

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PUERTO QUITO

MONITOREO AMBIENTAL COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO

ELABORADO POR: HYDROENGINEERING

Puerto Quito – Ecuador

Mayo 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Antecedentes	1
2.	Ficha técnica	3
3.	Objetivos	4
3.1.	Objetivo general	4
3.2.	Objetivos específicos	4
4.	Alcance	4
5.	Línea base ambiental	5
5.1.	Descripción del área de estudio	5
5.2.	Determinación de áreas de influencia	6
5.2.1.	Área de influencia indirecta	6
5.2.2.	Área de influencia directa	7
5.3.	Medio físico	8
5.3.1.	Climatología	8
5.3.1.1.	Información disponible.....	9
5.3.1.2.	Precipitación	9
5.3.1.3.	Temperatura	11
5.3.1.4.	Humedad relativa (%).....	14
5.3.1.5.	Velocidad del viento	15
5.3.1.6.	Evaporación Potencial (mm/año)	16
5.3.1.7.	Heliofanía (horas).....	17
5.3.1.8.	Clima	18
5.3.2.	Geología y geomorfología	19
5.3.2.1.	Geología.....	19
5.3.2.2.	Geomorfología.....	21
5.3.2.3.	Pendientes	22
5.3.2.4.	Hidrogeológico.....	23
5.3.3.	Edafología y calidad de suelo	24
5.3.3.1.	Uso de suelo	24
5.3.3.2.	Cobertura vegetal.....	26
5.3.3.3.	Edafológico - ordenes de suelo	27
5.3.3.4.	Edafológico - subórdenes de suelo	28
5.3.3.5.	Tipo de suelo.....	29

5.3.4.	Hidrología e hidrografía	30
5.3.4.1.	Hidrología	30
5.3.4.2.	Hidrografía.....	31
5.4.	Medio biótico	32
5.4.1.	Clasificación de ecosistemas según el MAAE	33
5.4.2.	Flora	34
5.4.3.	Fauna	36
5.4.4.	Áreas protegidas.....	38
6.	Descripción del sistema de gestión de residuos sólidos no peligrosos	38
6.1.	Personal técnico- operativo responsable	38
6.2.	Servicio de barrido	39
6.2.1.	Materiales y equipos.....	39
6.2.2.	Cobertura del servicio y frecuencias	40
6.3.	Servicio de recolección de residuos comunes.....	41
6.3.1.	Materiales y equipos.....	42
6.3.2.	Programa de separación de residuos sólidos desde la fuente	42
6.3.3.	Cobertura del servicio	43
6.3.4.	Rutas de recolección.....	44
6.3.5.	Costos del servicio	46
6.4.	Programas de aprovechamiento de residuos ejecutados por la municipalidad	46
6.4.1.	Aprovechamiento de residuos orgánicos- Proyecto compostaje mediante microorganismos eficientes 47	
6.4.2.	Aprovechamiento de material inorgánico – Galpón de reciclaje complejo Ambiental Puerto Quito 49	
6.5.	Disposición final.....	51
6.5.1.	Celda de disposición final.....	51
6.5.2.	Planta de tratamiento de lixiviados.....	52
7.	Descripción del sistema de gestión de residuos sanitarios peligrosos	52
7.1.	Personal técnico operativo a cargo	52
7.2.	Equipos, instalaciones y herramientas	53
7.3.	Usuarios de servicio	57
7.4.	Rutas y frecuencias de recolección.....	58
8.	Metodología	59
8.1.	Ejecución del plan de monitoreo del medio físico	59
8.1.1.	Monitoreo de calidad de aire	59

8.1.2.	Monitoreo de ruido	60
8.1.3.	Monitoreo de calidad de suelo	63
8.1.4.	Monitoreo de calidad de agua	64
8.2.	Ejecución del plan de monitoreo biótico	65
8.2.1.	Índices de biodiversidad	65
8.2.1.1.	índice de diversidad de Simpson.....	65
8.2.1.2.	índice de Shanon- Waever	66
8.2.2.	Monitoreo de flora (diversidad vegetal)	66
8.2.3.	Monitoreos terrestres	67
8.2.3.1.	Monitoreo de mastofauna.....	68
8.2.3.2.	Monitoreo de avifauna.....	69
8.2.3.3.	Monitoreo de herpetofauna	69
8.2.3.4.	Monitoreo de entomofauna.....	70
8.2.4.	Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos	70
8.2.5.	Inventario de recursos forestales	73
8.2.5.1.	Fase de campo.....	73
8.2.5.2.	Materiales – fase de campo	74
8.2.5.3.	Fase de gabinete.....	74
8.2.5.4.	Diagnóstico cuantitativo.....	75
8.2.5.5.	Análisis de la información e interpretación	75
8.3.	Determinación del diagnóstico sobre la gestión de residuos no peligrosos	76
8.3.1.	Caracterización de residuos sólidos	76
8.3.1.1.	Generación per cápita	76
8.3.1.2.	Determinación de la composición de residuos en porcentaje	76
8.3.1.3.	Determinación de humedad en porcentaje.....	77
8.3.1.4.	Determinación de densidad de los residuos sólidos.....	77
8.3.2.	Cálculo del porcentaje de aprovechamiento de residuos	77
8.3.3.	Evaluación de la infraestructura y procesos del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito	78
8.3.4.	Nivel de satisfacción del servicio de barrido y recolección según el usuario	78
8.4.	Determinación del diagnóstico de residuos peligrosos	79
8.5.	Análisis financiero del sistema de gestión de residuos sólidos a nivel cantonal	79
8.6.	Evaluación de riesgos por puesto de trabajo en el relleno sanitario	79
	Elaboración de plan de acción ambiental	79
8.7.	Elaboración del plan de monitoreo	79

9. Resultados	80
9.1. Plan de monitoreo del medio físico	80
9.2. Plan de monitoreo de medio biótico	84
9.2.1. Monitoreo de flora	84
9.2.1.1. Diversidad vegetal	88
9.2.1.2. Composición florística	88
9.2.1.3. Origen.....	89
9.2.1.4. Estado de conservación y endemismo	89
9.2.1.5. Especies de importancia ecológica	89
9.2.1.6. Índices de diversidad.....	90
9.2.2. Monitoreo Mastofauna	90
9.2.2.1. Nichos tróficos	92
9.2.2.2. Estado de conservación y endemismo	93
9.2.2.3. Índices de diversidad.....	93
9.2.3. Monitoreo de avifauna	93
9.2.3.1. Nichos tróficos	98
9.2.3.2. Estado de conservación y endemismo	98
9.2.3.3. Índices de diversidad.....	98
9.2.4. Monitoreo de herpetofauna	99
9.2.4.1. Nichos tróficos	101
9.2.4.2. Estado de conservación y endemismo	102
9.2.4.3. Índices de diversidad.....	102
9.2.5. Monitoreo de entomofauna	103
9.2.5.1. Nichos tróficos	104
9.2.5.2. Estado de conservación y endemismo	105
9.2.6. Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos	105
9.2.6.1. índice de monitoreo biológico BMWP	108
9.2.6.2. Estado de conservación y endemismo	108
9.2.6.3. Nichos tróficos	108
9.2.6.4. Índices de diversidad.....	109
9.2.6.5. Determinación de áreas sensibles	109
9.3. Inventario de recursos forestales	110
9.3.1. Cálculo de área basal	111
9.3.2. Cálculo de densidad relativa	112
9.3.3. Cálculo de dominancia	113

9.3.4.	Cálculo del índice de valor de importancia	114
9.3.5.	Índices de biodiversidad	115
9.3.6.	Especies endémicas, raras y registros importantes	115
9.3.6.1.	Especies de importancia ecológica	116
9.3.7.	Censo forestal	116
9.4.	Diagnóstico sobre la gestión de residuos no peligrosos	119
9.4.1.	Caracterización de residuos sólidos no peligrosos	120
9.4.1.1.	Generación per cápita	120
9.4.1.2.	Composición en porcentaje	121
9.4.1.3.	Humedad en porcentaje	123
9.4.1.4.	Densidad	124
9.4.2.	Evaluación de los programas de aprovechamiento de residuos sólidos.....	124
9.4.2.1.	Aprovechamiento de residuos orgánicos- Proyecto compostaje mediante microorganismos eficientes	125
9.4.2.2.	Aprovechamiento de material inorgánico – Galpón de reciclaje complejo Ambiental Puerto Quito	126
9.4.3.	Evaluación de la infraestructura del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito	126
9.4.3.1.	Galpón de reciclaje.....	127
9.4.3.2.	Galpón de compostaje.....	127
9.4.3.3.	Celda de disposición final de desechos sólidos comunes	128
9.4.3.4.	Planta de tratamiento de lixiviados	133
9.5.	Nivel de satisfacción del servicio de barrido y recolección según el usuario.....	136
9.5.1.	Servicio de recolección.....	136
9.5.1.1.	Servicio de barrido.....	139
9.5.1.2.	Otros indicadores inherentes al sistema de gestión de residuos	140
9.6.	Diagnóstico situacional sobre la gestión de residuos sanitarios peligrosos.....	141
9.6.1.	Datos de generación de residuos sanitarios peligrosos	142
9.6.2.	Evaluación técnica a usuarios del servicio	143
9.6.2.1.	Regularización ambiental	144
9.6.2.2.	Gestión interna de desechos.....	145
9.6.2.3.	Personal interno	145
9.6.2.4.	Almacenamiento temporal (previo a la recolección).....	147
9.6.3.	Evaluación técnica del servicio prestado por el GAD	150
9.6.3.1.	Regularización ambiental del servicio	150
9.6.3.1.	Proceso de recolección de desechos sanitarios peligrosos	151

9.6.3.2.	Tratamiento y disposición final	151
9.1.	Análisis financiero sobre el sistema de gestión integral de residuos sólidos	152
9.1.1.	Desarrollo	152
9.1.1.1.	Personal técnico operativo	152
9.1.1.2.	Servicios básicos.....	153
9.1.1.3.	Maquinaria.....	153
9.1.1.4.	Mantenimiento	153
9.1.1.5.	Seguridad industrial.....	154
9.1.1.6.	Infraestructura	154
9.1.2.	Resultados	154
9.2.	Evaluación de riesgos por puesto de trabajo	156
9.2.1.	Descripción del personal y sus roles	156
9.2.1.1.	Responsable del relleno sanitario temporal.....	156
9.2.1.2.	Operador de tractor	160
9.2.1.3.	Operador de mini cargadora.....	163
9.2.1.4.	Chofer de camión recolector	166
9.2.1.5.	Obrero recolector de basura.....	169
9.2.1.6.	Obrero reciclador.....	172
9.2.1.7.	Operario de compostaje	175
9.2.2.	Resultados finales	178
9.3.	Propuesta de plan de acción para el mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos ..	178
9.4.	Propuesta de plan de monitoreo	183
9.4.1.	Monitoreo de aire ambiente	183
9.4.2.	Monitoreo de suelo	185
9.4.3.	Monitoreo de agua	187
9.4.4.	Monitoreo de ruido	188
9.5.	Plan de monitoreo biótico.....	192
10.	Conclusiones	194
11.	Recomendaciones	196
12.	Referencias bibliográficas	197
13.	Anexos.....	200

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Ficha técnica del proyecto.....	3
Tabla 5.1 Estaciones meteorológicas y su disponibilidad de información	9
Tabla 5.2 Valores medios anuales de precipitación en las estaciones de interés	9
Tabla 5.3 Variación estacional de la precipitación (mm).....	10
Tabla 5.4 Información de las estaciones meteorológicas con la componente de temperatura.....	11
Tabla 5.5 Variación estacional de la temperatura media °C.....	12
Tabla 5.6 Valores medios anuales de humedad media (%).....	14
Tabla 5.7 Variación estacional de la humedad relativa en el periodo 1990 - 2019	14
Tabla 5.8 Valores medios anuales de velocidad del viento de las estaciones que contienen esta información	15
Tabla 5.9 Valores medios anuales de la evaporación potencial (mm/año).....	16
Tabla 5.10 Variación media mensual de evaporación potencial (mm/mes).....	16
Tabla 5.11 Valores medios anuales de heliofanía (horas).....	17
Tabla 5.12 Variación media mensual de heliofanía (horas).....	17
Tabla 5.13 Porcentaje de cobertura vegetal en el área del proyecto.....	26
Tabla 5.14. Flora característica del cantón.	35
Tabla 5.15. Listado de especies animales características del cantón	37
Tabla 6.1. Personal operativo a cargo de la ejecución del SGIRS.....	39
Tabla 6.2. Frecuencia de barrido en cabecera cantonal.....	41
Tabla 6.3. Localidades donde se brinda el servicio de recolección y su número de usuarios	44
Tabla 6.4. Rutas de recolección semanales	45
Tabla 6.5. Categorización y tarifas por servicio de recolección de residuos sólidos	46
Tabla 6.6. Listado de asociaciones agrícolas que participan el programa de aprovechamiento de materia orgánica	47
Tabla 6.7. Dimensiones de las lagunas de tratamiento de lixiviados.....	52
Tabla 7.1. Características del vehículo recolector de desechos peligrosos.	54
Tabla 7.2. Cantidad de usuarios del servicio a través del tiempo.	57
Tabla 7.3. Listado de usuarios del servicio de recolección de desechos sanitarios peligrosos.	58
Tabla 8.1. Monitoreo de aire ambiente y fuentes fijas a ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"	60
Tabla 8.2 Monitoreo de ruido ambiental y ocupacional ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"	62

Tabla 8.3 Monitoreo de calidad de suelo ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"	64
Tabla 8.4 Monitoreo de calidad de agua a ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"	65
Tabla 8.5. Puntuación dada para las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos acuáticos para el índice BMWP/Colombia	71
Tabla 8.6. Escala de valoración e interpretación del índice BMWP	72
Tabla 8.7. Contenido de humedad en % según el tipo de residuo	77
Tabla 8.8. Número de usuarios según el tipo de servicio y numero de encuestas aplicadas	78
Tabla 9.1. Evaluación de cumplimiento de parámetros establecidos en la normativa ambiental nacional.	81
Tabla 9.2. Listado de especies de flora encontradas en el transecto.	85
Tabla 9.3. Registro fotográfico de las especies presentes en el área de estudio.....	87
Tabla 9.4. Especies de importancia ecológica.	90
Tabla 9.5. Resultados índices de biodiversidad de flora.....	90
Tabla 9.6. Listado de especies de mamíferos presentes en el transecto	91
Tabla 9.7. Registros fotográficos para el componente mastofauna.....	92
Tabla 9.8. Resultados índices de biodiversidad.....	93
Tabla 9.9. Listado de especies de aves presentes en el transecto	95
Tabla 9.10. Registro fotográfico de algunas de las especies de aves presentes en el área de estudio.	97
Tabla 9.11. Nichos tróficos de las especies de aves registradas	98
Tabla 9.12 Resultados índices de biodiversidad.....	99
Tabla 9.13. Listado de especies de herpetofauna presentes en el área de estudio.	100
Tabla 9.14. Registro fotográfico de la herpetofauna presente en la zona de estudio.....	101
Tabla 9.15. Resultados índices de biodiversidad herpetofauna.....	103
Tabla 9.16. Listado de familias de entomofauna presentes en el área de estudio.	103
Tabla 9.17. Registro fotográfico de la entomofauna presente en la zona de estudio.....	104
Tabla 9.18. Listado de familias de macroinvertebrados presentes en el área de estudio	106
Tabla 9.19. Registro fotográfico de las familias de macroinvertebrados presentes en la zona de estudio.	107
Tabla 9.20. Valores del Índice BMWP para los puntos muestreados.....	108
Tabla 9.21. Resultados índices de biodiversidad.....	109
Tabla 9.22. Listado de especies forestales.....	110
Tabla 9.23. Cálculo del índice de Simpson y Shannon - Weaver.....	115
Tabla 9.24 Nombres de las especies de importancia encontradas en la zona.....	116
Tabla 9.25 Censo Forestal por parcela 1 de muestreo	116
Tabla 9.26 Censo Forestal por parcela 2 de muestreo	117

Tabla 9.27 Censo Forestal por parcela 3 de muestreo	117
Tabla 9.28 Censo Forestal por parcela 4 de muestreo	118
Tabla 9.29. Datos de generación de residuos gestionados dentro del Complejo Ambiental "Puerto Quito" .	120
Tabla 9.30. Generación anual de residuos sólidos domiciliarios.....	120
Tabla 9.31. Proceso de caracterización de residuos sólidos para cálculo de composición en porcentaje de residuos sólidos.....	122
Tabla 9.32. Composición de los residuos sólidos en porcentaje.....	123
Tabla 9.33. Estimación del % de humedad en base a factores planteados por George Tchobanoglous.	124
Tabla 9.34. Resultado de la prueba de humedad.	124
Tabla 9.35. Porcentaje de recuperación de residuos sólidos en un año	125
Tabla 9.36. Cantidad de material orgánico procesado por asociaciones agrícolas en el año 2019.....	125
Tabla 9.37. Total de material inorgánico aprovechable recuperado en 2019.	126
Tabla 9.38 Análisis de abono del complejo ambiental	128
Tabla 9.39. Estado actual de los 11 ductos de desfogue de gases en la celda de disposición final de desechos.	132
Tabla 9.40. Resultados del cálculo de estimación de caudales	133
Tabla 9.41. Cálculo de tiempo de retención.....	133
Tabla 9.42. Porcentaje de remoción de contaminantes a través del sistema de tratamiento de lixiviados	134
Tabla 9.43. Listado de residuos sanitarios peligrosos gestionados por el GADMCPQ	142
Tabla 9.44. Cantidad de desechos sanitarios peligrosos recolectados en 2018.	143
Tabla 9.45. Composición anual en porcentaje de desechos sanitarios peligrosos recolectados en 2018	143
Tabla 9.46. Resultado estado de regularización ambiental de usuarios del servicio.....	144
Tabla 9.47. Establecimientos que cuentan con registro ambiental.....	144
Tabla 9.48. Estado de contenedores que almacenan los desechos peligrosos.	145
Tabla 9.49. Personal exclusivo para la gestión de DSP	146
Tabla 9.50. Capacitación para la clasificación de los desechos sanitarios peligrosos.....	146
Tabla 9.51. Uso de EPP el momento de recolección	146
Tabla 9.52. Espacios exclusivos para el almacenamiento temporal de DSP	147
Tabla 9.53. Ubicación del espacio de almacenamiento temporal de desechos.....	148
Tabla 9.54. Estado de sitios de almacenamiento temporal de desechos	148
Tabla 9.55. Entrega de desechos con pretratamiento.	149
Tabla 9.56 Costos anuales de personal técnico operativo	152
Tabla 9.57 Costos anuales de servicios básicos	153
Tabla 9.58 Costos anuales de maquinaria del relleno sanitario	153

Tabla 9.59 Costos anuales de manteniendo de la maquinaria del relleno sanitario.....	153
Tabla 9.60 Costos anuales del equipo de protección personal.....	154
Tabla 9.61 Costos anuales de la infraestructura del relleno sanitario.....	154
Tabla 9.62 Costo Total Gestión Integral de RSU (GIRSU) en el Cantón Puerto Quito.....	155
Tabla 9.63 Matriz de riesgo del responsable del relleno sanitario.....	158
Tabla 9.64 Matriz de riesgo del operador de tractor.....	161
Tabla 9.65 Matriz de riesgo del operador de minicargadora.....	164
Tabla 9.66 Matriz de riesgo del chofer de camión recolector.....	167
Tabla 9.67 Matriz de riesgo de Obrero recolector de basura.....	170
Tabla 9.68 Matriz de riesgo de obrero reciclador.....	173
Tabla 9.69 Matriz de riesgo de operario de compostaje.....	176
Tabla 9.70. Propuesta de plan de acción para el mejoramiento del sistema de gestión de residuos en el cantón Puerto Quito.....	179
Tabla 9.71 Métodos y límites máximos permisibles para calidad de aire ambiente.....	183
Tabla 9.72 Lugares de monitoreo de calidad de aire ambiente.....	183
Tabla 9.73 Lugares de monitoreo de calidad de suelo.....	185
Tabla 9.74 Puntos de monitoreo para fuentes de agua natural.....	187
Tabla 9.75 Puntos de monitoreo para lixiviados en planta de tratamiento.....	187
Tabla 9.76 Puntos de monitoreo de ruido ambiental y ocupacional en el complejo ambiental Puerto Quito.....	188
Tabla 9.77 Programa de monitoreo y seguimiento.....	189
Tabla 9.78 Programa de monitoreo biótico.....	192

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Actividades asociadas a la Gestión integral de residuos Sólidos.....	2
Figura 5.1 Mapa base – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	6
Figura 5.2 Mapa de influencia directa e indirecta – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	7
Figura 5.3 Mapa de estaciones meteorológicas y pisos bioclimáticos del cantón Puerto Quito.....	8
Figura 5.4 Variación estacional de la precipitación en las estaciones de interés,.....	10
Figura 5.5 Mapa de isoyetas de precipitación anual del cantón Puerto Quito.....	11
Figura 5.6 Variación de la temperatura media vs altitud.....	12
Figura 5.7 Variación estacional de la temperatura media °C.....	13
Figura 5.8 Mapa de isotermas del cantón Puerto Quito.....	13
Figura 5.9 Variación estacional de la humedad media (%) en las estaciones cercanas al sitio del proyecto...15	15

Figura 5.10 Variación estacional de la velocidad del viento (km/h) en las estaciones cercanas al sitio del proyecto.....	16
Figura 5.11 Variación estacional de la evaporación potencial (mm/mes).....	17
Figura 5.12 Variación estacional de la heliofanía (horas/mes)	18
Figura 5.13 Mapa de pisos climáticos del cantón Puerto Quito.	19
Figura 5.14. Mapa Geológico – Formaciones – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	20
Figura 5.15. Mapa Geológico – Litología – Complejo Ambiental Puerto Quito.	21
Figura 5.16. Mapa Geomorfológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	22
Figura 5.17. Mapa de Pendientes – Complejo Ambiental Puerto Quito.	23
Figura 5.18. Mapa Hidrogeológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.	24
Figura 5.19. Mapa de Uso del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	25
Figura 5.20. Mapa de Cobertura del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.	27
Figura 5.21. Mapa de Orden del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	28
Figura 5.22. Mapa de Suborden del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	29
Figura 5.23. Mapa de Tipo de Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.	30
Figura 5.24 Mapa hidrológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.	31
Figura 5.25 Mapa hidrográfico – Complejo Ambiental Puerto Quito.....	32
Figura 5.26. Formaciones vegetales dentro del relleno sanitario del cantón Puerto Quito.....	34
Figura 5.27. Mapa de áreas protegidas.....	38
Figura 6.1. Sectorización de la cabecera cantonal para brindar el servicio de recolección.....	41
Figura 6.2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de abono orgánico.....	49
Figura 6.3. Conformación de la celda de disposición final Complejo Ambiental "Puerto Quito"	51
Figura 7.1. Plano de la celda de disposición final de desechos sanitarios peligrosos	56
Figura 8.1 Mapa de monitoreos de calidad de aire ambiente y fuentes fijas.....	59
Figura 8.2 Mapa de monitoreos de ruido ambiental	61
Figura 8.3 Mapa de monitoreos de calidad de suelo	63
Figura 8.4 Mapa de monitoreos de calidad de agua natural y consumo	64
Figura 8.5. Transectos recorridos para el monitoreo de flora	67
Figura 8.6. Ubicación de muestreos de fauna terrestre.	68
Figura 8.7. Ubicación de puntos de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos.....	71
Figura 8.8. Distribución de parcelas para elaboración del inventario de recursos forestales	74
Figura 9.1. Hábito de las especies encontradas	88
Figura 9.2 Origen de las especies encontradas	88

Figura 9.3. Origen de las especies registradas	89
Figura 9.4. Nichos tróficos de las especies de mamíferos registradas.	93
Figura 9.5. Nichos tróficos de las especies de herpetofauna registradas.....	102
Figura 9.6. Nichos tróficos de las familias de entomofauna registradas.....	105
Figura 9.7. Nichos tróficos de las familias de macroinvertebrados registradas.....	109
Figura 9.8. Cálculo del área basal	112
Figura 9.9. Cálculo de la densidad relativa.....	113
Figura 9.10 Cálculo de la dominancia	114
Figura 9.11 Cálculo del índice de valor de importancia	115
Figura 9.12. Composición de residuos sólidos en porcentaje.....	123
Figura 9.13. Estado actual de la celda de disposición final	129
Figura 9.14. Comportamiento de las concentraciones de contaminantes a través del sistema de tratamiento y su comparación con límites máximos permisibles para aguas de descarga según Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A.....	135
Figura 9.15. Nivel de satisfacción del servicio de recolección.....	136
Figura 9.16. Respuestas sobre el servicio de recolección.....	137
Figura 9.17. Respuestas sobre el personal operativo.	137
Figura 9.18. Participación en el programa de clasificación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.	138
Figura 9.19. Predisposición de participar en el programa de clasificación de residuos	138
Figura 9.20. Aspectos que considera la comunidad que dificultan la clasificación de los residuos.....	139
Figura 9.21. Servicio de barrido.....	139
Figura 9.22. Razones de insatisfacción por parte de la comunidad.....	140
Figura 9.23. Porcentaje de usuarios que cuentan con registro ambiental	144
Figura 9.24. Porcentaje de establecimientos que cuentan con RGDP.....	145
Figura 9.25. Porcentaje de establecimientos que usan EPP el momento de la recolección.....	147
Figura 9.26. Ubicación de los centros de almacenamiento temporal de residuos	148
Figura 9.27. Estado de sitios de almacenamiento temporal de desechos.....	149
Figura 9.28. Establecimientos que realizan pretratamiento a los desechos antes de la recolección.....	150
Figura 9.29 Valoración de riesgos en el relleno sanitario	178
Figura 9.30 Puntos de monitoreo de aire, lugares y área de cada punto de muestreo.	184
Figura 9.31 Limite de explosividad del biogás	185
Figura 9.32 Puntos de monitoreo de suelo, lugares y área de cada punto de muestreo.	186

1. Antecedentes

La tendencia general en Latinoamérica es la migración de las personas hacia centros urbanos, lo que causa un incremento considerable en la generación de residuos sólidos dentro de los municipios. Según el banco Iberoamericano de Desarrollo BID tan solo el 19,8% de los municipios de Latinoamérica y el Caribe cuentan con planes de manejo de residuos sólidos, dejando en evidencia la poca planificación y las consecuencias que conllevan un inadecuado manejo de los desechos (BID, 2015). Es por ello por lo que, es necesario plantear alternativas que garanticen el adecuado manejo de los residuos sólidos de las ciudades. Para 2017, tan solo el 45.7% de los municipios en el Ecuador disponían sus desechos en Rellenos sanitarios, los que representa un dato alarmante a nivel país (INEC-AME, 2018).

Según el Diagnóstico de la cadena de Gestión Integral de Desechos Sólidos realizada por el Ministerio del Ambiente y el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos, los ecuatorianos generan un total de 0,73 Kg/habitante * día (MAE – PNGIDS, 2015). Esta generación está asociada al nivel de consumo de sus habitantes, y por obvias razones al nivel de desarrollo que tengan.

En el Ecuador, El Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD que es el documento legal que atribuye competencias y obligaciones de los gobiernos locales a cualquier nivel dentro del territorio ecuatoriano (Registro Oficial Ecuador, 2010). Esta normativa determina que el servicio público para el manejo de residuos sólidos es una competencia exclusiva de los Gobiernos autónomos descentralizados Municipales, bajo esta disposición el Municipio de Puerto Quito es ente de gobierno encargado del sistema de gestión de residuos en el cantón, para lo cual a través de la Dirección de Gestión Ambiental brinda este servicio.

Dentro de la normativa ambiental nacional, emitida por el ministerio del Ambiente de la república del Ecuador se identifican 2 grandes grupos de residuos, siendo estos los residuos peligrosos y residuos no peligrosos. Los residuos peligrosos son aquellos que por su composición presentan características de peligrosidad porque pueden ser Corrosivos, Radiactivos, Tóxicos, Infecciosos o Biológicos. Mientras que los residuos sólidos no peligrosos no tienen ninguna de las características de peligrosidad antes mencionadas, y se definen como cualquier objeto material, sustancia o elemento sólidos que resulta del uso o consumo de un bien o servicio, el cual es susceptible de aprovechamiento (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015).

La gestión integral de residuos se define como las acciones tomadas para el manejo y control de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final; tomando en cuenta etapas como la separación en la fuente, almacenamiento, recolección, barrido, tratamiento, aprovechamiento y tratamiento teniendo en cuenta un enfoque de sostenibilidad (CARE International - AVINA, 2012). En la Figura 1 se muestran todas las actividades asociadas al proceso de gestión integral de residuos sólidos, la cual empieza desde su generación en cada uno de los hogares, hasta su disposición final atravesando por programas de aprovechamiento según su tipología.

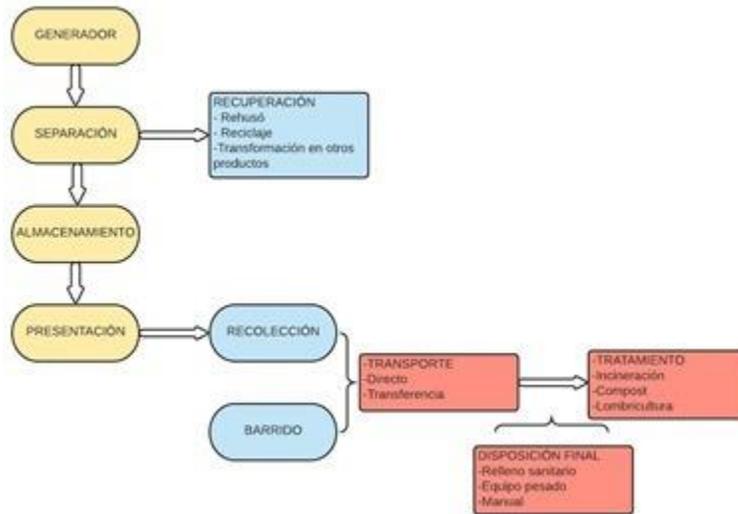


Figura 1.1. Actividades asociadas a la Gestión integral de residuos Sólidos
Fuente: CARE International – AVINA ,2012

El proceso de gestión integral de residuos sólidos tiene un enfoque de sostenibilidad, el cual toma articula seis ámbitos: político, organizacional, cultural, tecnológico, ambiental y financiero. Estos componentes en equilibrio garantizan una adecuada gestión de residuos sólidos para los usuarios.

Puerto Quito es un cantón rural ubicado al Noroccidente de la Provincia de Pichincha, con aproximadamente 20445 habitantes según el último censo de población y vivienda realizado en 2010 en Ecuador (INEC, 2010). Este es uno de los cantones del Ecuador que cuenta con un relleno Sanitario, que no solo sirve como lugar de disposición final, sino también ejecuta programas de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.

Este proyecto inició sus operaciones en noviembre de 2017, y como establece la normativa ambiental nacional, el mismo cuenta con un plan de manejo ambiental diseñado para la mitigación y control de impactos ambientales generados por ejecución del proyecto.

Como parte fundamental dentro del Plan de manejo ambiental sobresale el programa de monitoreos ambientales, el cual contiene específicamente una serie de procedimientos para evaluar el estado de las matrices ambientales que interactúan con el ambiente. El presente estudio responde a esta necesidad de ejecutar monitoreos de agua, ruido, aire y suelo a través de laboratorios acreditados por el SAE (Sistema de acreditación ecuatoriano); así mismo, monitoreos bióticos.

En base a los monitoreos, y el criterio técnico levantado en campo a través de este estudio, se plantea un plan de acción ambiental para corregir posibles hallazgos que comprometan el desempeño ambiental del proyecto y la normativa ambiental nacional.

2. Ficha técnica

Tabla 2.1. Ficha técnica del proyecto

Datos del proponente		
Establecimiento:	Razón Social: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Puerto Quito RUC: 1760010700001	
Dirección y teléfono del proponente:	Dirección: Av. 18 de mayo 434 y calle Pedro Vicente M. Parroquia: Puerto Quito Cantón: Puerto Quito Provincia: Pichincha Teléfonos: 022156034 email: sistemas@puertoquito.gob.ec	
Actividad:	Entidad de gobierno seccional cantonal / Administración pública	
Representante Legal:	Nombre: Dr. Tito Aguirre Jumbo	
Entidad ejecutora del estudio		
RUC:	0706448511001	
Apellidos y nombres:	Loayza Jaramillo Luis Felipe (persona natural)	
Nombre Comercial:	Hydroengineering	
Contacto:	Dirección: OE8A Ignacio Asín OE8133 y N51 Vicente Heredia Parroquia: Cochapamba Cantón: Quito Provincia: Pichincha Teléfonos: (+593) 3520865 - (+593) 979353241 Email: infohydro.ec@gmail.com	
Actividad económica principal:	Consultoría ambiental	
RUC:	0706448511001	
Información del estudio		
Nombre del proyecto:	"Implementación del sistema de gestión integral de desechos sólidos del cantón Puerto Quito"	
Ubicación Geográfica del proyecto Coordenadas UTM (WGS 84 - Zona 17)	X	Y
	696196,689	10028049,3
	696208,554	10027804,5
	696699,382	10027800
	696784,366	10027898,5
Tipo de permiso:	Licencia ambiental	
Nro. de registro del permiso ambiental:	MAE-RA-2016-257807 (en trámite)	
Tipo de Estudio Ambiental:	Ejecución de plan de monitoreo y propuesta de plan de acción	
Fecha:	Abril de 2021	

Elaborado por: Grupo Consultor

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evidenciar el estado actual sobre el proceso de gestión integral de residuos sólidos a nivel cantonal mediante la ejecución de monitoreos ambientales y proponer medidas para el mejoramiento de desempeño ambiental a través de un plan de acción ambiental.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer una línea base ambiental sobre el proyecto implementación del sistema de gestión integral de residuos sólidos del cantón Puerto Quito
- Realizar una descripción del proceso, infraestructura y personal involucrado en el sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios y peligrosos
- Ejecutar monitoreos ambientales (aire, agua, suelo y ruido) a través de laboratorios acreditados por el SAE y compararlos con la normativa ambiental vigente
- Realizar monitoreos bióticos en áreas de influencia del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito y determinar el estado de conservación de este espacio
- Realizar un diagnóstico situacional sobre la gestión de residuos domiciliarios en base a un proceso de caracterización de residuos, percepción del servicio por parte del usuario, evaluación de la infraestructura existente y los procesos que se ejecutan dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito incluyendo una evaluación de riesgos por puesto de trabajo
- Determinar un diagnóstico situacional sobre la gestión de desechos sanitarios peligrosos considerando el papel del GADMCPQ como gestor ambiental de este tipo de desechos
- Hacer un análisis financiero sobre el sistema de gestión de residuos sólidos ejecutado por la municipalidad
- Elaborar un plan de acción ambiental y rediseñar el plan de monitoreo en base a los hallazgos evidenciados en los documentos de diagnóstico y los monitoreos ambientales ejecutados en campo

4. Alcance

El presente estudio establece un diagnóstico situacional actual sobre el manejo de los residuos sólidos generados en el cantón Puerto Quito. Este diagnóstico considera una descripción de los servicios brindados por la municipalidad, considerando recursos técnicos, operativos y de equipamiento, así como la planificación actual del servicio.

En otro apartado del presente documento se mostrarán los patrones de generación (generación per cápita y composición en porcentaje), y sus características físicas como densidad, humedad.

La percepción de los usuarios del servicio de barrido y recolección también forman parte de este documento, ya que, mediante la aplicación de encuestas se busca cualificar el servicio; además de develar indicadores inherentes al servicio brindado por la municipalidad. Así mismo, se evalúa la percepción del servicio por parte del usuario mediante el establecimiento de encuestas y se evaluará los riesgos de cada uno de los puestos de trabajo.

A través de la ejecución de monitoreos ambientales realizados por parte de un laboratorio acreditado por el SAE, se determinará el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a descargas líquidas, suelo, emisiones a la atmósfera y ruido en el complejo ambiental Puerto Quito

Por último, se estimará el porcentaje de residuos sólidos aprovechados a través de los programas formales instaurados por la municipalidad, como son el compostaje de materia orgánica y separación de material aprovechable dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito.

En base a toda la información recopilada se propondrá un plan de acción ambiental para combatir los diferentes hallazgos evidenciados en los diferentes diagnósticos y monitoreos.

5. Línea base ambiental

5.1. Descripción del área de estudio

El Complejo Ambiental Puerto Quito, se encuentra situado al norte del Cantón Puerto Quito, con un área de 16 hectáreas, el establecimiento es el espacio receptor de todos los residuos sólidos provenientes del proceso de barrido y recolección del cantón; aquí se desarrollan diferentes procesos para la gestión de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

El centro inició sus operaciones en noviembre de 2017, y cuenta con varias zonas, así tenemos:

- Zona administrativa la cual está comprendida por oficinas, baterías sanitarias, camerinos para el personal operativo, comedor, laboratorio e instrumentos electrónicos para el registro de pesos de los camiones que arriban al lugar.
- La nave de reciclaje recibe la fracción inorgánica de los residuos sólidos recolectados, donde a través de un sistema de bandas transportadoras se clasifica manualmente el material aprovechable tales como: cartón, papel, vidrio, metales, botellas PET, etc.; la parte separada es acondicionada y empaquetada para su venta a recicladores de la zona, mientras que los desechos no aprovechables son dispuestos en la celda de disposición final de residuos sólidos.
- El galpón de compostaje es un área donde la parte orgánica de los residuos son procesados para la elaboración de abono orgánico mediante la técnica de aplicación de microorganismos eficientes en pilas de compostaje, los cuales degradan los residuos orgánicos para luego procesar y empaqueta el producto y ser vendidos a agricultores de la zona.
- La celda de disposición final de desechos peligrosos es el espacio donde se confinan los desechos hospitalarios provenientes de 19 centros de salud de la localidad. La recolección para este tipo de residuos se hace con un furgón especial el cual cumple normas ambientales estrictas. Aquí se disponen desechos cortopunzantes, biológicos, infecciosos y especiales, lo cuales son cubiertos con tierra y cal como desinfectante.
- La celda de disposición final de desechos es el sitio donde el material no aprovechable es acondicionado y cubierto con material de cobertura mediante el uso de maquinaria pesada.
- Los lixiviados generados son conducidos hasta una planta de tratamiento la cual posee 3 piscinas de oxidación con el uso de plantas que retienen contaminantes para luego descargar el agua tratada una quebrada sin denominación.

Para acceder al CGIRS se toma la vía de pavimento flexible que conduce al recinto La Sexta hasta el kilómetro 25, para luego dirigirse por una vía a nivel de lastre hacia el sector La Agrupación Los Ríos en el kilómetro 28 ubicado en el recinto Las Maravillas. A partir de este punto se continúa ascendiendo por una vía de lastre hasta llegar al sitio donde se emplaza el actual relleno sanitario. El área total del terreno adquirido es de 16.4 ha. y hacia el extremo Este del terreno es donde se encuentran las unidades del relleno con su respectivo acceso vial.

En la siguiente figura se puede identificar la ubicación del proyecto en cuestión, tomando en cuenta la división política del país, cuerpos de agua, poblados, vías y curvas de nivel.

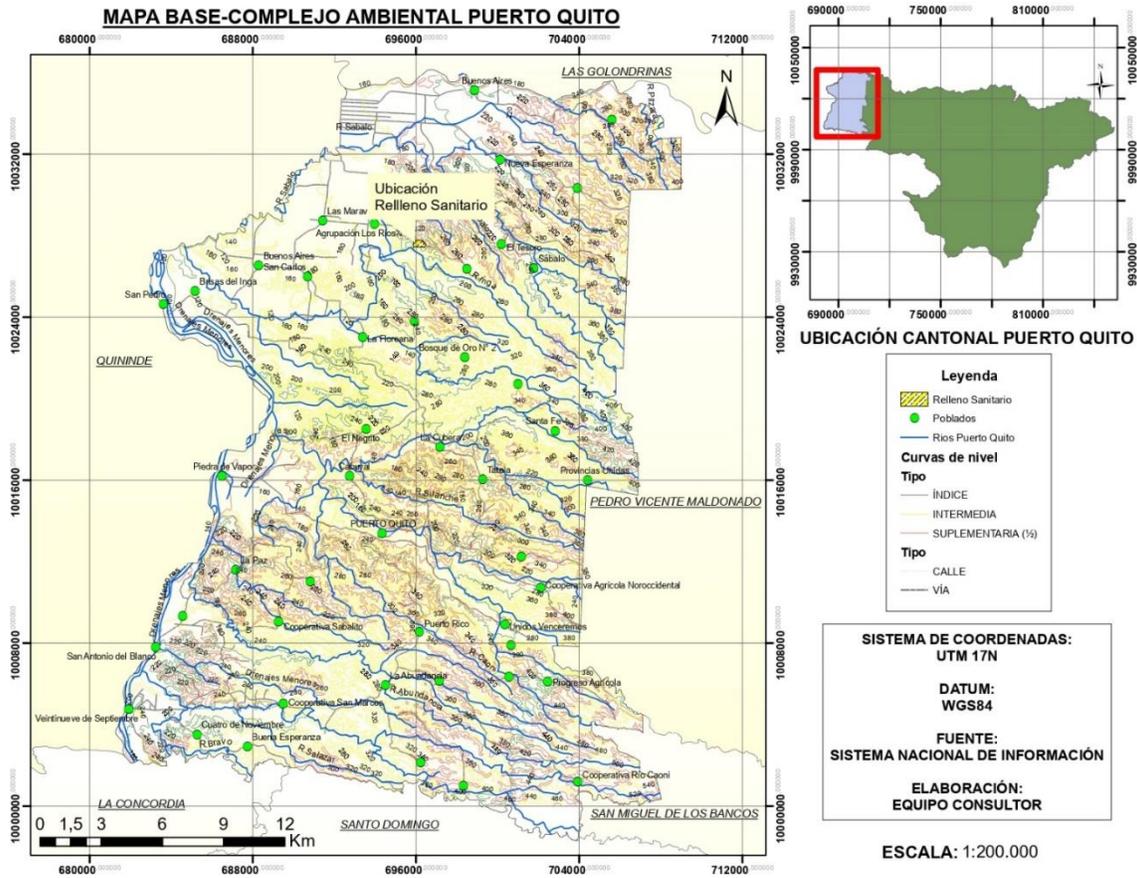


Figura 5.1 Mapa base – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGIS 10.3, 2015)

5.2. Determinación de áreas de influencia

El área de influencia del presente proyecto se genera en base a la guía metodológica para definición de áreas de influencia, del Ministerio del Ambiente, la misma que está vigente desde marzo del 2015, y que considera lo establecido en el art. 16 del Capítulo II, Título III del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente reformado con Acuerdo Ministerial 028 del 28 de enero del 2015.

5.2.1. Área de influencia indirecta

Se ha definido un Área de Influencia Indirecta del proyecto de, la misma que comprende el área del Complejo ambiental con un radio de acción de 2.5 Km, incluyendo la Cooperativa Occidental No. 1 y el recinto Agrupación los Ríos.

- Certificado de Intersección MAE-SUIA-RA-DPAPCH-2016-2176965 en el cual se identifica que el área del proyecto no interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Vegetación protectora (BVP), y Patrimonio Forestal del Estado (PFE), y análisis de áreas sensibles.

- Coordenadas específicas de actividades e infraestructura del proyecto, y que se presentan en la Ficha Técnica del documento

Para definir esta área se han considerado los siguientes componentes ambientales: - Recurso suelo: Afecciones por uso y ocupación, accesos para mantenimiento del proyecto, en base a lo identificado en el área. - Área de influencia social directa, actores sociales involucrados. - Características Ambientales del área del proyecto

5.2.2. Área de influencia directa

El área de influencia directa del proyecto, obra o actividad se considera como una única área que resulta de la integración o superposición de las áreas de influencia por componente incluida el área del proyecto, permitiendo delimitar el área en donde se evidencian los impactos social y ambiental durante el desarrollo del proyecto, obra o actividad en cualquiera de sus fases.

Considerando lo antes mencionado el área de influencia directa del proyecto es el sitio donde opera actualmente el Complejo Ambiental Puerto con un radio de acción de 300 metros a la redonda.

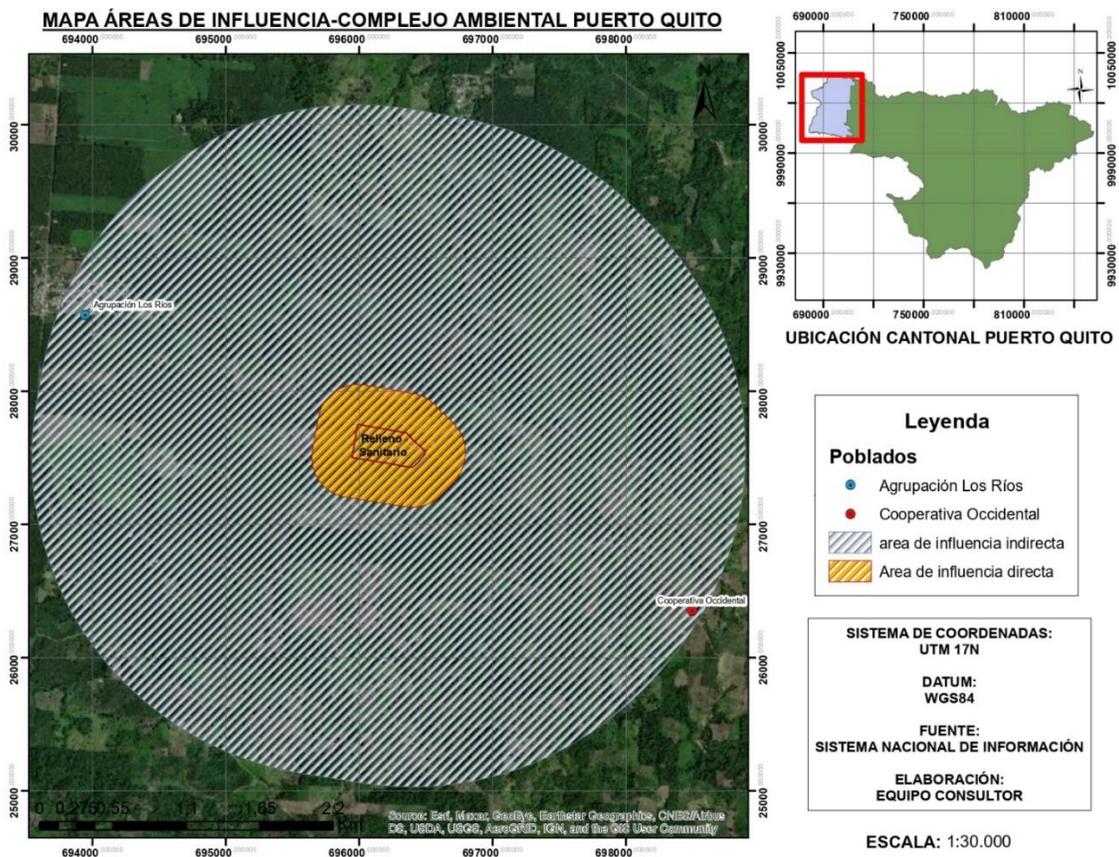


Figura 5.2 Mapa de influencia directa e indirecta – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3. Medio físico

5.3.1. Climatología

El clima está determinado por la variabilidad de factores y componentes meteorológicos, que a su vez son función directa de la ubicación geográfica, es decir, la altitud sobre el nivel del mar, tipo de cobertura vegetal y la época del año.

Las componentes principales que se analizarán en el estudio son: temperaturas máximas, mínimas y medias, evaporación potencial, humedad, heliofanía, velocidad del viento y precipitación anual.

El análisis de las componentes antes mencionadas se realizó sustentada principalmente en información primaria del INAMHI. La caracterización de estas componentes meteorológicas se realizó en un periodo de 30 años a partir de los valores medios, mínimos, máximos, mensuales y anuales.

Para este estudio se tomó las estaciones más cercanas al proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito que pueden ser visualizadas en la siguiente **Figura 5.3**.

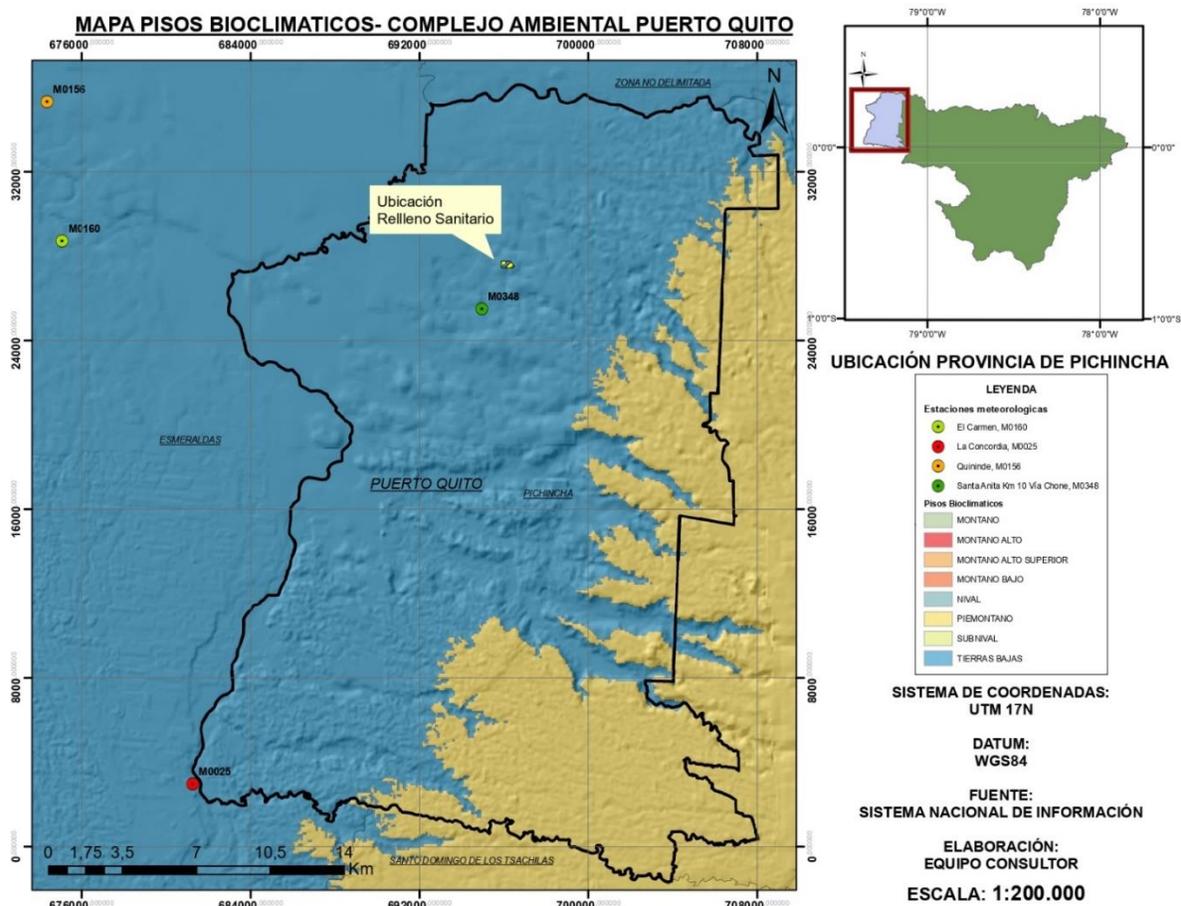


Figura 5.3 Mapa de estaciones meteorológicas y pisos bioclimáticos del cantón Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

Como se puede observar en la anterior pregunta el complejo ambiental está rodeado de cuatro estaciones meteorológicas y dentro del piso bioclimático correspondiente a tierras bajas que por su composición vegetal también influye en el análisis climático.

5.3.1.1. Información disponible

La siguiente tabla presenta un resumen de los datos principales estaciones y el periodo de información meteorológica disponible en la zona de estudio.

Tabla 5.1 Estaciones meteorológicas y su disponibilidad de información

Estación	Código	Tipo	Longitud	Latitud	Altitud	Período	Institución	Distancia hasta el proyecto (m)
			m	m	(msnm)			
La Concordia	M0025	CP	674350	35321,5	379	1990 -2019	INAMHI	28.813
Quininde	M0156	CP	674350	35321,5	115	2004 - 2016	INAMHI	22.820
El Carmen	M0160	CO	675062,1	28718	260	1990 - 2018	INAMHI	20.843
Santa Anita Km 10 Vía Chone	M0348	PV	694945,7	25495,3	560	1990 - 2018	INAMHI	2.459

Elaborado por: Grupo Consultor

PV: Pluviométrica, **CP:** climatológica principal, **CO:** Climatológica ordinaria

5.3.1.2. Precipitación

Dentro del ciclo hidrológico, la precipitación es una de las principales componentes ya que se encarga de la recarga en zonas de almacenamiento, genera escorrentía superficial que termina convirtiéndose en flujo encausado. La precipitación también altera el suelo influyendo en su humedad, infiltración y percolación.

En vista de que el proyecto es de pequeña extensión, las estaciones se encuentran bastante dispersas, por lo que el análisis se vuelve más complejo. Con este antecedente, se procedió a realizar un análisis regional con las estaciones más cercanas.

Tabla 5.2 Valores medios anuales de precipitación en las estaciones de interés

Estación	Código	Tipo	Altitud	Precipitación
			(msnm)	media anual (mm)
La Concordia	M0025	CP	379	274,87
Quinindé	M0156	CP	115	181,08
El Carmen	M0160	CO	260	246,66
Santa Anita Km 10 Vía Chone	M0348	PV	560	201,86

Elaborado por: Grupo Consultor

En la siguiente tabla se puede observar los promedios mensuales de precipitación en los últimos 30 años de toma de datos.

Tabla 5.3 Variación estacional de la precipitación (mm)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
M0025	470,3	526,2	607,4	621,7	383,6	151,9	70,8	45,6	69,7	86,6	60,7	203,9	274,9
M0156	351,2	334,1	367,6	395,7	227,5	120	66,8	30,8	52,6	65,1	56,4	105,1	181,1
M0160	416	506,8	517,4	552,8	292,9	169,8	76,4	33,8	58	64,3	71	200,7	246,7
M0348	344,5	391,1	426,2	448,5	272,2	111,1	47	39,1	61,8	57,7	62,7	160,5	201,9

Elaborado por: Grupo Consultor

En la figura a continuación se puede observar la variación de la precipitación en el tiempo, siendo esta unimodal, lo que indica que solo tiene un pico de precipitación máxima que ocurre en abril, luego de esto la precipitación empieza a disminuir hasta noviembre.

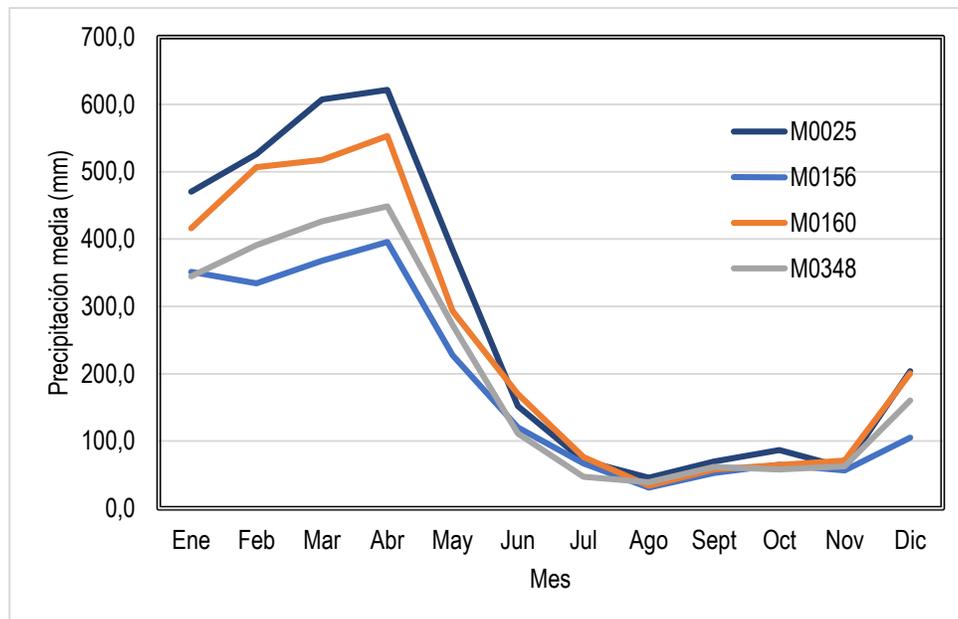


Figura 5.4 Variación estacional de la precipitación en las estaciones de interés,
Elaborado por: Grupo consultor

Para finalizar, el cálculo de precipitación para el sitio de interés se realizó mediante un geo proceso de interpolación entre estaciones meteorológicas donde el resultado fue de 202.9 mm/año. Este dato se lo puede observar en el siguiente mapa de isoyetas de precipitación anual.

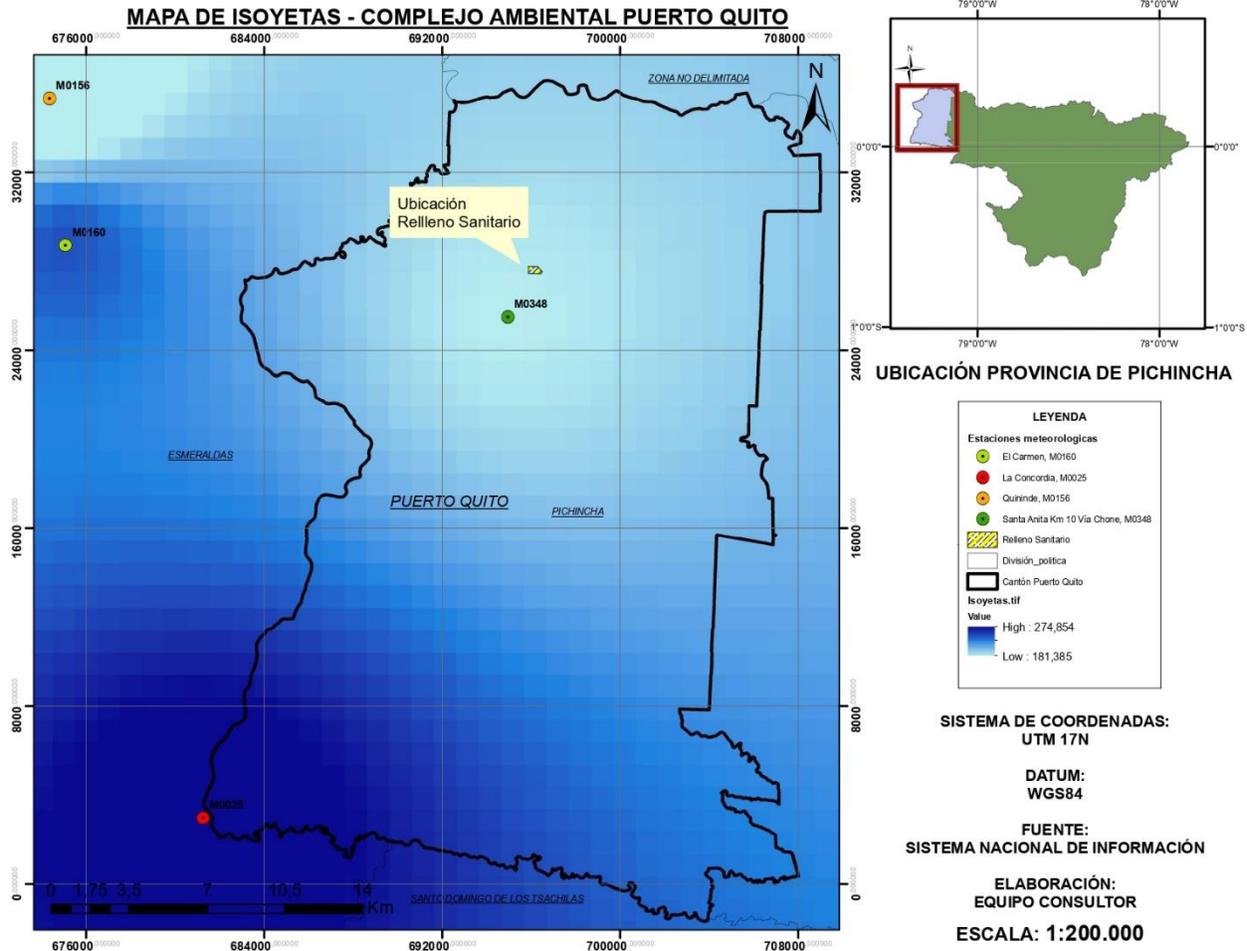


Figura 5.5 Mapa de isoyetas de precipitación anual del cantón Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.1.3. Temperatura

La temperatura es una componente del clima que tiende a aumentar o disminuir dependiendo de la ubicación altitudinal donde este ubicada la estación de medición, por tal razón, se tomaron estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto y que posean los equipos técnicos y tecnológicos necesarios para medir la temperatura ambiental de la zona de estudio. Las estaciones consideradas se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 5.4 Información de las estaciones meteorológicas con la componente de temperatura

Estación	Código	Tipo	Altitud	Temperatura	Temperatura	Temperatura
			(msnm)	Max. Abs °C	Med. Abs °C	Min. Abs °C
La Concordia	M0025	CP	379	32,20	25,86	19,53
Quininde	M0156	CP	115	33,14	26,43	20,67
El Carmen	M0160	CO	260	31,78	26,00	19,80

Elaborado por: Grupo Consultor

La relación altitud y temperatura media, determina un gradiente de 0.5°C por cada 100 metros de variación en altura, como se lo puede evidenciar en la siguiente figura.

