

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación de grado previa a la obtención del título de
Economista

***Valoración económico ambiental del servicio hidrológico agua
en la Reserva Ecológica Antisana, año 2019.***

Walter Leonardo Laso Moreira

lasomoreira@gmail.com

Directora: Mtr: María de los Angeles Barrionuevo

mabarrionuevom@puce.edu.ec

Quito, agosto de 2020

Resumen

Se analizó la problemática de los recursos hídricos en la Reserva Ecológica Antisana (REA), partiendo de su situación actual en aspectos: normativos, ambientales y socio económicos. El Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur ubicado en la zona de estudio, es capaz de abastecer de agua potable a 750 000 habitantes en la parte sur de Quito, este proyecto a cargo de la EPMAPS y el FONAG, tienen retos a futuro: proveer al 67,78% de usuarios registrados en la empresa de agua, con un aumento poblacional del 8,06% con respecto al 2018 y examinar los posibles escenarios ambientales en el futuro. En base a lo anterior, se considera en riesgo la dotación del servicio hídrico agua a la población y puede vulnerar los demás servicios ecosistémicos de la REA. Por este motivo, el estudio realizó una valoración ambiental con la técnica de costos evitados, donde se determinó el costo que la ciudad incurriría al dejar de usar a la REA como proveedor de agua potable y se lo comparó con sus costos de mantenimiento y remediación para obtener la mejor alternativa económico ambiental en la utilización de los recursos hídricos. Además, en el transcurso de la investigación se observó problemas administrativos y bajo presupuesto en inversión ambiental. Concluyendo que la mejor opción es reducir el estrés hídrico en la zona de estudio y conseguir el escenario de inversión ambiental propuesto de (9,17 \$ USD) por hectárea, para crear un correcto plan de mantenimiento y protección ambiental en la REA.

Palabras clave: Recursos hídricos, servicios ecosistémicos y valoración ambiental.

Abstract

The problem of water resources in the Antisana Ecological Reserve (REA) was analyzed, starting from its current situation in aspects: normative, environmental and socio-economic. The Mica-Quito Sur Drinking Water System located in the study area, is capable of supplying drinking water to 750,000 inhabitants in the southern part of Quito, this project by EPMAAPS and FONAG, have future challenges: to provide 67.78% of the total registered users of the water company, with a population increase of 8.06% compared to 2018 and consider possible environmental scenarios in the future. Based on the foregoing, the provision of the water service to the population is considered at risk and may violate the other ecosystem services of the REA. For this reason, the study carried out an environmental assessment with the avoided costs technique, where the cost that the city would incur in ceasing to use the REA as a drinking water supplier was determined and compared with its maintenance and remediation costs for Obtain the best environmental economic alternative in the use of water resources. In addition, in the course of the investigation administrative problems and low budget in environmental investment were observed. Concluding that the best option is to reduce water stress in the study area and achieve the proposed environmental investment scenario of (9.17 \$ USD) per hectare, to create a correct plan for maintenance and environmental protection in the REA.

Key words: Water resources, ecosystem services and environmental valuation.

Dedicatoria

A Dios, por su grandeza infinita de darme la posibilidad de culminar esta etapa académica.

A mis padres, por su afecto incondicional y su inquebrantable valor de la constancia.

A mi hermana, que es mi heroína y mi admiración.

A mi tutora y su noble tarea de ilustrar.

ÍNDICE

Resumen.....	2
Abstract	3
Dedicatoria	4
Introducción.....	13
Metodología de la investigación	17
Preguntas de la investigación.....	17
Objetivos	17
Tipo de investigación	18
Fuentes de información	18
Técnica de investigación	18
Variables e indicadores	19
Procedimiento metodológico	20
Marco Teórico	21
Economía ambiental y la preocupación en el mundo por el desarrollo sustentable	21
Bienes públicos y privados	23
Falla de mercado en los bienes públicos ambientales y la tragedia de los bienes comunes	24
Bienes y servicios ambientales	27
Servicio hidrológico y el agua	27
Métodos de valoración y costos evitados	29
Política ambiental.....	30
Gestión de los servicios ambientales.....	31
El pago por servicios ambientales.....	32
Capítulo 1: Aspectos normativos, ambientales y socio económicos significativos de la Reserva Ecológica Antisana	33
1.1 Aspectos normativos.....	33
• Constitución del Ecuador	33
• Normativa Código Orgánico del Ambiente (COA)	33
• Normativa Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COTAD)	34
• Servicios públicos (COTAD)	34
• Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP).....	35
• Reserva Ecológica	36
• Geografía y ecosistema de la Reserva Ecológica Antisana (REA).....	36
1.2 Aspectos Ambientales	37
• Climatología.....	38

• Calidad del aire.....	38
• El sistema hidrológico de la Reserva Ecológica Antisana	39
• Calidad del agua	39
• Geología y Geomorfología.....	42
• Suelo	42
1.2.2 Aspectos biológico-ambientales de la Reserva Ecológica Antisana	42
• Flora.....	42
• Vegetación	43
• Fauna	45
1.3 Aspectos socio económicos de la Reserva Ecológica Antisana	46
• Aspectos históricos	46
• Población de la zona	46
• Aspectos económicos áreas protegidas	46
• Aspectos socioeconómicos de la REA.....	48
• Cadena productiva económica del servicio hidrológico agua en la REA	49
Capítulo 2: Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y su relación con la Reserva Ecológica Antisana	51
2.1 Conformación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur (EPMAPS)	51
2.1.1 Infraestructura del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur (EPMAPS)	52
• Central hidroeléctrica el Carmen.	52
• Funciones del Embalse.	53
2.1.2 Percepción de costo y calidad (EPMAPS vs agua embotellada AQUA)	54
• Oferta y demanda del servicio hídrico agua en Quito (EPMAPS)	55
• Calidad del agua	56
• Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108.....	56
• Resultados	57
• Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2200.....	58
• Resultados	58
• Comparación en calidad, marca AQUA y Agua Potable de Quito.....	58
• Comparación en precio, marca AQUA y Agua Potable de Quito	59
• Conclusión Percepción de costo y calidad	59
2.2 Factores ambientales de riesgo en la Reserva Ecológica Antisana	60
• Aspectos de vulnerabilidad climática y dinámica	60
• Figuras de sinopsis.....	61
• Servicios naturales amenazados en la Reserva Ecológica Antisana	62

• Servicios Culturales	62
• Mitigación de riesgo por cambio climático	62
• Censo de pastoreo y contaminación al servicio hídrico	63
• Pérdida de flora y fauna por cambios ambientales	63
• Huella de carbono registrada por el FONAG y EPMAPS	64
Capítulo 3: Escenarios ambientales futuros en la Reserva Ecológica Antisana y la incidencia que estos tendrán en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	65
3.1 Escenarios ambientales en la Reserva Ecológica Antisana	65
• Reducción de los caudales	65
• Aumento de los caudales	68
3.2 Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana (FONAG-EPMAPS). 70	
• Bases conceptuales de la Restauración Ecológica	70
• Sucesión, disturbios y la restauración en páramos	72
• Elementos para elaborar un Plan de Restauración Ecológica en Páramos (FONAG-EPMAPS)	73
• Estrategias de Restauración para el Ecosistema Páramo (FONAG-EPMAPS)	73
• Recomendaciones para el monitoreo y evaluación de zonas de páramo restauradas (FONAG-EPMAPS)	75
3.3 Costos de operación del servicio hidrológico agua en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	75
• Ingresos totales de la EPMAPS vs Aportación Ambiental	77
• Beneficiarios del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	78
• Contexto de inversión en mantenimiento y conservación ambiental SNAP	78
• Costos de mantenimiento ambiental en la Reserva Ecológica Antisana	81
• Costos de remediación ambiental de la Reserva Ecológica Antisana (fitorremediación)	83
• Ejemplo contrato de remediación Jatunhuayco-Antisana	84
3.3 Proyectos actuales de la EPMAPS para la contemplación de escenarios ambientales futuros	86
• Proyectos en construcción	87
• Crítica al proyecto Chalpi Grande-Papallacta	88
Capítulo 4: Estrategias para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana, a fin de garantizar el funcionamiento del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	90
4.1 Posible proyecto de la EPMAPS cuantificado mediante los costos evitados	90
• Plan sostenible utilizando los costos evitados	91
• Comparativa del costo de mantenimiento, remediación y proyecto cuantificado con método de costos evitados	92

• Mantenimiento y control del embalse y sus fuentes hídricas	96
4.2 Estrategias de la investigación para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana	95
• Proyectos ambientales (bioeconomía)	96
• Contabilidad de los costos ambientales	99
• Monitoreo del pastoreo en la zona	99
• Inversión ambiental	101
• Revisión a las acciones del FONAG.....	101
• Control de Incendios forestales	102
• Infraestructura verde	103
• Minimizar la huella de carbono	103
• Educación ambiental y turismo	106
• Importancia de los caudales y capacidad instalada natural	106
• Revisión en la normativa ecuatoriana en el pago de servicio hídrico	107
4.3 Escenario semejante al Parque Nacional Cotopaxi	108
Conclusiones	111
Recomendaciones	112

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1: Calidad de agua en las redes de distribución del DMQ y certificación INEN.....	127
Anexo 2: Parámetros de calidad agua embotellada AQUA.....	130
Anexo 3: Factura de agua potable 20m3	131
Anexo 4: Acuerdo de confidencialidad, no divulgación y buen uso de la información EPMAPS y Recepción de información solicitada.....	132
Anexo 5: Información habitantes beneficiarios del servicio de agua del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	137
Anexo 6: Oficio N.-359-DFE (Costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica- Quito Sur).....	138
Anexo 7: Oficio N.- 358-DFE (Costos ambientales del Sistema de Agua Potable la Mica Quito Sur).....	139
Anexo 8: Lista áreas protegidas 2012	140
Anexo 9: Lista áreas protegidas 2019	142

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Variables e indicadores	19
Tabla 2: Ecosistemas en la Reserva Ecología Antisana	36
Tabla 3: Bacterias comunes en agua	39
Tabla 4: Flora Reserva Ecológica Antisana.....	43
Tabla 5: Vegetación Reserva Ecológica Antisana	43
Tabla 6: Fauna Reserva Ecológica Antisana	45
Tabla 7: Turistas año 2015 (Cadena productiva, miles de personas)	47
Tabla 8: Tipo de clientes y beneficiarios (Aproximado 2018)	49
Tabla 9: Comparación clientes y beneficiarios	50
Tabla 10: Captación Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	52
Tabla 11: Cobertura de agua potable en el DMQ	55
Tabla 12: Oferta del servicio hídrico agua (EPMAPS)/Distribución de agua potable	55
Tabla 13: Definiciones y parámetros NTE INEN 1108	57
Tabla 14: Comparación en calidad.....	58
Tabla 15: Comparación en precio	59
Tabla 16: Vulnerabilidad dinámica.....	61
Tabla 17: Servicios ecosistémicos en la REA	62
Tabla 18: Huella de carbono registrada por el FONAG y EPMAPS	64
Tabla 19: Conceptos guía restauración ecológica.....	71
Tabla 20: Elementos del disturbio	72
Tabla 21: Tipo de recuperación	73
Tabla 22: Inversión en el contrato de intervención “arenal dos”	74
Tabla 23: Costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	75
Tabla 24: Ingresos EPMAPS	77
Tabla 25: Inversión ambiental EPMAPS	77
Tabla 26: Usuarios EPMAPS del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.....	78
Tabla 27: Comparativa presupuesto (Ministerio del Ambiente).....	79
Tabla 28: Comparativa inversión al SNAP	79
Tabla 29: Evolución de Áreas Protegidas en Ecuador	80
Tabla 30: Inversión en la Reserva Ecológica Antisana	81
Tabla 31: Gastos del SNAP	81
Tabla 32: Escenarios de manejo para el SNAP	82

Tabla 33: Comparación de escenarios.....	83
Tabla 34: Ventajas y limitaciones de la técnica de fitorremediación.....	84
Tabla 35: Presentación Jatunhuayco-Antisana	85
Tabla 36: Obras en construcción EPMAPS.....	88
Tabla 37: Proyecto de la EPMAPS cuantificado mediante los costos evitados.....	91
Tabla 38: Tabla de cuantificación.....	92
Tabla 39: Comparación costos para 2050.....	92
Tabla 40: Monto de inversión dedicado a la conservación de los recursos hídricos REA	96
Tabla 41: Medidas de prevención eutrofización.....	97
Tabla 42: Cifras del pastoreo en la zona	99
Tabla 43: Remediación cuenca Jatunhuayco	99
Tabla 44: Huella de carbono en Quito.....	104
Tabla 45: Huella de carbono EPMAPS	104
Tabla 46: Aspectos de revisión ambiental EPMAPS	104
Tabla 47: Conexión de agua Pita y REA.....	108
Tabla 48: Evolución microcuenca del Pita	109

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperatura la Mica (°C).....	38
Gráfico 2: Microcuenca Antisana ESCHERICHIA COLI (NMP/100ml).....	40
Gráfico 3: Microcuenca Antisana CRYPTOSPORIDIUM (ooquistes/L).....	41
Gráfico 4: Microcuenca Antisana GIARDIA LAMBLIA (quistes/L)	41
Gráfico 5: Visitas áreas protegidas (Millones de personas)	47
Gráfico 6: Visitas áreas protegidas frente a otros atractivos turísticos (porcentaje)	47
Gráfico 7: Turistas 2015 (cadena productiva, miles de personas)	48
Gráfico 8: Croquis Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.....	51
Gráfico 9: Fotos del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.....	53
Gráfico 10: Descripción del embalse	54
Gráfico 11: Tipo de embalse.....	54
Gráfico 12: Oferta y demanda del servicio hídrico agua (EPMAPS)	56
Gráfico 13: Vulnerabilidad ambiental	61
Gráfico 14: Diferencia de temperatura (Celsius)	66
Gráfico 15: Proyección de cambios en la temperatura del Antisana (°C)	66

Gráfico 16: Cambio de temperatura en el Antisana (°C).....	67
Gráfico 17: Precipitación mensual Antisana	68
Gráfico 18: Cambios climáticos proyectados a nivel mundial	69
Gráfico 19: Estados del ecosistema.....	71
Gráfico 20: Inversión SNAP	79
Gráfico 21: Porcentaje territorial áreas protegidas.....	80
Grafica 22: Técnica fitorremediación	84
Gráfico 23: Proyecto Chalpi Grande	87
Gráfico 24: Pasos de control (red hídrica).....	89
Gráfico 25: Instituciones de intervención ambiental.....	96
Gráfico 26: Elementos de la bioeconomía.....	97
Gráfico 27: Bioeconomía en el Ecuador	98
Gráfico 28: Jatunhuayco área degradada.....	100
Gráfico 29: Croquis Parque Nacional Cotopaxi	108

Introducción

La investigación analiza la perspectiva actual de la Reserva Ecológica Antisana, tomando aspectos normativos, ambientales y socio económicos, para delimitar una línea base del estudio. Después, se presenta las principales funciones y características del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y como se relacionan los demás servicios ecosistémicos de la REA, en este apartado también se presenta una idea al lector de la percepción de costo y calidad del servicio de saneamiento y potabilización por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), con una comparativa entre el agua potable de Quito y el agua embotellada de bidón.

En la parte empírica de la investigación se muestran los posibles escenarios ambientales futuros de la REA en base al aumento o reducción de caudales en ríos y microcuencas, adicionalmente, de los costos operativos e inversiones y proyectos de la EPMAPS en relación a la REA. Por consiguiente, se busca conocer cuál es la mejor alternativa económico ambiental en la utilización de los recursos hídricos, comparando el costo de un proyecto cuantificado con el método de costos evitados y el costo de mantenimiento de la zona de estudio. Finalmente, se establecen estrategias para preservar todos servicios ecosistémicos de la REA.

Los servicios hidrológicos de la Reserva Ecológica Antisana se encuentran en peligro, tomando el ejemplo del glaciar, que actúa como un medidor natural del cambio climático y la EPMAPS capta una parte del líquido proveniente del mismo en la laguna de la Mica, en los últimos 20 años según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI (2017), se ha visto reducido en un aproximado de 350 metros de glaciar, creando una alerta en el servicio de dotación de agua potable. La EPMAPS, registra que el 67,78% del total de usuarios se benefician de la REA, siendo el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito sur el más utilizado en la extracción de recursos hídricos en la ciudad. Además, la población beneficiada de este servicio se refleja que sigue en aumento con respecto a los años anteriores (EPMAPS, 2020). Según los estudios de cambio climático, fluctuaciones hídricas y crecimiento demográfico del INAMHI para la Reserva Ecológica Antisana (2017), si continúa este proceso de deshielo, o peor aún, desaparece el glaciar, esto implica una reducción de agua cerca del 30% para todos los usuarios que se benefician de la REA. En consecuencia, el FONAG realiza un proceso de control, monitoreo de esta área que actualmente es considerada una reserva ecológica por su gran diversidad. En base a lo mencionado, se crea una problemática entre la satisfacción de la población y el correcto uso de los recursos hídricos (FONAG, 2018).

El suministro de agua potable es un requisito fundamental para el uso humano, es considerado un bien de primera necesidad visto de forma biológica como unidad básica para la vida y económica en relación a su elasticidad renta de la demanda (Lasheras, 1999). Las enfermedades relacionadas a un deficiente servicio de potabilización y saneamiento del agua cubren aproximadamente entre tres y cuatro millones de muertes al año (OMS, 1996). Siendo un bien necesario para la vida humana el Programa de Monitoreo de las Naciones Unidas establece que es necesario “la

disponibilidad de al menos 20 litros diarios por persona al día, con una fuente de abastecimiento a un kilómetro de la vivienda” (UNICEF, 2000). Es necesario para el desarrollo del país que los habitantes puedan gozar de un mínimo de 20 litros de agua diarios, cumpliendo con las normas adecuadas y siguiendo al programa de las Naciones Unidas (Carter et al, 1997).

El agua es un recurso natural renovable, finito en cantidad y calidad para cada lugar y tiempo específico (Barberán et al, 2008). Por esta razón el costo de oportunidad, visto de lado del beneficio social al no utilizar el recurso de la mejor forma posible atenta a una demanda insatisfecha y a una mala gestión del mismo, hipotéticamente visto en términos teóricos. Para entender este concepto en la práctica se debe conocer no solo el beneficio, también los costos, incluyendo el coste ambiental. Por otra parte, según FONAG (2017) citado por UNESCO, alrededor del 15% del agua de la Reserva Ecológica Antisana es subterránea, este tipo de recurso es no renovable por lo que su cuidado debe ser estricto.

La investigación servirá para establecer el valor del servicio hidrológico agua que ofrece la Reserva Ecológica Antisana. Mediante el método de valoración ambiental de costos evitados, se busca estimar los costos que incurriría la ciudad y la población de Quito si la reserva dejara de cumplir con su servicio de abastecimiento de agua potable. Por último, se identificará los costos de mantenimiento y remediación de la zona de estudio, esto nos ayudará a conocer la inversión necesaria para mantener una hectárea en la REA.

En términos teóricos la investigación aportará a la solución de la tragedia de los comunes en el servicio hidrológico de la Reserva Ecológica Antisana, en donde un grupo de actores económicos piensan en el interés egoísta a corto plazo, sin considerar el bien colectivo ni las condiciones para perdurar el servicio a largo plazo (Ostrom, 1990). Por consiguiente, en la investigación se utilizará un modelo de evaluación ambiental de costos evitados donde se podrá evidenciar la necesidad real de establecer los costos del servicio, con el fin de conocer el costo real para financiar de forma adecuada el bien natural, consiguiendo la optimización económico ambiental del recurso. Además, es importante de forma intergeneracional, ya que la preservación de la naturaleza mantiene vivas las opciones económicas futuras y esto tiene un peso de valoración de legado, es indispensable que las futuras generaciones gocen de estos recursos, para abrir las posibilidades de desarrollo futuro. (Bishop, 1978).

El proyecto de investigación es importante a nivel socioeconómico ya que gracias a la Reserva Ecológica Antisana se abastece alrededor de 650 000 habitantes del servicio de agua potable en la ciudad de Quito, brinda empleo a todos los encargados del funcionamiento del sistema y a los responsables en la conservación ambiental de la reserva (INAMHI, 2017). Además, se debe contemplar que muchos de los beneficiarios del servicio hidrológico agua son empresas y campesinos aledaños a la ciudad. Por lo que generar estrategias para su conservación es primordial para estas personas del sur de la capital.

La Reserva Ecológica Antisana se encuentra en el Programa de Apoyo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (PASNAP), el objetivo de este programa es contribuir a la conservación de la diversidad biológica y fortalecer el manejo y gestión del área, por parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) en corresponsabilidad de actores regionales y locales. El programa contempla 23 áreas protegidas en peligro, entre ellas la Reserva Ecológica Antisana (SNAP, 2015). El estudio ayuda al programa PASNAP para promover la conservación del lugar de estudio.

La función de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS) es garantizar el servicio de agua potable y saneamiento al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Para lo cual la EPMAPS en el año 2000 creó el Fondo para la protección del Agua (FONAG), encargado de la elaboración de programas y planes para la conservación, restauración ecológica con el fin de ayudar a la sociedad en educación ambiental. Según EPMAPS en su informe anual de 2017 el proceso de abastecimiento de agua potable en Quito tiene cuatro etapas: captación, transportación, tratamiento y distribución, para los cuales la ciudad posee cuatro gestores de agua: La Reserva Antisana con capacidad de 25 millones de metros cúbicos de agua conseguidos de la laguna la Mica, los ríos Antisana, Jatunhuayco y Diguchi, abastecen al sur de la ciudad. El sistema de agua potable Papallacta proporciona 12 millones de metros cúbicos de agua a la parte norte de la ciudad, captados de la provincia de Napo, en específico de los ríos Papallacta, Blanco Chico, Cojancos. Por último, las conexiones Occidentales de Atacazo, Pichincha y Lloa para el centro de la ciudad y las conexiones Orientales del río Pita para la parte sur oriental de Quito. Estos cuatro sistemas de captación de agua permiten a la EPMAPS garantizar su servicio. Además, la entidad se rige en las normas internacionales de Société Générale de Surveillance Ginebra-Suiza (SGS) que indican la calidad del servicio para el consumo humano.

La investigación aporta a entidades como la EPMAPS y el FONAG, estas con la visión de asegurar el servicio de agua para la capital, adquirieron aproximadamente 20 000 hectáreas de páramo en la Reserva Ecológica Antisana, con el fin de realizar proyectos de investigación sobre conservación y restauración de todos los servicios ecosistémicos del área. El FONAG en su Estación Científica de Agua y Páramo (ECAP) ha convocado al programa de investigación en las áreas: Paluguillo, Antisana, Alta Pita, esto con el objetivo de desarrollar proyectos ambientales para el conocimiento sobre el ecosistema páramo. En base a dichas investigaciones, la entidad podrá tomar decisiones de conservación y recuperación de las áreas ya mencionadas y expandirlas a mayor escala.

La investigación ayudará a corregir otro tipo de problemas que no se abordan como eje principal. El estudio muestra las características físico ambientales de la zona, en esta incluye la calidad del agua que se determinará en base a un análisis químico, de esta forma se conocerá si el servicio de abastecimiento y saneamiento realiza un correcto tratamiento del agua, siguiendo las normas establecidas por la EPMAPS y el INEN, para evitar problemas de envenenamiento y muerte por intoxicación (OMS, 1996). Esto únicamente como información ya que la investigación no se enfoca en este apartado.

La normativa ecuatoriana establece los derechos de propiedad para el funcionamiento de estos servicios públicos de agua potable en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización creado en 2010 en el cual menciona, Art. 55.- El funcionamiento de 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, es competencia exclusiva del gobierno autónomo descentralizado municipal al cual le serán prestados los derechos de la propiedad para ejercer dichos servicios. Es por esto que la vinculación entre la gestión pública y la comunidad es un principio para garantizar el correcto funcionamiento del servicio (COOTAD, 2010). Además, según Art 137.- El COTAD establece los precios y tarifas por este servicio, el cual deberá ser equitativo a través de un sistema de diferenciación entre los agentes, ya que en su función es de gestionar mecanismo de regulación y control en el marco de la normativa nacional (COOTAD, 2010).

Por último, la utilidad metodológica que ofrecerá la investigación será crear estrategias para la conservación del recurso natural. Acoplándonos al programa constitucional de leyes a favor del medio ambiente, según el Art. 4 de la Ley Orgánica de Aguas literal b establece que el agua, como fuente vital de vida es un recurso renovable, finito por lo que su conservación y protección mediante una gestión sostenible y sustentable es fundamental para garantizar el servicio y la calidad de la misma. Esta es un derecho de todo ser humano y está plasmado en la ley. La Constitución del Ecuador (2008) respalda todos los derechos de los ciudadanos para obtener el “Buen vivir” y su convivencia armónica con la naturaleza, según Art. 14 el derecho a vivir en ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y sustentabilidad.

Metodología de la investigación

Preguntas de la investigación

General

¿Cuál es el beneficio económico ambiental del servicio hidrológico agua en la Reserva Ecológica Antisana para el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur?

Específicas

1. ¿Cuáles son los aspectos normativos, ambientales y socio económicos de la Reserva Ecológica Antisana?
2. ¿Cómo se compone el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y cuáles factores ambientales ponen en riesgo la Reserva Ecológica Antisana?
3. ¿Cuáles son los principales costos vinculados con los escenarios ambientales futuros en la Reserva Ecológica Antisana y la incidencia que estos tendrán en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur?
4. ¿Qué estrategias se pueden proponer para conservar los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana, a fin de garantizar el funcionamiento del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur?

Objetivos

General

Determinar el beneficio económico ambiental del servicio hidrológico agua en la Reserva Ecológica Antisana para el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.

Específicos

1. Identificar los aspectos normativos, ambientales y socio económicos de la Reserva Ecológica Antisana.
2. Detallar los factores ambientales que el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur compromete en la Reserva Ecológica Antisana.
3. Determinar los principales costos vinculados con los escenarios ambientales futuros en la Reserva Ecológica Antisana y la incidencia que estos tendrán en el Sistema de Agua Potable la Mica Quito-Sur.
4. Proponer estrategias para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana, a fin de garantizar el funcionamiento del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.

Tipo de investigación

Esta investigación es de carácter cuantitativa, ya que utilizará el método de valoración ambiental de costos evitados. Además, toma un enfoque descriptivo en el cual se podrá apreciar la descripción de las características biofísicas de la Reserva Ecológica Antisana, en donde se observará el estado actual de la misma con sus beneficios y funciones. Como conclusión se explicará la importancia del correcto manejo y conservación de este ecosistema páramo.

Fuentes de información

La fuente para la información, es la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, el equipo científico de la Reserva Ecológica Antisana de Quito. Se empleará, la base de datos del Fondo para la protección del Agua, información del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en conjunto con su programa (PASNAP) e información necesaria del Ministerio del Ambiente.

Técnica de investigación

La técnica de investigación utilizada es el método deductivo, se establecen los principios de la economía ambiental para recrear un modelo de costos evitados. Con el apoyo del equipo científico de la Reserva Ecológica Antisana de Quito se identifica un plan viable de forma sostenible e intergeneracional el cual pueda prevenir problemas en la zona de estudio, el plan de mantenimiento y protección ambiental se puede comparar con el costo de remediación y el cálculo de proyectos futuros de la EPMAPS. En base a lo planteado se puede emplear estrategias para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana.

Variables e indicadores

Las fuentes, variables e indicadores a considerar en el trabajo de investigación serán las siguientes:

Tabla 1: Variables e indicadores

Fuente	Variable	Indicador
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)	Perpetuidad de la Reserva Ecológica Antisana.	Tiempo de vida/Productividad. Conocimiento de la vida útil de la reserva con el nivel de productividad estimado.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Vida útil del Sistema la Mica-Quito Sur	Tiempo de vida útil del proyecto hidrológico y su infraestructura tecnológica.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Costo de dotación	Costo de dotación, se deberá conocer cuánto es el porcentaje para la reactivación natural.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Costos operativos del servicio en la Mica-Quito Sur	Todos los rubros de operación en el servicio de abastecimiento de agua.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Costos de proyectos para ampliar la red hídrica de Quito.	Proyectos y costos que repercuten a la red hídrica de la ciudad y su infraestructura.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Metas cumplidas	Indicador de metas y objetivos cumplidos por la EPMAPS.
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS)	Nivel de caudales, precipitación, temperatura y factores físicos y biológicos en la REA.	Conocer los indicadores ambientales de la zona de estudio.
Fondo para la protección del Agua (FONAG)	Metas cumplidas	Indicador de metas y objetivos cumplidos para la protección del Agua en la reserva.
Fondo para la protección del Agua (FONAG)	Proyecto de prevención	Proyectos de la FONAG, para mantener el servicio.
Fondo para la protección del Agua (FONAG)	Costos administrativos del equipo científico de la Reserva Ecológica Antisana de Quito	Costos de mantenimiento, personal y administrativo del Área Científica en la REA.
Fondo para la protección del Agua (FONAG)	Costos de remediación ambiental	El monto de remediación por los daños causados a la Reserva Ecológica Antisana.
Fondo para la protección del Agua (FONAG)	Costos de remediación al servicio hidrológico agua	Costo para crear un proyecto que resuelva el problema en el tema de servicios hidrológicos de la zona.
Ministerio del Ambiente, Sistema nacional de Áreas Protegidas.	Metas cumplidas en la Reserva Ecológica Antisana, como área protegida.	Conocimiento del cumplimiento de los proyectos destinados por el MAE y el SNAP para ayudar a la Reserva Ecológica Antisana.
Ministerio del Ambiente, Sistema nacional de Áreas Protegidas.	Presupuesto otorgado para Áreas Protegidas en especial hacia la Reserva Ecológica Antisana.	Presupuesto para los proyectos de remediación y prevención ambiental por parte del MAE al SNAP.
Organización Mundial de la Salud	Parámetros de la calidad del agua	Indicador de la calidad del agua que proviene de la Reserva Ecológica Antisana que posteriormente se consume.

Procedimiento metodológico

Se empezará realizando un estudio de las circunstancias ambientales y socio económicas en la Reserva Ecológica Antisana, para establecer una línea base de la evaluación. Luego se hará una recopilación de datos en la cual incluirá un plan de prevención y mantenimiento ambiental de forma sostenible e intergeneracional y reponer los daños generados al recurso natural, con el fin de conservar el servicio (Azqueta, 2007).

Adicionalmente se comparará con el costo que la ciudad incurriría al dejar de usar a la Reserva Ecológica Antisana como proveedor de agua potable, toda la ingeniería que se instalará en la parte sur de Quito para la obtención del servicio de agua potable, mediante la creación de un reservorio y la ampliación hídrica de nuevos proyectos de la EPMAAPS que abastezca a la población. Este procedimiento debe terminar obteniendo la tabla de cuantificación de los costos evitados, este método supone los costos de evitar ciertos daños sobre el medio ambiente o los servicios que éstos proveen, constituyen estimaciones útiles de su valor (Azqueta, 2007). De esta forma se podrá otorgar el valor del servicio agua en la Reserva Ecológica Antisana. Como último paso se estudiará la normativa del COTAD, FONAG y de la EPMPAPS para generar estrategias de conservación de la Reservas Ecológica Antisana que es utilizada como proveedora de servicios hidrológicos.

Cabe mencionar la posible interpretación errónea del método, en ocasiones se ha visto utilizado como estimador del valor ambiental el coste de reemplazo o sustitución del bien o servicio ambiental por otro similar, es evidente que presenta problemas al usarse ya que al momento de realizar un análisis costo beneficio del mismo. El costo de sustitución es igual al de la inversión y el beneficio es exactamente el mismo, este método de remplazo o sustitución es factible siempre y cuando no se pueda utilizar otro tipo de método indirecto de valoración (Linares y Romero, 2002).

Marco Teórico

Economía ambiental y la preocupación en el mundo por el desarrollo sustentable

La Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente, su inicio parte de la rama de la Economía Aplicada en 1960-1970, sin embargo, el origen de sus fundamentos se ha demostrado que surge de los siglos XVII y XVIII. Su objetivo es aplicar los conceptos y principios económicos en la gestión de recursos naturales y problemas ambientales (Kula, 1998). Por lo que utiliza de apoyo a la microeconomía, macroeconomía y relaciones estadísticas o modelos econométricos, para analizar la interacción entre la economía y el medio ambiente, valorando los recursos como suelo, aire o agua, que han sido explotados por el ser humano, a pesar de que estos ofrecen bienestar social (Labandiera, 2007).

El pensamiento económico evoluciono de la mano de los recursos naturales, desde la etapa mercantilista en donde su obsesión fue la acumulación de oro y plata, los recursos naturales han ido de la mano de la economía moderna (Von Hornick, 1684). Los fisiócratas como Quesnay y Turgot (1758) fue la primera escuela de pensamiento en la cual se fijó el valor de la tierra al bienestar y desarrollo siendo la primera base metodológica para la valoración ambiental. Además, de probar que los excedentes económicos parten de la agricultura, dando al suelo la capacidad única de crear riqueza para esta escuela económica. La evolución de estas ideas conforma la creación de Smith (1776), su libro *La Riqueza de las Naciones* dando el origen al pensamiento clásico la cual estimula el interés individual, la racionalización del trabajo y la expansión del mercado dejando a libertad el actuar de los agentes “laissez faire, laissez passer” dejar hacer dejar pasar.

Estas ideas liberales que dejaron de lado la intervención del Estado, también expone a los problemas ambientales que hoy en día se muestran Coase (1960), fue el primero en exponer los límites de los recursos naturales y de la tierra para satisfacer las necesidades humanas. Los problemas como la sobrepoblación, el rápido crecimiento de las urbes, los problemas ambientales y la pobreza no fue considerada por Smith según Kula (1998), concluyendo que todo radica en la búsqueda prioritaria del interés individual sobre el colectivo en la doctrina “laissez faire, laissez passer”, la cual nos llevaría a una catástrofe ambiental. El modelo darwiniano también menciona la posibilidad del agotamiento de los recursos, para Edel (1973) tomando las ideas de Malthus se deberá crear un sistema en el cual priorice la interacción de la población humana, la economía y el medio ambiente.

