relevantes, cuyos parámetros, frecuencias y umbrales están definidos en la fase de construcción. Los lugares de medición de dichas variables se realizarán en los sitios auxiliares que vayan a ser abandonados.

Por lo tanto, para el monitoreo de las siguientes variables: calidad del aire (emisión de partículas y gases), ruido, vibraciones, suelo, se aplicarán las mismas medidas que en la fase de construcción. Los parámetros y umbrales son los mismos y los lugares de monitoreo serán las zonas que ocupaban los campamentos, infraestructuras y obras auxiliares que tendrán que ser desmantelados.

El Programa de Monitoreo Ambiental, se basará en la verificación del cumplimiento, de la implementación de cada una las medidas, procedimientos, frecuencias y responsables; que se encuentran determinadas en el Plan de Cierre y Abandono de la construcción y operación del proyecto.

#### **8.6.8.1 Presupuesto**

\$ 5,000.00 dólares

## 8 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **A.T.C:** Control Automático Del Tren
- **A.T.S:** Supervisión Automática de Trenes
- **A.T:** Alta Tensión
- **B.T:** Baja tensión
- **BRETEL:** Conjunto de desvíos formando un escape doble en forma de cruz
- **C.R.E.T.I.B.:** Hace referencia a las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico)
- **C.T.C:** Control de Tráfico Centralizado
- **CaO:** Óxido de Calcio
- **CCN:** Corredor Central Norte
- **CGBT:** Cuadros Generales de Baja Tensión
- **CHQ:** Centro Histórico de Quito
- **CLOTOIDES:** Curva tangente al eje de las abscisas en el origen y cuyo radio de curvatura disminuye de manera inversamente proporcional a la distancia recorrida sobre ella
- **CMS:** Conservación de las Especies Migratorias
- **CMS:** Conservación de las Especies Migratorias de animales silvestres
- **CNRH:** Consejo Nacional de Recursos Hídricos
- **CO:** Monóxido de hidrógeno
- **COPs:** Compuestos Orgánicos Persistentes
- **COV's:** Compuestos Orgánicos Volátiles
- **CTE:** Centros de Transformación de Estación

- **CTV:** Centros de Transformación de Ventilación
- **DAP:** Diámetro a la altura del pecho
- **DDT:** Dicloro Difenil Tricloroetano
- **DMQ:** Distrito Metropolitano de Quito
- **DRESINAS:** Es un vehículo ferroviario ligero, conducido por personal propio del servicio.
- **DRM:** Daily Review Meetings
- **EMMOP:** Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas
- **EPB:** Air Pressure Balance
- **EPB:** Earth Pressure Balance
- **EPMGIRS:** Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- **EPMMQ:** Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
- **ESCALA MSK:** Medvédev-Sponheuer-Kárník
- **EsIA:** Estudio de Impacto Ambiental
- **GÁLIBO:** Distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel medio del curso de agua
- **GFCI:** Ground Fault Circuit Interrupter
- **HES:** Environment, Health and Safety
- **ICCROM:** Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales
- **ICOMOS:** Consejo Internacional de Monumentos y Sitios
- **IESS:** Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- **IESS:** Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- **IMP:** Instituto Metropolitano de Patrimonio

- **INERHI:** Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos
- **INPC:** Instituto de Patrimonio Cultural
- **ISO:** International Organization for Standardization
- **ISSFA:** Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas
- **KV:** Kilovoltio
- **LGA:** Ley de Gestión Ambiental
- **LPCCA:** Ley De Prevención Y Control De La Contaminación Ambiental
- **MAE:** Ministerio de Ambiente del Ecuador
- **MP2.5:** Material Particulado 2.5
- **MRL:** Ministerio de Relaciones Laborales
- **MTC:** TunnelConsultants (Munich – Alemania)
- **NFPA:** Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
- **NO2:** Dióxido de nitrógeno
- **NT INEN:** Norma Técnica del Servicio Ecuatoriano de Normalización
- **O3:** Ozono
- **P.C.C:** Puesto de Control Central
- **PCBs:** Policlorobifenilos
- **PCC:** Puesto de Control Centralizado
- **PCL:** Puesto de Control Local
- **PLMQ:** Primera Línea del Metro de Quito
- **PPS:** Proceso de Participación Social
- **RAOHE:** Reglamento ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador



- **RCL:** Revisiones de Ciclo Largo
- **ROPS:** Pórtico de seguridad antivuelco
- **RSST:** Reglamento Seguridad y Salud de Trabajadores
- **SCE:** Sistema de control de estaciones
- **SEM:** Método de excavación secuencial
- **SENAGUA:** Secretaría Nacional del Agua
- **SO2:** Dióxido de azufre
- **SOTE:** Sistema de Oleoducto Trans ecuatoriano
- **SUMA:** Sistema Único de Manejo Ambiental
- **TBM:** Tunnel Boring Machine
- **TBM:** Tunnel Boring Machine
- **TBM-EPB:** (Tunnel Boring Machine) o minador a sección completa
- **TULSMA:** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
- **TULSMAG:** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería
- **TVCC:** Sistema de televisión en circuito cerrado
- **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- **UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## **10 Anexos**

Anexo 1: Certificado de Intersección

Anexo 2: Análisis de laboratorio

Anexo 3: Componente arqueológico

Anexo 4: Plano del Proyecto

Anexo 5: Componente social

Anexo 6: Mapas

Anexo 7: Cronograma del PMA

Anexo 8: EIA 2013

Anexo 9: Participación Social

Anexo 10. Componente biótico