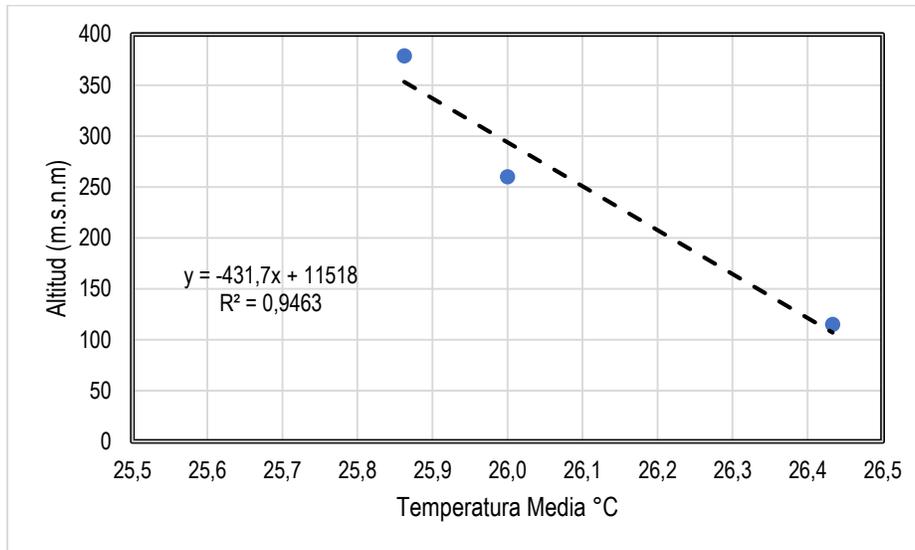


Figura 5.6 Variación de la temperatura media vs altitud.
Elaborado por: Grupo consultor

Considerando que el proyecto se encuentra a los 160 m.s.n.m, afirmamos que la temperatura media anual va en el orden de los 26°C, siendo esta una temperatura propia de la costa ecuatoriana.

Tabla 5.5 Variación estacional de la temperatura media °C

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
M0025	26,05	26,15	26,25	26,1	26,35	25,9	25,4	25,4	25,6	25,75	25,5	25,9	25,9
M0156	26,7	26,45	26,8	26,7	26,85	26,9	26,3	25,85	25,9	26,25	25,8	26,7	26,4
M0160	26,45	26,4	26,4	26,5	26,5	26,1	25,55	25,6	25,8	25,55	25,5	25,65	26,0

Elaborado por: Grupo Consultor

A continuación, se muestra la figura de la variación mensual de la temperatura media expresada en grados centígrados.

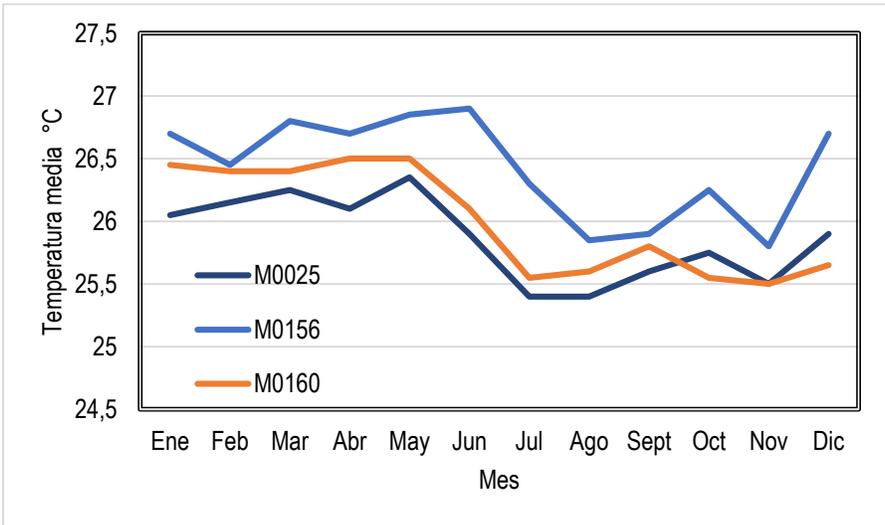


Figura 5.7 Variación estacional de la temperatura media °C
Elaborado por: Grupo Consultor

Adicionalmente, se realizó un mapa de isotermas en base a una interpolación entre las estaciones seleccionadas para el presente estudio. A continuación, se puede visualizar el mapa generado.

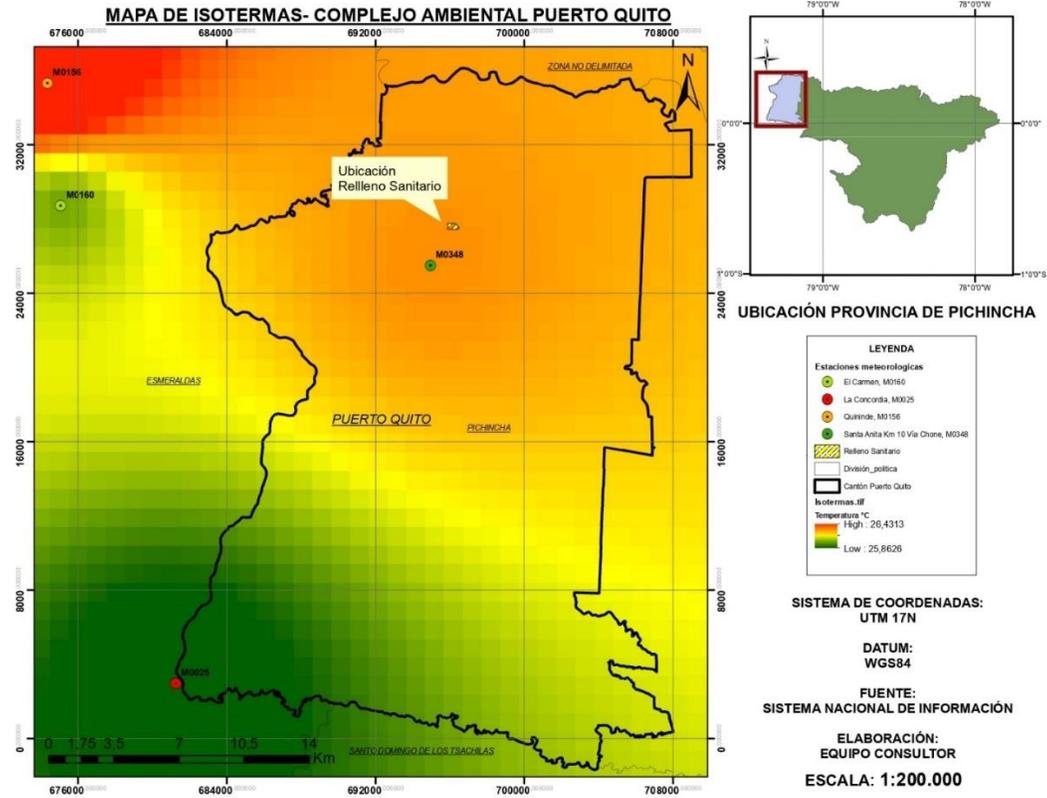


Figura 5.8 Mapa de isotermas del cantón Puerto Quito.
Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGIS 10.3, 2015)

Como podemos observar el Complejo Ambiental se encuentra en una zona donde la temperatura va en el orden de los 26.19 °C, el cual, corrobora la información obtenida anteriormente.

5.3.1.4. Humedad relativa (%)

Es la cantidad de vapor de agua expresada en porcentaje que se presenta en los estratos bajos de la atmósfera. La humedad relativa es una de las componentes de importancia dentro del ciclo hidrológico, puesto que hace referencia a la relación que existe entre la presión de vapor de una masa de aire y la temperatura atmosférica, es decir, la cantidad de vapor de agua.

Los valores de humedad media mensual corresponden al periodo de 1990 – 2019 y se expresa en porcentaje.

Tabla 5.6 Valores medios anuales de humedad media (%)

Estación	Código	Tipo	Altitud	Humedad
			(msnm)	Relativa (%)
La Concordia	M0025	CP	379	86,00
Quininde	M0156	CP	115	86,00
El Carmen	M0160	CO	260	86,42

Elaborado por: Grupo Consultor

La humedad relativa es una componente importante para la formación de los fenómenos meteorológicos, debido a que juntamente con la temperatura, se puede caracterizar la evapotranspiración. La siguiente tabla incluye los valores medios anuales medidos en las estaciones consideradas.

Tabla 5.7 Variación estacional de la humedad relativa en el periodo 1990 - 2019

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
M0025	87	87	86	86	88	87	86	85	85	85	85	85	86,0
M0156	87	88	88	87	88	87	86	85	85	84	83	84	86,0
M0160	87	88	86	87	88	87	88	86	84	85	85	86	86,4

Elaborado por: Grupo Consultor

La humedad relativa media para el área de estudio se estima que va en el orden del 86 % y puede llegar a un valor máximo de 93 %.

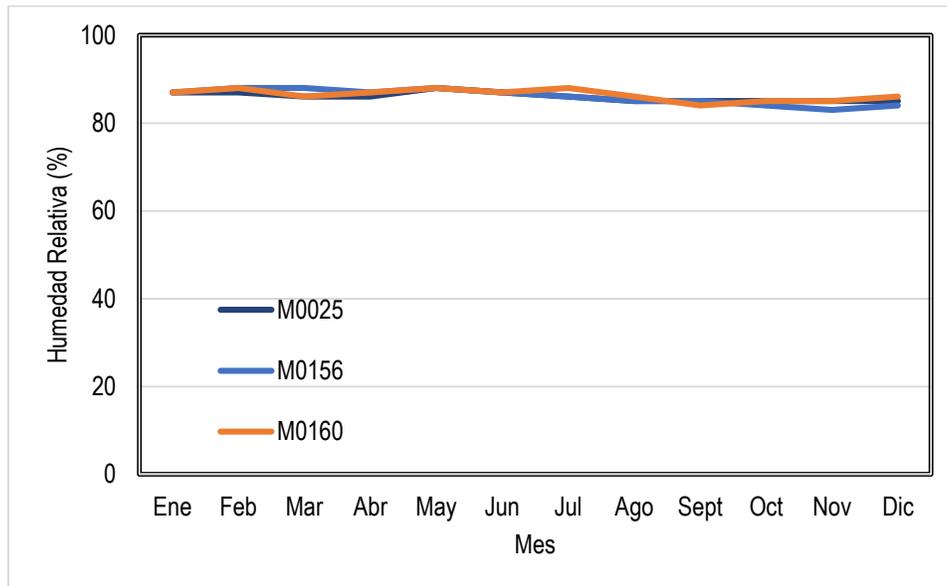


Figura 5.9 Variación estacional de la humedad media (%) en las estaciones cercanas al sitio del proyecto
Elaborado por: Grupo Consultor

5.3.1.5. Velocidad del viento

Consiste en un movimiento de aire desde una zona a otra, existen diversas causas que puedan provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión y temperatura. La velocidad del viento es medida por un anemómetro de cazoletas, el cual, con el giro de estas es proporcional a la velocidad del viento que generalmente es medido en metros/segundo (km/h).

Tabla 5.8 Valores medios anuales de velocidad del viento de las estaciones que contienen esta información

Estación	Código	Tipo	Altitud	Velocidad
			(msnm)	del viento (km/h)
La Concordia	M0025	CP	379	1,25
Quininde	M0156	CP	115	1,47

Elaborado por: Grupo Consultor

En la siguiente tabla y figura presentan la variación estacional de la velocidad del viento en las estaciones de interés.

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
M0025	1,1	1,4	1,5	0,9	1	1	1,3	1,4	1,1	1,3	1,5	1,5	1,25
M0156	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	1,7	2,1	1,3	1,8	1,3	1,8	1,47

Elaborado por: Grupo Consultor

La velocidad media del viento en la zona de estudio va en el rango de 1 a 1.25 y puede llegar a un valor máximo de 14.6 km/h.

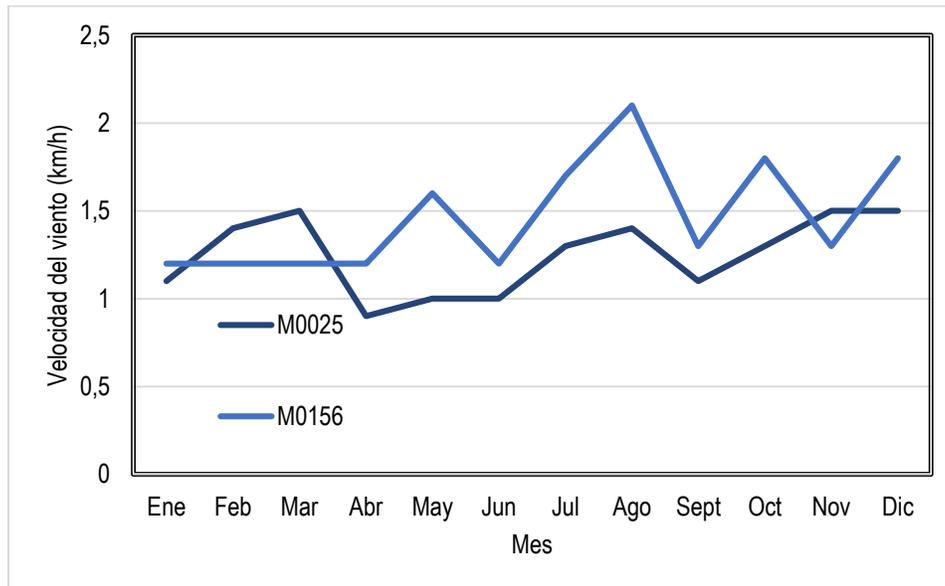


Figura 5.10 Variación estacional de la velocidad del viento (km/h) en las estaciones cercanas al sitio del proyecto
Elaborado por: Grupo Consultor

5.3.1.6. Evaporación Potencial (mm/año)

La evaporación es un proceso físico, en donde la radiación solar proporciona a las moléculas de agua la energía suficiente para cambiar de estado líquido a gaseoso, retornando esta forma directamente a la atmósfera, cumpliendo de esta manera en el ciclo hidrológico.

Tabla 5.9 Valores medios anuales de la evaporación potencial (mm/año)

Estación	Código	Tipo	Altitud	Evaporación
			(msnm)	Potencial (mm/año)
La Concordia	M0025	CP	379	73,96
Quininde	M0156	CP	115	84,28
El Carmen	M0160	CO	260	79,83

Elaborado por: Grupo Consultor

En la siguiente tabla y figura se observa la variación media mensual de las estaciones tomadas en cuenta para el cálculo de la evaporación potencial.

Tabla 5.10 Variación media mensual de evaporación potencial (mm/mes)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
M0025	69,5	70,9	84,1	80,2	73	67,4	72,3	78,3	75,9	72,4	70,7	72,8	74,0
M0156	73,8	80,7	95,5	90,6	82	75	83,7	87,5	91,2	87	82,3	82,1	84,3
M0160	64,1	73,4	116,3	51,5	61,8	71,3	81,8	77,9	95,6	87,8	95,2	81,2	79,8

Elaborado por: Grupo Consultor

La evaporación potencial en la zona de estudio puede llegar a niveles máximos de 105.5 mm/ mes en los meses de febrero a abril y sus valores mínimos para los meses de mayo a septiembre, luego de estos meses la evaporación comienza a subir progresivamente como se puede observar en la siguiente figura.

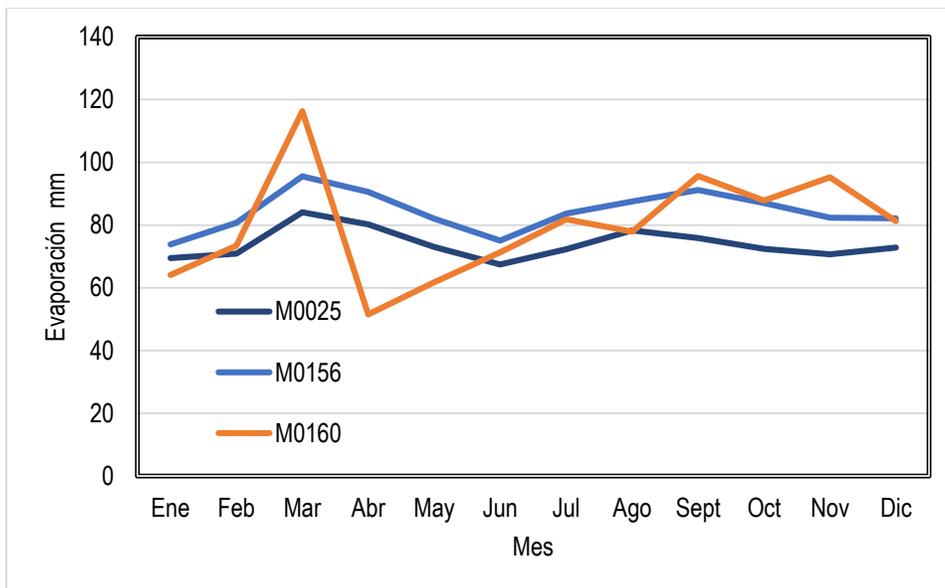


Figura 5.11 Variación estacional de la evaporación potencial (mm/mes)
Elaborado por: Grupo Consultor

5.3.1.7. Heliofanía (horas)

Es el periodo de tiempo durante el cual el lugar de observación ha recibido radiación solar directa, sin ser interceptada por obstáculos y que ha sido, además, registrada por el instrumental de medición.

A continuación, en la siguiente tabla se encuentra la información de las estaciones que cuentan con esta componente.

Tabla 5.11 Valores medios anuales de heliofanía (horas)

Estación	Código	Tipo	Altitud	Heliofanía
			(msnm)	horas
La Concordia	M0025	CP	379	65,4
Quinde	M0156	CP	115	61,7

Elaborado por: Grupo Consultor

En la siguiente tabla y figura se observa la variación media mensual de las estaciones tomadas en cuenta para el análisis de heliofanía.

Tabla 5.12 Variación media mensual de heliofanía (horas)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
M0025	59,3	66,8	93,3	98	72,2	55,1	60,8	65,5	60,5	51,2	49,8	52,3	65,4
M0156	53,5	63	88,9	90,8	70,6	58,6	61,7	60,3	49,7	47,5	46	49,2	61,7

Elaborado por: Grupo Consultor

Los máximos valores de heliofania pueden alcanzar las 144.7 horas en los meses de marzo y abril y sus valores mínimos en los meses de julio a diciembre, en la siguiente figura se puede observar esta variación estacional.

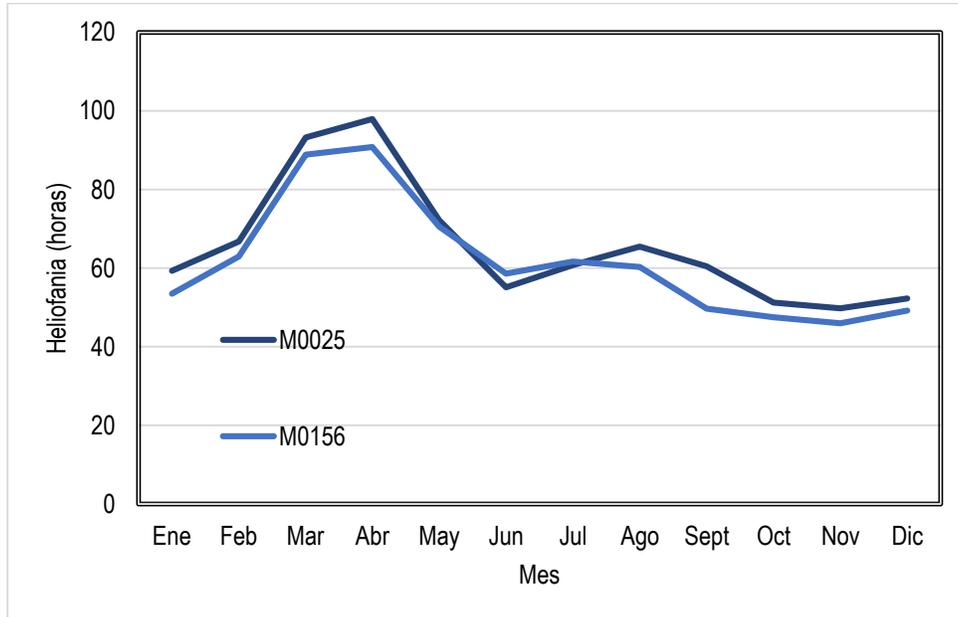


Figura 5.12 Variación estacional de la heliofania (horas/mes)
Elaborado por: Grupo Consultor

5.3.1.8. Clima

Según el estudio “Agua en el Ecuador: Clima, precipitaciones, escorrentía” de Pierre Pourrut de 1995, basado en variables como la precipitación anual y temperaturas medias anuales a nivel regional, podemos caracterizar el clima de la zona como tropical mega térmico húmedo.

Clima tropical mega térmico húmedo, está presente en una franja cuyo ancho máximo es ligeramente inferior a 110 km, este tipo de clima inicia cerca de Esmeraldas y desaparece a nivel del golfo de Guayaquil. La lluvia total anual varía generalmente entre 1.000 y 2.000 milímetros, pero pueden alcanzar localmente valores superiores en las bajas estribaciones de la cordillera. Las temperaturas medias fluctúan alrededor de los 24°C y la humedad relativa varían entre un 70 y 80 por ciento según la época del año. En cuanto a la vegetación es una selva densa de árboles de hojas caducas.

En la siguiente figura se puede observar el mapa de tipos de climas de Ecuador, donde se puede ver claramente que el 100% del cantón Puerto Quito se encuentra en el clima **tropical mega térmico húmedo**.

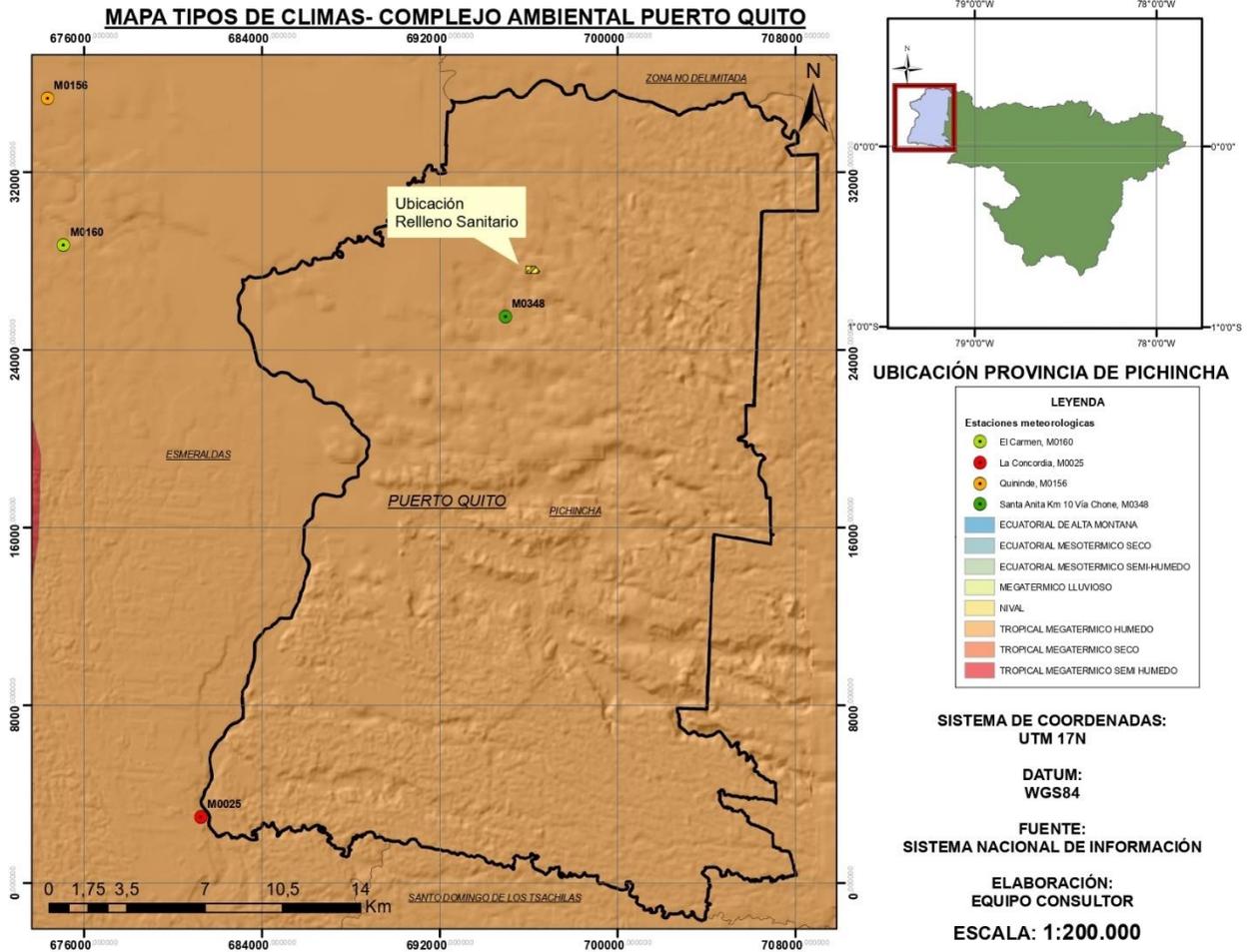


Figura 5.13 Mapa de pisos climáticos del cantón Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.2. Geología y geomorfología

5.3.2.1. Geología

- Formaciones

Como se puede identificar en la **Figura 5.14** existen varias formaciones geológicas, con predominancia de la formación San Tadeo, en la cual se asienta el Complejo Ambiental Puerto Quito. A continuación, se enumeran las distintas formaciones encontradas:

1. Depósitos Aluviales.
2. Depósitos Coluviales.
3. Depósitos Coluvio Aluviales.
4. Formación Baba.
5. Formación San Tadeo.

Formación San Tadeo: El principal afloramiento se encuentra en el río Blanco en el cantón de Puerto Quito. Litológicamente la formación se encuentra constituida por material piroclástico, aglomerado, avalanchas de lodo, flujos de lodo y roca probablemente resultado de la actividad volcánica del Guagua Pichincha. (ENTRIX, 2001)

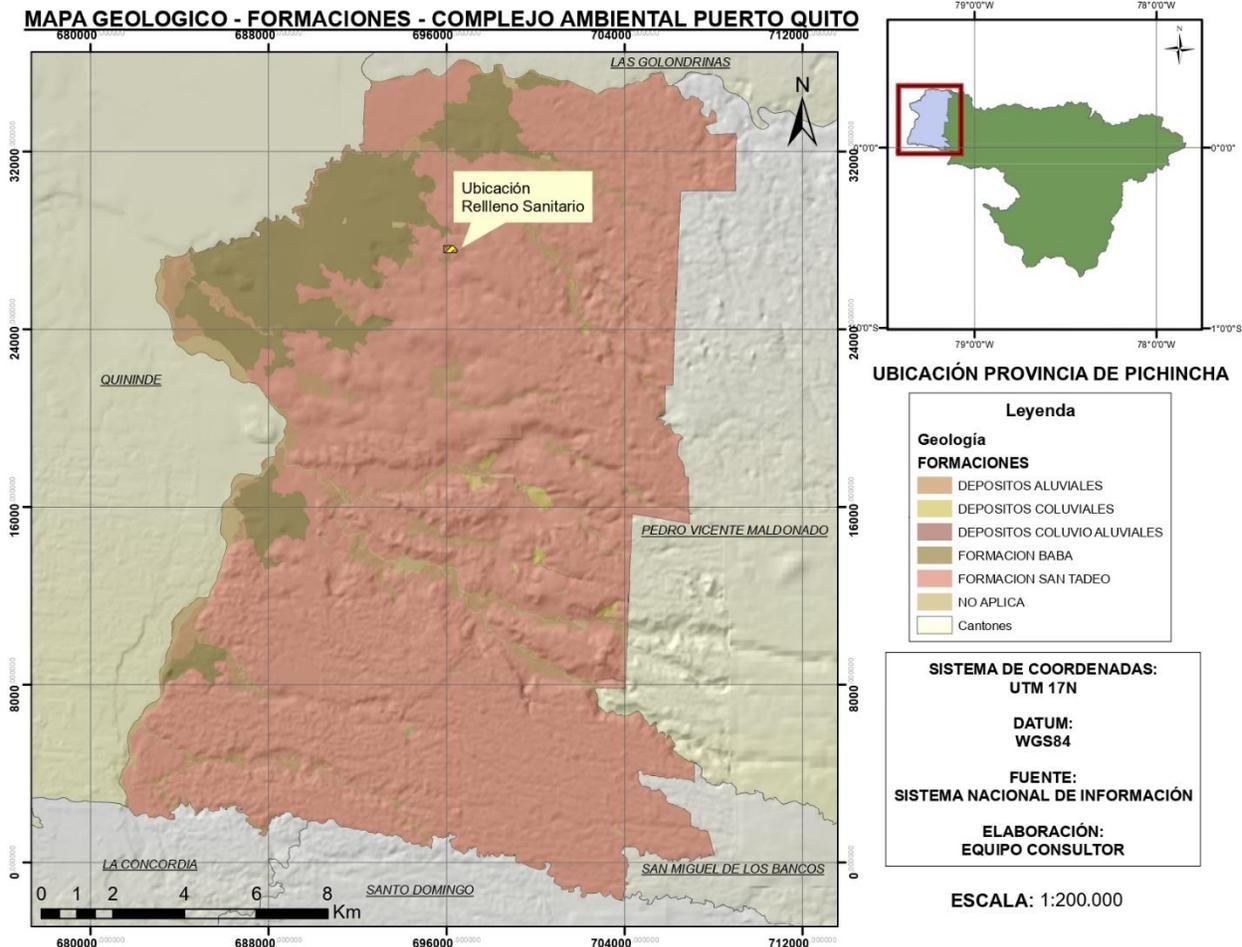


Figura 5.14. Mapa Geológico – Formaciones – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

- **Litología**

El mapa litológico que se presenta en la **Figura 5.15** contiene 11 unidades cartográficas. Sobre el Complejo Ambiental Puerto Quito se establece una litología tipo piroclastos, conglomerado volcánico y material laharítico. Así mismo, se presenta la litología encontrada en la zona:

- Aglomerados volcánicos, conglomerados, toba aglomeratica y ceniza.
- Arenas, limos, arcillas y cantos rodados.
- Arenas, limos, arcillas y conglomerados.
- Clastos subredondeados a redondeados de diferente composición y tamaño (gravas, arenas, limon y arcillas).
- Clastos subordinados a subangulares, asociados a material limoso y arenoso.

- Flujos piroclásticos, lahares y conglomerados volcánicos, consolidados en matriz limo arcillosa.
- Flujos piroclásticos, lahares y conglomerados volcánicos, consolidados en matriz limo arenosa.
- Flujos piroclásticos, lahares y conglomerados volcánicos, no consolidados en matriz areno limosa.
- Material suelto y heterogéneo de suelo y clastos de roca de diferente tamaño.
- Piroclastos y caolín de alteración en superficie.
- Piroclastos, conglomerado volcánico y material laharítico.

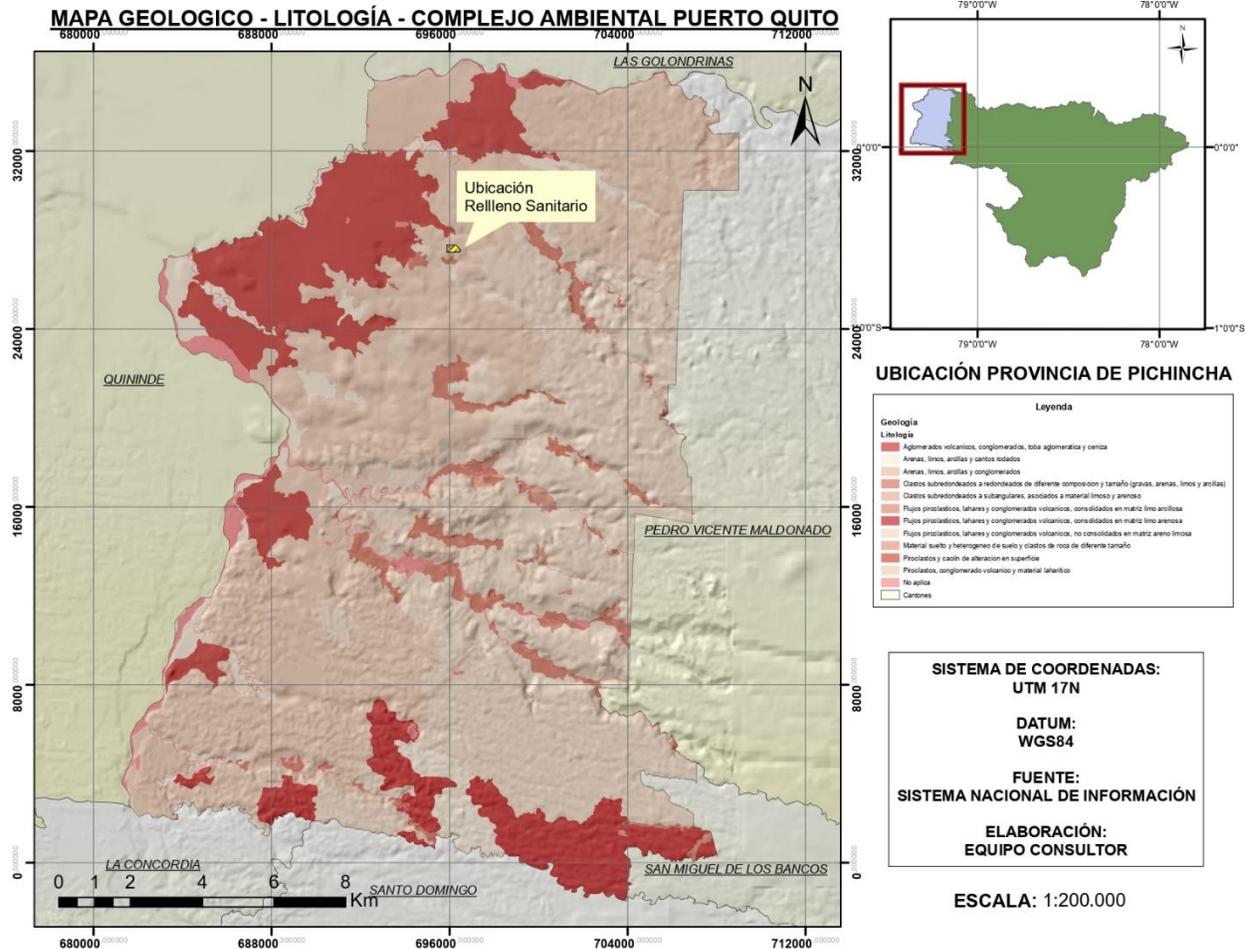


Figura 5.15. Mapa Geológico – Litología – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.2.2. Geomorfología

La geomorfología representa el estudio de las formas, las cuales se encuentran presentes sobre la corteza terrestre, así como también su origen y comportamiento. En la **Figura 5.16** se pueden evidenciar 21 unidades geomorfológicas. Mencionar, que el Complejo Ambiental Puerto Quito se encuentra situado sobre una superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Co3).

Este tipo de superficies presentan una intensidad de disección aún mayor. Cuentan con pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos referidos a la disección de 5 a 15 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) de forma convexa. En cuanto, a sus depósitos estos presentan limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

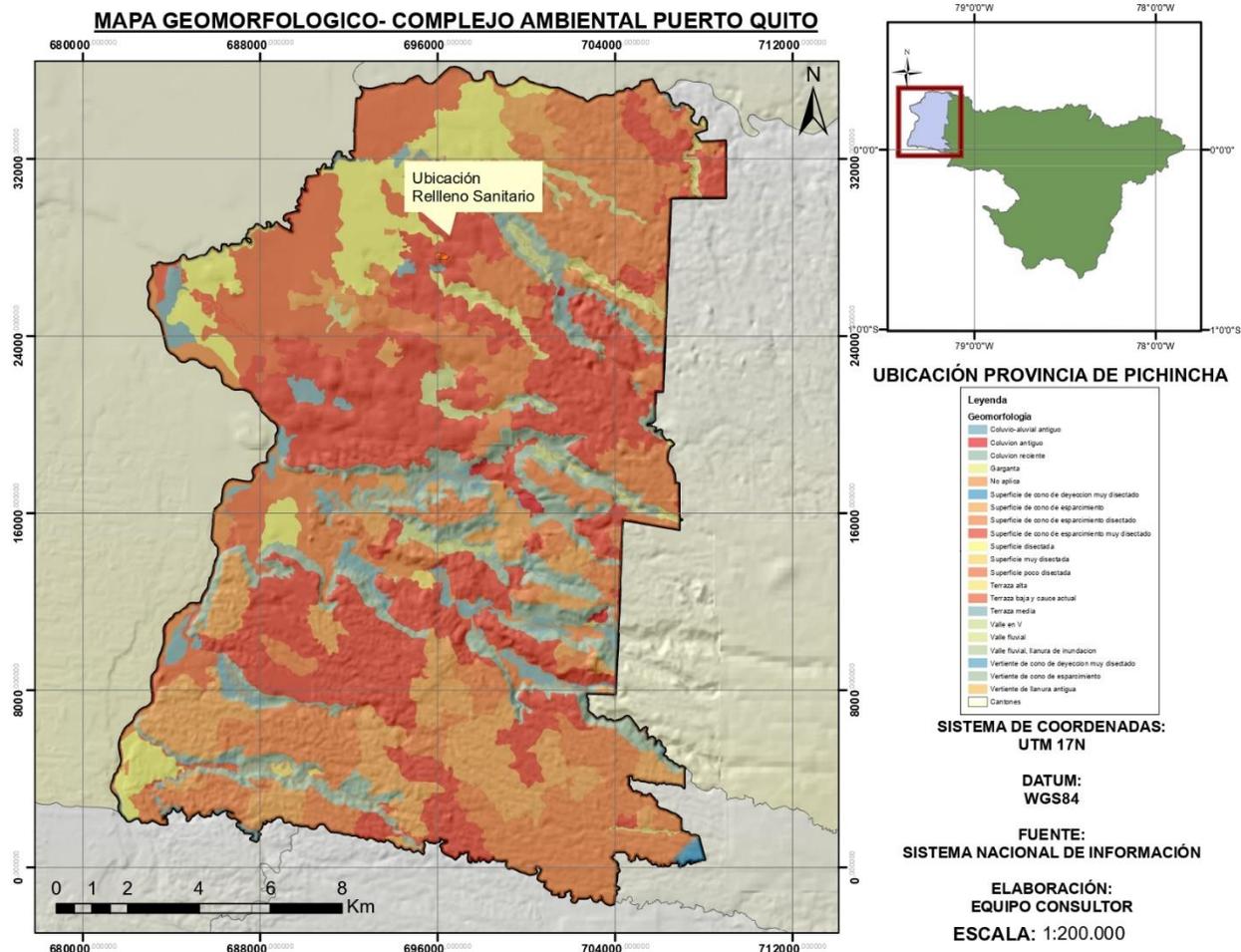


Figura 5.16. Mapa Geomorfológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.2.3. Pendientes

La figura 5.4. se la realizo a partir de información ráster a escala nacional (1:1'000.000). A esta información ráster se le aplico un geo-proceso en ArcGis 10.3 para la obtención de las pendientes en porcentajes a escala nacional y para finalizar, se recortó el resultado respecto al área de influencia, en este caso el cantón Puerto Quito.

Respecto, al Complejo Ambiental Puerto Quito, este se encuentra sobre pendientes que van de 4 – 10%. Cabe mencionar que el terreno ya ha sido modificado debido al funcionamiento de este, lo cual produciría una variación de las características del terreno.

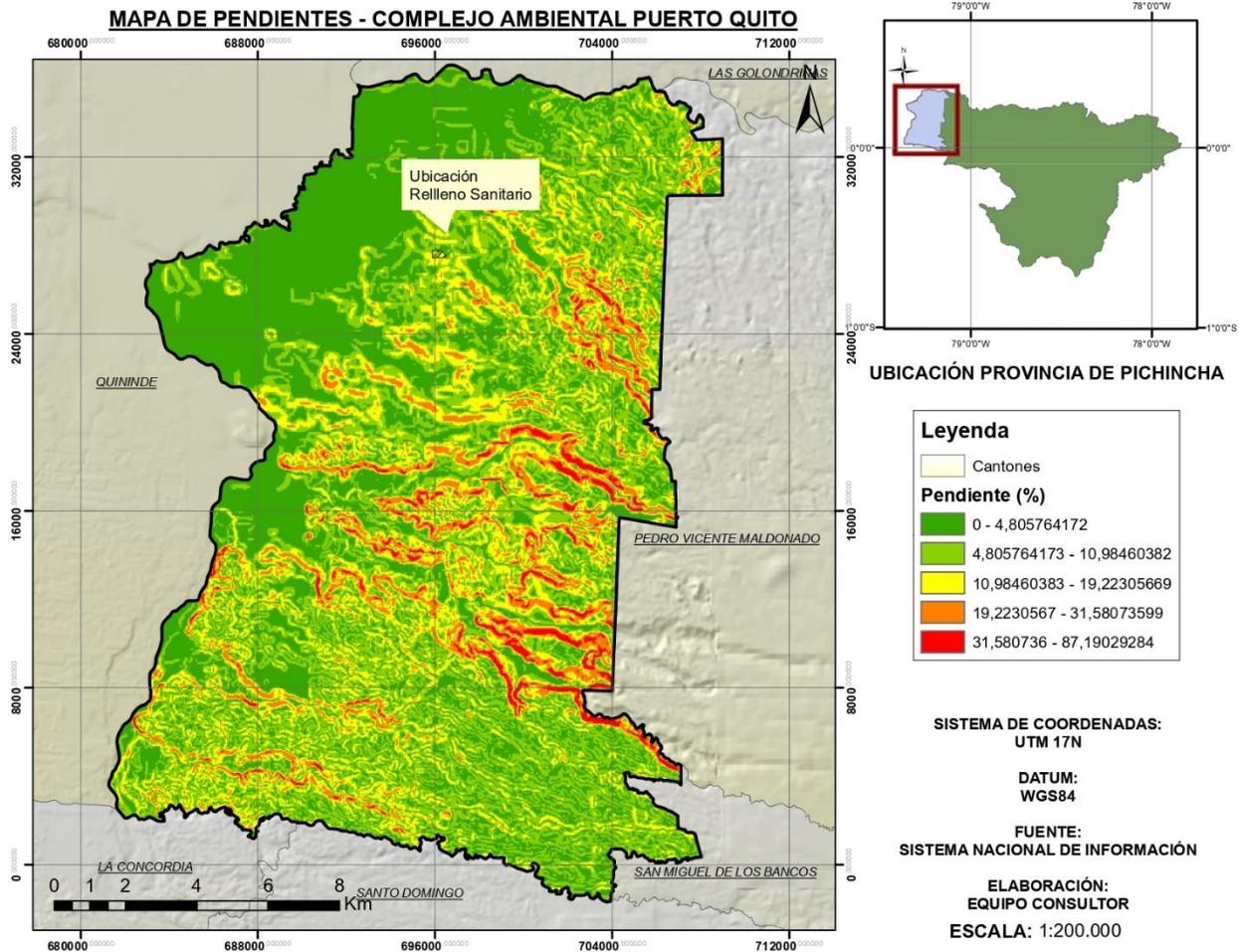


Figura 5.17. Mapa de Pendientes – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.2.4. Hidrogeológico

El coeficiente de permeabilidad es la capacidad que tiene un terreno para permitir el paso de agua, es decir, equivale al caudal de agua que se filtra, a través de una sección de área de terreno, bajo la carga ocasionada por un gradiente hidráulico unitario.

En la Figura 5.18 se presenta el mapa hidrogeológico, en el cual se identifica que el Complejo Ambiental Puerto Quito se encuentra en la Formación San Tadeo, la cual posee una permeabilidad media a alta. Así mismo, el cantón Puerto Quito cuenta en su noroccidente la Formación Pichilingue, contando una permeabilidad generalmente alta.

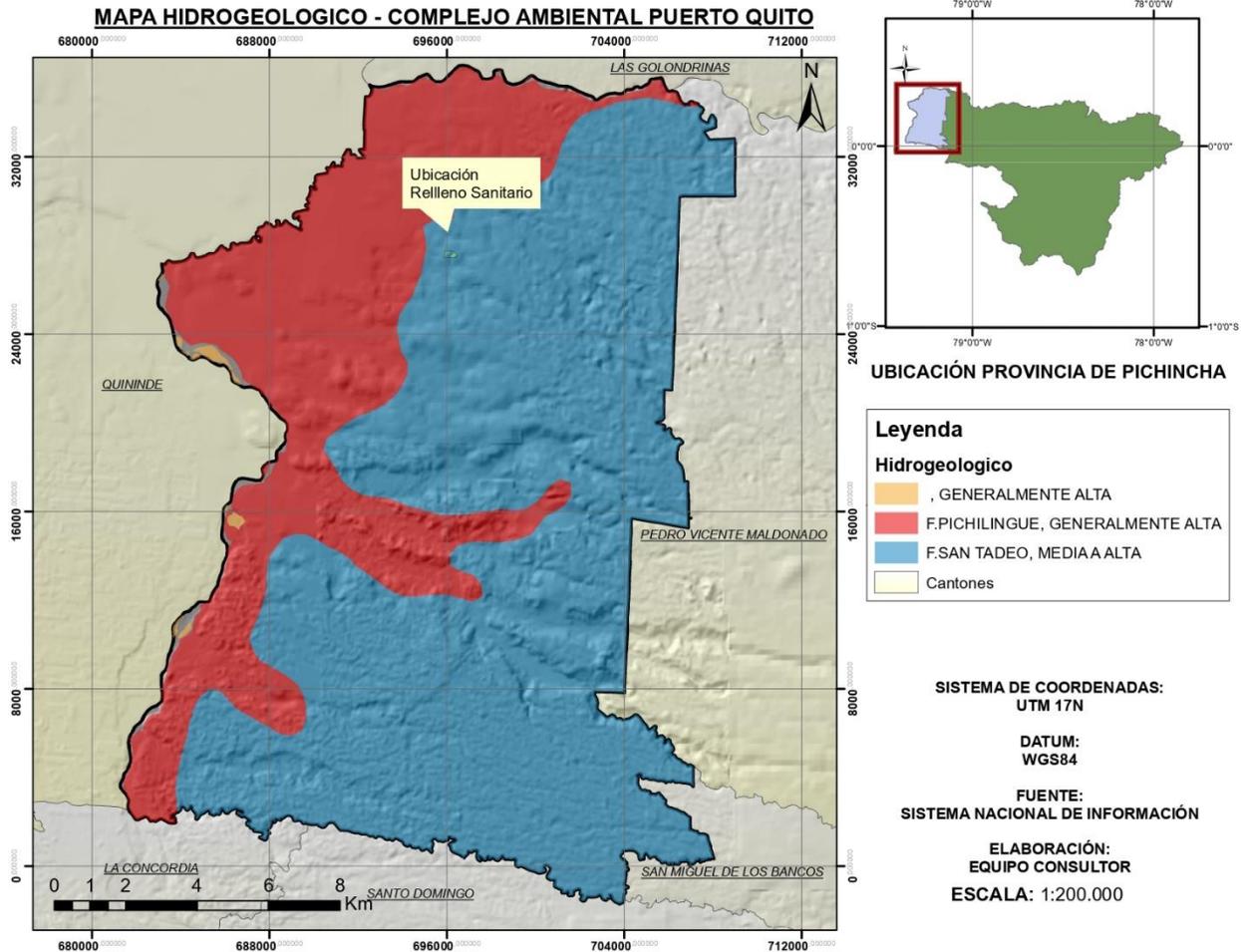


Figura 5.18. Mapa Hidrogeológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.3. Edafología y calidad de suelo

5.3.3.1. Uso de suelo

En la Figura 5.19 se evidencia el mapa de uso del suelo, en el cual se puede destacar la existencia de grandes proporciones de suelos para uso agrícola como también pecuario y zonas de conservación y protección.

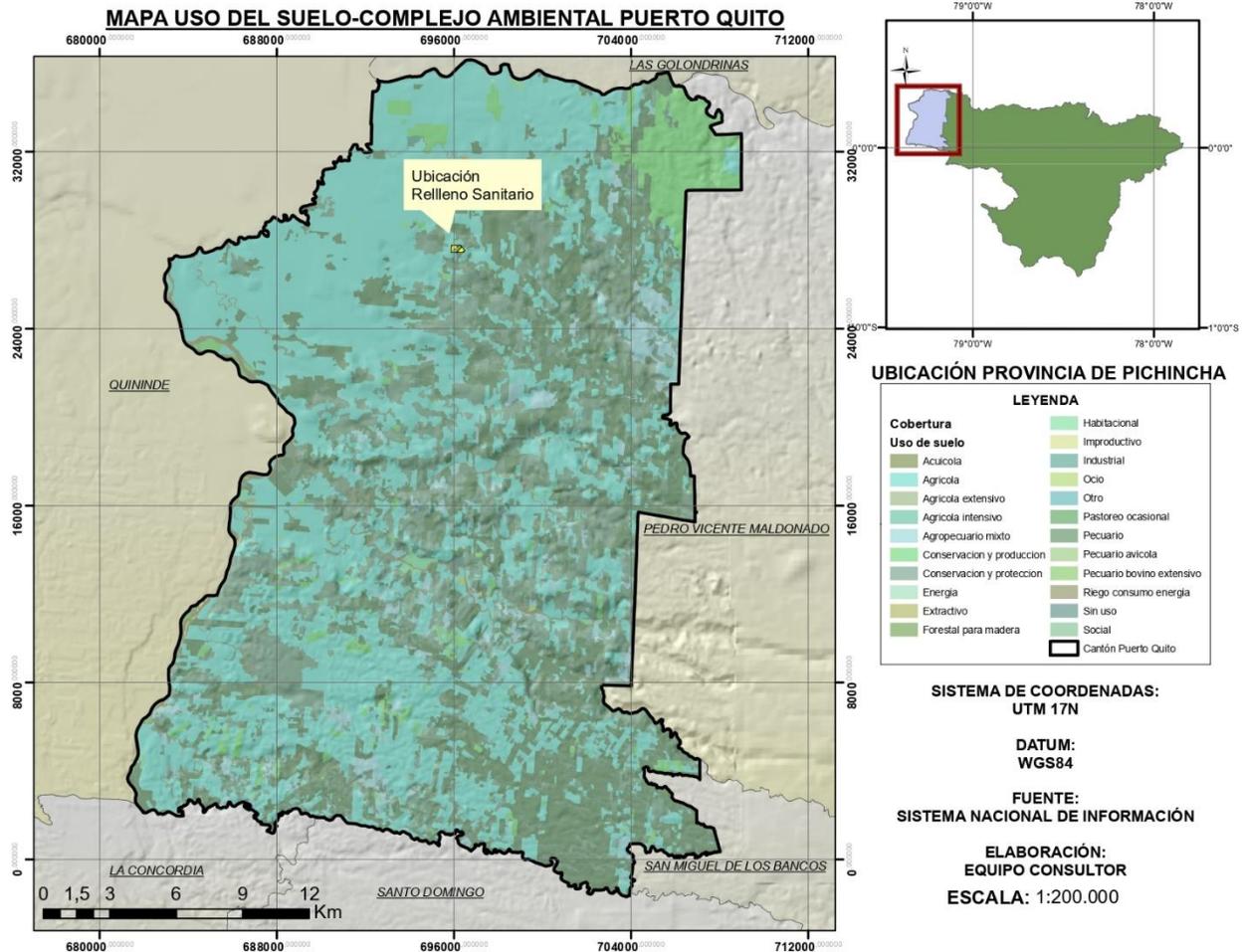


Figura 5.19. Mapa de Uso del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

Sobre el Complejo Ambiental Puerto Quito, se establecen zonas de uso agrícola, lo cual manifiesta que este tipo de zonas poseen gran productividad y fertilidad. Cabe mencionar que para la obtención del levantamiento del uso de suelo fue haciendo uso de la información del Programa SIGTIERRAS del año 2019.

Tabla 5.13 Porcentaje de cobertura vegetal en el área del proyecto

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura nivel II	Área nivel cantonal (km2)	% en el área nivel cantón	% correspondiente al proyecto
1	Bosque	Bosque Nativo	125,1	18,01	0,012
2		Plantación Forestal	32,2	4,63	0
3	Vegetación Agropecuaria	Cultivo	315,1	45,36	0,012
4		Pastizal	182,6	26,29	0
5		Mosaico Agropecuario	1,4	0,20	0
6	Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación Arbustiva	20,1	2,90	0
7		Vegetación Herbácea	1,3	0,19	0
8	Cuerpo de agua	Natural	12,1	1,74	0
9	Zona poblada	Área Poblada	3,5	0,50	0
10		Infraestructura Antrópica	0,9	0,13	0
11	Otras tierras	Erial	0,4	0,06	0
Total			694,7	100,0	0,025

Elaborado por: Grupo consultor

Según la Tabla 5.13, el porcentaje de área de bosque nativo y cultivo intervenido fue del 0.025% y correspondiente al 100% de cobertura vegetal del cantón Puerto Quito.

5.3.3.2. Cobertura vegetal

Según, información recopilada por MAGAP en el año 2002, el uso actual del suelo del área de influencia directa corresponde al 70% de bosque intervenido, 30% arboricultura tropical, cultivos de palma africana. Además, existen zonas con 50% arboricultura tropical – 50% pasto cultivado.

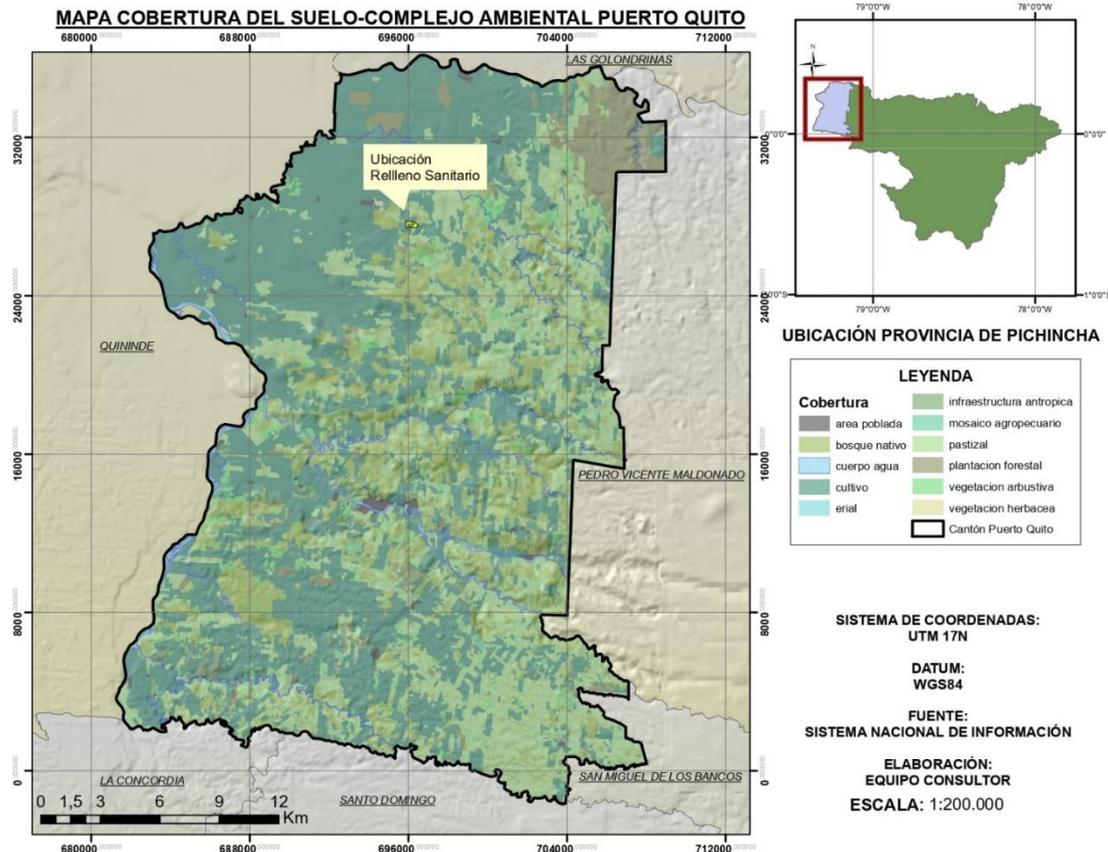


Figura 5.20. Mapa de Cobertura del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

Dentro del cantón Puerto Quito existen en su mayoría zonas de cobertura vegetal tipo cultivo (315,12 km²), además, en menor proporción zonas de pastizal (182,61 km²) y bosque nativo (125,08 km²). El Complejo Ambiental Puerto Quito se encuentra asentado sobre una zona diversa, tales como bosque nativo y cultivo, lo cual se evidencia en la **Figura 5.20**. La presente información fue obtenida a través del Programa SIGTIERRAS con año 2019.

5.3.3.3. Edafológico - ordenes de suelo

Como se demuestra en la figura 5.8. se puede evidenciar que en el cantón Puerto Quito en su mayoría el suelo pertenece a la clase Inceptisol, los cuales son suelos cuyos horizontes subsuperficiales aun estando algo desarrollados carecen de rasgos pertenecientes a otros órdenes del suelo. Este tipo de suelos tienen un aprovechamiento forestal, suelos de praderas o tierras de cultivo. Además, son buenos suelos para la generación de pastos. En menor cantidad existen suelos entisoles, andisoles y tierras misceláneas.

Respecto a la orden de suelo, en el cual se establece el Complejo Ambiental Puerto Quito, existe la clase Andisoles, como se puede evidencia en la **Figura 5.21**. que se muestra, a continuación:

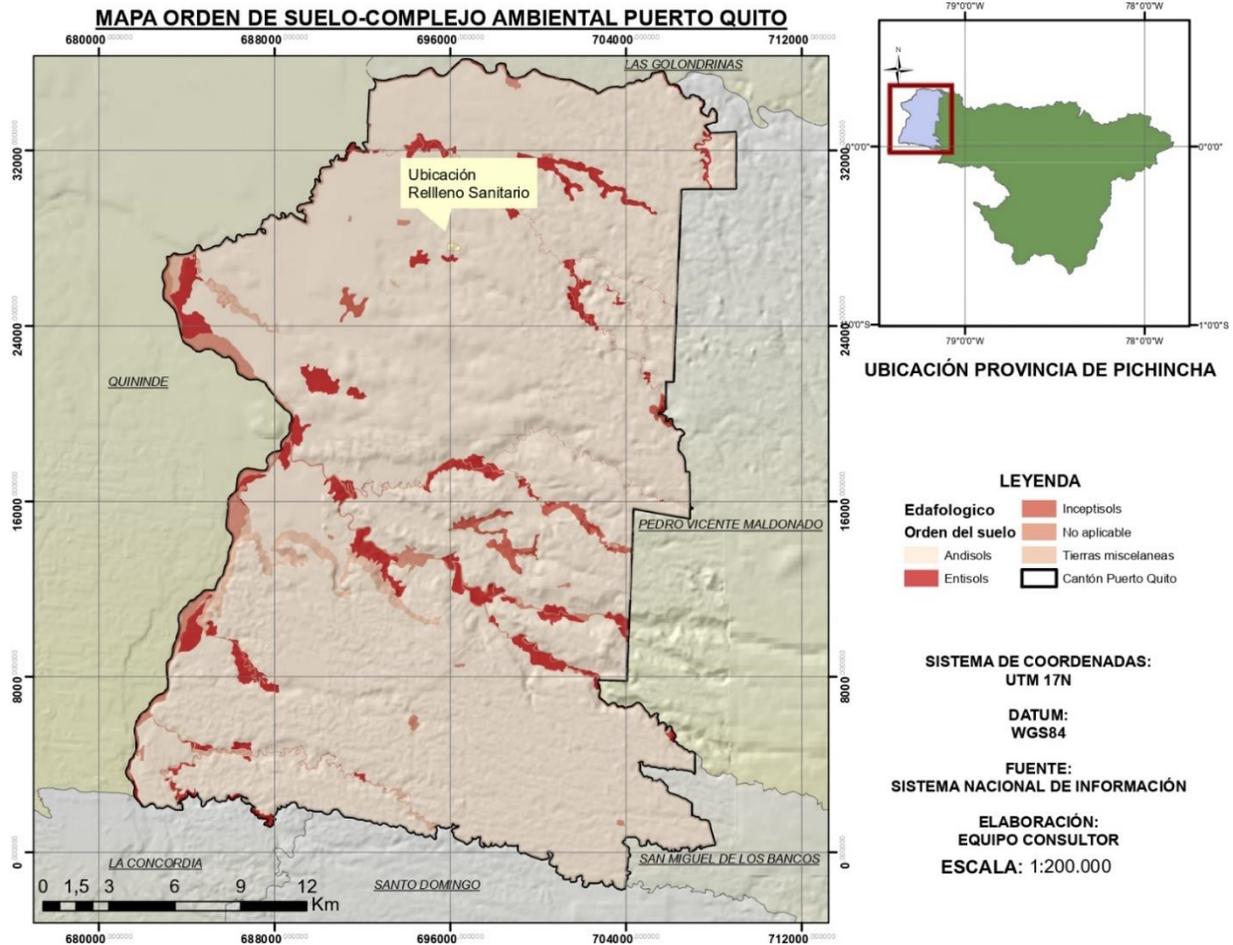


Figura 5.21. Mapa de Orden del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.3.4. Edafológico - subórdenes de suelo

La presente información recopilada fue obtenida del Programa SIGTIERRAS emitida en el año 2019. En el cantón Puerto Quito, existen en varios subórdenes de suelo, en su mayoría se encuentran Udands en 630,74 km². Además, existen otros tipos de subórdenes en menor proporción, como son: Fluvents (19,99 km²) y tierras misceláneas.

Este suborden Udands se caracterizan por ser suelos volcánicos de climas húmedos. Este tipo de suelos se forman a partir de cenizas volcánicas sobre sedimentos fluvio-glaciales o aluviales.