Malthus (1798) consideraba que existen fuerzas que hacen que la población reduzca como el hambre, la guerra o las epidemias, entre otras. Esto con el fin de reactivar el medio ambiente y conseguir un equilibrio. Lo que Malthus no consideraba es: el cambio tecnológico, el aumento de la producción para satisfacer el alimento, los subsidios a los pobres y la mejora en infraestructura (Huxley, 1959). Los aumentos eficientes de la producción adoptando técnicas con mayor

tecnología y menos costosas podrían evitar el pronunciamiento de los rendimientos decrecientes en la agricultura, planteada por Ricardo que mencionaba que las tierras menos fértiles tendrán un proceso de recuperación, sin embargo, Carey (1858) menciona que estas técnicas lograran explotar el suelo sin necesidad de la espera necesaria para su repotenciación. Además, Carey explica que esta tecnificación explotará al planeta ya que los sectores mineros y forestales utilizarán estas nuevas técnicas para aumentar su productividad.

Por todos estos problemas surge la necesidad de plantear del lado metodológico mejores vías para el cuidado ambiental (Labandiera, 2007). El primer modelo forestal creado por Faustmann (1849) para coordinar el punto óptimo de corte, basado en la evaluación de los ingresos esperados por la madera, la renta de la tierra y el tipo de interés del cual será utilizada la materia prima, planteó la rotación múltiple para después lograr equilibrios en otros aspectos económicos (Samuelson, 1976). Los primeros economistas en preocuparse por la conservación de la biodiversidad y la imposibilidad fue Mill (1848) sus ideas formaron parte de los modelos económicos más comunes, atribuyéndole los supuestos que posteriormente (Fisher, 1981) los ajustaría. El costo de extracción es mayor a medida que el recurso natural se reduce, los costos de extracción se reducen a medida que existen cambios tecnológicos, el valor de la tierra no debe ser considerado únicamente por lo que produce también por su belleza y sus servicios. Son supuestos que marcaron a la economía ambiental que aún se mantienen.

Las ideas de Marx (1867) en su libro *El Capital*, sienta de igual forma las bases de la economía ambiental por su visión en calidad de estos como un servicio en favor a la humanidad. Otras obras importantes como la de Pigou (1920) mencionando a las externalidades, visto del punto ambiental. Todo esto repercutió para la creación de la economía ambiental y la creación de sus conceptos utilizados (Kapp, 1950).

La economía ambiental justifica el uso del medio ambiente como precursor para la creación de riqueza, encuentra solución a problemas relevantes de la sociedad relacionados al uso de recursos naturales bajo el principio intergeneracional. (Wierenga, 2006). La economía ambiental toma participación en el ámbito político con el tratado de Río de Janeiro (1992), originando la Agenda 21 y con ella fundamento para la creación de políticas de responsabilidad, preservación y el principio de quien contamina paga. Fue una recopilación de 21 capítulos con recomendaciones para los conflictos ambientales, cuyos avances fueron evaluados en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS) de las Naciones Unidas en Johannesburgo.

No obstante, no se cuentan con los recursos con la misma tasa de crecimiento la cual tiene limitaciones. Adicionalmente, el modelo ocasiona desigualdad, puesto que las economías menos favorecidas no han alcanzado una convergencia (Meadows, 1972). Para cuantificar los problemas ambientales y cumplir con la política operacional del Banco Mundial sobre el Medio Ambiente mencionada en EA (OP 4.01) donde establece que la evaluación ambiental es cuantificar todos los costos y beneficios ambientales, otorgando un valor económico justo.

Un concepto que se ha ido perfeccionando con el tiempo es el de desarrollo sustentable, este se ha convertido en un objetivo de la mayor parte de las políticas ambientales nacionales e internacionales. Para la agenda 21 realizada en Rio de Janeiro (1992) menciona que debe existir asociación global, ya que es un objetivo que les corresponde a todos los Estados. Se debe construir una economía más eficiente y equitativa, mencionando la equidad intergeneracional e intrageneracional como principio. Ambos principios nos mencionan la satisfacción de la generación actual sin importar la localización geográfica, ello requiere solución a los problemas de pobreza en los países en vías de desarrollo. El siguiente principio establece un concepto dinámico del desarrollo y es por ello que el legado de los recursos para la siguiente generación debe ser al menos igual disponible que la generación actual (Pearce et al, 1989).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) realizada en 1993, establece la necesidad de indicadores para definir el concepto de sustentabilidad, esto con el fin de crear bases sólidas en la toma de decisiones en todos los niveles y para contribuir a una sostenibilidad autorregulada de sistemas ambientales y de desarrollo integrado. Las características que deben tener dichos indicadores son objetivos económicos, ambientales y sociales, además se debe incorporar indicadores a nivel global, regional, nacional e incluso local.

Bienes públicos y privados

Los bienes públicos tienen las siguientes propiedades:

- **No exclusión**, si un bien es ofrecido a una persona cualquiera, se ofrecerá a todas las demás.
- **No rivalidad en el consumo**, si una persona consume el bien público en cuestión, no impide por ello que otra persona lo consuma.

Los bienes privados tienen las mismas características, pero de forma opuesta. Si un bien cumple con las dos características de no rivalidad en el consumo y de no exclusión, se lo denominará también bien público puro. En estas condiciones, los incentivos que una persona pudiera tener para pagar por garantizarse el acceso al mismo, son escasos: la persona conoce que, si ella paga, todos los demás se van a beneficiar igualmente, y también reconoce que, si otro lo hace, nadie podrá impedirle su disfrute. Por esta razón los bienes públicos no pueden racionarse, como los privados, a través de precios, y tienen que proporcionarse libremente. Que sean públicos no quiere decir que sean gratuitos, no pueden cobrarse directamente por su consumo, pero como tienen un costo de producción igualmente al de cualquier bien privado, tendrán que pagarse indirectamente, a través de impuestos o de cualquier otra vía (Azqueta, 2007).

Con respecto al Ecuador, el agua cruda de la Reserva Ecológica Antisana, es un bien público y su titular es el Estado, según la Constitución art 264 y 314, el agua es un sector estratégico y la provisión de los servicios públicos de agua potable, riego y saneamiento es responsabilidad del mismo Estado, los gobiernos municipales tendrán la competencia en sus territorios de brindar el servicio, bajo un préstamo del bien natural ya que su propiedad sigue siendo del Estado en conjunto. En base a términos teóricos la no rivalidad del agua cruda en el Ecuador y en la REA

cumple, siempre y cuando consideremos la totalidad de fuentes de aprovisionamiento de agua cruda de la ciudad, que en conjunto deben satisfacer la demanda actual, ya que el consumo de una persona no debe impedir el consumo de otra. En cuanto al término de no exclusión, tiene dos interpretaciones, el aprovechamiento de los habitantes al disfrutar del bien en estado natural no tienen prohibición, sin embargo, si existe exclusión al fijar tasas económicas por parte de municipios para brindar el servicio de agua potable y saneamiento (EPMAPS, 2018).

Falla de mercado en los bienes públicos ambientales y la tragedia de los bienes comunes

La provisión eficiente del bien público ambiental requiere que todos los consumidores estén dispuestos a pagar una cantidad superior a su participación en el coste. En el caso continuo, la suma de las valoraciones marginales ha de ser igual al coste marginal. Si esto no se cumple, habría que modificar la cantidad del bien ambiental. Pero conociendo estas condiciones de eficiencia, la cuestión es si el mecanismo del libre juego del mercado sería capaz de proporcionar una cantidad eficiente. La respuesta es que existen serias dudas para que el mercado funcione en este caso (Labandera, 2007).

Las dos razones fundamentales por las cuales aparecen dichos problemas se deben directamente a sus características de bienes públicos, ya mencionados, si no es posible excluir a los agentes de los beneficios del bien ambiental, las empresas privadas tendrían dificultades para obtener ingresos de los consumidores para financiar su actividad, pues habría consumidores sin que la empresa lo supiese y, por tanto, podrían librarse de pagar el precio que la empresa coloque. Por ello, los precios cargados por la empresa no serían una medida adecuada de los beneficios marginales del bien, y se producirá una provisión inferior a la eficiente. La segunda razón, se deriva de la característica de no rivalidad, cuando hablamos de un bien privado, el equilibrio competitivo produce resultados óptimos, basándonos en el supuesto de muchos compradores y muchos vendedores, la competencia entre los productores asegurará que todos los consumidores se enfrenten al mismo precio, el cual es igual al coste marginal de cada empresa. Los consumidores competirían por la cantidad ofrecida y, dado que el coste de oportunidad de una unidad vendida a un consumidor es esta misma unidad vendida a otro consumidor, ningún consumidor recibiría un precio inferior al de mercado. Para un bien público ambiental es totalmente diferente y es aquí el problema, la no rivalidad implica que el coste de oportunidad de una unidad vendida a un consumidor adicional es cero. Esto significa que los consumidores no compiten entre ellos, o sea, el mercado no es competitivo a pesar de que exista un gran número de compradores y vendedores. Dado que el consumidor percibe que el coste marginal de su consumo particular es cero, éste ofrecerá al productor un pago bajo por el derecho al consumo. Si todos los consumidores se comportan de esta manera, entonces la cantidad pagada será insuficiente para cubrir los costes de producción, y el nivel de provisión sería ineficiente (Labandera, 2007).

Con respecto al Ecuador, los servicios hidrológicos en estado natural son un bien público y su propiedad le corresponde al Estado (EPMAPS, 2018). Sin embargo, al observar la relación de la teoría con la práctica podemos interpretar posibles fallos de mercado, en términos de no rivalidad,

el artículo 138 de la Constitución de la República, en concordancia con el artículo 64 de la Ley Orgánica de la Función Legislativa, le solicito proceder a la publicación del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, en donde se establece el principio de equidad intergeneracional, respondiendo a la igualdad de oportunidades y accesos a los servicios públicos. Tomando el ejemplo del agua al ser un recurso natural renovable pero finito en cantidad y calidad puede disminuir con el paso del tiempo, por lo que el consumo de una persona hoy repercute e incluso puede llegar a limitar a otra persona en el futuro. En base al término de no exclusión puede caer en fallas de mercado por su interpretación, ya que existe exclusión al restringir el servicio de agua potable por tasas municipales de las mismas empresas que dotan el servicio. Además, en el caso de la EPMAPS, siguiendo la normativa del COTAD, los precios y tarifas de estos servicios se establecen bajo un sistema de diferenciación de precio dependiendo de la zona del consumo o por características del consumidor, entre otras, con lo que a pesar de que el servicio es ofrecido para todos, existe un porcentaje que tiene beneficios al recibir el servicio. Se puede concluir que el servicio de agua potable y saneamiento no cumple a cabalidad las características de bien público puro, por lo que se podría catalogar como un bien público impuro, mencionando que cumple los postulados de forma parcial (Barrientes, 2020).

La problematización de estos bienes sucede al existir una externalidad ya que puede romper con las propiedades de los bienes públicos puros, para esto Coase en su teorema (1991) nos menciona que, en ausencia de costes de transacción, el problema causado por la externalidad podría resolverse asignando en favor de una de las partes el derecho de la propiedad, esto ayudaría a definir que se puede y no se puede hacer en ese medio. Coase establece que, desde la perspectiva económica, resultaría irrelevante en favor de quien se definen los derechos de propiedad sobre el medio. Una vez definido este derecho a favor de una de las partes, la negociación entre ambos llevaría siempre al mismo punto, a la misma asignación de recursos, que además resultaría ser un Óptimo de Pareto, ya que, si los derechos de propiedad están bien definidos, los costos de transacción son nulos y el mercado se vuelve competitivo (Coase, 1991).

El modelo llamado la tragedia de los comunes gracias al artículo de Garret Hardin (1968) en el cual explica mediante un ejemplo que cada persona se encuentra atrapada en un sistema que le impone a consumir recursos limitados sin restricciones. Por otro lado, las investigaciones sobre los comunes, mencionan que la propiedad de todos es la propiedad de nadie ya que nadie valora la riqueza que es gratuita para todos (Gordón, 1954).

Según Ophuls (1973) en la tragedia de los comunes, no es posible resolver los problemas ambientales por cooperación. Hardin (1978) nos menciona que, los lineamientos que se tomaron no fueron los correctos y que la única forma de corregir el dilema de los comunes es entrar en un sistema empresarial privado o el socialismo. En esta época aparecieron argumentos a favor de Hardin y en contra, tomando como ejemplo a Heibroner (1974) señala que, si el gobierno es de hierro, quizás los militares podrían resolver el problema de los comunes con bases fuertes, por otro lado, Ehrenfeld (1972) sugiere que no se puede esperar que los intereses privados protejan la propiedad común, entonces se requiere la regulación externa a través de entidades públicas. Por último mencionar a Carruthers y Stoner (1981) argumentó que la falta de control público daría

como resultado problemas ambientales como la erosión del suelo de los pastizales comunales o menos pesca a un costo promedio más alto.

Es por esto que Hardin (1978) utilizando estas ideas, propone un control centralizado, este a su vez será una entidad gubernamental externa que decida las estrategias del uso del bien o servicio ambiental considerando la mejor para la situación, decidiendo quienes lo pueden ocupar, cuando lo podrán ocupar y bajo que normas lo ocuparan. Para Ostrom (1990), el sistema de control centralizado planteado por Hardin tiene problemas, el control se basa en supuestos concernientes a la exactitud de la información, la verificación de las capacidades, la credibilidad de las sanciones y los nulos costos de administración. Estos supuestos pueden llegar a fallar cuando la entidad central no tiene una información valida y confiable o puede establecer el sistema multas demasiado altas o bajas, las implicaciones de una información incompleta hacen que el sistema pierda validez o incluso pueda llegar a un sesgo.

Otros analistas políticos, influenciados por el mismo modelo de Hardin, establecen a la privatización como la única vía (Demsetz, 1967. Johnson, 1972). Con todas las ideas planteadas del análisis económico de los recursos de uso común como el tratamiento de Hardin de la tragedia de los comunes condujo a Smith (1981) a sugerir, la única vía para evitar la tragedia de los comunes en los recursos naturales y la vida silvestre es proponiendo fin al sistema de propiedad común y crear uno de derechos de propiedad privada. Además, Smith menciona que cuando tratamos un recurso como propiedad común quedamos atrapados en su destrucción inexorable (Smith, 1981).

Ostrom (1990) establece que ambos se contradicen, un grupo supone que una autoridad central debe asumir una responsabilidad continua para tomar decisiones unitarias sobre el recurso en específico. El otro grupo supone que la autoridad central debe parcelar los derechos de propiedad sobre el recurso y permitir que los individuos persigan sus propios intereses dentro de un conjunto de bienes de propiedad bien definidos. Para Ostrom, las posiciones contradictorias de una y otra no pueden ser ambas correctas, ya que son argumentos demasiado generales. Ostrom establece que, en lugar de haber una solución única para un solo problema, pueden existir muchas soluciones que puedan enfrentar los distintos problemas.

En lugar de suponer que los individuos que comparten un bien común se encuentran atrapados en una tragedia, menciona que cada individuo tiene la capacidad de evadir esta tragedia utilizando varios tipos de soluciones para diferentes situaciones. La solución que plantea Ostrom (1990) es en la cual los agentes mismos puedan establecer un contrato vinculante para comprometerse con una estrategia de cooperación que ellos mismo la realizaron. Para esto Ostrom menciona ocho principios del manejo y la gestión de los bienes comunes, los cuales se resumen en definir un sistema de: límites, reglas, sanciones y resolución de disputa, para que ninguna de las partes se encuentre desfavorecida.

Bienes y servicios ambientales

Los seres humanos gozamos de una serie de bienes y servicios ambientales los cuales nos permiten satisfacer nuestras necesidades, estos se pueden agrupar en cuatro funciones que la biosfera cumple. El primero, la biosfera cumple con la función de ser para la especie humana dotándolo de sustento para su vida y su diversidad. Segundo, los recursos de la biosfera forman parte de la función de producción de innumerables bienes y servicios. Tercero, tiene la capacidad de ser un sumidero para muchos de los residuos que las diferentes actividades económicas la provocan. Cuarto, cumplen con la función de formar parte en la cadena de producción siendo esta un insumo productivo (Azqueta, 2007).

La organización Millennium Ecosystem Assessment (2003) clasificó a los bienes y servicios que proporciona la biosfera, en tres divisiones: Servicios de provisión, los cuales son obtenidos directamente del ecosistema. Servicios de regulación, son servicios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas y los servicios culturales, que su beneficio es inmaterial.

Servicio hidrológico y el agua

Los servicios hidrológicos dotan de varios beneficios como, la provisión de agua, la regulación de los flujos pluviales, la purificación del agua, la regulación de la erosión, entre otros. Todos estos servicios dependen del buen funcionamiento hidrológico de una cuenca, así como del uso y manejo del recurso hídrico, el suelo, la vegetación, los desechos, etc. (Smith et al. 2006). Por lo tanto, estos servicios no se proveen exclusivamente por la conservación de los polígonos arbolados de un territorio sino por la interacción de procesos naturales y sociales que resultan en el buen manejo de las cuencas (Shilling, J., y Osha, J. 2002).

El servicio de Agua Dulce el cual se encuentra en los servicios de provisión son tratados por el gobierno como el suministro de agua potable ya que es un requisito fundamental para el uso humano, es considerado un bien de primera necesidad visto de forma económica en relación a su elasticidad renta de la demanda y biológica como unidad básica para la vida (Lasheras, 1999). Las enfermedades relacionadas a un deficiente servicio de potabilización y saneamiento del agua cubren aproximadamente entre tres y cuatro millones de muertes al año (OMS, 1996). Siendo un bien necesario para la vida humana El Programa de Monitoreo de las Naciones Unidas establece que es necesario “la disponibilidad de al menos 20 litros diarios por persona al día, con una fuente de abastecimiento a un kilómetro de la vivienda” (UNICEF, 2000). Es necesario para el desarrollo del país que los habitantes puedan gozar de un mínimo de 20 litros de agua diarios, cumpliendo con las normas adecuadas y siguiendo al programa de las Naciones Unidas (Carter et al, 1997).

El agua es un recurso natural renovable, finito en cantidad y calidad para cada lugar y tiempo específico (Barberán et al, 2008). Por esta razón el costo de oportunidad, visto de lado del beneficio social al no utilizar el recurso de la mejor forma posible atenta a una demanda

insatisfecha y a una mala gestión del mismo. Para entender este concepto en la práctica se debe conocer no solo el beneficio, también los costos, incluyendo el coste ambiental, todo esto con el objetivo de estimar el beneficio neto (Boland y Whittington, 2000) y (Renzetti, 2001). Es por ello que el servicio de abastecimiento, potabilización y saneamiento de agua es un monopolio natural, la tecnología y los costos son más altos si dos o más empresas entraran al mercado a competir contra una sola (Lasheras, 1999). Al ser un servicio vital para la vida humana, se establece por lo general en un servicio público, con el fin de maximizar el bienestar social (Pigou, 1920) y (Hotelling, 1938). El agua de la Reserva Ecológica Antisana, en un cierto porcentaje representa agua subterránea especialmente en Jatunhuayco parte del Sistema de Agua Potable la Mica Quito-Sur, esta es extraída de la capa acuífera creando poros y surcos en el suelo, esto puede ocasionar un colapso a futuro, según FONAG (2017) citado por UNESCO, el agua subterránea es un recurso no renovable y sus políticas deberán ser estrictas para su conservación.

- **Recursos renovables**

Al ser un recurso renovable, su explotación podrá hacerse de forma sustentable, esta posibilidad tiene dos dificultades, al introducir el problema de las externalidades y los recursos comunes (ley de captura), la imposibilidad de apropiarse de todas las rentas económicas generadas por el recurso, cuando éste es apropiable y el libre acceso cuando no lo es. También cae en cuenta que los países subdesarrollados que explotan dichos recursos obtienen divisas al corto plazo, pero por otro lado ambientalmente hablando genera repercusiones nocivas y ecológicamente insostenibles. Por tanto, a pesar de que la explotación posea rentabilidad financiera, el valor total del recurso queda definitivamente subestimado (Azqueta, 2007).

- **Recursos no renovables**

Los recursos no renovables, por definición, no son susceptibles de una explotación sostenible. En este caso, de lo que se trata es de intentar repartirlos bien entre todos, un problema de equidad intergeneracional. Es por esto que se debe utilizar la regla de Hotelling (1931) vista en su artículo *The Economics of Exhaustible Resources*. La cual establece una relación entre el ritmo de explotación del recurso con su precio y su tipo de interés. Esta regla nos ayuda a plantear de mejor manera los recursos no renovables ya que tienen un coste de oportunidad que ha de añadirse al coste de su extracción, a la hora de decidir la velocidad a la que han de ser explotados (Gómez, 1994).

Como es un recurso no renovable, se debe calcular el coste de oportunidad, para conocer los beneficios netos de la explotación de este recurso. Además, de esta forma se estimaría si el recurso deberá ser explotado en el presente o tratar de explotarlo en el futuro, ya que se debe contemplar los beneficios futuros del mismo (Amsberg, 1993). En otras palabras, se debe resolver un problema que se podría resumir, en la necesidad de calcular el valor de la tasa social de interés con la que se descontaría el flujo neto de rendimientos que proporciona la explotación de los recursos no renovables y que se aspira a maximizar (Azqueta, 2007).

Métodos de valoración y costos evitados

A través de los métodos de valoración económica se puede obtener una cuantificación del excedente del consumidor derivado de variaciones en la calidad de los bienes ambientales, cuyo valor se puede contraponer al coste marginal, para determinar el nivel socialmente óptimo de la calidad ambiental. Por tanto, la dificultad derivada de la ausencia de mercado para los bienes ambientales, ha podido ser superada a través del desarrollo de métodos específicos para este tipo de bienes (Labandera, 2007).

Estos métodos se pueden separar en tres grandes grupos. Por un lado, tenemos los métodos directos de mercado, que se basan en la utilización de precios y cantidades observadas en los mercados, y que estiman los impactos ambientales a través de los impactos físicos en estas magnitudes. En segundo lugar, están los métodos indirectos de mercado, que también utilizan precios de mercado, pero de forma indirecta, o sea, a través de un bien de mercado que esté relacionado con el bien ambiental que se quiere estudiar. Los métodos más importantes en este grupo son los métodos del coste del desplazamiento y de los precios hedónicos. En tercer lugar, tenemos los métodos directos de no mercado, que se basan en la construcción de mercados específicos para los bienes ambientales o políticas relacionadas con los mismos (Labandera, 2007).

Mencionando más detalladamente los más importantes destacamos el método de aproximación directa de mercado que es un conjunto de métodos con su característica principal de utilizar los gastos, costes actuales y potenciales relacionados con los impactos de los proyectos. Entre estos métodos se encuentran, el cambio de productividad, consiste en observar, en otras actividades económicas, posibles variaciones de producción como consecuencia de los efectos externos del proyecto.

El método del coste de recuperación, se estiman los costes monetarios que serían necesarios para restablecer el activo natural deteriorado, y se comparan con los costes de evitar el deterioro. El método de los costes de oportunidad se basa en estimar lo que se tiene que sacrificar por no realizar el proyecto invirtiendo en la mejor alternativa (Labandera, 2007). El método de costos evitados e inducidos se distingue de varios métodos de valoración, este método no provee medidas precisas de los valores económicos de los servicios ambientales, a diferencia de otros métodos que se basan en la disposición a pagar de las personas por los bienes o servicios en cuestión. Por el contrario, este método supone que los costos de evitar ciertos daños sobre el medio ambiente constituyen estimaciones útiles de su valor. Este supuesto descansa en el hecho de que, si las personas están dispuestas a incurrir en este tipo de costos para evitar los perjuicios causados por la pérdida de algún servicio ambiental o para reemplazar ciertos servicios del ecosistema, entonces, estos servicios deben valer, por lo menos, el monto que la gente paga para ello (Ecosystem Valuation, 2006).

En el apartado de los métodos indirectos tenemos, el método del coste del desplazamiento está basado en la idea de que el número de visitas realizadas por un individuo a un espacio natural depende de la distancia a que se encuentre. La hipótesis es que, a mayor distancia, menos visitas realizará el individuo en un periodo determinado, debido a que se incurriría en unos mayores costes de desplazamiento (Hotelling, 1947). También tenemos el método de los precios hedónicos, trata de establecer un precio de mercado a los beneficios ambientales, este precio será una variable que refleja las características incorporadas en los bienes, y de ahí su calificación de hedónico, pues son las propias características que dan placer a los individuos las que explican el precio de mercado, este modelo está compuesto por las ideas de Becker (1965) y Lancaster (1966).

En la siguiente clasificación, los métodos de no mercado o también llamado de preferencias declaradas, consisten en la construcción de un mercado específico para los bienes ambientales. Esto se hace a través de un cuestionario específicamente diseñado y distribuido aleatoriamente en la población objetivo. Este cuestionario debe reflejar las preferencias a través de las respuestas del consumidor (Labandería, 2007).

Política ambiental

La política pública de carácter ambiental, tiene una abundancia y variabilidad de instrumentos, sus factores de efectividad, eficiencia, viabilidad e incidencia de los mismos, nos permiten valorar la política y el instrumento. Todo esto con el fin de encontrar las mejores estrategias seguidas de su ejecución y aplicación para corregir los problemas ambientales (Labandería, 2007).

Los instrumentos se definen como aquellos que producen modificaciones en el comportamiento ambiental de los agentes mediante el simple juego de los incentivos económicos, descentralizando las decisiones de emitir a los contaminadores. Los principales instrumentos son: los impuestos ambientales, son un elemento obligatorio por parte de un agente (individuo o empresa) relacionado con la descarga de sustancias contaminantes al medio ambiente, cuyo objetivo es limitar el deterioro del medio natural. Creación de un mercado de derechos de emisión, este es otro instrumento se enfrenta directamente a la ausencia de mercados de un input o un output socialmente costoso, las emisiones (origen de la externalidad), a través de la definición de derechos de propiedad intercambiables sobre éstas. De este modo se crea un mercado antes inexistente y, a partir del número (cantidad) de derechos intercambiables permitidos, se obtiene un precio por unidad de emisión y por último podemos resaltar a las subvenciones, este se basa en un pago por parte del sector público a los causantes del daño ambiental para que reduzcan sus efectos perniciosos. Hay fundamentalmente dos tipos de subvenciones ambientales, aquéllas que cubren parte de los costes de inversión de las instalaciones de descontaminación, y los subsidios por unidad de emisión reducida (Labandería, 2007).

Otras alternativas de política ambiental, que se encuentran con un carácter más social y de concientización de los individuos son: la responsabilidad, este instrumento o aproximación está muy vinculado a las ya mencionadas alternativas regulatorias convencionales, donde el incumplimiento de las normas ambientales llevaba aparejado el pago de una sanción o

penalización, e incluso el uso de instrumentos económicos en los que se cumplía el principio de quien contamina paga. Además, de este se puede mencionar también los instrumentos voluntarios, pretende fomentar la autorregulación de los sectores implicados a través de procesos cooperativos y menos costosos para la sociedad gracias quizás a una mayor efectividad, flexibilidad y a menores costes de cumplimiento, ya sean éstas directamente promovidas por el sector público o por los agentes causantes del deterioro ambiental (Labanderia, 2007).

En política pública se debe entender los distintos niveles administrativos, desde el gobierno mundial hasta la versión micro de una administración local, esto será importante para entender quienes están a cargo de diseñar y ejecutar las correcciones para solucionar los diversos problemas ambientales ya que el alcance geográfico de la misma estará fijado y es importante definir todas estas pautas, para entender a quien compete la decisión de hacer cumplir o no las regulaciones ambientales. Además, de definir las medidas en que se aleje del cumplimiento, ya sean leves o graves. Todos estos procedimientos conducen a estrategias para mejorar la aplicación exitosa de políticas ambientales (Labanderia, 2007).

Gestión de los servicios ambientales

Los servicios ambientales objeto de análisis exhiben originalmente las propiedades de los bienes públicos, no exclusión y no rivalidad (matizadas quizá por la presencia en congestión), pero la intervención administrativa podría limitar el acceso a su uso y disfrute, no extractivo, y cobrar un precio por el mismo (Azqueta, 2007). Para la creación de bienes y servicios ambientales se debe comprometer los agentes, tanto productores y consumidores a tener un comercio justo (Flair Trade Lobelling Organization), su objetivo es no sólo garantizar un determinado nivel de precios para el productor, sino, en esencia, trascender las relaciones de mercado, impersonales, y establecer un vínculo entre productor y consumidor, de tal forma que el precio sea resultado de este vínculo personal, y no de la actuación de las fuerzas de la oferta y la demanda. Por ello es el consumidor el que no sólo pagará de entrada un precio superior al del mercado por el producto, sino que, además, correrá con los gastos de la certificación (Taylor, 2005). Entrando al tema de certificación ambiental, este es el segundo punto que cualquier empresa debe cumplir a la hora de proveer un bien o un servicio ambiental, este fue creado por la organización Forest Stewardship Council la cual creó la normativa (ISO 14.000) que en su inicio fue únicamente para el mercado forestal, tratando de que la madera extraída cumpla con las condiciones de sostenibilidad. Para posteriormente crear diez principios globales, en los cuales menciona aspectos de desarrollo social y local. Además, cumple con señalar, en cualquier caso, que la certificación del FSO va algo más allá de las dos medidas convencionalmente utilizadas para destacar el comportamiento ambientalmente más favorable de un producto (eco etiqueta), o de un proceso productivo (ISO 14.000) (Taylor, 2005).

La estrategia de la internalización de externalidades ambientales, la recomendación más extendida del análisis económico para el caso de las externalidades es la de proceder a su internalización, debería remunerarse en consecuencia al gestor de determinados recursos por las externalidades positivas que su gestión genera para los demás. De esta forma se lograría que se decantara, dentro

del vector de usos posibles del mismo, por aquel subconjunto de actividades que maximiza el bienestar social. Varios son los mecanismos que se han dirigido, precisamente, a tratar de internalizar estas externalidades ambientales en la esfera nacional e internacional (Azqueta, 2007).

El pago por servicios ambientales

Una de las estrategias del Banco Mundial para frenar la explotación de los recursos naturales, es el esquema de pago por servicios ambientales (PSA) (Ferraro. et al, 2005) ayudando a construir la institucionalización adecuada y financiando, en su caso, el funcionamiento de estos esquemas a través del Global Environmental Facility (GEF). Su funcionamiento es sencillo: mediante estos pagos, los agentes afectados positivamente por un determinado manejo ambiental (normalmente un determinado uso del suelo) remuneran a quienes lo llevan a cabo por hacerlo (en el entendido de que, de otra forma, no lo harían). En estudios se ha visto que al utilizar el método de pago por servicios ambientales logro ser un mecanismo de desarrollo limpio (Ferraro. et al, 2005).

Capítulo 1:

Aspectos normativos, ambientales y socio económicos significativos de la Reserva Ecológica Antisana

Los aspectos normativos, ambientales y socio económicos de la Reserva Ecológica Antisana, nos ayudan a visualizar una línea base de la situación actual en la zona. Adicionalmente, el capítulo muestra los diferentes puntos de vista en estos aspectos y demuestra la importancia del cuidado y protección de la zona. El Antisana es un majestuoso lugar conformado por bosques y páramos, con un imponente glaciar que forma la laguna de la Mica, el área tiene una extensión total de 120 000 hectáreas y su año de consolidación de área protegida fue en 1993 (REA, 2018).

1.1 Aspectos normativos

- **Constitución del Ecuador**

Acoplándonos al programa constitucional de leyes a favor del medio ambiente, según el Art. 4 de la Ley Orgánica de Aguas literal b establece que el agua, como fuente vital de vida es un recurso renovable, finito por lo que su conservación y protección mediante una gestión sostenible y sustentable es fundamental para garantizar el servicio y la calidad de la misma. Además, el agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos y está plasmado en la ley. La Constitución del Ecuador (2008) respalda todos los derechos de los ciudadanos para obtener el “Buen vivir” y su convivencia armónica con la naturaleza, según Art. 14 el derecho a vivir en ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y sustentabilidad. La preservación de la naturaleza es importante, mantiene vivas las opciones económicas futuras y esto tiene un peso de valoración de legado, es indispensable que las futuras generaciones gocen de los recursos para abrir las posibilidades de desarrollo futuro. (Bishop, 1978).

- **Normativa Código Orgánico del Ambiente (COA)**

Este constituye la normativa más importante en el país en factor ambiental, fue creado por el Ministerio del Ambiente (MAE) en el 2017 y contempla temas de cambio climático, áreas protegidas, vida silvestre, patrimonio forestal, calidad ambiental, gestión de residuos, incentivos ambientales, zona marino costera, manglares, acceso a recursos genéticos, bioseguridad, biocomercio, etc. El MAE es el ente encargado de dar cumplimiento a la normativa y de supervisar a todos los sectores de la sociedad, a fin de revisar y evaluar los diferentes parámetros en cuestión. Además, se compromete a dirigir charlas y talleres para dar a conocer las normas y llegar a un equilibrio entre los actores.

- **Normativa Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COTAD)**

El artículo 138 de la Constitución de la República, en concordancia con el artículo 64 de la Ley Orgánica de la Función Legislativa, le solicito proceder a la publicación del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (2010). Establece una nueva organización territorial del Estado, incorpora nuevas competencias a los gobiernos autónomos descentralizados y dispone que por ley se establezca el sistema nacional de competencias, los mecanismos de financiamiento y la institucionalidad responsable de administrar estos procesos a nivel nacional. Es necesario contar con un cuerpo legal codificado que integre la normativa de todos los gobiernos autónomos descentralizados, como mecanismo para evitar la dispersión jurídica y contribuir a brindar racionalidad y complementariedad al ordenamiento jurídico. La Constitución de la República otorga el carácter de ley orgánica, entre otras, a aquellas que regulen la organización, competencias, facultades y funcionamiento de los gobiernos autónomos descentralizados.

Equidad interterritorial, la organización territorial del Estado y la asignación de competencias y recursos garantizarán el desarrollo equilibrado de todos los territorios, la igualdad de oportunidades y el acceso a los servicios públicos. Sustentabilidad del desarrollo, los gobiernos autónomos descentralizados priorizarán las potencialidades, capacidades y vocaciones de sus circunscripciones territoriales para impulsar el desarrollo y mejorar el bienestar de la población, e impulsarán el desarrollo territorial centrado en sus habitantes, su identidad cultural y valores comunitarios. La aplicación de este principio conlleva asumir una visión integral, asegurando los aspectos sociales, económicos, ambientales, culturales e institucionales, armonizados con el territorio y aportarán al desarrollo justo y equitativo de todo el país. La protección y promoción de la diversidad cultural y el respeto a sus espacios de generación e intercambio; la recuperación, preservación y desarrollo de la memoria social y el patrimonio cultural.

- **Servicios públicos (COTAD)**

Los servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno al manejo del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas público comunidad. Cuando la fuente del recurso hídrico para la prestación del servicio público de agua potable, proviniera de otra circunscripción territorial cantonal o provincial, se establecerán con los gobiernos autónomos correspondientes convenios de mutuo acuerdo en los que se considere un retorno económico establecido técnicamente. Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas

normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

La provisión de los servicios públicos responderá a los principios de solidaridad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Los precios y tarifas de estos servicios serán equitativos, a través de tarifas diferenciadas a favor de los sectores con menores recursos económicos, para lo cual se establecerán mecanismos de regulación y control, en el marco de las normas nacionales.

De manera complementaria y sin perjuicio de lo anterior, los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales gestionarán, coordinarán y administrarán los servicios públicos que le sean delegados por los gobiernos autónomos descentralizados municipales. Vigilarán con participación ciudadana la ejecución de las obras de infraestructura y la calidad de los servicios públicos existentes en su jurisdicción.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales realizarán alianzas con los sistemas comunitarios y con las juntas administradoras de agua potable y alcantarillado existentes en las áreas rurales de su circunscripción para fortalecer la gestión del funcionamiento del servicio. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán delegar las competencias de la gestión del servicio de agua potable y alcantarillado a los gobiernos parroquiales rurales.

Todas las instancias responsables de la prestación de los servicios deberán establecer mecanismos de: control de calidad, procedimientos de defensa de los consumidores, sanciones por vulneración de derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

- **Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP)**

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) es un conjunto de áreas naturales en protección, esto por su alto valor ambiental sea a nivel terrestre, marítimo, costero, cultural o fuente hídrica. El SNAP tiene la obligación de garantizar la conservación y cuidado de estas áreas y brindar alternativas sustentables para su óptimo aprovechamiento. En los objetivos específicos de esta organización se encuentra la protección de las cuencas hidrográficas, humedales y otros recursos hídricos superficiales y subterráneos. La Reserva Ecológica Antisana se encuentra en el SNAP y en particular en el Programa de Apoyo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (PASNAP), el objetivo de este programa es contribuir a la conservación de la diversidad biológica y fortalecer el manejo y gestión del área, este programa es enfocado a 23 reservas que se encuentran en alerta por su complejo funcionamiento (SNAP, 2015).

- **Reserva Ecológica**

Según el (SNAP, 2015) una Reserva Ecológica es, un área natural de poca existencia humana, se la considera por su diversidad en recursos naturales y su rica flora y fauna. Es por esta razón que el SNAP prioriza su conservación de material genético, biodiversidad, su belleza con sus fenómenos que la hacen especial, se enfatiza en el área un trato de educación ambiental y de investigación científica de sus elementos (MAE, 2015). La Reserva Ecológica Antisana por su complejidad como reserva se encuentra en el (PASNAP), este fue creado en respuesta al Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) con el compromiso del Estado de Alemania para la protección de la biodiversidad y de los recursos naturales, sin embargo, el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) ya había firmado un acuerdo con Kreditanstalt für Wiederaufbau (FFW) en el 2009 de igual manera para la colaboración en el manejo y gestión de las áreas protegidas.

- **Geografía y ecosistema de la Reserva Ecológica Antisana (REA)**

La Reserva Ecológica Antisana, fue nombrada y catalogada así en el registro número 265 del MAE en el año 1993, la cual establece que sus 120 000 hectáreas divididas en dos partes, 3 800 metros de bosque nublado y 4 700 metros en ecosistema paramo, sean protegidas y resguardadas por su particularidad biológica (SNAP, 2015). Se encuentra en la parroquia de Pintag perteneciente del cantón Quito a solo 50 kilómetros de la ciudad, en el sudeste de Pichincha. Se limita con el río Tambo al norte, al oeste con el páramo de Sincholagua, al este con el río Cosanga y al sur con el río Antisana (MAE, 2015).

Según la organización de la Reserva Ecológica Antisana (REA) en su descripción de 2015, menciona que el Antisana es un majestuoso lugar, en el cual se encuentra un volcán de la cordillera Oriental de los Andes. El volcán se encuentra activo, con leves eventos eruptivos y bajo una capa de glacial, al frente del mismo se halla una laguna llamada la Mica de esta se extrae agua para el abastecimiento de la EMAPS para su posterior destino en la parte sur de Quito. En las laderas de la reserva nacen los ríos que alimentan a los grandes caudales del Coca y Napo. Además, la reserva goza de aguas termales en el valle del Tambo a 5 kilómetros antes de Papallacta (REA, 2018).

A continuación se detalla la descripción exacta de todos los ecosistemas que la Reserva Ecológica Antisana posee:

Tabla 2: Ecosistemas en la Reserva Ecológica Antisana

Descripción	
Tundra Pluvial Alpina	Superficie en Hectáreas
1. Páramo pluvial subalpino	223
2. Páramo subalpino	28 531
3. Bosque pluvial montano	2 604
4. Bosque muy húmedo montano	20 200
5. Bosque pluvial montano bajo	32 620

6. Bosque muy húmedo montano bajo	6 212
7. Bosque húmedo montano bajo	20 014
8. Bosque pluvial premontano	1 748
9. Bosque muy húmedo premontano	2 269
10. Piso Alpino	260
11. Piso Nival	2 492
12. Total	2 827

Fuente: López (1997); Elaboración propia

Este es el conjunto de ecosistemas (bioma) que le caracterizan a la Reserva Ecológica Antisana, al ser un espacio geográfico en el cual se comparte el clima, la flora y su fauna, crea una conexión entre todos los elementos del Antisana (REA, 2018). El volcán del Antisana se encuentra a 5 758 metros sobre el nivel del mar, rodeado de lagunas y pantanos en donde se puede apreciar su riqueza en recursos hídricos. En este proyecto de investigación nos centraremos en estos recursos para después examinar el servicio hidrológico agua a profundidad (ECOLAP y MAE, 2007). En base al estudio realizado por Instituto de Ecología Aplicada (ECOLAP) y (MAE) en 2007 el proyecto la Mica realizado por la EPMAPS provee del servicio de agua potable a 650 mil habitantes aproximadamente, estos de la parte sur de Quito y de energía eléctrica a 100 mil personas aproximadamente. Los recursos hídricos de la Reserva Ecológica Antisana provienen de sus humedales, su ecosistema páramo y sus múltiples lagunas que forman la Mica y la retención de agua en Micacocha y Papallacta que son utilizados como punto turístico en el sector (ECOLAP y MAE, 2007).

1.2 Aspectos Ambientales

Al considerar los aspectos ambientales de la Reserva Ecológica Antisana, se desarrollará una metodología de diagnóstico ambiental, la cual se basa en la recopilación de información fiable, que corresponderá a nuestra línea base en este proyecto de investigación (MAE, 2015)

1.2.1 Aspectos físico-ambientales de la Reserva Ecológica Antisana

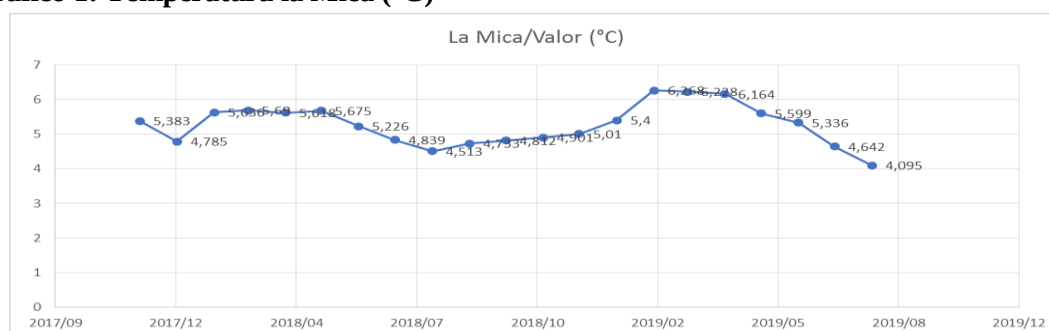
Para este aspecto se tomó en cuenta la estación meteorológica Papallacta, con código de estación (M188), esta estación fue inscrita en agosto de 1963 por el INAMHI y su latitud 0G 21' 54" S capta los aspectos físicos de la Reserva Ecológica Antisana (INAMHI, 2019). También se utilizó en menor grado la base de datos del Instituto Geográfico Militar (IGM) únicamente para la visualización de los mapas de la zona. (IGM, 2019)

- **Climatología**

En todas las etapas del año se encuentra su temperatura en base a estas dos medidas 4° y 17° centígrados. Sin embargo, en noviembre, diciembre y enero aumenta la radiación solar en la zona, esto puede llegar a causar un aumento de un grado en su punto más alto pasando de 17° a 18° centígrados.

Su precipitación en esta toma de datos de línea base es de 0,3 mm, con una presión atmosférica punta de 692,5hPa y una humedad del aire del 100%. Todos estos datos han sido una media del presente año considerando enero hasta mayo (INAMHI, 2019). Por otro lado, la investigación se concentra en las cuencas hídricas y mediante oficio N° 368-DFE, se obtuvo la información sobre la temperatura de la Mica, principal laguna del Antisana y sus alrededores.

Gráfico 1: Temperatura la Mica (°C)



Fuente: EPMAPS (2020); Elaboración propia

Como se puede observar la relación entre diciembre del 2017 hasta diciembre del 2019 la temperatura del embalse la Mica ha caído en 0,7 °C, esto se debe al incremento del caudal congelado que cae desde el nevado.

- **Calidad del aire**

No se encuentra ningún estudio realizado de la calidad de aire para la reserva. A pesar de ser un área protegida y recibir un aproximado de 50 vehículos semanales entre turistas y los mismos integrantes de la reserva, su aire se muestra integro, por lo que no se cree necesario un estudio del mismo. Por otro lado, si se conoce la velocidad del viento la cual tiene un aproximado de 5,6 metros por segundo siendo esta la velocidad más alta detectada por el INAMHI.

- **El sistema hidrológico de la Reserva Ecológica Antisana**

Los servicios hidrológicos de la Reserva Ecológica Antisana conforman el Sistema de Agua Potable la Mica–Quito Sur, este sistema tiene dos kilómetros de largo y uno de ancho, la laguna de la Mica es alimentada por los ríos Alambrado, Moyas, Sarpache, El Salto, Tablas y río Quijos (H, I, J) de esta se forma se conforma el embalse del sistema (MAE, 2011).

Además de estos ríos la reserva posee una variedad de recursos hídricos como riachuelos y lagunas, en la actualidad estos últimos se originan por el deshielo del volcán. También goza de una zona pantanosa de páramo y pequeñas estribaciones de la cordillera Real y de igual manera de la cordillera de Guacamayos (López, 1997).

Según el MAE (2015), la Reserva Ecológica Antisana es una de las reservas hídricas más importantes de nuestro país, ya que todos sus ríos que nacen del volcán desembocan en el río Napo, siendo este el río más grande del Ecuador. Su principal laguna La Mica o Micacocha que provee de agua a la parte sur de Quito se encuentra en la parte suroccidental del volcán aproximadamente a 3 900 metros sobre el nivel del mar. En las laderas del volcán se encuentra las lagunas llamadas: Seca, Cojanco, Pungu y Tambo, esta última siendo la segunda más grande de la reserva. Todos estos recursos hídricos forman parte importante del ecosistema dando cabida a la biodiversidad del lugar (REA, 2018).

- **Calidad del agua**

Al tratarse de una zona en la cual se extrae agua para el consumo humano, su constante monitoreo por la EPMAPS es importante, aspectos químicos, biológicos y ecológicos son monitoreados de forma constante. En síntesis, los parámetros que la EPMAPS examina son: Coliformes totales, Cryptosporidium, Giardia Lamblia y Nitratos, entre otros. En la parte que se examina el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, se profundiza los parámetros de medición de calidad de la empresa (EPMAPS y FONAG, 2018).

Tabla 3: Bacterias comunes en agua

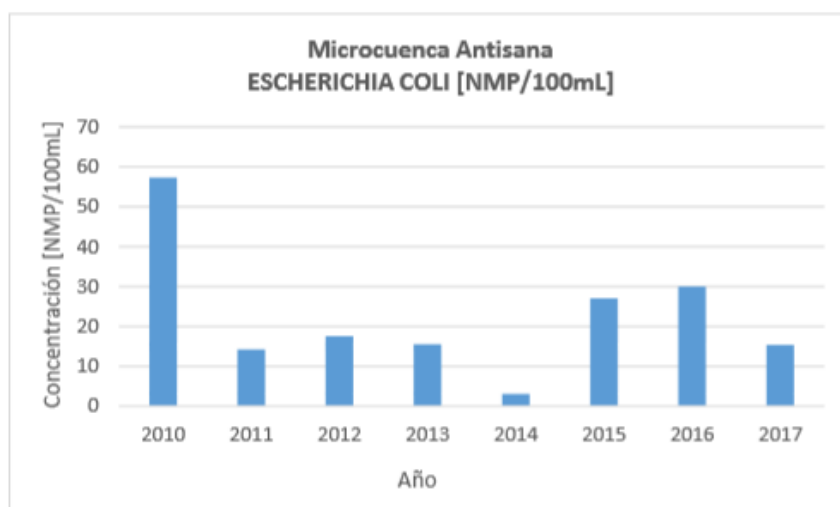
Coliformes totales	Son bacterias con capacidad de producirse y fermentarse con el producto de ácido y gas en el agua. Esto puede ocurrir por variaciones de temperaturas. Cabe mencionar que en este grupo se encuentra los coliformes fecales, el cual es contaminación fecal en el agua.
Cryptosporidium	Son parásitos que se pueden encontrar en el agua, causa malaria y criptosporidiosis diarreica en seres humanos.

Giardia Lamblia	Es un parásito que influye a los mamíferos, puede causar una patología.
-----------------	---

Fuente: EPMAPS y FONAG (2018); Elaboración propia

Las estadísticas a continuación muestran los resultados en la microcuenca del Antisana, cabe mencionar que estas estadísticas son previas al tratamiento y potabilización del agua en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.

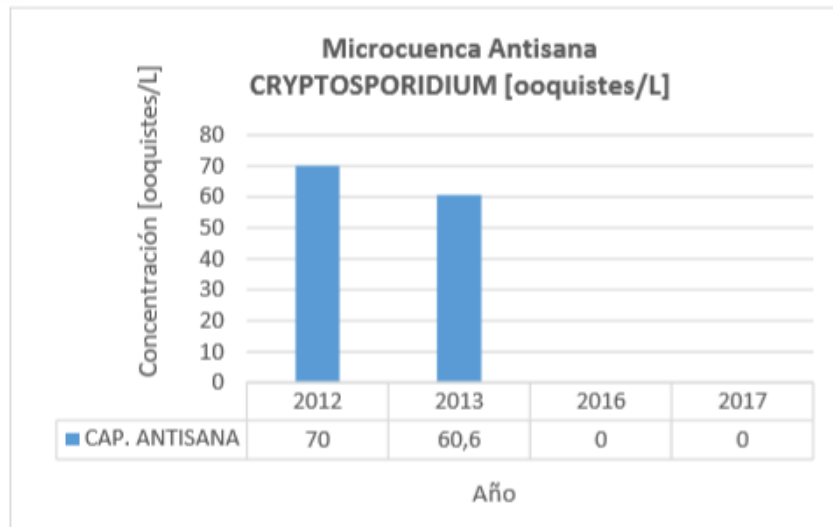
Gráfico 2: Microcuenca Antisana ESCHERICHIA COLI (NMP/100ml)



Fuente: EPMAPS y FONAG (2018); Elaboración propia

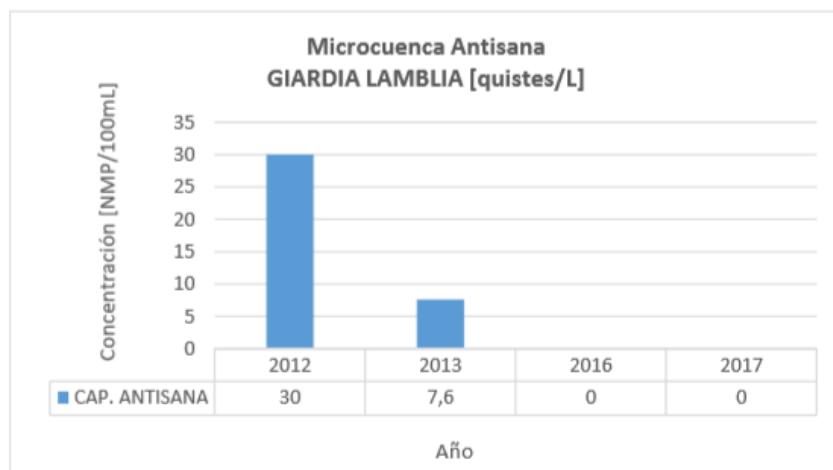
Como se puede observar existe contaminación de la bacteria de coliformes fecales (Escherichia Coli) en el año 2010 y 2016 siendo estos años los más significativos, esta bacteria fecal según la FONAG se podría deber por la presencia de pastoreo en la REA, posteriormente en la parte de vulnerabilidad de la REA se examinará la información de contaminación (EPMAPS y FONAG, 2018), (MAE, 2011).

Gráfico 3: Microcuenca Antisana CRYPTOSPORIDIUM (ooquistes/L)



Fuente: EPMAPS y FONAG (2018); Elaboración propia

Gráfico 4: Microcuenca Antisana GIARDIA LAMBLIA (quistes/L)



Fuente: EPMAPS y FONAG (2018); Elaboración propia

Ambos parásitos han sido tratados debidamente por la EPMAPS, después de la observación Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos USEPA (EPA, 2015) la EPMAPS conjunto de la FONAG para el 2016 en adelante ha logrado revertir el paramento y cumplir la normativa de la EPA (EPMAPS y FONAG, 2018).

- **Geología y Geomorfología**

Como dato obtenido por el IGM se pudo conocer que la reserva se encuentra en el cuarto y quinto periodo terciario de la era Cenozoica en donde apareció su estructura volcánica y su formación en la Tierra, este periodo tiene de característica un clima frío y seco. En detalles geomorfológicos, fue un producto de la conformación de la Cordillera Andina y de los Andes (IGM, 2017).

- **Suelo**

Para conocer las características del suelo se tomó en cuenta la base de datos del MAE y del libro Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA, 2017). En este estudio por ambas fuentes se tomó bases del suelo con el lineamiento del INEN, posteriormente se examinaron las muestras en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP), considerando principalmente el componente de taxonomía y textura del suelo del Antisana.

La taxonomía del suelo se encuentran características de inceptisol e histosol. La primera se describe como un suelo derivado de depósitos fluviónicos que forman agua para la misma naturaleza, este tipo de suelo es típico de una zona volcánica como el Antisana. Un suelo del tipo histosol corresponde a un suelo que no tiene permafrost y su base es de un material orgánico, esta característica se firma cuando el material orgánico se acumula y forma una base sólida en la cual se puede considerar una anaerobiosis, esta es una prolongación saturada del suelo con agua para formar una capa orgánica de tal magnitud (INIAP, 2014). La textura del suelo de la reserva se compone por minerales como la arena, el limo y la arcilla, esta se evidencia en el estudio del INIAP que describe su textura como arenosa, franco limoso y arcilloso, esto por su composición antes mencionada (INIAP, 2014).

1.2.2 Aspectos biológico-ambientales de la Reserva Ecológica Antisana

En este aspecto se tomaron en cuenta las características de flora, vegetación y fauna de la Reserva Ecológica Antisana. Para completar esta información se utilizó el informe del MAE y del ECOLAP (2007).

- **Flora**

La Reserva Ecológica Antisana posee una gran variedad de flora, esta se relaciona con especies de altitud al ser un clima frío y seco. El tipo de flora se dividen en dos grupos: de zona alta y de zona baja, este según su lugar de vida. La flora de la zona alta se sitúa entre los 3 100 y 4 700 metros sobre el nivel del mar, especies como las almohadillas, musgos, orquídeas y pumamaqui son especies principales de la zona. Por lo general en esta primera zona son especies de poca

altura, sus hojas son en general rugosas y gruesas para sostenerse de los fuertes vientos en la altitud y resistir la baja temperatura (MAE y ECOLAP, 2007).

El segundo tipo de especies son las que se encuentran en la zona baja del páramo esta se ubica entre 1 200 y 3 100 metros sobre el nivel del mar, esta diversidad de especies conforma el 70% de la flora del Antisana, a diferencia de la primera zona, la altura de las especies es considerable, como principales ejemplos tenemos los bosques de diferentes tipos de árboles como el cedro, nogal, motilón, arrayán, entre otros. Este bosque brinda refugio a diferentes animales que se encuentran inmersos en el páramo (Coello et al. 2002).

Aparte de estas dos zonas, se encuentra una tercera, la cual se la conoce como área de bosque montañoso, ubicada entre 900 y 3 000 metros sobre el nivel del mar, esta área es preservada con mayor control ya que abarca la mitad de todas las especies florísticas del país. Según REA (2018), en la zona de estudio se encuentran especies en peligro de extinción, como detalle tenemos a:

Tabla 4: Flora Reserva Ecológica Antisana

Especie	Categoría
Baccharis aretioides	En peligro crítico
Centropogon medusa	En peligro
Lupinus nibugenus	En peligro

Fuente: REA (2016); Elaboración propia

Únicamente se tomaron las especies que se encuentran según la REA en peligro crítico y en peligro, siendo estas dos categorías las más urgentes para la creación de proyectos de rescate.

- **Vegetación**

Para este componente se tomó en cuenta el estudio realizado por Mogollón y Guevara (2004) y proyecto del páramo (2001) en donde se clasifica la vegetación como parte de la bioreserva del “Cóndor”.

Tabla 5: Vegetación Reserva Ecológica Antisana

Estribaciones de la cordillera oriental		
Conjunto de especies	Ubicación (Metros sobre nivel del mar)	Características
Bosque siempreverde piemontano	1 200–1 300	Los árboles no son tan grandes, se encuentra una mínima cantidad de epífitas, siendo una planta tradicional de este lugar.
Sector norte y centro de la cordillera oriental		

Conjunto de especies	Ubicación	Características
Bosque siempreverde montano bajo	1 300–2 000	Es una zona de flores y de vegetales de familias de tierras bajas. Su temperatura es variada y es de la temperatura más alta de la reserva ya que se encuentra entre 18 y 23 grados centígrados.
Bosque de neblina montano	2 000–2 900	Esta es una zona nubosa, esta característica actúa como protección contra los rayos ultravioletas. Además, al ser una zona húmeda y beneficiarse de la lluvia existe árboles de la especie “dosel” los cuales son tradicionales en este lugar, su estatura se encuentra entre 20 metros y 25 metros de alto.
Bosque siempre verde montano alto	2 900–3 600	Su temperatura se encuentra alrededor de 12 y 18 grados centígrados, esta zona se encuentra en la ceja Andina.
Páramo norte y centro de la cordillera oriental		
Conjunto de especies	Ubicación	Características
Páramo de almohadillas	4 000–4 500 msnm	Arbustos, hierbas de varios tipos, plantas en roseta y, parte del páramo más húmedo, habitan plantas de almohadilla
Gelidofitia	Sobre 4 700 msnm	Su vegetación es dominada por los líquenes y musgos. En esta zona han desaparecido especies vegetales por el calentamiento global. Es una zona en la cual se encuentra el permafrost y solo sobreviven las plantas más resistentes del frío.
Herbazal lacustre montano	Sobre los 2 100 msnm	Vegetación extraña que aún no se encuentra registrada por su complejidad.
Páramo de pajonal	3 400–4 000 msnm	Predominan las plantas resistentes al viento fuerte como los penachos, gramíneas, entre otras.
Páramo herbáceo de almohadillas	4 000–4 500 msnm	Su vegetación se encuentra en pendientes como riscos, los cuales pueden drenar de forma rápida el agua de la lluvia. Ejemplo, plantas en roseta, almohadillas, entre otras.
Páramo pantanoso	Sobre 4 000 msnm	Su vegetación se encuentra en los valles o depresiones con drenaje pobre.

Superpáramo azonal	Sobre 4 000 msnm	Las características semejantes a las del superpáramo en relación a su suelo.
--------------------	------------------	--

Fuente: Mogollón y Guevara (2004) y proyecto del páramo (2001) y Sierra (1999); Elaboración propia

- **Fauna**

En la Reserva Ecológica Antisana se encuentran una gran diversidad de fauna, en la siguiente tabla se muestra los tipos de especies y su número aproximado en el área.

Tabla 6: Fauna Reserva Ecológica Antisana

Tipo	Número de especies aproximado
Vertebrados	552
Aves	418
Mamíferos	73
Anfibios y reptiles	61

Fuente: Coello et al. (2002); Elaboración propia

Los mamíferos que se encuentran en el Antisana representan el 19.78% del total de los mamíferos en el país (Coello et al. 2002). Existen especies de mamíferos que se encuentran en peligro de extinción como el tapir de montaña, el oso de anteojos, mono araña de vientre amarillo o el ciervo enano, estas son las principales especies en vulnerabilidad (UICN, 2006).

Las aves son el segundo tipo de especie que más abunda en la reserva. Estas representan el 26% del total de especies registradas en el país. Esto en gran parte se debe a que el Antisana tiene características de zona (alto andina y bosque tropical) en los cuales se aprecia por su variedad de aves. En este apartado también existen especies con peligro de extinción: las tangaras, atrapamoscas, horneros, los caza hormigas y entre los vulnerables: los colibríes, los carpinteros, los loros, las pavas de monte (Coello et al. 2002). Adicionalmente, en los páramos del Antisana se encuentra el hogar de tradicional cóndor ecuatoriano y de algunos tipos de patos, gaviotas, becanisas, entre otras especies. Cabe reconocer que el cóndor andino se encuentra en peligro crítico junto a la bandurria carinegra, siendo las aves con mayor atractivo turístico de la reserva.

Con relación a los anfibios y reptiles podemos evidenciar que el 10.45% de total de especies que están registradas en el país constan en la Reserva Ecológica Antisana. Esta cifra ha caído debido a la extinción de especies como: *Atelopus ignescens*, *Colostethus jacobuspetersi*, *Hyloxalus fuliginosus* esta última aún se encuentra en Napo y la Amazonia ecuatoriana, las causas que surgen por la extinción se deben al aumento de la temperatura y el incremento de las radiaciones ultravioletas junto al efecto invernadero mundial (Coello et al. 2002).

Existe un reptil que es único en la Reserva Ecológica Antisana, el cual lleva su nombre. El sapo del Antisana es la especie por excelencia de la reserva que únicamente se ha registrado en este sector. Los reptiles son menores en relación a las otras familias de especies, únicamente son 19 especies sub divididas en 12 serpientes y 7 saurios (Coello et al. 2002).

1.3 Aspectos socio económicos de la Reserva Ecológica Antisana

- **Aspectos históricos**

En los 80s la reserva fue utilizada por científicos de origen francés, con la finalidad de realizar mediciones geodésicas. En (1982) el científico Humboldt realizó un importante estudio en el lugar sobre la flora del páramo y aspectos volcánicos del sector. También acogió a científicos como Reiss, Wolf entre otros, los cuales constituyeron teorías sobre la geología de los Andes. Fue hasta el 31 de agosto de 1993 en donde la Reserva Ecológica Antisana fue nombrada área protegido conjunto del volcán (López, 1997).

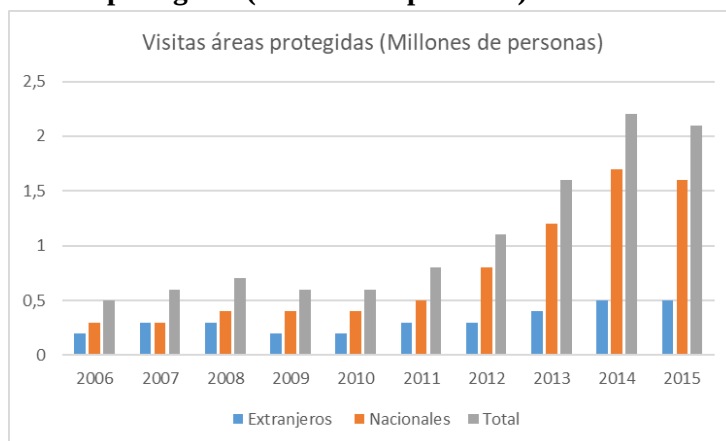
- **Población de la zona**

No existen tribus ni grupos humanos en específico de la zona, esto se debe a que en su historia fue habitada por colonos, a pesar de esto en la actualidad se encuentran ciertos grupos denominados como: vaqueros de la zona y huasipungeros, estos grupos fueron obteniendo tierras para constituir su ganado y pastoreo cerca de la reserva. Una de las tradiciones de los moradores es el rodeo que se lo realiza en las haciendas de los pobladores, esta tradición es conocida por los chasquis, los cuales provienen del pueblo Pintag y los alrededores (López, 1997).

- **Aspectos económicos áreas protegidas**

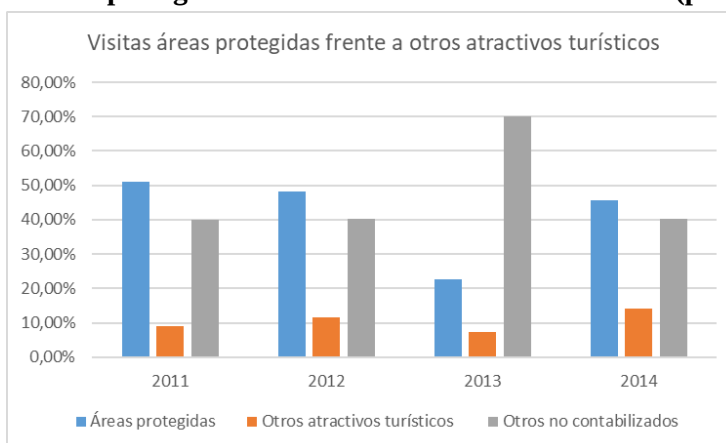
El Ecuador es el sexto país de los 17 países con mayor diversidad en el mundo, posee dos terceras partes de toda la biodiversidad del mundo. Ecuador es un país pequeño en superficie. Sin embargo, el número de especies por metro cuadrado es único (MAE, 2015). El Ecuador es el segundo país de Latinoamérica con mayor porcentaje de territorio protegido con 33,26%. Alberga 1 642 especies de aves, 4 300 especies de orquídeas, 540 de anfibios y 403 de mamíferos, en estas áreas protegidas se encuentran alrededor de 26 comunidades indígenas (MAE, 2015).

Gráfico 5: Visitas áreas protegidas (Millones de personas)



Fuente: MAE (2015); Elaboración propia

Gráfico 6: Visitas áreas protegidas frente a otros atractivos turísticos (porcentaje)



Fuente: MAE (2015); Elaboración propia

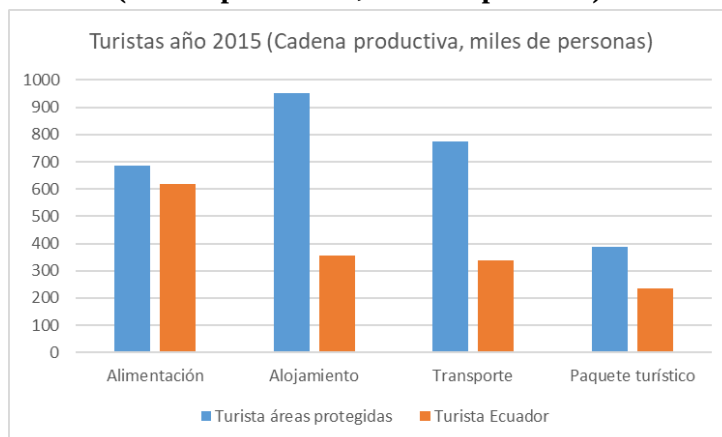
En la gráfica podemos observar el crecimiento de personas que han visitado las áreas protegidas en el Ecuador y apreciar el crecimiento del turismo con respecto a los otros atractivos turísticos del país. Según las estadísticas del MAE uno de cada trece turistas ecuatorianos visitó en el 2015 al menos un área protegida en todo el año, además esto repercutió en la generación de empleos de las distintas zonas, según MAE (2015) se crearon 5 735 empleos directos y alrededor de 10 mil empleos indirectos.

Tabla 7: Turistas año 2015 (Cadena productiva, miles de personas)

Tipo	Alimentación	Alojamiento	Transporte	Paquete turístico
Turista áreas protegidas	686	951	774	386
Turista Ecuador	617	357	339	236

Fuente: MAE (2015); Elaboración propia

Gráfico 7: Turistas 2015 (cadena productiva, miles de personas)



Fuente: MAE (2015); Elaboración propia

Según el informe del MAE (2015) las áreas protegidas contribuyen al cambio a la matriz productiva ya que para el 2015, el ingreso fue alrededor de 557 millones y se provee un aumento paulatino en los siguientes años. Gracias a los diversos proyectos para activar el turismo de este tipo de áreas el país creció de 2010 a 2015 en 58% de número de turistas y su cifra aumenta de igual forma con el pasar de los años.

Esto se debe al gasto promedio que los turistas extranjeros y nacionales invierten en su visita a las áreas protegidas. El visitante extranjero en promedio gasta 147 \$ y el visitante nacional 110 \$ diarios en su visita a un área protegida es por esto que estrategias para impulsar el turismo como base para el cambio de matriz productiva puede ser una solución para el país (MAE, 2015).

El Ecuador invirtió alrededor de USD 51,3 millones en infraestructura turística entre 2012 y 2015. Esto permite proyectar a las Áreas Protegidas como actor clave del Buen Vivir y genera las condiciones para dinamizar el desarrollo económico rural con inclusión social. El gasto total del MAE en áreas protegidas bordeó los USD 52,2 millones en 2015, prácticamente más de 5 veces el monto invertido 12 años atrás (MAE, 2015).

- **Aspectos socioeconómicos de la REA**

La Reserva Ecológica Antisana pertenece a una de las 47 áreas protegidas en el Ecuador y una de las 23 que se encuentran en el PASNAP. Destacamos a la zona alta también llamada la Mica, esta cuenta con diversos atractivos turísticos como: pesca recreativa, observación del paisaje, presencia de flora y fauna, entre otros. El presente estudio se centrará en la Mica ya que en esta parte del páramo se encuentra la loma Micaloma con la laguna que tiene el mismo nombre del sector, la laguna la Mica es ocupada por la EPMAPS para el servicio de abastecimiento de agua

potable al sector sur de Quito, el principal acceso a esta zona es por la carretera Quito hacia Pintag y luego a la laguna Mica en la cual se encuentra la infraestructura de la EPMAPS. Para el ingreso de la zona, según las normas del MAE y del SNAP (2015) se deberá cumplir un control para no generar impactos negativos en contra de la reserva.