Hay que mencionar que el Complejo Ambiental Puerto Quito, se encuentra establecida sobre el suborden de suelo tipo Udands, como se evidencia en la **Figura 5.22.** que se presenta a continuación:

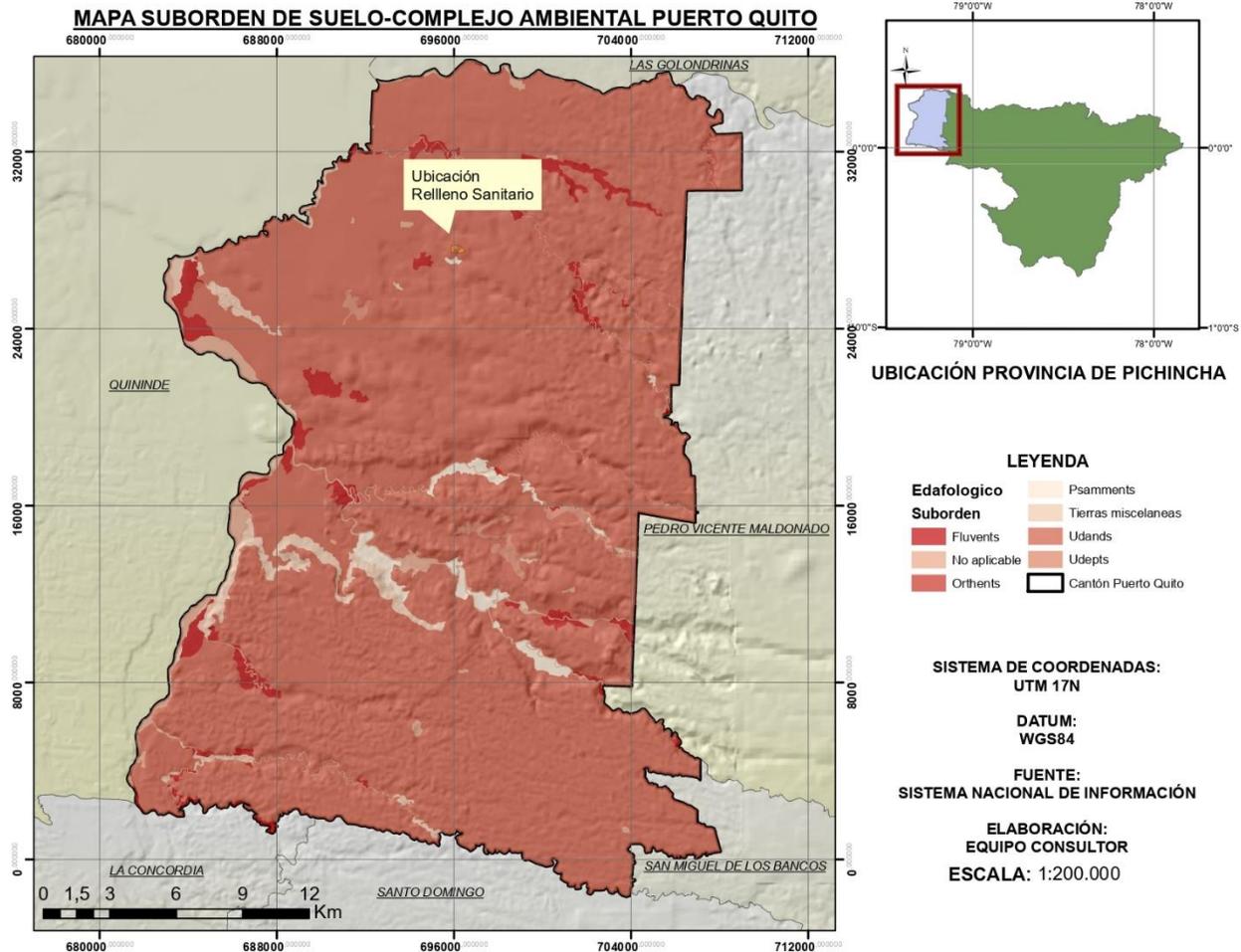


Figura 5.22. Mapa de Suborden del Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.3.5. Tipo de suelo

El cantón Puerto Quito existe una gran variedad de tipo de suelos, entre los cuales tenemos: suelos tipo franco arenosos en 331,79 km² y suelos tipo franco en 309,05 km², lo cual representa casi el 90 % del territorio cantonal. Así mismo, existen en menores proporciones suelos tipo arcillo – limoso, areno – francoso y franco – arcilloso.

El Complejo Ambiental Puerto Quito se encuentra sobre una zona compuesta por suelos tipo franco – arenoso, como se puede evidenciar en la Figura 5.23. Esta información recopilada fue obtenida del Programa SIGTIERRAS con año 2019.

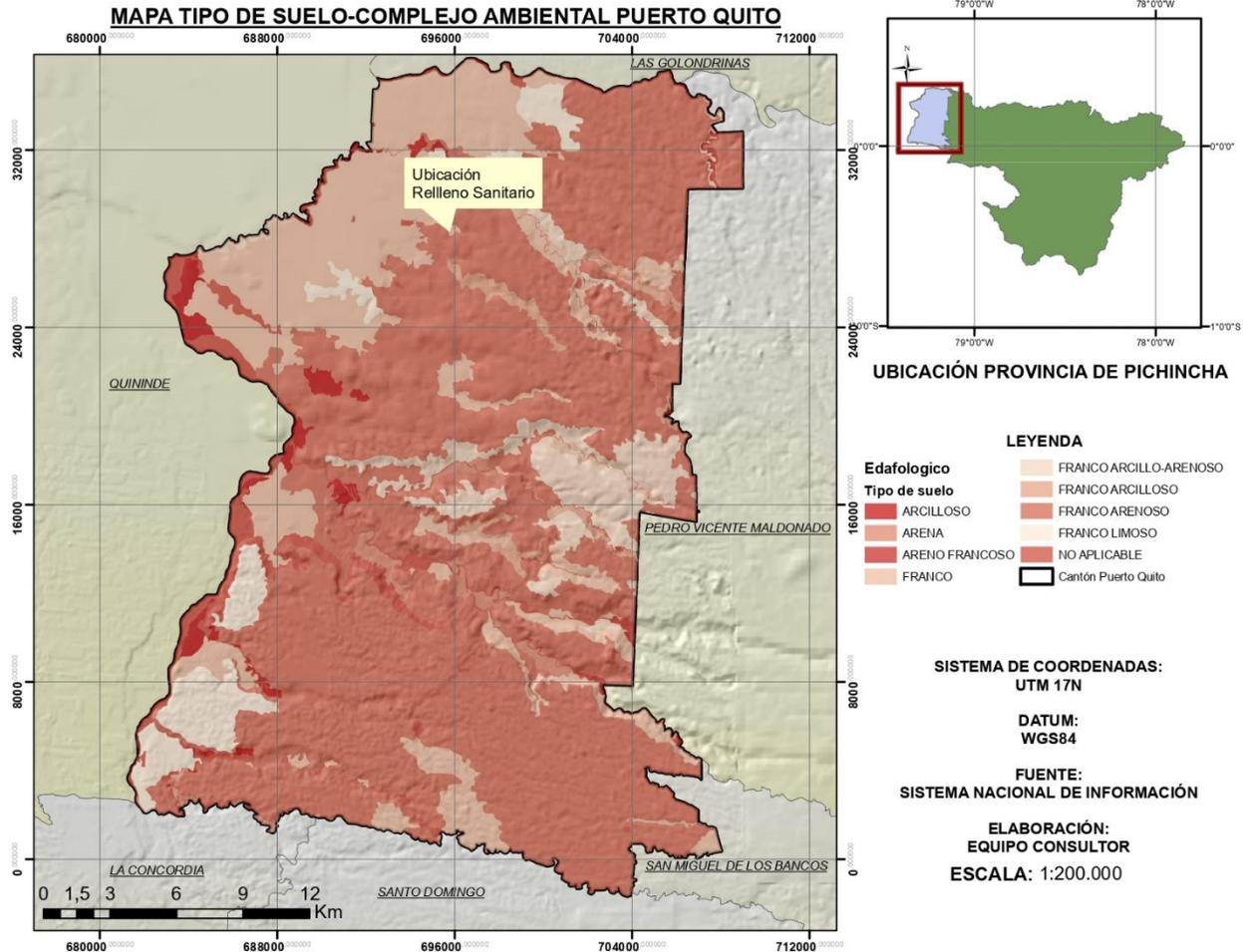


Figura 5.23. Mapa de Tipo de Suelo – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.4. Hidrología e hidrografía

5.3.4.1. Hidrología

En vista de que el proyecto es de pequeña extensión en comparación a una unidad hidrológica, se procedió a analizar en función a las cuencas más representativas del país y la clasificación nivel 5 otorgado por el MAAE.

El proyecto complejo ambiental Puerto Quito es parte de la unidad hidrológica del pacifico, específicamente ubicado en el noroeste de la cuenca del río esmeraldas.

En cuanto a las unidades hidrológicas nivel 5, el proyecto se encuentra en la cuenca del río Silanche Chico la cual tienen un área de 376 km² y es parte también de la cuenca del río Esmeraldas (unidad hidrológica nivel 4).

En la siguiente figura se puede observar la ubicación del proyecto con relación a las unidades hidrológicas nivel 5.

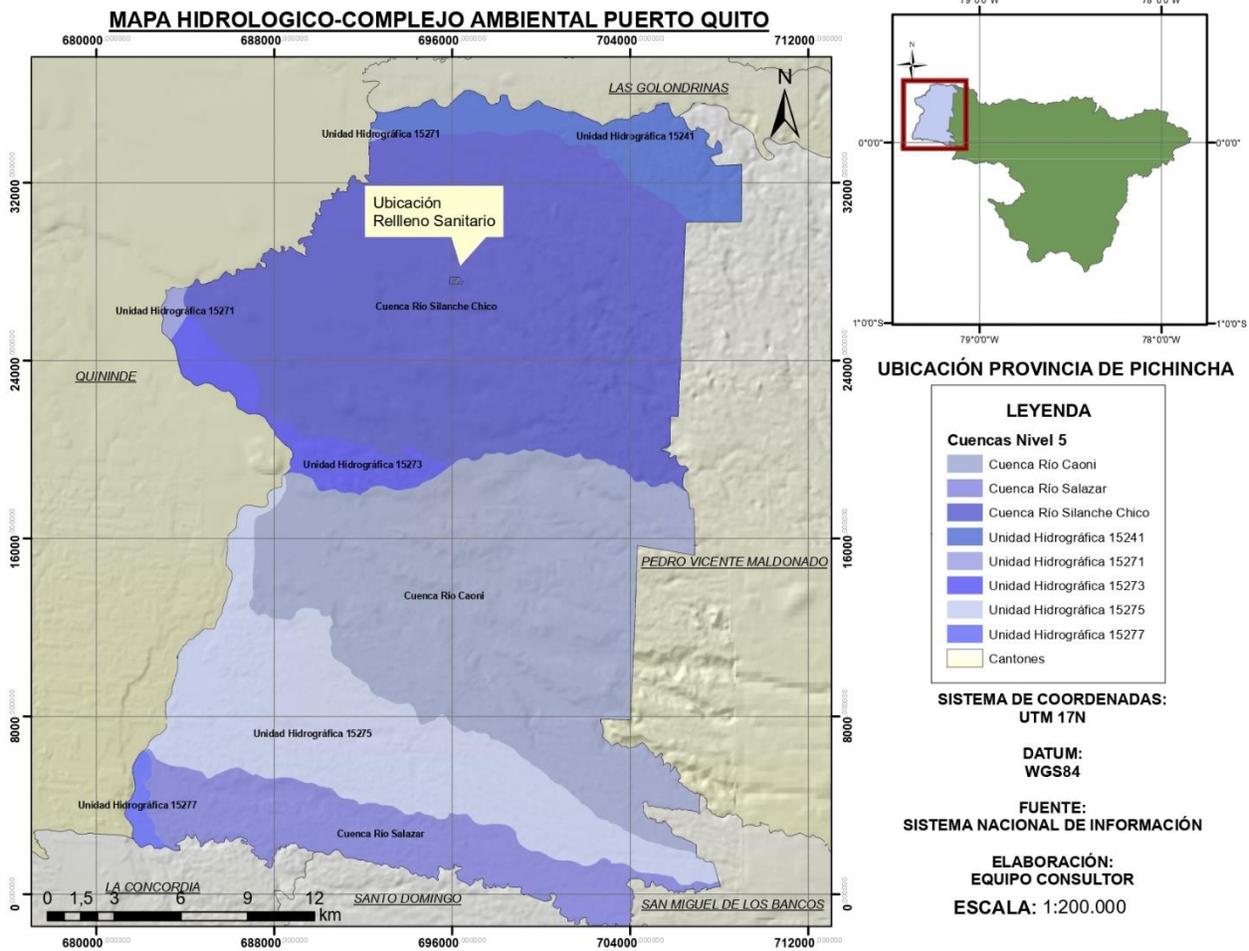


Figura 5.24 Mapa hidrológico – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.3.4.2. Hidrografía

En cuanto a la hidrografía el complejo ambiental Puerto Quito se encuentra cercano a esteros sin nombre de orden 1 y está a unos 1.000 metros del río Inga, el cual es de orden 3 según la clasificación Pfaster.

Este estero sin nombre desemboca en el río Inga el cual, recorre unos 25 km hasta llegar al río Blanco, el mismo que desemboca en el río Esmeraldas el mismo que termina en el océano Pacífico.

En la siguiente figura se muestra el mapa hidrográfico del proyecto.

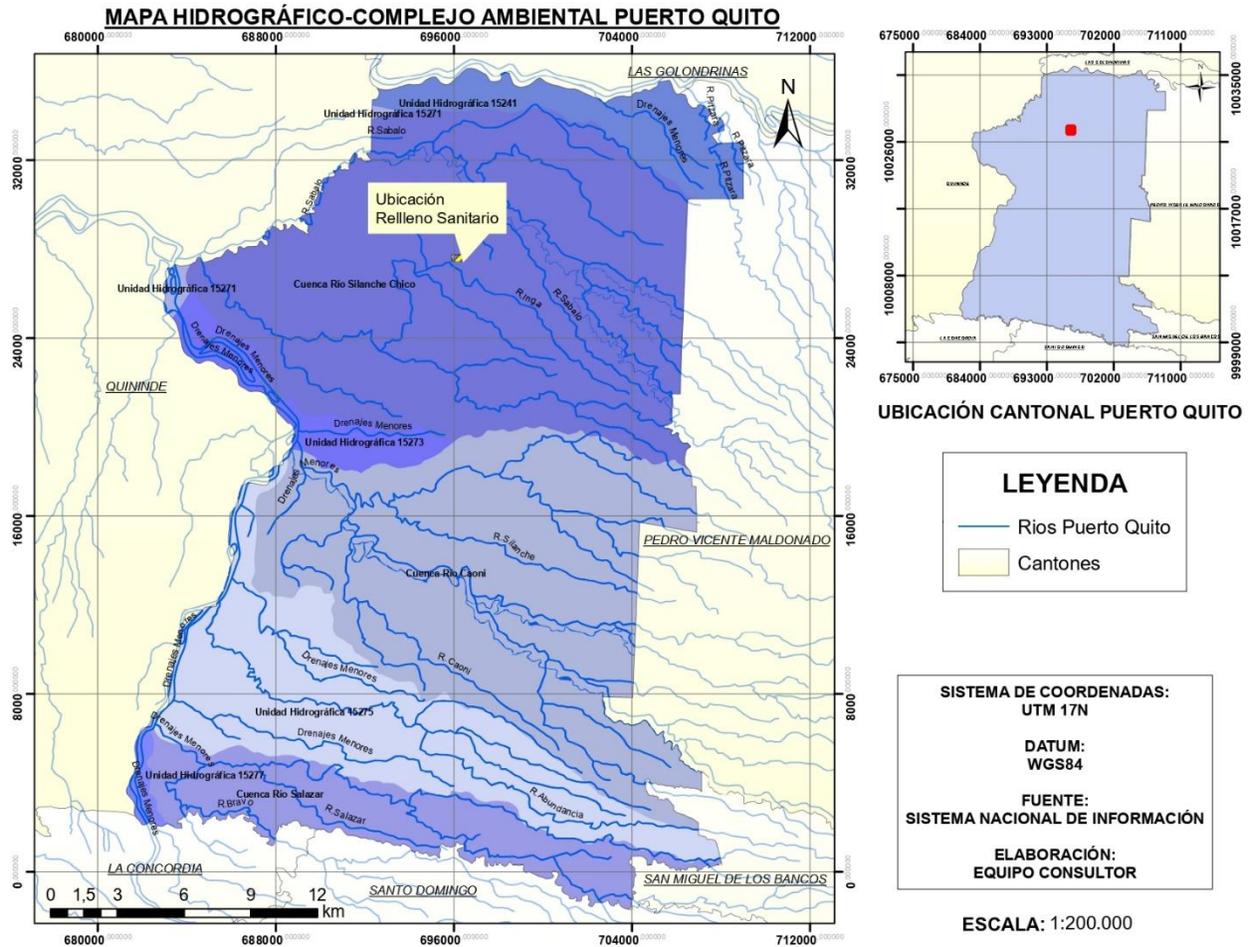


Figura 5.25 Mapa hidrográfico – Complejo Ambiental Puerto Quito.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

5.4. Medio biótico

El Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, ocupando el séptimo lugar en biodiversidad por kilómetro cuadrado y posiblemente es el país con mayor diversidad a nivel de América del Sur por unidad de área (Bravo, 2014). El Ecuador debido al levantamiento de la Cordillera de los Andes ha formado una serie de microclimas lo que ha permitido que se desarrollen varios tipos de hábitats y microhábitats; en tres distintas regiones como son: Costa, Sierra y Oriente, así como también la proliferación de especies vegetales como animales.

Dentro de este marco, a continuación, se describen las características del medio biótico, considerando los componentes flora y fauna, mediante la aplicación de una Evaluación Ecológica Rápida. Para el componente de flora, se realizaron recorridos por los alrededores del área de influencia del proyecto, en donde se utilizó los métodos de observación, registro de datos y la identificación directa de las especies forestales, arbusto y herbáceas; en tanto que para el componente de fauna se realizaron recorridos por el sitio del proyecto y zonas aledañas. Además, se realizaron

entrevistas con moradores de la zona a fin de determinar la presencia de alguna especie silvestre de fauna, además de obtener información sobre la existencia de ejemplares nativos de flora y su uso en caso de darse.

La zona de estudio se encuentra localizada en la provincia de Pichincha, cantón Puerto Quito. En general, la zona de estudio presenta un estado intervenido con remanentes de vegetación nativa, con presencia de árboles nativos e infraestructura propia del proyecto.

Por otra parte, se realizó un análisis del ecosistema en general y se describen las diferentes clasificaciones ecosistémicas o naturales que distintos autores han trabajado para el Ecuador Continental, haciendo contraste con la realidad encontrada en campo.

5.4.1. Clasificación de ecosistemas según el MAAE

Los Bosques Siempreverdes de tierras bajas se caracterizan por una altísima diversidad vegetal y animal. Esta formación boscosa llega hasta los 300 msnm en donde el dosel de los árboles llega hasta los 30 metros o más, presentando árboles emergentes de hasta 40 metros de altura. Esta formación se encuentra dominada por especies arbóreas de las familias *Myristicaceae*, *Arecaceae*, *Moraceae*, *Fabaceae* y *Meliaceae*. Así mismo, presenta abundantes epífitas, trepadoras y un estrato bajo herbáceo denso dominado por especies de la familia *Araceae* y por *Polypodiophyta* (helechos). Además, se han reportado más de 100 especies arbóreas de más de 10 cm de DAP presentes en una hectárea (Valencia et al. 1998).

En la siguiente figura se observan las formaciones vegetales existentes en el sitio donde se ubica el Complejo Ambiental Puerto Quito

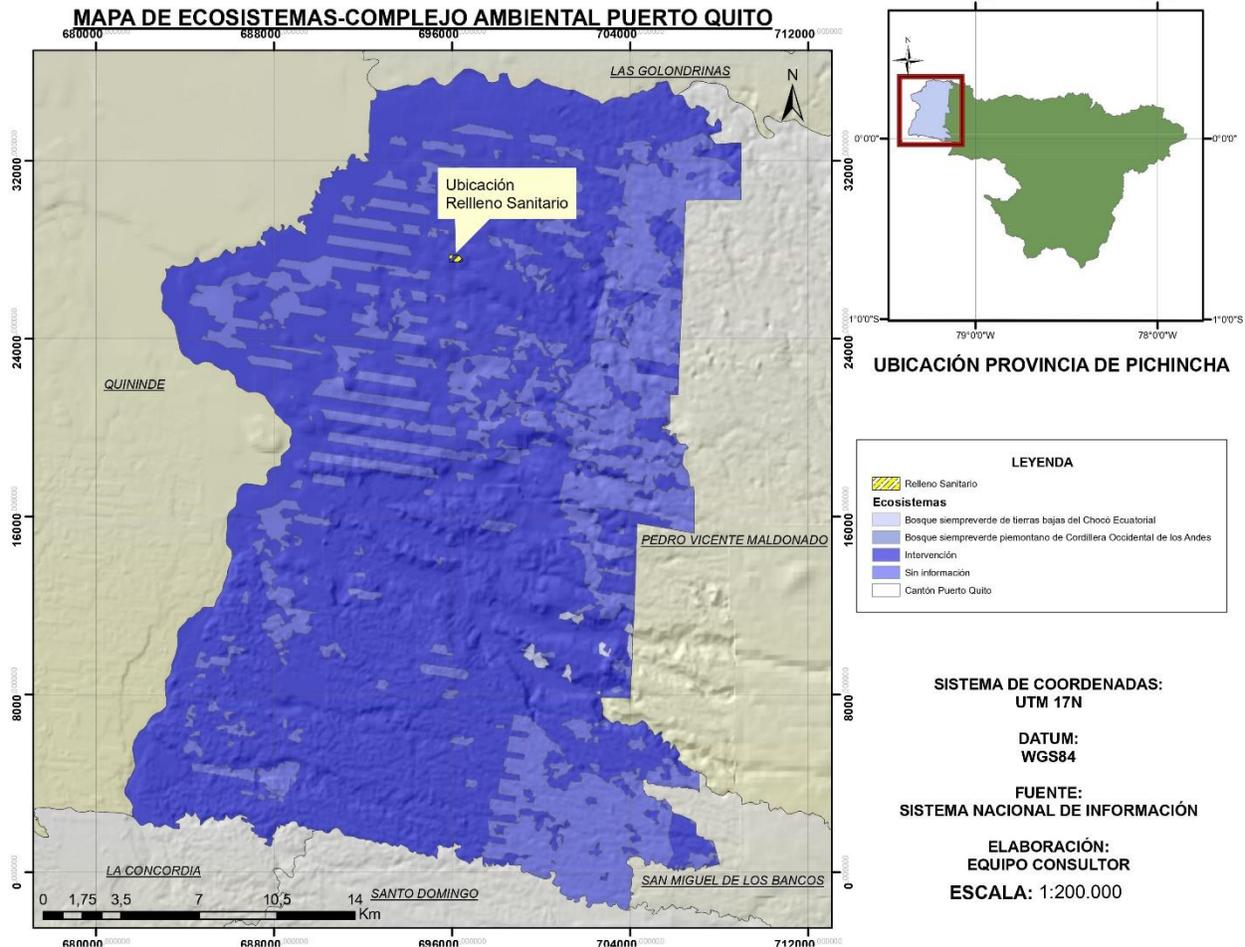


Figura 5.26. Formaciones vegetales dentro del relleno sanitario del cantón Puerto Quito

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

De acuerdo con la clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (2013), la zona donde se asienta el proyecto corresponde a una zona de intervención, lo cual fue comprobado en campo, sin embargo, se pudo notar que existen pequeños remanentes de vegetación nativa. En el siguiente mapa podemos observar la ubicación del proyecto en el mapa de Ecosistemas del Ecuador.

Si bien esta formación pudo tener gran biodiversidad nativa en el pasado, hoy en día está cubierta por cultivos y árboles introducidos combinados con plantas nativas. Así mismo, moradores del sector afirman que estos bosques han sido arrasados para la explotación de madera.

5.4.2. Flora

Los bosques húmedos tropicales del cantón están formados por un sin fin de especies arbóreas entre los que sobresalían el chanul, el sandi la gasca, el 33 mascarey, el paco, el chalviande, el moral fino, la jigua, el tangaré, el salero, el chavellin, sangre de gallina o el cordoncillo. En las riberas de los ríos hasta ahora se puede ver higuerones

gigantes, enormes matapalos y chiparos. En la parte superior a los 200 m.s.n.m. y áreas inaccesibles aún se encuentran pequeñas áreas de selva virgen en donde existen árboles de cauchillo, así como, matapalos de los géneros ficus, coussapoa y sangre de gallina. En el llamado subdosel se destacan especies como peine de mono, uva, caimitillo, tachuelo, duco, helechos arbóreos, algunas especies de palmas como la chonta y el pambil, así como la caña guadua. En el llamado sotobosque en cambio, son comunes el cacao de monte, el gualpito, paco, nacedero, achiote, platanillo anturios, paja toquilla y bijao. Por último, en el bosque secundario se encuentra el guarumo plateado, laurel y en las orillas de los ríos el aliso y chiparo. En las ramas de los árboles subsisten muchas orquídeas y una gran variedad de plantas parásitas.

El territorio del cantón en las últimas décadas ha sufrido un continuo avance agresivo de la frontera agrícola, por lo que toda su vegetación nativa ha ido continuamente desapareciendo, los árboles maderables han sido los más codiciados por las empresas madereras y finqueros, los mismos representan ingresos económicos rápidos para los finqueros con la venta de la madera. En el siguiente cuadro se indica la flora existente dentro del territorio cantonal, las que constan con asterisco son las 8 especies que se encuentran en peligro de extinción.

Tabla 5.14. Flora característica del cantón.

Nombre común	Nombre científico
Anturios	<i>Anthurium Ovatifolium</i>
Achiote	<i>Bixa Orellana</i>
Banano	<i>Musa x paradisiaca</i>
Bromelias	<i>Tillandsia complanata</i>
Cascarilla	<i>Cinchona Pubesc Ceroxylon*</i>
Canela	<i>Ocotea sp.*</i>
Caña brava	<i>Gynerium Sagittatun*</i>
Cedro	<i>Cedrela Odorata*</i>
Chonta	<i>Bactris Gasipaes*</i>
Copal	<i>Dacryodes peruviana*</i>
Guayacán	<i>Tabebuia Chrysantha*</i>
Guarumo	<i>Cecropia spp</i>
Helechos arbóreos	<i>Cyathea spp.</i>
Matapalos	<i>Ficus spp.</i>
Musgos	<i>Polytrichum Comunis</i>
Orquídeas	<i>Cattleya máxima</i>
Pambil	<i>Iriartea Deltoidea*</i>
Palmito	<i>Prestoea acuminata</i>
Paja toquilla	<i>Carludovica palmata</i>
Palmera de cocos	<i>Cocos nucifera</i>
Platanillo	<i>Heliconia chartacea</i>

Fuente: PDyOT del Cantón Puerto Quito

Elaborado por: Grupo consultor

De manera más puntual, y mediante la ejecución del plan de monitoreo biótico en el presente estudio se expondrán las principales especies vegetales que predominan en el área de implantación del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito.

5.4.3. Fauna

Existen una gran variedad de aves entre las que se destacan: loros, plataneros, jilgueros, oleros, dios te dé y valdivias. En el suelo arenoso, arcilloso y húmedo del cantón se arrastran una gran variedad de culebras que han ido desapareciendo a medida que se ha consolidado la presencia del hombre, pero es común todavía encontrar a la sayama, nupa, mataballo y verrugosa entre las más grandes. Entre las serpientes más venenosas se puede mencionar a la equis, papagayo, rabí hueso y pudridora.

Por otro lado, los mamíferos que se encuentran son: la guanta, armadillos, osos perezosos, guatusas, liebre o conejo del monte, los sainos, el venado colorado, el venado de cola blanca y algunas variedades de monos. A ellos se suman el jaguar, el tigrillo y el puma. Además, en alturas que bordean los 300 m.s.n.m. se ha observado la presencia del oso de anteojos.

Existen una gran variedad de peces como sábalos, sabaletas, guañas, la vieja, el barbudo, lisa, entre otros. A continuación, se detallan las especies predominantes existentes en el territorio cantonal; las especies en peligro de extinción esta con asterisco (*).

Tabla 5.15. Listado de especies animales características del cantón

Nombre común	Nombre científico
Peces	
Sabaleta	<i>Brachyplatystoma Filamentosum</i>
Vieja	<i>Halchoeres dispilus</i>
Lisa	<i>Mujil curema</i>
Barbudo	<i>Pimelodaella sp</i>
Guaña	<i>Chaetostomus spp</i>
Sábalo	<i>Brycon atrocaudatus</i>
Anfibios	
Rana arbórea	<i>Hyla columbiana*</i>
Reptiles	
Coral	<i>Micrurus ca*</i>
Chonta	<i>Clelia*</i>
Equis	<i>Bothrops atrox</i>
Falsa coral	<i>Oxirhopus pelota*</i>
Vibora	<i>Bothropa pulchar</i>
Aves	
Gallinazo cabeza negra	<i>Coragyps artratus</i>
Gallinazo cabeza roja	<i>Catarthes aura</i>
Gallito de la peña	<i>Rupicola peruana</i>
Gavilán	<i>Accipiter bicolor*</i>
Guajalito	<i>Trogon personatus Pheucticus*</i>
Hornero	<i>Fumarius cinamomneus</i>
Mara	<i>Andigena laminirostris</i>
Pava de monte	<i>Penélope montagnil</i>
Tucán pecho amarillo	<i>Ramphastos swainsonii*</i>
Mamíferos	
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>
Armadillo	<i>Dasyopus novemcinctus</i>
Cabeza de mate	<i>Eira barbara*</i>
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis*</i>
Cuchucho o tejón	<i>Nasua nasua*</i>
Cusumbo	<i>Potos flavus*</i>
Danta	<i>Tapirus bairdii*</i>
Guanta	<i>Agouti paca*</i>
Jaguar	<i>Pantera onca*</i>
Mono aullador	<i>Alouatta palliata</i>
Raposa	<i>Marmosa robinsonii</i>
Tigrillo	<i>Leopardus pardalis*</i>
Venado	<i>Msama gualea*</i>

Elaborado por: Grupo consultor

La consolidación del hombre en el territorio ha producido que desaparezcan o ahuyenten los mamíferos, aves, peces, reptiles y otros seres vivos de los ecosistemas, esto debe a la destrucción de su hábitad y la caza indiscriminada de

especies. De manera más específica y a través de la ejecución del plan de monitoreo se detallarán las principales especies faunísticas del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito.

5.4.4. Áreas protegidas

Pese a su vasta variedad de especies animales y vegetales, toda la circunscripción cantonal ni el proyecto Complejo ambiental Puerto Quito NO INTERSECA con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Bosques y Vegetación Protectora (BVP). De manera gráfica en la siguiente figura se puede evidenciar lo antes mencionado:

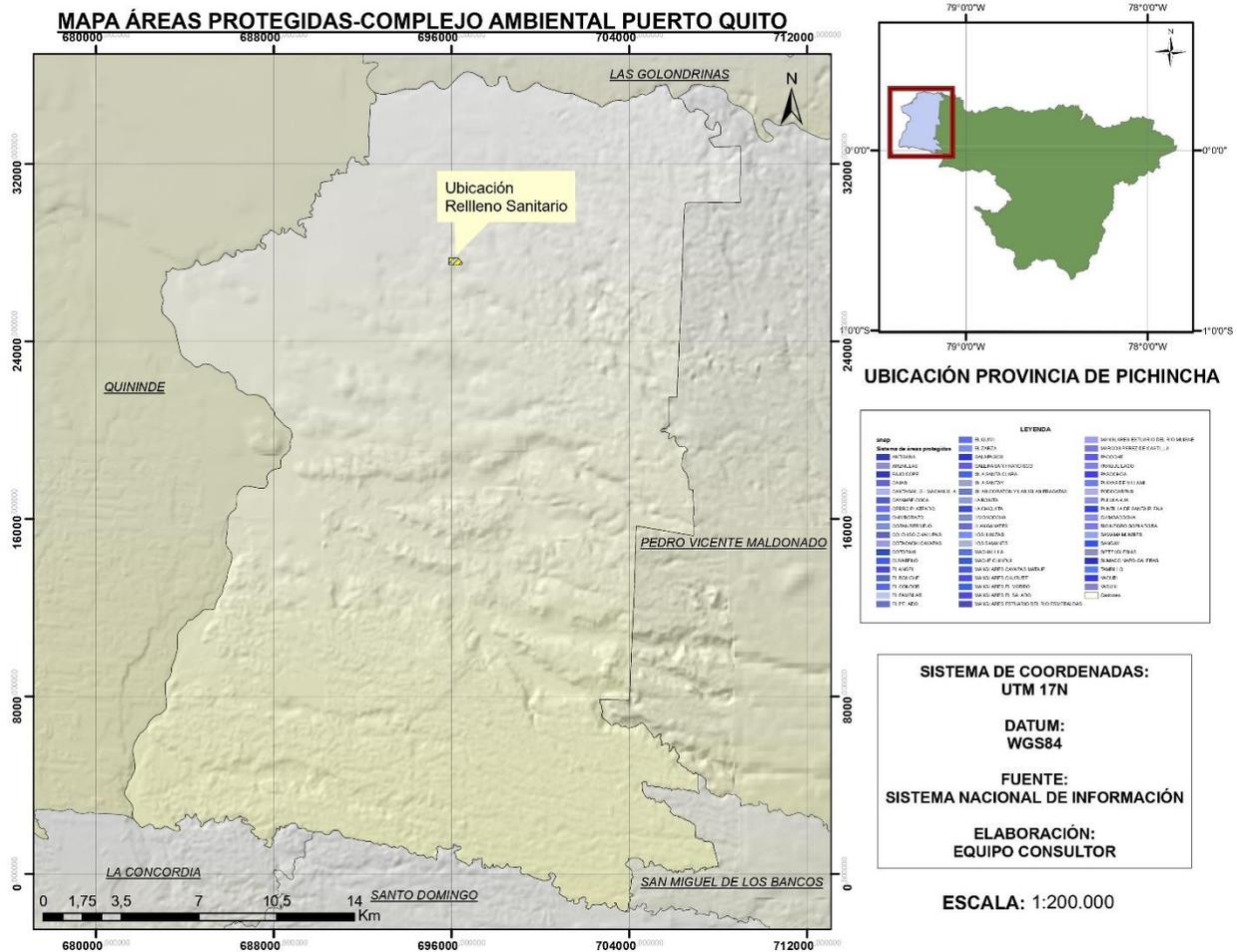


Figura 5.27. Mapa de áreas protegidas.
Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

6. Descripción del sistema de gestión de residuos sólidos no peligrosos

6.1. Personal técnico- operativo responsable

Conforme establece el COOTAD, el servicio público de recolección de residuos es una competencia exclusiva a cargo de los Municipios. En el caso del Gobierno Autónomo descentralizado municipal de Cantón Puerto Quito, dicho servicio está bajo responsabilidad de la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos, la cual; a través de la Unidad de Saneamiento Ambiental ejecuta el Sistema de gestión integral de residuos a nivel cantonal en todas sus etapas. Esta dependencia maneja personal operativo para diferentes actividades, así tenemos:

Tabla 6.1. Personal operativo a cargo de la ejecución del SGIRS

Actividad	Personal operativo a cargo
Aseo de baños públicos	- 2 personas
Barrido	- 4 operadores de barrido
Recolección de desechos comunes	- 4 operadores de recolección - 2 choferes
Capacitación y educación ambiental	- 2 promotores ambientales
Reciclaje de material inorgánico	- 4 operadores en bandas - 1 operador de mini cargadora - 1 chofer para volqueta
Compostaje en el Complejo Ambiental	- 1 operador / obrero
Recolección de desechos sanitarios	- 2 choferes
Disposición final	- 1 operador de maquinaria pesada

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

6.2. Servicio de barrido

6.2.1. Materiales y equipos

El servicio de barrido se hace de manera manual; para lo cual el personal emplea lo siguiente:

- **Rastrillo metálico** con mango de madera para la remoción de desechos de mayor volumen, como fundas, botellas, cascaras, etc.
- **Escoba** con mango de madera y cerdas con fibras naturales (piquigua / pitigua); las cuales remueven partículas de menor tamaño por entre los adoquines y baches que se forman por el tránsito de personas y vehículos
- **Recogedor de basura metálico** para el levantamiento de desechos desde las aceras hasta el contenedor de almacenamiento de desechos
- **Contenedores** sea este metálico o plástico; cada uno con de 20 galones de capacidad, los cuales almacenan de manera temporal los desechos desde su recogida hasta su descarga en los camiones recolectores
- **Coche** con estructura metálica y dos ruedas de caucho que transportan los contenedores a lo largo de las rutas de recolección. El coche es impulsado por el operador de barrido de manera manual.



Ilustración 1. Materiales y equipos empleados por los operadores de barrido.

Fuente: Equipo consultor

6.2.2. Cobertura del servicio y frecuencias

El servicio de barrido se brinda únicamente en la cabecera cantonal y en el recinto Simón Bolívar – La Sexta; ya que son los 2 únicos centros poblados con vías asfaltadas/adoquinadas y con gran afluencia de transeúntes por las actividades que se desarrollan en esos lugares. El servicio consta en la remoción de tierra y desperdicios entre adoquines y aceras de los residuos generados por transeúntes.

Dentro de la cabecera cantonal encontramos la siguiente sectorización para brindar el servicio de barrido:

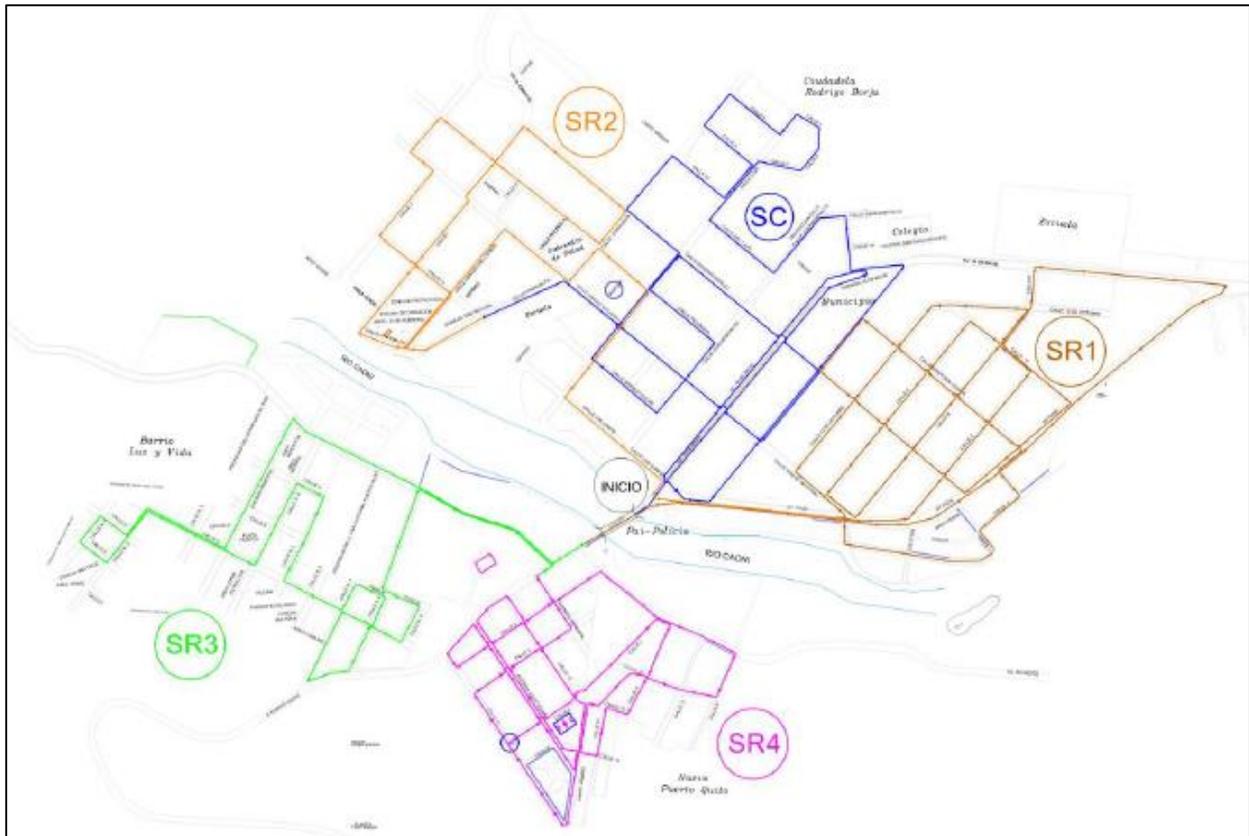


Figura 6.1. Sectorización de la cabecera cantonal para brindar el servicio de recolección.
Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

En base al mapa sectorizado mostrado en la anterior figura se han establecido las siguientes frecuencias de barrido para la cabecera cantonal:

Tabla 6.2. Frecuencia de barrido en cabecera cantonal

Descripción de zonas	Frecuencias	Sectores del cantón
Calles comerciales, zona central y mercado	5 veces/día	
Calles principales, zona central	2 veces/día	Comercial s1
Calles comerciales, sub-urbanas	2 veces/día	
Calles secundarias y zona central	2 veces/semana	S3, S4, S5
Calles principales, zonas de bajos ingresos	3 veces/semana	S2
Calles residenciales, zonas de altos ingresos	1 veces/semana	S6, S7, S8, S9

Elaborado por: Grupo Consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

Mientras tanto en el recinto Simón Bolívar - La Sexta el barrido se brinda el servicio de barrido en la avenida principal S/n y dos calles transversales donde se ubican la Unidad Educativa “Libertador Simón Bolívar” y una cancha de unos múltiple de la localidad con una frecuencia de 3 veces al día durante 5 días de la semana.

6.3. Servicio de recolección de residuos comunes

El servicio de recolección se hace a pie de vereda, es decir, los operadores de recolección recogen frente a cada uno de los usuarios los contenedores que contienen los residuos domiciliarios para vaciarlos en el camión recolector, para su posterior transporte hacia los programas de aprovechamiento o que ejecuta la municipalidad o a disposición final.

6.3.1. Materiales y equipos

Para brindar el servicio de recolección la municipalidad cuenta con 2 camiones recolectores con una capacidad de 8 y 12 toneladas cada uno. Los vehículos poseen un sistema de carga trasera con un sistema para compactar los residuos.

El servicio requiere de 2 choferes encargados de la conducción de los vehículos y 4 operadores encargados de levantar los recipientes con los desechos

6.3.2. Programa de separación de residuos sólidos desde la fuente

La municipalidad ha venido ejecutando desde hace aproximadamente 15 años un programa de clasificación de residuos desde la fuente; es decir desde cada una de las casas u hogares. El programa consiste en la separación de residuos orgánicos e inorgánicos con el uso de contenedores para su diferenciación.



Ilustración 2. Contenedores domiciliarios para la separación de residuos.

Fuente: GADM del cantón Puerto Quito – Red social Facebook

Conforme a la **Ilustración 2** anteriormente mostrada; los residuos orgánicos son almacenados en el tacho color verde; mientras que los residuos inorgánicos son contenidos en el tacho de color negro.

Estos contenedores son de 40 litros de capacidad, de polietileno de alta densidad, con tapa a presión y bisagra de hierro.

Para asegurar el cumplimiento de esta disposición, el GAD Municipal del cantón Puerto Quito a través de la dirección de Gestión Ambiental ejecuta un programa de capacitación continua puerta a puerta mediante promotores ambientales; los cuales proveen a la ciudadanía material informativo sobre el sistema de gestión y motivan a los usuarios a realizar la correcta separación desde la fuente.



Ilustración 3. Capacitación puerta a puerta sobre el proceso de recolección diferenciada.
Fuente: GADM del cantón Puerto Quito – Red social Facebook

Cabe mencionar que los procesos de capacitación no siguen un cronograma fijo, más bien responden al análisis técnico del personal que identifica las zonas donde no se respeta el sistema de separación para posteriormente ejecutar jornadas de concientización.

Otra manera de hacer conocer el sistema de residuos y que se respete el sistema de separación es el uso de redes sociales; medio en el cual se difunden posts informativos en torno al tema. Así mismo, en fechas como el día del ambiente o fiestas patronales se ejecutan mingas de saneamiento donde de igual forma se topan temas en torno al sistema de gestión de la municipalidad principalmente con instituciones educativas y entidades oficiales que operan en la cabecera cantonal.

6.3.3. Cobertura del servicio

Según el departamento de rentas, la municipalidad tiene registrado 2481 usuarios en el catastro de usuarios del servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos comunes. Según el Instituto nacional de estadística y censos; el cantón tiene un total de 4.04 habitantes por hogar, pudiendo asumir que el servicio llega a un total de 10023 habitantes. Esto quiere decir que se tiene una cobertura del 49.03% del servicio de recolección a nivel cantón; considerando una población total de 20441 hab. Según el censo de 2010.

Como se mencionó anteriormente, la municipalidad ejecuta un programa de recolección diferenciada, pero este se ejecuta en la cabecera cantonal y ciertos recintos, conforme la siguiente tabla:

Tabla 6.3. Localidades donde se brinda el servicio de recolección y su número de usuarios

No	Localidad	No. de usuarios	Tipo de recolección
1	Cabecera cantonal y periferia	1057	Diferenciada
2	Recinto La Abundancia	183	Diferenciada
3	Recinto 29 de septiembre	130	Diferenciada
4	Recinto Puerto Rico	98	Diferenciada
5	Recinto Piedra de vapor	56	Diferenciada
6	Recinto Santa Marianita	85	Diferenciada
7	Recinto Unidos venceremos	49	Diferenciada
8	Recinto El achiote	30	Diferenciada
9	Recinto Gran Colombia	22	Diferenciada
10	Recinto 24 de mayo	128	Diferenciada
11	Recinto Nueva Esperanza	74	No diferenciada
12	Recinto Agrupación Los Ríos	156	No diferenciada
13	Recinto Nuevos Horizontes	10	No diferenciada
14	Recinto Buenos Aires	182	No diferenciada
15	Recinto Abdón Calderón	28	No diferenciada
16	Recinto Simón Bolívar	193	No diferenciada
Total de usuarios			2481

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Catastro de usuarios del servicio de recolección – Departamento de rentas

6.3.4. Rutas de recolección

Las rutas de recolección son zonificadas con el fin de cubrir de manera diferenciada las poblaciones que participan del programa de separación de residuos desde la fuente como las que no lo hacen. Así tenemos:

Tabla 6.4. Rutas de recolección semanales

Día	Tipo de ruta	Vehículo	Poblaciones atendidas	Descarga
Lunes	Orgánico	Recolector International	29 de septiembre - La Abundancia - Puerto Rico - Puerto Quito	Asociaciones agrícolas
	Inorgánico	Recolector Hino	Unidos Venceremos - Santa Marianita - Urbanización "El edén" - El Achiote-Arenanguita	Galpón de reciclaje - Complejo Ambiental
Martes	Inorgánico	Recolector International	Cabecera cantonal de Puerto Quito	Galpón de reciclaje - Complejo Ambiental
	No diferenciada	Recolector Hino	Agrupación los Ríos - La Sexta - Botrosa	Celda de disposición final - Complejo Ambiental
Miércoles	Orgánico	Recolector International	Paraíso de Amigos - Piedra de Vapor - 24 de mayo - Cabecera Cantonal	Asociaciones agrícolas
	Inorgánico	Recolector Hino	29 de septiembre - La Abundancia - Gran Colombia - Gran Colombia - Puerto Rico - Tierra Santa	Galpón de reciclaje - Complejo Ambiental
Jueves	No Diferenciada	Recolector Hino	Nuevos Horizontes - Las Maravillas - Buenos Aires - Nueva Esperanza -Nuevo Ecuador - Abdón Calderón - Botrosa	Celda de disposición final - Complejo Ambiental
	Inorgánico	Recolector International	Paraíso de Amigos - Piedra de Vapor - 24 de mayo - Cabecera Cantonal	Galpón de reciclaje - Complejo Ambiental
Viernes	Orgánico	Recolector International	29 de Septiembre - La Abundancia - Puerto Rico - Puerto Quito - Santa Marianita	Asociaciones agrícolas
	Inorgánico	Recolector Hino	Agrupación los Ríos - La Sexta	Celda de disposición final - Complejo Ambiental
Sábado	Inorgánico	Recolector International	Puerto Quito Cabecera cantonal	Celda de disposición final - Complejo Ambiental
Domingo	Orgánico	Recolector International	Puerto Quito zona turística y restaurantes	Celda de disposición final - Complejo Ambiental
	Inorgánico	Recolector Hino	Puerto Quito zona turística y restaurantes	

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

En el Anexo 3 del presente documento se evidencia de manera gráfica las diferentes rutas y/o recorridos que tienen los camiones recolectores a lo largo de una semana laboral. Así mismo, junto a esa información se detallan las distancias recorridas en kilómetros día.

6.3.5. Costos del servicio

Según la ordenanza municipal 11 sobre el manejo integral de residuos sólidos en el cantón Puerto Quito, publicada en el registro oficial 190 del 29 de diciembre de 2017; se emplea un total de 8 categorías para establecer las tarifas del servicio así tenemos:

Tabla 6.5. Categorización y tarifas por servicio de recolección de residuos sólidos

Categoría	Denominación	Detalle	Tarifa
Categoría 1	Generadores comunes-entidades oficiales	Son considerados en esta categoría a las Instituciones públicas y privadas, tales como Centro Infantil del Buen Vivir, Unidades Educativas, Iglesias, Circuito y Subcircuito de Policía, Notaría, Fiscalía, Unidad Judicial, coordinación regional de la Prefectura de Pichincha, Destacamento del Cuerpo de Bomberos, o afines.	5.00 USD/mes
Categoría 2	Generadores comunes residencial doméstico	Son considerados en esta categoría las viviendas que no cuenten con locales comerciales, predios no habitados, viviendas no habitadas y viviendas ubicadas en el sector rural, o afines.	3.00 USD/mes
Categoría 3	Generadores comunes Comercial 1	Son considerados en esta categoría, tiendas, licorerías, papelerías, almacenes de electrodomésticos, almacenes de ropa, Instituciones financieras, o afines.	5.65 USD/mes
Categoría 4	Generadores comunes Comercial 2	Pertencen a Restaurantes, comedores, fruterías, frigoríficos, legumbres, o afines.	6.75 USD/mes
Categoría 5	Generadores comunes Servicio comercial 3 y	Se consideran dentro de esta categoría a talleres de motos, lavadoras, mecánicas automotrices, microempresas agroindustriales, carpinterías, almacenes agropecuarios, o afines.	12.00 USD/mes
Categoría 6	Generadores comunes-Hotelero	Son considerados todos los hoteles, hostales, hosterías, moteles, ubicados dentro y fuera de la ciudad, centros de tolerancia, casa de citas, bares, karaokes, discotecas y casas renteras, o afines.	13.00 USD/mes
Categoría 7	Generadores comunes-Industrial	Son considerados en esta categoría toda fábrica o empresa de tipo industrial, o afines.	35.00USD/mes
Categoría 8	Generadores de desechos sanitarios	Son considerados toda empresa pública o privada que genere desechos sanitarios peligrosos	2.78 KG* USD/mes

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Ordenanza Municipal No. 011-PQ-2017 R.O. 190 del 29-dic-2017

El cobro del servicio es realizado mediante la factura de agua potable donde se detalla el costo por el servicio de recolección, transporte y disposición final de desechos en el cantón.

6.4. Programas de aprovechamiento de residuos ejecutados por la municipalidad

Producto de la separación y recolección diferenciadas de residuos orgánicos e inorgánicos, la municipalidad ejecuta programas para el aprovechamiento de estos, con el fin de disminuir el volumen de desechos dispuestos en la celda de disposición final y alargar la vida útil de la misma.

Para la fracción inorgánica se tiene un galpón con maquinaria para la separación y acondicionamiento del material reciclable; mientras que para la fracción orgánica se procesa abono orgánico bajo la técnica de compostaje. A continuación, se detallan cada uno de los programas mencionados:

6.4.1. Aprovechamiento de residuos orgánicos- Proyecto compostaje mediante microorganismos eficientes

Productos de la clasificación y/o separación de la fracción orgánica de residuos, la municipalidad junto con asociaciones agrícolas ejecuta el proyecto “Compostaje de residuos orgánicos urbanos mediante microorganismos eficientes”

El proyecto se viene ejecutando mediante 14 asociaciones agrícolas dispersas a lo largo y ancho del cantón conforme el siguiente cuadro:

Tabla 6.6. Listado de asociaciones agrícolas que participan el programa de aprovechamiento de materia orgánica

No.	Descripción	x	y
1	Aso Agrop Tierra Nueva	688310	10002918
2	Aso Agrop Artesanal	687777	10006499
3	Aso 10 de Agosto	698344	10002651
4	Aso Agro Indust San Francisco del Silanche	697234	10017588
5	Aso Agro Artesa Nueva Esperanza	698486	10007753
6	Aso Agrop Occidental Uno	697732	10026701
7	Aso Producción agrícola Pecuaria Nuevo Ecuador	704036	10030308
8	Asoprocafina	705220	10026397
9	Aso Agrop El Progreso	701934	10015661
10	Aso Productores de Abono orgánico	696375	10027610
11	Aso 8 de Septiembre	698463	10013473
12	Carmelina Vengoa Chávez	698452	10013723
13	Asociación Agropecuaria San Francisco de la Caoni	703600	10001588
14	Asociación Productores de Cacao De Puerto Quito	689766	10009276

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Unidad de cuencas hídricas GADMCPQ

La elaboración del abono orgánico mediante el uso de microorganismos eficientes parte de la recolección selectiva de desechos sólidos (orgánicos, reciclables y no aprovechables) a nivel de los domicilios realizada por parte de la Municipalidad de Puerto Quito. Los desechos orgánicos son clasificados para eliminar los plásticos, papeles u otros residuos que no tengan la característica orgánica, luego de lo cual son triturados (máquina picadora) para tener una materia prima con tamaño adecuado y homogénea, y además para que el proceso de descomposición se reduzca de dos a un mes (entre mayor superficie de contacto tengan los microorganismos, los materiales se degradan más rápido). Luego de la trituración se transportan los desechos mediante una pequeña cargadora hacia la planta de biodegradación para el aireado y la adición de las bacterias.

Luego de transcurrido un mes se tendrá el producto, el cual debe ser tamizado, adicionado fosforo (en caso de ser necesario) y luego empacado en pequeñas fundas plásticas o en sacos de 40 Kg. Finalmente, el abono orgánico

empacado será almacenado hasta ser transportado para el uso de miembros de la asociación o para su comercialización.

Etapas del proceso de biodegradación: El proceso se caracteriza por el predominio de metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40° C) con etapas termogénicas (40-75° C), con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Durante la evolución del proceso se produce una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales, estableciéndose efectos sintróficos y nutrición cruzada.

Adición de microorganismos: Sin la adición de microorganismos la fermentación es muy lenta, al realizarla de manera espontánea, por la escasa presencia de microorganismos en los desechos orgánicos.

En Japón el Bokashi comercial utiliza preparados microbianos como inóculo en lugar de suelo. Es posible coleccionar y cultivar los microorganismos en la finca o comprar preparados microbianos.

Es necesario considerar que microorganismos tales como bacterias y hongos están presentes naturalmente en los materiales. Sin embargo, para reforzar y estandarizar la carga de microorganismos benéficos se realizará la adición del producto comercial. El EM contiene en forma coexistente varios tipos de microorganismos benéficos tales como bacterias ácido-lácticas, bacterias fototrópicas y levaduras, los cuales llevan a cabo diferentes funciones en medios tanto aeróbicos como anaeróbicos (Okumoto 2002)

Refinación: No todo el material que entra al sistema se biodegrada con la misma velocidad. Muchos materiales requieren por su estructura física y composición química mayores tiempos para perder su morfología inicial. Por esta razón, es posible que juntamente con el Bokashi, se presenten restos de materiales en distintas etapas de biodegradación. Además, es posible que el producto final contenga componentes inorgánicos debido a que es difícil lograr una eficacia total en el proceso de clasificación.

Para lograr un Bokashi atractivo para ser comercializado el mismo debe presentar una granulometría adecuada y homogénea y estar libre de elementos orgánicos o inorgánicos que dificulten su aplicación. El procedimiento de tamizado puede realizarse de manera manual o mecánica. La separación granulométrica por cribado es la menos costosa y la que ha dado mejores resultados. El tamaño de malla de la criba dependerá de la granulometría que se desea obtener, para usos agrícolas se recomiendan mallas de 1 x 1 cm.

Empaque: El Bokashi empacado tiene más valor que a granel, además de ser más atractivo para el cliente. Finalizado el proceso de refinación, es conveniente empaclar el producto final.

- Factores para considerar durante el proceso

A continuación, se describen algunas características relevantes de los residuos que inciden en forma directa en la evolución del proceso y en la calidad del producto final.

- a) Relación entre carbono y nitrógeno de la materia prima. La relación C/N expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Una relación C/N óptima del material fresco es de 25 unidades de carbono por una unidad de nitrógeno.
- b) Acidez (pH): El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, aunque existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante, un pH cercano al neutro asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.
- c) Humedad: El agua actúa como medio para que se lleven a cabo gran parte de los procesos biológicos en la naturaleza, los cuales aumentan cuando el medio está saturado de humedad.

- d) Porosidad, textura, estructura y tamaño de las partículas: Estas peculiaridades de los materiales tienen influencia directa en la aireación. La porosidad determina el flujo de aire, la cual a su vez es determinada por el tamaño de las partículas. Partículas largas y uniformes incrementan la porosidad.
- e) Temperatura: Una vez que los materiales son colocados en pila, la temperatura comienza a incrementarse gradualmente hasta 60° centígrados.
- f) Aireación: El proceso consume grandes cantidades de oxígeno, sobre todo en las etapas iniciales, que es cuando los materiales están siendo rápidamente metabolizados por los microorganismos. Esto se evidencia con el incremento de la temperatura, por lo que la necesidad de oxígeno también aumenta para satisfacer la demanda microbiana. De acuerdo con NRAES (1992), la mínima concentración de oxígeno dentro de los espacios porosos de los materiales debe ser del 5%.

Es importante mencionar que, por la naturaleza de las organizaciones, no se requiere mano de obra calificada para el proceso productivo, excepto el caso de la administración. Para las labores productivas, se cuenta únicamente con mano de obra disponible de la comunidad en donde se localiza el proceso.

A continuación, se muestra mediante un diagrama de flujo el proceso de elaboración del abono orgánico mediante el uso de microorganismos eficientes:

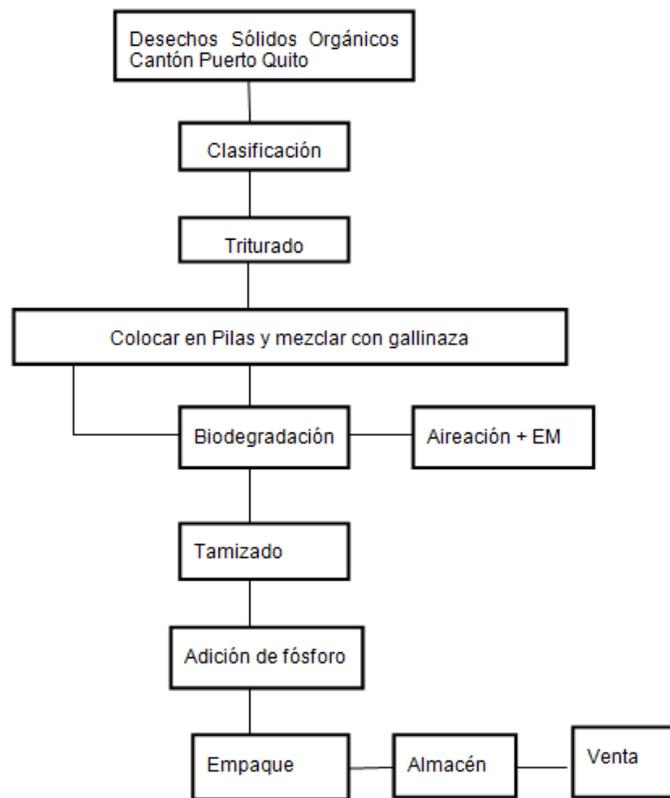


Figura 6.2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de abono orgánico
Fuente: Unidad de cuencas hídricas GADMCPQ

6.4.2. Aprovechamiento de material inorgánico – Galpón de reciclaje complejo Ambiental Puerto Quito

Para el tratamiento de los desechos inorgánicos la municipalidad cuenta con un galpón de estructura metálica y pisos de hormigón de 372.35 m² dentro del denominado “Complejo Ambiental”; aquí los camiones arriban a través de la báscula para registrar su peso diario para ingresar a la zona de descarga. Allí, con la ayuda de la mini cargadora lo residuos son dispuestos por sobre una tolva, la cual dirige el material a un tambor o trómel con el fin de homogenizar y romper las fundas que contienen el material aprovechable. Luego para a un sistema de bandas transportadoras donde de manera manual 4 operadores seleccionan materiales conforme los siguientes grupos:

- Papel
- Cartón
- Chatarra
- Plásticos en general
- Botellas tipo PET
- Vidrio

Adicional a aquello se cuenta con cubetos para el almacenamiento de los residuos separados de la banda transportadora; un compactador para prensar materiales como el cartón y papel, y un molino de vidrio para las botellas de este material.



Ilustración 4. Sistema de selección de material reciclable.

Cabe mencionar que la clasificación podría hacerse más minuciosa separando mejor cada uno de los subproductos, pero para el mercado local de compra venta de material reciclable no representa rentable separar más a fondo cada tipo de material ya que no hay tecnología para su proceso. Un claro ejemplo es el vidrio, ya que separándolo según el color se pueden obtener mejores precios por su venta; pero la tecnología local da para que se mezcle todo tipo de vidrio para procesarlos en conjunto.

6.5. Disposición final

6.5.1. Celda de disposición final

Una vez ejecutados los diferentes programas de aprovechamiento de residuos sólidos existe un remanente de desechos que no son aptos para su reutilización o re inserción en otro proceso; de tal forma, el proyecto “Complejo Ambiental Puerto Quito” cuenta con un espacio para la disposición final de los desechos el cual consiste en un cubeto cubierto con geomembrana de polietileno de alta densidad con un espesor de 1 mm con traslapes termosellados. El método constructivo para este componente es el denominado “vaguada o depresión” que se aplica justamente por las condiciones topográficas del sitio y para optimizar la conformación de las futuras terrazas que serán de manera secuencial y en forma escalonada precautelando los respectivos taludes y bermas de estabilización.