En este sector la Mica se encuentran tres senderos ecológicos para la caminata turística y disfrute de la reserva. No se permite la entrada de especies o animales a la reserva, incluyendo la parte que salvaguarda la EPMAPS y el FONAG. Para poder conocer la laguna Mica se debe respetar los horarios de vigilancia que son de 7 de la mañana hasta 4 de la tarde. En una parte de esta laguna es permitido la pesca mínima o artesanal, se requiere instrumentos básicos, no serán permitidos redes, atarrayas, ni instrumentos que perturben el sistema acuífero de la zona.

No se permiten ningún tipo de bote, la pesca únicamente se la podrá realizar en el Muelle 2, el único instrumento permitido para la pesca es la caña de pescar y la actividad es únicamente para personas con 12 años mínimo. No se permite pescar especies como chupiles, zambullidores plateados, patos del hábitat ni gallaretas. Se podrá realizar la actividad de acampada, sin embargo, se sujeta a un control de los artículos que entraran en la zona. Además, los turistas deberán tener cuidado con los venados, zorros, entre otros animales que aparecen en la noche.

- **Cadena productiva económica del servicio hidrológico agua en la REA**

La cadena productiva económica del servicio hidrológico en Quito, embarca varios usuarios, desde los campesinos y florícolas que ocupan el agua de forma natural de ríos y vertientes hasta el 51,4% de todas las empresas del Ecuador encontradas en la capital, que de igual forma necesitan del servicio (EPMAPS, 2018). La cadena productiva no contempla únicamente el agua potable dotada por la EPMAPS, también se debe reconocer que de las mismas fuentes de captación de agua se utiliza para generar hidroelectricidad y muchas de estas cuencas y lagunas representan un atractivo turístico en el país, tomando el caso de la Reserva Ecológica Antisana.

Orientado únicamente al servicio hidrológico agua en Quito, la EPMAPS tiene la cuantificación clientes y beneficiarios del servicio de agua potable.

Tabla 8: Tipo de clientes y beneficiarios (Aproximado 2018)

Doméstico	563 371
Industrial	1 173
Municipal	837
Ins. Sin fines de lucro	822
Comercial	65 224
Oficial	2 016
Público	1 458
TOTAL	634 901

Fuente: EPMAPS (2018); Elaboración propia

Según la memoria de sostenibilidad de la EPMAPS (2018), el aproximado de clientes y beneficiarios que tiene la institución en 2018 es de 634 901 usuarios. A continuación, se muestra el porcentaje comparativo de clientes y beneficiarios que satisface únicamente la Reserva Ecológica Antisana con su Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur.

Tabla 9: Comparación clientes y beneficiarios

Total de clientes y beneficiarios EPMAPS (Aprox 2018)	634 901	100%
Total de clientes y beneficiarios REA (la Mica-Quito Sur 2018)	430 397	67,78%

Fuente: EPMAPS (2018); Elaboración propia

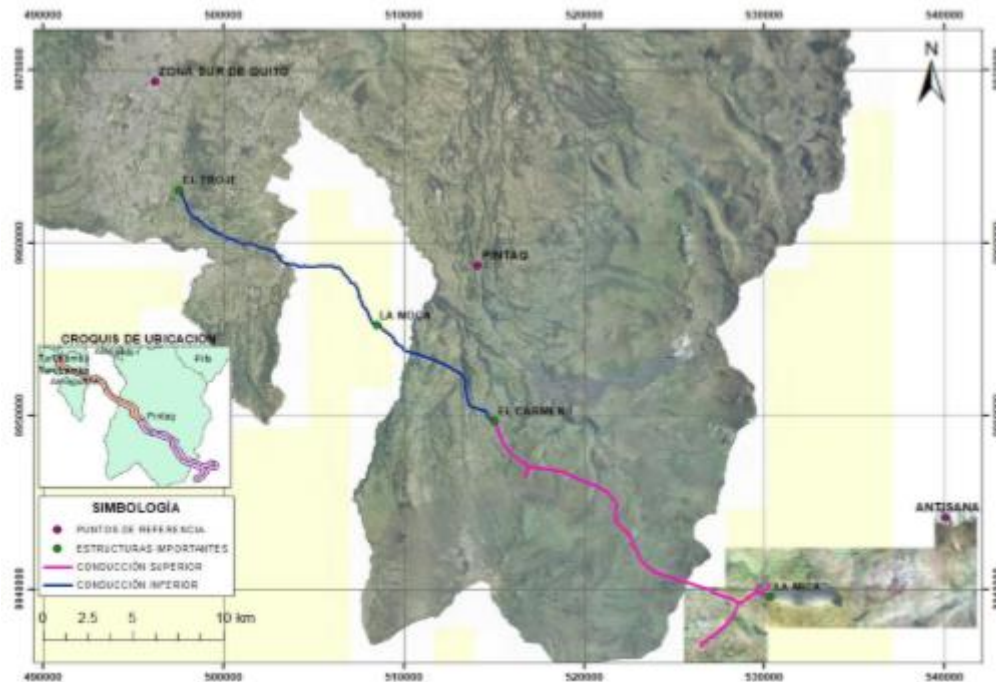
En el siguiente capítulo se profundiza el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y su evolución del total de clientes y beneficiarios. Sin embargo, en este punto se debe reconocer que la Reserva Ecológica Antisana y su servicio hídrico agua es utilizada por diferentes tipos de usuarios, siendo estos: domésticos, comerciales, instituciones públicas, campesinos, entre otros, que conforma una cadena productiva dependiente de las lagunas y cuencas hídricas de la reserva (EPMAPS, 2018).

Capítulo 2:

Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y su relación con la Reserva Ecológica Antisana

La EPMAPS puso en operación en el año 2000 al Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, proyecto capaz de satisfacer del servicio de agua potable a una población aproximada de 750 000 habitantes en la parte sur de Quito. El proyecto está pensado por 50 años, siendo el límite máximo del sistema la Mica (EPMAPS, 2019). Bajo acuerdo de confidencialidad, no divulgación y buen uso de la información la EPMAPS ha facilitado toda la información para la investigación (Anexo 4). En este capítulo se examina las fusiones y características del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y como los demás servicios ecosistémicos de la REA se relacionan.

Gráfico 8: Croquis Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur



Fuente: EPMAPS (2019)

2.1 Conformación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur (EPMAPS)

Este sistema se encuentra conformado por el embalse natural de la Mica y por cinco captaciones: Río Antisana, Jatunhuayco, Diguchi, I y J. Gracias a estas fuentes de agua el sistema tiene la disponibilidad de 2200 litros por segundo. Sin embargo, únicamente es capaz de procesar 1700 litros por segundo, esto se podrá evidenciar mejor en el gráfico.

Tabla 10: Captación Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

Nombre de la captación	Caudal captado litros por segundo	Porcentaje
Jatunhuayco	200	11,76%
Antisana	650	38,24%
Diguchi	130	7,65%
La Mica	420	24,71%
Captación Río J	140	8,24%
Captación Río I	160	9,41%
Total	1700	100,00%

Fuente: EPMAPS (2019); Elaboración propia.

Esto representa 500 litros por segundo disponibles que no son utilizados, los cuales son drenados por el mismo sistema de forma natural, por explicaciones técnicas del personal de la EPMAPS encargados del proyecto, se menciona la incapacidad del sistema ya que fue diseñado para procesar un límite. Después de la captación, el agua pasa directamente a la planta de tratamiento Troje y luego a la del Puengasi para su proceso de potabilización y distribución respectiva.

2.1.1 Infraestructura del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur (EPMAPS)

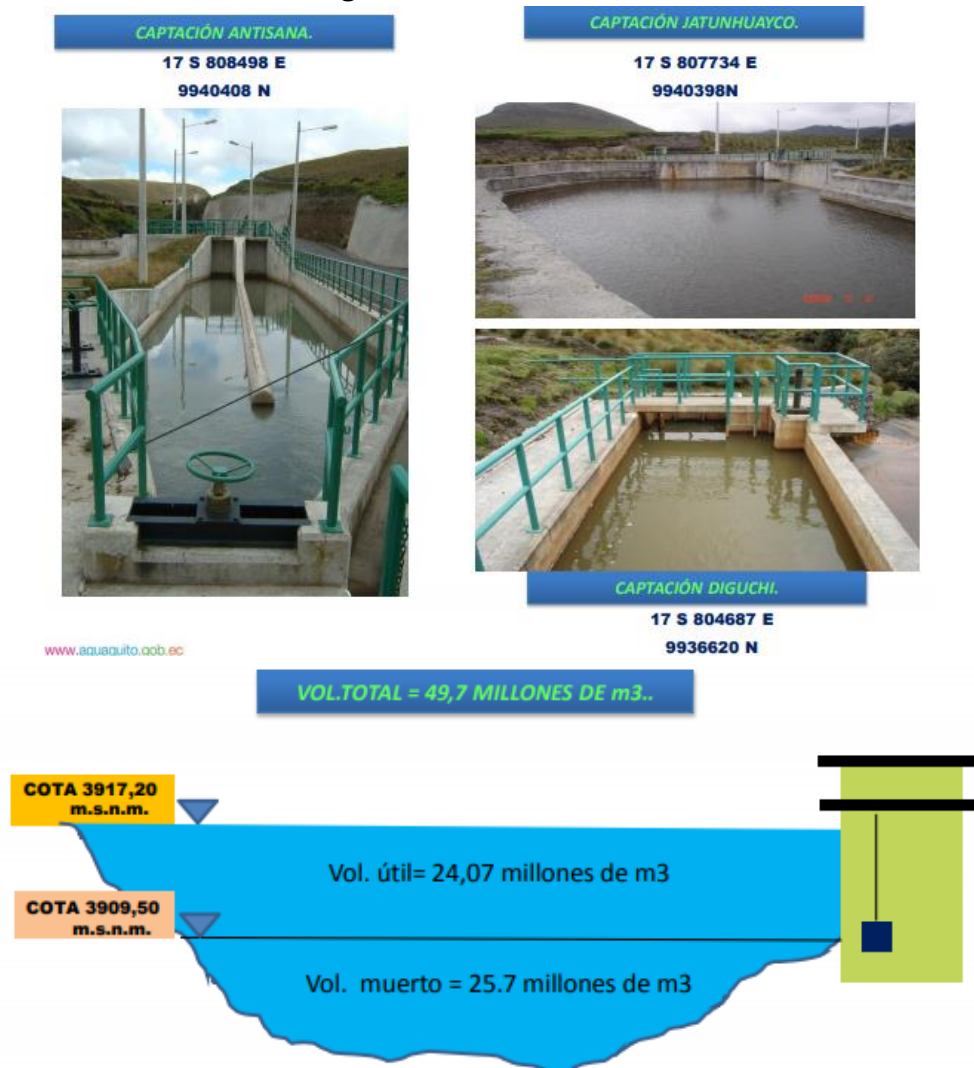
El Embalse del Sistema de Agua Potable la Mica–Quito Sur es formado por grandes cuerpos de agua, en la cual se cierra parcialmente su cauce natural, en este se percibe de forma natural ríos y el deshielo del glacial (EPMAPS, 2019). Como ya se mencionó, el sistema se abastece de diferentes captaciones, la principal fuente nace del embalse natural la Mica, este tiene un volumen útil de 24,07 millones de metros cúbicos y un volumen muerto de 25,7 millones de metros cúbicos, la segunda parte no cuenta en las estadísticas de captación ya que como su mismo nombre lo dice es un volumen muerto el cual es drenado cada mes. La conducción del agua se la realiza mediante 3 túneles con una longitud aproximada de 3 220 metros, esta se inicia desde el embalse natural y termina en la planta de tratamiento (EPMAPS, 2019).

- **Central hidroeléctrica el Carmen.**

Esta central eléctrica forma parte de las cuatro utilizadas por la EPMAPS para su autofinanciamiento de electricidad. La misma aprovecha al Sistema de Agua Potable la Mica–Quito Sur para producir 47.642,67 Wh por hora y tiene una equivalencia del 49% de electricidad total generada de la institución. Responde al ODS 13 de promover energía limpia y contribuir a

disminuir el proceso de cambio climático. Toda la energía restante pasa a la Subestación El Inga de CELEP EP Transelectric, el cual está conectado al Sistema Nacional Interconectado, esto le representa económicamente a la empresa ya que vende su excedente de electricidad. (EPMAPS, 2018)

Gráfico 9: Fotos del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

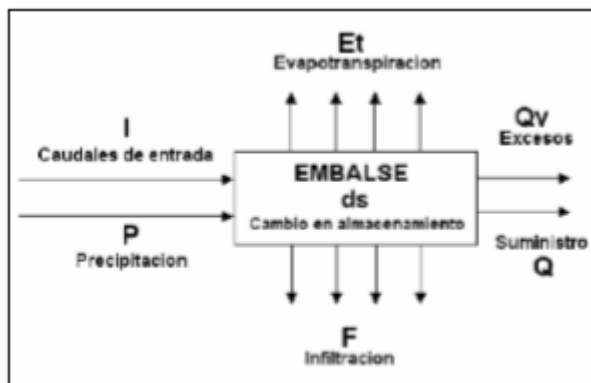


Fuente: EPMAPS (2019)

- **Funciones del Embalse.**

El Embalse tiene la función de dar cabida de entrada a grandes cuerpos de agua, almacenamiento temporal en el proceso de tratamiento y potabilización de agua y regulación de los caudales tanto de entrada como de salida. Este control sirve para la contabilización total del agua que ingresa y sale. Además, el embalse la Mica funciona para periodos cortos de sequía a fin de cumplir con los objetivos de demanda del recurso (EPMAPS, 2019).

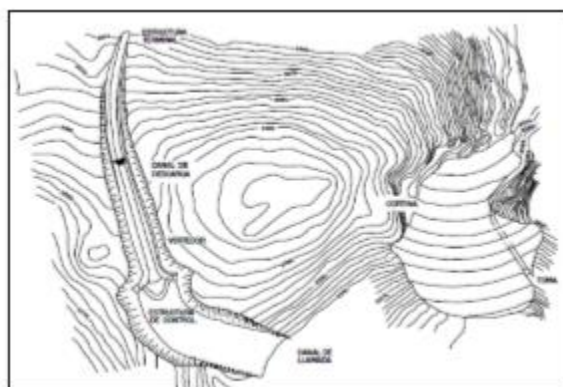
Gráfico 10: Descripción del embalse



Fuente: EPMAPS (2019)

Cabe mencionar que en el caso de existir un superávit de agua el embalse la Mica tiene obras de excedencia, este corresponde a un vertedero de tipo abanico y transversales el cual desaloja los excedentes de agua en el caso de que su almacenamiento se encuentre agotado en su totalidad.

Gráfica 11: Tipo de embalse



Fuente: EPMAPS (2019)

Como se observó anteriormente la capacidad instalada del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur tiene un techo de 1700 litros por segundo, según palabras de la gerencia de operaciones este techo no se puede cambiar ya que sus instalaciones fueron construidas para conseguir dicho nivel de agua por segundo, por lo que a pesar de existir un excedente de agua este no podría ser utilizado en el sistema (EPMAPS, 2019).

2.1.2 Percepción de costo y calidad (EPMAPS vs agua embotellada AQUA)

Existe una relación entre el costo y el beneficio esperado del servicio, así también de las posibles amenazas de una variación de calidad y su consumo. En los marcos teóricos las autoridades establecen tarifas que correspondan a la calidad del servicio municipal. (Carreón et al., 2015). En el Ecuador los requisitos para medir la calidad del agua se identifican mediante la normativa del

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), a continuación, se revisa los estándares de control para el agua embotellada y el agua potable del EPMAPS.

La EPMAPS fue la primera empresa a nivel mundial en conseguir la certificación por parte del sistema AquaRating desarrollado por el Banco Internacional de Desarrollo y la Water Association (EPMAPS, 2018). Su logro se basa en:

Tabla 11: Cobertura de agua potable en el DMQ

Calidad del Agua en el DMQ	100,00%
Cobertura agua potable en el DMQ	99,34%
Cobertura alcantarillado en el DMQ	94,02%

Fuente: EPMAPS (2018).

- **Oferta y demanda del servicio hídrico agua en Quito (EPMAPS)**

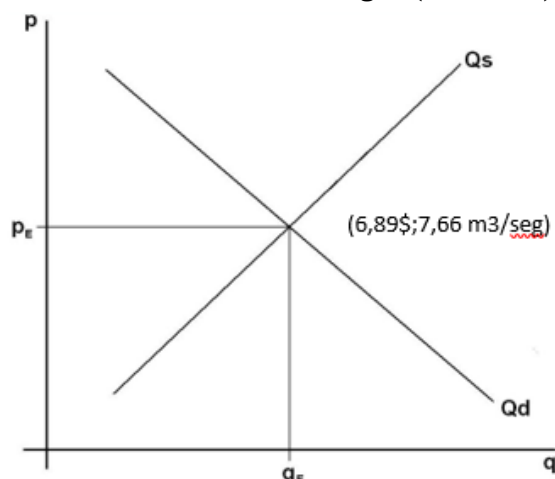
Tabla 12: Oferta del servicio hídrico agua (EPMAPS)/Distribución de agua potable

Sistema de distribución	Millones (metros cúbicos)	% de Equivalencia
Papallacta	96,17	39,79%
La Mica	33,34	13,79%
Conducciones Orientales	65,60	27,14%
Conducciones Occidentales	27,23	11,27%
Rural	2,99	1,24%
Pozos	3,93	1,63%
Vertientes	12,43	5,14%
TOTAL	241,68	100,00%
Promedio de agua distribuida por segundo	7,66	M3/Seg

Fuente: EPMAPS (2018); Elaboración propia

Según la memoria de sostenibilidad de la EPMAPS (2018), la cantidad ofertada de agua por parte de la institución es de 7,66 metros cúbicos de agua distribuida por segundo y su demanda representa el total de clientes y beneficiarios de la institución (Tabla 8), estos son: 634 901 usuarios en 2018. Se debe recalcar que estos datos no cuantifican la oferta y demanda del agua que se distribuye por tanques o empresas embotelladoras externas. En este apartado se muestra una comparación de percepción en costo y calidad del agua potable distribuida por la EPMAPS vs agua embotellada empresa externa AQUA.

Gráfico 12: Oferta y demanda del servicio hídrico agua (EPMAPS)



Fuente: EPMAPS (2018); Elaboración propia

El gráfico muestra de mejor manera los datos representados en (Tabla 12 y 8), la cantidad ofertada de agua por parte de la EPMAPS es de 7,66 metros cúbicos de agua distribuida por segundo y su demanda representa el total de clientes, que pagan un aproximado de 6,89\$ (USD) por dicha cantidad de agua consumida.

- **Calidad del agua**

Como punto de percepción del servicio de agua potable tenemos la posibilidad de analizar la calidad del agua que se consume, este punto está sujeto al objetivo 6 de la agenda de desarrollo sostenible, se debe garantizar la disponibilidad de agua, incluyendo su gestión y el saneamiento para todos (Naciones Unidas, 2015). El objetivo planteado en la Agenda 2030 reconoce, el valor del agua libre de impurezas y su accesibilidad como parte de un desarrollo sostenible. Se evidencia que el agua tiene un mal reparto a nivel mundial y existe la posibilidad de escases en el año 2050, esto último se debe al aumento de sequías y del maltrato al recurso hídrico (Naciones Unidas, 2015). La correcta calidad de agua corrige enfermedades ligadas a su consumo por contaminación y es primordial en un Estado que garantiza la soberanía alimentaria, reconocida por la constitución del Ecuador. El agua es primordial para garantizar el derecho humano a la provisión permanente de alimentos sanos, nutritivos, suficientes y culturalmente apropiados (UNICEF, 2000).

- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108**

Esta normativa menciona los requisitos que debe cumplir el agua potable para el consumo de sus habitantes, esta únicamente se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. Toma referencias y estándares básicos para medición de calidad de agua por las instituciones APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). Se utiliza métodos estandarizados.

Tabla 13: Definiciones y parámetros NTE INEN 1108

Definiciones y parámetros	
Agua potable	Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.
Agua cruda	Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.
Límite máximo permitido	Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano.
Ufc/ml	Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.
NMP	Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.
Mg/l	(Miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.
Microorganismo patógeno	Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.
Plaguicidas.	Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.
Desinfección.	Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.
Subproductos de desinfección.	Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.
Cloro residual.	Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.
Sistema de abastecimiento de agua potable.	El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares contruidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.
Sistema de distribución.	Comprende las obras y trabajos auxiliares contruidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

Fuente y elaboración: Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

• Resultados

En el (Anexo 1) podemos observar los resultados de la prueba de calidad de agua potable que fue realizada por la EPMAPS. En conclusión, se observa que todos los componentes cumplen con un margen aceptable para el consumo humano, la recomendación del ente municipal es la limpieza y mantenimiento de tuberías internas y externas del domicilio (EPMAPS, 2018).

La EPMAPS en el 2018 revalido su certificación INEN 1108, siendo la primera empresa del sector a nivel nacional en cumplir con los 69 parámetros del control de calidad. Actualmente la EPMAPS realiza más de 18000 análisis en sus laboratorios de control de calidad. Esto se refleja en los resultados ya que el margen de cumplimiento es notable.

- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2200**

Esta normativa está dirigida al agua purificada y envasada, las cuales están destinadas al consumo humano, este tipo de producto está sometido a procesos físico químicos como destilación, desionización, ósmosis inversa, desinfección u otros procesos; sea carbonatada o no, debe cumplir los requisitos establecidos en esta normativa. El agua no puede poseer olores o sabores fuera de la normativa y sus requisitos físicos establecidos se detallan en (Anexo 1).

- **Resultados**

En esta investigación únicamente para percepción de costo y calidad, se decidió realizar un estudio de calidad del agua embotellada a la marca AQUA, para comprobar si la misma cumple con la normativa INEN 2200 y sus requisitos establecidos. El agua embotellada marca AQUA realiza un examen físico químico de su producto cada 3 meses, ya que este es límite de expiración del documento visto en (Anexo 2), es por ello que mínimo se deben realizar 4 estudios de calidad al año. Gracias al laboratorio autorizado por la ESPOL se conoció una falla de calidad en la marca AQUA a pesar de ello el producto fue vendido y comercializado. Su producto presenta un parámetro de 1.0 en la prueba estándar de Escherichia Coli siendo 0.0 el requisito de la norma y su PH de temperatura es superior al mínimo sin rebasar el máximo. En la ESPOL la respuesta a este estudio es una pequeña contaminación del agua por el calor del botellón, ya que la muestra E. Coli al ser superior a 0.0 muestra una ligera contaminación de coliformes termotolerantes.

- **Comparación en calidad, marca AQUA y Agua Potable de Quito**

Tabla 14: Comparación en calidad

	AQUA	Agua Potable de Quito	Requisito mínimo
Turbiedad	0,12	0, 000	Max 1
Cloro libre residual	Ausencia	Ausencia	Ausencia
E. Coli	1,0	0, 000	0
Sabor	Característico	Característico	Característico

Fuente: Investigación; Elaboración propia

En la tabla podemos evidenciar la comparación entre la marca de agua embotellada AQUA, la cual se puede adquirir en presentación de tipo bidón y el Agua Potable de Quito tratada por la EPMAPS, los resultados muestran una mejor turbiedad y ausencia de coliformes termotolerantes en el Agua Potable de Quito. En conclusión, podemos reconocer que el Agua Potable de Quito es superior en calidad en comparación al agua embotellada marca AQUA.

- **Comparación en precio, marca AQUA y Agua Potable de Quito**

Tabla 15: Comparación en precio

	Metros Cúbicos de agua consumido	Litros de agua	Precio	Metros Cúbicos de agua consumido	Litros de agua	Precio en consumo aproximado
AQUA	15 m3 agua (Consumo optimo OMS)	15000 l	Bidón 20 litros: 12,50\$ Recarga: 1, 80\$	20 m3	20000 l	1800\$
Agua Potable de Quito	15 m3 agua (Consumo optimo OMS)	15000 l	9. 75 \$ 0,46\$ por m3/promedio	20 m3	20000 l	13.00 \$

Fuente: Investigación; Elaboración propia

Se debe conocer que la conversión de 1 m3 (metro cúbico) de agua es 1000 litros de agua. Para especificar, tanto la OMS como esta investigación al mencionar 15 m3 de agua y 20 m3 de agua se refiere a un consumo de agua aproximado para una familia de 3 integrantes con el siguiente detalle de consumo:

- Baño en general
- Alimentación
- Lavado de diversos artículos

En total cada integrante según lo sugerido por la OMS debe consumir un óptimo de 5000 litros de agua, en la investigación como caso comparativo cada integrante consumió un aproximado de 6700 litros de agua, una cifra muy cercana al óptimo tomando en cuenta que la OMS no contempla el utilizar el agua para otras actividades que una familia tradicional si la ocupa. Ejemplo, lavar el carro, bañar a la mascota, entre otras.

Como podemos observar en la comparación, el Agua Potable de Quito es relativamente económica en relación al utilizar la misma cantidad de agua por medio de la marca AQUA (bidón), se especifica que es un precio relativo ya que no se considera la infraestructura y el mantenimiento de las tuberías del hogar.

- **Conclusión Percepción de costo y calidad**

Se pudo evidenciar que el Agua Potable de Quito es relativamente económica y de mejor calidad que el agua embotellada AQUA (bidón). Este apartado únicamente fue para establecer una idea al lector de su percepción de costo y calidad del servicio de saneamiento y potabilización por parte de la EPMAPS.

2.2 Factores ambientales de riesgo en la Reserva Ecológica Antisana

- **Aspectos de vulnerabilidad climática y dinámica**

La vulnerabilidad se conoce como el grado en que un sistema o componente sufre un daño debido a una amenaza (Turner et al, 2003). Cuando se habla de vulnerabilidad por cambio climático El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático, (IPCC) la define como la incapacidad de un sistema para confrontar los efectos negativos o adversos en calidad climática.

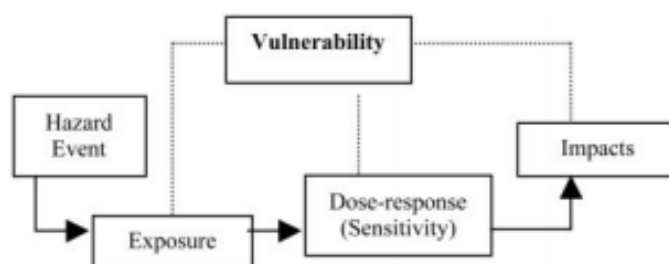
Se debe conocer que la vulnerabilidad es un estado dinámico, difícil de predecir, cambia con el tiempo y de acuerdo con su magnitud. Sin embargo, todo depende de la exposición de la amenaza y su sensibilidad para la adaptación en el sistema. Por último, recordad que la vulnerabilidad no es uniforme, su distribución no es equitativa esto dependerá del impacto de la amenaza y su poder de contaminación (MAE, SG – CAN, 2014).

La exposición se conoce como el grado en que el sistema experimenta los cambios. Para determinar la exposición es necesario conocer la magnitud, frecuencia, tiempo y extensión geográfica del cambio para posterior determinar un patrón (Turner et al, 2003). La sensibilidad es el grado en que el sistema se encuentra afectado tanto positiva o negativamente. Todo esto por la variación dinámica del espacio (Turner et al, 2003). Tomando como ejemplo relacionado con el tema, los campesinos aledaños a la REA tienen un grado mayor de afectación comparado con los habitantes del sur de Quito (MAE, SG – CAN, 2014).

La capacidad de adaptación, se denomina como el conjunto de capacidades y recursos que tiene el sistema para hacer frente a los efectos e implementar medidas adaptativas al shock (Turner et al, 2003). Tanto la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación forman parte del análisis de vulnerabilidad de la zona geográfica. Al hablar de la biodiversidad es diferente para Herzog, Martínez, Joergensen, & Tiessen, (2012) esto dependerá de la propia especie y sus rasgos biológicos. Además, de la exposición sufrida por su localización y por el poder de adaptación de cada especie.

- Figuras de sinopsis

Gráfico 13: Vulnerabilidad ambiental

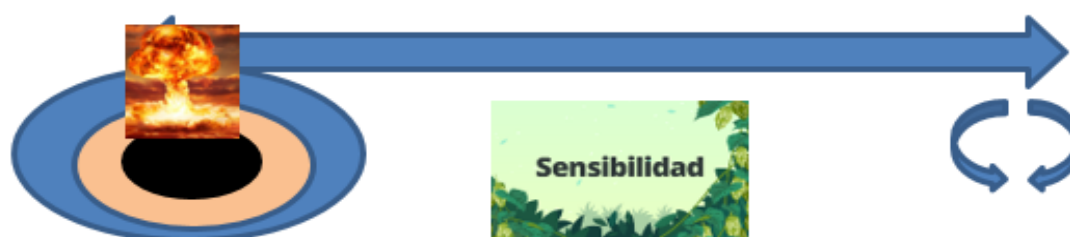


Turner, et al (2003)

Tabla 16: Vulnerabilidad dinámica

Vulnerabilidad dinámica

Cambio climático, cambio social, demográfico, uso del suelo, margen de regulación y otros posibles eventos.



Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur	La Reserva Ecológica Antisana es un área protegida por el MAE y el SNAP, sus condiciones son únicas en el mundo.	Programas y políticas ya existentes creadas por MAE y SNAP
Uso indebido del suelo		Monitoreo de la zona de estudio.
Caza de animales nativos de la zona		Pérdidas irreparables en biodiversidad.
Uso del agua para la agricultura sin monitoreo		Infracciones por mal uso.
Cambio climático	Su sensibilidad según MAE es del grado más alto ya que el ecosistema es frágil a cambios dinámicos (MAE, SG – CAN, 2014).	Capacitación a la población del sector.
Sistema de gobernanza		
Pastoreo y cría de animales		

Fuente: Turner, et al (2003); Elaboración propia

- **Servicios naturales amenazados en la Reserva Ecológica Antisana**

En esta sección se identificarán los problemas de la REA clasificándolos por los servicios que provee. La Reserva Ecológica Antisana dota de importantes servicios ecosistémicos:

Tabla 17: Servicios ecosistémicos en la REA

Servicio ecosistémico	Beneficiarios
Servicios de Aprovechamiento	
Agua para las comunidades aledañas, agricultura y ganadería.	Personas que habitan cerca de la REA, Agricultores y Ganaderos.
Agua para los habitantes de Quito	Distrito Metropolitano de Quito y habitantes.
Servicio de Regulación	
El volcán Antisana cumple el objetivo de regular el clima regional.	Todos los seres vivos de la región y objetivo de estudio nacional e internacional.
La función del glacial y el páramo en general tiene el objetivo de servir como regulador del flujo de agua.	Distrito Metropolitano de Quito y usuarios del agua que se encuentren dentro o fuera de la REA.
Servicio de Soporte	
Sumidero de carbono. El páramo tiene la función de soporte.	Beneficios para todo el mundo, principalmente para el país.
Servicios Culturales	
Turismo	Todos que desean visitar la REA y sus alrededores.
Investigaciones y comunidad científica.	Científicos de todas partes del mundo.

Fuente: Azqueta (2007) y MAE, SG – CAN (2014); Elaboración propia

- **Servicios Culturales**

Para contemplar este apartado tenemos que tener en cuenta que desde 2006 a 2010 es promedio de visitas de en la REA fue en promedio 1.823 turistas (MAE 2012). Sin embargo, el MAE con resolución de 2011 disminuyó la tarifa por concepto de ingreso a las áreas protegidas y en base al Acuerdo Ministerial No. 006 del 16 de enero de 2012 las tarifas por ingreso se eliminaron en su totalidad, únicamente excluyendo al Parque Nacional Galápagos. Es por este motivo que desde el 2012 la REA incremento notablemente el número de turistas en la zona llegando alrededor de 40 mil visitantes al año (MAE, SG – CAN, 2014).

- **Mitigación de riesgo por cambio climático**

La EPMAPS en 2014 con el fin de garantizar el servicio de agua potable, desarrolló estudios para pronosticar la evolución de los recursos hídricos. Los resultados no son alentadores, la predicción de sus escenarios son los siguientes; El primero muestra una reducción de disponibilidad de agua en un aproximado de 12% y para el segundo es más pesimista y prevén una disminución de hasta 34% (EPMAPS, 2018). Cabe mencionar que existe otro posible escenario en el cual la disponibilidad de agua no se encuentre afectada, estos escenarios se profundizaran posteriormente.

- **Censo de pastoreo y contaminación al servicio hídrico**

Se debe mencionar que anteriormente la REA era una hacienda, la cual los propietarios realizaban un manejo de pastoreo intensivo y extensivo. Según censo del FONAG en 2011 el terreno estaba conformado por 22 000 animales aproximadamente de ganado vacuno y ovejas, todo esto se refleja en las pruebas de calidad del agua en la REA (Capítulo 1), es por ello su número alto de bacterias y contaminación fecal en la parte hídrica de la zona de estudio (FONAG, 2018). Actualmente, las comunidades nativas de la zona ocupan ilegalmente las instalaciones para alimentar a sus animales, esto se demuestra en las estadísticas del FONAG en 2018, se encontraron alrededor de 700 ovejas en la REA, siendo esta una especie prohibida en el lugar (EPMAPS, 2018).

- **Pérdida de flora y fauna por cambios ambientales**

La vulnerabilidad de las especies ante los cambios climáticos es preocupante en la Reserva Ecológica Antisana, su capacidad de adaptación y sensibilidad frente al margen de la exposición representan tres posibles escenarios: (desplazarse), cambiando su hábitat natural, (adaptarse), a pesar de los cambios y su exposición a los mismos o (extinguirse), desapareciendo la especie en la zona (Cuesta et al., 2012). La capacidad de desplazarse es de vital importancia para las especies, en los Andes la temperatura aumenta o disminuye alrededor de 0,68° C por cada 100 metros de desplazamiento según su ascenso o descenso de las montañas (MAE, 2011).

En estudio del MAE de 2011 se consideró el análisis (Cuesta et al., 2012) en el cual especifica los dos posibles escenarios de las especies en zona, esta proyección se realizó para 2020 y 2050.