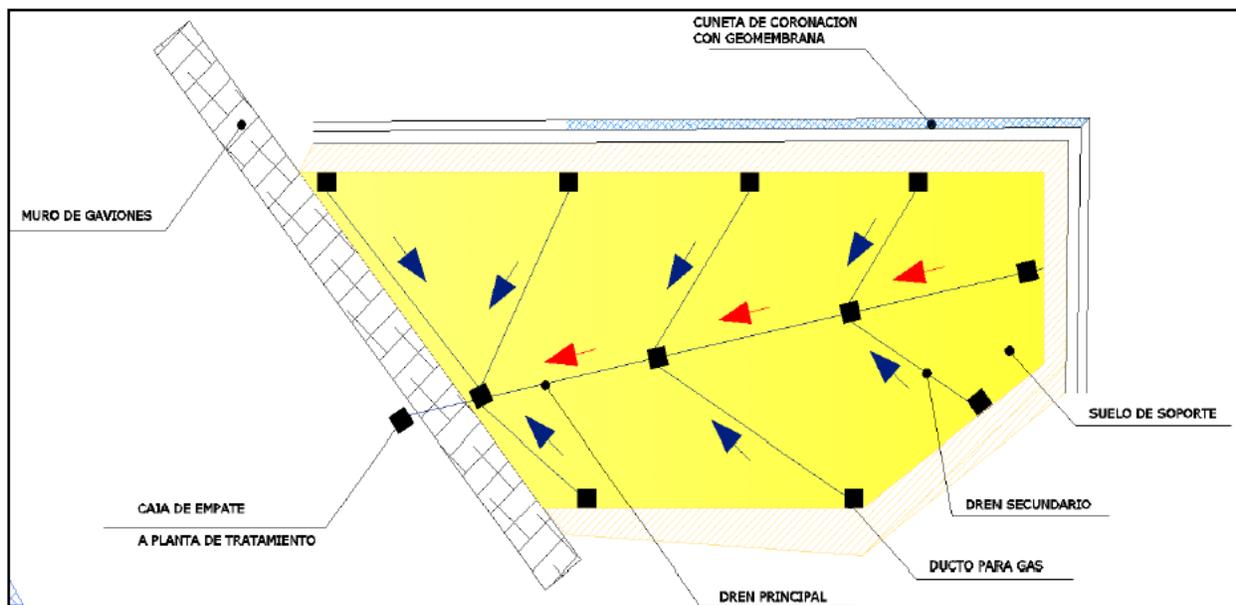


Figura 6.3. Conformación de la celda de disposición final Complejo Ambiental "Puerto Quito"

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

Para evitar posibles deslizamientos de las paredes del suelo que rodean a la primera terraza, los taludes conformados tienen una relación 1:1 (H:V). Para la evacuación del biogás generado en el interior de la masa de basuras, producido por la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos, se han construido 11 cajas de ductos de gas que se nacen en el suelo de soporte y se conectan al sistema de drenes de lixiviados.

La recolección de lixiviados en la celda de disposición final debe contar con un sistema de captación y evacuados hacia un sistema de tratamiento con la finalidad de evitar contaminar cuerpos hídricos cercanos, así como evitar el acumulamiento de estos y que se generen posibles deslizamientos. Sobre el actual suelo de soporte existe una línea de dren principal y 7 drenes secundarios en forma de espina de pescado orientadas a 45 grados respecto del dren principal. La tubería principal de tipo PVC perforada tiene un diámetro de 400 mm; en tanto que los drenes secundarios son de tipo PVC con un diámetro de 200 mm. Las zanjas de estos drenes están rellenas con piedra de río cuyo diámetro oscila entre los 10 y 15 cm.

Los drenes de recolección de lixiviados, principal y secundarios, serán recolectados, a través de “cajas de empate de drenes”, para posteriormente ser conducidos al sistema de almacenamiento y tratamiento.

Para evitar que las aguas de escorrentía superficial ingresen a la masa de residuos, sean construido en dos caras laterales del perímetro de la terraza una cuneta de coronación que tiene un ancho de 1m por una profundidad de 0,70 m. El área revestida con geomembrana de polietileno de alta densidad de 1 mm de espesor está incompleta alrededor de las caras de la cuneta de coronación.

La celda de disposición final cuenta con una altura promedio de 2 metros, con un área de 2542 metros cuadrados; teniendo así 6013.580 metros cúbicos de capacidad o volumen. En este espacio se disponen los desechos sólidos los cuales con la ayuda de un tractor y una mini cargadora marca NEW HOLLAND, estos son tendidos, compactados y cubiertos por material de cobertura, en este caso arena.

6.5.2. Planta de tratamiento de lixiviados

Para el tratamiento de lixiviados primeramente se cuenta con una caja de entrada, La estructura se encuentra ubicada entre la celda de disposición final de residuos sólidos y las lagunas de tratamiento. El ingreso de caudal es por una tubería PVC corrugada de 400 mm de diámetro con longitud de 30 metros. Esta tubería atraviesa por un paso elevado metálico sobre una quebrada estacional que se encuentra a una profundidad media de 6 metros. La caja está construida de hormigón armado y conformada internamente con una estructura repartidora de caudales que orientara los caudales hacia las lagunas de tratamiento y en caso de un exceso del efluente, estas irán a la laguna de tormenta, para ello se deben instalar dos compuertas que permitirá controlar el ingreso hacia cada

Existen 3 piscinas de depuración y regulación de lixiviados, son de sección trapezoidal, con una capacidad de 204 m³. Cuentan con impermeabilización de una geomembrana de polietileno de alta densidad debidamente termosellados. Las dimensiones son las siguientes:

Tabla 6.7. Dimensiones de las lagunas de tratamiento de lixiviados.

Ancho mayor	11.00 m.
Ancho medio	8.00 m.
Ancho menor (base)	5.60 m.
Largo mayor	16.00 m.
Largo medio	13.00 m.
Largo menor	10.60 m.
Profundidad útil	1.20 m.
Borde libre	0.40 m.

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

La conexión entre la caja de entrada y la laguna de tormentas es a través de un tubo de PVC corrugado de diámetro 250mm en tanto que con las lagunas de tratamiento se da con un tubo de PVC corrugado de diámetro 300mm. La interconexión entre las diferentes lagunas es por medio de tubos de PVC de diámetro 250mm.

7. Descripción del sistema de gestión de residuos sanitarios peligrosos

7.1. Personal técnico operativo a cargo

El Municipio de Puerto Quito, por medio del Departamento de Gestión Ambiental ha promovido la introducción de un sistema de gestión integral de residuos sólidos, lo que incluye la gestión de desechos hospitalarios y/o especiales de los establecimientos de salud que operan dentro de la jurisdicción cantonal.

El personal encargado de la prestación del servicio es la Unidad de saneamiento ambiental, dirigida por un ingeniero ambiental el cual se encarga de dirigir el servicio, mientras que la ejecución del este la realizan 2 operadores (un chofer y una persona encargada del proceso de recolección)

Del personal operativo a cargo, conformado por dos trabajadores municipales un chofer del automotor y un recolector de residuos; uno se encuentra capacitado curso básico obligatorio para conductores de vehículos que transportan materiales peligrosos establecido por el Ministerio de Ambiente. Estas 2 personas ejecutan el servicio de manera aleatoria, lo que quiere decir que las actividades de transporte y recolección son ejecutadas por cualquiera de ellos.

El servicio prestado es muy sencillo, mientras uno de los operadores acude a los centros de almacenamiento de desechos y realiza el pesaje diferenciado la otra persona registra los pesos en una matriz la cual es firmada por el usuario del servicio demostrando su conformidad.

En base a los registros la unidad de saneamiento ambiental emite un informe mensual con los pesos de los desechos gestionados a la unidad de rentas, la cual genera los títulos de crédito a los usuarios estimando un costo de \$2.78 por cada Kg de residuo recolectado.

7.2. Equipos, instalaciones y herramientas

Equipos de protección personal: El personal operario (chofer y recolector de residuos) dispone del equipo de protección personal adecuado, con la finalidad de mitigar posibles impactos sobre la salud de los funcionarios y lograr desarrollar adecuadamente el proceso de gestión de los residuos peligrosos. Ellos emplean un overol antifluido, zapatos de seguridad, lentes, respirados N95 con filtros removibles.

Balanza para el registro de pesos: La balanza con la que se realiza el servicio se entra calibraba según NORMA NTE INEN 1503:2013

Vehículo para el transporte: El Municipio de Puerto Quito, a través del Departamento de Gestión Ambiental, efectuó la compra de un vehículo para la recogida, transporte y disposición final de los residuos sólidos hospitalarios y/o especiales generados en los distintos centros de salud del cantón Puerto Quito.

El el vehículo recolector cuenta con certificado de operatividad del vehículo para el transporte de desechos hospitalarios la cual avala el cumplimiento de la Norma INEN 2255:2013, INEN 2288:2000, Decreto Ejecutivo No. 1215 Ed. Vigente, TULAS LIBRO VI parágrafo 2 artículo 168,169,170,171,172,173 modificado del 2015.02.13 y al instructivo técnico V-I-AT-11, el cual se ciñe a los lineamientos expuestos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17020:2013.

El vehículo recolector, cuenta con las siguientes características:

Tabla 7.1. Características del vehículo recolector de desechos peligrosos.

Vehículo		Furgón	
Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
MARCA:	CHEVROLET	MATERIAL:	Estructura Metálica
MODELO:	D-MAX CRD AC 3.0 CS 4X4 TM	DIMENSIONES:	Long. 2.45 m Ancho: 1,70 m Alto: 1,54 m
CHASIS:	DIESEL	LOGOTIPOS:	Norma INEN
MOTOR:	BLBETF4N2G0380250		
PLACA:	4JJ1NG9780		
CAP. MÁXIMA CARGA:	PMA-8002		
AÑO DE FABRICACION:	1,50 TON		
	2016		

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Certificación Veripet



Ilustración 5. Vehículo recolector de residuos peligrosos

Fuente: GADM de Puerto Quito.

Celda de disposición final: Una vez culminado el servicio de recolección los desechos son dispuestos en una celda especial para la disposición de desechos sanitarios peligrosos.



Ilustración 6. Disposición final de desechos sanitarios peligrosos.

Las dimensiones de la celda se pueden evidenciar en el siguiente plano:

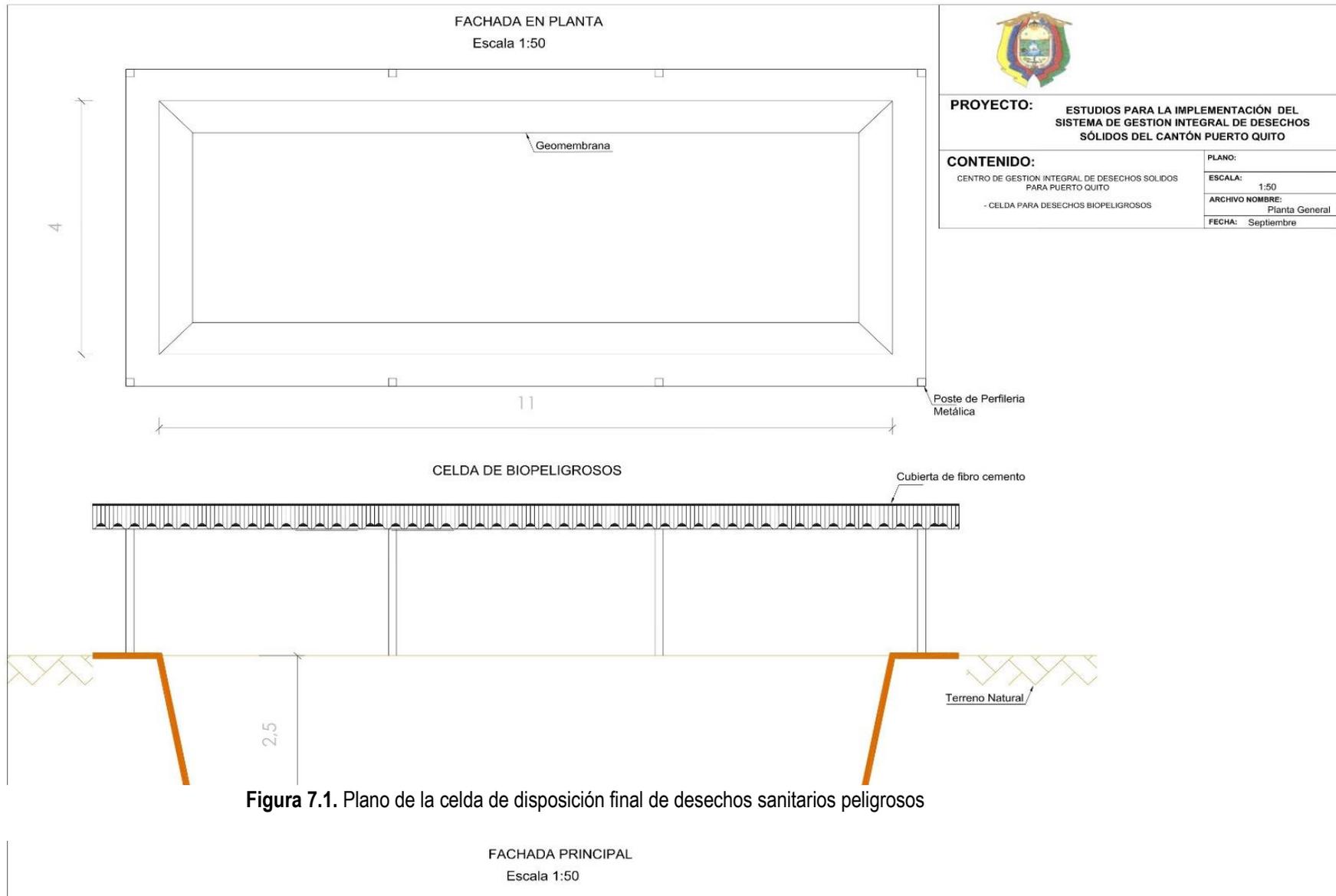


Figura 7.1. Plano de la celda de disposición final de desechos sanitarios peligrosos

Es importante mencionar que desde el año 2017 se han construido 2 celdas con el diseño del plano anteriormente mostrado; es decir, una de ellas ya se encuentra totalmente llena y cerrada.

7.3. Usuarios de servicio

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Puerto Quito viene desarrollando este sistema de gestión integral de residuos sólidos especiales y/o hospitalarios, desde el año 2017 hasta la actualidad. El número de establecimientos que reciben el servicio ha ido variando con los años, como se evidencia en el siguiente cuadro:

Tabla 7.2. Cantidad de usuarios del servicio a través del tiempo.

Año	N° de establecimientos
2017	17
2018	18
2019	16
2020	18
2021	18

Fuente: Dirección de gestión ambiental GADMCPQ

El presente diagnóstico situacional de la gestión de residuos sanitarios peligrosos del cantón Puerto Quito, se desarrolla en 15 establecimientos, los cuales cuenta con el servicio de recolección para este año 2021. Estos encuentran ubicados en diversos lugares dentro de la ciudad como también en los recintos pertenecientes al mencionado cantón. Entre los establecimientos donde se ejecuta este proceso tenemos los siguientes:

Tabla 7.3. Listado de usuarios del servicio de recolección de desechos sanitarios peligrosos.

Cod.	Establecimientos de salud	Ruc	Nombre comercial
1	Dirección distrital 17d12 - pedro Vicente Maldonado - Puerto Quito - San Miguel de los Bancos - salud	1768037540001	Sub centro de salud tipo c
2	Misión Pichincha Gestión social de la provincia	1768158840001	Centro de atención integral del CPDP
3	Lucin Burgos Luis Alberto	0906880463	Consultorio médico Jesús del gran poder
4	Chimbo Armijos Jaime Eduardo	1103382766	Consultorio médico familiar Dr. Jaime chimbo
5	Aguilar Bustos Esther Elizabeth	1204427809001	Laboratorio clínico Ana Loren
6	Dirección distrital 17d12 - pedro Vicente Maldonado - puerto quito - san miguel de los bancos - salud	1768037540001	Unidad de gestión social buenos aires
7	Instituto ecuatoriano de seguridad social IESS	1760004650001	Centro médico del seguro campesino agrupación los ríos
9	Armendáriz castro Jeannette Cecilia	1705005021001	Consultorio dental d "dental"
10	Eras Díaz Líbano Plutarco.	1760004650001	Consultorio dental Eras y Eras
11	Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón puerto quito	1760010700001	Unidad de gestión social puerto quito GADMCPQ
12	Instituto ecuatoriano de seguridad social IESS	1760004650001	Dispensario del seguro social campesino de piedra de vapor
13	Dirección distrital 17D12 - Pedro Vicente Maldonado - Puerto Quito - San Miguel de los Bancos - salud	1768037540001	Centro de salud la abundancia
14	Dirección distrital 17D12 - pedro Vicente Maldonado - puerto quito - San Miguel de los Bancos - salud	1768037540001	Centro de salud 29 de septiembre
15	Instituto ecuatoriano de seguridad social IESS	1768037540001	Centro médico del seguro campesino Puerto Rico
16	Dávila Moncayo Walton Marcelo	1000442952	Consultorio médico Dr. Dávila
17	Chimbo Puchaicela Telmo	1100105111001	Consulab
18	Rodríguez Fernández maría del Carmen	1756539241	Consultorio médico Dra. María del Carmen
19	Arguello Ana verónica	1716010242	Spa el roble

Fuente: Dirección de gestión ambiental GADMCPQ

7.4. Rutas y frecuencias de recolección

De manera general, todos los establecimientos reciben el servicio de recolección el último viernes de cada mes a excepción del centro de salud tipo C, el cual, por el volumen de desechos de generación tiene una frecuencia semanal

El servicio de recogida, transporte y disposición final de los desechos hospitalarios y/o peligrosos se desarrolla en horario matutino, iniciando su recorrido en los recintos ubicados en la zona sur del cantón, como son: Puesto de Salud 29 de septiembre, La Abundancia, Puerto Rico para luego acudir a los diferentes establecimientos de salud y médicos ubicados dentro de la cabecera cantonal. Seguidamente, el vehículo recolector se dirige hacia el Puesto de Salud Bueno Aires al norte del cantón, completando el servicio de recolección, por último, el vehículo recolector se dirige

hacia el relleno sanitario del Cantón Puerto Quito, ubicado en la vía hacia La Agrupación Los Ríos – La Occidental, para la disposición final y su respectiva gestión o manejo de los residuos.

8. Metodología

A través de este apartado se detallarán los fundamentos técnicos con los cuales se ha ejecutado el presente estudio.

8.1. Ejecución del plan de monitoreo del medio físico

Con el fin de determinar el cumplimiento de parámetros ambientales establecidos en la normativa ambiental nacional, se ejecutarán monitoreos por parte de laboratorios acreditados por el SAE (Sistema Ecuatoriano de Acreditación), para luego realizar un análisis del cumplimiento de parámetros con los diferentes límites máximos permisibles de la normativa, así tenemos:

8.1.1. Monitoreo de calidad de aire

Para determinar el nivel de perturbación de la matriz aire se ejecutaron 2 tipos de monitoreo: monitoreo de aire ambiente y monitoreo de fuentes fijas (chimeneas). En la siguiente figura se pueden mostrar la ubicación de los puntos de monitoreo dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito.

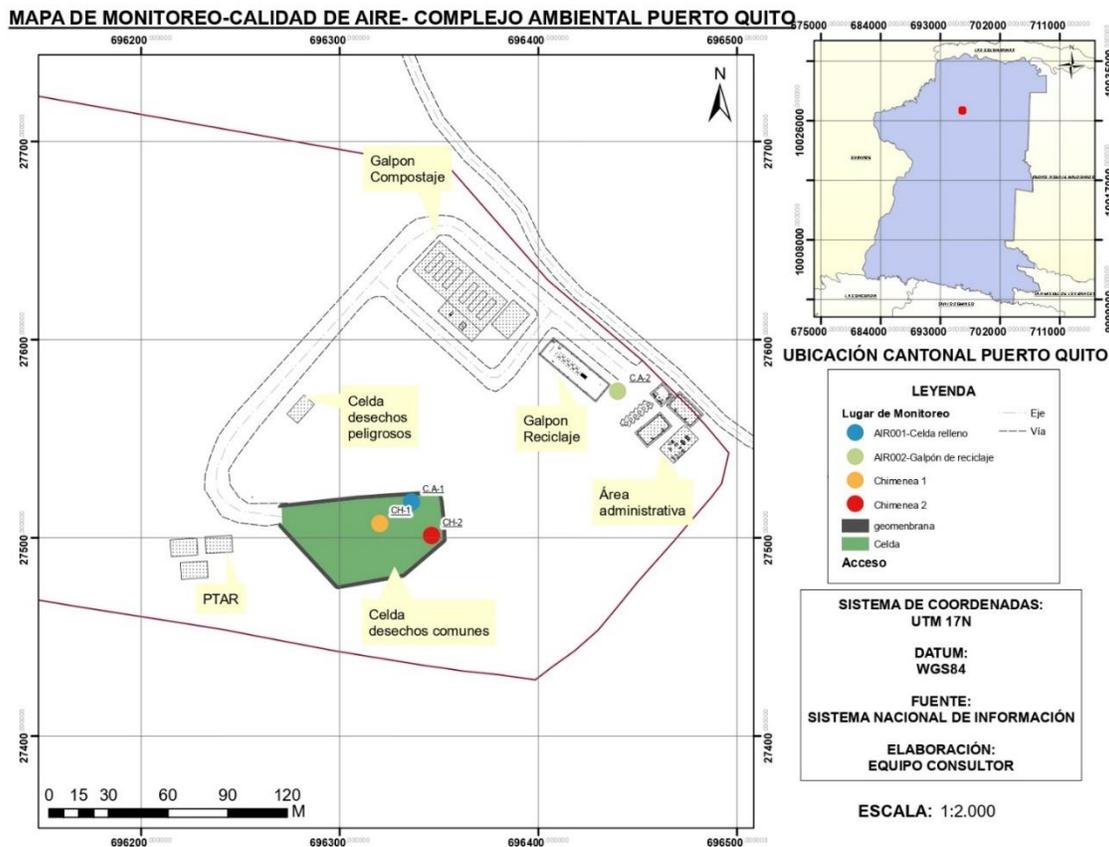


Figura 8.1 Mapa de monitoreos de calidad de aire ambiente y fuentes fijas

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

Así mismo, mediante la Tabla 8.1 se especifica la descripción del sitio de muestre, sus coordenadas y la normativa con la cual será evaluada:

Tabla 8.1. Monitoreo de aire ambiente y fuentes fijas a ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"

Código de muestra	Tipo de monitoreo	Descripción del sitio de muestreo	Coordenadas		Normativa de referencia
			X	Y	
C.A-2	Monitoreo de aire ambiente	Celda de disposición final de desechos	696336	27518	Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, anexo 4, a.m. 097, a.m. 061 que sustituye al LIBRO VI, TULSMA
C.A-1	Monitoreo de aire ambiente	Exteriores de la planta de reciclaje	696440	27574	Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, anexo 4, a.m. 097, a.m. 061 que sustituye al LIBRO VI, TULSMA
CH-1	Monitoreo de gases fuente fija	Chimenea celda de disposición final de desechos	696320	27507	Tabla 4 del Anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), del Acuerdo Ministerial 097-A. Se ha usado el tipo de Fuentes Fijas de Combustión Abierta
CH-2	Monitoreo de gases fuente fija	Chimenea celda de disposición final de desechos	696346	27501	Tabla 4 del Anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), del Acuerdo Ministerial 097-A. Se ha usado el tipo de Fuentes Fijas de Combustión Abierta

Elaborado por: Grupo consultor

8.1.2. Monitoreo de ruido

En cuanto a ruido, el plan de monitoreo ambiental propone la ejecución de ruido ambiental y monitoreo de ruido ocupacional de algunos espacios dentro de las inmediaciones del complejo como en las zonas aledañas. En la Figura 8.2 se muestra de manera gráfica la ubicación de los puntos de monitoreo de ruido a ejecutar

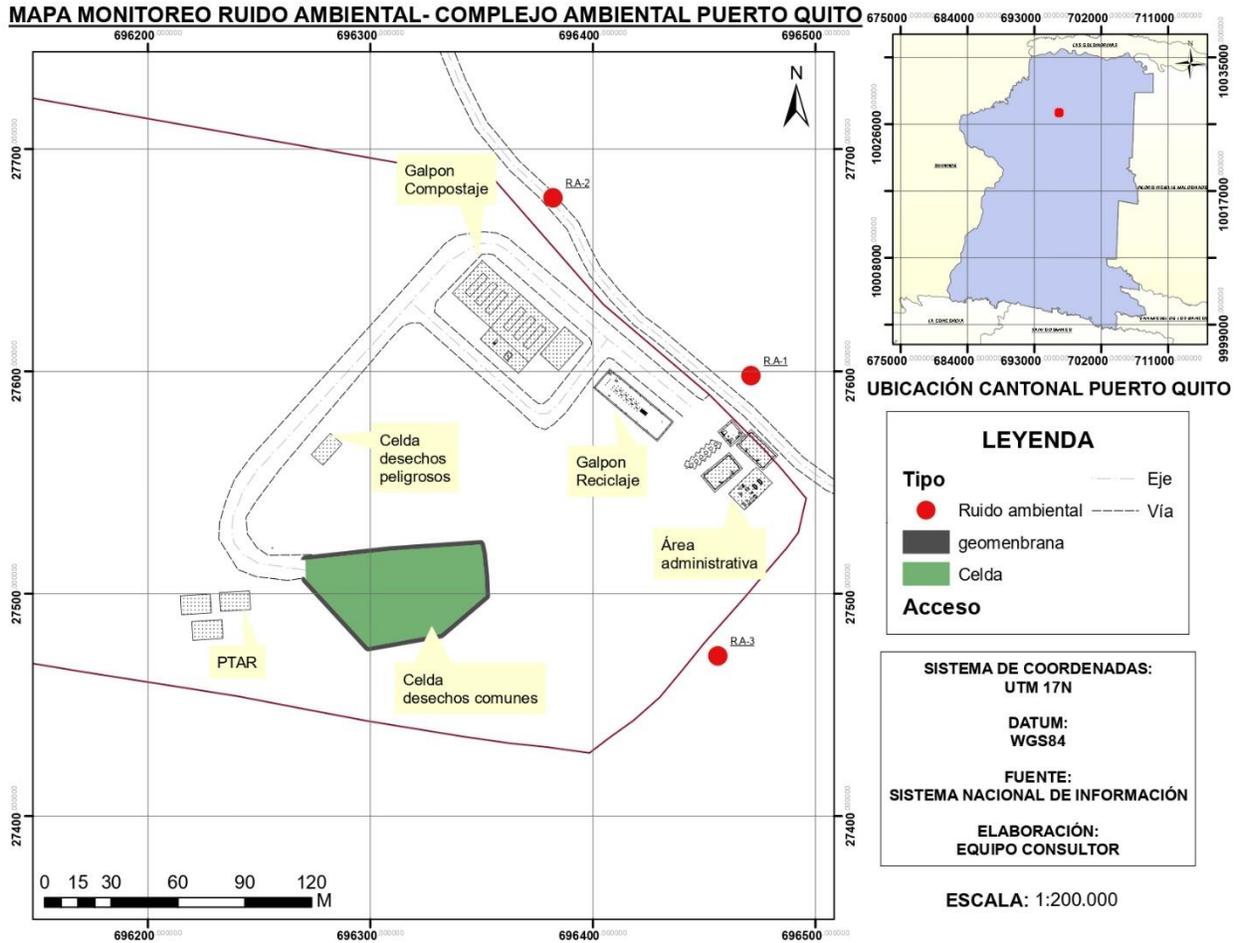


Figura 8.2 Mapa de monitoreos de ruido ambiental
Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

En la siguiente tablase detalla la ubicación exacta de los puntos de monitoreo, acompañadas de sus coordenadas, y la normativa local con la cual serán comparados los resultados

Tabla 8.2 Monitoreo de ruido ambiental y ocupacional ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"

Tipo de monitoreo	Ubicación del muestreo	Coordenadas		Tipo de monitoreo
		X	Y	
Monitoreo ruido ambiental diurno	Puerta principal de ingreso al relleno sanitario	696471	27598	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.
Monitoreo ruido ambiental diurno	Lindero vía al recinto "Agrupación los Ríos"	696382	27678	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.
Monitoreo ruido ambiental diurno	Lindero posterior vía a estero S/n	696456	27472	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.
Monitoreo ruido ocupacional	Celda de disposición final de desechos	696291	27510	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (Decreto2393), Art.55 Ruido y vibraciones, literal 7 (Reformado por el Art. 34 del D.E.4217, R.O.997,10-VIII -88). Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente: NPS (dA lento) es de 85dB con un tiempo de exposición para una jornada de 8 horas.
Monitoreo ruido ocupacional	Galpón de reciclaje	696418	27585	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (Decreto2393), Art.55 Ruido y vibraciones, literal 7 (Reformado por el Art. 34 del D.E.4217, R.O.997,10-VIII -88). Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente: NPS (dA lento) es de 85dB con un tiempo de exposición para una jornada de 8 horas.

Elaborado por: Grupo consultor

8.1.3. Monitoreo de calidad de suelo

El monitoreo de suelos propone 3 puntos de muestreo claves dentro del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito, los cuales se encuentran distribuidos en el siguiente plano:

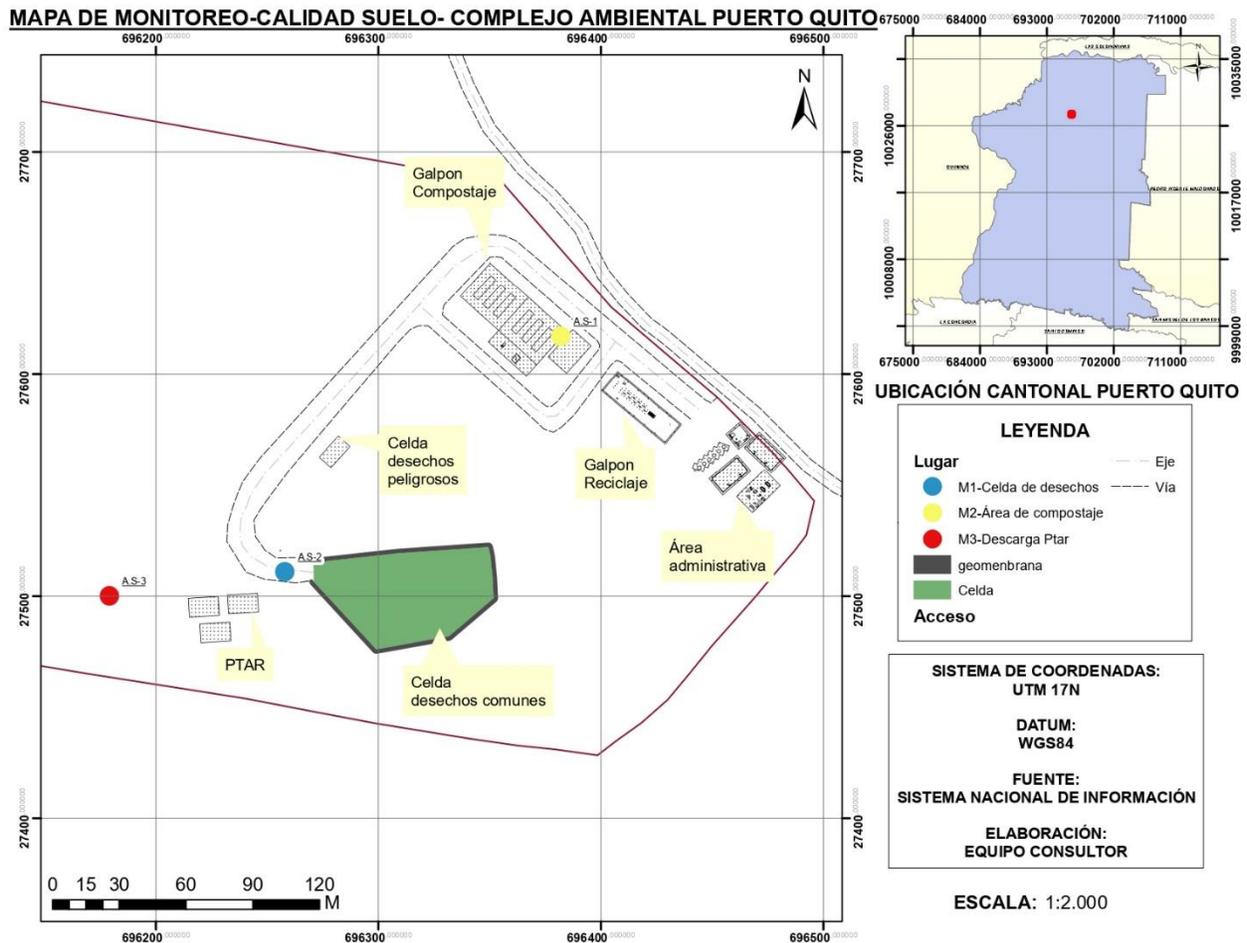


Figura 8.3 Mapa de monitoreos de calidad de suelo
Elaborado por: Grupo consultor
 (Software ArcGIS 10.3, 2015)

Conforme a la información previamente mostrada, en el siguiente cuadro se indica de manera mas específica el detalle de los puntos de muestreo de suelo y la normativa ambiental vigente para su evaluación, en este caso Criterios de Calidad de suelo de acuerdo con el Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente

Tabla 8.3 Monitoreo de calidad de suelo ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"

Tipo de monitoreo	Ubicación del muestreo	Coordenadas		Tipo de monitoreo
		X	Y	
Análisis de suelo	Área de compostaje	696382	27617	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente
Análisis de suelo	Celda de disposición final de desechos	696258	27511	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente
Análisis de suelo	Zona de descarga PTAR	696179	27500	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente

Elaborado por: Grupo consultor

8.1.4. Monitoreo de calidad de agua

El monitoreo de agua establece un total de 6 puntos de muestreo de aguas de todo tipo, agua de consumo, aguas de descarga y aguas naturales; las cuales han sido ubicadas conforme la Figura 8.4

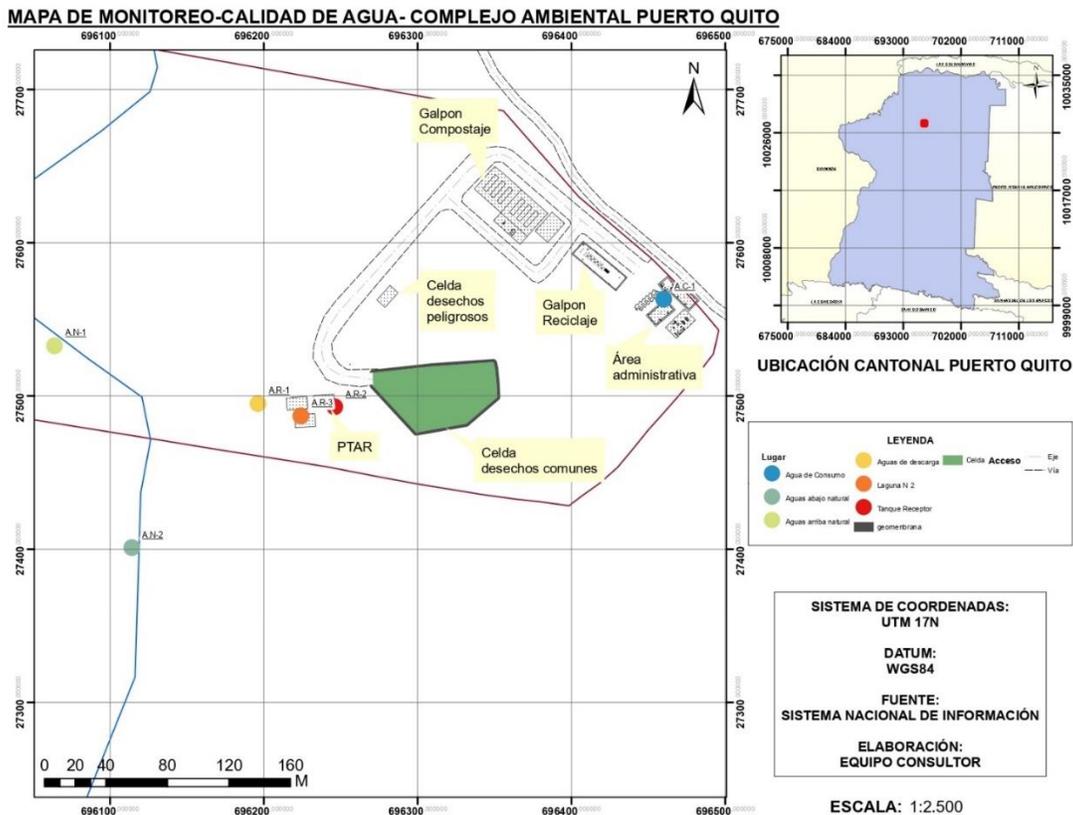


Figura 8.4 Mapa de monitoreos de calidad de agua natural y consumo

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGIS 10.3, 2015)

Para el monitoreo de calidad de agua, se han establecido una serie de puntos y diferentes normas para la evaluación del cumplimiento de parámetros ambientales establecidos en la normativa ambiental nacional, así tenemos:

Tabla 8.4 Monitoreo de calidad de agua a ejecutar dentro del complejo ambiental "Puerto Quito"

Tipo de monitoreo	Ubicación del muestreo	Coordenadas		Tipo de monitoreo
		X	Y	
Monitoreo de agua de descarga	Aguas arriba relleno sanitario	696199	27434	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
Monitoreo de agua de descarga	Aguas abajo Relleno Sanitario	695954	26702	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
Monitoreo de agua de descarga	Tanque receptor de lixiviados	696246	27493	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
Monitoreo de agua de descarga	Laguna 2 de tratamiento	696224	27487	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
Monitoreo de agua de descarga	Agua de descarga PTAR	696196	27495	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
Monitoreo de agua de consumo humano	Tanque de almacenamiento de agua de consumo	696460	27563	TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.

Elaborado por: Grupo consultor

8.2. Ejecución del plan de monitoreo biótico

8.2.1. Índices de biodiversidad

Para determinar los índices de diversidad de las especies vegetales y animales dentro del área de influencia del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito se han empleado índices de diversidad; los cuales se detallan a continuación.

8.2.1.1. índice de diversidad de Simpson

Es también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que permiten medir la riqueza de organismos. Además, es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat, este índice representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionado al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

La fórmula para el índice de Simpson es:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

- S:** es el número de especies
- N:** es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)
- n:** es el número de ejemplares por especie

8.2.1.2. índice de Shanon- Waever

Este índice se usa para medir la biodiversidad específica. Se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

- S:** es el número de especies
- P_i:** proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)
- n_i:** número de individuos de la especie
- N:** número de todos los individuos de todas las especies

8.2.2. Monitoreo de flora (diversidad vegetal)

Para determinar la diversidad vegetal se emplearon dos transectos de 250 metros de largo X 2 metros de ancho dentro del área del proyecto. La metodología de transectos lineales, ampliamente utilizada a nivel mundial, consiste en trazar recorridos en línea a través del área en cuestión, contando todas las especies de interés que sean observadas. Este método permite en forma rápida conocer la diversidad y especies dominantes del área. (Cerón C, 2002). Luego del análisis visual de la composición y estado del ecosistema se determinó que los parámetros útiles para el monitoreo son: composición florística, hábito, distribución, origen, uso y endemismo. Las muestras fueron identificadas en el campo, utilizando la naturaleza de los individuos y ciertas características fenológicas, así como la experticia del técnico.

La revisión de los nombres científicos de especie y género, de familias y órdenes, y su distribución, se hizo con la Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador, de de la Torre, L., Navarrete, P. Muriel M., M.J. Macía & H. Balslev (eds.), 2008; el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador, de Jorgensen & León – Yáñez (eds.), 1999; y, el Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador del Missouri Botanical Garden (2012) disponible en la página web

www.tropicos.org. Para las especies endémicas y en peligro, se consultó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia et al., 2000).

Los transectos cubiertos para este monitoreo se muestran a continuación:

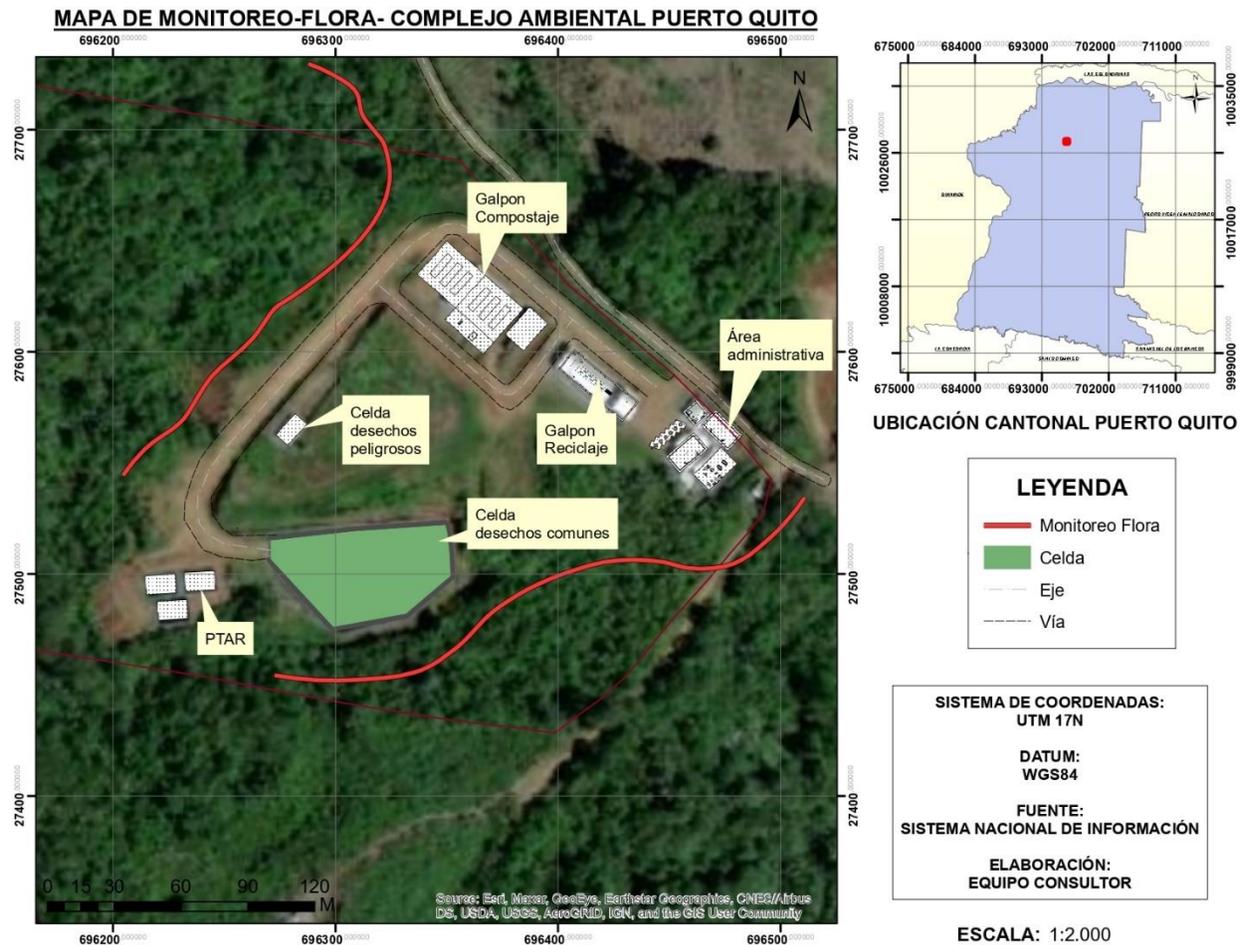


Figura 8.5. Transectos recorridos para el monitoreo de flora

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

8.2.3. Monitoreos terrestres

Conforme lo establecido en la norma técnica para la elaboración de estudios de impacto ambiental del ministerio de ambiente se han agrupado los monitoreos en 2 grupos como lo son: monitoreos bióticos terrestres y acuáticos. En la siguiente figura se muestran los transectos y/o puntos de para el monitoreo de mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna.

MAPA DE MONITOREO-FAUNA TERRESTRE- COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO

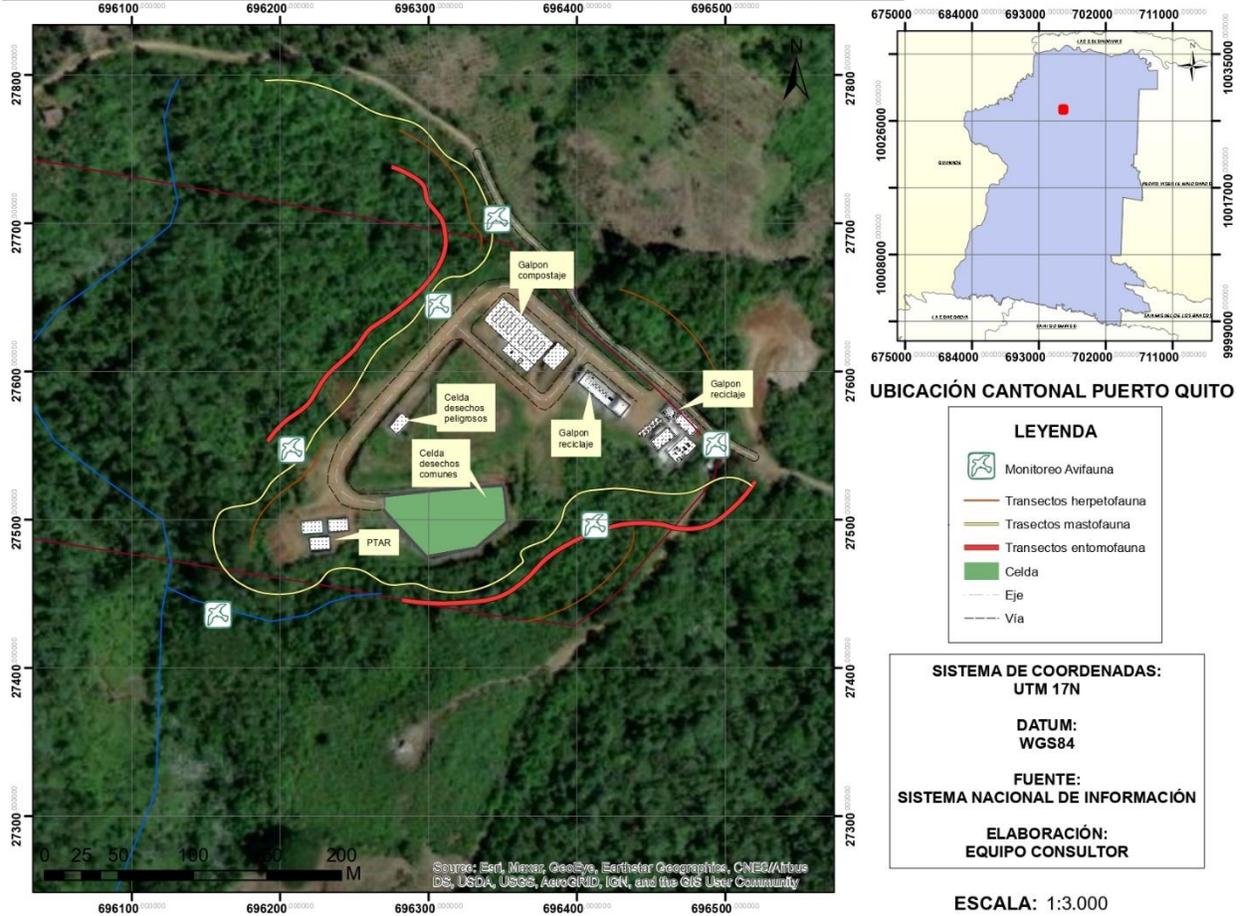


Figura 8.6. Ubicación de muestreos de fauna terrestre.
Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

A continuación, se muestra con mayor detalle las metodologías empleadas para el muestreo biótico de fauna terrestre:

8.2.3.1. Monitoreo de mastofauna

La metodología aplicada para el diagnóstico de la mastofauna se basó en algunos criterios establecidos en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre et al. 2002) y otros: Albuja (1983), Rodríguez-Tarrés (1987), Suárez y Mena (1994).

En este sentido, para el monitoreo de las mastofauna se estableció un transecto de 1000 metros de largo X 10 metros de ancho en donde se realizó observación directa, búsqueda e identificación de huellas y otros rastros. Se realizaron recorridos diurnos (15H00 a 18H00) durante tres días, con un total de 9 horas de esfuerzo de muestreo.

Además, como suplemento a la metodología antes mencionada se añadieron trampas cámara y trampas Havahart, las mismas que fueron colocadas durante dos noches.

Por otra parte, se realizaron entrevistas informales a cinco personas que viven en el sector, se utilizaron como material de ayuda dibujos y fotografías de mamíferos, con la finalidad de que los informantes identifiquen los animales conocidos por ellos. Los informantes fueron seleccionados en base a los criterios establecidos por Tirira (1999):

- Personas adultas o ancianos que han residido durante toda su vida o gran parte de ella en la zona de estudio.
- Campesinos con conocimientos de naturaleza.

8.2.3.2. Monitoreo de avifauna

Para obtener los listados de especies en la zona de estudio se utilizó el método de listas Mackinnon o listas de unidades fijas (Bibby et al. 2000). Este es uno de los métodos más utilizados en la evaluación ecológica rápida pues permite tener una idea general sobre la avifauna de la zona y así construir una línea base real del sitio. El método funciona de la siguiente manera: Un observador compila una lista con un número predeterminado de especies de aves. Al llegar a ese número se comienza con una nueva lista que contendrá el mismo número de especies. Una especie puede ser registrada solamente una vez dentro de una lista, pero puede ser anotada en una siguiente lista. Los registros pueden ser de individuos vistos o escuchados. Se establecieron seis unidades de muestreo dentro del proyecto. El horario establecido para el muestreo fue de 06H00 a 10H00 durante tres días, dando un total de 12 horas de esfuerzo.

Para la observación y registro de las aves se utilizó binoculares y cámara de fotos CANON 7D con lente de 600MM. Por último, para la respectiva identificación de las especies se utilizó la guía de campo para aves de Ridgely & Greenfield (2006) y la guía de aves del Bosque Protector Cerro el Paraíso de Félix (2013). Los puntos de observación se han establecido conforme la siguiente figura:

8.2.3.3. Monitoreo de herpetofauna

Para el monitoreo de herpetofauna se establecieron cuatro transectos con una longitud de 100 metros por 5 metros a cada lado. La colocación de los transectos fue determinada siguiendo tres recomendaciones dadas por Angulo et al. (2006): i) los transectos se emplazaron siguiendo la gradiente de mayor variabilidad y; ii) estuvieron dispuestos en contra de la pendiente y evitando las cotas de nivel. En cada transecto se realizaron recorridos durante 60 minutos en un horario de 19H00 a 22H00 por dos días con un total de seis horas de esfuerzo efectuando búsquedas minuciosas a una velocidad constante registrando todos los individuos de anfibios y reptiles vistos y escuchados (Jaeger 1994; Icochea et al. 2001).

Además, se realizaron relevamientos por encuentros visuales (REV), esta técnica consiste en búsquedas limitadas por unidad de tiempo intentando abarcar todos los tipos de hábitats disponibles; esta metodología es útil para determinar tanto riqueza como abundancia por unidad de tiempo, y es eficiente principalmente para registrar especies grandes y diurnas, generalmente lagartijas y serpientes (Angulo et al. 2006). Los REV se realizaron en recorridos durante el día entre las 10H00 y 12H00 del día durante dos días con un total de 4 horas de esfuerzo.

No se colectaron especímenes por lo que la identificación se la realizó directamente en el campo, las especies que fueron difícil de identificar fueron fotografiadas y posteriormente con la ayuda de las guías de anfibios y reptiles del Ecuador se procedió a la identificación.

8.2.3.4. Monitoreo de entomofauna

Para la obtención de los registros de entomofauna se estableció dos transectos de 250 metros de largo por 1 metro de ancho, mismas que estuvieron ubicadas en el área de influencia del proyecto. El horario de muestreo fue desde las 10H00 a 12H00 pm por tres días, con un total de 6 horas de esfuerzo. Es importante mencionar que durante el monitoreo no se capturaron individuos para colectar por parte del equipo consultor.

La metodología utilizada fue de búsqueda directa cubriendo toda la longitud del transecto. Para esta metodología se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Revisar bajo la corteza de los árboles o sobre cortezas que se encuentren sueltas ya sea en árboles muertos como en pie.
- Bajo troncos, piedras, desechos de materiales u otros objetos que encontremos sobre el suelo o vegetación: estos se voltean con mucho cuidado para poder observar tanto sobre la materia y la superficie.
- Troncos descompuestos: Muchos insectos se refugian o se desarrollan en el interior de éstos.
- Sobre las flores: una gran cantidad de insectos son asiduos visitantes de éstas.

8.2.4. Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos

Se empleó la técnica estandarizada de patada empleando una red D net de 25 x 25 cm con una malla de apertura de 250 µm y en un área de 0.1 m².

La técnica consiste en introducir la red al fondo del río en sentido contrario a la corriente de agua, mientras por delante el operador procede a remover y golpear el sustrato dinámicamente con los pies durante un minuto aproximadamente (Barbour et al. 1999). Una vez recogido el sedimento, se lo coloca en fundas ziploc; esto se hizo para cada punto de muestreo. Con ayuda de agua, se remueve todo el sedimento sobrante en la red hasta que esté totalmente limpia.

Luego se coloca el contenido de la funda en una bandeja para realizar su respectiva limpieza; se separa a los macroinvertebrados de los otros animales con la ayuda de una pinza entomológica. Los especímenes separados se colocan en frascos previamente etiquetados con alcohol al 90% para cada una de las muestras.

En el siguiente mapa se pueden evidenciar la ubicación de los muestreos de macroinvertebrados acuáticos ejecutados con respecto al entorno del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito:

MAPA DE MONITOREO-FAUNA ACUATICA- COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO

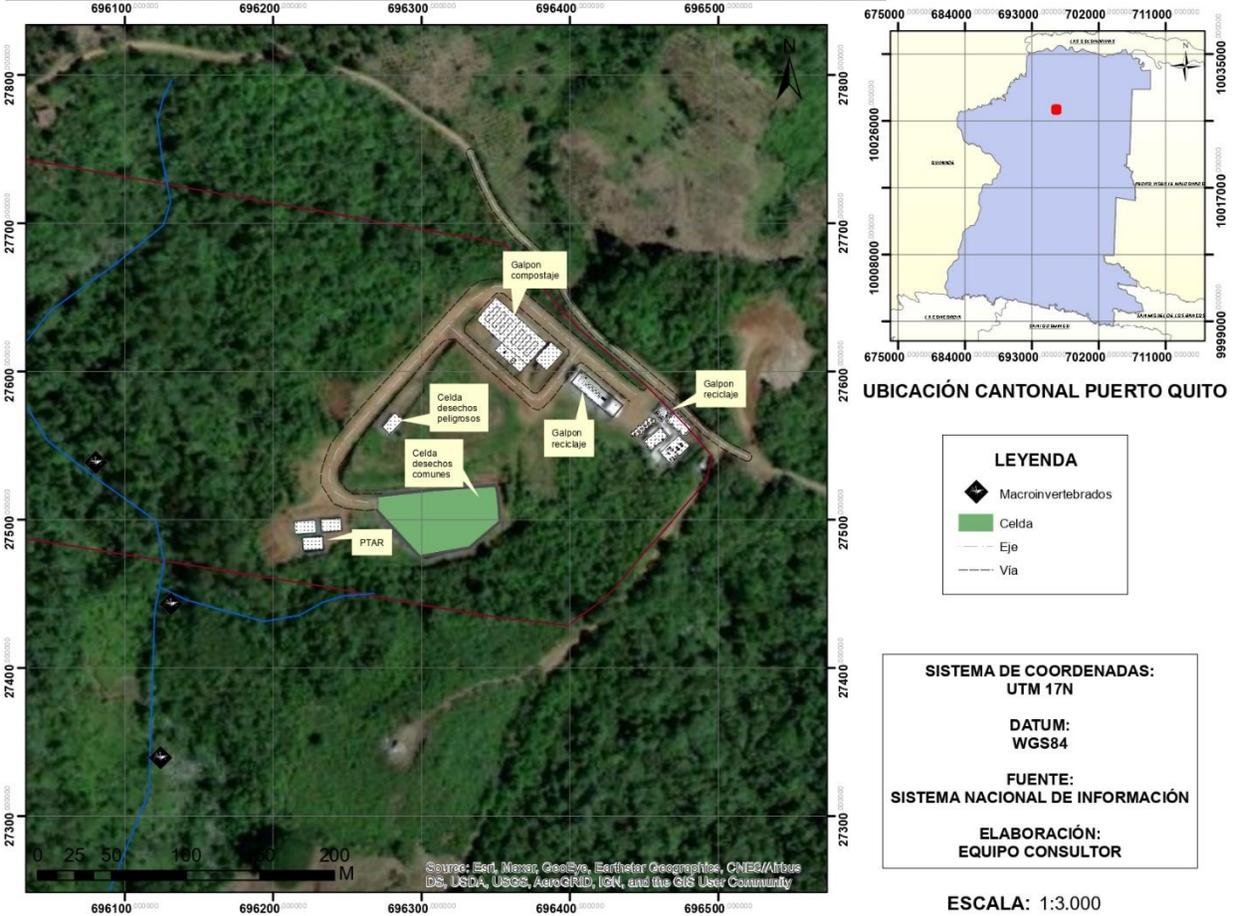


Figura 8.7. Ubicación de puntos de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

En este monitoreo se calculó además el índice de monitoreo biológico BMWP se basa en la designación de valores a las familias de especies con cierta sensibilidad ambiental, agrupadas de acuerdo con el puntaje designado; así: a las especies indicadoras de aguas limpias se les otorga un valor de 10, y el mínimo valor de 1 a las especies características de sitios con máximo estado de contaminación.

Para realizar este análisis, los biólogos investigadores pueden emplear el BMWP aplicado en España, por Alba-Tercedor & Sánchez – Ortega (1988), así como los índices adaptados para Colombia, por Zamora, H. (1999) y Roldán, G. (1996); en cualquiera de los casos, las familias han sido agrupadas en diez categorías de acuerdo con la puntuación o valencia ecológica, del 1 al 10, variando la organización de las familias por orden en cada categoría, con la finalidad de facilitar la identificación en campo o en laboratorio. El valor del índice BMWP de una muestra en análisis, se obtiene al sumar los puntajes de las familias registradas, de acuerdo con la puntuación dada en la siguiente tabla.

Tabla 8.5. Puntuación dada para las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos acuáticos para el índice BMWP/Colombia

Familias	Puntuación
Perlidae, Oligoneuriidae, Euthyplociidae, Polymtarcyidae, Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Polythoridae, Bhepharoceridae, Unionidae, Lymnessiidae, Hidridae.	10
Leptophlebiidae, Efemeridae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae, Gyrinidae, Scirtidae, Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae, Simullidae, Gordiidae, Chordodidae, Pyralidae, Ampullariidae, Hirudinae.	9
Baetidae, Caenidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae, Dytiscidae, Dryopidae, Lestidae, Calopterygidae, Pleidae, Saldidae, Gerridae, Vellidae, Hebridae, Dixidae, Palaemonidae, Pseudothelphusidae, Chilinnidae.	8
Tricorythidae, Leptohyphidae, Polycentropodidae, Elmidae, Staphylinidae, Aeshnidae, Naucoridae, Notonectidae, Mesovellidae, Corixidae, Psychodidae, Ancyliidae, Planorbidae, Melaniidae, Hydrobiidae, Neritidae.	7
Limnichidae, Lutrochidae, Libellulidae, Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae, Nepidae, Dolichopodidae, Corydalidae, Sialidae, Atyidae, Hyalellidae, Planariidae.	6
Chrysomelidae, Haliplidae, Curculionidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Thiaridae.	5
Hydrophilidae, Noteridae, Hydraenidae, Noteridae, Tipulidae, Ceratopogonidae, Lymnaeidae, Sphaeridae.	4
Culicidae, Muscidae, Sciomizidae, Physidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae.	3
Chironomidae, Ephydriidae, Stryphidae, Haplotaxida (todas las familias excepto turbifex).	2
Tubificidae (Turbifex)	1

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: (Zamora, 1999)

Una vez aplicado el Índice BMWP adaptado para Colombia por Zamora (1999), se procede a la interpretación de los valores obtenidos, aplicando la Escala de valoración e interpretación del índice BMWP adaptada para Colombia por Zamora (1999). En esta escala se presentan seis (6) clases, de acuerdo con los rangos y niveles de calidad del agua natural, según el puntaje obtenido en la sumatoria de las diferentes valencias bioindicadoras para las familias que constituyan la muestra analizada; además, para cada clase o tipo de agua según su calidad, se definen sus características, y finalmente se le asigna el color a utilizar cuando sea necesario incluir el cartografiado de la calidad biológica. En comparación con el BMWP aplicado en España, por Alba- Tercedor & Sánchez – Ortega, (1988), y el adaptado por Roldán (2003), en este caso, se amplía el rango de cada categoría y se adiciona una clase más de agua, en razón a la mayor diversidad de macroinvertebrados encontrados en Colombia.

Tabla 8.6. Escala de valoración e interpretación del índice BMWP

Clase	Rango	Calidad	Características	Color Cartográfico
I	≥121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101-120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36-60	Dudosa	Aguas Contaminadas	Amarillo
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤15	Muy Crítica	Aguas Fuertemente contaminadas	Rojo

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: (Zamora, 1999)

Sensibilidad y familias indicadoras

De acuerdo con el Índice BMWP/Col, se considera que, los géneros pertenecientes a familias con puntuación de 8 a 10 tienen alta sensibilidad; entre 4 y 7 media sensibilidad, y de 1 a 3 baja sensibilidad (Roldan, 2003).

8.2.5. Inventario de recursos forestales

Para poder desarrollar el inventario forestal, se llevó un proceso metodológico distribuido en dos etapas, las cuales constan de una fase de campo y otra de gabinete. De esta forma, con los datos tomados en campo e información bibliográfica se desarrolló cada uno de los objetivos descritos anteriormente.

La revisión de los nombres científicos de especie y género, de familias y órdenes, y su distribución, se hizo con la Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador, de de la Torre, L., Navarrete, P. Muriel M., M.J. Macía & H. Balslev (eds.), 2008; el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador, de Jorgensen & León – Yáñez (eds.), 1999; y, el Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador del Missouri Botanical Garden (2012) disponible en la página web www.tropicos.org. Para las especies endémicas y en peligro, se consultó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia et al., 2000).

8.2.5.1. Fase de campo

En cuanto a la toma de datos en el nuevo relleno, se realizó cuatro parcelas de 400 m² c/u, colocadas aleatoriamente dentro de las 16 hectáreas de extensión del relleno sanitario.

Además, se procedió a identificar las especies arbóreas con un diámetro mayor o igual a 5 cm de DAP, dándole una codificación a cada uno de ellos, utilizando una secuencia de números comenzado desde el 1 hasta n, finalmente los árboles inventariados fueron marcados con color rojo en parte baja del fuste.

La distribución de las parcelas dentro del relleno sanitario se la puede observar en la siguiente figura.

MAPA DE MONITOREO- INV. FORESTAL- COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO

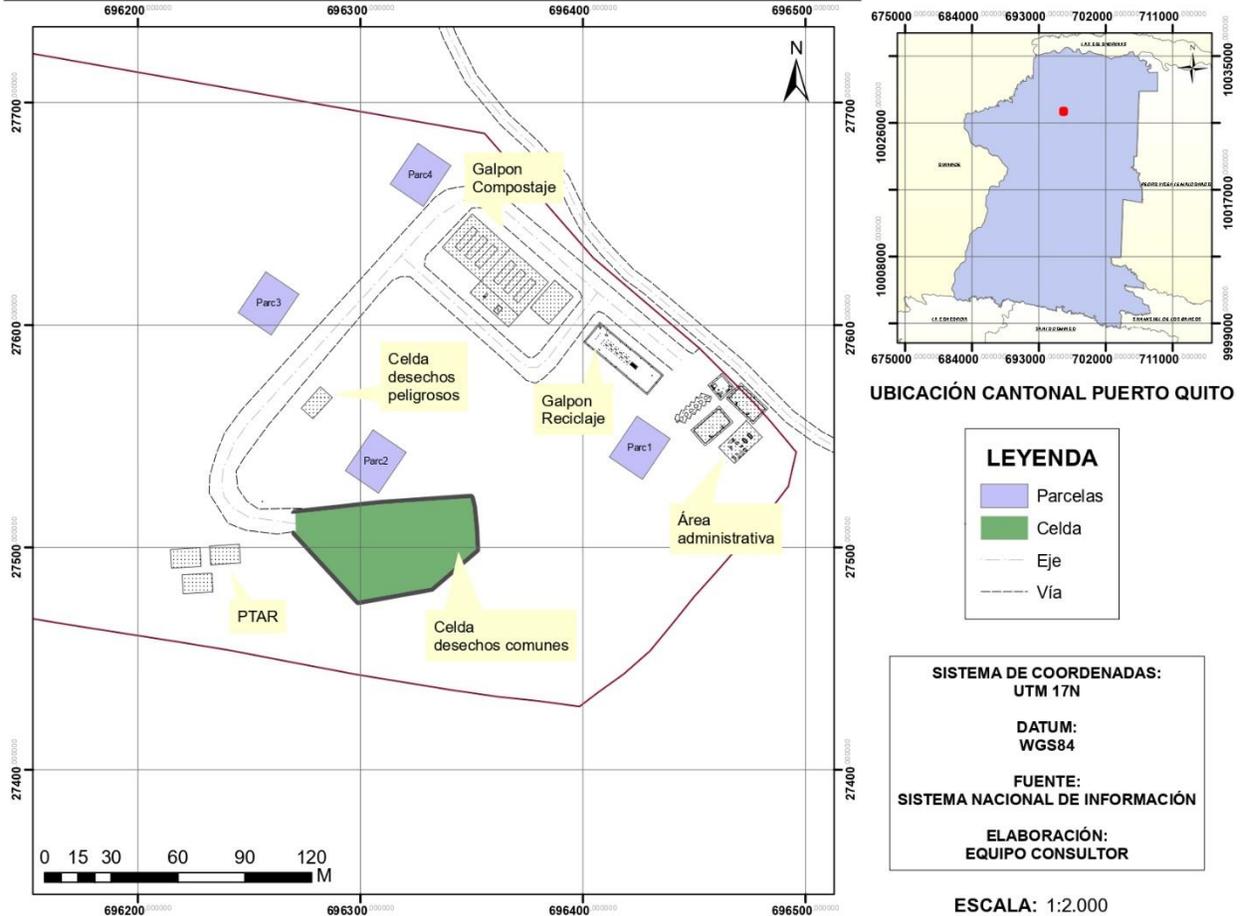


Figura 8.8. Distribución de parcelas para elaboración del inventario de recursos forestales

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

8.2.5.2. Materiales – fase de campo

Para la fase de campo se utilizaron los siguientes materiales:

- Cinta métrica de 30 metros
- Cinta diamétrica
- Machetes
- Piola de 60 m
- GPS diferencial
- Latas de aerosol de color fuerte
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

8.2.5.3. Fase de gabinete

Con los datos recolectados de campo se procedió a sistematizar la información, para el caso de especies forestales no identificadas con su nombre científico en el campo se tomaron fotografías y se las registraron dentro del inventario. Los nombres comunes y científico registrados en el campo fueron verificados con el Catálogo de plantas del Ecuador y la base de datos del Ministerio del Ambiente.

8.2.5.4. Diagnóstico cuantitativo

Para la elaboración del estudio de la vegetación arbustiva y arbórea dentro del área del nuevo relleno sanitario, se realizó un censo de las especies forestales y arbustivas con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 5 cm, incluyendo las especies que no solo sirven para la madera.

Para el censo forestal se usó información dasométrica como parámetros de diámetro a la altura del pecho, altura comercial, altura total. Con estos datos se procederá a calcular el área basal, dominancia, densidad e índice de valor de importancia.

8.2.5.5. Análisis de la información e interpretación

Para el análisis de los datos obtenidos en campo uso los siguientes métodos de cálculo:

- Área basal (AB)

El área basal es la superficie de una selección del tallo o tronco del individuo, determinada a la altura del suelo; se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie del terreno. En los árboles se realiza la medición a 1.30 metros del suelo (DAP), el área basal se puede calcular utilizando la siguiente ecuación.

$$AB = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Donde:

π : constante matemática = 3.1416

D: diámetro en metros (DAP)

- Cálculo del volumen total

El volumen de los árboles en pie se calculó mediante la siguiente fórmula basada en la norma forestal del acuerdo ministerial Nro. 039.

$$Vol = AB \times Ht \times Ff$$

Donde:

Ht: altura total

Ft: factor de forma, se puede usar 0.7 para especies latifoliadas y 0.5 para coníferas. No aplica para la palma, chonta y pambil.

- Densidad relativa

La densidad relativa es el número total de individuos de una especie dividido para el número total de individuos de un transecto multiplicado por 100.

$$Dn. R. = \frac{\text{número de árboles de la especie}}{\text{número de árboles total}} \times 100$$

- Dominancia relativa

La dominancia relativa es el área basal de la especie dividido por el área basal de todas las especies multiplicada por 100. La fórmula para de la dominancia relativa es la siguiente:

$$Dm. R. = \frac{\text{Área basal de la especie}}{AB \text{ total del censo}} \times 100$$

- **Índice de valor de importancia**

Para calcular este índice, se suman los valores de dominancia y densidad relativas, para llegar a un valor de importancia. La sumatoria del valor de importancia para todas las especies será siempre igual a 200.

Se puede considerar entonces, que las especies que alcancen un valor de importancia superior de 10% del valor total son importantes y comunes en el bosque analizado.

$$IVI = Dn. R + Dm. R$$

8.3. Determinación del diagnóstico sobre la gestión de residuos no peligrosos

8.3.1. Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos sólidos es un proceso en el cual se busca identificar las particularidades de los desechos; con el fin de definir patrones indispensables para el diseño del sistema de gestión de residuos en cualquiera de sus etapas. Dentro de ese contexto, dentro del siguiente estudio se ha determinado los siguientes parámetros

8.3.1.1. Generación per cápita

Se define a la generación per cápita como la cantidad de residuos sólidos que genera una persona durante un período de tiempo. Para este estudio se cuenta con los registros de pesos diarios anuales de los camiones recolectores; así mismo; se cuenta con el peso estimado de los residuos orgánicos que son gestionados por las asociaciones agrícolas que elaboran abono orgánico. Con esto y en base a la población del cantón se puede obtener la generación per cápita mediante la siguiente fórmula:

$$GPC = \frac{GARS (Kg)}{Población \text{ a nivel cantón (hab)} * 365(día)}$$

Dónde:

GPC: Generación per cápita en [Kg/ habitante*día]

GARS: Generación anual de residuos en [Kg]

8.3.1.2. Determinación de la composición de residuos en porcentaje

Típicamente para la determinación de la composición de los residuos sólidos, se toma una muestra significativa desde los hogares que reciben el servicio de recolección. Pero, debido a la actual pandemia, y con el fin de precautelar la salud de los técnicos del equipo se ha empleado el método APWA establecido por Sakurai en 1981; el cual propone tomar una muestra aleatoria directamente desde el sitio de disposición final de por lo menos 271 Kg. La muestra tomada es homogenizada y dividida en 4 partes por igual; 2 de estas 4 partes son desechadas para pruebas de humedad y densidad, mientras que el restante se somete a un proceso de separación manual identificando (plástico, orgánico, papel, cartón, vidrio, chatarra, ETC)

En base a aquello, y tomando en cuenta el peso total de la muestra, se puede calcular el porcentaje del tipo de residuo analizado mediante la siguiente fórmula

$$\text{Composición en \%} = \frac{\text{Peso de la fracción o tipo de residuo (Kg)}}{\text{Peso total de la muestra (Kg)}} * 100$$

El proceso de caracterización se lo hizo únicamente a la ruta del sector norte, la cual no participa del proceso de recolección diferenciada por un período de 2 semanas. Es decir, los martes, jueves y viernes; dando un total de 6 repeticiones.

8.3.1.3. Determinación de humedad en porcentaje

Para determinar el contenido de humedad en el presente estudio, se utilizó los valores estándar recomendados por George Tchobanoglous en su publicación Gestión integral de residuos Sólidos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 8.7. Contenido de humedad en % según el tipo de residuo

Residuo	Contenido de humedad%	Residuo	Contenido de humedad%
Materia orgánica	70%	Cuero	10%
Papel	6%	Madera	20%
Cartón	5%	Vidrio	2%
Plásticos	2%	Metales	3%
Textiles	10%	Jardinería	60%
Caucho	2%	Otros	8%

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: George Tchobanoglous, Gestión Integral de Residuos Sólidos. Editorial McGraw-Hill, 1994

El % de humedad calculado se hará en base a los pesos de la composición obtenida conforme la Figura 9.12 de este documento.

8.3.1.4. Determinación de densidad de los residuos sólidos

Producto de la homogenización y cuarteo de residuos se obtienen 2/4 de la muestra de 271 Kg son empleados para la determinación de la densidad o peso específico de los residuos sólidos.

Para el cálculo de la densidad, se procede a colocar la muestra de residuos sin perturbar dentro de un recipiente sin deformidades con un volumen conocido (55 galones / 208 litros/ 0.208 m³). Luego de esto se pesa el recipiente con las muestras dentro. Es importante aclarar que se tiene que conocer el peso del cilindro vacío, con el fin de conocer el peso neto de los residuos. La fórmula para el cálculo de la densidad es la siguiente:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso del cilindro lleno (Kg)} - \text{Peso del cilindro vacío (Kg)}}{\text{Volumen del cilindro (m}^3\text{)}}$$

8.3.2. Cálculo del porcentaje de aprovechamiento de residuos

Para el cálculo del porcentaje de residuos aprovechados a través de los programas que ejecuta el GAD se tomó en cuenta los registros de generación y los subproductos generados durante 1 año calendario.

Luego de aquello se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Aprovechamiento de residuos en \%} = \frac{\text{Peso de los residuos aprovechados en 1 año}}{\text{Peso total de residuos generados en 1 año}} * 100$$

8.3.3. Evaluación de la infraestructura y procesos del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito

Para determinar el estado y/o manejo de los diferentes componentes del complejo ambiental “Puerto Quito” se realizaron varios recorridos en campo, tomando en cuenta las siguientes zonas:

- Galpón de reciclaje
- Galpón de compostaje
- Celda de disposición final de desechos comunes
- Planta de tratamiento de lixiviados

Aquí se analizó los parámetros técnicos manejados por los técnicos y personal operativo a cargo del proyecto, con el fin de diseñar un conjunto de estrategias para su mejora en el tiempo.

8.3.4. Nivel de satisfacción del servicio de barrido y recolección según el usuario

Para la estimación del nivel de satisfacción del servicio de barrido y recolección de residuos se realizó el cálculo de la muestra metodológica para las encuestas de un grupo de 2481 usuarios del servicio

Las muestras obtenidas se calcularon con un margen de error del 10% y un margen de confiabilidad del 95 %. La fórmula de tamaño de muestra es la siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

- N:** Tamaño de la población
- Z:** Desviaciones estándar
- e:** Error estándar (Expresado en decimales)
- p:** Nivel de confianza del muestreo

De esta manera, se obtuvo como muestra final un total de 320 encuestas, las cuales fueron distribuidas conforme el siguiente cuadro:

Tabla 8.8. Número de usuarios según el tipo de servicio y numero de encuestas aplicadas

Tipo de servicio	Número de usuarios registrados	Muestra calculada
Recolección diferenciada con servicio de barrido	1057	89
Recolección diferenciada sin servicio de barrido	781	86
Recolección unificada con servicio de barrido	193	65
Recolección unificada sin servicio de barrido	450	80
TOTAL	2481	320

Elaborado por: Grupo consultor
Fuente: Departamento de rentas GADMCPQ

Además de evaluar el servicio de barrido y recolección se estableció un conjunto de preguntas inherentes al sistema de gestión de residuos sólidos, los cuales serán expuestos en la sección de resultados. Los 4 modelos de encuesta han sido anexados al presente documento.

8.4. Determinación del diagnóstico de residuos peligrosos

La determinación del diagnóstico sobre la gestión de desechos sanitarios peligrosos se inició con una revisión documental con técnicos de la municipalidad, con el fin de proveer información documental para conocer el funcionamiento del sistema.

Seguidamente, realizó un recorrido en campo el día de recolección en todos los centros de salud del servicio, aquí se evaluó la ejecución del servicio. A esto se le suma la ejecución de una ficha de campo, conforme al Anexo 5.1 adjunto. En esta ficha se evaluó principalmente la gestión de residuos peligrosos por parte de los usuarios, el uso de EPP, el estado de los centros de almacenamiento y el cumplimiento de permisos ambientales respectivos.

8.5. Análisis financiero del sistema de gestión de residuos sólidos a nivel cantonal

Para el cumplimiento de los objetivos se realizó en primera fase la solicitud de información de la gestión de los RSU a los responsables municipales de las áreas de ambiente y sanidad ambiental, donde se obtuvo las actividades, valoraciones de estas, costos directos del modelo, que se describirá en el desarrollo.

Con la información obtenida se identificó, cuantifico y valoro los costos de inversión, mantenimiento y operación del proyecto que nos permitió obtener los indicadores de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

8.6. Evaluación de riesgos por puesto de trabajo en el relleno sanitario

En base a información levanta en campo en las diferentes áreas mediante observación y entrevistas, de diagnóstico las actividades y necesidades necesarias para la evaluación de riesgos en los puestos de trabajo del relleno sanitarios. Con esta información se tabulo, para ser cuantificable mediante una matriz Probabilidad x impacto de identificación de peligros y evaluación de riesgos; ya que esta metodología es válida para elaborar la evaluación y control de riesgos en nuestro país, y crear un plan de acción en las actividades críticas para el mejoramiento del sistema.

Elaboración de plan de acción ambiental

Una vez determinado el diagnóstico situacional sobre la gestión integral de los residuos sólidos comunes y peligrosos e identificados hallazgos y no conformidades, se plantea un Plan de acción ambiental, el cual no es más que una matriz con medidas puntuales para mitigar los hallazgos y/o no conformidades.

La matriz con las medidas contiene la acción puntual a ejecutar, un cronograma de implantación, indicador para su evaluación, medio de verificación, personal responsable de su ejecución y un presupuesto referencia.

8.7. Elaboración del plan de monitoreo

En base a las observaciones planteadas en el oficio Nro. Oficio Nro. MAE-DPAPCH-003553-2019 (Anexo 6 adjunto) de fecha 29 de noviembre de 2019, suscrito por la Dirección Provincial del MAE Pichincha y a la efectividad del diagnóstico obtenido por la ejecución del presente plan de monitoreo, se elaborará una nueva propuesta de puntos de monitoreo capaz de determinar de manera más acertada el estado de las matrices ambientales que interactúan en el proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito.

9. Resultados

9.1. Plan de monitoreo del medio físico

En base a los análisis de laboratorio realizados en las diferentes matrices ambientales del Complejo Ambiental se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9.1. Evaluación de cumplimiento de parámetros establecidos en la normativa ambiental nacional.

Tipo de monitoreo	Ubicación del muestreo	Normativa de referencia	Resultados
Monitoreo de aire ambiente	Celda de disposición final de desechos	Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, anexo 4, a.m. 097, a.m. 061 que sustituye al LIBRO VI, TULSMA	Parámetros analizados: 6 Parámetros cumplidos: 6 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 0
Monitoreo de aire ambiente	Exteriores de la planta de reciclaje	Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, anexo 4, a.m. 097, a.m. 061 que sustituye al LIBRO VI, TULSMA	Parámetros analizados: 6 Parámetros cumplidos: 6 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 0
Monitoreo de gases fuente fija	Chimenea 1 celda de disposición final de desechos	Tabla 4 del Anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), del Acuerdo Ministerial 097-A. Se ha usado el tipo de Fuentes Fijas de Combustión Abierta	Parámetros analizados: 9 Parámetros cumplidos: 0 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 9
Monitoreo de gases fuente fija	Chimenea 2 celda de disposición final de desechos	Tabla 4 del Anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), del Acuerdo Ministerial 097-A. Se ha usado el tipo de Fuentes Fijas de Combustión Abierta	Parámetros analizados: 9 Parámetros cumplidos: 0 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 9
Monitoreo ruido ambiental diurno	Puerta principal de ingreso al relleno sanitario	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.	Medición única cumple
Monitoreo ruido ambiental diurno	Lindero vía al recinto "Agrupación los Ríos"	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.	Medición única cumple
Monitoreo ruido	Lindero posterior vía a estero S/n	Acuerdo Ministerial No. 097A, TULSMA, Libro VI, Anexo5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. Tabla1: Niveles máximos	Medición única cumple

ambiental diurno		de emisión de ruido (L _{Keq}) para fuentes fijas de ruido. Uso de Suelo: Agrícola Residencial (AR). Período Diurno de 07H01 a 21H00.	
Monitoreo ruido ocupacional	Celda de disposición final desechos	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (Decreto2393), Art.55 Ruido y vibraciones, literal 7 (Reformado por el Art. 34 del D.E.4217, R.O.997,10-VIII -88). Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente: NPS (dA lento) es de 85dB con un tiempo de exposición para una jornada de 8 horas.	Medición única cumple
Monitoreo ruido ocupacional	Galpón de reciclaje	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (Decreto2393), Art.55 Ruido y vibraciones, literal 7 (Reformado por el Art. 34 del D.E.4217, R.O.997,10-VIII -88). Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente: NPS (dA lento) es de 85dB con un tiempo de exposición para una jornada de 8 horas.	Medición única cumple
Análisis de suelo	Área de compostaje	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente	Parámetros analizados: 23 Parámetros cumplidos: 17 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 6
Análisis de suelo	Celda de disposición final de desechos	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente	Parámetros analizados: 23 Parámetros cumplidos: 17 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 6
Análisis de suelo	Zona de descarga PTAR	Tabla 1: Criterios de Calidad de suelo del Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente	Parámetros analizados: 23 Parámetros cumplidos: 17 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 6
Monitoreo de agua de descarga	Aguas arriba relleno sanitario	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 21 Parámetros cumplidos: 16 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 5

Monitoreo de agua de descarga	Aguas abajo Relleno Sanitario	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 21 Parámetros cumplidos: 16 Parámetros incumplidos: 0 No aplican: 5
Monitoreo de agua de descarga	Tanque receptor de lixiviados	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 27 Parámetros cumplidos: 20 Parámetros incumplidos: 1(*) No aplican: 6
Monitoreo de agua de descarga	Laguna 2 de tratamiento	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 27 Parámetros cumplidos: 18 Parámetros incumplidos: 3(**) No aplican: 6
Monitoreo de agua de descarga	Agua de descarga PTAR	TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 27 Parámetros cumplidos: 18 Parámetros incumplidos: 3(***) No aplican: 6
Monitoreo de agua de consumo humano	Tanque de almacenamiento de agua de consumo	TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.	Parámetros analizados: 16 Parámetros cumplidos: 13 No determinado: 1 No aplican: 2

Elaborado por: Grupo consultor

(*): Incumple con los siguientes parámetros: Nitrógeno total

(**): Incumple con los siguientes parámetros: DBO/ DQO/ Nitrógeno total

(***): Incumple con los siguientes parámetros: DBO/ DQO/ Nitrógeno total

NOTA: Los parámetros analizados fueron definidos por personal técnico del GAD; por lo tanto, dentro de los análisis se consideraron parámetros no normados. Pese a eso, dentro de los reportes se muestran resultados que no pudieron ser comparados con límites máximos permisibles

Para visualizar de manera específica cada uno de los parámetros analizados en el cuadro anterior remitirse al **anexo 4** del presente documento; aquí se podrán evidenciar a detalle los monitoreos ejecutados con los diferentes laboratorios acreditados y los protocolos cumplidos durante el muestreo. Así mismo, en la Figura 9.14, presentada en el capítulo 8.3.3 sobre la Evaluación de la infraestructura y procesos del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito, específicamente en la evaluación de la planta de tratamiento se analiza de manera grafica el porcentaje de remoción de la concentración de los parámetros incumplidos a través de las diferentes etapas de la PTAR comparado con la normativa ambiental vigente.

9.2. Plan de monitoreo de medio biótico

9.2.1. Monitoreo de flora

Durante el monitoreo se registró un total de 22 especies, mismas que se encontraron distribuidas al azar, muchas de ellas sembradas como cortinas y para retener el suelo; además, existen especímenes arbóreos típicos de zonas intervenidas y otros de sucesión como chilca y palma.

Tabla 9.2. Listado de especies de flora encontradas en el transecto.

Nº	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Uso	Hábito	Endémica	Origen	CITES	UICN
1	Arecales	ARECACEAE	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Chontilla	Comestible	Árbol	No	Cultivado		NA
2			<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pambil	-	Árbol	No	Nativo		LC
3			<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Patona	Madera	Árbol	No	Nativo		NA
4			S/I	Palma amarga	-	Árbol	-	-		-
5	Gentianales	ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Platanillo	Medicinal	Hierba/Subarbolito	No	Nativo		NA
6	Asterales	ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> sp.	Chilca	Madera	Arbusto	-	-		-
7			<i>Vernonanthura</i> sp.	Balsa	Madera	Árbol	-	-		-
8			S/I	Nacedero	-	Árbol	-	-		-
9	Boraginales	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel	Medicinal	Árbol	No	Nativo		LC
10	Poales	BROMELIACEAE	<i>Guzmania</i> sp.	Bromelia	-	Hierba	-	-		-
11	Urticales	CECROPIACEAE	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Sneathl.	Guarumo	Madera	Árbol	No	Nativo		LC
12	Cyatheales	CYATHEACEAE	<i>Alsophila</i> sp.	Helecho	-	Árbol	-	-		-
13	Malpighiales	EUPHORBIACEAE	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Caucho	Madera	Árbol	No	Nativo		LC
14	Fabales	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Guaba	Comestible	Árbol	-	-		-
15	Magnoliales	ANNONACEAE	<i>Annona</i> sp.	N/I	Madera	Árbol	-	-		-
16	Alismatales	ARACEAE	<i>Philodendrom</i> sp.	N/I	-	Hierba	-	-		-
17	Pinales	GIMNOSPERMAS	S/I	Palo de vaca	-	Árbol	-	-		-
18			S/I	Heliconia	-	Árbol	-	-		-
19			S/I	Palma	-	Árbol	-	-		-
20			S/I	Palma 2	-	Árbol	-	-		-
21	Malvales	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Bolsillo	Madera	Árbol	No	Nativo/Cultivado		LC

22			S/I	N/I	-	Árbol	-	-	-
23	Zingiberales	MARANTACEAE	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult.	Bijao	Techo	Hierba	No	Nativo	NA
24			<i>Calathea sp.</i>	Camacho	Techo	Hierba	-	-	-
25	Myrtales	MELASTOMATAEAE	S/I	N/I	-	Árbol	-	-	-
26	Sapindales	MELIACEAE	S/I	N/I	-	Árbol	-	-	-
27	Rosales	MORACEAE	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta de pan	Comestible	Árbol	No	Introducido /Cultivado	NA
28	Magnoliales	MYRISTICACEAE	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Caimito	Comestible	Árbol	No	Nativo/Cultivado	LC
29	Piperales	PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	Matico	-	Arbusto	-	-	-
30	Poales	POACEAE	<i>Paspalum virgatum</i> L.	Saboya	-	Hierba	No	Nativo	NA
31	Ericales	SAPOTACEAE	S/I	Mascarey	-	Árbol	-	-	-
32	Malvales	STERCULIACEAE	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	Comestible	Árbol	No	Nativo/Cultivado	NA
								Total especies	22
								Total familias	22
								Total órdenes	19

Elaborado por: Grupo consultor

LC=Preocupación menor

NA=No aplicable



Tabla 9.3. Registro fotográfico de las especies presentes en el área de estudio.

	
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl
	
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav
	
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	<i>Artocarpus altiiis</i> (Parkinson) Fosberg
	
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult.

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.1. Diversidad vegetal

Para realizar el análisis de la diversidad vegetal se han evaluado la textura, apariencia y forma de las especies. De esta manera del total de las especies registradas el 75% corresponden a árboles, el 16% a hierbas, el 6% son arbustos y el 3% hace referencia a especies de hábito hierba/subarbusto.

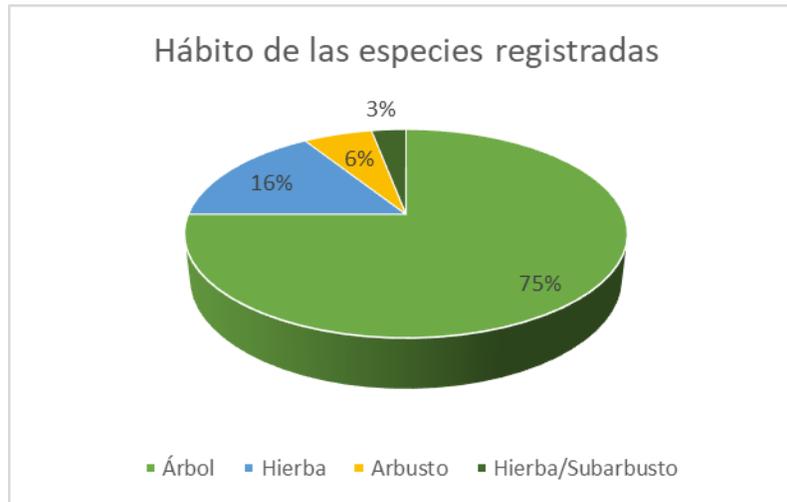


Figura 9.1. Hábito de las especies encontradas

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.2. Composición florística

En lo que respecta a la composición se registraron 22 familias. Las familias con más especímenes son: Arecaceae con cuatro especies, Asteraceae con tres, Malvaceae y Marantaceae con dos y el resto de las familias con un individuo cada una.

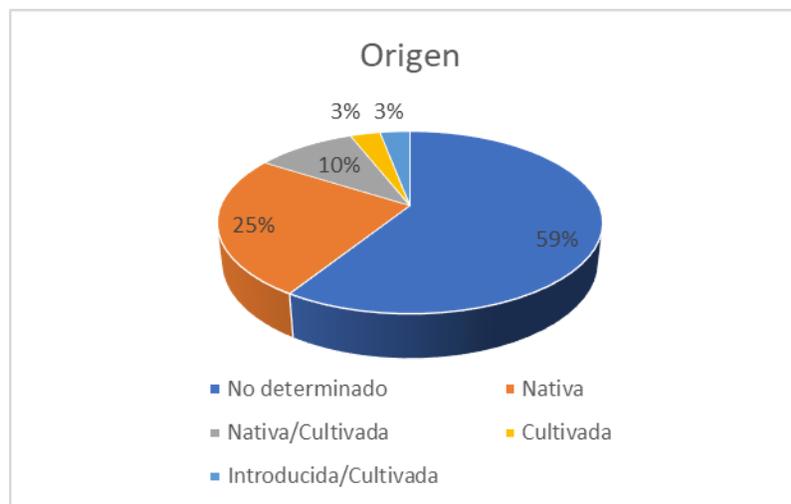


Figura 9.2 Origen de las especies encontradas

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.3. Origen

Las especies registradas se encuentran distribuidas de la siguiente manera: ocho especies son nativas, tres son nativas/cultivadas, una cultivada y una introducida/cultivada. Para el resto de las especies el origen no está determinado. En la siguiente gráfica podemos observar el porcentaje correspondiente para el origen de las especies.

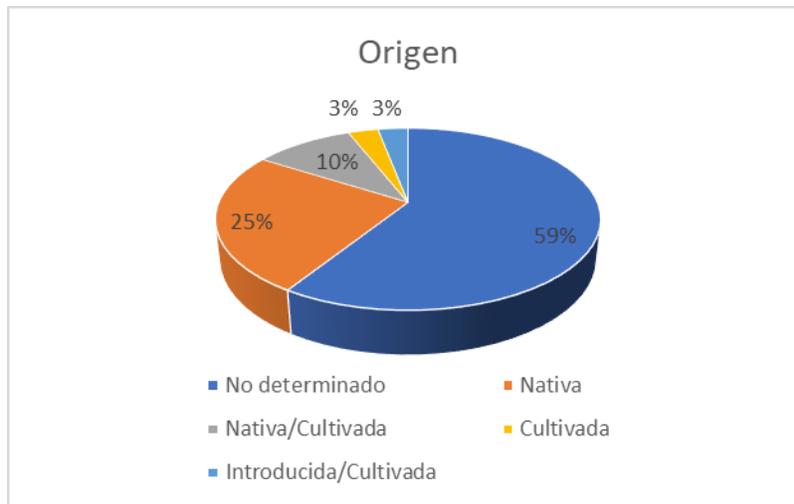


Figura 9.3. Origen de las especies registradas
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.4. Estado de conservación y endemismo

Una especie es endémica cuando no existe en otro país o región, es decir existe en una zona geográfica determinada de extensión variable, pero generalmente restringida en relación con el patrón geográfico. Sin embargo, algunas especies endémicas dejan de serlo cuando la misma especie aparece en otro lugar o región. En este estudio no se encontraron especies endémicas, sin embargo, se registró seis especies bajo categoría de amenaza según la UICN. Estas especies son: *Iriartea deltoidea*, *Cordia alliodora*, *Cecropia ficifolia*, *Hevea guianensis*, *Ochroma pyramidale* y *Pouteria caimito*, todas estas especies se encuentran dentro de la categoría LC (Preocupación menor).

9.2.1.5. Especies de importancia ecológica

Dentro de las inmediaciones del proyecto existen algunas especies que podrían considerarse de valor ecológico, que tienen su origen en Ecuador y a la vez lo comparten con otros países vecinos; estas especies son:

Tabla 9.4. Especies de importancia ecológica.

Espece	Nombre común	Origen
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Guarumo	Ecuador y otros países de la región
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pambil	Ecuador
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Patona	Ecuador y otros países de la región

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.6. Índices de diversidad

Con los datos obtenidos se puede determinar que la zona de estudio presenta una alta diversidad de plantas ya que el valor se encuentra por encima de tres ($H'=3.58$), sin embargo, la dominancia de una especie con respecto a las demás es muy baja ($D= 0.13$).

Tabla 9.5. Resultados índices de biodiversidad de flora

Índice de Simpson	
D=	0.131
1-D=	0.868
Índice de Shannon-Weaver	
H'=	3.585

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.2. Monitoreo Mastofauna

Se registró un total de 11 individuos agrupados en 11 especies, 11 familias y 7 órdenes. Este número representa el 2.5% de las especies de mastofauna registrada para el Ecuador continental ($n=440$ – Brito et al. 2019).

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Uso	Gremio	UICN	CITES	Endémico/Migrante	Frecuencia
1	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	Alimenticio	Herbívoro	LC	--	NO	1
2	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya	Alimenticio	Omnívoro	LC	--	NO	1
3	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Alimenticio	Frugívoro	LC	--	NO	1
4	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	Alimenticio	Frugívoro	LC	III	NO	1
5	Rodentia	Muridae	<i>Rattus sp.</i>	Rata	Valor ecológico	Omnívoro	-	--	NO	1
6	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tacaju</i>	Sajino	Valor ecológico	Frugívoro	LC	II	NO	1
7	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcintus</i>	Armadillo de nueve bandas	Valor ecológico	Omnívoro	LC	--	NO	3
8	Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla	Valor ecológico	Frugívoro	LC	--	NO	1
9	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado Colorado	Valor ecológico	Frugívoro	DD	--	NO	1
10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura aequatoris</i>	Murciélago longirostro ecuatoriano	Valor ecológico	Frugívoro	NE	--	NO	1
11	Carnívora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Valor ecológico	Carnívoro	LC	I	NO	1
									Total, de individuos	11
									Total, especies	11
									Total, familias	11
									Total, órdenes	7

Tabla 9.6. Listado de especies de mamíferos presentes en el transecto
Elaborado por: Grupo consultor

LC=Preocupación menor
NE=No evaluado

Tabla 9.7. Registros fotográficos para el componente mastofauna.

	
<p>Trampa para micromamíferos Havahart</p>	<p>Papaya mordida por armadillo, registro en punto de trampa cámara</p>
	
<p>Huellas de armadillo</p>	<p>Piel de tigrillo de un individuo atropellado</p>
	
<p>Excretas de murciélagos presentes en las casas construidas dentro del proyecto</p>	

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.2.1. Nichos tróficos

El gremio alimenticio (dieta alimenticia) de las especies fue establecido mediante categorías, de acuerdo con datos de campo e información bibliográfica de Brito, J (2019), Tirira, D. (2007) y Albuja, J. (2002). En este sentido, el gremio frugívoro es el más abundante con seis especies, lo que representa el 55%. En la siguiente gráfica se puede observar el porcentaje de los gremios alimenticios presentes en la zona de estudio.

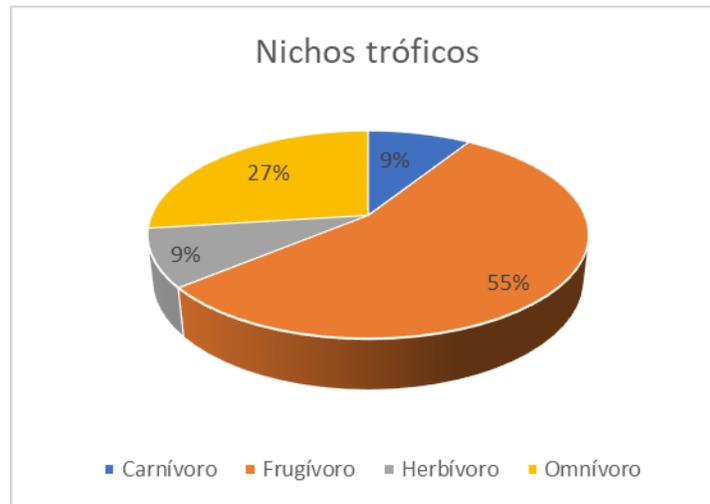


Figura 9.4. Nichos tróficos de las especies de mamíferos registradas.
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.2.2. Estado de conservación y endemismo

Según la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN), se han registrado ocho especies dentro de la categoría de preocupación menor (LC), una con datos insuficientes (DD) y una especie no ha sido evaluada (NE). Por otra parte, según el Convenio Internacional de Tráfico de Especies Silvestres (CITES) se han identificado tres especies incluidas dentro de estos apéndices. Finalmente, dentro de este estudio no se registraron especies endémicas.

9.2.2.3. Índices de diversidad

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9.8. Resultados índices de biodiversidad.

Índice de Simpson	
D=	0.091
1-D=	0.9
Índice de Shannon-Weaver	
H'=	2.398

Elaborado por: Grupo consultor

Con los datos obtenidos se puede determinar que la zona de estudio presenta mediana diversidad de mamíferos ya que el valor se encuentra por debajo de tres ($H'=2.398$), además, se puede establecer que no existe dominancia de ninguna de las especies ($D=0.091$).

9.2.3. Monitoreo de avifauna

De acuerdo con los datos de campo, se registraron un total de 89 individuos, correspondientes a 25 especies, distribuidas en 14 familias y 9 órdenes. Esta diversidad de especies representa aproximadamente el 1.51% de la avifauna registrada para el Ecuador Continental (1.655 especies, Freile & Poveda, 2019). Las familias más

representativas en el área de estudio son: Thraupidae con cinco especies (20% de los registros), Tyrannidae con cuatro especies (16% de los registros), Cathartidae, Cuculidae, Culumbidae e Hirundinidae con dos especies cada una (8% de los registros), finalmente familias como Accipitridae, Emberezidae, Furnariidae, Icteridae, Picidae, Psittacidae, Ramphastidae y Trochilidae tienen una especie cada una (4% de los registros).

En la siguiente tabla se reporta el listado de especies encontradas en el área de estudio:

Tabla 9.9. Listado de especies de aves presentes en el transecto

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Registro	Uso	Gremio	CITES	UICN	Endémico/Migrante	Frec.
1	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	Visual auditivo	Valor científico	Carroñero	-	LC	NO	1
2	Passeriformes	Emberezidae	<i>Oryzoborus funereus</i>	Semillero de pico grueso	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	LC	NO	2
3	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Amazona frentirroja	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	LC	NO	2
4	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán de pico negro	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	NT	NO	1
5	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	4
6	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo sp.</i>	Golondrina tijereta	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	-	NO	1
7	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
8	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Bienteveo mediano	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
9	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiornis atricapillus</i>	Tirano Enano Gorrinegro	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	2
10	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Balsero coliamarillo	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
11	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarhynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
12	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia colirrufa</i>	Amazilia	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	LC	NO	1
13	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Visual auditivo	Valor científico	Carroñero	-	LC	NO	57
14	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	2
15	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquilizo	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
16	Columbiformes	Culumbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma vinosa	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	VU	NO	1
17	Columbiformes	Culumbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1

18	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patipálido	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
19	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Picamaderos listado	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
20	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupise episcopus</i>	Tangara azuleja	Visual auditivo	Valor científico	Frugívoro	-	LC	NO	2
21	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangara cabeciazul	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
22	Passeriformes	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero verde	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
23	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tersina viridis</i>	Tangara golondrina	Visual auditivo	Valor científico	Omnívoro	-	LC	NO	1
24	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Fluvicola nengeta</i>	Viudita enmascarada	Visual auditivo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
25	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán acanelado	Visual auditivo	Valor científico	Rapaz	-	LC	NO	1
										Total individuos	89
										Total especies	25
										Total familias	14
										Total órdenes	9

Elaborado por: Grupo consultor

LC=Preocupación menor
VU=Vulnerable

Tabla 9.10. Registro fotográfico de algunas de las especies de aves presentes en el área de estudio.

		
<i>Piaya cayana</i>	<i>Amazilia colirufa</i>	<i>Myiornis atricapillus</i>
		
<i>Chlorophanes spiza</i>	<i>Coragyps atratus</i>	<i>Hirundo rustica</i>
		
<i>Crotophaga ani</i>	<i>Furnarius leucopus</i>	<i>Myiozetetes similis</i>
		
<i>Dryocopus lineatus</i>		

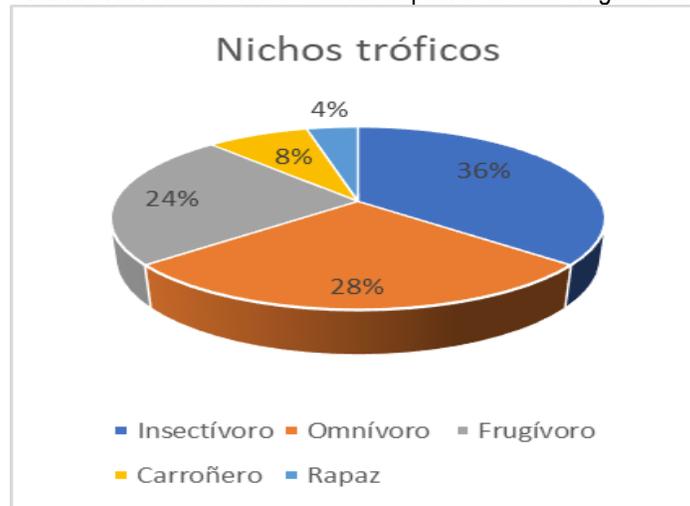
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.3.1. Nichos tróficos

Las preferencias alimenticias de las aves se han establecido en categorías de acuerdo a la dieta que presentan: frugívoros y/o semilleros, insectívoros, carroñeros, carnívoros y omnívoros (Ridgely y Greenfield, 2006; Patzelt, E, 1989). La fauna silvestre cumple roles ecológicos importantes en los ecosistemas, tales como la dispersión de semillas, polinización de plantas y depredación (Woltmann, 2000); la falta de ellos en un bosque puede acarrear problemas ecológicos considerables a largo plazo (Dirzo & Miranda, 1991).

En este sentido, el gremio insectívoro es el más representativo con nueve especies, lo que representa el 36%; esto sugiere una aceptable disponibilidad de invertebrados. Este gremio tiende a presentar una menor variación entre una época y otra, siendo el gremio alimentario más sedentario en un determinado ecosistema (Poulín et al, 1992). En la siguiente gráfica se puede observar el porcentaje de los gremios alimenticios presentes en la zona de estudio.

Tabla 9.11. Nichos tróficos de las especies de aves registradas



Elaborado por: Grupo consultor

9.2.3.2. Estado de conservación y endemismo

Según la Unión para la Naturaleza (UICN) 22 especies están reportadas dentro de la categoría de preocupación menor (LC), una en categoría de casi amenazada (NT) y una en categoría de vulnerable (VU).

Por otra parte, de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas - CITES (2012), no se registran especies dentro de ninguna categoría de amenaza.

Finalmente, en el presente estudio no se registraron especies endémicas, todas tienen una amplia distribución en Ecuador y Sudamérica.

9.2.3.3. Índices de diversidad

Tabla 9.12 Resultados índices de biodiversidad.

Índice de Simpson	
D=	0.143
1-D=	0.856
Índice de Shannon-Weaver	
H'=	3.637

Elaborado por: Grupo consultor

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una buena diversidad de aves ya que el valor se encuentra por encima de 3 ($H'=3.637$) pero con una dominancia baja de las especies. Este valor obtenido es relativamente alto para dicho ecosistema y esto estaría ligado a la disponibilidad de alimentos y a la adaptación de las aves a los tipos de cultivo que se encuentran en la zona.

9.2.4. Monitoreo de herpetofauna

De acuerdo con los datos de campo que incluyeron recorridos de observación y búsqueda de especies por los distintos sustratos (piedras, hojarasca, troncos, etc.), se registraron un total de 11 individuos asociados a 10 especies, 7 familias y 2 órdenes. Esta diversidad representa el 0.88% de la herpetofauna ecuatoriana (641 especies en anfibios y 493 en reptiles según Ron et al. 2019 y Torres.Carvajal et al. 2020).

Además, se pudo notar que las familias Bufonidae y Colubridae son las más representativas con dos especies cada una, lo que representa el 40% de los registros.

En la siguiente tabla se reporta el listado de especies encontradas en el área de estudio:

Tabla 9.13. Listado de especies de herpetofauna presentes en el área de estudio.

No.	Orden	Familia	Nombrecientífico	Nombre Común	Uso	Gremio	CITES	UICN	Endémica	Abun.
1	Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa mataballo	Valor científico	Carnívoro	II	LC	NO	1
2	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops punctatus</i>	Equis manchadas	Valor científico	Carnívoro	-	NE	NO	1
3	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	2
4	Squamata	Colubridae	<i>Clelia clelia</i>	Chonta	Valor científico	Carnívoro	II	NE	NO	1
5	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus dumerilii</i>	Corales capuchinas transandinas	Valor científico	Carnívoro	-	NE	NO	1
6	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis brevirostris</i>	Serpientes liana de hocico corto	Valor científico	Carnívoro	-	LC	NO	1
7	Squamata	Viperidae	<i>Bothriechis schlegelii</i>	Papagayo	Valor científico	Carnívoro	-	NE	NO	1
8	Anura	Hylidae	<i>Boana boans</i>	Rana gladiadora	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
9	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor longirostris</i>	Cutin de hocico largo	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
10	Anura	Bufoidea	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapo de Truando	Valor científico	Insectívoro	-	LC	NO	1
									Total individuos	11
									Total especies	10
									Total familias	7
									Total órdenes	2

Elaborado por: Grupo consultor

LC=Preocupación menor
VU=Vulnerable

Tabla 9.14. Registro fotográfico de la herpetofauna presente en la zona de estudio.

<p><i>Rhinella marina</i></p>	<p><i>Bothrops punctatus</i></p>
<p><i>Craigastor longirostris</i></p>	<p><i>Rhaebo haematiticus</i></p>
<p>Monitoreo nocturno de anfibios</p>	<p>Monitoreo diurno de reptiles</p>

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.4.1. Nichos tróficos

Una de las características particulares de los anfibios, es que constituyen eslabones importantes en el flujo de energía dentro de la cadena trófica, tanto en ecosistemas acuáticos como en terrestres (Stebbins y Chen, 1995). El entender

las interacciones alimenticias, permite evaluar la estrecha relación que existe entre el estado de conservación de los hábitats y la estabilidad de las comunidades de anfibios y reptiles.

Dentro de este marco, la preferencia alimenticia carnívora es la que predomina en el área de estudio con el 60%, mientras que el gremio insectívoro corresponde al 40%. La especie carnívora (*Botrops punctatus*) es aniquilada por los pobladores de la zona por ser considerada peligrosa; las especies insectívoras (*Rhinella marina*, *Boana boans*, *Craugastor longirostris* y *Rhaebo haematiticus*), tienen un alto valor ecológico, ya que controlan las poblaciones de insectos principalmente.



Figura 9.5. Nichos tróficos de las especies de herpetofauna registradas.
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.4.2. Estado de conservación y endemismo

Según la Unión para la Naturaleza (UICN) 6 especies están reportadas dentro de la categoría de preocupación menor (LC) y 4 especies se encuentran dentro de la categoría no evaluada (NE).

Por otra parte, de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas - CITES (2012), 2 especies se encuentran dentro del apéndice II.

Finalmente, en el presente estudio no se registraron especies endémicas, todas tienen una amplia distribución en Ecuador y Sudamérica.

9.2.4.3. Índices de diversidad

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9.15. Resultados índices de biodiversidad herpetofauna.

Índice de Simpson	
D=	0.107
1-D=	0.893
Índice de Shannon-Weaver	
H'=	2.271

Elaborado por: Grupo consultor

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una mediana diversidad de herpetofauna ya que el valor se encuentra por debajo de 3 ($H'=2.271$); además se puede notar que no existe dominancia por alguna de las especies presentes en el área. Estos valores estarían ligados a ciertas alteraciones en los microhábitats de anfibios y reptiles, lo que ocasiona que especies con características más generalistas estén adaptándose de mejor manera.

9.2.5. Monitoreo de entomofauna

De acuerdo con los datos de campo, se registraron un total de 656 individuos, correspondientes a 15 familias y 10 órdenes. Debido a que el nivel máximo de identificación fue el de familia no se pudieron realizar análisis de diversidad de Simpson y Shannon.

Tabla 9.16. Listado de familias de entomofauna presentes en el área de estudio.

No.	Orden	Familia	Nombre Común	Gremios	Abun.
1	Orthoptera	Tettigoniidae	Saltamontes	Fitófago	5
2	Blattodea	Blattellidae	Cucaracha	Omnívoro	1
3	Coleoptera	Dynastinae	Escarabajo	Fitófago	1
4	Odonata	Libellulidae	Libélula	Fitófago	5
5	Hymenoptera	Apidae	Abeja	Fitófago	5
6	Diptera	Tabanidae	Moscas	Fitófago	7
7	Mecoptera	Bittacidae	Moscas colgantes	Fitófago	17
8	Diptera	Sciaridae	Sancudo	Fitófago	8
9	Lepidoptera	Riodinidae	Mariposa sp1.	Fitófago	3
10	Diptera	Micropezidae	Chupadores	Fitófago	1
11	Lepidoptera	Nymphalidae	Mariposa sp2.	Fitófago	5
12	Hemiptera	Cercopidae	Larva de lepidóptero	Fitófago	2
13	Polydesmida	Polydesmidae	Milpiés	Depredador	1
14	Hymenoptera	Formicidae	Termita	Fitófago	550
15	Hymenoptera	Myrmicinae	Hormiga	Fitófago	45
				Total individuos	656
				Total familias	15
				Total órdenes	10

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.17. Registro fotográfico de la entomofauna presente en la zona de estudio.

	
<p>Libellulidae</p>	<p>Polydesmidae</p>
	
<p>Riodinidae</p>	<p>Micropezidae</p>
	
<p>Nymphalidae</p>	<p>Formicidae</p>

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.5.1. Nichos tróficos

De manera general, los insectos son animales heterótrofos: necesitan ingerir nutrientes preelaborados en otros animales y en las plantas (Ortega et al. 2021). Los insectos poseen una variedad de hábitos alimenticios como aquellos

que comen plantas (fitófagos), hongos (micetófagos), madera (xilófagos), polen (polinófagos), frutos (frugívoro), otros animales (carnívoros), sangre (hematófagos) y los que se alimentan de materia orgánica descompuesta (saprófagos) (Ortega et al. 2021). El análisis de los gremios de alimentación se basará en estos tipos de hábitos alimenticios. De esta manera, se ha determinado que la mayoría de las familias registradas son insectos fitófagos (88%) y que pueden alimentarse de partes de las plantas como hojas verdes y tallos tiernos de las plantas herbáceas o arbustivas; las familias restantes comparten el 6% cada una.

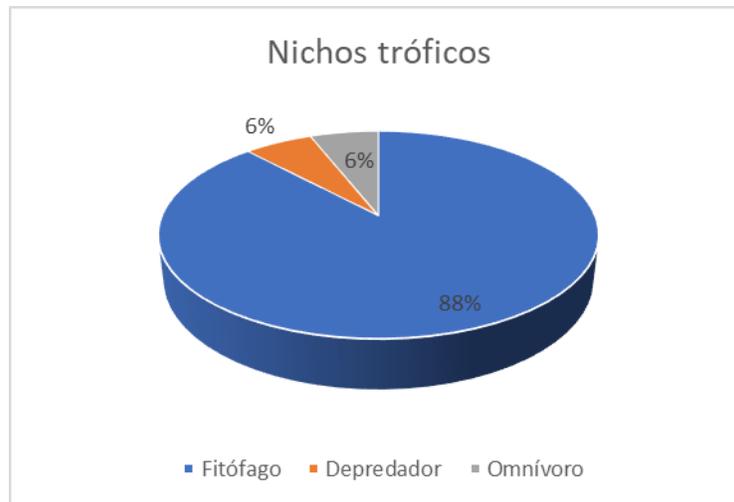


Figura 9.6. Nichos tróficos de las familias de entomofauna registradas.
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.5.2. Estado de conservación y endemismo

Dentro de este estudio se pudo determinar que ninguna de las familias registradas es endémica. Además, debido a que el nivel máximo de identificación fue el de familia no se pudo establecer ningún estado de amenaza tanto en la UICN como en los apéndices del CITES.

9.2.6. Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos

Se analizaron tres puntos de muestreo, donde se registraron 134 individuos pertenecientes a 11 órdenes y agrupados a 30 familias. De las 30 familias registradas, la familia Naucoridae con 35 individuos fue la más abundante (27%), seguida de Chironomidae con 24 individuos (18%), Hydropsychidae con 12 individuos (9%) y las 27 familias restantes corresponden al 47%.

Tabla 9.18. Listado de familias de macroinvertebrados presentes en el área de estudio

Clase	Orden	Familia	PMA1	PMA2	PMA3	Total general
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	0	2	0	2
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	1	2	0	3
Gastropoda	Mesogasteropoda	Thiaridae	0	0	1	1
Insecta	Coleoptera	Crysolmelidae	0	1	0	1
Insecta	Coleoptera	Dryopidae	0	0	1	1
Insecta	Coleoptera	Elmidae	1	2	5	8
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	0	0	1	1
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	0	0	1	1
Insecta	Coleoptera	Ptiliidae	0	0	1	1
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	1	0	0	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	0	0	1	1
Insecta	Diptera	Athericidae	0	0	1	1
Insecta	Diptera	Chironomidae	1	12	11	24
Insecta	Diptera	Empididae	0	0	1	1
Insecta	Diptera	Ephydriidae	0	0	1	1
Insecta	Diptera	Muscidae	0	7	0	7
Insecta	Diptera	Simuliidae	0	1	9	10
Insecta	Diptera	Stratiomyidae	0	0	1	1
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	1	0	0	1
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	0	0	2
Insecta	Hemiptera	Hebridae	0	1	0	1
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	1	27	7	35
Insecta	Hemiptera	Veliidae	1	0	2	3
Insecta	Lepidoptera	Crambidae	0	1	0	1
Insecta	Lepidoptera	Nepticulidae	0	1	0	1
Insecta	Odonata	Calopterygidae	3	0	0	3
Insecta	Odonata	Libellulidae	1	0	0	1
Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	1	0	0	1
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	0	7	5	12
Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	4	1	2	7
Total general			18	65	51	134

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.19. Registro fotográfico de las familias de macroinvertebrados presentes en la zona de estudio.

	
<p>Chironomidae</p>	<p>Baetidae</p>
	
<p>Crambidae</p>	<p>Dryopidae</p>
	
<p>Elmidae</p>	<p>Hydropsychidae</p>



Elaborado por: Grupo consultor

9.2.6.1. Índice de monitoreo biológico BMWP

De acuerdo con el índice BMWP se pudo determinar que existen aguas contaminadas desde el punto de vista biológico. Los puntos PMA1 y PMA3 se encuentran dentro de la categoría aceptable lo que corresponde a aguas medianamente contaminadas y el punto PMA2 está dentro de la categoría dudosa lo que corresponde a aguas contaminadas.

Tabla 9.20. Valores del Índice BMWP para los puntos muestreados.

Puntos de Muestreo	Valor del Índice BMWP	Clase	Calidad	Características
PMA1	81	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
PMA2	56	IV	Dudosa	Aguas contaminadas
PMA3	89	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.6.2. Estado de conservación y endemismo

Los macroinvertebrados registrados en los cuerpos de agua que atraviesan el área del Proyecto, no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN o en las listas de CITES de especies traficadas.

9.2.6.3. Nichos tróficos

En los macroinvertebrados se distinguen por adaptaciones tróficas, respiratorias y locomotoras (Rueda, 2004). En este sentido, existieron familias en las que el gremio trófico aun no está establecido (47% de los registros), el gremio trófico colector-recolector es el segundo grupo con más presencia (25% de los registros), seguido del gremio fragmentador (9% de los registros), depredador y triturador (7% de los registros cada uno), colector-excavador (2% de los registros) y finalmente los gremios colectores, colector-fragmentador y detritívoro-depredador con el 1% de los registros cada una.

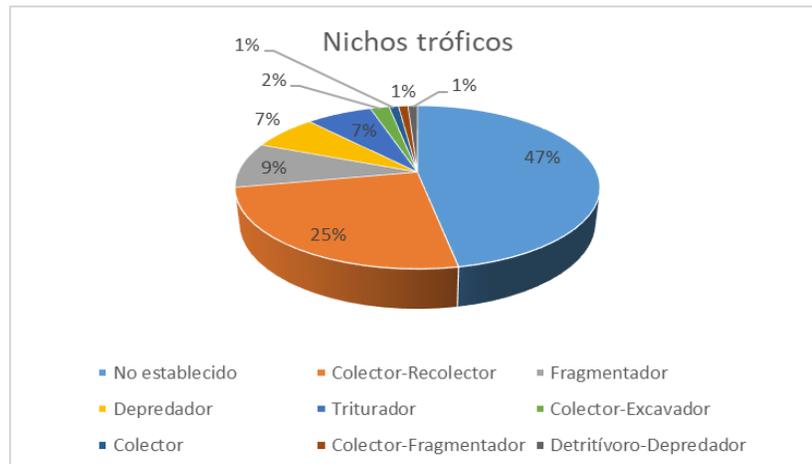


Figura 9.7. Nichos tróficos de las familias de macroinvertebrados registradas.
Elaborado por: Grupo consultor

9.2.6.4. Índices de diversidad

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9.21. Resultados índices de biodiversidad.

Índice de Simpson	
D=	0.032
1-D=	0.968
Índice de Shannon-Weaver	
H'=	3.767

Elaborado por: Grupo consultor

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una buena diversidad de macroinvertebrados ya que el valor se encuentra por encima de 3 ($H'=3.767$) pero con una dominancia baja entre las familias presentes.

9.2.6.5. Determinación de áreas sensibles

El sitio de estudio se encuentra deteriorado por las diferentes actividades antrópicas y el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, existen factores que aceleran el proceso de degradación del ecosistema como: funcionamiento del relleno sanitario, tráfico vehicular y deforestación, sobre todo en parches aislados que existen cerca del proyecto.

Estas actividades contribuyen a la alteración y el desequilibrio de los ecosistemas locales, lo que contribuye a la pérdida de cobertura vegetal natural; disminución de la capacidad reguladora de ciertas fases del ciclo hidrológico en las áreas productoras de agua; incremento de la producción de sedimentos, arrastre y sedimentación; derrumbes; disminución de la calidad del medio ambiente, paisajismo y otros valores naturales; entre otros.

Las principales fuentes de contaminación en la zona de estudio están relacionadas con la actividad humana. En base a las entrevistas con los pobladores y recorridos de campo se pudo determinar que en el sector existen diferentes impactos que actúan sobre el medio biótico.

También existe erosión y contaminación del suelo y del agua por causa de la celda emergente ubicada en la parte alta del nuevo relleno. Así mismo la basura depositada en el lugar es una seria amenaza para la salud de las aves y del ambiente

En conclusión, la infraestructura del proyecto que ya se encuentra establecida, no causa mayores impactos al medio ambiente, sin embargo, el funcionamiento de este podría estar afectando a ciertos grupos taxonómicos, como aves, mamíferos y sobre todo herpetos.

9.3. Inventario de recursos forestales

Como parte del proyecto “Implementación del sistema de gestión integral de desechos sólidos del cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha” se ha ejecutado el levantamiento de información para realizar el correspondiente inventario forestal, en función a lo señalado por el MAAE mediante el memorando Nro. MAE -DPAPCH-2018-1913-M, donde, en vista a la cobertura vegetal nativa que este mantiene, con árboles mayores a 10 cm de DAP y de acuerdo a lo determinado por el técnico en campo, el proponente en base a lo que establece el acuerdo ministerial 076 se debe implementar dentro del estudio de impacto ambiental del proyecto el inventario forestal.

La normativa ambiental, dentro del aspecto forestal (en el Acuerdo Ministerial 076, publicado en R.O. No. 766 de 14 de agosto de 2012 y su reforma promulgada mediante Acuerdo Ministerial 134, publicado en R.O. No. 812 de 18 de octubre de 2012), establece que para obras o proyectos públicos y estratégicos que requieran de licencia ambiental y en los que se remueva la cobertura vegetal nativa, toda persona natural o jurídica, pública o privada, deberá presentar como capítulo dentro del EsIA, o demás estudios contemplados en la normativa ambiental aplicable, el inventario de recursos forestales y valoración económica.

Con base en dichos lineamientos, esta sección contendrá la caracterización de la cobertura vegetal en función de las áreas de bosque presentes en los sitios donde se ha implementado infraestructura nueva y modificada, los cuales son parte de este proceso de licenciamiento ambiental.

Se realizó un levantamiento de información en función de la superficie boscosa dentro del área de influencia directa del proyecto tratando que el área muestrea será representativa y de esta manera cumplir con las exigencias de la autoridad ambiental.

El inventario que se realizó en el área del nuevo relleno sanitario registra la presencia 96 individuos que corresponden a 19 familias y 28 especies.

Tabla 9.22. Listado de especies forestales

Nombre común	Nombre científico	Familia	Área basal (m ²)	Vol (m3)	Fre. Fr	Densi (Dr)	Domi (Dm.r)	IVI
Achotillo	<i>Sloania fragrans</i>	ELAFOCARPACEAE	0,440	1,743	3	3,13	1,66	4,78
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	0,393	1,924	1	1,04	1,48	2,52
Balsa	<i>Vernonanthura sp.</i>	ASTERACEAE	3,032	32,74	17	17,71	11,43	29,14
Bolsillo	<i>Ochroma pyramidale (Cav Ex Lam.) Urb</i>	MALVALES	0,275	1,539	1	1,04	1,04	2,08
Bijao	<i>Calathea lutea (Aubl) Schult.</i>	MARANTACEAE	1,178	1,869	2	2,08	4,44	6,53
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	STERCULIACEAE	0,385	2,067	3	3,13	1,45	4,58
Caimito	<i>Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.</i>	MYRISTICACEAE	0,526	3,749	3	3,13	1,98	5,11

Camacho	<i>Calathea sp.</i>	MARANTACEAE	0,149	0,627	1	1,04	0,56	1,60
Caucho	<i>Hevea guianensis Aubl.</i>	EUPHORBIACEAE	6,315	59,48	3	3,13	23,81	26,93
Chilca	<i>Baccharis spp.</i>	ASTERACEAE	0,196	1,100	1	1,04	0,74	1,78
Chontilla	<i>Bactris gasipaes Kunth</i>	ARECACEAE	0,534	3,513	2	2,08	2,01	4,10
Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg</i>	MORACEAE	0,895	7,950	4	4,17	3,38	7,54
Guaba	<i>Inga sp</i>	MIMOSACEAE	3,809	18,70	13	13,54	14,36	27,9
Guarumo	<i>Cecropia ficifolia Warb. ex Snethl.</i>	CECROPIACEAE	0,833	8,687	5	5,21	3,14	8,35
Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	MORACEAE	0,393	2,227	1	1,04	1,48	2,52
Laurel	<i>Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken</i>	BORAGINACEAE	0,778	6,988	2	2,08	2,93	5,01
Mascarey	<i>Hyeronima chocoensis</i>	EUPHORBIACEAE	0,770	11,35	2	2,08	2,90	4,99
Melón	<i>Cucumis melo</i>	CUCURBITACEAE	0,903	2,735	4	4,17	3,41	7,57
Matico	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE	0,188	0,246	2	2,08	0,71	2,79
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE	0,173	1,089	1	1,04	0,65	1,69
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	FABACEAE	0,660	2,771	4	4,17	2,49	6,65
Palma	<i>aphandra natalia</i>	ARECACEAE	0,919	5,712	5	5,21	3,46	8,67
Palma amarga	<i>Sabal mauritiiformis</i>	ARECACEAE	0,181	1,770	1	1,04	0,68	1,72
Pambil	<i>Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.</i>	ARECACEAE	0,895	8,588	6	6,25	3,38	9,63
Platanillo	<i>Asclepias curassavica L.</i>	ASCLEPIADACEAE	0,110	0,462	1	1,04	0,41	1,46
Saboya	<i>Paspalum virgatum L.</i>	POACEAE	0,306	2,947	2	2,08	1,15	3,24
Sande	<i>Brosimun utile</i>	MORACEAE	0,675	6,141	4	4,17	2,55	6,71
Uva del Oriente	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	CECROPIACEAE	0,613	2,430	2	2,08	2,31	4,39
Total			26,52	201,1	96	100	100	200

Elaborado por: Grupo consultor

Del muestreo realizado en el relleno sanitario podemos decir que existe un área basal de 26.52 m² en 1.6 ha. Si extrapolamos el dato a las 16 ha de relleno sanitario tenemos un valor de 265.2 m² de área basal.