Escenarios con dispersión ilimitada: En este caso existe un desplazamiento vertical y ascendente de las especies. Cerca de 81 especies podrían desaparecer en específico las que se encuentran entre 600 y 1500 metros de altura.

Escenarios con dispersión nula: En este caso las especies no se pueden desplazar esto se debe a que gran cantidad de las especies de flora no poseen la capacidad de desplazamiento. Además, el margen de tiempo que los cambios y su explosión entablan son mínimos para su adaptación. Cerca del 60% de plantas y aves podrían desaparecer (Cuesta et al., 2012).

Según el MAE, 2011 estos cambios climáticos se apresuran debido al mal manejo de los habitantes que utilizan la reserva de forma ilegal, ya que se contempla incendios y actividades de pastoreo.

La precipitación y el recurso hídrico en la zona son factores importantes en la producción de flores y frutos de diversas especies, estas utilizan las fechas húmedas para la fenología reproductiva y los posibles cambios climáticos representan vulnerabilidad en plantas que son de alta sensibilidad. Se ha observado la adaptación de diversos tipos de flora en la zona, sus hojas y su grosor son los principales cambios en su biología (Sáenz, 2019).

- **Huella de carbono registrada por el FONAG y EPMAPS**

La EPMAPS al ser una empresa extractora del recurso hídrico en la zona es inevitable la emisión de gases de efecto invernadero, sin embargo, su cuantificación nos ayuda a entender la dimensión del mismo y sus objetivos para disminuirlo. Estos gases son los principales causantes del cambio climático en el mundo (EPMAPS, 2018).

Tabla 18: Huella de carbono registrada por el FONAG y EPMAPS

Huella de carbono registrada por el FONAG y EPMAPS								
			2016		2017		2018	
	Emisiones <i>tCO₂e</i>	Porcentaje	Emisiones <i>tCO₂e</i>	Porcentaje	Emisiones <i>tCO₂e</i>	Porcentaje	Emisiones <i>tCO₂e</i>	Porcentaje
Alcance 1	3.775,30	5,52%	3.025,30	3,83%	2.840,40	2,98%	2.888,00	2,23%
Alcance 2	11.734,10	17,16%	13.118,10	16,62%	12.718,50	13,36%	13.076,90	10,11%
Alcance 3	52.853,20	77,31%	62.770,20	79,54%	79.664,70	83,66%	113.345,10	87,66%
	68.362,60	100,00%	78.913,60	100,00%	95.223,60	100,00%	129.310,00	100,00%

Fuente: EPMAPS (2018), Elaboración propia

En el cuadro se especifica el porcentaje de CO₂ en toneladas que la EPMAPS emite al año, se divide en alcance 1 (Combustión móvil), alcance 2 (Electricidad adquirida), alcance 3, (Obras de construcción y servicios). La misma empresa hace énfasis de su disminución de gases invernadero, sin embargo, esto solo ocurre en el caso de combustión móvil la cual es producida por el parque automotor, en los otros dos alcances tanto 2 y 3 las cifras aumentan. Según la EPMAPS (2018) en su informe de sostenibilidad, explica que el aumento en el alcance 2 fue debido a la falla de una turbina en una de sus hidroeléctricas la cual le ha obligado a adquirir electricidad en la red municipal, a pesar de ello la cifra ha aumentado en los últimos años y la emisión de gases de efecto invernadero por obras en construcción es la que más se evidencia, siendo este el porcentaje mayor de los otros dos alcances. En conclusión, existe una falla en la planificación de nuevas obras, la EPMAPS establece que el principal problema que amenaza la red hídrica de la ciudad es el cambio climático, sin embargo, no se evidencia su compromiso en la huella de carbono ni en la aportación de fondos en inversión ambiental (EPMAPS, 2018).

Capítulo 3:

Escenarios ambientales futuros en la Reserva Ecológica Antisana y la incidencia que estos tendrán en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

Según el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) el calentamiento global, ocasiona cambios ambientales nefastos para los sistemas físicos y biológicos, ejemplo de ellos, los glaciares pierden masa, el nivel del mar es alterado, olas de calor, sequías, inundaciones, tormentas, entre otros. En Ecuador estos cambios se comienzan a notar principalmente en los glaciares, la pérdida de ellos es aproximada a un 60% (MAE, 2017).

Las estimaciones a nivel mundial reflejan un escenario pesimista en el cual existe una reducción de agua subterránea y superficial, por otro lado, muestran un aumento en las latitudes altas, se debe reconocer que la calidad del recurso no es la misma y su investigación sería necesaria para la utilización (IPCC, 2001). Además, considerando las pérdidas en cuestión de glaciares, en nuestro país que ha variado de 25% al 60% en los últimos años y sus cifras alarmantes en el Antisana por la pérdida del 20% del total del glaciar (MAE, 2017). Esto ha llevado a organizaciones como la EPMAPS y el FONAG ha mostrar preocupación por los posibles cambios, ya que la alteración de las cuencas que satisfacen del servicio de agua potable para Quito se encuentran en alerta (EPMAPS, 2019). En este capítulo se observa los posibles escenarios ambientales en la REA y los costos vinculados en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, revisando los montos de inversión en calidad de conservación y mantenimiento ambiental de la zona de estudio.

3.1 Escenarios ambientales en la Reserva Ecológica Antisana

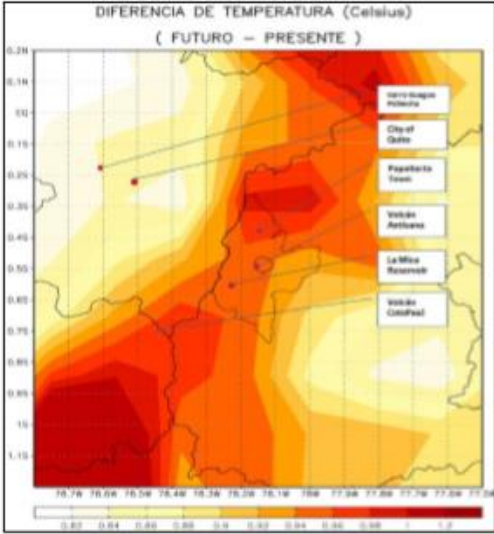
La REA se encuentra en estado de alerta por los posibles cambios que pueden ocurrir en un futuro es por ello que se mencionara los dos escenarios que pueden provocar un aumento o reducción en la producción de agua en las cuencas hídricas del Antisana.

- **Reducción de los caudales**

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Consultora DHI en el 2013 se desarrolló un proyecto vigilado y supervisado por la EPMAPS el mismo que se evidencia en las memorias de sostenibilidad realizado por el Municipio de Quito en el año 2018, en este estudio de 2013 denominado “Climate Change Impacts on Glacier Retreat and Mountain Hydrology and its Implications” analiza los impactos del suministro de agua, tomando en cuenta los factores de retroceso de los glaciares, pérdida del páramo y pérdida de agua por cambios en precipitación y evaporación (Jensen R; Miralles F; Muñoz C, 2013).

Según las memorias de sostenibilidad del 2018 se utilizó un Modelo Japonés de Clima TL595 el cual ya se ha tomado en cuenta en otros estudios para predecir comportamientos en el clima andino. Considerando que el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur realizado por la EPMAPS tiene un tiempo de vigencia de 50 años siendo los años (2000-2050) y el proyecto de BID estimo un cambio entre (2015-2039) comprende con los años del sistema por lo que su predicción se ajusta. Según el proyecto del BID (2013) la temperatura en la zona de estudio tendrá un cambio alrededor de 1°C para los periodos mencionados del estudio.

Gráfico 14: Diferencia de temperatura (Celsius)



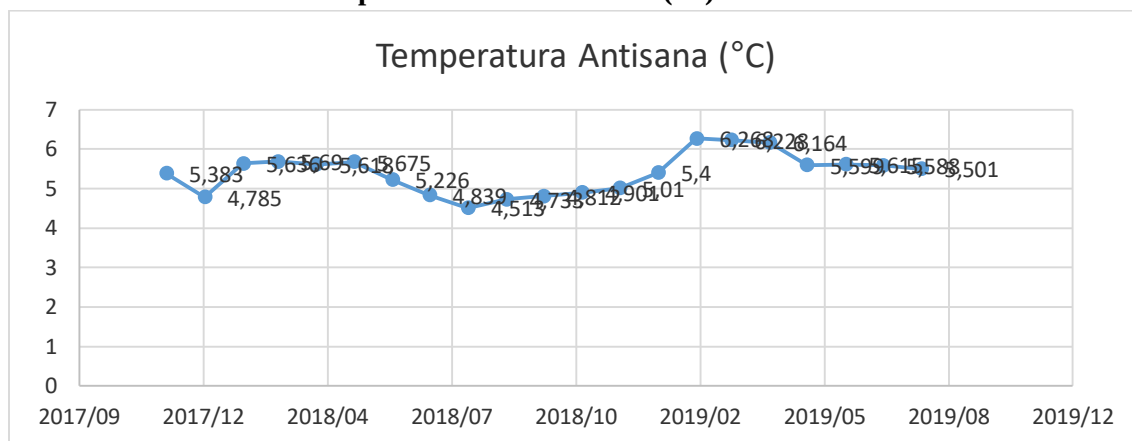
Fuente: Jensen, R., Miralles, F., & Muñoz, C. (2013). Climate Change Impacts on Glacier Retreat and Mountain Hydrology and its Implications. BID-DHI. (Zona de la Reserva Ecológica Antisana)

Gráfico 15: Proyección de cambios en la temperatura del Antisana (°C)



Fuente: Jensen, R., Miralles, F., & Muñoz, C. (2013). Climate Change Impacts on Glacier Retreat and Mountain Hydrology and its Implications. BID-DHI. (Zona de la Reserva Ecológica Antisana)

Gráfico: 16: Cambio de temperatura en el Antisana (°C)



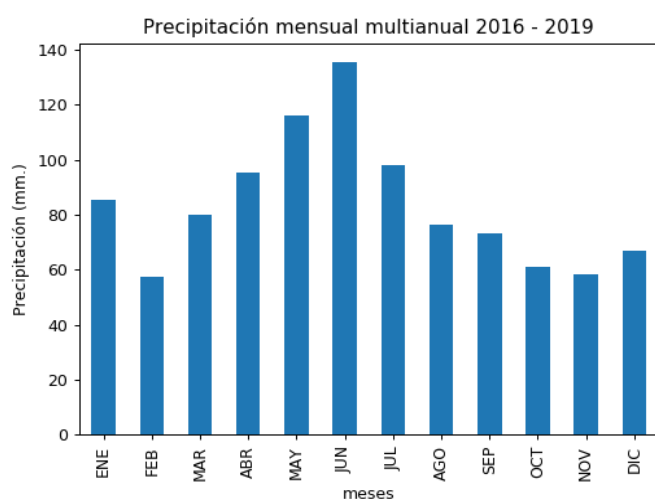
Fuente: EPMAPS (2020) Elaboración propia.

Como podemos observar en las dos primeras graficas realizadas por la BID (2013) y comparar en los datos reales de la EPMAPS de (2017 a 2020) su pronóstico se está acercando ya que actualmente se observa un aumento alrededor de 0,59° C en sus puntos más altos y 0,54° C tomando en cuenta los promedios por año. Considerando que el proyecto del BID (2013) es una aproximación hasta el 2039 su pronóstico en el cambio de temperatura es realmente ajustado.

Por otro lado, en el proyecto del BID (2013) menciona la disminución promedio entre 3% y 4% de la precipitación del recurso hídrico en la REA incluyendo sus cuencas del entorno. La precipitación del agua es importante en el ciclo del recurso, cuando el agua de los océanos, lagunas, glaciares, etc., se evapora y se condensa formando nubes, al momento de su acumulación cae a esta caída se la conoce como precipitación (Sinha; Michalak; Balaji, 2017). Sin embargo, gracias a los pluviómetros utilizado por la EPMAPS para cuantificar la precipitación del agua podemos observar que en la laguna la Mica no ha experimentado una disminución de precipitación, a diferencia del proyecto del BID (2013) estudios actuales muestran que este incremento de precipitación del agua es perjudicial para la calidad del recurso, así lo muestra el artículo de la revista Science “Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes, 2017” en este se menciona que el incremento de la precipitación en la zona se debe a un aumento de la temperatura por lo que el agua se evapora cada vez más rápido creando un mayor conteo de precipitación mensual y anual, según el artículo de la revista Science (2017) este aumento de precipitación puede ser perjudicial en la calidad del agua ya que arrastraría nitrógeno y fósforo procedente de las diversas actividades humanas y su contaminación respectiva.

Gráfico 17: Precipitación mensual Antisana

PRECIPITACIÓN MENSUAL													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2016		73,3	105,9	124,8	83,4	149,3	94,2	41,3	86,6	43,4	30,9	52	885,1
2017	89,2	49,8	116,6	65,9	94	132,5	111,6	104,1	60,5	47,2	42,2	77,2	990,8
2018	104,7	44,5	33,3	103,8	138,8	106,1	57,8	81,6	80,1		92,5	101,1	944,3
2019	62,7	62,5	63,9	87	148,2	154,2	128,7	78,3	65,6	91,9	67,3	37,4	1048
PROM	85,5	57,5	79,9	95,3	116,1	135,5	98	76,3	73,2	60,8	58,2	66,9	1003
MAX	104,7	73,3	116,6	124,8	148,2	154,2	128,7	104,1	86,6	91,9	92,5	101,1	154,2
MIN	62,7	44,5	33,3	65,9	83,4	106,1	57,8	41,3	60,5	43,4	30,9	37,4	30,9



Fuente: EPMAPS (2020)

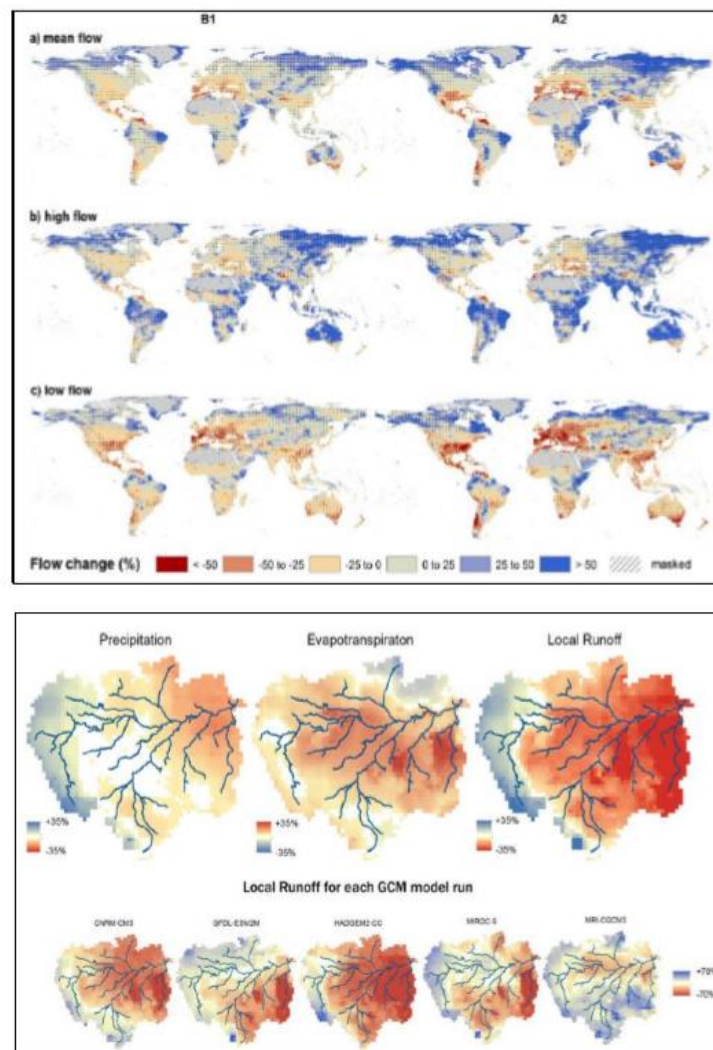
En la gráfica existe un aumento de precipitación mensual y anual cuantificada por la EPMAPS sin embargo su crecimiento es muy bajo por el momento, a pesar de esto no se ajusta con el proyecto elaborado por el BID (2013). En conclusión, el estudio del BID (2013) propone dos posibles escenarios para (2015-2035) el primero optimista en donde la temperatura aumenta 1°C provocando una pérdida de 12% de todos los caudales de la REA, esto se deberá a la pérdida en: 6% del páramo, 2% desgaste del glaciar y 6% a causa de cambios en la precipitación. El segundo escenario es desalentador, se prevé un aumento de 1,5°C a 2°C esto provocaría una recesión de todos los caudales de la REA en 34% y siendo 10% por desgaste del glaciar y 18% a causa de pérdida del páramo. Este segundo escenario, se ajusta en términos de desgaste del glaciar, el Antisana ha perdido cerca del 40% de su superficie de glaciar en el último medio siglo (MAE, 2017). A pesar de este dato ambos escenarios en términos de reducción de los caudales son estimaciones que se deben tomar en cuenta.

- **Aumento de los caudales**

Como se manejó en la problemática el desgaste del glaciar es real, a pesar de existir un 20% de disminución del mismo, en el estudio “Linking global climate change to local water availability: Limitations and prospects for tropical mountain watershed” muestra que este aumento de desgaste

en el glacial aumentará las capacidades hídricas en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, de acuerdo a este estudio publicado por la revista científica ELSEVIER y realizado específicamente para Quito, la situación futura según simulaciones de modelos climáticos, la temperatura media y baja acrecentaran esto provocará un aumento de la evapotranspiración y frecuencia en la precipitación. Además, según un estudio realizado a nivel global “Global river discharge and water temperature under climate change” muestra el impacto del cambio climático en los ríos visto a nivel mundial, en este se identifica un cambio de temperatura en los lugares de extracción de agua dulce.

Gráfico 18: Cambios climáticos proyectados a nivel mundial



Fuente: van Vliet, M., Franssen, W., Yearsley, J. R., Fulco, L., Haddeland, I., Lettenmaier, D., & Kabat, P. (2017). Global river discharge and water temperature under climate change. ELSEVIER, 15.

Los resultados muestran los cambios climáticos proyectados a nivel mundial para caudales medios, máximos y mínimos. En los que se evidencia el aumento de descarga en los ríos maximizando los caudales y recursos. En ambos artículos científicos publicados por ELSEVIER

muestran que el problema no radicaría en la disminución del recurso sino en la calidad del mismo ya que se evidencia problemas de humedad de suelo y aumento de partículas infecciosas, lo que muestra el riesgo latente en el proceso de potabilización y tratamiento del agua.

En conclusión, un aumento sustancial del recurso hídrico en la Reserva Ecológica Antisana no necesariamente concluiría en un abastecimiento completo a la población ya que se muestra una dificultad al momento del tratamiento del recurso por los cambios ecológicos en la zona de estudio. Además, como ya se mencionó anteriormente el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur tiene una capacidad instalada la cual a pesar de poseer más recursos hídricos no puede procesar este supuesto superávit, en el caso de que este escenario se llegara a cumplir el exceso de agua se dirigiría directamente al vertedero sin ser ocupado en absoluto.

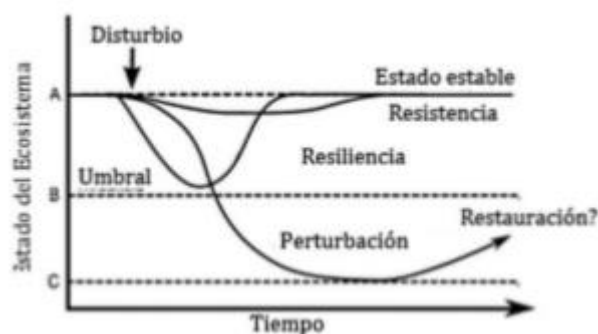
3.2 Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana (FONAG-EPMAPS)

El FONAG (2014), creó una Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana, en esta se encuentra el plan que sigue la entidad: Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal, menciona dos organismos que ayudan y supervisan proyectos de recuperación ambiental en los Páramos, estos son: El Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso acelerado de Glaciares en Los Andes Tropicales (PRAA) y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). La guía reconoce la falta de información en las microcuencas del Páramo, evidenciando un contexto incierto en posibles cambios climáticos o perturbación de su hábitat. Es por este motivo que ha creado un plan de cinco fases para examinar, conceptualizar, restaurar y elaborar técnicas y proyectos, con el fin de potenciar la protección de las microcuencas del Antisana y Pita.

- **Bases conceptuales de la Restauración Ecológica**

Cuando se desea realizar una restauración existen dos tipos de conceptos que se necesitan examinar, se ejecutará una restauración ecológica o una restauración del capital natural. La primera se define como una intervención al ecosistema luego de una degradación y la segunda aporta en la ecología y la economía ecológica, proyecta la degradación y restaura el ecosistema, pero también potencia el plan con posibles estrategias frente a perturbaciones futuras por cambios negativos en la estructura natural, con lo cual ayuda directamente al beneficio humano con la potenciación de los servicios ecosistémicos en la zona.

Gráfico 19: Estados del ecosistema



Fuente y elaboración: Society for Ecological Restoration International (2004)

El modelo demuestra los estados del ecosistema frente a una degradación ambiental:

Resistencia: Las perturbaciones son incapaces de cambiar la estructura y la funcionalidad del ecosistema, por lo que en un corto tiempo la misma capacidad biológica recobrará los atributos y volverá a un estado inicial.

Resiliencia: Igual que en el anterior escenario, el ecosistema con la ayuda de un correcto trato y bajo sus mismos atributos podrá recuperar sus atributos iniciales y con ellos llegar a la estabilidad del ecosistema.

Disturbio: En este caso no existe la capacidad de que el ecosistema retome sus atributos, este crea un nuevo equilibrio, sin embargo, modifica totalmente el hábitat y crea daño irreparable

En este último escenario, existe un umbral de irreversibilidad o de no retorno, la trayectoria futura del ecosistema nunca podrá lograr revertir la destrucción causada en la zona (SER, 2004).

Por otro lado, se debe reconocer el correcto uso del lenguaje al mencionar rehabilitación o recuperación, nos podemos ayudar con este cuadro para reconocer las diferencias:

Tabla: 19: Conceptos guía restauración ecológica

Concepto	Definición	Proceso
Rehabilitación	Enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema	Mitigación, creación de proyectos ambientales, revegetación, reforestación.
Recuperación	Concepto usado en la Restauración, cuando un ecosistema contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como seguir su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional.	Es más profundo, mide los beneficios sociales derivados a las mejorías y los beneficios directos de su conservación a futuro y protege el ambiente. Conlleva un proyecto sostenible e intergeneracional.

Reclamación	Recupera la productividad y estructura, pero no la biodiversidad. Genera pocos o nulos beneficios para la biodiversidad.	No realiza ningún tipo de proyecto, únicamente utiliza herramientas de limpieza para mejorar el apartado visual del área.
-------------	--	---

Fuente y elaboración: Society for Ecological Restoration International (2004)

- **Sucesión, disturbios y la restauración en páramos**

Antes de realizar el plan se debe conocer ciertos aspectos del ecosistema, el tipo de sucesión y de disturbio, el primer aspecto posibilita identificar las etapas por las cuales es más sencillo conseguir un estado de recuperación, la sucesión se divide en primaria y en secundaria, la diferencia es la permanencia de los problemas ambientales en la zona, si se reconoce como primaria los problemas son recientes y si se la denomina como secundaria se puede mencionar que el problema es de anteriores periodos o de un elemento de disturbio muy severo (FONAG, 2014).

El tipo de disturbio se lo reconocerá por los siguientes elementos del problema ambiental en la zona:

Tabla 20: Elementos del disturbio

Concepto	Definición
Disposición	Disposición espacial, incluyendo relaciones con gradientes geográficos, topográficos, ambientales y comunitarios.
Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia de disturbio, cuando es expresada como una fracción decimal de eventos anuales.
Intervalo de retorno	Tiempo promedio entre dos disturbios.
Período de rotación	Tiempo promedio necesario para perturbar un área equivalente al área de estudio (el área de estudio debe estar explícitamente definida).
Predictibilidad	Varianza del intervalo de retorno, que permite ponderar la recurrencia del disturbio.
Área o tamaño	Puede ser expresada como área por evento, área por intervalo de tiempo, área por evento por intervalo de tiempo o área total por tipo de disturbio por intervalo de tiempo. Normalmente se expresa como porcentaje del área total.
Intensidad	Fuerza física del evento por área por unidad de tiempo. Ejemplo: calor liberado por área por intervalo de tiempo en un incendio, o velocidad del viento en huracanes.
Severidad	Impacto en el organismo, la comunidad o el ecosistema. Ejemplo: biomasa removida.
Sinergia	Efectos por la ocurrencia de otros disturbios. Ejemplo: la sequía incrementa la intensidad del fuego y el daño por insectos incrementa la susceptibilidad a tormentas.

Fuente y elaboración: Pickett y Whitte (1985), citado en FONAG (2014)

Tomando en cuenta todos estos aspectos se procede a realizar el plan de restauración.

- **Elementos para elaborar un Plan de Restauración Ecológica en Páramos (FONAG-EPMAPS)**

Se debe realizar un plan con objetivos y estrategias con metas claras y posibles de conseguir, además, se debe considerar todos los escenarios, incluyendo la determinación financiera, de esta forma se tratará de conseguir recuperar todas las principales funciones (hídrica, social, cultural, almacenamiento de carbono, entre otros) a continuación se detalla todos los elementos que se deben considerar en un plan de recuperación ambiental en la zona páramo.

- *Caracterización de las áreas y selección del escenario de referencia. Situación actual del área a restaurar (se incluye la línea histórica de degradación)*
- *Caracterización de disturbios, limitantes y factores de tensión de las áreas a restaurar*
- *Garantizar la participación de los actores sociales (dependiendo las características del páramo a restaurar)*
- *Plantear los objetivos y metas de la restauración*
- *Selección de los sitios potenciales a ser restaurados*
- *Identificación de plantas importantes para la restauración*
- *Diseño y aplicación de estrategias para la restauración ecológica*
- *Monitoreo, seguimiento y evaluación del proceso de restauración*
- *Difusión de resultados (FONAG, 2014).*

En la Guía reconoce la importancia de los factores: políticos, económicos, sociales si no se encuentra alineados, limita las posibilidades de la intervención correcta en la recuperación del páramo, la falta de apoyo político y económico de los actores gubernamentales con su falla en su organización y el desinterés son los problemas más reiterados al momento de realizar estos tipos de proyectos a favor del medio ambiente. (FONAG, 2014)

- **Estrategias de Restauración para el Ecosistema Páramo (FONAG-EPMAPS)**

Las estrategias planteadas tendrán la finalidad de cumplir con las metas planteadas en el proyecto, para esto se debe reconocer la diferencia entre restauración pasiva, activa y rehabilitación.

Tabla 21: Tipo de recuperación

Recuperación pasiva	Recuperación Activa	Rehabilitación
Esta recuperación, será válida únicamente si el daño del ecosistema es bajo y la resiliencia del mismo es alta, elimina la tensión del lugar bajo problemas de caza, talas y quemas leves del área.	El daño es mayor, por lo que sus costos y la magnitud del proyecto es relevante, se lo ocupa cuando existe un disturbio grande y altera al ambiente físico y químico de la zona.	Es únicamente un proceso de rehabilitación mediante reforestación, no cumple con recuperar las funciones perdidas del ecosistema.

Fuente y elaboración: FONAG (2014), SER (2004)

La recuperación pasiva tiene un mayor beneficio al corto plazo, ya que el ecosistema tiene la capacidad de renovar sus funciones con rapidez y su costo económico es menor al de una recuperación activa (FONAG, 2014). En la mayor parte de la Reserva Ecológica Antisana, su recuperación se podría denominar pasiva, sin embargo, la FONAG no ha destinado ningún tipo de proyecto para que la situación no empeore. El único programa realizado por la FONAG en la RAE es en la microcuenca Jatunhuayco el cual fue un programa de recuperación activa por su gravedad, a continuación, se detallan algunas de las estrategias ambientales utilizadas FONAG (2017).

En el contrato de intervención biofísica en los márgenes del “arenal dos” de la unidad hídrica Jatunhuayco en Antisana (2017), se invirtió en:

Tabla 22: Inversión en el contrato de intervención “arenal dos”

Acciones	Valor USD (\$)
Adquisición de los 5958 jampas de madera exótica.	5064,30 USD
Adquisición de 3277 estacas de Eucalipto. (cercar el terreno)	1638,50 USD
Adquisición y recolección 2860 plantas.	1144,00 USD
Concepto de 1,78 kg de hidrokeeper (gel retenedor de humedad)	50,00 USD
Adquisición de 11916 pernos auto perforantes	714,96 USD
Adquisición de 358 libras de alambre de amarre N° 16	716,00 USD

Fuente: FONAG (2017); Elaboración propia

Este programa tuvo un costo total de 20.770,88 USD, esta cantidad considera, mano de obra, coordinación, transporte de los materiales y IVA.

Se tiene como objetivo aumentar la cobertura vegetal, con especies leñosas y herbáceas, que poseen propiedad para la restauración en el ecosistema, disminución de la escorrentía del suelo, mejora en la germinación de las especies y establecimiento apto para otros individuos. Las funciones de estas especies ayudan a la activación de las propiedades de residencia del lugar, con lo cual se espera conseguir un equilibrio a largo plazo, esto por ser una restauración activa por lo que tiene mayor duración, cuidado y monitoreo en el tiempo (FONAG, 2017).

La inclusión de especies nativas de la zona, es una tarea complicada, esto por la dificultad de reconocer las condiciones del suelo, es por esta razón que implementar especies con amplitud de nutrientes y capaces de resistir entornos difíciles es una mejor alternativa, cabe mencionar que estas especies no alteran la vida de otras. Por último, otra de las estrategias es la construcción de tapetes o biomantos, este es un biotextil creado con yute, fique o fibra natural, con lo cual se puede corregir posibles problemas de erosión, cambios fuertes del viento o precipitación que causarían la imposibilidad del ciclo vital de la vida de estas especies (FONAG, 2014).

Este es el único proyecto que el FONAG ha realizado en la RAE, desde la creación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur en el año 2000. Además, se debe reconocer que la intervención

de la microcuenca Jatunhuayco es fundamental ya que aporta 200 l/s al mismo sistema de la EPMAPS.

- **Recomendaciones para el monitoreo y evaluación de zonas de páramo restauradas (FONAG-EPMAPS)**

Se reconoce como un seguimiento al entorno, para conocer la efectividad de las estrategias, esta parte es esencial para corregir problemas en el programa. Es la fase en la cual su finalidad será reconocer las metas y conseguir experiencias para posibles proyectos futuros. Los pasos para el monitoreo tendrán que poseer las siguientes características: la información acumulada será útil para reconocer la fragilidad del lugar y poder solucionar problemas en el área o en zonas adyacentes, la eficiencia de los recursos y la minimización de costos será importante para poder abarcar más extensión de la recuperación, el monitoreo debe constar con una línea de tiempo para reconocer las avances y por último, la metodología deberá contar con bases para la propia sostenibilidad del ecosistema.

Algunos de los indicadores útiles para monitoreas son los siguientes:

Suelo: recuperación de la estructura física y nivel de compactación; niveles y composición de nutrientes, presencia de micorrizas, banco de propágulos existentes, niveles de infiltración de agua, cantidad de materia orgánica.

Flora: supervivencia y crecimiento de plantas trasplantadas, sembradas o resembradas; presencia de semillas y plántulas de especies colonizadoras como especies del género *Hypericum sp.*; potencial de regeneración de especies claves como *Calamagrostis intermedia*.

Fauna: recuperación de especies locales como pequeños mamíferos (conejo de páramo *Sylvilagus brasiliensis*); artropofauna presente en el suelo; registro de la presencia de grandes como el venado de cola blanca *Mazama Rufina* o el oso de anteojos *Trecomarctos ornatus*. (Vargas et al, 2010).

3.3 Costos de operación del servicio hidrológico agua en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

Según oficio N° 358 – DFE dirigido al Gerente General de la EPMAPS, los costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica–Quito Sur son los siguientes:

Tabla 23: Costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

COSTOS SISTEMA MICA-QUITO-SUR		
	2018	2019
Remuneraciones Unificadas	317.901,49	274.701,26
Remuneraciones Variable	4.093,18	6.028,92

Décimo tercer sueldo	29.088,09	28.481,13
Décimo cuarto sueldo	7.720,78	8.321,32
Subsidio de transporte	1.354,00	787,00
Subsidio alimentación	18.060,00	17.532,00
Subsidio familiar	922,54	795,88
Subsidio antigüedad	5.378,40	5.476,40
Subrogaciones	729,60	1.564,13
Horas extras	58.512,65	54.642,43
Aporte patronal	45.304,64	40.461,21
Fondos de reserva	28.244,92	27.304,42
Vacaciones del Personal	7.584,66	3.732,78
Medicinas y sus Implementos	51,79	33,86
Dotación	13.766,10	13.394,03
Herramientas	609,21	81,20
Insumos Laboratorio	29,64	7,24
Materiales para Construcción	98,71	277,58
Material de Oficina	820,25	2.828,74
Repuestos	2.032,93	3.548,70
Servicios Administrativos / Generales	23,54	2,67
Peaje	12,50	12,60
Otros Servicios de Terceros	178.980,25	1.499,95
Mantenimiento Maq. Y equip. Eléctrico	894,81	-
Amortización Edificio	1.255.001,72	1.255.001,73
Amortización Muebles de Oficina	133,47	133,40
Amortización Maquinarias y Equipos	61.899,19	78.855,03
Amortización Vehículos	2.410,50	4.281,21
Amortización Equipos Informáticos	648,75	356,41
Amortización Licencias	19,52	20,41
Amortización de Redes de Agua	160.589,29	226.982,90
Amortización Red Alc	1.512,81	1.512,81
Amortización Herramientas	-	43,09
Amortización Maquinarias y Vial	-	18.034,39
2 Amortización Herramientas	259,94	-
3 Amortización Maquinarias y Vial	23.321,72	-
1 Pérdida en Baja de Activos	72,69	11,70
	2.228.084,28	2.076.748,53

Fuente y elaboración: EPMAPS (2019)

La importancia de conocer los costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica–Quito Sur es observar el monto destinado para el mantenimiento o remediación ambiental de la zona. Se debe mencionar que este detalle es completo de todos los rubros del servicio. Como se puede percibir no existe ningún tipo de rubro destinado a gastos de tipo ambiental en este detalle. Posteriormente al observar el consolidado de todos los sistemas de abastecimiento de agua potable en Quito, se pudo conocer el monto que la empresa destina a su departamento ambiental y al

FONAG para proyectos ambientales. Sin embargo, esto ocasiona una falla ya que cada sistema tiene independientemente, un costo de tipo ambiental diferente (EPMAPS, 2019).