9.3.1. Cálculo de área basal

El área basal por hectárea tiene un valor de 16.6 m², este valor nos indica una estructura vegetal de un bosque que ya ha sido intervenido, debido a que es un estudio ex post del relleno sanitario algunas zonas ya fueron adecuadas para el funcionamiento de este.

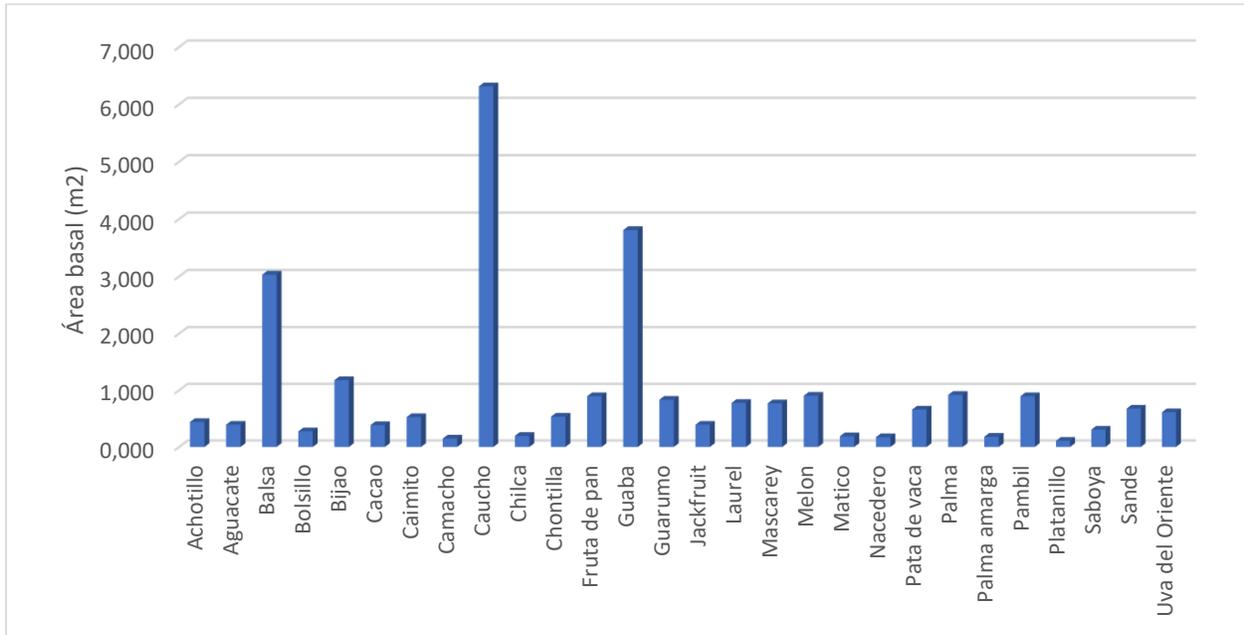


Figura 9.8. Cálculo del área basal
Elaborado por: Grupo consultor

9.3.2. Cálculo de densidad relativa

De las especies inventariadas las que presentan una mayor densidad en el área de estudio son la balsa (*Vernonanthura sp*) con 17.71 %, guaba (*Inga sp*) con 13.54 % y el pambil (*Iriartea deltoidea*) con un 6 % del total de especies inventariadas.

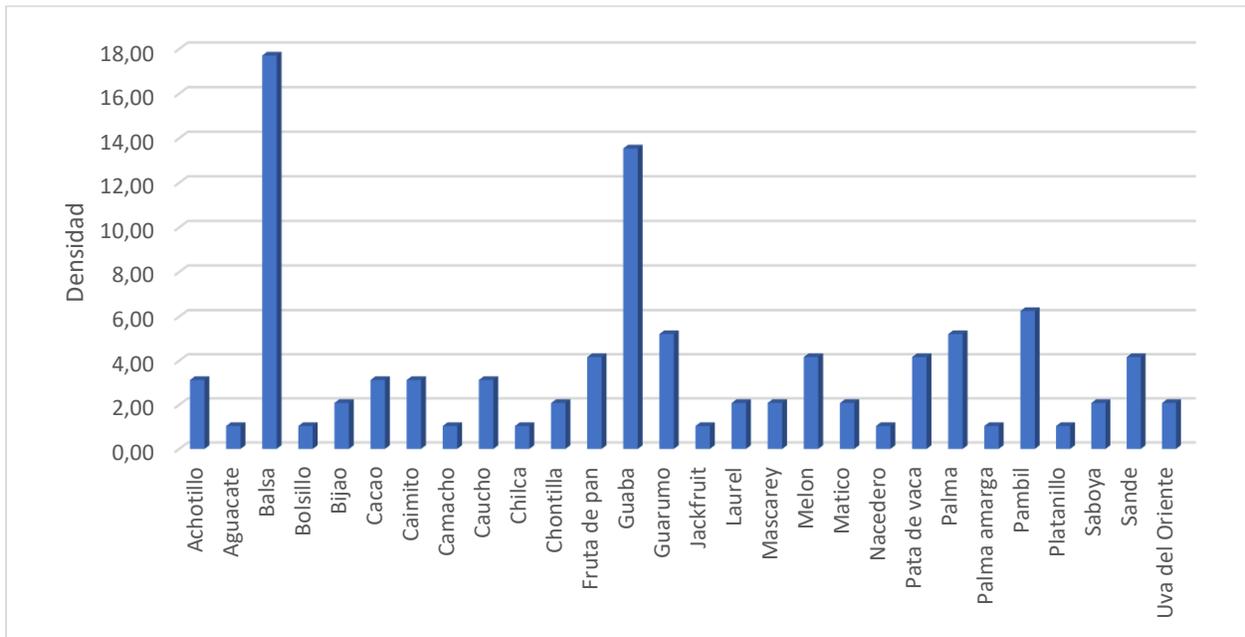


Figura 9.9. Cálculo de la densidad relativa
Elaborado por: Grupo consultor

9.3.3. Cálculo de dominancia

Las especies dominantes en dentro del área del nuevo relleno sanitario son: Caucho (*Hevea guianensis Aubl.*) con 23.81%, guaba (*Inga sp*) con 14.36%, y balsa (*Vernonanthura sp*) con un 11.43% del total de las especies inventariadas.

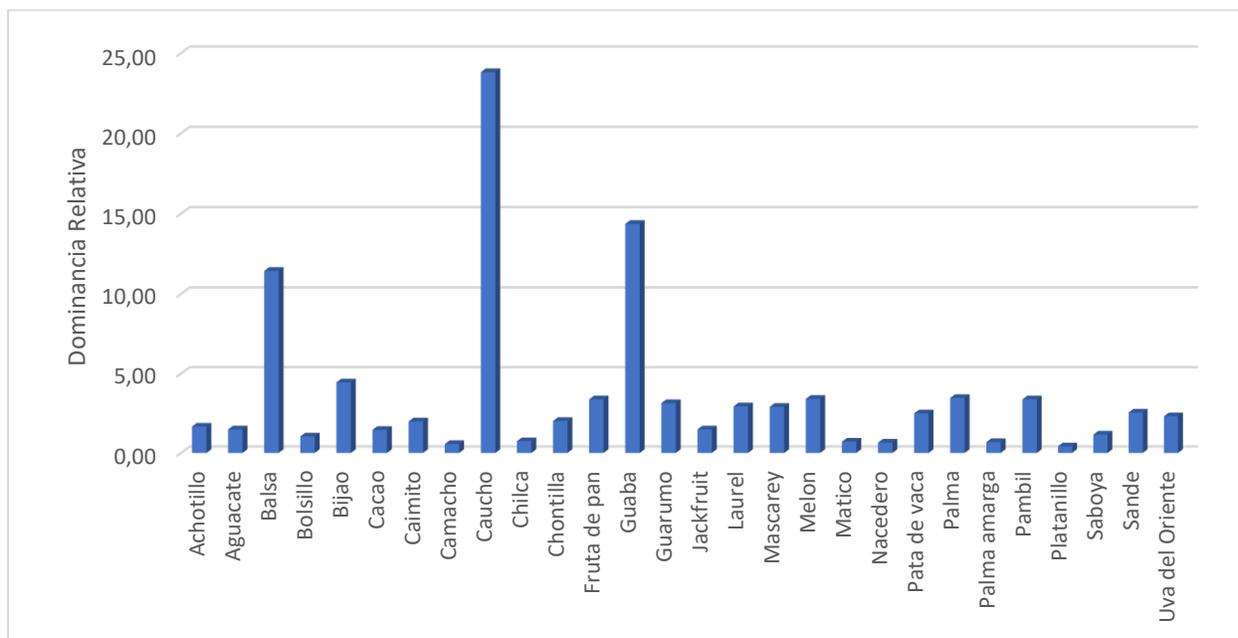


Figura 9.10 Cálculo de la dominancia
Elaborado por: Grupo consultor

9.3.4. Cálculo del índice de valor de importancia

El inventario forestal registró un total de 96 individuos, representados en 19 familias y 28 especies arbóreas y arbustivas, de las cuales se determina que el mayor índice de importancia (IVI) son las especies como la balsa (*Vernonanthura sp*) con un 29.14%, el guabo (*Inga sp*) con un 27.90% y el caucho (*Hevea guianensis Aubl.*) con un 26.93% del total de las especies inventariadas.

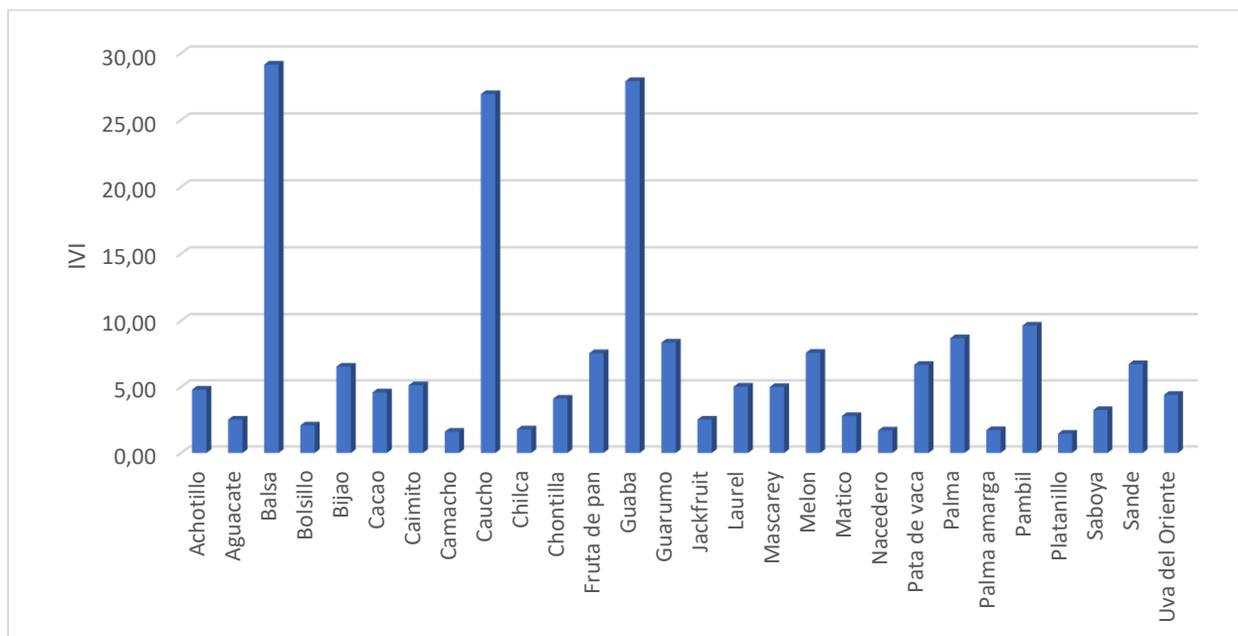


Figura 9.11 Cálculo del índice de valor de importancia
Elaborado por: Grupo consultor

9.3.5. Índices de biodiversidad

Los resultados obtenidos para la zona de estudio se presentan a continuación:

Tabla 9.23. Cálculo del índice de Simpson y Shannon - Weaver

Índice de Simpson	
D=	0.131
1-D=	0.868
Índice de Shannon-Weaver	
H' =	3.585

Elaborado por: Grupo consultor

Con los datos obtenidos se puede determinar que la zona de estudio presenta una alta diversidad de plantas ya que el valor se encuentra por encima de tres ($H'=3.58$), sin embargo, la dominancia de una especie con respecto a las demás es muy baja ($D=0.13$).

9.3.6. Especies endémicas, raras y registros importantes

Una especie es endémica cuando no existe en otro país o región, es decir existe en una zona geográfica determinada de extensión variable, pero generalmente restringida en relación con el patrón geográfico. Sin embargo, algunas especies endémicas dejan de serlo cuando la misma especie aparece en otro lugar o región. En este estudio no se encontraron especies endémicas, sin embargo, se registró seis especies bajo categoría de amenaza según la UICN. Estas especies son: *Iriartea deltoidea*, *Cordia alliodora*, *Cecropia ficifolia*, *Hevea guianensis*, *Ochroma pyramidale* y *Pouteria caimito*, todas estas especies se encuentran dentro de la categoría LC (Preocupación menor).

9.3.6.1. Especies de importancia ecológica

Dentro de las inmediaciones del proyecto existen algunas especies que podrían considerarse de valor ecológico, que tienen su origen en Ecuador y a la vez lo comparten con otros países vecinos; estas especies son:

Tabla 9.24 Nombres de las especies de importancia encontradas en la zona.

Especie	Nombre común	Origen
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	Guarumo	Ecuador y otros países de la región
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pambil	Ecuador

Elaborado por: Grupo consultor

9.3.7. Censo forestal

En las siguientes tablas se detalla la información que se obtuvo al momento de realizar el censo forestal por cada una de las parcelas muestreadas, donde se consideraron, medidas dasométricas como: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial (Hc), altura total (Ht) y volumen (m³).

Tabla 9.25 Censo Forestal por parcela 1 de muestreo

Parcela # 1: ubicada detrás de la báscula. Área: 400 m ² Dimensiones: 22,2 x 18 m						
Coordenadas GPS: Zona 17 N Datum WGS 84						
Abscisa: 250 m						
Cobertura vegetal: 70% Bosque intervenido 30% plantaciones de árboles tropicales						
N°	Especie	DAP (m)	H Comercial (m)	H Total (m)	AB (m ²)	Vol (m ³)
1	Guabo	0,32	2	4	0,251	0,704
2	Melón	0,26	2	2,4	0,204	0,343
3	Uva del Oriente	0,26	3	3	0,204	0,429
4	Melón	0,34	2	6	0,267	1,122
5	Aguacate	0,5	3	7	0,393	1,924
6	Melón	0,3	2,1	5,2	0,236	0,858
7	JackFruit	0,5	5	8,1	0,393	2,227
8	Uva del Oriente	0,52	5	7	0,408	2,001
9	Guabo	0,43	1,2	3	0,338	0,709
10	Guabo	0,85	9	14	0,668	6,542
11	Guarumo	0,26	5	7	0,204	1,001
12	Achotillo	0,12	2,7	6	0,094	0,396
13	Chontillo	0,33	9	13	0,259	2,359
14	Chilca	0,25	5	8	0,196	1,100
15	Cacao	0,17	3	6	0,134	0,561
16	Cacao	0,18	5	9	0,141	0,891
17	Cacao	0,14	6	8	0,110	0,616
Total					4,50	23,78

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.26 Censo Forestal por parcela 2 de muestreo

Parcela # 2: ubicada cerca a la celda de desechos peligrosos. Área: 400 m ² Dimensiones: 22,2 x 18 m						
Coordenadas GPS: Zona 17 N Datum WGS 84						
Abscisa: 210 m						
Cobertura vegetal: 70% Bosque intervenido 30% plantaciones de árboles tropicales						
N°	Especie	DAP (m)	H Comercial (m)	H Total (m)	AB (m ²)	Vol (m ³)
1	Guabo	0,88	7	12	0,691	5,806
2	Laurel	0,65	4,6	7	0,511	2,501
3	Melón	0,25	1,5	3	0,196	0,412
4	Guabo	0,5	2	5	0,393	1,374
5	Laurel	0,45	5	8	0,353	1,979
6	Achotillo	0,19	2,8	5	0,149	0,522
7	Achotillo	0,25	3	6	0,196	0,825
8	Guabo	0,28	1,8	2,5	0,220	0,385
9	Guabo	0,4	4	8,4	0,314	1,847
10	Guabo	0,5	3,7	7	0,393	1,924
11	Chontillo	0,35	3	6	0,275	1,155
12	Guabo	0,45	2	6,1	0,353	1,509
Total					4,04	20,24

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.27 Censo Forestal por parcela 3 de muestreo

Parcela # 3: ubicada al margen izquierdo del relleno sanitario. Área: 400 m ² Dimensiones: 22,2 x 18 m						
Coordenadas GPS: Zona 17 N Datum WGS 84						
Abscisa: 250 m						
Cobertura vegetal: 70% Bosque intervenido 30% plantaciones de árboles tropicales						
N°	Especie	DAP (m)	H Comercial (m)	H Total (m)	AB (m ²)	Vol (m ³)
1	Balsa	0,12	7	8	0,094	0,528
2	Balsa	0,14	6	8	0,110	0,616
3	Balsa	0,3	15	16	0,236	2,639
4	Balsa	0,14	6	9	0,110	0,693
5	Balsa	0,34	20	24	0,267	4,486
6	Balsa	0,36	21	25	0,283	4,948
7	Camacho	0,19	3	6	0,149	0,627
8	Caimito	0,17	4	6	0,134	0,561
9	Balsa	0,32	10	13	0,251	2,287
10	Bijao	0,8	0,4	2,5	0,628	1,100
11	Pambil	0,12	10	12	0,094	0,792
12	Bijao	0,7	0,2	2	0,550	0,770
13	Guabo	0,15	6	9	0,118	0,742

14	Matico	0,13	0,5	2	0,102	0,143
15	Matico	0,11	0,4	1,7	0,086	0,103
16	Mascarey	0,48	10	17	0,377	4,486
17	Palma	0,23	5	7	0,181	0,885
18	Fruta de pan	0,3	12	17	0,236	2,804
19	Fruta de pan	0,24	12	14	0,188	1,847
20	Bolsillo	0,35	6	8	0,275	1,539
21	Nacedero	0,22	6	9	0,173	1,089
22	Palma	0,2	6	9	0,157	0,990
23	Palma	0,21	15	17	0,165	1,963
24	Pata de vaca	0,19	2,1	6	0,149	0,627
25	Palma amarga	0,23	11	14	0,181	1,770
26	Pata de vaca	0,2	2	6	0,157	0,660
27	Pata de vaca	0,25	1,9	6	0,196	0,825
28	Caucho	0,29	6	11	0,228	1,754
29	Pambil	0,15	13	14	0,118	1,155
30	Balsa	0,12	7	9	0,094	0,594
31	Balsa	0,32	9	14	0,251	2,463
32	Balsa	0,14	6	7	0,110	0,539
33	Balsa	0,12	5	7	0,094	0,462
34	Caucho	0,42	11	13	0,330	3,002
Total					6,87	50,48

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.28 Censo Forestal por parcela 4 de muestreo

Parcela # 4: ubicada frente a la celda de desechos peligrosos. Área: 400 m ² Dimensiones: 22,2 x 18 m						
Coordenadas GPS: Zona 17 N Datum WGS 84						
Abscisa: 250 m						
Cobertura vegetal: 70% Bosque intervenido 30% plantaciones de árboles tropicales						
N°	Especie	DAP (m)	H Comercial (m)	H Total (m)	AB (m ²)	Vol (m ³)
1	Guabo	0,13	7	10	0,102	0,715
2	Platanillo	0,14	2	6	0,110	0,462
3	Sande	0,21	7	13	0,165	1,501
4	Balsa	0,25	11	14	0,196	1,924
5	Sande	0,26	6	13	0,204	1,858
6	Fruta de pan	0,3	8	10	0,236	1,649
7	Balsa	0,19	5	8	0,149	0,836
8	Sande	0,19	4,5	14	0,149	1,462
9	Guabo	0,12	3	5	0,094	0,330
10	Guarumo	0,15	20	24	0,118	1,979
11	Balsa	0,14	10	14	0,110	1,078

12	Balsa	0,34	12	16	0,267	2,991
13	Caimito	0,15	2	6	0,118	0,495
14	Pambil	0,14	10	12	0,110	0,924
15	Pambil	0,32	10	12	0,251	2,111
16	Pambil	0,18	14	16	0,141	1,583
17	Saboya	0,22	9	12	0,173	1,451
18	Guarumo	0,29	12	14	0,228	2,232
19	Palma	0,23	5	7	0,181	0,885
20	Palma	0,3	2	6	0,236	0,990
21	Mascarey	0,5	15	25	0,393	6,872
22	Fruta de pan	0,3	8	10	0,236	1,649
23	Pata de vaca	0,2	2	6	0,157	0,660
24	Guarumo	0,2	15	18	0,157	1,979
25	Guarumo	0,16	15	17	0,126	1,495
26	Balsa	0,19	12	16	0,149	1,671
27	Pambil	0,23	14	16	0,181	2,023
28	Balsa	0,33	20	22	0,259	3,991
29	Sande	0,2	10	12	0,157	1,319
30	Guabo	0,19	6	7	0,149	0,731
31	Saboya	0,17	10	16	0,134	1,495
32	Caucho	0,24	11	14	0,188	1,847
33	Caimito	0,35	12	14	0,275	2,694
Total					5,90	55,89

Elaborado por: Grupo consultor

9.4. Diagnóstico sobre la gestión de residuos no peligrosos

El presente apartado se establece un diagnóstico situacional actual sobre el manejo de los residuos sólidos comunes generados en el cantón Puerto Quito. Este diagnóstico considera una descripción de los servicios brindados por la municipalidad, considerando recursos técnicos, operativos y de equipamiento, así como la planificación actual del servicio. Así mismo, se mostrarán los patrones de generación (generación per cápita y composición en porcentaje), y sus características físicas como densidad, humedades obtenidas por un proceso de caracterización ejecutado en campo.

La percepción de los usuarios del servicio de barrido y recolección también forman parte de este apartado, ya que, mediante la aplicación de encuestas se busca cualificar el servicio; además de develar indicadores inherentes al servicio brindado por la municipalidad.

A través de la ejecución de monitoreos ambientales realizados por parte de un laboratorio acreditado por el SAE, se determinará el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a descargas líquidas, suelo, emisiones a la atmósfera y ruido en el complejo ambiental Puerto Quito

Por último, se estimará el porcentaje de residuos sólidos aprovechados a través de los programas formales instaurados por la municipalidad, como son el compostaje de materia orgánica y separación de material aprovechable dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito.

9.4.1. Caracterización de residuos sólidos no peligrosos

9.4.1.1. Generación per cápita

Según los registros que maneja la Unidad de desechos sólidos de la municipalidad, en el año 2020 el complejo ambiental "Puerto Quito" recibió un total de 3033040 Kg de residuos sólidos distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 9.29. Datos de generación de residuos gestionados dentro del Complejo Ambiental "Puerto Quito"

Mes	Peso total [Kg]
Enero	266740
Febrero	238225
Marzo	296975
Abril	227580
Mayo	250680
Junio	266490
Julio	289190
Agosto	260620
Septiembre	242300
Octubre	214520
Noviembre	225740
Diciembre	253980
TOTAL	3033040

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

A este valor se suma la generación de residuos sólidos orgánicos recolectados en los centros poblados que participan del proceso de clasificación desde sus hogares. Estos camiones no arriban al relleno sanitario y se descargan directamente en las asociaciones agrícolas que las procesan para hacer abono orgánico. Según datos de la Dirección de gestión ambiental del GAD anualmente se gestionan aproximadamente 972 toneladas anuales.

Por lo tanto, en base a la información expuesta se determina la generación anual de residuos sólidos comunes se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 9.30. Generación anual de residuos sólidos domiciliarios.

Generación anual de residuos gestionados en el Complejo Ambienta [Kg]	3033040
Total anual de desechos orgánicos gestionados por asociaciones agrícolas [Kg]	942000
Generación anual de residuos [Ton]	3975,0

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

La municipalidad carece del catastro exacto de usuarios que reciben el servicio de recolección, pero asumiendo la población de 20445 habitantes según el censo del año 2010 tenemos una generación per cápita de:

$$GPC = \frac{3975040 (Kg)}{20445 (hab) * 365(día)} = \frac{0.53 Kg}{hab * día}$$

Hay que considerar que el cálculo de generación per cápita podría ser mucho más preciso con un catastro actualizado y exacto del número de personas que reciben el servicio. Sin embargo, el resultado obtenido responde a una generación per cápita típica de zonas rurales en el Ecuador.

9.4.1.2. Composición en porcentaje

Tomando en cuenta la metodología anteriormente descrita, se procedió a hacer la caracterización de residuos sólidos del camión recolector que cubre la ruta norte del cantón, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9.31. Proceso de caracterización de residuos sólidos para cálculo de composición en porcentaje de residuos sólidos.

Fecha	23/2/2021		25/2/2021		26/2/2021		2/3/2021		5/3/2021		6/3/2021	
Peso minicargador + muestra [Kg]	4086,00		4095,00		4110,00		4107,00		4089,00		4120,00	
Peso de cargadora [Kg]	3800,00		3800,00		3800,00		3800,00		3800,00		3800,00	
Peso neto de la muestra [Kg]	286,00		295,00		310,00		307,00		289,00		320,00	
Peso de la muestra post cuarteo [Kg]	160,2		150,5		171,4		175,0		167,6		192,0	
Muestra restante para cálculo de densidad [Kg]	125,84		144,55		138,57		132,01		121,38		128,00	
	Peso [Kg]	%	Peso [Kg]	%	Peso [Kg]	%	Peso [Kg]	%	Peso [Kg]	%	Peso [Kg]	%
Materia orgánica	94,5	59	87,3	58	104,6	61	110,9	63,4	108,5	64,7	121,0	63,0
Botellas PET	3,7	2,3	3,5	2,3	3,8	2,2	2,1	1,2	1,2	0,7	6,3	3,3
Papel	5,4	3,4	3,6	2,4	4,8	2,8	3,7	2,1	4,0	2,4	3,8	2,0
Cartón	6,2	3,9	5,4	3,6	5,8	3,4	4,9	2,8	3,7	2,2	5,0	2,6
Metal	7,7	4,8	7,4	4,9	8,1	4,7	8,9	5,1	6,5	3,9	10,2	5,3
Vidrio	7,7	4,8	9,6	6,4	7,2	4,2	8,2	4,7	7,7	4,6	9,2	4,8
Plástico	9,9	6,2	10,1	6,7	11,3	6,6	10,3	5,9	10,2	6,1	13,6	7,1
Caucho	4,5	2,8	5,4	3,6	5,8	3,4	5,4	3,1	4,2	2,5	6,9	3,6
Textiles	5,3	3,3	3,6	2,4	3,6	2,1	3,1	1,8	4,4	2,6	7,5	3,9
Pilas	1,0	0,6	4,5	3	3,4	2	2,6	1,5	2,5	1,5	2,9	1,5
Madera	7,8	4,9	3,0	2,0	3,2	1,9	4,2	2,4	3,0	1,8	1,9	1,0
Otros	6,5	4,1	7,1	4,7	9,8	5,7	10,5	6,0	11,7	7,0	3,6	1,9
TOTAL	160,2	100,00	150,5	100,0	171,4	100,0	175,0	100	167,6	100	192,0	100

Elaborado por: Grupo consultor

En síntesis, y haciendo una sumatoria de todos los residuos muestreados se ha obtenido la siguiente composición en porcentaje:

Tabla 9.32. Composición de los residuos sólidos en porcentaje.

	Total [Kg]	Porcentaje %
Materia orgánica	626,7	61,6
Plástico	65,5	6,4
Vidrio	49,7	4,9
Metal	48,8	4,8
Otros	49,3	4,8
Caucho	32,3	3,2
Cartón	31,1	3,1
Textiles	27,5	2,7
Papel	25,4	2,5
Madera	23,1	2,3
Botellas PET	20,5	2
Pilas	16,9	1,7
TOTAL	1016,7	100

Elaborado por: Grupo consultor

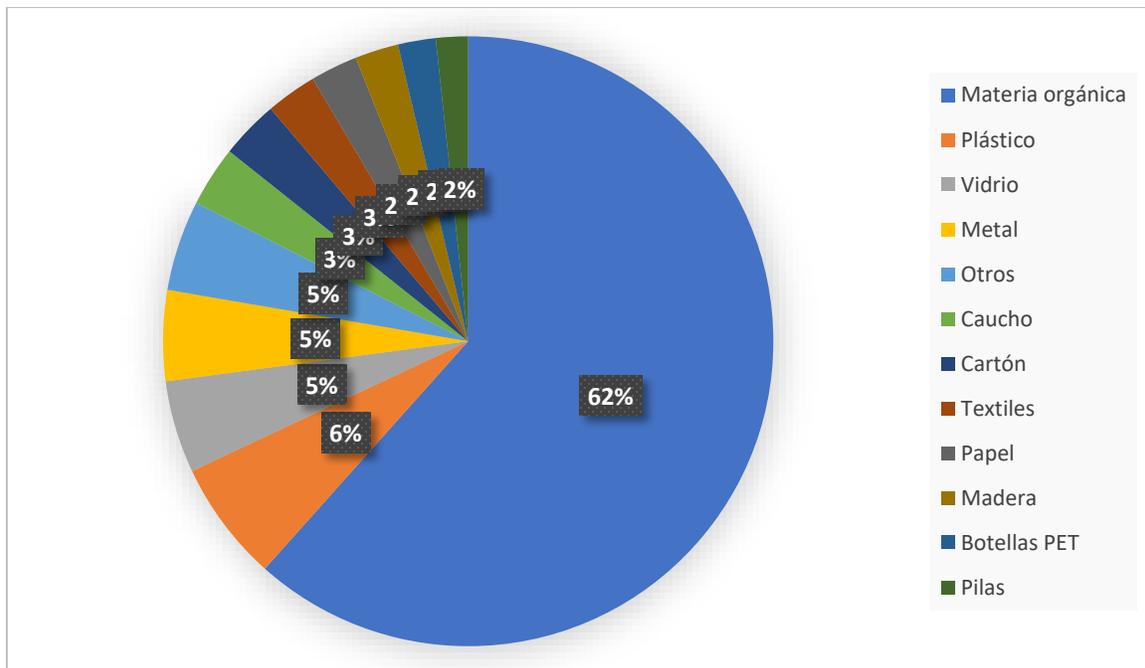


Figura 9.12. Composición de residuos sólidos en porcentaje.

Elaborado por: Grupo consultor

9.4.1.3. Humedad en porcentaje

Con uso de la **Tabla 8.7**, se procedió al cálculo de la humedad representativa de los residuos, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 9.33. Estimación del % de humedad en base a factores planteados por George Tchobanoglous.

	Total [Kg]	Factor para estimación de contenido de humedad	Contenido de humedad [Kg]
Materia orgánica	626,7	0,7	438,69
Plástico	65,5	0,02	1,31
Vidrio	49,7	0,02	0,994
Metal	48,8	0,03	1,464
Otros	49,3	0,08	3,944
Caucho	32,3	0,02	0,646
Cartón	31,1	0,05	1,555
Textiles	27,5	0,1	2,75
Papel	25,4	0,06	1,524
Madera	23,1	0,2	4,62
Botellas PET	20,5	0,02	0,41
Pilas	16,9	0,01	0,169
Total	1016,7	n/a	458,1
% De humedad total		45,1%	

Elaborado por: Grupo consultor

9.4.1.4. Densidad

Se realizaron 6 pruebas de densidad dentro de las instalaciones del complejo ambiental “Puerto Quito” con las muestras desechadas del cuarteo para estimación de la composición de residuos, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 9.34. Resultado de la prueba de humedad.

Fecha de muestreo	Peso muestra total [Kg]	Peso recipiente [Kg]	Peso neto muestra [Kg]	Volumen de recipiente [m3]	Densidad [Kg/m3]
23/2/2021	41,5	8	33,5	0,208	161,23
25/2/2021	42,2	8	34,2	0,208	164,53
26/2/2021	44,0	8	36,0	0,208	172,95
2/3/2021	47,4	8	39,4	0,208	189,6
5/3/2021	47,1	8	39,1	0,208	188,01
6/3/2021	44,9	8	36,9	0,208	177,59
Densidad promedio [Kg/m3]					175,65

Elaborado por: Grupo consultor

El valor promedio obtenido es un valor típico de la basura suelta puede ser empleado para el dimensionamiento e instalación de contenedores para usuarios del servicio.

9.4.2. Evaluación de los programas de aprovechamiento de residuos sólidos

Como ya se mencionó anteriormente, la municipalidad ejecuta 2 programas formales de recuperación y/o aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos. En este apartado se analizarán indicadores anuales, con el fin de determinar indicadores que determinen la efectividad de dichos proyectos.

En el presente estudio se analizó el total de residuos sólidos generados en un año calendario versus la cantidad de residuos recuperados, así tenemos:

Tabla 9.35. Porcentaje de recuperación de residuos sólidos en un año

		Recuperado [Ton]	% de recuperación
Generación anual de residuos [Ton]	3975,0	986,3	24,81%

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

A continuación, se muestra con mayor detalle los pesos exactos del material que se ha recuperado en un año calendario a través de los 2 programas ya descritos:

9.4.2.1. Aprovechamiento de residuos orgánicos- Proyecto compostaje mediante microorganismos eficientes

La municipalidad, en coordinación con la Unidad de Cuencas hídricas en convenio con asociaciones agrícolas procesan los residuos orgánicos de los centros poblados del cantón que clasifican desde sus hogares este tipo de residuos.

Para fines técnicos, se ha tomado el registro de material orgánico procesado por estas asociaciones durante el año 2019, así se tiene la siguiente tabla:

Tabla 9.36. Cantidad de material orgánico procesado por asociaciones agrícolas en el año 2019.

No	Asociación Agrícola	Materia orgánica procesada [Ton]	Sacos de abono obtenidos [U]
1	8 de septiembre	114	1078
2	Buena Esperanza	36	288
3	El Progreso	36	294
4	Silanche	84	668
5	Occidental Uno	48	381
6	San Carlos de Nuevo Ecuador	114	931
7	Vinicio Arguello	282	2297
8	Agrupación los Ríos	138	1097
9	Complejo Ambiental	36	294
10	Jesús Gran Poder	36	294
11	Pérez	18	147
TOTAL		942	7769

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Unidad de cuencas hídricas GADMCPQ

En resumen, el 100% del material orgánico generado por las poblaciones que participan del programa de clasificación domiciliaria es procesada para obtener abono orgánico, evitando su descarga dentro de la celda de disposición final dentro del Complejo Ambiental “Puerto Quito”.

9.4.2.2. Aprovechamiento de material inorgánico – Galpón de reciclaje complejo Ambiental Puerto Quito

En el galpón de reciclaje dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito se separan para su venta, toneladas de residuos inorgánicos aprovechables; los cuales, aparte de generar ingresos económicos, disminuyen la cantidad de desechos a disponer en la celda de disposición final, alargando la vida útil del proyecto.

Es así como, mediante el uso de estas instalaciones, y la mano de obra de la cuadrilla de trabajo se logró recuperar el siguiente material inorgánico en 2019:

Tabla 9.37. Total de material inorgánico aprovechable recuperado en 2019.

	Botellas PET [Kg]	Plástico [Kg]	Papel [Kg]	Cartón [Kg]	Chatarra [Kg]	Vidrio [Kg]	Lona [Kg]
ene-19	550	620	490	1540	620	760	0
feb-19	370	650	0	0	890	460	0
mar-19	420	370	300	1770	370	250	0
abr-19	150	280	0	900	290	350	0
may-19	550	790	220	970	750	810	0
jun-19	510	640	0	0	820	550	0
jul-19	280	635	0	1480	860	1320	0
ago-19	0	960	910	400	980	1720	100
sep-19	500	460	0	1420	520	740	0
oct-19	356	516	0	1076	576	916	0
nov-19	110	730	330	350	870	0	0
dic-19	720	1220	0	900	1680	1680	0
Total	4516	7871	2250	10806	9226	9556	100

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Saneamiento Ambiental GADMCPQ

En total, el material inorgánico aprovechado suma 44323 Kg al año; los cuales, comparados con los 3033040 Kg que ingresan al complejo ambiental “Puerto Quito”, representan un 1.46% de residuos recuperados en el galpón de reciclaje.

9.4.3. Evaluación de la infraestructura del proyecto Complejo ambiental Puerto Quito

Este apartado del estudio busca analizar desde un punto de vista técnico las deficiencias en los procesos que se ejecutan dentro del Complejo Ambiental “Puerto Quito”; con el fin de plantear soluciones que mejoren el sistema de gestión y disminuyan los impactos ambientales por la operación del proyecto.

Para empezar, y de manera global el proyecto “Complejo Ambiental Puerto Quito” carece de personal técnico permanente o que periódicamente supervise las diferentes actividades que se ejecutan dentro de este espacio. A continuación se detallan algunas observaciones en los diferentes sitios del complejo, así tenemos:

9.4.3.1. Galpón de reciclaje

El área destinada a la separación de material inorgánico mediante el uso de maquinaria industrial y la mano de obra de 4 operadores es un espacio equipado que brinda un espacio óptimo para el desarrollo de estas actividades. Sin embargo, se han identificado una serie de no conformidades que ponen en riesgo la integridad física de los trabajadores y el ambiente., así tenemos:

- **Área de descarga de residuos inorgánicos:** Los camiones recolectores que arriban al complejo ambiental, luego de realizar el pesaje en la balanza proceden a descargar los residuos en una zona donde con la ayuda de la mini cargadora, comenzar el proceso de separación desde una tolva. Actualmente este espacio carece de un suelo impermeable, lo que permite que los lixiviados se infiltren en el suelo, alterando su composición e incluso llegar a mantos freáticos. Además, carece de una infraestructura que proteja a los desechos del clima mientras permanece en este espacio.
- **Área de trabajo dentro del galpón de reciclaje:** Entre el área donde trabaja el personal operativo y el espacio donde se estaciona la volqueta para recibir los desechos descartables existe una diferencia de altura de al menos 4 metros de altura; lo que representa un riesgo para el personal. Este espacio carece de pasamanos y señalética preventiva que indique el desnivel existente. Además, la falta de mantenimiento de las luminarias ha provocado que cuelguen de un solo cable, lo que puede desencadenar en la caída de estas.
- **Área de estacionamiento del vehículo receptor de material descartable:** El espacio donde se estaciona el vehículo (volqueta) que recibe el material no aprovechable en algunas ocasiones suele recibir los desechos en el suelo descubierto; debido a que no se cuenta con el vehículo permanente durante las horas de trabajo. Esto permite que exista contacto directo entre los desechos y el suelo, lo que genera contaminación del suelo y posiblemente infiltración de lixiviados hacia capas de suelo más profundas.

9.4.3.2. Galpón de compostaje

En esta área se procesa parte de la materia orgánica generada y separada en los hogares que participan del programa de recolección diferenciada. Aquí se pudo evidenciar lo siguiente:

- **Área de deshidratación de material orgánico:** El diseño original del proyecto no considera este espacio; pero, debido al contenido de humedad del material orgánico, personal técnico optó por destinar un espacio fuera del galpón para que los desechos se deshidraten antes de ingresar al proceso de compostaje. Este sitio carece de infraestructura técnica, simplemente es suelo desnudo sin protección del clima; con presencia de lixiviados y olores desagradables. Esto puede desencadenar en la infiltración de lixiviados, contaminando el suelo y favoreciendo la proliferación de vectores.
- **Análisis de abono orgánico del complejo ambiental:** Se realizó un análisis del abono orgánico, que bajo los lineamientos del programa de aprovechamiento de materia orgánica que aplica la municipalidad, da como producto el abono orgánico en presentación de costales de 45 kilogramos. En la tabla 72, se puede observar los parámetros analizados, donde se destaca la presencia de nitrógeno total, fósforo y potasio, además, la muestra presenta un color pardo oscuro 7.5YR3/2. Se evidencia la presencia de raíces y pequeñas piedras

como parte de su composición. Se observa una textura arenosa disgregada.

Tabla 9.38 Análisis de abono del complejo ambiental

Identificación de la muestra:	M3-ABONO COMPLEJO AMBIENTAL	Método Adaptado de Referencia / Método Interno
Fecha de Muestreo:	05-mar.-21	
No. Reporte Gruentec:	2103102-DS003	
Parámetros realizados en el Laboratorio		
Aniones Solubles en Agua (peso húmedo):		
Nitrato mg/kg	<50 ⁽²⁾	EPA 300.1 / MM-S-37
Nitrito mg/kg	<50 ⁽²⁾	EPA 300.1 / MM-S-37
Parámetros Orgánicos en peso seco:		
Materia Orgánica %	55.5	Método Interno
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/kg	20527	HACH 8038 / MM-S-35
Nitrógeno Total mg/kg	20527	Cálculo
Metales totales:		
Azufre mg/l	<13	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Boro mg/l	<0.26	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Calcio mg/l	30	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Cobre mg/l	0.404	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Fósforo mg/l	35	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Hierro mg/l	20	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Magnesio mg/l	8.7	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Manganeso mg/l	0.303	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Potasio mg/l	2759	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Zinc mg/l	0.52	EPA 6020 B / MM-AG/S-39

Elaborado por: Laboratorio acreditado Gruentec

9.4.3.3. Celda de disposición final de desechos sólidos comunes

La celda de disposición final es el sitio donde el material no aprovechable es dispuesto de manera permanente. Aquí los desechos son acondicionados, y este lugar debe prestar las condiciones adecuadas para minimizar los impactos ambientales como olores, vectores y descargas líquidas. Aquí se ha identificado las siguientes deficiencias:

- **Falta de material de cobertura**

Únicamente 734.5 m² del área superficial de la celda que representan el 27.5% del área total se encuentra correctamente cubierta con material de cobertura (arena); mientras que 1284.63 m² presenta residuos expuestos sin material de cobertura (48.10%). El área restante 651.47 m² se encuentra inundada, lo que representa un 24.4% del área total

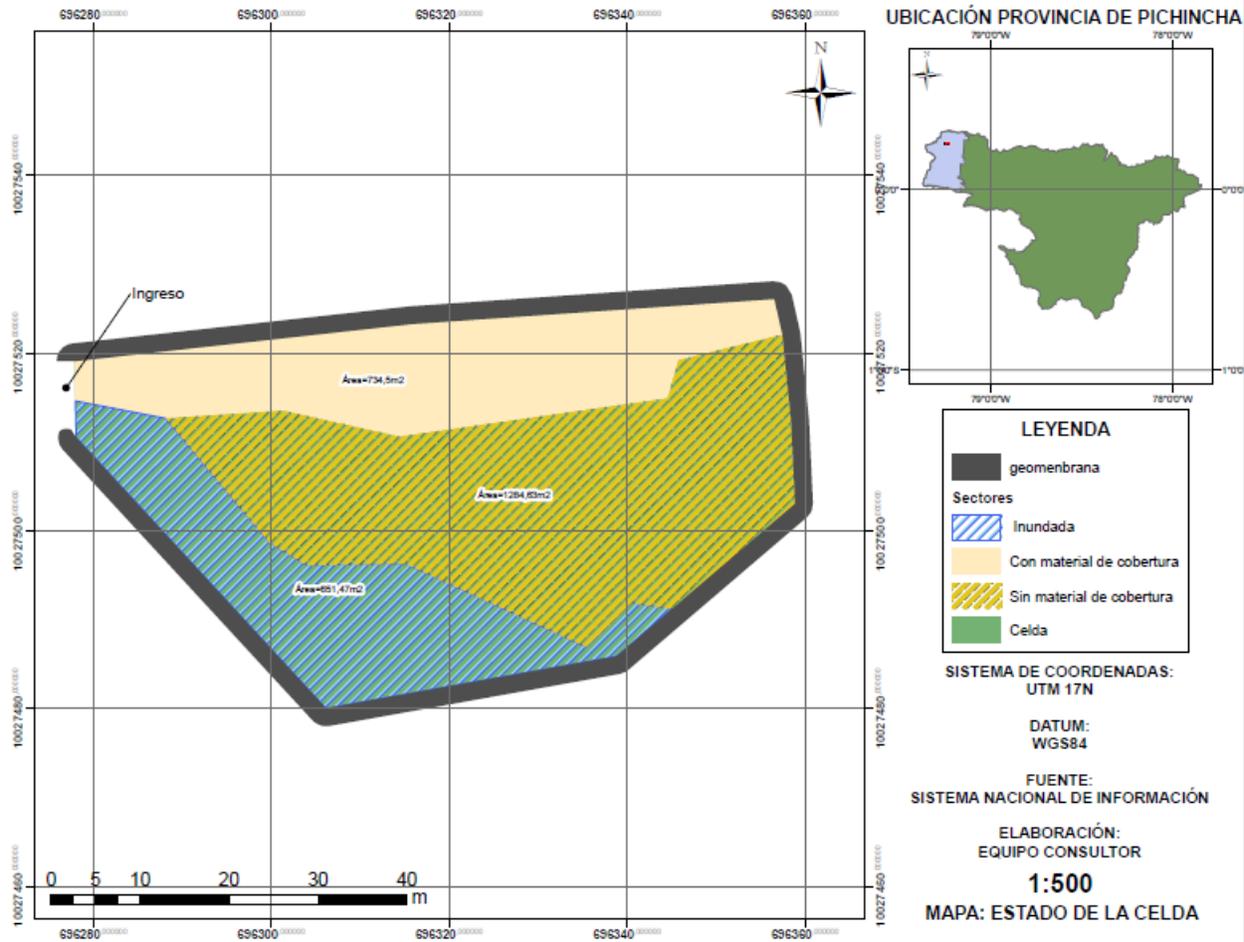


Figura 9.13. Estado actual de la celda de disposición final

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

El tener los desechos expuestos da lugar a la generación de malos olores y proliferación de vectores como moscas, presencia de aves de rapiña y animales domésticos como perros y gatos.

- Ruptura de geomembrana

Parte de la geomembrana de la celda de disposición final presenta rupturas, así mismo se identifican zonas donde el material impermeable no se encuentra debidamente termosellado. Esto compromete el estado natural del suelo donde se asienta la celda de disposición final, ya que los lixiviados pueden infiltrarse por entre estos espacios y llegar al suelo y posiblemente llegar a mantos freáticos.



Ilustración 7. Ruptura de geomembrana en la celda de disposición final de desechos.

Fuente: Equipo consultor

- **Zanjas de coronación**

Las zanjas de coronación son canales ubicados en la parte alta de la celda capaces de desviar el agua lluvia mediante el uso de material impermeable. Esto con el fin de evitar que aumente excesivamente el caudal de generación de lixiviados. Actualmente esta infraestructura se encuentra obstruida en algunos segmentos; aquí encontramos desechos, tierra, plantas, tal y como se muestra en las siguientes fotografías:



Ilustración 8. Estado de las zanjas de coronación.

Fuente: Equipo consultor

Este problema genera un aporte extra de agua en la celda, lo que desencadena en el represamiento de agua dentro de la misma; dificultando el paso de la maquinaria y propiciado la reproducción de mosquitos.

- **Taponamiento de drenes**

En la base de la celda de disposición final, se disponen drenes que tienen como finalidad facilitar la evacuación de los lixiviados que se generan por la descomposición de residuos y su mezcla con aguas lluvia. Esta infraestructura actualmente presenta problemas, ya que el 24.4% del área de la celda se encuentra inundada, tal y como se muestra en la **Figura 9.13**. Estado actual de la celda de disposición final.

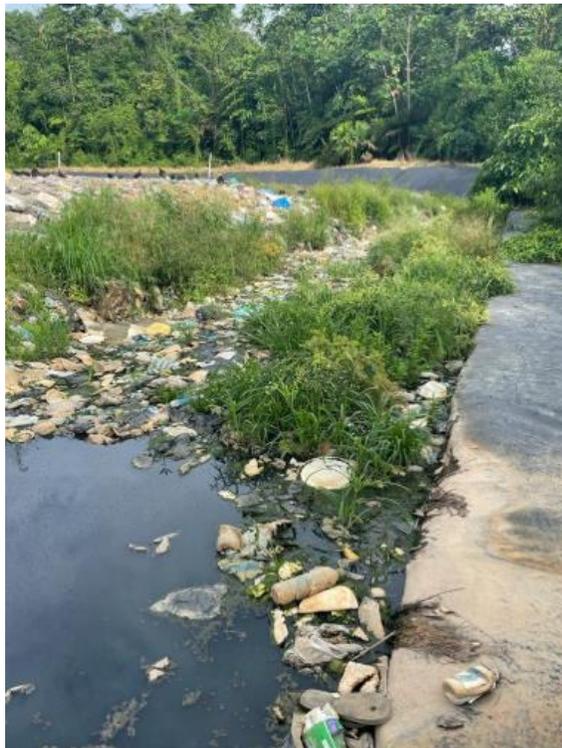


Ilustración 9. Área inundada producto del taponamiento de drenes.

Fuente: Equipo consultor

Para evitar el colapso de la celda se ha instalado una tubería de desfogue la cual se encuentra conectada al sistema de tratamiento de lixiviados.

- **Chimeneas:**

Según la **Figura 6.3**, la celda de disposición final de desechos cuenta con un total de 11 ductos para la evacuación de gases. Estos ductos, conforme aumenta el nivel de desechos son prolongados hacia arriba, con el fin de permitir la salida de gases generados por la descomposición de desechos. Actualmente de las 11 chimeneas que deben estar en correcta operación encontramos lo siguiente:

Tabla 9.39. Estado actual de los 11 ductos de desfogue de gases en la celda de disposición final de desechos.

Número de chimeneas	Estado	Detalles
2	Obstruidas	Se encuentran desviadas y con presencia de residuos dentro de su estructura
6	Operativas	Presentan condiciones óptimas para la fuga de gases
3	Enterradas	No se encuentran operativas y se encuentran cubiertas por desechos, lo que evita la salida de gases

Elaborado por: Grupo consultor

A continuación, en las siguientes fotografías se puede evidenciar el estado de algunas de las chimeneas y las condiciones en las que se encuentran.



Ilustración 10. Chimenea obstruida dentro de la celda de disposición final.

Fuente: Grupo consultor

- Control de vectores

Actualmente no existe un programa formal de control de plagas dentro del Complejo Ambiental “Puerto Quito”. Esto sale a relucir por la presencia de moscas, aves de rapiña y canes que se encuentran en las inmediaciones del proyecto.



Ilustración 11. Presencia de aves de rapiña y un perro en la celda de disposición final
Fuente: Grupo consultor

Únicamente, los obreros fumigan malatión para combatir la presencia de moscas, pero esta actividad no se hace de manera periódica ni programada; más bien de manera empírica sin dosificaciones técnicas.

9.4.3.4. Planta de tratamiento de lixiviados

- Determinación de caudales de ingreso y descarga al sistema de tratamiento

Con la ayuda de un contenedor debidamente aforado y el uso de un cronómetro se procedió a la toma de datos para el cálculo de los caudales de ingreso y salida de aguas residuales en la planta de tratamiento del Complejo Ambiental Puerto Quito. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 9.40. Resultados del cálculo de estimación de caudales

Repeticón	Ingreso a la planta			Descarga		
	Volumen recolectado [l]	Tiempo [s]	Caudal [l/s]	Volumen recolectado [l]	Tiempo [s]	Caudal [l/s]
Repeticón 1	9	12,62	0,71	9	12,73	0,71
Repeticón 2		12,12	0,74		12,81	0,70
Repeticón 3		13,01	0,69		13,01	0,69
Q Promedio		0,72			0,70	

Elaborado por: Grupo consultor

Con el caudal calculado se puede estimar el tiempo de retención del efluente dentro del sistema de tratamiento de lixiviados desde su ingreso hasta la descarga, así tenemos:

Tabla 9.41. Cálculo de tiempo de retención

Caudal promedio [m ³ /d]	62.208
Volumen del sistema [m ³]	449.8
Tiempo de retención [d]	7.23

Elaborado por: Grupo consultor

- **Cálculo de la eficiencia de remoción de contaminantes**

En base a los resultados de los monitoreos de agua ejecutados en la planta de tratamiento se puede estimar el porcentaje de remoción de contaminantes a través del proceso y su comparación con la normativa ambiental de descarga. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 9.42. Porcentaje de remoción de contaminantes a través del sistema de tratamiento de lixiviados

Ítem	Parámetro		Inicio	Etapa intermedia		Fin del tratamiento	
			Tanque receptor	Laguna 2		Descarga	
	Nombre	Unidad	Resultado	Resultado	% remoción	Resultado	% remoción
1	Aceites y grasas	mg/l	20	20	0,0%	20	0,0%
2	Cadmio	mg/l	0,001	0,008	+700,0%	0,001	-87,5%
3	Cianuro total	mg/l	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,0%
4	Zinc	mg/l	0,071	0,083	+16,9%	0,062	-25,3%
5	Cloruros	mg/l	55,7	78	+40,0%	78	0,0%
6	Cobre	mg/l	0,001	0,001	0,0%	0,001	0,0%
7	Cobalto	mg/l	0,004	0,01	+150,0%	0,009	-10,0%
8	Coliformes fecales	NMP/100ml	140	940	+571,4%	170	-81,9%
9	Fenoles	mg/l	0,096	0,12	+25,0%	0,096	-20,0%
10	Cromo hexavalente	mg/l	0,05	0,05	0,0%	0,05	0,0%
11	DBO	mg/l	75,63	114,49	+51,4%	140,23	+22,5%
12	DQO	mg/l	189,4	374	+97,5%	310,7	-16,9%
13	Fósforo	mg/l	1,97	2,77	+40,6%	1	-63,9%
14	Hierro	mg/l	8,12	8,47	+4,3%	7,84	-7,4%
15	Mercurio	mg/l	0,002	0,002	0,0%	0,002	0,0%
16	Nitrógeno total	mg/l	67,19	64,44	-4,1%	75,62	+17,3%
17	Plomo	mg/l	0,001	0,001	0,0%	0,001	0,0%
18	pH	U pH	7,17	7,05	-1,7%	6,77	-4,0%
19	Sólidos suspendidos totales	mg/l	54	80	+48,1%	84	+5,0%
20	Sólidos totales	mg/l	836	1050	+25,6%	958	-8,8%
21	Temperatura	°C	28,1	28,7	+2,1%	30,7	+7,0%
22	Fosfatos	mg/l	1,23	1,23	0,0%	1,23	0,0%
23	Nitratos	mg/l	2,28	2,03	-11,0%	1	-50,7%
24	Nitritos	mg/l	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,0%
25	Sulfatos	mg/l	5	5	0,0%	5	0,0%
26	Sólidos disueltos totales	mg/l	732	1006	+37,4%	932	-7,4%
27	Coliformes totales	NMP/100ml	1600	9200	+475,0%	1600	-82,6%

Donde:

	Aumento en la carga contaminante etapas
	La carga contaminante se mantiene
	Disminuye la carga contaminante entre etapas

Elaborado por: Grupo consultor

En la tabla antes mostrada se identifica claramente que la carga contaminante comparada entre el tanque receptor versus la laguna 2 aumenta en 15 de los 27 parámetros analizados, lo que representa un 55% del total; 9 permanecen con la misma concentración y 3 disminuyen la carga contaminante. Esto se debe a que en la laguna 2 de la planta de tratamiento se ubica el punto de descarga del alcantarillado.

Mientras tanto, los parámetros analizados entre la laguna 2 y el agua de descarga post tratamiento tienen una mejoría considerable ya que en 13 de los 27 parámetros lo que representa un 48% de los parámetros se muestra disminución en la concentración de parámetros, 4 aumentan su concentración y 10 se mantienen.

En el apartado evaluación del cumplimiento de parámetros, específicamente en la Tabla 9.1 se detalla el cumplimiento de los límites máximos permisibles del agua de descarga proveniente de la planta de tratamiento. Los resultados del monitoreo establecen el incumplimiento de 3 parámetros puntuales: DBO, DQO y Nitrógeno total, los cuales varían sus concentraciones a través del sistema de tratamiento conforme la siguiente figura:

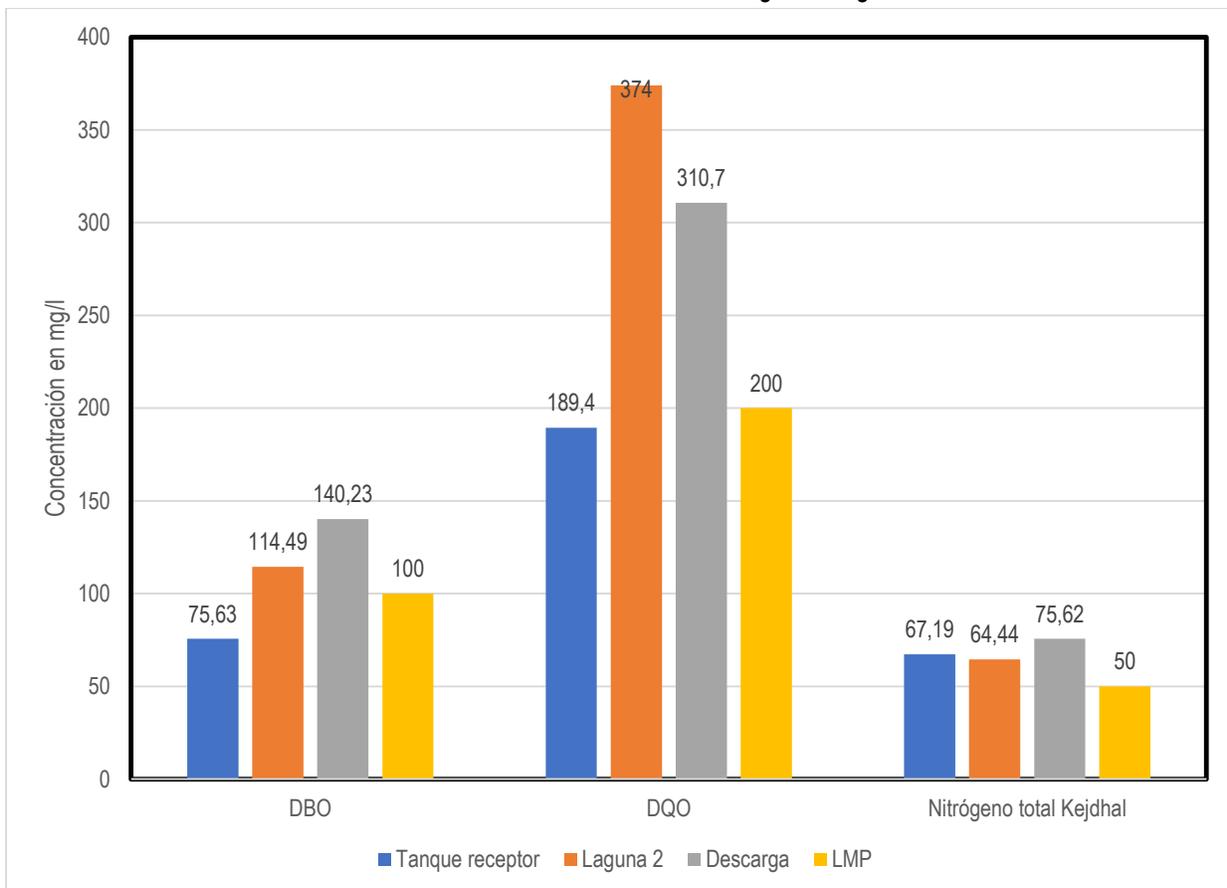


Figura 9.14. Comportamiento de las concentraciones de contaminantes a través del sistema de tratamiento y su comparación con límites máximos permisibles para aguas de descarga según Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A

Elaborado por: Grupo consultor

9.5. Nivel de satisfacción del servicio de barrido y recolección según el usuario

En base a las encuestas aplicadas a los usuarios del servicio de barrido y recolección tomando en cuenta si estos participan o no se establecieron una serie de preguntas con el fin de levantar indicadores que evalúan el servicio prestado por el GAD. Así mismo, se agregaron preguntas para generar indicadores importantes el momento de la toma de decisiones en torno al sistema de gestión, obteniendo os siguientes resultados:

9.5.1. Servicio de recolección

El servicio de recolección en el cantón Puerto Quito, cuenta un nivel de satisfacción elevado, actualmente este servicio es considerado como bueno en por el 53,1% de la comunidad encuestada, a continuación, se expresa el nivel de satisfacción encontrado luego del proceso de encuestas.

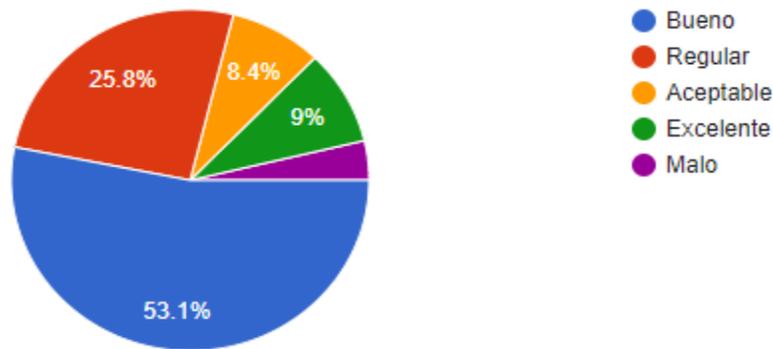


Figura 9.15. Nivel de satisfacción del servicio de recolección.
Elaborado por: Grupo consultor

Es importante mencionar que expresar ciertas respuestas expuestas en el desarrollo de la encuesta, con la finalidad de dar una solución a los problemas que se mencionaron por parte de la comunidad, entre las cuales tenemos: 46,3% indicó que se necesita el incremento de la frecuencia de recolección, 39,7% menciona que existe un incumplimiento de rutas y horarios, 22,8% expreso la existencia de maltrato de tachos o contenedores, entre otras, las cuales se expresan a continuación:

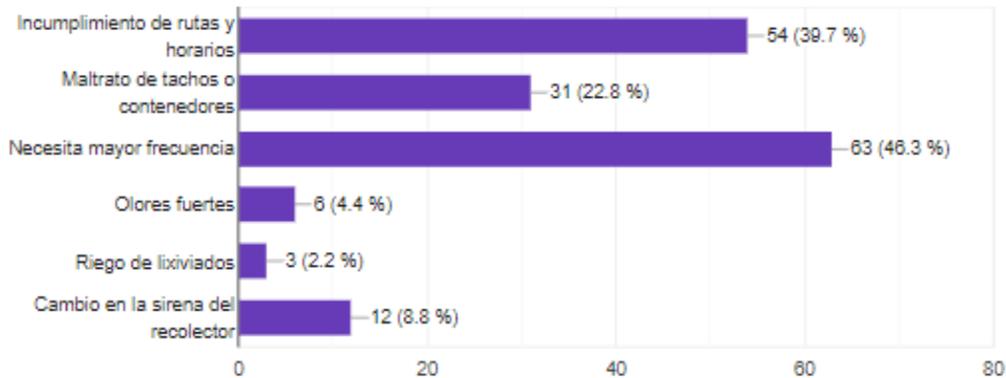


Figura 9.16. Respuestas sobre el servicio de recolección.