- **Ingresos totales de la EPMAPS vs Aportación Ambiental**

Tabla 24: Ingresos EPMAPS

Ingresos		
Descripción	2017	2018
Ingresos Operacionales	149 869 872,71	150 962 056,02
Otros ingresos no Comerciales	642 969,44	2 215 228,76
Otros ingresos no Operacionales	5 089 084,65	11 320 107,31
Transferencias Gubernamentales	16 689 623,25	13 151 733,83
Total Ingresos	172 291 550,05	177 649 125,92

Fuente y elaboración: EPMAPS (2019)

Tabla 25: Inversión ambiental EPMAPS

Inversiones Ambientales		
Rubro	2017	2018
Manejo y conservación de interés hídrico	328 335	472983
Gestión Ambiental	404 105	255242
FONAG	2 505 097	2 456 087
Total	3 237 537	3 184 312

Fuente y elaboración: EPMAPS (2019)

La EPMAPS y el FONAG para 2017 creó la Estación Científica Agua y Páramo, la cual adquirió hectáreas de terreno con la finalidad de la conservación de las áreas: Antisana, Alta Pita y Paluguillo, el motivo se lo aborda en la parte de vulnerabilidad de la REA. Ambas empresas ejecutaron proyectos de investigación e innovación con el deseo de generar ideas para desarrollo ambiental de la zona de estudio. Como se puede observar en la gráfica, la inversión ambiental para todos los sistemas de agua potable en Quito representa el 1,79% del ingreso total de la EPMAPS, siendo un valor bajo en relación a los demás rubros vistos (EPMAPS, 2018).

Según el plan The Nature Conservancy de EcoDecisión (2015), el FONAG fue creado en el año 2000, percibiendo el 1% del total de los ingresos de la EPMAPS y bajo ordenanza municipal se decidió incrementar los fondos de la organización en 1% cada año, sin embargo, visto en (Tabla 25) no se cumple este punto ya que los ingresos del FONAG representa el 1,38% del total de los ingresos de la EPMAPS. A continuación, se observará que el monto de inversión ambiental de la EPMAPS no cubre con las necesidades de la REA ni del FONAG.

- **Beneficiarios del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur**

Según oficio N° 368 – DFE, el cual fue contestado por el Gerente de Operaciones el Ing. Juan Fernando Robalino, los habitantes beneficiados por el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, se detallan a continuación. Se debe conocer que el proyecto abastece a dos plantas de tratamiento el Troje y Puengasi. Además, mencionar que el número de beneficiados es un detalle aproximado, ya que la EPMAPS cuantifica el número de usuarios y como ya se especificó anteriormente, los tipos de usuarios, pueden ser: domésticos, comerciales, instituciones públicas, campesinos, entre otros, por lo que no representa correctamente el número total de personas que utilizan el servicio.

Tabla 26: Usuarios EPMAPS del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

Año	Población DMQ.	Habitantes beneficiados por plantas de tratamiento		Total de habitantes beneficiados del servicio
		Planta Troje	Planta Puengasi	
2016	2.598.313,00	242.509,00	173.221,00	415.730,00
2017	2.644.145,00	246.787,00	176.276,00	423.063,00
2018	2.689.977,00	251.065,00	179.332,00	430.397,00
2019	2.735.809,00	255.342,00	209.745,00	465.087,00

Fuente: EPMAPS (2019); Elaboración propia.

El sistema tiene una capacidad instalada que no se puede alterar y actualmente funciona a su máxima cabida, este sistema está pensado para abastecer hasta 700 000 a 750 000 habitantes y su tiempo funcional son 50 años desde el año 2000. El reto del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur es abastecer hasta el año 2050 a una población que según cálculos en base al total de habitantes beneficiados actualmente tiene un crecimiento de 8,06% en el último periodo (2018-2019) y 3,81% entre los años (2016-2019) (EPMAPS, 2019).

- **Contexto de inversión en mantenimiento y conservación ambiental SNAP**

Para conocer el contexto de la inversión en mantenimiento y conservación ambiental en Áreas Protegidas (AP) en el país, se debe introducir la comparativa del presupuesto del Ministerio del Ambiente (MAE) y su inversión al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP). Según rendición de cuentas MAE (2019), el presupuesto de la institución tuvo una variación negativa de 41,06% con respecto a su anterior año 2018. El MAE al ser la entidad encargada de transferir la inversión para proyectos de mantenimiento y conservación en áreas protegidas a cargo del SNAP el monto de la inversión tuvo también una diferenciación negativa de 34,26% con respecto al año 2018. Se debe recordar que el SNAP no cuenta con una partida presupuestaria para solicitar al Ministerio de Finanzas montos de inversión, es por esta razón que el SNAP depende del mismo presupuesto del MAE. Además, según decreto ejecutivo 1007 del 4 de marzo de 2020 con la fusión del Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaría del Agua (Senagua) creando así el Ministerio de Ambiente y Agua, por lo que el SNAP deberá depender del

presupuesto conjunto de ambas entidades a futuro, es por esta razón que en el cuadro comparativo se adicionó el monto de presupuesto conjunto de ambas entidades tanto de 2018 y 2019.

Tabla 27: Comparativa presupuesto (Ministerio del Ambiente)

MAE		MAE y SENAGUA		MAE	
Año	Monto (\$ USD)	Año	Monto (\$ USD)		Monto (\$ USD)
2011	100.645.300,00	2018	141.720.774,00	2018	90.568.885,06
2012	131.391.018,75	2019	93.856.964,00	2019	53.382.121,44
Variación	30,55%	Variación	33,78%		41,06%

Fuente: MAE (2019); Elaboración propia

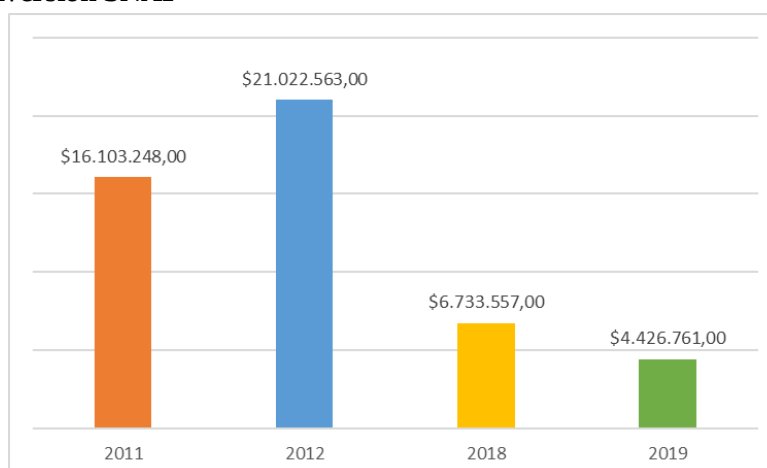
Como se observa en la comparativa con respecto al 2011 y 2012, la evolución del presupuesto del MAE se ha visto reducida por diferentes asuntos de coyuntura en el país. En 2012 el Ecuador fue el quinto país con mayor volumen de inversión en áreas protegidas de América Latina, en relación al 2019 que no se encuentra ni en los quince primeros países de la región (CEPAL, 2019).

Tabla 28: Comparativa inversión al SNAP

Año	Monto (\$ USD)	Año	Monto (\$ USD)
2011	16.103.248,00	2018	6.733.557,00
2012	21.022.563,00	2019	4.426.761,00
Variación	30,55%	Variación	34,26%

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

Gráfica 20: Inversión SNAP



Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

Como se observó en los costos operativos de la EPMAPS, la entidad no destina un rubro para el mantenimiento de la Reserva Ecológica Antisana, a pesar de utilizar sus recursos hídricos para satisfacer el servicio de agua potable, únicamente destina un monto al FONAG para ser utilizado

en específico a remediación de cuencas hídricas. Sin embargo, el mantenimiento del total del área protegida está a cargo del SNAP y su fondo de conservación, este se ha visto reducido de igual forma en comparativa al 2011 y 2012. Además, SNAP (2013) presento la cifra para que la institución pueda llegar a una consolidación en el manejo de AP en el Ecuador y el monto para llegar a un escenario ideal, al inicio de la década el SNAP estuvo más cerca de llegar al escenario de consolidación que al final de la década en donde el monto de inversión es el más bajo de todos los años.

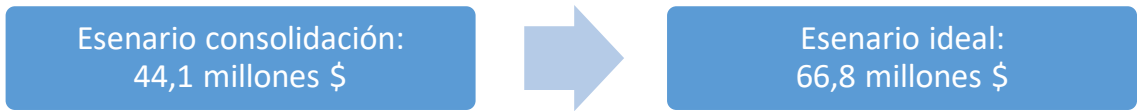
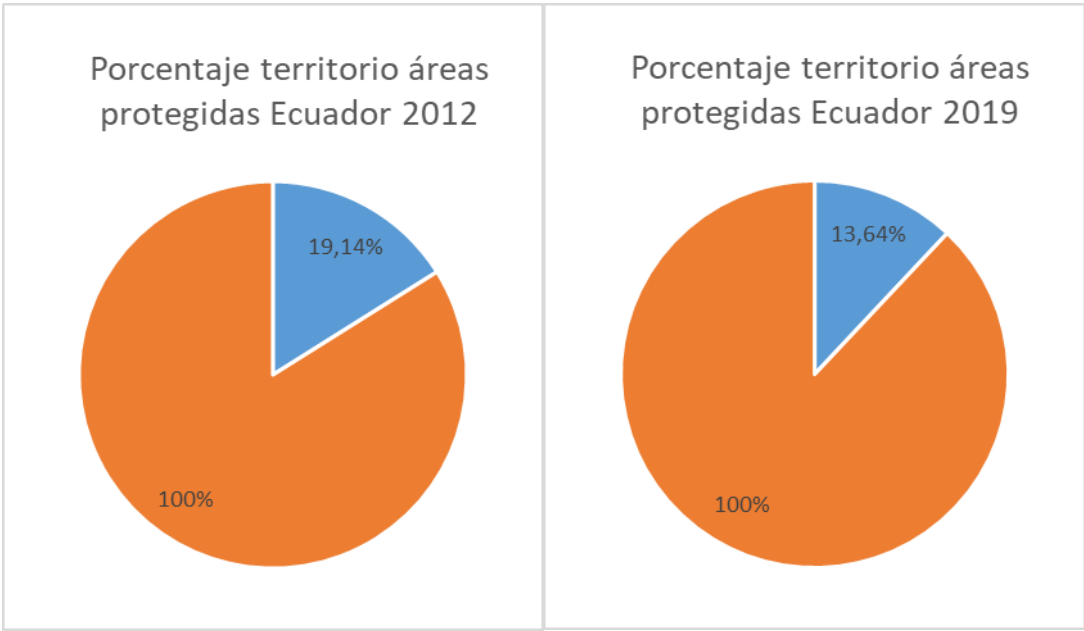


Tabla 29: Evolución de Áreas Protegidas en Ecuador

año	Áreas (AP)	hectáreas (ha)	% territorio Ecuador
2019	59	18401927	13,64%
2018	56	18372578,3	13,62%
2012	49	19114227,4	19,14%

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

Gráfico 21: Porcentaje territorial áreas protegidas



Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

La comparativa de la evolución de áreas protegidas en Ecuador es un dato alarmante, a pesar de que cada año aumenta el número total de AP en el país la extensión de hectáreas protegidas se ha visto reducida, esto incluye al porcentaje del territorio nacional. En (Anexo 8-9) se presentarán todas las 59 AP de 2019 con su superficie en (ha) y la comparativa de las 49 AP de 2012 de igual

forma con el total de superficie en (ha), en este anexo queda en evidencia la variación de hectáreas protegidas de cada AP.

- **Costos de mantenimiento ambiental en la Reserva Ecológica Antisana**

Según SNAP (2013), el costo promedio anual de mantenimiento y conservación por hectárea es aproximado de 4,87 \$ USD. Sin embargo, existe una variación dependiendo del tipo de hectárea, esto se debe a la diferencia del ecosistema de cada área protegida, en el caso de la Reserva Ecológica Antisana que se representa por un sistema paramo, con suelo de tipo volcánico y cuencas hídricas con agua subterránea tiene un monto de inversión anual:

Tabla 30: Inversión en la Reserva Ecológica Antisana

Reserva Ecológica Antisana (Inversión en \$ USD)				
2003	2011	2012	2018	2019
354.629,00	294.207,00	631.407,00	2.022,41	1.329,57
Inversión por año SNAP		21.022.563,00	6.733.557,00	4.426.761,00

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

El mismo hecho de reducir la inversión al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), tiene una relación directa con el monto de inversión de la entidad con la Reserva Ecológica Antisana (REA), la variación de 2012 a 2019 es negativa con un porcentaje de 99,78% de reducción de inversión.

Tabla 31: Gastos del SNAP

Porcentaje de gastos SNAP		
Tipo de gasto	% de Gasto	Observaciones
Gasto de inversión	38%	Adquisición de activos fijos como infraestructura, medios de transporte y servicios profesionales.
Gasto corriente	62%	Se divide en 39% gasto sistemático, en el cual se paga al personal y encargados de las diferentes AP y 61% es gasto directo para mantenimiento y conservación de las AP. El gasto sistemático de igual forma sirve para el mantenimiento y conservación ya que es un gasto en servicios, asistencia técnica y recursos coordinados, pero no necesariamente debe ser un gasto directo a una AP en específico es

		por esta razón que se diferencia del gasto directo.
Gasto directo a la REA	3,003% del Total o 4,84% del gasto corriente.	Este gasto es directo al mantenimiento y conservación de la reserva.

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

El gasto de inversión y el gasto corriente representan el 100% del total del presupuesto del SNAP, de este porcentaje el gasto directo a la Reserva Ecológica Antisana es de 3,003% o 4,84% del total del gasto corriente, la REA es la décima área con mayor porcentaje de inversión y esto se mantiene actualmente (MAE, 2019).

Para plantear la inversión a las diferentes áreas protegidas del país el SNAP las clasifica según su escenario o grupo de relevancia, en donde se examina su grado de amenazas, es por esto que todas las AP no tienen el mismo nivel de recursos. Además, de que sus ecosistemas y recursos ambientales son diferentes (SNAP, 2013).

Tabla 32: Escenarios de manejo para el SNAP

Escenarios	Descripción
Grupo 1	Ha superado un umbral de manejo básico y es capaz de recibir un flujo estimado de 2 millones de visitantes al año. Además, sus recursos ambientales se encuentran en mantenimiento consolidado y apegándose al escenario ideal. Manejo de consolidación en mantenimiento de flora, fauna, gestión hídrica, calentamiento en la zona y otras funciones.
Grupo 2	No cumple el umbral básico, por lo que se implementa: administración, planificación, control y vigilancia al AP y se estimula el manejo de bioeconomía y educación a los cuidadores y visitantes del área.
Grupo 3	De principal prioridad, este grupo no tiene bases de gestión y por lo general se encuentra a las AP que recién forman parte del SNAP.

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

Según SNAP (2013) la Reserva Ecológica Antisana pertenece al grupo 1 y 2 esto se debe a que sus características de protección están sobre al umbral básico, sin embargo, por su grado de complejidad en el funcionamiento no puede estar en el grupo 1 ya que es una reserva que tiene una categorización dinámica o cambiante en el tiempo, su alto número de personas tanto turistas y funcionarios de la empresa de agua potable hacen que la reserva se sature al momento de otorgar servicios ambientales. La REA tiene una extensión 120.000 ha de superficie, a continuación, se presenta el costo de mantenimiento y conservación por cada ha.



Tabla 33: Comparación de escenarios

Año	Inversión total (\$ USD)	Monto de mantenimiento por hectárea (\$ USD)
2012	631.407,00	5,26
2019	1.329,57	0,011

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013); Elaboración propia

El SNAP (2013) presento la valoración por mantenimiento y conservación de la Reserva Ecológica Antisana, este se muestra en dos tipos de escenarios: consolidado e ideal, el primero es para que la REA pueda llegar al grupo 1 y el segundo es para que la REA pueda dar el paso de grupo 1 a manejo ideal, en la (Tabla 33) se muestra la comparación en inversión de mantenimiento por hectárea y se puede observar que en el 2012 la REA estaba más cerca de llegar a un escenario de consolidación en comparación con el 2019 que el monto de inversión por hectárea es el más bajo en la década.

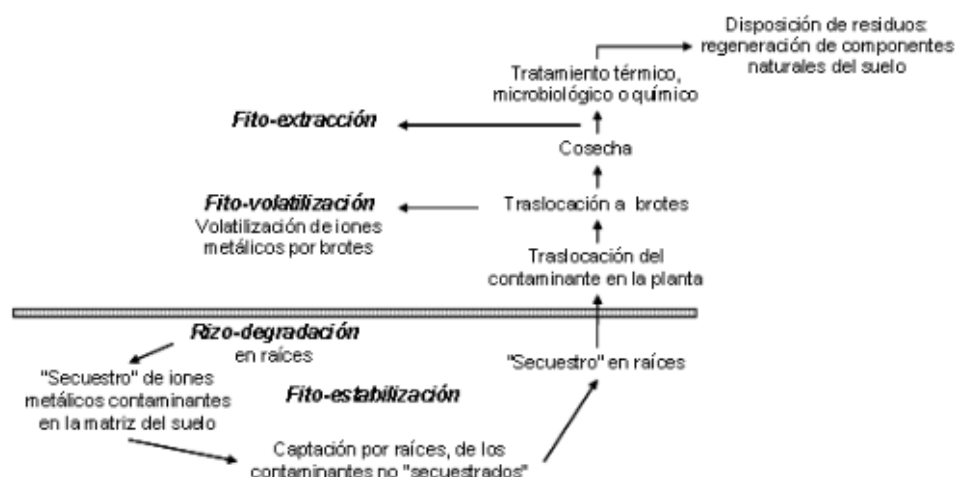
Se debe aclarar que todas las comparaciones hechas en los periodos (2011-2012) y (2018-2019) se realizaron de esta forma para conocer como comenzó la situación al inicio de la década y cómo fue que termino. Además, que son los periodos que se puede recolectar toda la información para la comparación de escenarios. En esta investigación se manejará el escenario de consolidación como el monto de inversión de mantenimiento y conservación pertinente para la Reserva Ecológica Antisana.

- **Costos de remediación ambiental de la Reserva Ecológica Antisana (fitorremediación)**

La técnica usada por la FONAG, principalmente es la fitorremediación, proviene del griego phyto (planta) y remedium (recuperar el equilibrio), se la utiliza con el fin de que el ecosistema mediante su resiliencia consiga recuperar su equilibrio y sus funciones antes de la degradación. Esta es una técnica, in situ y ex situ, ya que es posible realizarla con o sin previa excavación, dependiendo de la necesidad del problema. Además, el tiempo de recuperación dependerá de los avances en la zona (US EPA, 2001).

En el siguiente ejemplo, se puede observar el uso de la técnica para remediación en un estado de contaminación de iones metálicos, este problema ocurre cuando el sistema está en contacto uso de tecnologías con alta radiación.

Grafica 22: Técnica fitorremediación



Fuente: Singh et al. (2003)

Su tiempo de remediación es de largo plazo, es necesario un constante monitoreo para considerar su avance y poder incluir vegetación nativa de la zona y conseguir llegar a un equilibrio de forma gradual, su tiempo puede durar de uno a veinte años (US EPA, 2001). Los costos dependen de las condiciones específicas de la zona, en este apartado se ubicó en específico el valor del tipo de suelo de la REA (suelo montañoso con agua, páramo) pueden variar entre 15 y 48 USD/m³ (US EPA, 2001). Por otro lado, según Singh et al. (2003), se puede minimizar el costo de la fitorremediación hasta 5 USD/m³.

Tabla 34: Ventajas y limitaciones de la técnica de fitorremediación

Ventajas	Limitaciones
Se necesita un bajo nivel de mantenimiento, son especies con nutrientes y de gran capacidad.	Tiene un tiempo de restauración largo y demanda un alto monitoreo.
No daña a la fauna nativa, luego del proceso el suelo tiene propiedades de fertilidad y abundancia en nutrientes.	Se debe realizar una diferenciación si se utiliza una tela biotextil, ya mencionada anteriormente.
Evita y reduce la destrucción del ecosistema, es una de las restauraciones de menores costos.	Los contaminantes absorbidos, existe una alta probabilidad de expulsión de las hojas al aire.
Capacidad de absorción de varias sustancias contaminantes.	No es la mejor alternativa en ecosistemas con una degradación o daño alto.

Fuente: Singh et al. (2003); Elaboración propia.

• Ejemplo contrato de remediación Jatunhuayco-Antisana

En este apartado se observará un ejemplo de todos los procesos para realizar un proyecto de restauración, en este se tomó la microcuenca Jatunhuayco-Antisana (sector el arenal) con 7150 metros de extensión, esta microcuenca forma parte de la Reserva Ecológica Antisana, los siguientes datos se tomaron del: Contrato de intervención biofísica en los márgenes del “arenal dos” de la unidad hídrica Jatunhuayco en Antisana (2017).

Tabla 35: Presentación Jatunhuayco-Antisana

Características generales	La hidrología del Jatunhuayco tiene una extensión de 1476.2, sin embargo, en el proyecto únicamente se revisará (7150 metros), la zona tiene un clima húmedo y su temperatura rodea los 8 °C. Es un lugar del páramo de la REA.
Tipo del disturbio	Historicamente esta area ha sido quemada, tiene un intenso maltrato por pastoreo y agricultura erosiva. Más adelante se observaran más puntos de esta área.
Imagen de la zona	
Descripción de la zona afectada	Poca vegetación, el suelo es de tipo arenoso debido al maltrato, las almohadillas del valle se encuentran con un alto nivel de daño. Además, en la microcuenca se encuentra redes de agua dispersas.
Limitaciones	Pérdidas de individuos y coberturas vegetales de páramo, la ausencia de plantas facilitadoras, las cuales afectan a la dispersión de propágulos mientras que las condiciones abióticas, como ausencia de micrositios, las condiciones de compactación del suelo, y las características climáticas, influyen sobre el establecimiento y la persistencia
Párametros ecológicos	El parámetro utilizado será la regeneración del nivel de endemismo, hay dos especies que entran dentro de esta categoría: <i>Geranium antisanae</i> y <i>Diplostephium ericoides</i> . La primera se encuentra en los tres escenarios, mientras que la segunda solamente en la zona alta y media 
Estrategias previstas	Monitoreo, refugio de los animales mamíferos, cuidado de las aves, y principalmente la fitorremediación, sembrar especies con nutrientes capaces de lograr entrar en un nuevo equilibrio al ecosistema.
Monto total y por metro.	20.770,88 USD TOTAL y 2, 90 USD Por Metro Se acomoda al monto estimado por la (EPA, 2001) y (Singh et al, 2003)

Fuente: FONAG (2014-2017); Elaboración propia

Este proyecto del área el “arenal” del Jatunhuayco a pesar de que la FONAG fue la entidad de control del contrato, no realizó esta matriz estipulada en su propia Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana (2014), sin embargo, el desarrollo de esta matriz (Tabla 35) en la investigación servirá como ejemplo para posibles proyectos futuros. Además, cabe mencionar su importancia para percibir un rápido resumen del proyecto.

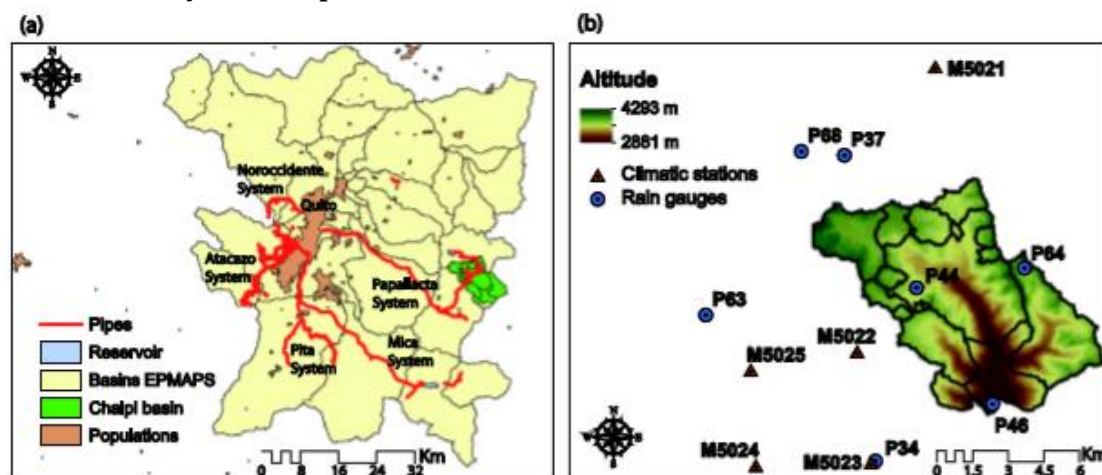
3.3 Proyectos actuales de la EPMAPS para la contemplación de escenarios ambientales futuros

Según artículo “Linking global climate change to local water availability: Limitations and prospects for tropical mountain watershed” realizado exclusivamente para la ciudad de Quito y publicado en: Institut de Recherche pour le Développement, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive; ELSEVIER Volumen 650, se analiza un proyecto económico el cual pueda abastecer a la ciudad de Quito con el recurso hídrico en el futuro, en el mismo explica que el crecimiento de la urbe y de la población requerirán mayor cantidad de agua (Bogotá, Quito, Lima, La Paz) se espera un crecimiento poblacional exponencial entre 1.82% y 2.42% el cual si observamos en el crecimiento de la población beneficiada de la Reserva Ecológica Antisana (Tabla 26) este se asemeja.

Este artículo evidencia el problema de la ciudad en el futuro y evalúa limitaciones, en el mismo, se menciona que la alternativa económicamente más favorable es mirar a la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca de Chalpi, esta cuenca está ubicada en los Andes ecuatorianos a 3500 metros sobre el nivel del mar, sería parte del sistema Papallacta por su cercanía y cubriría un 50% de las necesidades actuales ya que según estadísticas de la EPMAPS los recursos hídricos del Cotopaxi que alimenta a la planta del Puengasi están por agotarse (EPMAPS, 2019).

Actualmente la cuenca de Chalpi ya suministra agua al sistema Papallacta, aproximadamente el 30% del total de agua que abastece a la ciudad, sin embargo, el proyecto que plantea el artículo es la construcción de cuatro nuevas tomas de agua en la parte inferior del Chalpi, con lo que la fiabilidad del suministro de agua quedaría completamente resguardada hasta el 2040 según dicha fuente.

Gráfico 23: Proyecto Chalpi Grande



Fuente: D. González Zeas, et al. (2018)

El estudio culmina con los resultados de temperatura, precipitación y caudales esperados en la parte del Chalpi la cual sería utilizada para aumentar el recurso hidrológico en la ciudad, mostrando la factibilidad de la construcción de cuatro nuevas tomas de agua, sin embargo, en sus propias conclusiones mencionan que el tema crítico no son las herramientas para modelar las dinámicas climáticas o los estudios financieros del proyecto, el artículo hace una dura crítica a que el problema es enfocarse en objetivos como:

- Mejorar las redes de vigilancia climática y el control hidrológico en las tomas ya utilizadas por la EPMAPS.
- Realizar un control de sostenibilidad en sus redes utilizadas y estimar un valor de conservación del servicio ambiental.
- Aumentar el conocimiento eco hidrológico sobre como el aumento de las temperaturas afectarían el clima, vegetación y el suelo.

Para finalizar explica que, a pesar de haberse realizado estudios de temperatura y precipitación en el área de construcción, por las mismas condiciones climáticas de la cuenca montañosa y su gran variabilidad en topografía existe una alta posibilidad de sesgo en la información, recordando que la modelización y análisis diario de la hidrología en las áreas utilizadas son de vital importancia para conocer el capital del servicio hídrico. De igual manera que en otras investigaciones ya mencionadas se refiere al peligro del agua con el aumento de temperatura ya que la humedad y la posibilidad de cambios en el suelo pone en riesgo la potabilización y tratamiento del recurso (D. González Zeas, et al. 2018).

• **Proyectos en construcción**

Se ha mencionado el anterior artículo ya que fue utilizado para el análisis de viabilidad y puesto en marcha del proyecto Chalpi, este mismo ya se encuentra actualmente en construcción y su

avance es del 63%, completando la primera etapa. A continuación, se muestran las cifras y los costos destinados por la EPMAPS para la construcción (EPMAPS, 2019).

Tabla 36: Obras en construcción EPMAPS

OBRA	FECHA INICIO	FECHA TERMINO REAL DE OBRA	AVANCE	MONTO DESTINADO (USD\$)
Construcción de la Primera Etapa del proyecto de agua potable Ríos Orientales, Ramal Chalpi Grande, Papallacta.	24/11/2017	14/11/2019	63%	39.358.207,16
Ampliación de la planta de tratamiento de agua potable Palugullo.	24/5/2018	23/5/2020	37%	15.344.250,19
Línea de Transmisión Palugullo-Parroquias Orientales	6/3/2019	23/2/2021	7%	25.105.311,40

TOTAL PROYECTO	79.807.768,75
TOTAL GENERAL	108.571.568,78
PORCENTAJE	73,51%

Fuente: EPMAPS (2019) Elaboración propia.

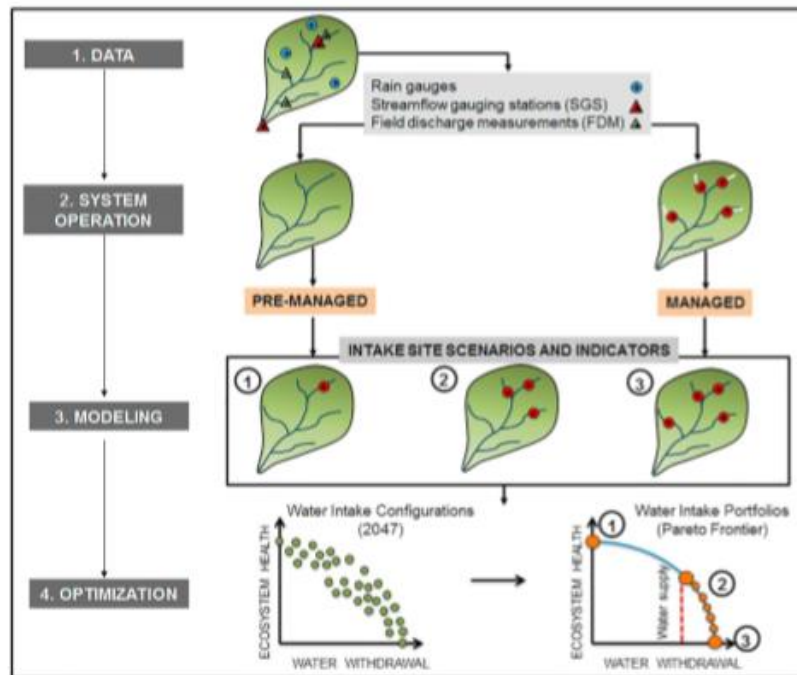
La ampliación de la planta de tratamiento de agua potable Palugullo comprende una parte del proyecto Chalpi Grande-Papallacta este con la finalidad de abastecer a la ciudad hasta el 2040, con esta aplicación la capacidad de dotación pasara de 600 litros por segundo a 1600 litros por segundo, el objetivo de esta planta es atender la disminución de agua del Cotopaxi y del posible riesgo de abastecimiento en la Reserva Ecológica Antisana (EPMAPS, 2019).

- **Crítica al proyecto Chalpi Grande-Papallacta**

El artículo titulado “Designing eco-friendly water intake portfolios in a tropical Andean stream network. Water Resources Research” realizado por AGU100 (Advancing Earth and Space Science) elaboró un análisis de frontera de Pareto óptimo para reconocer la mejor alternativa frente a la escasez hídrica, integrar parámetros ambientales y enmarcar conflictos en gestión de agua formando escenarios socio ecológicos. Su problemática reconoce que las necesidades humanas deben estar de la mano con las necesidades del medio ambiente y que las construcciones e infraestructuras para dotar servicios ambientales deberán ser ecológicamente sostenibles, es por esto que asemejando al anterior artículo, reconoce que el uso de la cuenca Chalpi es la mejor opción siempre y cuando al utilizar el recurso de esta nueva red hidrológica se debilite el uso de la Reserva Ecológica Antisana y del Cotopaxi con el fin de realizar una correcta recuperación ambiental de estas zonas.

Se especifica que el control de la red hídrica de Quito debe comprender un análisis de línea base de datos, diagnóstico del sistema de suministro, modelización de indicadores y escenarios futuros y optimización de todos los recursos. Esta estructura de pasos deberá ser considerada en cualquier tipo de obra o decisión en la hidrología de Quito.

Gráfico 24: Pasos de control (red hídrica)



Fuente: D. González Zeas, et al. (2018)

El artículo concluye con la especificación que los datos de la temperatura, precipitación y cartera hidrológica del Chalpi podrían ser inexactas, esto se debe a su topografía y el posible cambio de la composición del suelo. Además, hace una crítica a la EPMAPS, en la que menciona que la nueva red Chalpi debe ser utilizada únicamente con el fin de debilitar el esfuerzo de la Reserva Ecológica Antisana y el Cotopaxi con el fin de realizar un proyecto de recuperación ambiental y poder a futuro recuperar el servicio hidrológico en ambas zonas, de esta manera cumplir con el objetivo de sostenibilidad intergeneracional.

Capítulo 4:

Estrategias para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana, a fin de garantizar el funcionamiento del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur

Las estrategias en términos ambientales son objetivos y metas a cumplir para prevenir posibles problemas a futuro (D. González. et al, 2018). En la construcción de estos para la Reserva Ecológica Antisana, se ha ligado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, el equilibrio en el desarrollo debe estar de la mano con la sostenibilidad ambiental. Además, ya que estos objetivos, reconoce la importancia del agua limpia y saneamiento (ODS 6), el cual abarca la igualdad para todos en obtener la mínima cantidad de agua vital para la vida, la sostenibilidad ambiental, la salud de los habitantes, estrategias para el cambio climático, perduración de vida submarina, terrestre y el buen uso de los recursos ambientales (ONU, 2015). Es por este motivo que la importancia de plantear objetivos viables y reconociendo el contexto de la zona de estudio, son de vital importancia para la sostenibilidad ambiental e intergeneracional en la Reserva Ecológica Antisana.

4.1 Posible proyecto de la EPMAPS cuantificado mediante los costos evitados

Según la EPMAPS (2018) en su informe de sostenibilidad, se encuentra consciente de los retos futuros relacionados con el aumento de la demanda del servicio de agua potable en la ciudad, así mismo reconoce su preocupación por la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico esto debido al cambio climático, degradación del páramo, sequias y retroceso del glaciar en el Antisana.

En el estudio realizado directamente por la EPMAPS y publicado en 2018 “Estrategias de Adaptación al Cambio Climático para suministro de agua potable del DMQ” citado en la memoria de sostenibilidad, contempla como ya se mencionó anteriormente el escenario de reducción de agua, este reconoce la disminución de la disponibilidad de agua en 12% y siendo más pesimistas en 34% para el 2040. La EPMAPS ante la emergencia planteó dos posibles soluciones, la primera fue la creación de la nueva red hidrológica Chalpi Grande-Papallacta la cual como ya se evidenció actualmente se encuentra en construcción y la segunda es la creación de un tanque de reserva de agua con capacidad de 20 mil metros cúbicos, este representa prácticamente la capacidad útil del embalse de la Reserva Ecológica Antisana (la Mica) con el fin de aprovechar al máximo el drenaje del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y sus topes en precipitaciones para poder almacenar el recurso, este segundo proyecto no se encuentra en construcción de igual forma no se ha realizado la red para alimentar a la parte sur de Quito del nuevo proyecto en Chalpi.

Tabla 37: Proyecto de la EPMAAPS cuantificado mediante los costos evitados

OBRA	MONTO DESTINADO (USD\$)	% Obra
Construcción del proyecto de agua potable Ríos Orientales, Ramal Chalpi Grande, Papallacta.	62.473.344,70	100% De la obra
Red Chalpi Grande al Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y Reservoirio en la RAE.	41.470.946,46	100% De la obra
TOTAL	103.944.291,16	

Fuente: EPMAAPS (2019) Elaboración propia.

Este sería el costo estimado para abastecer a la ciudad de agua potable, la primera obra repercute a todo el DMQ, ya que es la solución para el problema de aumento de demanda y disminución del recurso, la segunda obra implica directamente la Reserva Ecológica Antisana ya que es la red de conexión con el nuevo proyecto Chapi Grande al Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y la construcción de un reservorio ya sea en el Troje, Puegasi o en la misma REA.

El valor de la primera obra es el costo real de la construcción del proyecto Chalpi Grande-Papallacta dispuesto por la EPMAAPS y el costo de la segunda obra es un estimativo tomando en cuenta la obra del Rampal de Chapi a Paluguillo (planta de tratamiento) y su construcción de un tanque de reserva de 14 mil metros cúbicos, de esta forma podemos estimar el valor que la EPMAAPS tendría que necesitar para corregir el posible problema en la Reserva Ecológica Antisana de no realizar ningún tipo de manejo ambiental (EPMAAPS, 2019).

- **Plan sostenible utilizado los costos evitados**

Como ya se observó anteriormente en artículos científicos (Designing eco-friendly water intake portfolios in a tropical Andean stream network. Water Resources Research” realizado por AGU100 (Advancing Earth and Space Science) y (Linking global climate change to local water availability: Limitations and prospects for tropical mountain watershed” realizado exclusivamente para la ciudad de Quito y publicado en: Institut de Recherche pour le Développement, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, ELSEVIER Volumen 650) la solución planteada es similar, la nueva red Chalpi debe ser utilizada únicamente con el fin de debilitar el esfuerzo de la Reserva Ecológica Antisana y el Parque Nacional Cotopaxi, resaltando la importancia de un plan de recuperación ambiental, que contemple el costo de mantenimiento para lograr una estructura de manejo de agua potable sostenible en la ciudad.

Esta investigación complementará los artículos ya mencionados, con el análisis del método de costos evitados, este proporciona un valor al recurso ambiental basándose en el costo que incurriría la sociedad para evitar perder los servicios ambientales otorgados, el método ocupa el costo de mantenimiento o conservación para realizar una comparación con el costo que la sociedad tendría que destinar por perder el recurso o servicio ambiental (Osorio y Correa, 2015).

En el caso del estudio presente, el valor económico de la Reserva Ecológica Antisana se puede estimar por los costos que se evita la sociedad al dejar de utilizar a la REA como fuente de captación de agua potable, toda la ingeniería que se necesitaría para satisfacer a la demanda de agua en la parte sur de Quito y se lo compara con su costo de mantenimiento, para tomar la decisión más acertada. El resultado del método en la Reserva Ecológica Antisana se evidencia en (Tabla 37), tiene la finalidad de evitar el costo de (41.470.946,46 USD\$), el cual tendría que ser invertido en la infraestructura de conexión de la parte sur de Quito con el nuevo proyecto Chalpi y la creación de un reservorio de agua.

- **Comparativa del costo de mantenimiento, remediación y proyecto cuantificado con método de costos evitados**

Tabla 38: Tabla de cuantificación

Tabla de cuantificación y comparativa de costos de mantenimiento, remediación y proyecto.			
Tipo	Costo de mantenimiento (anual)	Costo de remediación	Proyecto cuantificado
Monto de inversión (\$ USD)	1.099.999,00	-	41.470.946,46
Monto de inversión por hectárea (\$ USD)	9,17\$ por ha	2,90\$ a 5,00\$ por m3/m2	345,59\$ por ha

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013), EPMAPS (2019); Elaboración propia

Como podemos observar el costo de mantenimiento anual de la Reserva Ecológica Antisana tiene un valor menor al ser comparado con el proyecto cuantificado de costos evitados, sin embargo, existe un error en la comparación ya que el proyecto es una respuesta al dejar de utilizar los recursos de la REA y este punto se daría al explotar por completo el tiempo de vida máximo del embalse y las cuencas hídricas, este escenario se daría únicamente en el 2050, ya que el embalse tiene un tiempo de vida útil de 50 años y su creación fue en año 2000 (EPMAPS, 2019).

Tabla 39: Comparación costos para 2050

Tipo	Costo de mantenimiento	Proyecto cuantificado
Monto de inversión (\$ USD)	32.999.970,00	41.470.946,46

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013), EPMAPS (2019); Elaboración propia

En esta tabla se puede concluir que el costo de mantenimiento es económicamente y ambientalmente favorable, ya que para el año 2050 sigue siendo más barato el monto de inversión por mantenimiento y conservación, que dejar de utilizar los recursos hídricos en la REA. Además, al cubrir con el costo de mantenimiento anual las cuencas hídricas y el embalse tienen un tiempo de vida mayor y podrá postergar su funcionalidad, logrando la sostenibilidad del proyecto de forma intergeneracional.

Se debe mencionar que el costo de mantenimiento es independiente al costo de remediación y que el monto de inversión del costo de remediación debe ser calculado en función al porcentaje de metros cuadrados o cúbicos que se encuentran en alerta y que se desea iniciar un proyecto de recuperación al ecosistema.

- **Mantenimiento y control del embalse y sus fuentes hídricas**

Al ser una investigación que se concentra en los recursos hídricos de la Reserva Ecológica Antisana, en esta sección se menciona ciertos detalles que comprende únicamente al mantenimiento del área en conservación hídrica, la REA tiene una extensión de 120 000 hectáreas, sin embargo, su porcentaje hídrico es de 8487,03 hectáreas siendo este el 7,07% de toda la reserva, se debe recalcar que el monto de inversión en mantenimiento también contempla el monto de inversión dedicado a la conservación de los recursos hídricos. A continuación, se presenta una guía para enfocar esta inversión en mantenimiento y control del embalse y sus fuentes hídricas.

Tabla 40: Costo de inversión dedicado a la conservación de los recursos hídricos REA

Tipo	Costo de mantenimiento (anual)
Monto de inversión (\$ USD)	1.099.999,00
Porcentaje hidrográfico de la REA	8487,03 ha o 7,07%
Monto de la inversión dedicado a la conservación de los recursos hídricos (\$ USD)	77.769,93

Fuente: MAE (2019), SNAP (2013), EPMAPS (2019); Elaboración propia

Gestión de los caudales ecológicos, este es un punto de partida para el mantenimiento de los recursos hídricos, se debe establecer cuál es la cota máxima del embalse y cuáles son las fuentes hídricas que lo proveen, pero a su vez se debe fijar los caudales mínimos y estrictos que circulan por los ríos y cuencas hídricas, de esta forma se controlara el punto máximo de extracción de agua (MCI, 2015). Se debe mencionar que el embalse utilizado en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur es un embalse subterráneo, este se forma por la estructura natural del ecosistema y su adecuado control es compatible con la conservación del medio ambiente, las microcuencas de Jatunhuayco y Antisana las de mayor agua captada, no tienen la posibilidad de regulación artificial, es por esta razón que caen directamente al sistema de agua potable, se debe fijar un caudal mínimo de aprovechamiento para no perturbar la vida de las microcuencas (FONAG, 2018).

Todo embalse tiene una cota máxima y una cota de drenaje, esta última es la cantidad drenada mensualmente para un correcto funcionamiento técnico del embalse, sin embargo, antes de drenar

el agua debe cumplir un cierto control de mantenimiento, ya que su disipación es a la corriente natural de los ríos del sector, el tratamiento de agua residual del embalse debe cumplir los estándares naturales básicos para no perturbar el ecosistema (MCI, 2015). En el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur la EPMAPS también tiene una pequeña hidroeléctrica (el Carmen), el proceso para no perturbar el estado biológico del agua, es la medición de temperatura, vibración y fisura que realiza la infraestructura, este mantenimiento debe estar a cargo de la EPMAPS, pero se debe fijar un punto máximo de estos estándares de medición para no perturbar el ecosistema (MCI, 2015).

Otro de los puntos a conocer es la eutrofización, este fenómeno aparece en la construcción de un embalse y en las fuentes hídricas por su misma naturaleza, todos los embalses independientemente de sus características en su edificación tienen eutrofia, este concepto se lo maneja como la alteración en la calidad de agua por una perturbación de los ecosistemas acuíferos, se manifiesta cuando existe un enriquecimiento excesivo en nutrientes y es una respuesta del mismo ecosistema al momento de construir y explotar sus recursos hídricos. El control de la eutrofia en embalses forma parte de un aspecto meramente técnico y relevante en el mantenimiento del proyecto, inclusive previo a la perturbación de los servicios hídricos se realiza una predicción del grado de eutrofia que tendrá el ecosistema (Palau, 2003). A continuación, se muestran medidas de prevención para embalses ya existentes:

Tabla 41: Medidas de prevención eutrofización

Medidas de prevención	
NIVEL DE ACTUACIÓN	POSIBLES ASPECTOS A CONSIDERAR
Proyecto técnico o estudio de impacto Aspectos referidos a obras, equipos e infraestructuras	• Depuración de aguas residuales en la cuenca tributaria ambiental. • Restauración hidrológico-forestal de la cuenca • Desviación (“by-pass”) de tributarios • Características y ubicación (localización en profundidad) de las tomas de agua • Dimensionado del vaso de embalse • Construcción de presas de cola
Proyecto técnico o estudio de impacto ambiental. Aspectos referidos al tratamiento previo del futuro vaso de embalse	• Reducción (extracción) de la carga de materia orgánica oxidable • Aprovechamiento de recursos inundables (suelos, vegetación, madera, áridos)
Proyecto técnico o estudio de impacto. Aspectos referidos a los usos del embalse	• Usos y tiempos de residencia del agua Ambiental • Ordenación (limitación) de usos y actividades en el embalse
Proyecto técnico o estudio de impacto ambiental. Planificación del primer llenado del embalse	• Época del año para el inicio del llenado del embalse • Curva (velocidad) de llenado de embalse • Plan de extracción selectiva de agua a diferentes profundidades según la época del año
Proyecto técnico o estudio de impacto ambiental. Gestión del tramo de río regulado	• Vaciados periódicos totales o parciales del embalse • Régimen de caudales de mantenimiento • Restauración y/o consolidación de la vegetación de ribera

	• Capacidad de aireación del cauce • Características y ubicación (localización en profundidad) de las tomas de agua
--	--

Fuente y elaboración: Palau (2003)

Este es un fenómeno que sufren los ríos, lagunas y embalses al presentar un exceso de nutrientes, da apertura para el crecimiento de un alto número de plantas y organismos, estos al morir se pudren y perturban la calidad del agua, ocasionando que el recurso hídrico deje de ser apto para la utilización de los seres vivos, la eutrofización es un proceso natural, pero compuestos químicos como fertilizantes, detergentes y material de construcción hacen que este proceso biológico natural sea perjudicial (Palau, 2003).

La corrección definitiva de la eutrofización pasa por eliminar el exceso de nutrientes, esto no es siempre posible y comúnmente se realiza un control de sus causas y síntomas ya que la erradicación es no viable. Por otro lado, las características de la eutrofización no aparecen únicamente en el embalse, también se dan en los lugares de captura del recurso hídrico. El Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur debe reconocer la importancia del mantenimiento y conservación del embalse y de sus cuencas aportantes, con el fin de llegar a un estado trófico, el cual aparece en un equilibrio de nutrientes y correcto funcionamiento ambiental de la infraestructura (Palau, 2003).

Como se observa anteriormente el mantenimiento y la conservación de los servicios hídricos en la Reserva Ecológica Antisana son igual de importante que el de toda la superficie del área, es por esta razón que el monto de la inversión dedicado a la conservación de los recursos hídricos, debe ser utilizado de la mejor forma posible. Como conclusión, se establece que el total del monto de inversión en mantenimiento no únicamente tiene que aportarlo por el SNAP, también puede ser aportado por la EPMAPS, siendo esta institución que se favorece de forma económica de los recursos hídricos de la REA.

4.2 Estrategias de la investigación para la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva Ecológica Antisana

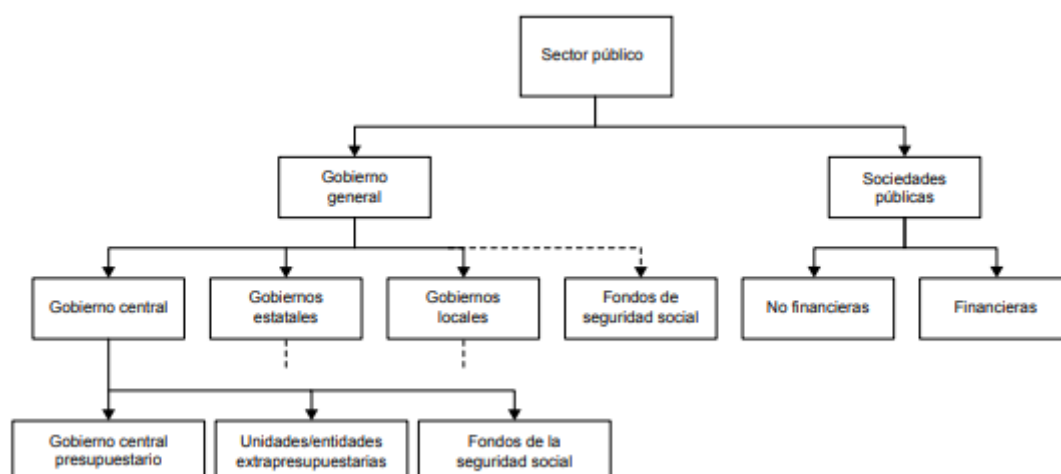
El plan de recuperación y mantenimiento ambiental contemplando la protección de la Reserva Ecológica Antisana, tiene la finalidad de evitar el costo de (41.470.946,46 USD\$), para esto se deberá implementar el monto de inversión en mantenimiento anual (1.099.999,00 USD\$) de forma correcta. En este apartado se describen estrategias, con el objetivo de mitigar los problemas abordados en la Reserva Ecológica Antisana y establecer una guía de inversión, estos inconvenientes se encontraron en el proceso de recaudación de datos y en la investigación realizada.

- **Proyectos ambientales (bioeconomía)**

El gasto en protección ambiental (GPA) se lo considera un costo para: prevenir, controlar, reducir, descontaminar, fomentar y cuidar el medio ambiente. Se puede incluir en la contabilidad de cualquier tipo de ejercicio financiero, ya que es un gasto en mantenimiento y conservación, la estructura para lograr conseguir este monto de inversión ambiental puede ser de diferentes fuentes, como lo observamos en la siguiente formula (CEPAL, 2015).

GPA total = Sociedades no financieras (Públicas o Privadas) + Sociedades financieras (Públicas o Privadas) + Hogares + Instituciones sin fines de lucro + Gobierno + Otros, se puede simplificar la formula con GPA total = gasto de protección ambiental público + gasto de protección ambiental privado. En la economía todos los usuarios pueden aportar ya que se conectan directo o indirectamente (CEPAL, 2015).

Gráfico 25: Instituciones de intervención ambiental

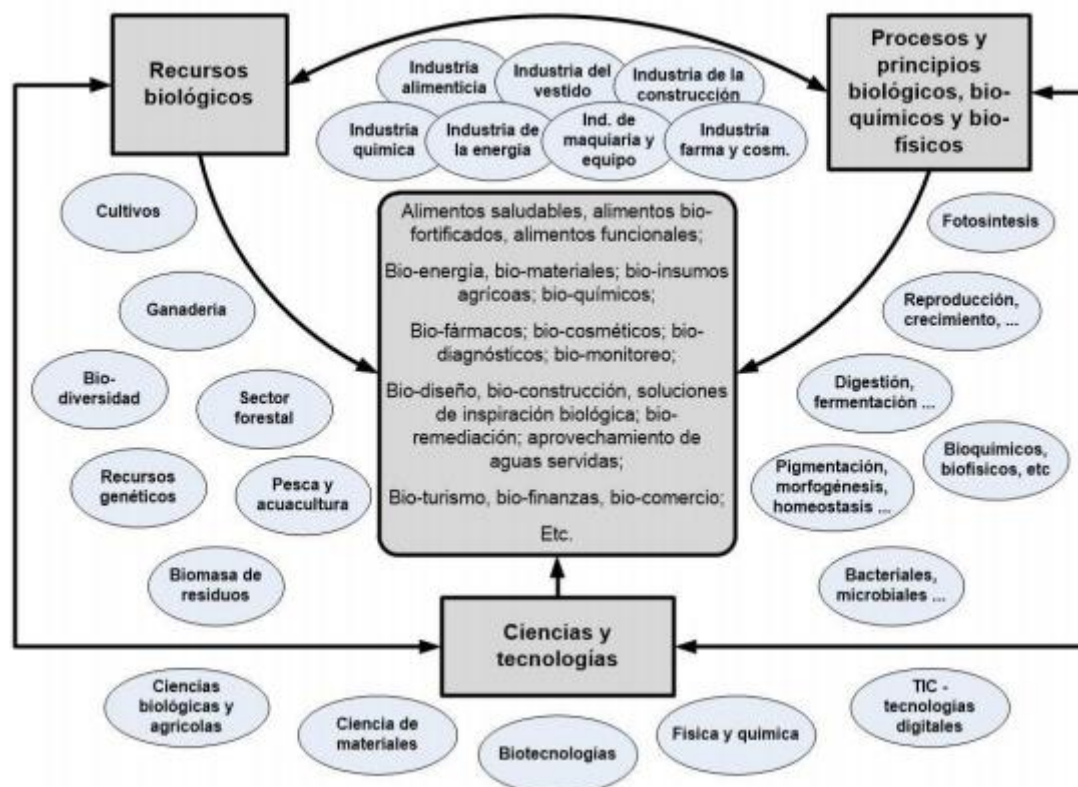


Fuente: CEPAL (2015)

Con lo mencionado, se debe reconocer que existe un tipo de gasto ambiental directo o indirecto, ya que todos los sectores crean y desarrollan programas de inversión, el ministerio de transporte puede crear un impuesto para frenar la contaminación en el país o el ministerio de turismo puede crear programas de educación ambiental para perdurar el turismo en el sector, indirectamente benefician al cuidado ambiental (CEPAL, 2015).

Al tomar el hecho de que la economía conecta todos los proyectos de inversión en el país, estos deben estar ligados al desarrollo de la bioeconomía, de esta forma se plantea que la humanidad tiene una cantidad limitada de recursos utilizables y que toda la red de valor debe estar interconectada entre sí para cuidar y usar estos recursos de la mejor forma posible, contemplando la innovación sostenible (CEPAL, 2019).

Gráfico 26: Elementos de la bioeconomía

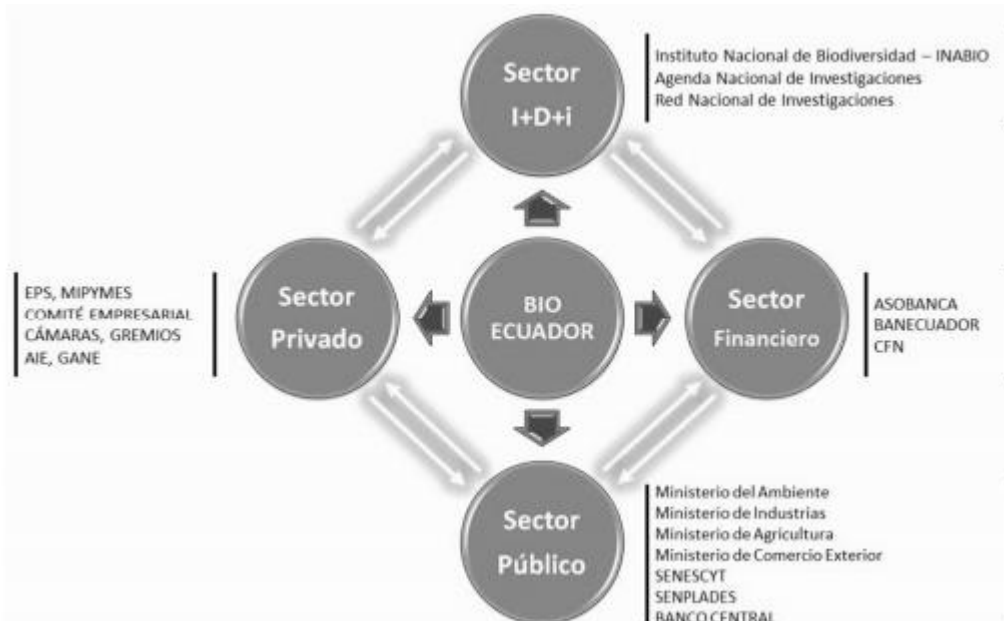


Fuente: CEPAL (2019)

La bioeconomía en Europa no es nueva, este modelo se lo ha desarrollado desde el 2012 gracias a la Unión Europea en su programa: “Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe”, países como Alemania cambiaron sus políticas de desarrollo con regulación en el mercado social y ambiental que incentivan las fuerzas del mercado para la innovación de la bioeconomía y cambios profundos en la utilización de recursos escasos. En España la inversión y el desarrollo es parte esencial para crear estrategias de innovación y conocimiento de la bioeconomía y en Francia se apoya para que las industrias cambien su modelo de gestión a una base biológica eficaz, innovadora y sostenible asegurando que los productos de la bioeconomía sean una realidad en el mercado (CEPAL, 2019).

En el Ecuador este tema tampoco es nuevo, programas como: Cambio de Matriz Productiva y la Política de Gobernanza del Patrimonio Natural (2013), la implementación del Programa Socio-Bosque (2015) y la Estrategia Nacional Biodiversidad 2030 “Bioindustria” (2016) y bioeconomía incluida como ámbito estratégico en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, es por esta razón que se hace un llamado de atención al Gobierno Central, ya que acciones como: reducir la inversión ambiental o eliminar presupuesto para gasto en mantenimiento y conservación, no favorecen a conseguir los objetivos planteados en sus programas. Además, se debe mencionar que en una bioeconomía todas las entidades deben aportar al beneficio ambiental de forma directa o indirecta y todos los proyectos de inversión deben estar encaminados a este objetivo.

Gráfico 27: Bioeconomía en el Ecuador



Fuente: CEPAL (2019)

- **Análisis de los costos ambientales**

El análisis de los costos ambientales es una herramienta en respuesta de instituciones que brindan bienes y servicios (Gray et al, 1993). También se la conoce como un análisis financiero y no financiero que integra la parte ambiental de la empresa en las políticas económicas con el fin de crear una organización sostenible (Ludevid, 1999). Por otro lado, los costos ambientales se definen como la alteración a la calidad ambiental de parte de la sociedad o de una organización. De igual forma contiene toda la división de costos ocurridos ya sea por daño (ejemplo, costos de remediación) o protección ambiental (ejemplo, costo de prevención) (Scavone, 2000).

Se debe recalcar que uno de los principales problemas para Cuesta et al (2012), es el no incluir los costos ambientales dentro de las cuentas financieras de la producción de bienes y servicios e incluirlos de forma separada. Este problema lo pudimos evidenciar en la producción del servicio de agua potable del Sistema la Mica Quito–Sur, la EPMAPS según (Tabla 23) visto en el capítulo 3 no proyecta el mantenimiento o inversión ambiental en este sistema dejando una falla en los costos de operación del servicio.

Utilizando la división de los costos ambientales según la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA, 2000). Los costos de conservación se refieren al mantenimiento del bien o servicio ambiental utilizado, el cual debe ser reflejado en sus costos de operación para una correcta contabilización del bien o servicio que se provee.

En resumen, para lograr una correcta recuperación ambiental se debe reflejar el mantenimiento de los recursos hídricos en los costos del servicio de agua potable, de esta forma se cuantificará el monto de inversión para la conservación de la Reserva Ecológica Antisana de manera mensual y se podrá reflejar en las cuentas de la EPMAPS.

- **Monitoreo del pastoreo en la zona**

Ya se especificó en el capítulo 3, la vulnerabilidad de la Reserva Ecológica Antisana y la reglamentación en donde se prohíbe el uso de la zona para el pastoreo, a pesar de esto los campesinos aledaños al lugar, utilizan las tierras para alimentar a sus animales. En el informe de sostenibilidad de la EPMAPS (2018), muestra este problema como un asunto precautelar para las autoridades que forman parte de la reserva y la misma empresa de agua potable. Este inconveniente repercute en el tratamiento de agua en la planta del Troje y Puengasi ya que incide en la calidad de agua y en la fragmentación de la flora del lugar.

Tabla 42: Cifras del pastoreo en la zona

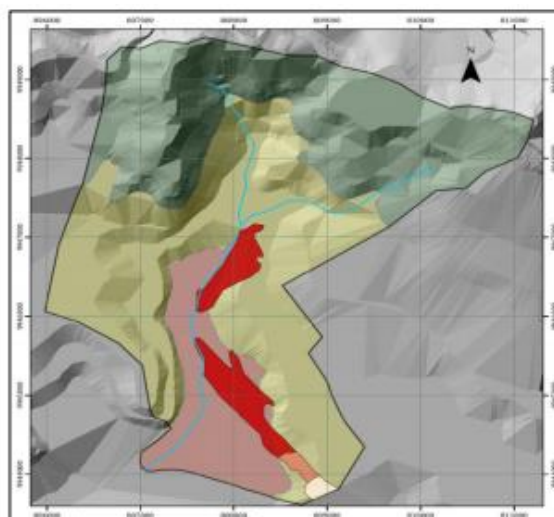
ÁREA	GANADO	CABALLARES	CAMÉLIDOS
REA	54	6	10
Área de conservación hídrica Antisana	43	47	19
TOTAL	97	53	29

Fuente: Informa de cuentas FONAG (2018); Elaboración propia.

En la actualización del plan de manejo en el área de conservación hidria Antisana de 2018 menciona *“El problema más grave dentro de la cuenca de La Mica es la degradación de los pajonales y humedales causados por la presencia de ganado, que tiene como consecuencia la disminución de la cantidad y calidad del recurso hídrico... para cumplir con este propósito se propone llevar adelante la adquisición de la tierra a los hacendados privados, para lo cual será necesario contratar un negociador que llegue a acuerdos puntuales con los propietarios de las haciendas, a fin de conciliar los intereses de los actores en los mejores términos... la cuenca de La Mica tiene una extensión de 13.844 ha. de las cuales 4.735 ha. están dentro de la Reserva Ecológica Antisana y las restantes son de propiedad del Sr. José Delgado y el Sr. Fernando Cobo. La concentración de la propiedad de la tierra en dos familias, facilita esta alternativa, pues no significa un conflicto social”* (Costecam Consulting, 2006 citado por FONAG, 2018).

En consecuencia, la EPMAPS y Gobierno Central en 2016 concreta la compra casi total del predio de la Reserva Ecológica Antisana 958 ha. A pesar de esto no se ha podido realizar un correcto plan de recuperación y mantenimiento ambiental en la zona de Jatunhuayco que forma parte de las microcuencas aportantes al Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur (FONAG, 2018).

Gráfico 28: Jatunhuayco área degradada



Fuente: FONAG (2014).

En la foto se observa la degradación del área por presencia de pastoreo, por lo que, es primordial realizar un correcto plan de remediación de la cuenca Jatunhuayco, en esta se debe recuperar la vertiente de agua ya que esta conforma el mismo río Jatunhuayco, utilizado en el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, este problema repercute en la calidad del agua y en la fragmentación de la vertiente.

Tabla 43: Remediación cuenca Jatunhuayco

Extensión total	1476,2 ha
Extensión área degradada	89 ha aproximadamente
Porcentaje	6,02%
Porcentaje zona grave	0,87% o 12,84ha
Costo de remediación (\$ USD)	2,90\$ a 5,00\$ por m3/m2
Total	372 360,00 \$ (USD)

Fuente: FONAG (2014); Elaboración propia

Adicionalmente, se ha calculado el costo estimado que cubriría la remediación. La cuenca Jatunhuayco tiene una extensión de 1476,2 hectáreas y el área degradada conforma el 6,02%, sin embargo, en la Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana desarrollado por el FONAG (2014), reconoce que el área degradada se divide en tres zonas: leve, media y grave, esto con el objetivo de priorizar el sitio de restauración, según la guía se debe restaurar la zona grave que conforma el 0,87% del total del Jatunhuayco, de esta forma se responde la pregunta de ¿dónde actuar primero? La priorización es fundamental, ya que los costos de remediación generalmente son altos y al restaurar la zona de mayor gravedad influirá positivamente a las demás zonas (FONAG, 2014).

- **Inversión ambiental**

Como se observó en el capítulo 3, la EPMAPS destina el 2,71% del total de los ingresos a la inversión ambiental, este monto es sumamente bajo en correlación con los otros gastos que realiza la misma empresa. El rubro destinado al manejo y conservación de interés hídrico y gestión ambiental de la misma empresa de agua únicamente representa el 0,62% del total de ingresos. (EPMAPS, 2019). Por otro lado, tenemos un caso parecido con el Ministerio del Ambiente, su presupuesto total de 2018 a 2019 se redujo en 41,06%, ocasionando que la inversión dedicada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas bajara igualmente 34,26%. El gasto del Gobierno en el apartado ambiental es el más bajo de la década y tanto la REA como el SNAP se alejan drásticamente de su escenario ideal en presupuesto de inversión. Para lograr un proyecto de recuperación y mantenimiento ambiental en la Reserva Ecológica Antisana y evitar el costo de (41.470.946,46 USD\$) se debe corregir este problema en inversión ambiental.

- **Revisión a las acciones del FONAG**

Gracias al informe de cuentas del FONAG (2018), se conoce todas las actividades que la institución realiza.

Programa: Gestión del agua

- ✓ Análisis de caudales ecológicos
- ✓ Monitoreo climático
- ✓ Monitoreo hidrológico
- ✓ Usos de agua
- ✓ Gestión de conocimientos
- ✓ Valoración de servicios hídricos
- ✓ Estudios hidrológicos
- ✓ Sistemas de información y monitoreo de recursos hídricos
- ✓ Apoyo a la gobernanza de cuencas

Programa: Áreas de conservación hídrica sostenible

- ✓ Administración, control y vigilancia de predios propios y de EPMAPS
- ✓ Adición de nuevas áreas con fines de protección hídrica
- ✓ Creación de compromisos de conservación y desarrollo comunitario.

Programa: Recuperación de la cobertura vegetal

- ✓ Recuperación y restauración de la cobertura vegetal en áreas de interés hídrico
- ✓ Investigación para la generación de información clave que aporte al monitoreo de impacto del FONAG.

Programa: Educación ambiental

- ✓ Educación ambiental dirigida a la comunidad educativa (escuelas)
- ✓ Capacitación a miembros de las comunidades de zonas de interés hídrico
- ✓ Centro de interpretación ambiental Paluguillo (CIAPA)
- ✓ Educación ambiental informal (Comunicación Ambiental)

Programa: Área de comunicación

- ✓ Presentación anual del cumplimiento de metas a la junta y al público en general
- ✓ Posicionamiento del FONAG

Programa: Gestión de la secretaría técnica

- ✓ Generación de alianzas estratégicas que visualicen intereses institucionales compartidos
- ✓ Consolidación de la estación científica agua y paramo
- ✓ Fortalecimiento de capacidades dentro del FONAG

Como se observa en la lista detallada de las actividades del FONAG, únicamente el programa de recuperación de la cobertura vegetal realiza metas con el fin de restaurar a medio y largo plazo los servicios ecológicos de todas las zonas de extracción de agua, los demás programas son de carácter administrativo o de control (FONAG, 2018).

Según el informe de cuentas del FONAG (2018), el programa de recuperación y restauración de la cobertura vegetal, depende de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y empresas privadas las cuales poseen parte de los sectores propuestos para la restauración como el Carmen y el Pique entre otros, la conexión entre empresas públicas y privadas amenaza al proyecto de restauración del FONAG. Tomando como ejemplo la empresa Nestlé y la EEQ según el FONAG no muestran interés en llegar a un acuerdo para realizar un proyecto ambiental en su área. A pesar de esto el programa muestra resultados positivos en la Reserva Ecológica Antisana y sus alrededores. El FONAG, recibe el 2,09% del total de ingresos de la EPMAPS, detallado en (Tabla 25), a pesar de ser un ingreso bajo, a criterio personal el FONAG destina este monto en mayor parte a programas administrativos, los cuales no aportan en soluciones de carácter ambiental.

- **Control de Incendios forestales**

En el predio Antisana-Contadero, altitud 4026 msnm, se encuentra totalmente degradado debido a incendios forestales en la zona, la recuperación de este lugar es de vital importancia ya que repercute directamente en la flora de la reserva. El tipo de suelo está compuesto de cenizas volcánicas con andosol vitránico, esta arena se puede mover con el viento y perjudicar a otras partes en la zona (FONAG, 2018). A pesar de que este predio no tenga una extensión tan amplia, muestra la falta de cuidado y protección de los guardaparques los cuales deberán corregir este

tipo de errores a futuro y recibir educación e implementos adecuados para solucionar problemas similares a futuro.