Elaborado por: Grupo consultor

En cuanto al nivel de atención dado por el personal operativo, los encuestados mencionaron en un 57,8% que la atención es buena, 21.1% indicaron ser regular, 17.4% manifestó ser excelente y el porcentaje restante expresaron que este es malo.

Entre las razones que se mencionaron por parte de los encuestados tenemos las siguientes: el 45% indicó que dejan los tachos tirados lejos de los domicilios, el 32,1% manifiestan que suelen ir muy rápido, el 30,7% mencionan que realizan muy bien su trabajo, el 22,9% expresan que existe maltrato de los tachos o contenedores y el 12,1% expresan que son mal educados.



Figura 9.17. Respuestas sobre el personal operativo.

Elaborado por: Grupo consultor

Respecto a la frecuencia o periodicidad del servicio de recolección de residuos, se expresó por parte de la comunidad encuestada, lo siguiente: el 46,9% manifiestan que las frecuencias dadas se encuentran bien, el 24,2% expresan que es regular, el 16,5% menciona como aceptable y el 12,4% indicaron ser excelente.

También se manifestó respecto al anuncio de la llegada del vehículo recolector, que el 63,4% indico escuchar muy bien la llegada del vehículo y el 36,6% manifestó lo contrario, por lo cual expreso ciertas respuestas, entre las cuales tenemos: el sonido es muy bajo, no se identifica una canción característica del recolector, inexistencia de sonido de llegada, entre otras.

En lo que son los horarios y rutas del servicio de recolección, el 69,3% indicó que se debe mantener las mismas rutas y horarios, mientras el restante exige algún tipo de cambio en los horarios establecidos actualmente, incluso consideraron que la recolección de residuos domiciliarios se la podría desarrollar en la noche.

Respecto, al programa de clasificación de residuos sólidos urbanos, implementado por la municipalidad del Cantón Puerto Quito, de los usuarios que participan de este programa, el 76,2% dice participar activamente de este sistema de clasificación, únicamente el 23% mencionó que no es parte de este proceso, pero considera que es de mucha importancia ambiental realizar este tipo de prácticas de separación en la fuente.

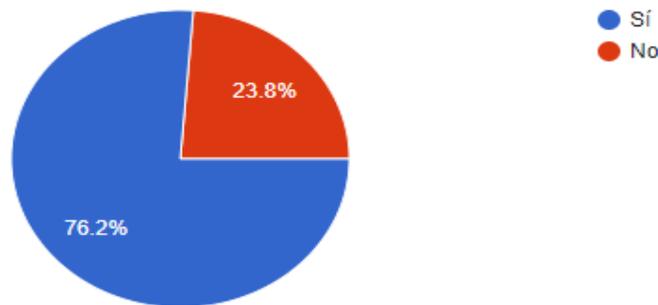


Figura 9.18. Participación en el programa de clasificación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Elaborado por: Grupo consultor

Mientras tanto, del grupo de usuarios que no reciben el servicio de recolección diferenciada, el 76,2% de los encuestados afirmaron que participarían de un proyecto como estos versus un 23,8% que no le interesa participar de este programa

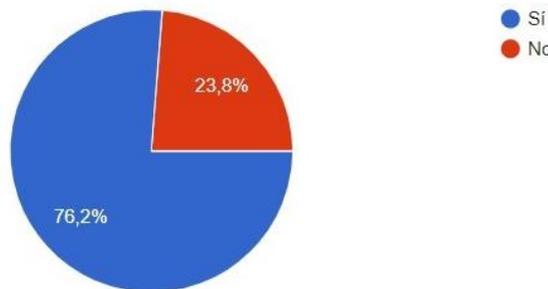


Figura 9.19. Predisposición de participar en el programa de clasificación de residuos

Elaborado por: Grupo consultor

Entre los motivos que la comunidad considera para no desarrollar adecuadamente esta clasificación tenemos los siguientes: el aspecto con mayor porcentaje que dificulta la separación en la fuente es la falta de contenedores

(42,5%), seguido por el desconocimiento por parte de la comunidad (32,9%), luego encontramos la pérdida de tiempo (20,5%) y, por último, la falta de compromiso (13%).

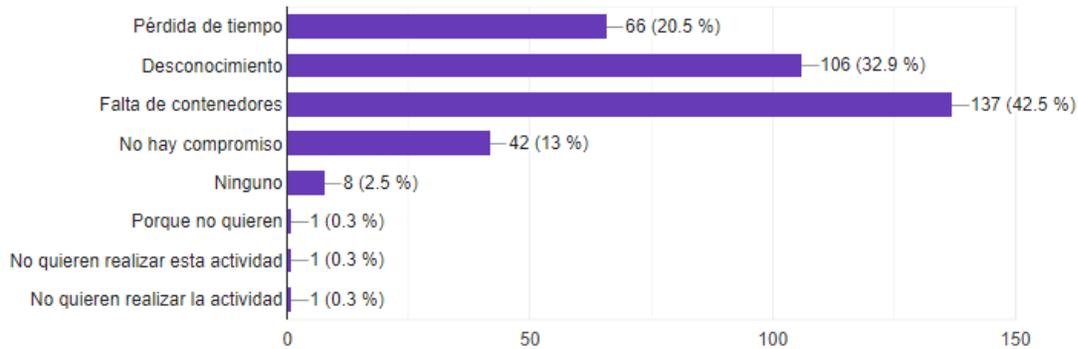


Figura 9.20. Aspectos que considera la comunidad que dificultan la clasificación de los residuos.

Elaborado por: Grupo consultor

9.5.1.1. Servicio de barrido

De las 320 encuestas aplicadas, 154 usuarios pertenecen al grupo de usuarios con servicio de barrido dentro de sus localidades. En base a este grupo se obtuvo que cerca del 60% de los encuestados indican que se encuentran satisfechos con el servicio ejecutado por parte del personal de barrido.

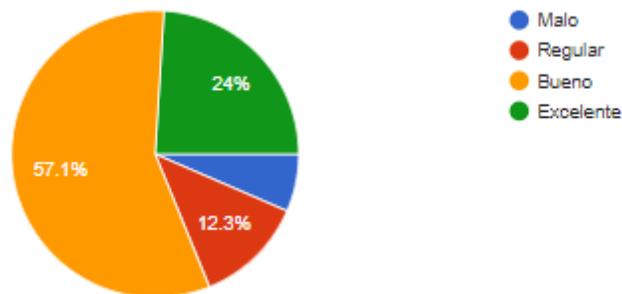


Figura 9.21. Servicio de barrido.

Elaborado por: Grupo consultor

Se debe mencionar ciertas razones que indicaron las personas que no se encuentran satisfechas con el servicio, las cuales fueron: incremento de frecuencias de recolección (67,7%) y barrido mal ejecutado (41,9%).

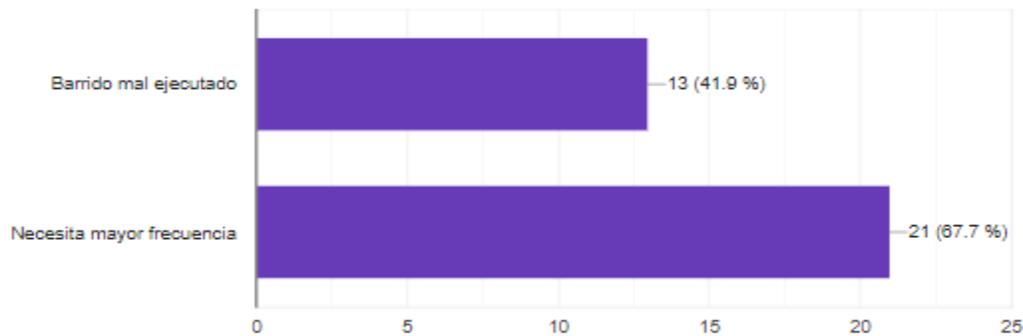


Figura 9.22. Razones de insatisfacción por parte de la comunidad.

Elaborado por: Grupo consultor

Por otra parte, de los 320 encuestados 154 usuarios pertenecen al grupo de personas sin servicio de barrido. De este grupo el 66.3% manifestaron que en sus localidades es necesario la implantación de este servicio, mientras que el 33.7% restante aseguran no requerir este servicio ya que las calles de los centros poblados donde viven no presentan las condiciones necesarias para recibir este servicio.

9.5.1.2. Otros indicadores inherentes al sistema de gestión de residuos

En base a los usuarios encuestados se establecieron ciertas preguntas, con la finalidad de desarrollar un conocimiento claro y preciso sobre el Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Cantón Puerto Quito.

En la cual, más del 70% de los encuestados manifestaron conocer sobre el sistema implantado por la municipalidad, además, se encuentra participando cerca del 80% del programa de clasificación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, desarrollando actividades de compostaje y reciclaje respectivamente.

El reciclaje de papel, cartón, plástico entre otros lo realizan en sus hogares cerca del 60% de los encuestados, estos desarrollan esta actividad con la finalidad de obtener un beneficio económico, como también para el desarrollo de manualidades.

Respecto al compostaje, se encontró que cerca del 60% población encuestada utiliza los residuos orgánicos para sus huertos urbanos, crianza de animales, entre otras actividades.

Además, indicaron tener conocimiento sobre la producción de productos orgánicos (abono orgánico, compost, entre otros) en el Complejo Ambiental Puerto Quito, manifestando que si hicieran uso de estos debido a que estarían ayudando al cuidado de sus cultivos y ambiente.

Más del 90% de las personas encuestadas indicaron que es necesario la implementación de mobiliario ambiental (tachos y papeleras) debido a que estas zonas lograrían contar con calles, veredas y carreteras limpias.

Respecto al costo del servicio de recolección, se pudo conocer la existencia de ciertas conformidades debido a que mencionaron que el valor es económico, módico o asequible (más del 70%), como también se tuvo conocimiento que varios encuestados indicaron que el valor es costoso debido a la falta de dinero provocado por las crisis laboral y económica actual de nuestro país.

Dentro de este apartado, es necesario expresar que la población está satisfecha con la forma de pago, la cual se realiza directamente en la municipalidad cantonal. Existen ciertas personas que indicaron disconformidades debido a que preferirían pagar este valor anexo a un servicio básico (agua, energía eléctrica, entre otras) o pagarlo dentro del impuesto predial.

9.6. Diagnóstico situacional sobre la gestión de residuos sanitarios peligrosos

Los establecimientos que generen residuos peligrosos como los de carácter médico u hospitalarios, tienen la obligación de introducir medidas idóneas y responsables con la finalidad de preservar la salud pública y el ambiente, debido a que este tipo de residuos pueden ocasionar enfermedades infecciosas y generar daños sobre los recursos de agua, aire y suelo.

La gestión integral de los desechos sanitarios y/o peligrosos tiene como principal objetivo la regulación de las diversas etapas, tales como: generación, almacenamiento, recolección y transporte, además, implica también su tratamiento y disposición final. Este proceso de gestión se realiza con la finalidad de prevenir, mitigar y reducir los riesgos a la salud de las poblaciones y el ambiente.

Las entidades de salud tienen como responsabilidad la gestión responsable de los residuos generados, en sus diversas etapas, las cuales fueron expresadas anteriormente. Así mismo, en el cantón Puerto Quito la municipalidad desarrolla con responsabilidad la gestión externa de estos residuos, desde la fase de recolección hasta su disposición final.

Por otra parte, según el Acuerdo Ministerial 161 de la Reforma del Libro IV del TULSMA, Sección I y II, se manifiesta el compromiso social y ambiental que deben tener las entidades de salud pública y Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, sobre el adecuado manejo de los procesos de gestión integral de los residuos sólidos sanitarios.

La evaluación del cumplimiento de los procesos sanitarios se basa en la normativa ambiental vigente, siendo el Acuerdo Ministerial 161, correspondiente al “Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales”; “Reglamento sustitutivo para otorgar permisos de funcionamiento a los establecimientos sujetos a vigilancia y control sanitario”, ACUERDO No. 00000079 (Normativa Sanitaria para la Emisión del Permiso de Funcionamiento de los Establecimientos de Salud Públicos y Privados del Sistema Nacional de Salud); y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2013 sobre los “Requisitos para el Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.”

La Ley orgánica de salud menciona en el Art. 100.- La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios, que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

El artículo 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 303 de 19 de octubre de 2010, establece como competencias exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados municipales sin perjuicios de otras que determine la ley: “d.- Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”.

Este diagnóstico permite determinar la eficiencia del manejo y gestión de los desechos peligrosos generados en los centros de salud en el Cantón Puerto Quito, Provincia de Pichincha, así como también establecer las condiciones de generación y almacenamiento de los desechos generados en los establecimientos médicos locales y el proceso de gestión desarrollado por la Ilustre Municipalidad del Cantón Puerto Quito.

9.6.1. Datos de generación de residuos sanitarios peligrosos

El proceso de gestión integral de los residuos sólidos hospitalarios y/o peligrosos del Cantón Puerto Quito, se viene desarrollando desde el año 2017 hasta la actualidad.

Es importante mencionar, que entre los tipos de materiales que se recogen tenemos: infecciosos, cortopunzantes y patógenos, los cuales permitirán identificar la cantidad anual de los residuos sólidos especiales y/o hospitalarios recogidos. Los datos de generación se han clasificado conforme al suplemento del Registro oficial N° 856 de los Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales; específicamente se encuentran en el apartado Q 86, concerniente a actividades de atención a la Salud Humana y de Asistencia Social, así tenemos:}

Tabla 9.43. Listado de residuos sanitarios peligrosos gestionados por el GADMCPQ

CIU	Descripción	CRITB	Código	Código Basilea
Q86	Infecciosos. - Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	B	Q.86.07	Y1
Q86	Corto punzantes. - objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	B	Q.86.05	Y1
Q86	Patológicos. - órganos, tejidos, partes corporales que han sido extraídos mediante cirugía, necropsia u otro procedimiento médico.	B	Q.86.02	Y1
Q86	Especiales. - fármacos caducados o fuera de especificaciones	T	Q.86.08	Y3

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: Registro oficial N° 856 de los Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales

Cabe mencionar que únicamente los residuos patológicos se producen en el CENTRO DE SALUD TIPO "C" PUERTO QUITO.

Para el año 2017, el servicio se los realizaba en 17 establecimientos, actualmente 2021, la cantidad de centros de hospitalarios y de salud que cuentan con el servicio es de 15 establecimientos.

La cantidad de residuos que se recogen desde el año 2017 hasta 2020 se encuentra entre los 6700 kg/año hasta los 7000 kg/año, esto según los registros tomados por el personal que realiza el proceso de gestión de los residuos.

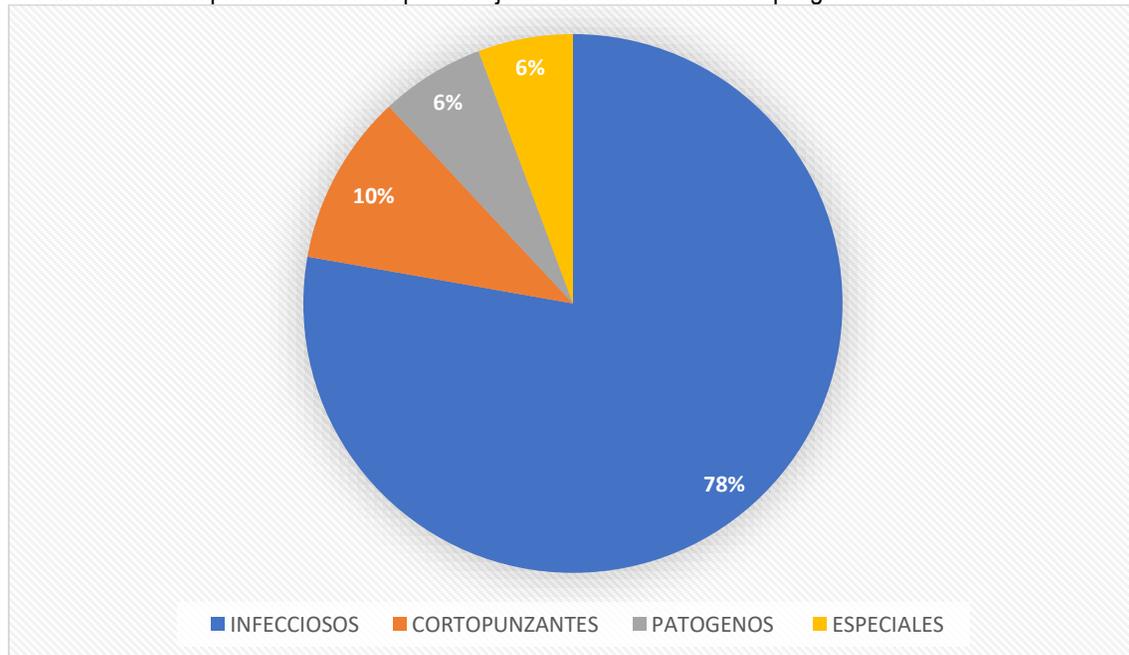
Para contextualizar lo mencionado, se identifica el año 2018 para realizar la determinación de los porcentajes estimados de producción de residuos sólidos peligrosos y/o especiales, tales como: cortopunzantes, infecciosos, patógenos y especiales. Como se evidencia en el siguiente gráfico:

Tabla 9.44. Cantidad de desechos sanitarios peligrosos recolectados en 2018.

Tipos	Peso	%
Infecciosos	5256,3 kg/año	77,78%
Cortopunzantes	694,7 kg/año	10,28%
Patógenos	422 kg/año	6,25%
Especiales	384,5 kg/año	5,69%
Total	6757,5 kg/año	100%

Fuente: Dirección de gestión ambiental GADMCPQ

Tabla 9.45. Composición anual en porcentaje de desechos sanitarios peligrosos recolectados en 2018



Como se evidencia en la información presentada anteriormente, el 78% de los desechos recolectados son de tipo infecciosos con un total de 5256,3 kg/año; seguido de los residuos cortopunzantes con un 10,28% del total anual (694,6 kg/año), luego los residuos patógenos con un 6,25% (422 kg/año) y por último, los residuos especiales con el 5,69% (384,5 kg/año). Hay que mencionar que el total de generación anual de RSP del año 2018 fue de 6757,5 kg/año.

9.6.2. Evaluación técnica a usuarios del servicio

Dentro del presente diagnóstico se realizó una breve entrevista y checklist en los diversos establecimientos, con la finalidad de identificar los procesos de gestión de residuos de los desechos peligrosos. El presente, se efectuó en base a cuatro enfoques, los cuales son:

- Regularización ambiental.
- Gestión interna (generación).
- Personal interno.
- Almacenamiento temporal (previo a la recolección).

9.6.2.1. Regularización ambiental

Tabla 9.46. Resultado estado de regularización ambiental de usuarios del servicio.

¿Cuenta con registro ambiental?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	8	53,33%
No	7	46,66%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

Fuente: información en campo

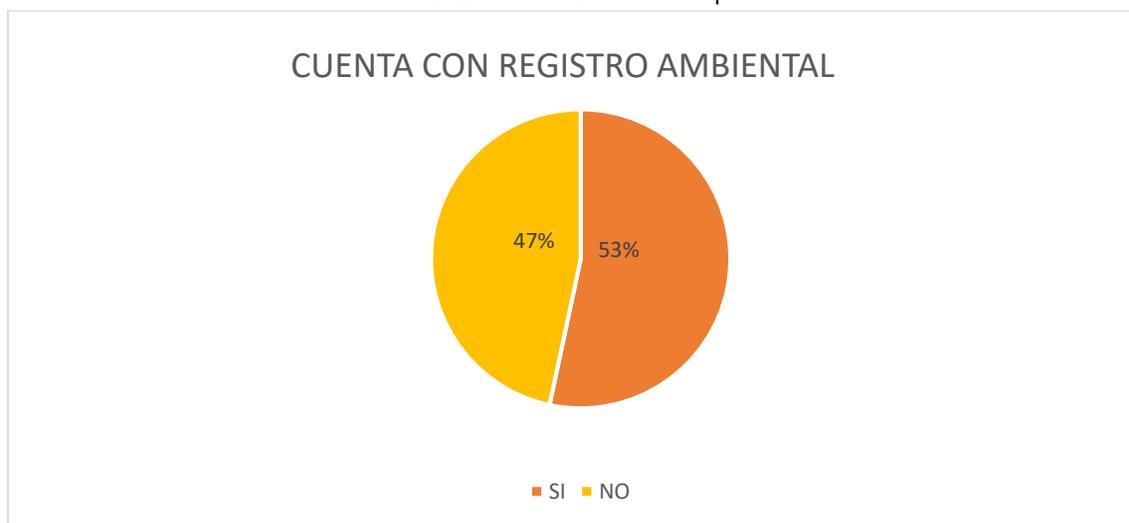


Figura 9.23. Porcentaje de usuarios que cuentan con registro ambiental

Elaborado por: Grupo consultor

De los 15 establecimientos tabulados, 8 cuentan con registro ambiental, lo cual representa el 53,33% y 7 no cuenta con este registro, que equivale al 46,66%.

Tabla 9.47. Establecimientos que cuentan con registro ambiental.

¿Cuenta con registro de generador de desechos peligrosos?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	7	46,66%
No	8	53,33%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

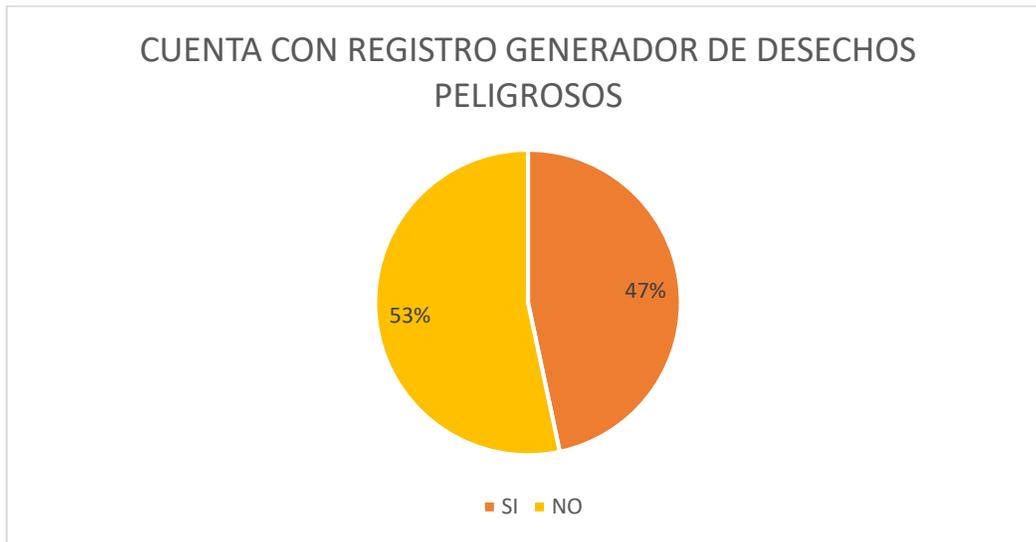


Figura 9.24. Porcentaje de establecimientos que cuentan con RGDP
Elaborado por: Grupo consultor

De los 15 establecimientos tabulados, 7 cuentan con registro generador de desechos peligroso, lo cual representa el 46,66% % y 8 no cuenta con este registro, que equivale al 53,33%.

9.6.2.2. Gestión interna de desechos

En cuanto a los procesos de gestión interna desarrollados por las entidades de salud, este análisis se enfocó hacia la evaluación de la gestión interna de desechos peligrosos, tales como: cortopunzantes, infecciosos, especiales y patológicos. Aquí se evaluó el estado de los contenedores, tomando en cuenta su estado, tapa y etiquetado, con los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9.48. Estado de contenedores que almacenan los desechos peligrosos.

Gestión interna (generación)		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentaje
100% (Contenedores en buen estado, tapa y etiquetado)	2	13,33%
66% (incumplen con 1 de los 3 parámetros analizados)	3	20%
33% (incumplen con 2 de los 3 parámetros analizados)	9	60%
0% (incumplen con 3 de los 3 parámetros analizados)	1	6,66%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

9.6.2.3. Personal interno

Respecto a lo que representa el personal interno, se realizaron tres preguntas, como son:

¿Cuenta con personal exclusivo para la gestión de desechos sanitarios peligrosos?

¿Ha recibido capacitación para la clasificación de los desechos sanitarios peligrosos?

¿El personal al momento de la recolección cuenta con?

Tabla 9.49. Personal exclusivo para la gestión de DSP

¿Cuenta con personal exclusivo para la gestión de desechos sanitarios peligrosos?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Equipo consultor

Se puede evidenciar que el 100% de los establecimientos de salud cuentan con personal exclusivo para la gestión de los desechos sanitarios peligrosos.

Tabla 9.50. Capacitación para la clasificación de los desechos sanitarios peligrosos.

¿Ha recibido capacitación para la clasificación de los desechos sanitarios peligrosos?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Equipo consultor

Se puede indicar que el 100% de los centros de salud pública han recibido capacitaciones para la adecuada clasificación de los desechos sanitarios peligrosos.

Tabla 9.51. Uso de EPP el momento de recolección

¿El personal al momento de la recolección cuenta con?		
Epp	Establecimientos	Porcentajes
Guantes	9/15	60%
Mascarilla	15/15	100%
Lentes	1/15	6,66%
Botas	8/15	53,33%%
Overol	10/15	66,66%

Fuente: Equipo consultor

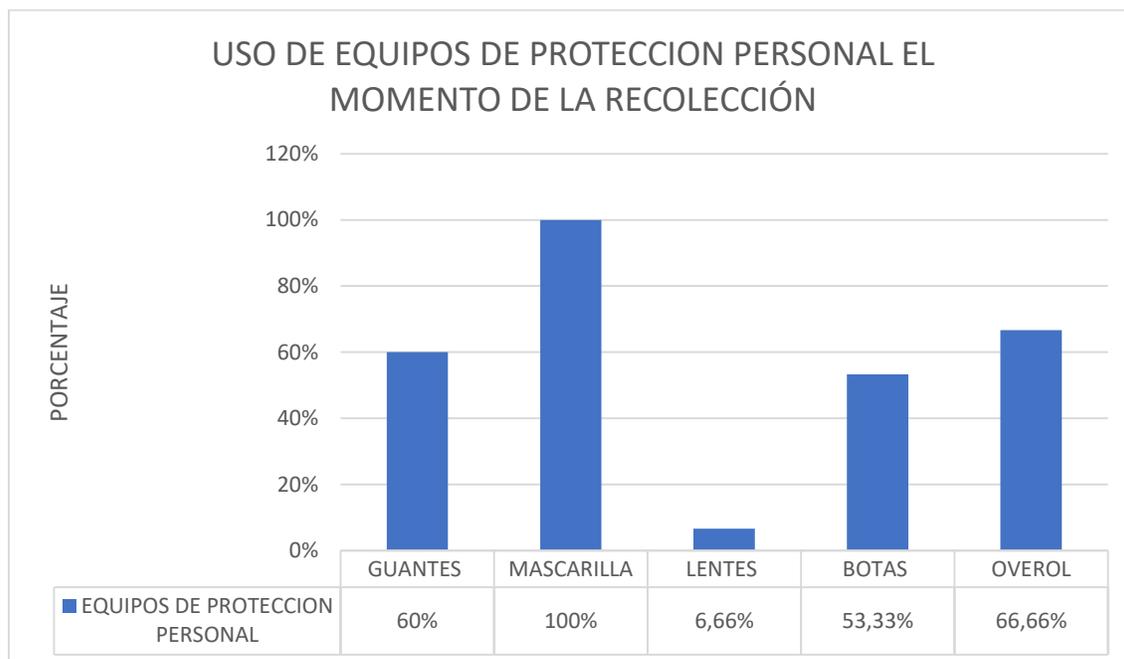


Figura 9.25. Porcentaje de establecimientos que usan EPP el momento de la recolección
Elaborado por: Grupo consultor

Como se puede evidenciar en la tabla y gráfico antes mostrados, se evidencia que la utilización de equipos de protección personal, por parte de los encargados de realizar la gestión dentro de los establecimientos médicos y de salud, encontrando que el 60% utiliza guantes (9/15), mascarilla el 100% (15/15), lentes únicamente el 6,66% (6,66%), botas con un 53,33% (8/15) y por último, overol con el 66,66% (10/15).

9.6.2.4. Almacenamiento temporal (previo a la recolección)

En cuanto al proceso de almacenamiento temporal previo a la recogida de la recolección de los desechos peligrosos, se desarrollaron evaluó lo siguiente:

¿Cuenta con un espacio exclusivo para el almacenamiento temporal de desechos sanitarios peligrosos?

¿Ubicación del espacio de almacenamiento temporal de desechos?

¿El sitio de almacenamiento cuenta con?

¿Previo a la entrega de los desechos, estos reciben pretratamiento?

¿Cuenta con un espacio exclusivo para el almacenamiento temporal de desechos sanitarios peligrosos?

Tabla 9.52. Espacios exclusivos para el almacenamiento temporal de DSP

¿Cuenta con un espacio exclusivo para el almacenamiento temporal de desechos sanitarios peligrosos?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

Es decir, todos los centros de salud cuentan con espacios exclusivos para el almacenamiento temporal de desechos sanitarios peligrosos hasta su recolección

Ubicación del espacio de almacenamiento temporal de desechos

Tabla 9.53. Ubicación del espacio de almacenamiento temporal de desechos.

¿Ubicación del espacio de almacenamiento temporal de desechos?		
Ubicación	Establecimientos	Porcentajes
Interna	5	33,33%
Externa	10	66,67%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

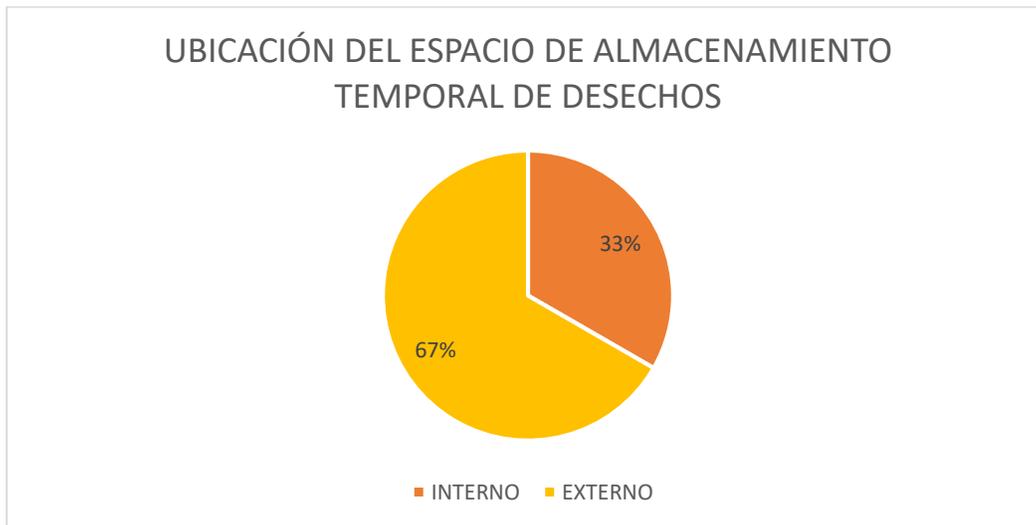


Figura 9.26. Ubicación de los centros de almacenamiento temporal de residuos
Elaborado por: Grupo consultor.

Como se puede identificar, el 33,33% de los establecimientos de salud tienen sus espacios de almacenamiento de desechos en zonas interiores y el 66,66% han ubicado estas áreas temporales de manera externa.

¿El sitio de almacenamiento cuenta con?

Entre los diversos parámetros que se ha chequeado dentro de los sitios de almacenamiento tenemos los siguientes: piso impermeable, correcta ventilación, acceso restringido, señalética preventiva y señalética identificativa.

Tabla 9.54. Estado de sitios de almacenamiento temporal de desechos

¿El sitio de almacenamiento cuenta con?		
Ítems	Establecimientos	Porcentajes
PI,CV,AR,SP,SI*	10	66,66%
PI,CV,AR**	2	13,33%

PI,AR,SP,SI***	3	20%
TOTAL	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor

PI,CV,AR,SP,SI*: Piso impermeable, correcta ventilación, acceso restringido, señalética preventiva y señalética identificativa.

PI,CV,AR**: Piso impermeable, correcta ventilación, acceso restringido.

PI,AR,SP,SI***: Piso impermeable, acceso restringido, señalética preventiva y señalética identificativa.

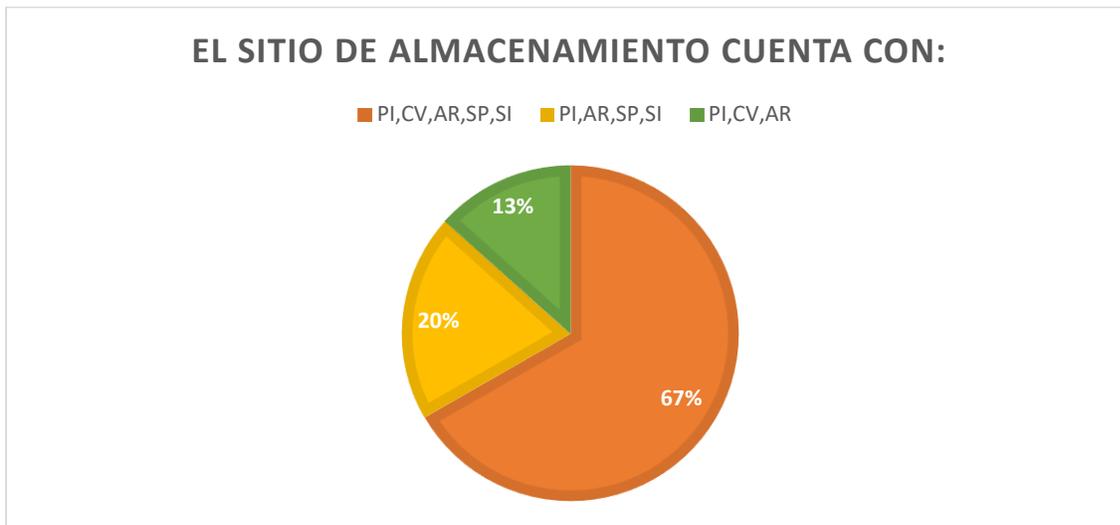


Figura 9.27. Estado de sitios de almacenamiento temporal de desechos

Elaborado por: Grupo consultor

El 67% de los establecimientos cuentan con todas las especificaciones, es decir, **PI, CV, AR, SP, SI** (Piso impermeable, correcta ventilación, acceso restringido, señalética preventiva y señalética identificativa), 20% poseen **PI, CV, AR** (Piso impermeable, correcta ventilación, acceso restringido) y el 13% cuenta con **PI,AR,SP,SI** (Piso impermeable, acceso restringido, señalética preventiva y señalética identificativa).

¿Previo a la entrega de los desechos, estos reciben pretratamiento?

Tabla 9.55. Entrega de desechos con pretratamiento.

¿Previo a la entrega de los desechos, estos reciben pretratamiento?		
Cumplimiento	Establecimientos	Porcentajes
Si	6	40%
No	9	60%
Total	15	100%

Elaborado por: Grupo consultor



Figura 9.28. Establecimientos que realizan pretratamiento a los desechos antes de la recolección.
Elaborado por: Grupo consultor

El 60% de los establecimientos realizan un pretratamiento de los residuos, caso contrario sucede en otros sitios médicos donde no efectúan ningún proceso, representando un 40%.

9.6.3. Evaluación técnica del servicio prestado por el GAD

9.6.3.1. Regularización ambiental del servicio

La aprobación de los requisitos técnicos para la gestión de desechos peligrosos y/o especiales dentro de la jurisdicción territorial política del Cantón Puerto Quito, se efectuó en el año 2017. El Municipio mencionado efectuó el trámite MAE-SOL-ART-2016-739, mediante el cual remite al Ministerio de Ambiente a través del Sistema Único de Información Ambiental SUIA, los requisitos técnicos para GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES, para implementación del mencionado sistema de gestión integral, modalidades: Disposición Final, Transporte conforme lo establecido en Modalidad F del Anexo B y Anexo C del Acuerdo Ministerial 026, publicado en el Registro Oficial N.º 334, del 12 de mayo del 2008, Acuerdo Ministerial 142, R.O. N.º 856, del 21 de diciembre del 2012, Art. 5 y Disposición Transitoria Quinta del Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios, R.O. 379, del 20 de noviembre del 2014, Art. 85,106 y 124 del Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, R.O. 316, del 4 de mayo del 2015. Mediante trámite en el SUIA, el 7 de agosto del 2017, se ingresa para revisión y análisis del proyecto.

Mediante trámite SUIA, el 5 de octubre del 2017, se ingresa para revisión y análisis, la respuesta a las segundas observaciones sobre Requisitos Técnicos para Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales del Cantón Puerto Quito. Al respecto y sobre la base del Informe Técnico No. MAE-2017-DPAPCH-002300 del lunes, 16 de octubre 2017, se determina que la documentación presentada cumple con lo establecido en la normativa ambiental aplicable, por lo tanto, esta Cartera de Estado aprueba los requisitos técnicos para GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES para las modalidades de: Disposición Final, Transporte. La documentación analizada presentada por GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PUERTO QUITO, se concluye que se emite informe favorable para la aprobación de Requisitos técnicos para la Gestión de desechos peligrosos y/o especiales y Transporte de sustancias químicas, ya que la documentación presentada, CUMPLE con los requisitos

establecidos en Modalidad F del Anexo B y Anexo C del Acuerdo Ministerial 026, publicado en el Registro Oficial N.º 334, del 12 de mayo del 2008, Acuerdo Ministerial 142, R.O. N.º 856, del 21 de diciembre del 2012, Art. 5 y Disposición Transitoria Quinta del Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios, R.O. 379, del 20 de noviembre del 2014, Art. 85,106 y 124 del Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, R.O. 316, del 4 de mayo del 2015.

Así mismo la certificación que avala el cumplimiento de la Norma INEN 2255:2013, INEN 2288:2000, Decreto Ejecutivo No. 1215 Ed. Vigente, TULAS LIBRO VI parágrafo 2 artículo 168,169,170,171,172,173 modificado del 2015.02.13 y al instructivo técnico V-I-AT-11 se encuentra caducada.

Por último, con el fin de garantizar la correcta gestión de residuos previo a la transferencia es responsabilidad del generador; el ministerio de ambiente establece que todo generador de desechos peligrosos debe llenar el Manifiesto Único, el cual en ninguno de los establecimientos se evidenció el cumplimiento de este requisito.

9.6.3.1. Proceso de recolección de desechos sanitarios peligrosos

A lo largo del recorrido en el proceso de recolección de desechos sanitarios peligrosos se levantaron algunos hallazgos importantes, así tenemos:

- Interrupción del proceso de recolección de desechos sanitarios por parte de los operadores para ingerir alimentos
- El sistema de climatización del furgón del vehículo no se encuentra operativo
- Solamente uno de los trabajadores encargados del transporte de recolección de desechos peligrosos cuenta con el curso básico obligatorio para conductores de vehículos que transportan materiales peligrosos establecido por el Ministerio de Ambiente

9.6.3.2. Tratamiento y disposición final

En el espacio destinado a la disposición final de desechos sanitarios peligrosos se ha identificado los siguientes hallazgos:

- La celda de disposición final fuera de operación no se encuentra cerrada adecuadamente, ya que luego de cumplir su vida útil únicamente se removió la estructura metálica que la protegía del clima y se colocó plástico sobre los desechos, mas no geomembrana que garantice la impermeabilización para evitar el paso del agua por los desechos.
- Las zanjas perimetrales que rodean la celda de desechos se encuentran obstruidas, lo que dificulta la evacuación de aguas lluvia
- La celda de disposición de desechos presenta pliegues de geomembrana sin templar, pudiendo generar contacto entre los desechos y el suelo desnudo
- Los desechos dispuestos en la celda son ubicados de manera aleatoria, sin material de cobertura ni uso de cal activa.



Ilustración 12. Estado actual de la celda de disposición final de desechos

9.1. Análisis financiero sobre el sistema de gestión integral de residuos sólidos

9.1.1. Desarrollo

En promedio, ingresan diariamente al relleno sanitario del cantón Puerto Quito 16 toneladas, lo que equivale a 5840 toneladas anuales. Los costos directos que se toma para este diagnóstico son los siguientes:

9.1.1.1. Personal técnico operativo

En este rubro se contempla todo el personal que se involucra directamente en el modelo de gestión de los RSU, teniendo un gasto anual de \$ 76,234.62. En la tabla 89 se puede observar la descripción del personal contemplado.

Tabla 9.56 Costos anuales de personal técnico operativo

DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES MENSUALES	RMU	TOTAL, REMUNERACIÓN AÑO	APORTE PATRONAL TOTAL	PROPORCIÓN AL DEL DECIMO CUARTO	TOTAL, ANUAL	TOTAL, MES
Chofer operador	2	13	\$ 738.00	\$ 9,594.00	\$ 78.75	\$ 1,476.00	\$ 11,227.50	\$ 935.63
Operador de planta	4	13	\$ 366.00	\$ 4,758.00	\$ 41.90	\$ 1,464.00	\$ 6,389.60	\$ 532.47
Secretaria	1	13	\$ 622.00	\$ 8,086.00	\$ 71.22	\$ 622.00	\$ 8,779.22	\$ 731.60
Jefe de Residuos Sólidos	1	13	\$ 1,412.00	\$ 18,356.00	\$ 161.67	\$ 1,412.00	\$ 19,929.67	\$ 1,660.81
Director de Gestión Ambiental	1	13	\$ 2,119.00	\$ 27,547.00	\$ 242.63	\$ 2,119.00	\$ 29,908.63	\$ 2,492.39

TOTAL		\$	\$
		76,234.62	6,352.88

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.1.2. Servicios básicos

Corresponde a los gastos generales necesarios para la prestación del servicio. Estos incluyen agua y luz eléctrica, que dan un valor anual de \$ 4,800.00.

Tabla 9.57 Costos anuales de servicios básicos

DETALLE	CANTIDAD	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Pago Agua	1	\$ 250.00	\$ 3,000.00
Pago Luz	1	\$ 150.00	\$ 1,800.00
TOTAL			\$ 4,800.00

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.1.3. Maquinaria

En este apartado se cuantifica los bienes de capital necesarios para la prestación del servicio en temas operativos, entre los que se incluyen los camiones recolectores, mini cargadora y tractor oruga, planteando una vida útil de 10 años y con un costo anual de \$34,647.30.

Tabla 9.58 Costos anuales de maquinaria del relleno sanitario

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR MENSUAL	VIDA ANUAL (MAX 10 AÑOS)
Tractor Oruga	1	\$212,017.68	\$1,766.81	\$ 21,201.77
Camion Recolector	3	\$30,000.00	\$750.00	\$ 9,000.00
Minicargadora	1	\$44,455.32	\$370.46	\$ 4,445.53
TOTAL				\$34,647.30

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.1.4. Mantenimiento

Corresponde a los egresos en que debe incurrir para mantener la capacidad de generación de beneficios de los inmuebles y del equipamiento mayor y menor, evitando su deterioro o falla prematura. Es decir, corresponde, servicios de mantención periódica de vehículos y equipos. El costo anual es de \$663,960.00

Tabla 9.59 Costos anuales de manteniendo de la maquinaria del relleno sanitario

DETALLE	CANTIDAD POR FLOTA ANUAL		VALOR UNITARIO	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Combustible	3600	gal/mes	\$1.04	\$46,800.00	\$561,600.00
Mantenimiento:	10	mes	\$753.00	\$7,530.00	\$90,360.00
Juego de llantas	12	U/año	\$1,000.00	\$1,000.00	\$12,000.00
TOTAL					\$663,960.00

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.1.5. Seguridad industrial

En este rubro se contempla el equipo para la protección personal del recurso humano pueda realizar las actividades en la gestión de los RSU. En la tabla xx se describe este equipamiento, y el costo anual es de \$ 973.86.

Tabla 9.60 Costos anuales del equipo de protección personal

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	UNIDADES
Pantalón Jean con cintas reflectivas	6	\$15.00	\$90.00	Unidades
Camisa Jean con cintas reflectivas	6	\$15.67	\$94.02	Unidades
Chalecos	4	\$3.29	\$13.16	Unidades
Guantes	10	\$2.50	\$25.00	Pares
Guantes de pupo	12	\$0.72	\$8.64	Pares
Orejas	2	\$8.22	\$16.44	Unidades
Fajas	6	\$14.10	\$84.60	Unidades
Mascarillas con filtro	6	\$40.00	\$240.00	Unidades
Mascarillas	50	\$0.84	\$42.00	Unidades
Botas con punta de acero	6	\$60.00	\$360.00	Pares
TOTAL			\$ 973.86	

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.1.6. Infraestructura

Corresponde al espacio físico requerido para el tratamiento y disposición final de los RSU's. Donde se contempla todos los gastos necesarios para la preparación del terreno, tales como despeje, drenaje, nivelación y cercado, así como también las conexiones a las redes de servicios básicos (luz eléctrica, agua potable, alcantarillado). La planta de clasificación de reciclaje, compostaje y la celda se calcula con una vida útil de 21 años, con un valor anual de \$ 21,008.15.

Tabla 9.61 Costos anuales de la infraestructura del relleno sanitario

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL 21 AÑOS
Planta de clasificación de reciclaje	1	\$95,540.46	\$ 4,549.55
Área Compostaje	1	\$114,026.59	\$ 5,429.84
Celda o Terraza 1	1	\$231,604.17	\$11,028.77
TOTAL		\$ 441,171.22	\$ 21,008.15

Elaborado por: Grupo consultor

9.1.2. Resultados

De acuerdo con los datos del catastro municipal de usuarios para recolección otorgados, se obtiene que en la base de datos están registrados 2481 usuarios los cuales reciben el servicio. Estos usuarios pagan una tasa de \$ 3.00 en la planilla de la luz, los cuales dan un total anual de \$89,316.00 que en comparación con el costo total de GIRSU es un 10.17%, determinando que el municipio cubre con el 89.83% de los gastos totales de la gestión.

La determinación del Costo Total anual Gestión Integral de RSU (GIRSU) del Cantón De Puerto Quito, se lo realizo mediante la sumatoria de los costos directos que son: Personal técnico operativo, Servicios Básicos, Maquinaria, Mantenimiento, Seguridad industrial, e infraestructura. Al relleno sanitario del cantón ingresan un promedio de 5840 toneladas por año. El costo anual asociado a este servicio es de \$ 883,549.63 lo que equivale a un costo por tonelada de \$ 151.29.

Según los 2841 usuarios registrados en el catastro municipal de la gestión de RSU, Costo Total anual GIRSU por habitante es de \$ 356.13, y de acuerdo con el Censo Nacional del año 2010, Puerto Quito tiene 20445 habitantes lo que da Costo Total anual GIRSU por habitante es de \$ 43.22.

Tabla 9.62 Costo Total Gestión Integral de RSU (GIRSU) en el Cantón Puerto Quito

Costo Total Gestión Integral de RSU (GIRSU)	
Costo Total anual	\$ 883,549.63
Costo Total anual GIRSU por habitante	\$ 43.22
Costo Total anual GIRSU por hogar	\$ 356.13
Costo Total anual GIRSU por tonelada generada	\$ 151.29

Elaborado por: Grupo consultor

El rubro más representativo del total de los costos es de mantenimiento con un 75.60%, siendo el peso de combustible el de mayor peso. Seguido el por el costo del personal técnico operativo con un 8.68% del costo total de la gestión de RSU. Los demás rubros se describen en la tabla xx.

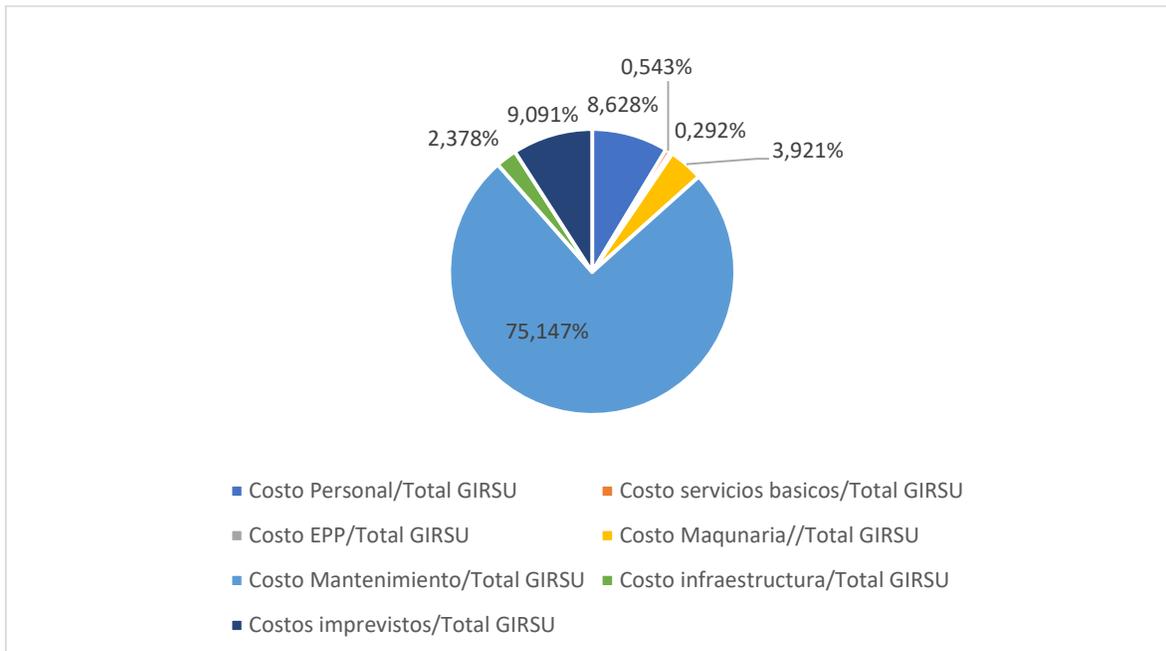


Figura 9.29 Rubros de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos del cantón Puerto Quito
Elaborado por: Grupo consultor

9.2. Evaluación de riesgos por puesto de trabajo

Mediante el proceso de evaluación inicial de riesgos se pretende recopilar toda información necesaria con respecto a todos los factores de riesgo y de esta manera poder determinar si se requiere o no, acciones preventivas y en caso de que se requiera cuales debe tomarse, por ejemplo, medidas organizativas, de protecciones colectivas o individuales, entrenamiento o formación de los trabajadores, medicina preventiva, etc. Cabe anotar que la evaluación inicial de riesgos constituye el primer paso para la gestión de Seguridad y Salud laboral sin embargo para que esta sea efectiva ésta debe ser actualizada cuando existan nuevos procesos de trabajo o cuando estos hayan variado con la utilización de nueva maquinaria por ejemplo inclusive cuando la legislación en materia de seguridad y salud cambie.

Análisis de riesgo

Identificación de Peligro, se entiende por peligro la potencialidad que ocurra un accidente o incidente. Ahora bien, se requiere la identificación de peligro para cada uno de los puestos de trabajo que los cuales se necesita conocer todos los procesos de la empresa desde el ingreso de materia prima hasta los productos terminados y que en estos se incluyan que tipo de maquinaria, equipo o químicos se utilizan, el número de puestos por cada proceso y cuantas personas están expuestas. Estimar el Riesgo, se entiende por riesgo la posibilidad que un peligro se manifieste y las consecuencias que este tenga. La probabilidad que el peligro se manifieste está ligada con el nivel de exposición. Valoración del riesgo, no es más que determinar el nivel de riesgo identificado en el puesto de trabajo para establecer controles de seguridad o mejorar los existentes. (Evaluación de Riesgos laborales)

9.2.1. Descripción del personal y sus roles

9.2.1.1. Responsable del relleno sanitario temporal

Perfil del cargo: El responsable del relleno sanitario es un técnico con título de tercer nivel (Ingeniero Civil) con formación en manejo de desechos sólidos

Funciones y responsabilidades: Las funciones del responsable del relleno sanitario son:

- Coordinar y supervisar el cumplimiento de los diseños definitivos
- Reportar cualquier situación anómala que se presente en la operación del relleno, al jefe inmediato superior.
- Realizar el seguimiento permanente de la operación del relleno sanitario
- Bajo su responsabilidad estará también el control y la asignación de tareas al personal que labore en el relleno sanitario
- En base a los diseños del relleno, controlará el avance de las celdas y terrazas, comprobando y estableciendo las cotas respectivas y el cumplimiento del grado de compactación de los residuos.
- Recibir los diferentes tipos de desechos y su encapsulamiento, de ser el caso.
- Verificar permanentemente que todos los desechos se encuentren completamente tapados con el material de cobertura. Es importante que controle también el espesor de la capa de cobertura, así como las pendientes de las terrazas y taludes.
- Supervisar la medición del caudal de lixiviados.
- Reportar mensualmente la estimación de la cantidad de desechos sólidos recibidos para su disposición final y el caudal de lixiviados diario.

Tabla 9.63 Matriz de riesgo del responsable del relleno sanitario

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Técnico de gestión ambiental												
N° de trabajadores:		1												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente dañino (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		Obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes		2		1			3		1			
4		Golpes, cortes por objetos	1			1			2	1				
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	1			1			2	1				
6		Caída de personas al mismo nivel		2		1			3		1			
7		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
8	FÍSICOS	Confort acústico		2		1			3		1			
9		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1				
10	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1				2		3		1			
11		Polvo orgánico/inorgánico	1				2		3		1			

12	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
13		Insalubridad -agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos)		2		1		3		1			
14	ERGONOMÍCOS	Sobreesfuerzo físico	1			1		2	1				
15		Levantamiento manual de objetos	1			1		2	1				
16		Posiciones incorrectas		2			1		3		1		
17		Posición forzada		2				3		1			
18	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión			3		1		4			1	
19		Alta responsabilidad			3			2		5			1
20		Trabajo monótono			2			1		3		1	
		Total							6	12	1	1	0

Elaborado por: Grupo consultor

En la Tabla 9.63, se puede observar que el mayor riesgo para el responsable del relleno, se localizan en los psicosociales; la alta responsabilidad y el trabajo a presión puede desencadenar episodios de estrés y lograr afecciones psicológicas al trabajador

9.2.1.2. Operador de tractor

Perfil del cargo: Título o licencia que le acrediten para operar una retroexcavadora u otro equipo pesado

Funciones y responsabilidades: Las funciones del operador de la retroexcavadora del relleno sanitario son:

- Reportar cualquier situación anómala que se presente en la operación del relleno, al responsable del Relleno.
- Conformación de celdas y terrazas de desechos sólidos, de acuerdo con los diseños e instrucciones del responsable del Relleno
- Al final de la jornada deberá cubrir todos los desechos depositados con material de cobertura disponible, de acuerdo con las instrucciones del responsable del Relleno
- Apoyo para la recepción y control del ingreso de los diferentes tipos de desechos
- Optimizará el uso de la retro-excavadora
- Diariamente reportará las actividades ejecutadas, utilizando los formatos que se implementen para tal efecto

Tabla 9.64 Matriz de riesgo del operador de tractor

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Operador de tractor												
N° de trabajadores:		1												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente dañino (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes		2		1			3		1			
4		Golpes, cortes por objetos	1			1			2	1				
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	1			1			2	1				
6		Caída de personas al mismo nivel		2		1			3		1			
7		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
8	FÍSICOS	Estrés térmico		1		1			2	1				
9		Confort acústico		2		1			3		1			
10		Vibración	1			1			2	1				
11		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1				

12	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1			2		3		1			
13		Polvo orgánico/inorgánico	1			2		3		1			
14	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
15		Insalubridad -agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos)			3		1		4			1	
16	ERGONOMÍCOS	Sobreesfuerzo físico	1			1		2	1				
17		Levantamiento manual de objetos	1			1		2	1				
18		Posiciones incorrectas		2			1		3		1		
19		Posición forzada			3			2	5				1
20	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión		2		1		3		1			
21		Alta responsabilidad	1				2	3		1			
22		Trabajo monótono		2			1		3		1		
Total									8	12	1	1	0

Elaborado por: Grupo consultor

En el cargo de operador de tractor, en la Tabla 9.64, se observa que la posición forzada es un riesgo con una valoración de moderada, esto se da por la dinámica del puesto laboral y su cantidad de horas que puede estar sentado el operador mientras esta en el tractor.

9.2.1.3. Operador de mini cargadora

Perfil del cargo: Título o licencia que le acrediten para operar equipo pesado

Funciones y responsabilidades: Las funciones del operador de la minicargadora del relleno sanitario son:

- Reportar cualquier situación anómala que se presente en la operación del relleno, al responsable del Relleno.
- Conformación de celdas y terrazas de desechos sólidos, de acuerdo con los diseños e instrucciones del responsable del Relleno
- Movilizar los residuos orgánicos al área de compostaje
- Movilizar los materiales reciclables al área de reciclaje
- Apoyo para la recepción y control del ingreso de los diferentes tipos de desechos
- Diariamente reportará las actividades ejecutadas

Tabla 9.65 Matriz de riesgo del operador de minicargadora

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Operador de mini cargadora												
N° de trabajadores:		1												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente dañino (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable(=3)	Moderado (=4)	Importante(=5)	Intolerables(=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3			1		
2		obstáculos en el piso		2		1			3			1		
3		Filos cortantes		2		1			3			1		
4		Golpes, cortes por objetos	1			1			2	1				
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	1			1			2	1				
6		Caída de personas al mismo nivel			2	1			3			1		
7		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
8	FISICOS	Estrés térmico		1		1			2	1				
9		Confort acústico		2		1			3			1		
10		Vibración	1			1			2	1				
11		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1				

12	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1			2		3		1			
13		Polvo orgánico/inorgánico	1			2		3		1			
14	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
15		Insalubridad -agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos)			3		1		4			1	
16	ERGONÓMICOS	Sobreesfuerzo físico	1			1		2	1				
17		Levantamiento manual de objetos	1			1		2	1				
18		Posiciones incorrectas		2			1		3		1		
19		Posición forzada			3		2		5			1	
20	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión		2		1		3		1			
21		Alta responsabilidad		2			2		4		1		
22		Trabajo monótono		2			1		3		1		
		Total							8	11	2	1	0

Elaborado por: Grupo consultor

En el cargo de operador de mini cargadora, en la Tabla 9.65, se observa que la posición forzada es un riesgo con una valoración de moderada, esto se da por la dinámica del puesto laboral y su cantidad de horas que puede estar en la posición de sentado el operador mientras esta en el tractor.

9.2.1.4. Chofer de camión recolector

Perfil del cargo: Título o licencia que le acrediten para operar camiones recolectores

Funciones y responsabilidades: Las funciones del Chofer de camión recolector del relleno sanitario son:

- Reportar cualquier situación anómala que se presente en la operación del camión, al responsable del Relleno.
- Conducir el camión recolector por las rutas asignadas
- Cumplir las leyes de tránsito, criterio y cuidado necesario
- Movilizar los RSU al relleno sanitario
- Diariamente reportará las actividades ejecutadas

Tabla 9.66 Matriz de riesgo del chofer de camión recolector

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Chofer de camión recolector												
N° de trabajadores:		3												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente dañino (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes		2		1			3		1			
4		Golpes, cortes por objetos	1			1			2	1				
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	1			1			2	1				
6		Caída de personas al mismo nivel		2		1			3		1			
7		Accidentes viales		2			2		4			1		
8		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
9	FÍSICOS	Estrés térmico		1		1			2	1				
10		Confort acústico		2		1			3		1			
11		Vibración	1			1			2	1				
12		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1				

13	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1			2		3		1			
14		Polvo orgánico/inorgánico	1			2		3		1			
15	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
16		Insalubridad -agentes biológicos(microorganismos, hongos, parásitos)			3		1		4			1	
17	ERGONÓMICOS	Sobreesfuerzo físico	1			1		2	1				
18		Levantamiento manual de objetos	1			1		2	1				
19		Posiciones incorrectas		2			1		3		1		
20		Posición forzada			3		1		4			1	
21	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión		2		1		3		1			
22		Alta responsabilidad		2			2		4			1	
23		Trabajo monótono		2			1		3		1		
		Total							8	11	4	0	0

Elaborado por: Grupo consultor

9.2.1.5. Obrero recolector de basura

Perfil del cargo: El obrero asignado al relleno sanitario deberá encontrarse en buen estado de salud. De ser posible deberá poseer instrucción primaria completa.

Funciones y responsabilidades: Las funciones del Chofer de camión recolector del relleno sanitario son:

- Recolectar los RSU y disponer en el camión recolector
- Mantener el ornato del cantón en orden con los tachos de basura en su lugar

Tabla 9.67 Matriz de riesgo de Obrero recolector de basura

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Obrero recolector												
N° de trabajadores:		4												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente dañino (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes		2		1			3		1			
4		Golpes, cortes por objetos	1			1			2	1				
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		2		1			3	1				
6		Caída de personas al mismo nivel			3	1			4			1		
8		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
10		Confort acústico		2		1			3		1			
11	Vibración	1			1			2	1					
12	Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)		2		1			3		1				
13	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1				2		3		1			

14		Polvo orgánico/inorgánico	1			2		3		1			
15	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
16		Insalubridad -agentes biológicos(microorganismos, hongos, parásitos)			3	1		4			1		
17	ERGONOMÍCOS	Sobreesfuerzo físico		2		1		3		1			
18		Levantamiento manual de objetos		2		1		3	1				
19		Posiciones incorrectas		2		1		3		1			
20		Posición forzada			3	1		4			1		
21	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión		2		1		3		1			
22		Alta responsabilidad	1				2	3		1			
23		Trabajo monótono		2		1		3		1			
Total									5	13	3	0	0

Elaborado por: Grupo consultor

El obrero recolector de basura, se enfrenta diversos riesgos como: caídas al mismo nivel, sobreesfuerzo, la posición forzada (de pies), son riesgos moderados que se tiene que solventar en un tiempo y alcance que no presente una escalada en el riesgo.

9.2.1.6. Obrero reciclador

Perfil del cargo: El obrero asignado al relleno sanitario deberá encontrarse en buen estado de salud. De ser posible deberá poseer instrucción primaria completa.

Funciones y responsabilidades: Las funciones del obrero reciclador del relleno sanitario son:

- Acopio de desechos para su posterior reciclaje
- Clasificación de desechos
- Embalaje de desechos clasificados

Tabla 9.68 Matriz de riesgo de obrero reciclador

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Obrero reciclador												
N° de trabajadores:		4												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente daniño (1)	Daniño (2)	Extremadamente daniño (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		Obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes			3	1			4			1		
4		Golpes, cortes por objetos		2		1			3		1			
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		2		1			3		1			
6		Caída de personas al mismo nivel	1			1			2	1				
7		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
8	Atrapamiento de extremidades	1				2		3		1				
9	Confort acústico		2		1			3		1				
10	Vibración	1			1			2	1					

11		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1			
12	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1				2		3		1		
13		Polvo orgánico/inorgánico	1				2		3		1		
15	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1			3		1		
16		Insalubridad -agentes biológicos(microorganismos, hongos, parásitos)		2		1			3		1		
17	ERGONOMÍCOS	Sobreesfuerzo físico		2		1			3	1			
18		Levantamiento manual de objetos		2		1			3	1			
19		Posiciones incorrectas		2		1			3		1		
20		Posición forzada		2		1			3		1		
21	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión	1			1			2	1			
22		Alta responsabilidad	1				2		3		1		
23		Trabajo monótono		2		1			3		1		
Total									7	14	1	0	0

Elaborado por: Grupo consultor

El obrero reciclador presente un mayor riesgo por cortaduras con objetos o a filos cortantes, por la dinámica del reciclaje de metales o vidrios que se presente en el proceso.

9.2.1.7. Operario de compostaje

Perfil del cargo: El obrero asignado al relleno sanitario deberá encontrarse en buen estado de salud. De ser posible deberá poseer instrucción primaria completa.

Funciones y responsabilidades: Las funciones del obrero reciclador del relleno sanitario son:

- Acopio de materia orgánica para el compostaje
- Aireación de las pilas de compostaje
- Control de parámetros del compost
- Embalaje del compost para su distribución

Tabla 9.69 Matriz de riesgo de operario de compostaje

MÉTODO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS INSHT														
Área:		Relleno sanitario												
Puesto de trabajo:		Operario de compostaje												
N° de trabajadores:		1												
Tiempo de exposición:		8 horas												
Proceso:		Operativo												
N°	Tipo de riesgos	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del riesgo					
			Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Levemente daño (1)	Dañño (2)	Extremadamente daño (3)	Σ Total	Trivial (=2)	Tolerable (=3)	Moderado (=4)	Importante (=5)	Intolerables (=6)
1	MECANICOS	Piso irregular		2		1			3		1			
2		Obstáculos en el piso		2		1			3		1			
3		Filos cortantes	1			1			2	1				
4		Golpes, cortes por objetos		2		1			3		1			
5		Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		2		1			3		1			
6		Caída de personas al mismo nivel	1			1			2	1				
7		Circulación de maquinaria y vehículos en área de trabajo	1			1			2	1				
8	Atrapamiento de extremidades	1				2		3		1				
9		Confort acústico		2		1			3		1			
10		Vibración	1			1			2	1				
11		Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	1			1			2	1				

12	QUÍMICOS	Gases orgánicos	1			2		3		1			
13		Polvo orgánico/inorgánico	1			2		3		1			
15	BIOLÓGICOS	Animales peligrosos - presencia de vectores		2		1		3		1			
16		Insalubridad -agentes biológicos(microorganismos, hongos, parásitos)		2		1		3		1			
17	ERGONOMÍCOS	Sobreesfuerzo físico		2		1		3	1				
18		Levantamiento manual de objetos		2		1		3	1				
19		Posiciones incorrectas		2		1		3		1			
20		Posición forzada		2		1		3		1			
21	PSICOSOCIALES	Trabajo a presión	1			1		2	1				
22		Alta responsabilidad	1			2		3		1			
23		Trabajo monótono		2		1		3		1			
Total									8	14	0	0	0

Elaborado por: Grupo consultor

Dentro de la evaluación de riesgo del operario de compostera que se presenta en la Tabla 9.69, podemos observar que no hay un riesgo moderado, pero se presenta el sobreesfuerzo físico y las posiciones forzadas como el peligro común en este puesto de trabajo.

9.2.2. Resultados finales

La evaluación de riesgos por puesto de trabajo del relleno sanitario del cantón Puerto Quito dio como resultado que la estimación de los riesgos laborales, son tolerables el 54.61%, moderados el 9.21%, importantes el 1.97 % y triviales el 34.21 %, cabe recalcar que en este proceso no se encontraron riesgos intolerables por lo que tenemos un 0%.

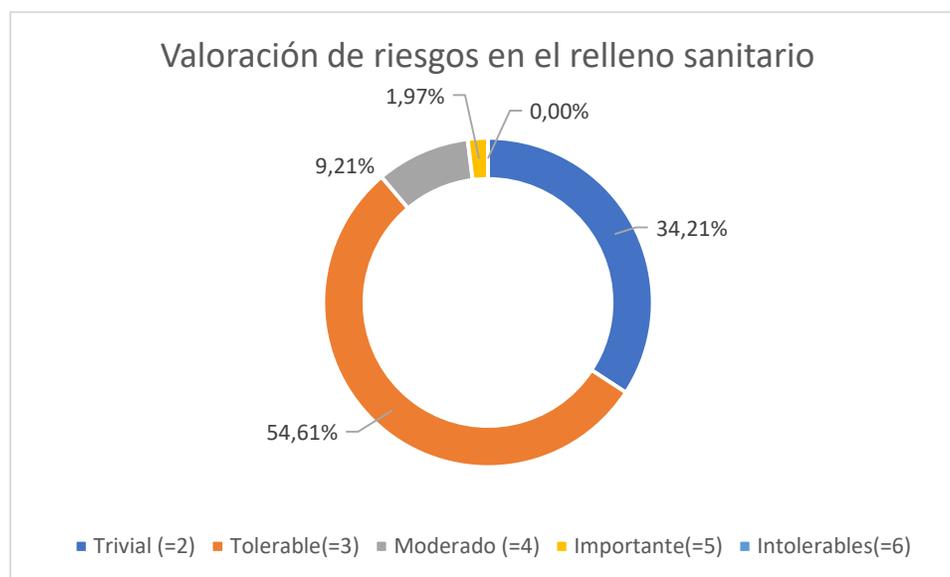


Figura 9.29 Valoración de riesgos en el relleno sanitario
Elaborado por: Grupo consultor

9.3. Propuesta de plan de acción para el mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos

En base a los monitoreos ejecutados y el diagnóstico situacional de los residuos sólidos comunes y peligrosos levantado en el presente estudio, se plantean en este capítulo una serie de medidas para la mitigación y control de los diferentes hallazgos identificados en este proceso; con el fin de mejorar el desempeño ambiental del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito.

En la siguiente matriz se establecen los diferentes hallazgos, acompañado de la medida de mitigación propuesta, un cronograma de ejecución, el ente responsable y un presupuesto referencial basado en el mercado actual.

Tabla 9.70. Propuesta de plan de acción para el mejoramiento del sistema de gestión de residuos en el cantón Puerto Quito.

N°	Hallazgo	Medida	Cronograma (meses)						Indicador	Medio de verificación	Responsable	Costo (USD)
			1	2	3	4	5	6				
1	Descarga de residuos sólidos sobre suelo sin impermeabilización ni techo	1.1. Impermeabilización y construcción de techado en la zona de descarga previo al ingreso al galpón de reciclaje			x	x			= (Obra ejecutada / obra planeada) *100	Memoria fotográfica	Dirección de OOPP	4000
		1.2. Impermeabilización y construcción de techado en la zona de deshidratación de materia orgánica en el exterior del galpón de compostaje			x	x			= (Obra ejecutada / obra planeada) *100	Memoria fotográfica	Dirección de OOPP	8000
		1.3. Impermeabilización y construcción de techado en la zona de descarga de desechos no aprovechables luego del galpón de reciclaje			x	x			= (Obra ejecutada / obra planeada) *100	Memoria fotográfica	Dirección de OOPP	4000
2	El galpón de compostaje es una estructura con diferencias de altitud considerables; representando un riesgo para el personal que labora en el sitio o visitantes del proyecto	2.1. Instalación de pasamanos en la zona perimetral al galpón de reciclaje					x	= (Obra ejecutada / obra planeada) *100	Memoria fotográfica	Dirección de OOPP	1200	
		2.2. Instalación de señalética reflectiva en el suelo del galpón de reciclaje que limite el acceso a personal ajeno al proyecto					x	= (Obra ejecutada / obra planeada) *100	Memoria fotográfica	Dirección de OOPP	300	
3	734.5 m2 del área superficial de la celda que representan el 27.5% del área total se encuentra correctamente cubierta con material de cobertura; el resto presenta desechos expuestos al ambiente.	3.1. Cubrir adecuadamente con material de cobertura los 1936.1 m2 de residuos expuestos considerando una capa de cobertura de 0.20 m de altura	x	x				= (área cubierta / área total descubierta) *100	Memoria fotográfica	Gestión ambiental	2200	
		3.2. Mantener un stock permanente de material de cobertura para la conformación y cubrimiento de la celda diaria		x	x	x	x	x	Cumple / no cumple	Registros de entrega de material de cobertura	Obras públicas	500
4	Presencia de neumáticos usados en las inmediaciones del complejo ambiental Puerto Quito	4.1. Gestión y entrega de neumáticos usados a un gestor ambiental autorizado por el Ministerio del Ambiente					x	x	Cumple / no cumple	Acta de entrega-recepción de neumáticos a un gestor autorizado	Gestión Ambiental	0
		4.2. Adecuación de un espacio para el almacenamiento temporal de neumáticos usados hasta su entrega a un gestor ambiental. Este espacio deberá contar con techo y suelo impermeable.		x	x	x				c	Memoria fotográfica	Gestión Ambiental

5	La celda de disposición final presenta varias rupturas y traslapes sin termo sellar	5.1. Sellar todas las rupturas y traslapes de geomembrana con el fin de evitar el contacto directo entre residuos y el suelo								x	x			= (# de perforaciones selladas / # de perforaciones de geomembrana totales) *100	Factura del servicio / memoria fotográfica	Gestión Ambiental	500	
6	Las zanjas de coronación se encuentran obstruidas con tierra, residuos y plantas; lo que impide el desvió efectivo de las aguas lluvia	6.1 Limpiar completamente las zanjas de coronación de la celda de disposición final de desechos. Esta limpieza incluye la remoción de tierra, plantas y retiro de desechos.	x	x										= metros de zanja limpios / metros de zanja obstruidos) *100	Memoria fotográfica	Gestión ambiental	0	
7	Taponamiento de drenes para la evacuación de lixiviados	7.1 Para la evacuación de lixiviados se puede realizar perforaciones en los puntos más bajos de la celda, con el fin de que los lixiviados se concentren en zonas específicas, para luego de ello mediante hacer un bombeo directo hacia la planta de tratamiento.	x	x										= (área evacuada de lixiviado / área total inundada) *100	Memoria fotográfica	Gestión ambiental	400	
8	Únicamente 6 de los 11 ductos de evacuación de gases se encuentran operativos al 100%; los 5 ductos restantes se encuentran taponados o desviados	8.1 Rehabilitación de ductos para la evacuación de gases. Si alguno de ellos se encuentra totalmente obstruido se recomienda construir una nueva chimenea desde el nivel actual de los residuos.									x			= (# de chimeneas operativas / # de chimeneas totales) *100	Memoria fotográfica	Gestión ambiental	300	
9	El proyecto "Complejo Ambiental Puerto Quito" no cuenta con un programa formal para el control de plagas	9.1 Contratar el servicio anual externo de una empresa para el control de plagas avalada por el ARCSA								x	x			= (# servicios contratados / # de servicios planeados) *100	Contrato de servicio	Gestión ambiental / compras públicas	6000	
10	Las instalaciones eléctricas del complejo ambiental presentan un estado deteriorado en su estructura, lo que representa un riesgo para el personal que trabaja en las instalaciones del proyecto	10.1. Mantenimiento correctivo de todas las instalaciones eléctricas del Complejo ambiental											x	= (# de mantenimientos ejecutados / # de mantenimientos planeados) *100	Contrato de servicio	Gestión ambiental / compras públicas	2000	
		10.2. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas del Complejo Ambiental Puerto Quito												x	= (# de programas de mantenimiento elaborados / # de programas de mantenimiento planeados) *100	Documento programa de mantenimiento de instalaciones eléctricas	Unidad de saneamiento o ambiental	0
11	El agua de descarga de la planta de tratamiento de lixiviados rebasa los límites máximos permisibles de DBO, DQO y Nitrógeno total; establecidos en la TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE del Anexo 1, del Acuerdo Ministerial 097-A, con Registro Oficial 387 del 4 de noviembre del 2015	11.1. Por las características de los parámetros que se incumplen, se plantea la instalación de Sistemas de aireación difusa**											x	x				

12	Certificación VERIET del vehículo de recolección de residuos peligrosos esta caducada	12.1. Renovar la certificación VERIPET del vehículo designado a la recolección y transporte de los residuos peligrosos	x	x							= (# certificación realizada contratados / # de certificaciones planeados) *100	Certificación VERIPET al día	Gestión ambiental / compras públicas	750
13	Balanza sin certificación INEN de calibración	13.1 Certificar la balanza usada al momento de la recolección con INEN para poder obtener pesos precisos.	x	x							= (# certificación realizada contratados / # de certificaciones planeados) *100	Certificación INEN	Gestión ambiental / compras públicas	250
14	Celda de residuos peligrosos clausurada sin encapsulamiento	14.1 Realizar el termosellado en toda la totalidad de la celda para encapsular y tener la celda totalmente cerrada			x						= (# termosellados realizados / # termosellados planeados) *100	Factura del servicio / memoria fotográfica	Gestión ambiental / compras públicas	900
15	Falta de un programa de educación ambiental en temas de registro ambiental, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos	15.1 Realizar diversas jornadas de capacitación para los usuarios del servicio de recolección de residuos peligrosos, en temas como: regularización ambiental, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos		X	X	X	X				= (# capacitaciones realizadas / # capacitaciones realizadas) *100	Registro de asistencia / memoria fotográfica	Gestión ambiental / Desarrollo comunitario	300
16	Celda actual de residuos peligrosos sin termosellado y geomembrana sin templar	16.1 Realizar un mantenimiento integral a la celda actual de residuos peligrosos, termosellar las perforaciones, y templar la geomembrana para mejorar el proceso de disposición final.		x	x	x					= (# servicios contratados / # de servicios planeados) *100	Factura del servicio / memoria fotográfica	Gestión ambiental / compras públicas	500
17	No se vierte cal al ingreso de los residuos peligrosos	17.1 Verter cal antes del ingreso de los residuos peligrosos, y al final de estos poner cal	X	X	X	X	X	X			Cumple / no cumple	Registro de proceso / memoria fotográfica	Gestión ambiental	350
18	Ruido en la cabina de operación del tractor y minicargadora	18.1 Compra de protección acústica adecuado de acuerdo con los niveles de presión sonora de las cabinas	x								= (# Epp comprado / # Epp planeados) *100	Factura de la adquisición/ memoria fotográfica	compras públicas/ departamento de seguridad ocupacional	200
		18.2 Realizar un monitoreo de dosimetría de ruido a los operarios de maquinaria pesada			x						= (# monitoreos contratados / # de monitros planeados) *100	Factura del servicio / memoria fotográfica/ reporte del monitoreo	Gestión ambiental / compras públicas	500
19	Falta de guantes anticorte para los recolectores, recicladores y obreros	19.1 adquisición de guantes anticorte para los obreros recolectores y recicladores			x						= (# Epp comprado / # Epp planeados) *100	Factura de la adquisición/ memoria fotográfica	compras públicas/ departamento de seguridad ocupacional	400

20	Exposición a Radiaciones no ionizantes (exposición al sol)	20.1 Usar gorras, cremas o elementos que protejan contra la radiación solar		x					x		= (# Epp comprado / # Epp planeados) *100	Factura de la adquisición/ memoria fotográfica	compras públicas/ departamento de seguridad ocupacional	200
21	Levantamiento manual de objetos	21.1 Se debe evitar posiciones incómodas y cargas pesadas, reducir los movimientos de inclinación. Según la OIT una persona adulta puede levantar un peso máximo de 25kg. De tal manera se deben efectuar levantamientos compartidos si se sobrepasan el peso límite estandarizado por la OIT		x							= (# capacitaciones realizadas / # capacitaciones realizadas) *100	Registro de asistencia / memoria fotográfica	Departamento de seguridad ocupacional	100

Elaborado por: Grupo consultor

(**): Los sistemas de aireación difusa consiste en la inyección de gas, aire u oxígeno, bajo presión, por la parte inferior de la superficie libre del fluido. Esta aplicación se realiza a través de medios porosos conocidos como difusores, que producen burbujas de diámetros muy pequeños. Los preferidos son los de poro fino (2 a 5 mm), seguidos por los de poro semi fino (6 a 10 mm) y los de burbuja gruesa (>10 mm). Esta tecnología necesita un suministro de aire, con el consiguiente consumo permanente de energía durante todo el tiempo de operación, alcanzando eficiencias de eliminación de materia orgánica (expresada como DBO5) entre 90 y 95 %, y de un 10 y 15 % para el nitrógeno y el fósforo

9.4. Propuesta de plan de monitoreo

Esta propuesta de plan de monitoreo se la desarrollo con la finalidad de llevar el seguimiento y la aplicación oportuna de las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito, para el desarrollo de la etapa de funcionamiento de este.

El único responsable de llevar a cabo y desarrollar las actividades del plan de monitoreo en la fase de operación será el GAD del cantón Puerto Quito a través de la Dirección de gestión ambiental y sus subcontratados para este fin.

Las medidas a cumplirse dentro del plan de monitoreo se detallan a continuación:

9.4.1. Monitoreo de aire ambiente

Se deben realizar monitoreos de emisión de gases y calidad de aire ambiente, tomando en cuenta que se debe tener una muestra como blanco o nulo para poder realizar una correcta comparativa de los niveles que estén sobre la norma o que no sobre pasen la norma, pero se vean afectados por la presencia del relleno.

Los métodos usados y los límites permisibles de los contaminantes serán definidos mediante el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 4. La tabla se la presenta a continuación:

Tabla 9.71 Métodos y límites máximos permisibles para calidad de aire ambiente.

Parámetro	Límite máximo permisible (ug/m ³)
MP ₁₀	100
MP _{2.5}	50
CO (8 hora)	10.000
CO (1 hora)	30.000
NO ₂	200
SO ₂	125
O ₃	100

Elaborado por: Grupo consultor

En cuanto a los lugares de monitoreo, se realizará todo lo que tiene que ver con calidad de aire en la celda de disposición final de residuos sólidos, en el galpón de compostaje en un radio de 25 metros y se tomara una muestra testigo en la zona perimetral (no intervenida) del complejo ambiental Puerto Quito.

En la siguiente tabla se encuentra el detalle de los lugares de monitoreo y en que radio específico en el que se debe realizar cada uno de ellos.

Tabla 9.72 Lugares de monitoreo de calidad de aire ambiente

No	Este (x)	Norte (Y)	Descripción
1	696336	27518	Celda de disposición final de residuos no peligrosos
2	696418	27585	Galpón de reciclaje radio 25 metros
3	Buffer de 25 metros en el área perimetral del complejo ambiental		Punto testigo

Elaborado por: Grupo consultor

En la Figura 9.30 se muestran los puntos de muestreo de aire, los sectores donde se los realizará y el área en el cual debe estar incluido el muestreo con base en la tabla anterior

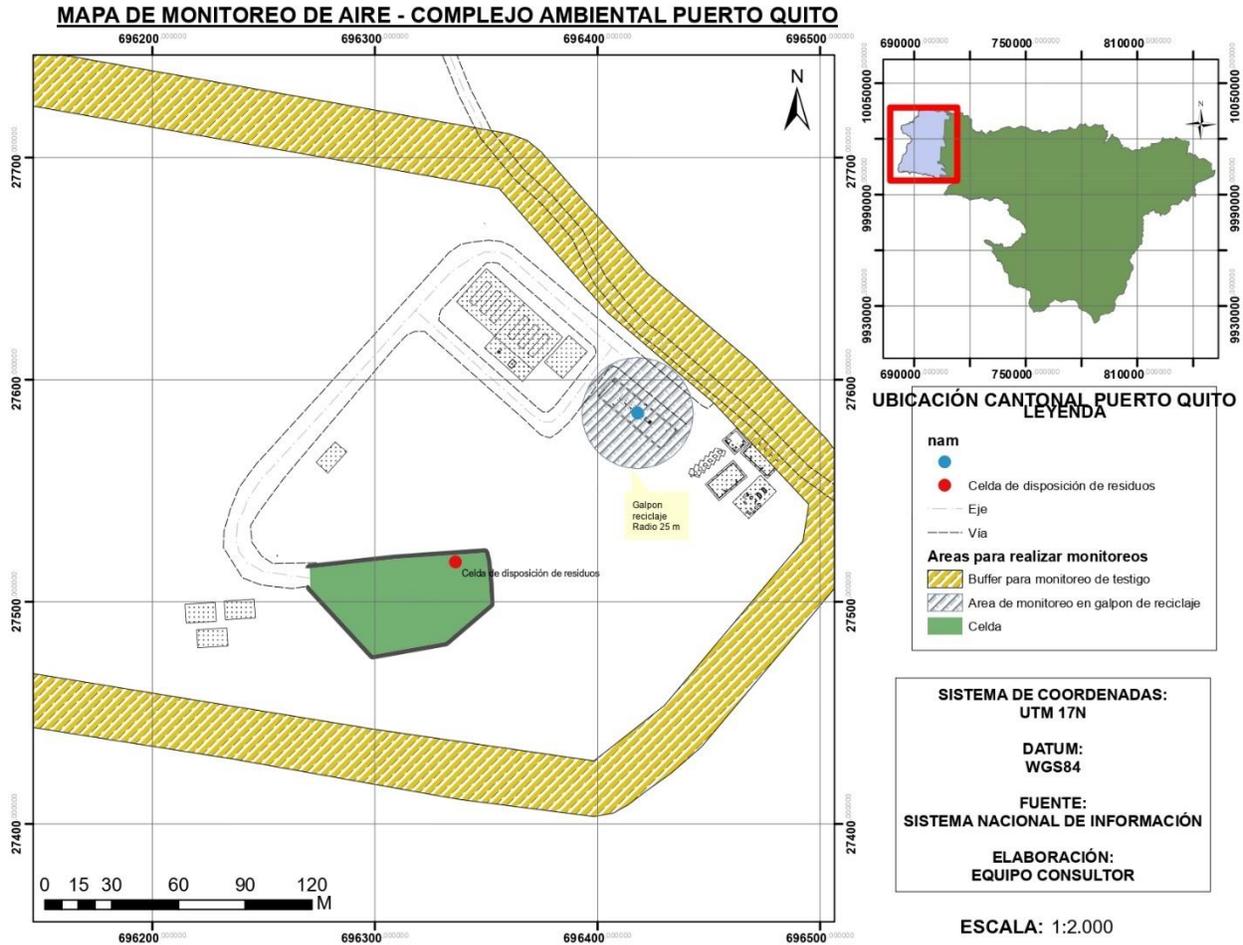
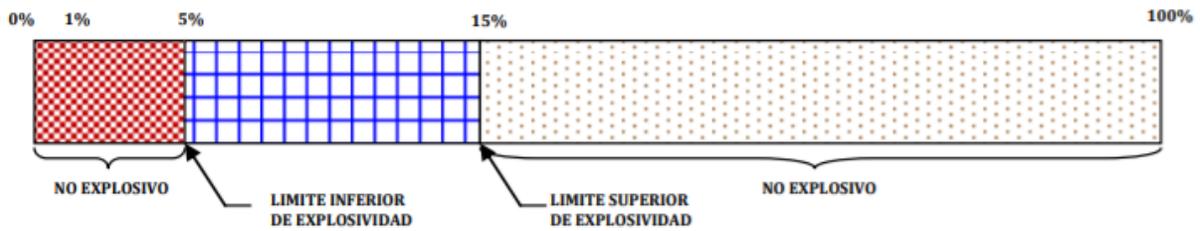


Figura 9.30 Puntos de monitoreo de aire, lugares y área de cada punto de muestreo.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

Por otro lado, existen compuestos (Biogás) que son subproductos de los procesos de digestión de los materiales que se depositan en la celda. Estos contienen una gran variedad de compuestos reactivos como el **metano** que se evacua por las chimeneas. El principal riesgo es cuando se mezcla con el aire en concentraciones que se encuentren **entre 5 – 15%** originando explosiones o incendios.

METANO



OXIGENO

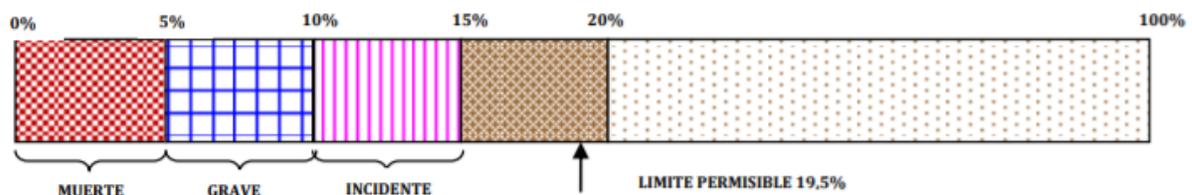


Figura 9.31 Limite de explosividad del biogás

Por tal razón se realizará el monitoreo de metano en dos chimeneas; y serán las que se encuentren en mejor estado al momento de monitoreo.

9.4.2. Monitoreo de suelo

Para poder controlar los impactos que se están ocasionando en el suelo es importante desarrollar monitorear tanto la calidad del suelo cerca de las celdas de disposición de residuos y un blanco en las zonas donde aún no han sido intervenidas.

La normativa que se usará para evaluar el recurso suelo será: “Norma de calidad ambiental del recurso suelo, Anexo 2, acuerdo ministerial 097, libro VI TULSMA”.

En cuanto a los lugares de monitoreo se realizarán en un radio menor o igual a 45 metros el muestreo de suelos en el galpón de compostaje y reciclaje, celda de disposición final de residuos, celda de residuos peligrosos y en la descarga de la planta de tratamiento de lixiviados. Finalmente, el testigo o punto blanco será tomado en las áreas no intervenidas dentro del perímetro del complejo ambiental Puerto Quito.

En la siguiente Tabla 9.73 se encuentra el detalle de los lugares de monitoreo y en que radio específico en el que se debe realizar cada uno de ellos.

Tabla 9.73 Lugares de monitoreo de calidad de suelo

No	Este (x)	Norte (Y)	Descripción
1	696280,414	27564,8269	Celda de residuos peligrosos radio 25 metros
2	696366,397	27623,2727	Galpón de compostaje radio 25 metros
3	696310,259	27498,5751	Celda de residuos no peligrosos radio 45 metros

4	696189,397	27493,9184	Descarga PTAR Radio de 10 metros
5	696418	27585	Galpón de reciclaje radio 25 metros
6	696265,809	27635,1004	Punto testigo

Elaborado por: Grupo consultor

En la siguiente Figura 9.32 se muestran los puntos de muestreo de suelo, los sectores donde se los realizará y el área en el cual debe estar incluido el muestreo con base en la tabla anterior.

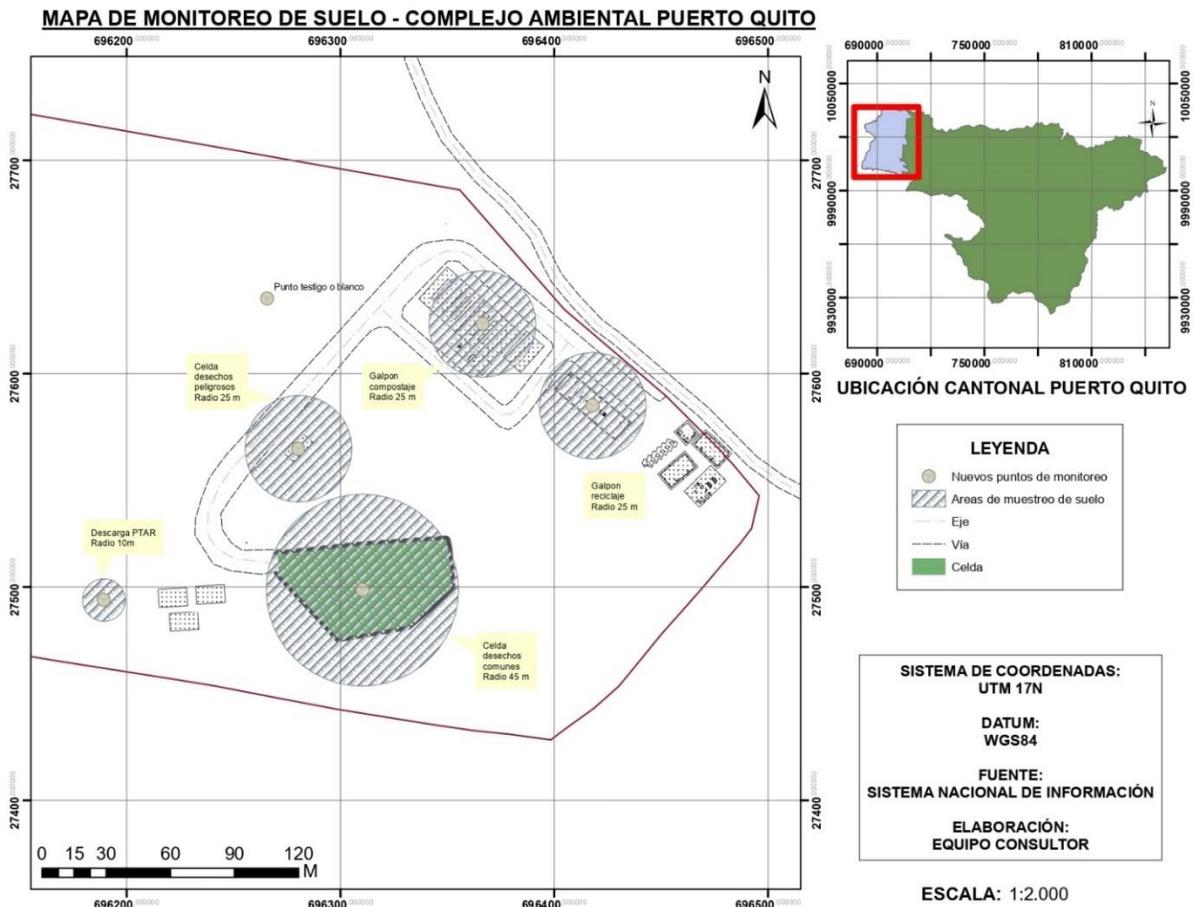


Figura 9.32 Puntos de monitoreo de suelo, lugares y área de cada punto de muestreo.

Elaborado por: Grupo consultor
(Software ArcGis 10.3, 2015)

También es muy importante llevar a cabo un monitoreo de la estabilidad del terreno debido a que la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos dispuestos pueden generar movimientos de masa que a su vez pueden provocar hundimientos y asentamientos en distintos sectores.

Para llevar a cabo este tipo de monitoreo se lo realiza con equipos electrónicos como piezómetros e inclinómetros, en diferentes puntos dentro de la celda de disposición de residuos, este análisis debe constar de un análisis de estabilidad

con base en perfiles y movimientos diferenciales. Esto debe completarse con chequeos de nivelación topográfica en caso de que se encuentren deslizamientos.

9.4.3. Monitoreo de agua

Para el componente agua es importante realizar los monitores de calidad de agua superficial, calidad de agua de consumo y calidad de los efluentes de aguas residuales o lixiviados.

La calidad de agua superficial en fuentes naturales será analizada mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tabla 2. Criterios de calidad admisibles para a la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

Los muestreos de agua natural se deben llevar a cabo en el estero sin nombre ubicado en la parte sur del Complejo Ambiental Puerto Quito. Dichos muestreos se realizarán antes y después de la descarga, teniendo de esta forma un punto blanco o nulo con el cual se puede analizar los resultados luego de la ejecución del monitoreo.

Los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla, los mismos se encuentran en el sistema UTM-WGS 84 17N.

Tabla 9.74 Puntos de monitoreo para fuentes de agua natural.

No	Este (x)	Norte (Y)	Descripción
1	696038.110	27569.258	Aguas arriba del estero natural
2	696118.581	27393.005	Aguas abajo del estero natural

Elaborado por: Grupo consultor

En cuanto al monitoreo de lixiviados se lo realizará en base mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tabla 9. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Los monitoreos de lixiviados se deben realizar en la planta de tratamiento, donde se realizan tres tomas de lixiviados. La primera será en la entrada a la laguna uno, el segundo en la entrada a la laguna tres y el ultimo en la descarga.

Para contar con datos que ayuden a mantener un sistema de monitoreo eficiente, las coordenadas de los sitios de muestreo se los detalla a continuación, las mismas se encuentran en el sistema UTM-WGS 84 17N

Tabla 9.75 Puntos de monitoreo para lixiviados en planta de tratamiento

No	Este (x)	Norte (Y)	Descripción
1	696246	27493	Entrada laguna uno
2	696224	27487	Entrada laguna dos
3	696196	27495	Zona de descarga de agua

Elaborado por: Grupo consultor

En cuanto al agua de consumo, esta debe realizarse un muestreo directamente en el pozo de donde se la extrae, con técnicas de muestreo propias para agua subterráneas.

La normativa que se usará para el evaluar las condiciones del agua de consumo es mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad

ambiental y de descarga de efluentes, tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

9.4.4. Monitoreo de ruido

El ruido en este tipo de proyectos se asocia a tareas típicas como, por ejemplo: operaciones con maquinaria pesada, circulación permanente de camiones, funcionamiento de equipos, en este caso en el galpón de reciclaje donde se tritura y se separa los residuos, así mismo sucede en el galpón del compostaje. Por estas razones se deben realizar mediciones de ruido ocupacional y ambiental.

La normativa que se usará para el **ruido ocupacional** será: “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, decreto 2393, Art. 55. Ruido y vibraciones, literal 7. Los lugares de monitoreo serán en el galpón de compostaje, reciclaje y celda de disposición final de residuos.

Por otro lado, el **ruido ambiental** se realizará en la zona perimetral del complejo ambiental Puerto Quito y se las realizará en tres sitios diferentes. La normativa que se usará para estas mediciones será el Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de emisión para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración. Tabla 1: Niveles máximo de emisión de ruido (Lkeq) para fuentes fijas de ruido. Libro VI, TULSMA. Acuerdo Ministerial No 97-A literal 5.3.4.

Los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla, los mismos se encuentran en el sistema UTM-WGS 84 17N.

Tabla 9.76 Puntos de monitoreo de ruido ambiental y ocupacional en el complejo ambiental Puerto Quito.

No	Este (x)	Norte (Y)	Descripción
1	696291	27510	Celda de disposición de residuos
2	696418	27585	Galpón de reciclaje
3	696360	27621	Galpón de compostaje
4	696471	27598	Zona perimetral complejo ambiental
5	696382	27678	Zona perimetral complejo ambiental
6	696456	27472	Zona perimetral complejo ambiental

Elaborado por: Grupo consultor

Tabla 9.77 Programa de monitoreo y seguimiento.

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO – COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO						
Objetivo: Prevenir impactos potenciales generados por las actividades del complejo ambiental Puerto Quito mediante el seguimiento y monitoreo de estas.						
Responsable: GAD Municipal del cantón Puerto Quito.						
Etapa del proyecto	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Frecuencia
Operativa	Agua: Calidad de aguas superficiales	Afectación a la calidad del agua superficial por la generación de lixiviados en la celda de disposición final de desechos.	Monitoreo de lixiviados en la planta de tratamiento en los puntos establecidos en la Tabla 9.75.	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tabla 9 . Esto con la finalidad de evaluar la calidad del recurso.	Reporte de monitoreo de descargas líquidas emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.
			Monitoreo de aguas superficiales en el estero ubicado al sur del complejo ambiental en los puntos establecidos en la Tabla 9.74.	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tabla 2 . Esto con la finalidad de evaluar la calidad del recurso.	Reporte de monitoreo de descargas líquidas emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.
	Agua: Calidad de aguas subterráneas	Afectación a la calidad del acuífero por posibles derrames de aceites o combustibles de la maquinaria y posibles fugas en el sistema de impermeabilización de la celda.	Monitoreo de aguas subterráneas con técnicas de muestreo en el pozo de extracción para el análisis de agua de consumo y doméstica en el complejo ambiental.	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante el acuerdo ministerial 097A, Anexo 1, libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tabla 1 .	Reporte de monitoreo de agua de consumo por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.

				Esto con la finalidad de evaluar la calidad del recurso.		
Aire: Calidad de aire ambiente	Afectación a la salud de los trabajadores por las emisiones provenientes de la celda provocadas por la descomposición	Monitoreo de calidad de aire ambiente , en los sitios propuestos en la Tabla 9.72 y Figura 9.30. tomando en cuenta los criterios de monitoreo, como los radios de influencia.	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 4 Esto con la finalidad de evaluar la calidad del recurso.	Reporte de monitoreo de calidad de aire emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.	
Aire: Biogás en chimeneas	Riesgo de explosiones por la producción de metano.	Monitoreo de biogás , se realizará en dos de los ductos de evacuación de gases.	-Monitorear niveles de metano en base a la Figura 9.31 - Composición de biogás CH ₄ CO ₂ CO O H ₂ S	Reporte de monitoreo por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.	
Suelo: calidad de suelo	Riesgo de afectación del suelo por aceites o combustibles de la maquinaria. Riesgo de afectación por la descarga de residuos en el galpón de compostaje.	Monitoreo de suelo , se lo realizara en los sitios propuestos en la Tabla 9.73 y Figura 9.32, tomando en cuenta los criterios de monitoreo como los radios de influencia.	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante "Norma de calidad ambiental del recurso suelo, Anexo 2, acuerdo ministerial 097, libro VI TULSMA".	Reporte de monitoreo de calidad de suelo emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario.	
Suelo: Estabilidad del relleno	Riesgo de deslizamientos al empezar a construir la segunda terraza. Inestabilidad de la masa de los residuos compactados Hundimientos.	Ensayos de estabilidad en la celda de disposición de residuos sólidos no peligrosos.	Movimientos diferenciados y hundimientos. Aumento de la presión interna.	Reporte de monitoreo de calidad de suelo emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	ANUAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario	
Ruido Ocupacional	Afectación a los trabajadores que están en el área de reciclaje, compostaje y celda de disposición. Esto por el ruido generado por la maquinaria.	Monitoreo de ruido ocupacional y ambiental, se lo realizara en base a la Tabla 9.76 y Figura 8.2	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante "Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, decreto 2393, Art. 55. Ruido y vibraciones, literal 7	Reporte de monitoreo de calidad de ruido ocupacional emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario	

	Ruido Ambiental	Afectación a la fauna y poblaciones cercanas al relleno sanitario por contaminación auditiva.		Porcentaje de cumplimiento de los parámetros mediante el Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de emisión para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración. Tabla 1: Niveles máximo de emisión de ruido (Lkeq) para fuentes fijas de ruido. Libro VI, TULSMA. Acuerdo Ministerial No 97-A literal 5.3.4.	Reporte de monitoreo de calidad de ruido ambiental emitido por un laboratorio acreditado por el SAE.	SEMESTRAL – Durante la operación y post clausura del relleno sanitario
--	-----------------	---	--	--	--	--

Elaborado por: Grupo consultor

9.5. Plan de monitoreo biótico

Los impactos generados por el complejo ambiental Puerto Quito sobre las diferentes componentes y elementos del medio biótico son monitoreados por medio de las siguientes componentes que se presentan a continuación:

Tabla 9.78 Programa de monitoreo biótico

PLAN DE MONITOREO BIOTICO COMPLEJO AMBIENTAL PUERTO QUITO						
Objetivo: Evaluar la composición de las comunidades de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en las coberturas vegetales alrededor del complejo ambiental Puerto Quito.						
Responsable: GAD Municipal del cantón Puerto Quito.						
Etapa del proyecto	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Frecuencia
Operación	Herpetofauna	Perdida o fragmentación del hábitat Desplazamiento de especies faunísticas.	Monitoreo de Herpetofauna , mediante uso de transectos alrededor del complejo ambiental.	Parámetros de riqueza, abundancia e índices de biodiversidad. Distribución espacial de las especies indicadas Evaluación de la dinámica poblacional en el tiempo.	Informe del monitoreo realizado por un biólogo registrado en SENECYT.	ANUAL– Durante la operación y post clausura del relleno sanitario
	Avifauna		Monitoreo de Avifauna , mediante uso de transectos alrededor del complejo ambiental.	Parámetros de riqueza, abundancia e índices de biodiversidad. Distribución espacial de las especies indicadas Evaluación de la dinámica poblacional en el tiempo.	Informe del monitoreo realizado por un biólogo registrado en SENECYT.	ANUAL– Durante la operación y post clausura del relleno sanitario
	Mastofauna		Monitoreo de Mastofauna , mediante uso de transectos alrededor del complejo ambiental.	Parámetros de riqueza, abundancia e índices de biodiversidad. Distribución espacial de las especies indicadas Evaluación de la dinámica poblacional en el tiempo.	Informe del monitoreo realizado por un biólogo registrado en SENECYT.	ANUAL– Durante la operación y post clausura del relleno sanitario

	Entomofauna		Monitoreo de Entomofauna , mediante uso de transectos alrededor del complejo ambiental.	Parámetros de riqueza, abundancia e índices de biodiversidad. Distribución espacial de las especies indicadas Evaluación de la dinámica poblacional en el tiempo.	Informe del monitoreo realizado por un biólogo registrado en SENECYT.	ANUAL- Durante la operación y post clausura del relleno sanitario
	Macroinvertebrados	Afectación de calidad de agua en el estero al sur del Complejo ambiental por ende su disminución poblacional.	Monitoreo de Macroinvertebrados , mediante uso de red pantalla o red triangular y posterior análisis en laboratorio. Estos monitoreos se deben realizar en base a la Figura 8.7	Parámetros de riqueza, abundancia e índices de biodiversidad. Distribución espacial de las especies indicadas Evaluación de la dinámica poblacional en el tiempo. Índice BMWP	Informe del monitoreo realizado por un biólogo registrado en SENECYT.	ANUAL- Durante la operación y post clausura del relleno sanitario

Elaborado por: Grupo consultor

10. Conclusiones

El proceso de caracterización de residuos sólidos arrojó información importante para la planificación en cualquier etapa de la gestión de residuos sólidos a nivel cantonal. Los resultados obtenidos se apegan mucho a patrones de generación propio de zonas rurales en el Ecuador, así tenemos:

Se calculó una generación per cápita de 0.53 kg/ hab.* día, con una composición en porcentaje donde predomina la materia orgánica con un 61.6% aproximadamente. En base a su composición se estimó el porcentaje de humedad el cual indica un contenido de humedad de 45,1%. La densidad de la basura suelta es empleada típicamente para el dimensionamiento de contenedores, la cual arroja una densidad de 175.65 kg/m³.

Analizados los programas de aprovechamiento que ejecuta la municipalidad y los registros de material recuperado durante un año calendario se estimó un porcentaje de residuos recuperación de 24.81%, lo que se traduce al incremento de la vida útil del proyecto Complejo Ambiental Puerto Quito.

En cuanto al análisis sobre el estado situacional de la infraestructura y los procesos que se ejecutan dentro del Complejo Ambiental Puerto Quito se identificó ciertas no conformidades, así tenemos:

- Descarga de residuos sólidos directa sobre el suelo, lo que puede ocasionar infiltración de lixiviados hacia mantos freáticos. Las descargas se hacen principalmente antes del proceso de reciclaje, y en el área de deshidratación del material orgánico al aire libre.
- El galpón de reciclaje cuenta con un desnivel de aproximadamente 4 metros, por lo que es necesario contar infraestructura que limite el libre tránsito dentro del galpón
- Falta de material de cobertura dentro de la celda de disposición final de desechos comunes, la cual únicamente el 27.5% de su superficie se encuentra cubierta. Mientras que el 72,5% restante presenta desechos descubiertos y zonas inundadas.
- Ruptura de geomembrana dentro de la celda de disposición final y traslapes sin su debido termosellado
- Zanjas de coronación obstruidas por tierra, residuos y especies vegetales que impiden el desvío de agua lluvia
- Taponamiento de drenes, lo que ha generado que el 24.4% del área superficial de la celda presente lixiviados y agua lluvia represada dentro de la infraestructura.
- De los 11 ductos diseñados para el desfogue de gases únicamente 6 se encuentran operativas
- Dentro del complejo ambiental Puerto Quito no se ejecuta ningún programa formal para el control de vectores.

Tomando en cuenta los resultados de los monitoreos ambientales del proyecto se determinó un cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido, aire y suelo. Mientras que para aguas residuales y de descarga existe una cantidad mínima de parámetros incumplidos.

En cuanto a la gestión de desechos peligrosos y de manera general sobresale la mala disposición de desechos sanitarios peligrosos en su última etapa, al encontrar desechos descubiertos, sin tratamiento y geomembrana mal colocada. Así mismo, entre los usuarios del servicio de recolección se identificaron espacios no adecuados para el almacenamiento temporal sin señalética preventiva, además de la ausencia del uso de equipos de protección personal a cargo de la entrega de desechos. En la parte legal, solamente una de las personas que realiza el transporte de desechos ha aprobado el curso básico obligatorio para conductores de vehículos que transportan materiales

peligrosos establecido por el Ministerio de Ambiente. La certificación que garantiza el adecuado transporte de desechos peligrosos se encuentra caducada y el sistema de climatización del furgón recolector se encuentra averiado.

La antigua celda de disposición final de desechos no se encuentra técnicamente cerrada, requiriendo atención prioritaria para el encapsulamiento de los desechos.

La mayoría de los establecimientos de salud no cuentan con el permiso ambiental correspondiente, ni el registro de generador de desechos peligrosos. Además, los encargados de la entrega de desechos en los establecimientos de salud no han recibido una formación adecuada para la gestión de desechos; ni emplean los equipos de protección adecuados para esta actividad.

En 2019, el promedio de subsidio que otorgaron los GADM por la prestación del servicio del manejo de residuos sólidos fue del 42%. En la región Amazónica el subsidio alcanza el 77,7%, datos presentados por el INEC. El nivel de subsidio por el Municipio de Puerto Quito es de 89.83%, superando la media nacional del 42%. Una de las causas es la falta de actualización al catastro de usuarios del sistema de recolección, ya que, tomando la media por hogar, de acuerdo con el INEC de 4.03 habitantes por la información remitida por la Dirección de Gestión Ambiental de usuarios registrados en el actual municipio da una población de 9998.43, siendo un 51.09 menor a la población registrada en el censo nacional 2010, creando un déficit en los ingresos por cobro de tasa de servicios. Por lo que se recomienda como una acción necesaria la contratación de la actualización de catastro de usuarios del servicio de recolección o a su vez anexar su pago a la factura de un servicio básico como el de energía eléctrica para garantizar una mayor cantidad de valores recaudados. La forma de cobro de la tasa es la correcta, ya que, en la mayoría de los casos latinoamericanos, este cobro se liga a un servicio básico para tener los pagos a tiempo y poder tener control del ingreso a las arcas municipales. Los rubros de maquinaria y mantenimiento en el cantón Puerto Quito, tiene un costo superior a la media nacional por tonelada, pero esto se da a los planes ambientales que desarrolla la municipalidad, como: planta de reciclaje, recolección diferenciada y la elaboración de compost, que elevan el nivel de equipamiento y sus costos de mantenimiento, al igual que el combustible para las rutas del cantón por lo programa de recolección que se implementan.

En el proceso de valoración de riesgos por puestos de trabajo, se determinó que las actividades que se realizan en el relleno sanitario no han sido delineadas ni documentadas por lo que puede ocasionar diferentes eventos negativos como riesgos mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, en la ejecución y manejo de los desechos sólidos a nivel de la operación en los diferentes puestos ocupacionales.

La evaluación de factores de riesgos se realizó con la finalidad de estimar la magnitud de los diferentes riesgos presentes en los puestos de trabajo en el cumplimiento de los procesos operativos que se realiza en el relleno sanitario, para lo cual se aplicó la matriz de identificación de riesgos que exige y esta validado por el Ministerio de Relaciones Laborales para los planes de seguridad y salud en el trabajo, mediante el cual se pudo determinar que la estimación de los riesgos laborales, son tolerables el 54.61%, moderados el 9.21%, importantes el 1.97 % y triviales el 34.21 %, cabe recalcar que en este proceso no se encontraron riesgos intolerables por lo que tenemos un 0%.

Mediante el programa de capacitación en relaciones humanas se puede crear hábitos de comportamiento seguros dentro y fuera del lugar de trabajo, ayudando no solo a la empresa sino también a la comunidad

Considerando o tomando en cuenta los monitoreos bióticos ejecutados podemos concluir que la vegetación nativa del sitio ha sido retirada completamente para el establecimiento del proyecto. Únicamente existen algunos árboles y

arbustos en el margen de la construcción y unas cuantas en el centro. Durante la investigación se registró únicamente 22 especies de plantas, poca cantidad para el tipo de ecosistema.

En lo que respecta a mamíferos, la escasa presencia de estas especies en el área de estudio podría deberse a importantes alteraciones de su hábitat como: presencia de celda emergente de residuos sólidos, deforestación, presencia de personas y animales domésticos, ruido generado por vehículos que ingresan al sitio y, sobre todo, por la caza indiscriminada por parte de los agricultores. En lo que concierne a las aves, los índices de diversidad indican que existe un importante número de especies, lo cual para una zona intervenida es muy importante, sin embargo, la mayoría de las especies son aves adaptadas a vivir en zonas perturbadas y la dominancia de carroñeros obviamente obedece a la celda emergente que se encuentra muy cerca.

En cuanto a la herpetofauna se podría concluir que en la zona hay una importante presencia de este grupo, más aún cuando la lluvia se hace presente, ocasionando que estos especímenes se agrupen en los tanques donde el agua se acumula. Además, ninguna de las especies registradas se encuentra bajo peligro crítico de amenaza. Por otra parte, los insectos representan uno de los grupos taxonómicos más diversos e importantes, por lo que sería muy recomendable realizar monitoreos periódicos durante el funcionamiento del relleno; esto se lo podría realizar de manera complementaria con los macroinvertebrados y así poder determinar el estado de los ecosistemas de acuerdo con los grupos taxonómicos.

Finalmente, los macroinvertebrados acuáticos permitieron establecer el estado ecológico de los cuerpos de agua que se encuentran en el proyecto. Dentro de este marco, se pudo determinar que los puntos muestreados comparten dos clases, es decir, se encuentra dentro de aguas medianamente contaminadas y aguas contaminadas. En conclusión, es recomendable y primordial, tener una conciencia acerca del cuidado del medio ambiente, para participar, evaluar e intervenir en todos los aspectos que afectan negativamente nuestros ecosistemas; adoptar sistemas de vigilancia y planes de manejo ambiental para el debido uso y cuidado de los recursos naturales y así evitar la pérdida y degradación del hábitat.

Se realizó un inventario forestal dentro del área de influencia del Complejo Ambiental Puerto Quito, encontrándose un total de 96 individuos que corresponden a 19 familias y 28 especies. Según los datos dasométricos podemos decir que existe un área basal de 26.52 m² en 1.6 ha. Si extrapolamos el dato a las 16 ha de relleno sanitario tenemos un valor de 265.2 m² de área basal. Del muestreo y la toma de datos también se obtuvo información de volumen, teniendo así un total de 201.1 m³ en 1.6 has, y extrapolando los datos a las 16 has del relleno sanitario tendríamos un total de 2011 m³ en las 16 has del relleno sanitario. En este estudio no se encontraron especies endémicas en el inventario forestal, sin embargo, se registró seis especies bajo categoría de amenaza según la **UICN**. Estas especies son: *Iriartea deltoidea*, *Cordia alliodora*, *Cecropia ficifolia*, *Hevea guianensis*, *Ochroma pyramidale* y *Pouteria caimito*, todas estas especies se encuentran dentro de la categoría LC (Preocupación menor).

11. Recomendaciones

Se recomienda realizar una actualización sobre el catastro de usuarios del servicio de recolección, con el fin de obtener datos más precisos sobre patrones de generación e incrementar los ingresos por brindar el servicio de barrido y recolección

12. Referencias bibliográficas

- George, T., Hilary, T., & Vigil Samuel, A. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Editorial McGraw-Hill.
- Banco Iberoamericano de Desarrollo (2015). Situación de la Gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe. Recuperado el 22 de julio de 2019 de: <https://publications.iadb.org/en/solid-waste-management-latin-america-and-caribbean>
- CARE Internacional- Avina (2012). Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 9 Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) Ecuador. Recuperado el 11 de julio de 2019 de: <https://www.avina.net/esp/wp-content/uploads/2013/03/MODULO-9-OK.pdf>
- Cerrato, E.,(2006). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado el 23 de mayo de 2019 de: <https://www.aiu.edu/spanish/publications/student/spanish/Integrated-Management-of-Residual-Solids.htm>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010). Censo de Población y vivienda. Quito: Ministerio de Inclusión Económica y Social. Recuperado el 25 de junio de 2019 de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>
- Ministerio del Ambiente Ecuador – Plan Nacional para la Gestión Integral de desechos Sólidos (2015). Diagnóstico de la Cadena de Gestión Integral de Desechos Sólidos-Reciclaje. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Resumen-Cadena-de-Gestion-de-Residuos-S%C3%B3lidos.pdf>
- Ministerio del Ambiente Ecuador (2015). Reforma del Libro VI del Texto Unificado de legislación Ambiental Secundaria TULSMA. Registro Oficial: Quito. Recuperado el 7 de junio de 2019 de: http://suia.ambiente.gob.ec/documentos?p_p_id=20&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fview_file_entry&_20_fileEntryId=496522
- Registro Oficial (2010). Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización. Publicado en el portal del Registro oficial Ecuador: Quito. Recuperado el 2 de julio de 2019 de: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- Rodríguez, D. (2013). Propuesta de un Sistema de gestión ambiental de residuos sólidos en el Centro de Investigación y enseñanza Forestal CEIFOR. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana: Iquitos. Revisado el 16 de mayo de 2019 de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwic3MaktDbkAhXtqFkKHTQGBVkJQFjABegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F4302%2F%2FUPS-GT000392.pdf&usq=AOvVaw0RBP6SH8V1S7NrPr8R8Gd->
- ALBA-TERCEDOR, J., 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Andalucía: s.n.
- ALBUJA VITERI, L. H. (1983). Mamíferos, en Técnicas de Campo y Laboratorio.
- ANGULO, A., RUEDA-ALMONACID, J. V., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., & LA MARCA, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional.
- BARBOUR, M., GERRITSEN, J., SNYDER, B. & STRIBLING, J., 1999. Rapid Bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Environmental Protection Agency.

- BIBBY, C.J, BURGESS, ND, HILL, DA, HILLIS, DM Y MUSTOE, S. (2000). Técnicas de censo de aves . Elsevier.
- BRAVO VELÁSQUEZ, E. (2014). La biodiversidad en el Ecuador. Abya-Yala/UPS.
- CARRILLO, E., ALDÁS, S., ALTAMIRANO, M., AYALA, F., CISNEROS, D., ENDARA, A., ... & ZÁRATE, P. (2005). Lista roja de los reptiles del Ecuador. Quito, Ecuador: Fundación Novum Milenium, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura. Serie Proyecto PEEPE.
- CERÓN, C. (2002). La etnobotánica en el Ecuador. *Cinchonia*, 3(1), 1-16.
- DE LA TORRE, L., NAVARRETE, H., MURIEL, P., MACÍA, M. J., & BALSLEV, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos). Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.
- DIRZO, R., & MIRANDA, A. (1991). El límite boreal de la selva tropical húmeda en el continente americano: contracción de la vegetación y solución de una controversia. *Interciencia*, 16(5), 240-247.
- FÉLIX, F. (2012). Aves Del Bosque Protector Cerro El Paraíso. Versión digital, 3.
- FREILE, J. F., & POVEDA, C. (2019). Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ICOCHEA, J., QUISPITUPAC, E., PORTILLA, A., & PONCE, E. (2001). Assessment of amphibians and reptiles of the Lower Urubamba Region, Peru. Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rain Forest. Washington DC: Smithsonian Institution, 129-142 pp.
- JAEGER, R. G., & INGER, R. F. (1994). Quadrat sampling. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians, 97-102.
- JORGENSEN, P. M., & LEON-YANEZ, S. (Eds.). (1999). Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador (Vol. 75, pp. 633-668). Missouri Botanical Garden.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental.
- NORRIS, H., & HAWKINS. C. (2000). Monitoring river health. *Hydrobiologia*, 435(1-3), 5-17.
- ORTEGA, J. G., GUAMÁN, M. M., PIGUAVE, C. C., VILLAO, F. A., MORÁN, J. M., TUMBACO, M. V., & GARCÍA, W. M. (2021). Entomología aplicada para Agropecuarios.
- PATZELT, E. (1989). Fauna del Ecuador, Ed. Grupo Social FEPP, Ecuador.
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. Y MCNEIL, R. (1992). Fenología de las aves tropicales en relación con la abundancia y explotación de los recursos alimentarios. *Ecología* , 73 (6), 2295-2309.
- POURRUT, PIERRE. (1995). El agua en el Ecuador. Artículo III. Clima del Ecuador. Quito Ecuador.
- RIDGELY, R., & GREENFIELD, P. J. (2006). Aves del Ecuador. Guía de campo, 2.
- RODRÍGUEZ-TARRÉS, R. (1987). Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Bethesda, Maryland: The Wildlife Society.
- ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.
- ROLDÁN, G., 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Bogotá, Colombia.: Editorial Presencia S.A.
- ROLDÁN, G., 1999. Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad del Agua., Medellín, Colombia.: Departamento de Biología. Universidad de Antioquia.

- RON, S. R., MERINO-VITERI, A. ORTIZ, D. A. 2019. Anfibios del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- SALVARREY, A., KOTZIAN, C., SPIES, M., & BRAUN, B. (2014). The influence of natural and anthropic environmental variables on the structure on the spatial distribution along longitudinal gradient of macroinvertebrates communities in southern Brazilian streams. *Journal of Insect Science*, 14(1).
- SUÁREZ, L., & MENA, P. A. (1994). Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. In Taller sobre Estandarización de Metodologías para Inventarios Faunísticos 13-16 Jul 1992 Cumbayá (Ecuador) (No. 596.09866 M294). EcoCiencia, Quito (Ecuador).
- SULLIVAN, S., WATZIN, M., & HESSION, W. (2004). Understanding stream geomorphic state in relation to ecological integrity: evidence using hábitat assessments and macroinvertebrates. *Environ. Manage.* 34(5), 669-683.
- TERNEUS, E., HERNÁNDEZ, K., & RACINES, M. (2012). Evaluación ecológica del Río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza - Ecuador. *Revista de Ciencias. Universidad del Valle. Colombia.* pp 31-45.
- TIRIRA, D. (1999). Mamíferos del Ecuador (Vol. 2). Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- TORRES-CARVAJAL, O., PAZMIÑO-OTAMENDI, G., AYALA-VARELA, F. Y SALAZAR-VALENZUELA, D. 2020. Reptiles del Ecuador. Version 2020.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- VALENCIA REYES, R., PITMAN, N., LEÓN-YÁNEZ, S., & JØRGENSEN, P. M. (2000). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- WOLTMANN, S. (2000). Comunidades de aves del bosque en áreas alteradas y no alteradas de la concesión forestal La Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico, 92 , 2000.
- ZAMORA, H. (1999). Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. *Revista Unicauca Ciencia*, 4, 47-60.
- Barrena, V., Llerena, C. Influencia de los errores de estimación de las alturas en el cálculo del volumen. *Revista Forestal del Perú.* V. 15(1):1-11
- Cerón C. Manual de Botánica, Quito – Ecuador 1996
- Consorcio Universidad Nacional de Piura-Profesionales de Loja UNP-PDL (2005). Valoración Económica de los Recursos naturales en la Cuenca Binacional CatamayoChira. Resumen Ejecutivo. Proyecto Binacional Catamayo-Chira. Loja-Ecuador, PiuraPerú.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2015. Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador Continental. Quito, Ecuador
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Anexo 1 Metodología para Valorar Económicamente los Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Bosques y Vegetación nativa en los Casos a Ser Removida. Quito, Ecuador
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Manual de Campo. Evaluación Nacional Forestal, Sistema Nacional de Monitoreo Forestal Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- VALENCIA REYES, R., PITMAN, N., LEÓN-YÁNEZ, S., & JØRGENSEN, P. M. (2000). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

13. Anexos

ANEXO	Detalle
ANEXO 1	<p>Anexo 1.1: Modelo de encuesta para usuarios de con recolección diferenciada con servicio de barrido</p> <p>Anexo 1.2: Modelo de encuesta para usuarios de con recolección unificada con servicio de barrido</p> <p>Anexo 1.3: Modelo de encuesta para usuarios de con recolección diferenciada sin servicio de barrido</p> <p>Anexo 1.4: Modelo de encuesta para usuarios de con recolección unificada sin servicio de barrido</p>
ANEXO 2	<p>Anexo 2.1: Memoria fotográfica de proceso de caracterización de residuos sólidos en el Complejo Ambiental Puerto Quito.</p> <p>Anexo 2.2: Memoria fotográfica elaboración de encuestas para evaluación del servicio de recolección y barrido según el usuario</p>
ANEXO 3	Anexo 3: Planos de las rutas de recolección
ANEXO 4	<p>Anexo 4.1.: Monitoreos de agua</p> <p>Anexo 4.2.: Monitoreos de aire</p> <p>Anexo 4.3.: Monitoreos de ruido</p> <p>Anexo 4.4.: Monitoreos de suelo</p>
ANEXO 5	Anexo 5.1.: Ficha de campo para el levantamiento de información de centros de salud
ANEXO 6	Anexo 6.1. Oficio Nro. MAE-DPAPCH-003553-2019