- **Infraestructura verde**

Según el plan The Nature Conservancy, la infraestructura verde en servicios de abastecimiento de agua potable repercute a la seguridad hídrica del lugar, esta inversión genera un retorno económico y ambiental al evitar costos de operación y mantenimiento, el estudio recoge información de 11 países en Latinoamérica y sus recomendaciones para mejorar en escenarios de escasez del recurso hídrico (EcoDecisión, 2015).

Esta organización EcoDecisión tiene sede en Quito desde 1995, en su plan menciona que el problema de Quito radica en retos: financieros, alto consumo per cápita, falta de contabilidad de pérdidas de agua no comerciales y resalta la problemática socio política. Además, analiza la situación del Ecuador, siendo el país con más alta inversión en compra de reservas naturales para destinarlas al uso del recurso hídrico y es el primer país en donde se crea un fondo de protección de agua (FONAG), sin embargo, señala que la inversión de las entidades públicas a las reservas naturales y su fomentación de tecnológicas ecológicas son escasas y recalca lo que pudimos observar en la parte de la problemática del FONAG, este fondo fue creado en el año 2000, al inicio percibía el 1% del total de los ingresos de la EPMAPS y posteriormente en 2001 se incrementó al 2%, en este punto insiste que el municipio por ordenanza estipulo incrementar los fondos en 1% cada año, como pudimos observar no ocurre esta situación y el mismo plan lo establece en las recomendaciones del artículo.

El plan concluye con lo positivo de utilizar tecnologías eco amigables y reducir la huella de carbono. Además, recomienda el desarrollo de propuestas de lineamiento político que promueva la recuperación de los recursos hídricos y menciona que se debe hacer una diferenciación con reserva natural y área protegida, la importancia en realizar proyectos ambientales en áreas protegidas debe ser un tema del Estado y de primera prioridad ya que es el legado natural para futuras generaciones (EcoDecisión, 2015).

- **Minimizar la huella de carbono**

Para abordar este tema, se decidió comparar la huella de carbono de la EPMAPS, cálculo proporcionado en la memoria de sostenibilidad (2018) y la huella de carbono en Quito, obtenida en el estudio de cambio climático desarrollado por la Secretaria del Ambiente (2018), ambos son datos de 2018, el resultado destacado de Quito es el porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero debido al transporte público y privado siendo el sector con más emisión.

“Si toda la humanidad tuviera el estilo de vida de un quiteño promedio se necesitaría exactamente de un planeta para satisfacer todas las necesidades de bienes y servicios. Todavía podemos y debemos mantener este equilibrio. Sin embargo, la Huella Ecológica

promedio de Quito DM es un 9% más alta que la del Ecuador, y en análisis de sectores como el de transporte el impacto promedio de un quiteño y quiteña es 34% más alta que la de un ecuatoriano y ecuatoriana promedio” (Secretaría de Ambiente, 2018).

Los datos en la ciudad son alarmantes, según las estadísticas de la Secretaría del Ambiente (2018), la emisión de gases en la ciudad por año se puede comparan con el secuestro de gases de 125 millones de árboles en 10 años.

Tabla 44: Huella de carbono en Quito

Sectores	Emisión tCO_2e	Porcentaje
Transporte	2.902.402,00	56,19%
Residencial, Comercio	1.016.305,00	19,68%
Residuos sólidos	661.689,00	12,81%
Industrial	584.550,00	11,32%
Total	5.164.946,00	100%

Fuente y elaboración: Secretaría de Ambiente (2018)

Tabla 45: Huella de carbono EPMAPS

Huella de carbono EPMAPS		
	Emisión tCO_2e	Porcentaje
Alcance 1	2.888,00	2,23%
Alcance 2	13.076,90	10,11%
Alcance 3	113.345,10	87,66%
Total	129.310,00	100,00%

Fuente y elaboración: EPMAPS (2018)

La huella de carbono de la EPMAPS representa el 2,5% del total de emisión de gases en la ciudad, es un porcentaje bajo en relación a los demás sectores comparados. Por otro lado, la EPMAPS en la memoria de sostenibilidad del 2018, reconoce que el problema de la huella de carbono en su institución, radica en la creación de nuevas infraestructuras, adicionalmente, establece que muchas de estas nuevas obras no se realizan con el debido cuidado, esto se debe a que son proyectos con convenio publico privado. A continuación, se muestra un listado de fallas en indicadores ambientales de los proveedores de la institución (EPMAPS, 2018).

Tabla 46: Aspectos de revisión ambiental EPMAPS

Aspectos de revisión ambiental	2017	2018
Protección de los drenajes naturales	2	4
Control de la erosión con vegetación	2	1
Control de polvo	9	8
Control de ruido	N/D	1
Control de emisiones al ambiente	1	1
Reposición de la cobertura vegetal	0	1

Manejo de residuos	N/D	15
Manejo y disposición de aguas negras y grises	N/D	4
Manejo de materiales de construcción	2	9
Reposición de la calzada y servicios afectados	17	5
Almacenamiento y manejo de combustibles	7	19
Rehabilitación de áreas afectadas	11	2
TOTAL	51	70

N/D: No disponible

Fuente: EPMAPS (2018); Elaboración propia

Estas cifras cuantifican los aspectos de fallas ambientales por proveedores en obras de la EPMAPS y la misma empresa bajo su plan de manejo ambiental, solicita la inmediata remediación. Como ya se mencionó anteriormente el principal problema del cambio climático se debe a la emisión de gases de efecto invernadero por lo que la cuantificación de la huella de carbono es importante en el proceso (EPMAPS, 2018).

Según las normas de control interno para las entidades, organismos del sector público y personas jurídicas de derechos privado que dispongan de recursos públicos y reforma (2011), en la parte de gestión ambiental, especifica a la empresa ganadora del concurso de proveedor tendrá que mantener los índices de calidad tanto internacionales como naciones. Además, de los índices de calidad ambiental que se especificaran en el contrato, de no cumplir con este debido proceso, la empresa contratante podrá disolver el contrato siempre y cuando tenga los estudios de las fallas ambientales supuestas.

La EPMAPS muestra que en el año 2018 la empresa registro fallas en indicadores ambientales de sus proveedores por un número total de 70, este número es mayor al obtenido en el 2017. Sin embargo, no se muestra ningún tipo de multa por incumplimiento de los estándares de calidad ambiental permitidos ni ninguna disolución de contrato con sus proveedores (EPMAPS, 2018).

En conclusión, se debe registrar que el 2,5% del total de emisiones de gases de efecto invernadero que expone la EPMAPS es bajo, en relación al de la ciudad, pero también se reconoce que este número está directamente dirigido a las reservas naturales de agua y áreas protegidas, por lo que su magnitud y cuidado debe ser mayor. Además, se analiza que el control de la normativa para los concursos con proveedores de la EPMAPS tiene fallas, esto por el número reincidente de problemas en la calidad ambiental. Estos aspectos se deberán corregir para poder establecer un correcto plan de mantenimiento ambiental en el área protegida del Antisana.

- **Educación ambiental y turismo**

El FONAG, en su programa de educación ambiental, tiene centros educativos para los moradores de la zona y realiza constantemente visitas en el perímetro de la Reserva Ecológica Antisana para comunicar a las comunidades la importancia del buen uso de la reserva. Además, también hace una visita a las escuelas del sector para impartir charlas a los estudiantes. Sin embargo, la institución no presencia ningún tipo de programa educativo para los visitantes y turistas que ingresan a la REA (FONAG, 2018).

Según el FONAG una de las posibles amenazas y potencialidades es el turismo, según estadísticas del MAE (2011), entre los años 2006 y 2010 la Reserva Ecológica Antisana era visitada en promedio de 1.823 turistas, sin embargo, desde el 16 de enero de 2012 donde el Gobierno eliminó el valor por concepto de ingresos a las áreas protegidas, la REA tuvo una afluencia de 36.694 personas el mismo año. En el año de 2015 ya se aumentaron a 41.000 visitantes y para 2017 llegó al número superior de 60.000 turistas, este es un peligro ya que los guardaparques del Antisana no pueden monitorear a un número cada vez mayor de visitantes. Como principales afectaciones se observa que muchos de los turistas no respetan los senderos y lineamientos establecidos, afectando directamente a la vegetación, presencia de basura, incendios forestales ya vistos, pesca con un mayor volumen por año y cacería de animales nativos del lugar (FONAG, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), en su manual de capacitación: Pago por servicios ambientales en áreas protegidas en América Latina (2009), establece la importancia de creación de un sistema de administración y un fondo o cuenta de pago por servicios ambientales, este concuerda en todos los tipos en el Parque Nacional Galápagos, sin embargo, se realiza una discriminación a todas las parques y áreas protegidas dentro del país, este es un problema ya que no se formula un fondo para la protección del mismo y tampoco se puede garantizar que los visitantes cumplan con todos los lineamientos de precaución en su acogida a las áreas naturales.

Para un proyecto de mantenimiento ambiental todos los usuarios tienen que poner de parte, la formación de una correcta política ambiental en donde los parques y áreas protegidas se vean beneficiados por sus visitas y estableciendo un equilibrio entre turistas y el bien ambiental, se deberá crear un fondo para precautelar programas de educación ambiental para los visitantes y poder mitigar cualquier tipo de desastre. Además, de que la misma EPMAPS, reconoce la amenaza del turismo en la contaminación de la laguna la Mica como un problema en su manejo de agua en la REA para su tratamiento y potabilización, por lo tanto, es prioridad corregir este apartado (EPMAPS, 2018).

- **Importancia de los caudales y capacidad instalada natural**

Se pudo evidenciar anteriormente en la (Tabla 10) los niveles de captación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur, sin embargo, se debe conocer que todos estos valores de litros por

segundo que depositan los diferentes caudales al sistema de la EPMAPS, no existe la posibilidad de una regulación artificial sino únicamente se cuenta con la regulación natural presente en los mismos, en otras palabras, la capacidad del sistema de 1700 l/s es su punto máximo debido a que todos los caudales proporcionan su capacidad máxima natural, por esta razón no existe la posibilidad de la ampliación del sistema por parte de la EPMAPS. Por otro lado, si es posible la creación de un reservorio natural en la planta del Troje o en el drenaje del embalse la Mica (EPMAPS, 2019).

Este es un problema ya que según (Tabla 26) del número de beneficiados del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y su porcentaje de crecimiento poblacional visto de forma anual podrá ocasionar un problema a largo plazo, si el escenario de disminución de agua en la Reserva Ecológica Antisana no llegara a cumplirse, pero el crecimiento población siguiese aumentando a tal punto de que se quedará corto el mismo sistema, la EPMAPS tendría un problema igual o mayor.

- **Revisión en la normativa ecuatoriana en el pago de servicio hídrico**

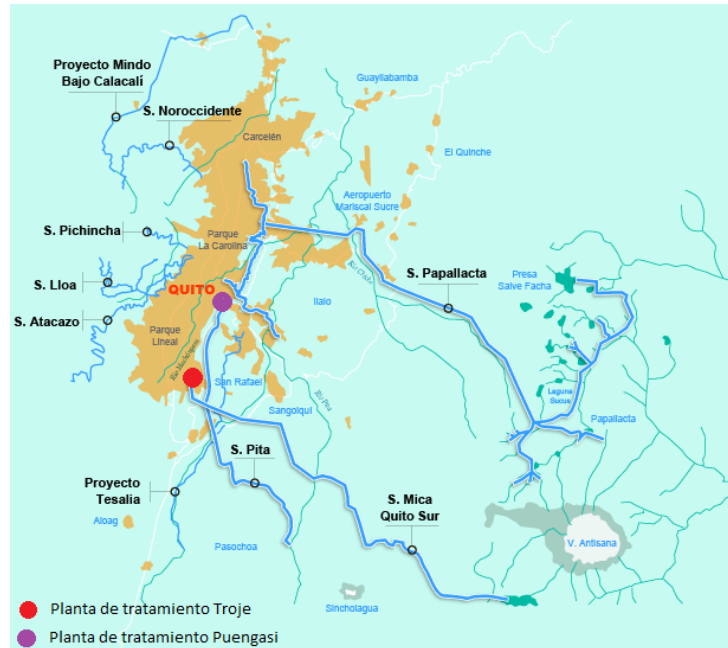
La normativa ecuatoriana establece los derechos de propiedad para el funcionamiento de estos servicios públicos de agua potable en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización creado en 2010 en el cual menciona. Art. 55.- El funcionamiento de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley, es competencia exclusiva del gobierno autónomo descentralizado municipal al cual le serán prestados los derechos de la propiedad para ejercer dichos servicios. Es por esto que la vinculación entre la gestión pública y la comunidad es un principio para garantizar el correcto funcionamiento del servicio (COOTAD, 2010). Además, según Art 137.-El COTAD establece los precios y tarifas por este servicio, el cual deberá ser equitativo a través de un sistema de diferenciación entre los agentes, ya que en su función es de gestionar mecanismo de regulación y control en el marco de la normativa nacional (COOTAD, 2010).

El FONAG, como ente de protección de agua en el municipio de Quito, reconoce que un proyecto de recuperación ambiental en la Reserva Ecológica Antisana, tiene que estar de lado con la normativa del COOTAD y el SNAP, estableciendo que existe un problema al no discriminar el precio del servicio por ser dotado de un área protegida, como es este caso del Antisana, es por esta razón que la sugerencia de modificar este apartado ya se ha mencionado anteriormente, incluso por el MAE en el 2011 visto en el plan ambiental creado para el Parque Nacional Cotopaxi, sin ningún éxito alguno (FONAG, 2018). Crear políticas públicas para el buen funcionamiento de los parques y reservas que dotan de agua al Ecuador, es primordial para establecer un proyecto de recuperación ambiental y ser sostenible en el tiempo.

4.3 Escenario semejante al Parque Nacional Cotopaxi

Antes de la creación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur en el año 2000, localizado en la Reserva Ecológica Antisana. Todos los habitantes del sur de Quito y cercanías, se abastecían de la microcuenca del río Pita, este es nacido en el Parque Nacional Cotopaxi y actualmente se la utiliza en una parte para el abastecimiento de la planta de tratamiento del Puengasi, como se lo muestra en el gráfico:

Gráfico 29: Croquis Parque Nacional Cotopaxi



Fuente: EPMAPS (2018)

Tabla 47: Conexión de agua Pita y REA

Sistema hídrico	Capacidad de dotación (litros por segundo)
Sistema la Mica-Quito Sur	1700 l/s
Sistema del Pita	1000 l/s
Planta de tratamiento	Capacidad de procesamiento (litros por segundo)
Planta de tratamiento del Troje	700 l/s
Planta de tratamiento del Puengasi	2000 l/s

Fuente: EPMAPS (2019); Elaboración propia

El Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur visto en la (Tabla 10) proporciona 1700 l/s, estos llegan a la planta del Troje, la cual únicamente puede procesar 700 l/s, el restante cae en un tramo

artificial para depositar 1000 l/s al sistema del Pita que también proporciona 1000 l/s de su microcuenca, estos llegaron a la planta de tratamiento del Puengasi con capacidad de procesar 2000 l/s (EPMAPS, 2019).

Como ya se mencionó, en el año 2000 se creó el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur y la planta de tratamiento del Troje, sin embargo, la principal función de esta obra fue ayudar al sistema del Pita, el cual años anteriores depositaba 2000 l/s en la planta del Puengasi, sin ningún tipo de ayuda de otra red hídrica, en la actualidad como pudimos observar en la (Tabla 46) necesita la ayuda de 1000 l/s de la REA.

Tabla 48: Evolución microcuenca del Pita

Microcuenca del Pita				
	Periodo 1 (1968-1977)	Periodo 2 (1978-1987)	Periodo 3 (1988-1997)	Periodo 4 (1999-2010)
	Época lluviosa (septiembre - mayo)			
Caudal	6,08	5,78	5,58	3,78
% Variación disminución		4,93%	3,46%	3,46%
	Época seca (junio - agosto)			
Caudal	2,67	2,4	2,26	1,89
% Variación disminución		10,11%	5,83%	5,83%

Fuente: (MAE; SG-CAN, 2012); Elaboración propia

Para sustentar esta información se compuso una tabla de los niveles de caudales y variación de disminución en los mismos, como se observa el sistema de la microcuenca del Pita ha perdido la capacidad de dotación de agua drásticamente, esto debido a:

- ✓ Cambios drásticos en su precipitación.
- ✓ Diferencia en la composición de la microcuenca del Pita, problema en el Parque Nacional Cotopaxi.
- ✓ Aumento de empresas florícolas a las orillas del Pita.
- ✓ Cambios drásticos en sus temperaturas.
- ✓ Otros factores como: pérdida de la flora en la zona, aumento de los visitantes y de la población e irrespeto ambiental en toda la red del Cotopaxi y del Pita.

Esta no es una investigación dirigida a la microcuenca del Pita y las causas de su degradación en su red hídrica, por lo que no se abordará a detalle, únicamente se ha mencionado este punto para tomar como ejemplo del posible escenario en la REA. Además, recalcar que el sistema del Pita años atrás dotaba de 2000 l/s a la planta del Puengasi y en la actualidad necesita la ayuda del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur como ya se observó (MAE; SG-CAN, 2012).

Hipotéticamente si el sistema la Mica-Quito Sur tendría problemas para completar la dotación de agua, la EPMAAPS ya dispone del proyecto Chalpi-Grande, sin embargo, esto únicamente es una solución parcial y de despilfarro de todas las fuentes hídricas en el Ecuador, con lo que no se completa un correcto funcionamiento de un proyecto sostenible e intergeneracional. Es por este motivo que a criterio personal y compartiendo la solución de los artículos (Designing eco-friendly water intake portfolios in a tropical Andean stream network. Water Resources Research” realizado por AGU100 (Advancing Earth and Space Science) y (Linking global climate change to local water availability: Limitations and prospects for tropical mountain watershed” realizado exclusivamente para la ciudad de Quito y publicado en: Institut de Recherche pour le Développement, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, ELSEVIER Volumen 650) la mejor alternativa es utilizar el nuevo proyecto Chalpi-Grande para disminuir el estrés hídrico tanto de la microcuenca del Pita y de la REA, con lo cual se podrá realizar un correcto plan de mantenimiento ambiental que corrija los problemas futuros.

Conclusiones

En esta sección, se presenta puntualmente los aspectos más trascendentales desarrollados en la investigación, en relación a la evaluación económico ambiental del servicio hidrológico agua en la Reserva Ecológica Antisana. Acoplándonos a la normativa, es muy claro que en la ley se extiende el interés de la protección y cuidado del área. El Programa de Apoyo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (PASNAP), es un claro ejemplo de lo mencionado, este programa establece la prioridad de mejorar la gestión y el manejo de la zona, ya que se pudo observar todos los aspectos ambientales que la REA posee y sus diversos servicios ecosistémicos ligados a la sociedad.

Se identificó que la cadena productiva que satisface el servicio hidrológico del Antisana es extensa y difícil de especificar, los recursos son utilizados por diferentes tipos de usuarios, siendo estos: domésticos, comerciales, instituciones públicas, campesinos, entre otros, que conforma una cadena productiva dependiente de las lagunas y cuencas hídricas. El 67,78% de todos los usuarios de la EPMAPS se benefician de la REA y este tiene un crecimiento de 8,06% en el último periodo 2018-2019 y 3,81% entre los años 2016-2019, es por esta razón que el reto del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur es abastecer hasta el año 2050 a una población con un alto grado de demanda y crecimiento ascendente.

La creación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito sur en el año 2000, tiene la finalidad de abastecer de agua potable a una población máxima de 750 000 habitantes en la parte sur de Quito, según acuerdo de información con la EPMAPS (2019), la gerencia de operaciones especificó que el sistema no puede aumentar la capacidad instalada en tema de captación y transportación de agua, siendo su punto máximo 1700 litros por segundo, esto significa que en el caso hipotético, si la zona registrara mayor volumen de agua, ya sea por precipitación o aumento de los caudales en ríos y lagunas, el sistema no podrá aprovechar este supuesto superávit. Sin embargo, como se pudo observar en la investigación el escenario ambiental más probable es la disminución del agua en el área y en la ciudad, la EPMAPS reconoce la posible reducción de la disponibilidad de agua en 12% y siendo más pesimistas en 34% para el 2040. Es por esta razón, que el reto de la EPMAPS y el FONAG radica en abastecer de agua potable a una población en crecimiento y con un escenario ambiental desfavorable.

La Reserva Ecológica Antisana tiene diversos servicios ambientales, al existir una infraestructura como el Sistema de Agua Potable la Mica-Quito, pone en riesgo a todos estos servicios ecosistémicos, es por esta razón que mantener a la REA no únicamente comprende la conservación de los recursos hídricos, es amparar a toda el área protegida. Además, se pudo evidenciar que el Agua Potable de Quito es relativamente más económica y de mejor calidad que el agua embotellada que se comparó, esto con el fin de establecer una idea al lector de su percepción de costo y calidad del servicio de saneamiento y potabilización por parte de la EPMAPS.

Los escenarios ambientales futuros en la Reserva Ecológica Antisana son inciertos, sin embargo, los costos de remediación y mantenimiento son cuantificables y sirven para perdurar sus recursos, minimizando los posibles eventos negativos. Se concluye que el SNAP no es la única institución que debería aportar para su mantenimiento, la EPMAPS al favorecerse económicamente de la REA también debe destinar un monto para su conservación. En la normativa de los programas de inversión del país, están encaminados a la bioeconomía, es por esta razón que todas las entidades deben aportar al beneficio ambiental de forma directa o indirecta. No se entiende la respuesta del gobierno al reducir el presupuesto en calidad de conservación del medio ambiente, siendo la sostenibilidad ambiental uno de los principales objetivos en la constitución.

Al observar la inversión en mantenimiento y conservación de las áreas protegidas por el SNAP, se observa datos alarmantes en la comparativa del presupuesto al inicio y al final de la década, la realidad vista es la disminución de inversión por parte del Estado al Ministerio del Ambiente, el presupuesto de la institución tuvo una variación negativa de 41,06% con respecto a su año anterior 2018, esta acción en camina a su vez la reducción del presupuesto del SNAP en 34,26% frente 2018 y el de la REA en 65,75% respectivamente. Sin embargo, el dato más relevante se observa en la (Tabla 33) donde se muestra la comparación en inversión de mantenimiento por hectárea en la REA, se muestra que el objetivo de conseguir un escenario de inversión consolidado o ideal estuvo más cerca en 2012 que en 2019, siendo este último el monto de inversión más bajo de toda la década. En la investigación se planteó que para mantener los servicios ecosistémicos en la zona de estudio se debe alcanzar el escenario de consolidación.

Los proyectos de mantenimiento abordados en la investigación se concentraron en la conservación de los recursos hídricos en la Reserva Ecológica Antisana, es por este motivo que se especificó el correcto funcionamiento del 7,07% total del área protegida. Sin embargo, el monto de inversión visto corresponde al total de presupuesto necesario para amparar a la REA en su totalidad. Las estrategias presentadas, conforman una respuesta a problemas contemplados a lo largo de la investigación y se reconocen como guía para conseguir un óptimo funcionamiento de toda la reserva.

Como conclusión general del proyecto de investigación, se pudo establecer que el monto de inversión para mantenimiento y conservación de la Reserva Ecológica Antisana es económicamente y ambientalmente favorable en relación al dejar de utilizar a la REA como fuente de captación del servicio de agua potable para la parte sur de Quito, estableciendo que el monto de inversión del proyecto utilizando el método de costos evitados es superior al de mantenimiento de la reserva ($41.470.946,46 \text{ USD} > 1.099.999,00 \text{ USD}$). Por lo que se debe crear un correcto plan protección y mantenimiento ambiental para precautelar los recursos hídricos y demás servicios de la REA con una inversión anual de ($1.099.999,00 \text{ USD}$ o $9,17 \text{ USD}$ por hectárea).

Recomendaciones

En el estudio se muestra las características de mantenimiento y conservación de los recursos hídricos en la Reserva Ecológica Antisana y se presenta el monto de inversión dedicada a la conservación de los mismos, se debe estudiar acciones de mantenimiento y conservación para los otros servicios ambientales que tiene la REA, ya que a pesar de presentar estrategias en el trabajo de investigación se recomienda estudiar cuales son los mejores proyectos y alternativas para destinar el monto de inversión dedicados a los demás servicios ambientales.

Se debe recordar que una de las limitaciones del método de costos evitados, es que no refleja el valor económico total del recurso natural, sin embargo, es ideal para valorar los servicios ambientales ocupados por la sociedad. Los instrumentos de valoración económico ambiental no son una formula única, todo dependerá de la gran cantidad de información y su validez. Además, todos los métodos de valoración tienen limitaciones, no obstante, no pierde su validez ya que cumplen con la función de estimar el valor ambiental y apoyar al recurso en la gestión de toma de decisiones.

Se comparte la sugerencia de los artículos científicos que analizaron el nuevo proyecto en construcción Chalpi-Grande, se debe destinar el proyecto para reducir el estrés hídrico de la Reserva Ecológica Antisana y el Parque Nacional Cotopaxi. Por otro lado, la investigación propone crear un plan de recuperación ambiental para corregir los problemas del Parque Nacional Cotopaxi y de la microcuenca del Pita.

Para finalizar, se recomienda a todos los lectores e instituciones que participaron en la elaboración del proyecto de investigación, hacer énfasis en que este es un desafío en conjunto de toda la sociedad (todo se conecta), Quito es la ciudad con mayor porcentaje de huella de carbono y derroche de agua en el país, las acciones de todos los usuarios deben estar encaminadas a un cambio. Las instituciones, con su poder de gestión e intervención, deberán participar y promocionar este cambio. Además, se recomienda a todos los entes de control revisar la normativa, la misma que representa un problema en la institucionalidad de las áreas protegidas.

Referencias Bibliográficas

- Agenda 21 realizada en Rio de Janeiro (1992) **Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, ONU <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm> (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- AGU 100 (Advancing Earth and Space Science, 2019) **Designing eco-friendly water intake portfolios in a tropical Andean stream network**. Water Resources Research
- Amoroso, Ximena (2014) Tributación ambiental: caso de Ecuador. **SRI** <https://www.oecd.org/tax/tax-global/Session-3-Ecuador.pdf> (Recuperado 14 de diciembre de 2018)
- Amsberg (1993) **Thesis focused on environmental policy and carbon pricing in project evaluation** Nueva York: Oxford University Press (Recuperado el 17 de agosto de 2019)
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DEL ECUADOR (2008) Constitución de la República del Ecuador. **Constitución** Ecuador (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Azqueta Oyarzun, Diego (2007) **Introducción a la Economía Ambiental**. (2a ed.) Madrid: McGraw-Hill (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Barberán, Costa, Alegre (2008) Los costes de los servicios urbanos del agua. Un análisis necesario para el establecimiento y control de tarifas **Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública**, España (Recuperado el 18 de octubre de 2020)
- Barrientes (2020) **Impure public good that promotes inclusive economic growth**, La Paz-Bolivia: Universidad Mayor, miembro del CADELP (Recuperado 11 de agosto de 2020)
- Becker, Lancaster (1965-1966) **Journal of Public Economics, JEL classification, Optimum taxation and the allocation of time** <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0047272702001925> (Recuperado el 18 de enero de 2020)
- Bishop, J. T (1999-78) **Valuing Forests: A Review of Methods and Applications in Developing countries**, Londres: IIED (Recuperado el 06 de mayo de 2019)
- Boland, Whittington (2000) **Equals be treated equally and unequals be treated unequally**, Londres: Journal of Economic Issues (Recuperado el 10 de agosto de 2019)

- Carreón, J., Bustos, J. M., García, C., Hernández, J. y Mendoza, D. (2015) ***Utilización de SPSS y AMOS en un estudio del pensamiento ambientalista y las intenciones de voto en una muestra de estudiantes***, España: Multidisciplinar (Recuperado el 22 de mayo de 2019)
- Carey (1858) ***The principles of social science***, Nueva York: Kelly (Recuperado el 03 de mayo de 2019) (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Carruthers, Stoner (1981) ***Economic aspects and policy issues in groundwater development***, Washington, D.C.: The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/144681468739192694/Economic-aspects-and-policy-issues-in-groundwater-development> (Recuperado el 14 de agosto de 2019)
- Carter, Angers, Bolinder, Gregorich, Drury, Liang, Voroney, Simard, Donald, Beyaert, Martel (1997) ***Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada***, Canada-ELSEVIER <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198796011002> (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- CEPAL (2015) ***Guía metodológica Medición del gasto en protección ambiental del gobierno general***, Chile https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37738/1/S1420956_es.pdf (Recuperado el 10 de enero de 2020)
- CEPAL (2019) ***Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe BIOECONOMÍA***, Alemania https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43825/1/S1800540_es.pdf (Recuperado el 17 de enero de 2020)
- Chicaiza, Sangucho (2014) ***ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA, DE LA ACTIVIDAD TURÍSTICA EN LA ZONA ALTA “LA MICA” DE LA RESERVA ECOLÓGICA ANTISANA (REA)***, Ecuador <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7552/6/UPS-ST001286.pdf> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL (2010) Normativa República del Ecuador. ***Normativa*** Ecuador (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Coase (1991) ***The problem of social cost***, Nueva York: The Journal of Law and Economics (Recuperado el 07 de julio de 2019)

- Coase (1960) *The Journal of Law and Economics* “**EL PROBLEMA DEL COSTO SOCIAL**”, Londres <https://www.eumed.net/cursecon/textos/coase-costo.pdf> (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Contraria General del Estado (2011) *Normas de control interno para las entidades, organismos del sector público y personas jurídicas de derechos privado que dispongan de recursos públicos y reforma*. Dirección jurídica normativa Ecuador (Recuperado el 07 de octubre de 2020)
- Coello, Van Veldhuizen, Lamont, Toscano Pulido (2002) *Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems*. Nueva York: Kluwer Academic (Recuperado el 05 de octubre de 2020)
- Cuesta, F., Báez, S., Ramírez, J., Tovar, C., Devenish, C., Butaert, W., y otros. (2012). *Síntesis de los impactos y estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes Tropicales*. Lima: CONDESAN, SGCAN (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Cuesta, M. Bustamante, M. Becerra, J. Postigo, & J. Peralvo. (2012) *Panorama andino de cambio climático: vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales*. Lima: CONDESAN, SGCAN (Recuperado el 05 de octubre de 2020)
- Daily (1997) *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems* https://www.researchgate.net/publication/37717461_Nature's_Services_Societal_Dependence_On_Natural_Ecosystems (Recuperado el 05 de mayo de 2019)
- Demsetz (1967) *Toward a Theory of Property Rights*, Washington, D.C.: American Economic Review (Recuperado el 12 de agosto de 2019)
- D. González Zeas, B. Erazo, P. Lloret, B. De Bievre, S. Streinschneider, O. Dangles. (2018) *Linking global climate change to local water availability: Limitations and prospects for tropical mountain watershed* ELSEVIER (Recuperado el 05 de octubre de 2020)
- EcoDecisión (2015) *Infraestructura Verde en el Sector de Agua Potable en América Latina y el Caribe: Tendencias, Retos y Oportunidades*. Edición The Nature Conservancy, Ecuador (Recuperado el 08 de octubre de 2020)
- Ecosystem Valuation (2006) *The Economics of Valuing Ecosystem Services and Biodiversity* https://www.researchgate.net/publication/303444184_The_Economics_of_Valuing_Ecosystem_Services_and_Biodiversity (Recuperado el 18 de enero de 2020)

- ECOLAP y MAE (2007) *Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas*, Ecuador
<https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/reserva-ecologica-antisana/reserva-ecologica-antisana.pdf> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Ecosystem Marketplace, (2013) Latinoamérica: Región pionera en la protección del agua.
Ecosystem Marketplace article-analysis. https://www.forest-trends.org/ecosystem_marketplace/latinoamerica-region-pionera-en-la-proteccion-del-agua/ (Recuperado 07 de octubre de 2018)
- Edel (1973) *Economics and the environment*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva York
 (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Ehrlich, Holdren (1971) *Impact of Population Growth IPAT*,
<https://faculty.washington.edu/stevehar/Ehrlich.pdf> (Recuperado el 11 de mayo de 2019)
- Ehrenfeld, David. W (1972) *Conserving life on earth*, Alemania: Biological conservation
 (Recuperado el 13 de agosto de 2019)
- Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (2002) *PLAN DE MANEJO DE LA RESERVA ECOLÓGICA ANTISANA*, Quito
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/28+PLAN+DE+MANEJO+ANTI+ANA.pdf/c648cb13-956f-4861-965d-9dbca5662ae6> (Recuperado el 04 de mayo de 2019)
- Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (2018) *Memoria de Sostenibilidad*, Quito: EPMAPS (Recuperado el 15 de octubre de 2019)
- Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (2018) *Estrategias de Adaptación al Cambio Climático para suministro de agua potable del DMQ*
<https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2019/05/Sin-ti%CC%81tulo-4.pdf>
 (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (2019) *Acuerdo de información y contrato de confiabilidad*, Quito: EPMAPS (Recuperado el 03 de febrero de 2020)
- Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (2020) *Información otorgada por la institución en base al Acuerdo*, Quito: EPMAPS (Recuperado el 03 de febrero de 2020)
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (2000). *"An Introduction to environmental accounting as a business tool: Key concepts and Terms"*. Estados Unidos: EUA, EPA (Recuperado el 05 de abril de 2019)

- FAO/OAPN (2009) *Manual de Capacitación: Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina*, Chile https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/proyectos-de-cooperacion/4Manual-pago-servicios_tcm30-287858.pdf (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Faustmann (1849) *Gerechnung des wertes welchen waldbaden sowie noch nicht haubare holzbestände für die waldwirtschaft besitzen*, Alemania: Allgemeine Forst und Vagd-Zeitung (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Ferraro, P. J., T. Uchida, y J. M. Conrad (2005) *Price Premiums for Ecofriendly Commodities: Are “Green” Markets the Best Way to Protect Endangered Ecosystems?* Londres: Environmental and Resource Economics (Recuperado el 18 de enero de 2020)
- Fisher (1981) *Resource and environmental economics*, Londres: Cambridge University Press (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- FONAG (2014) *Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana*, Ecuador https://www.researchgate.net/publication/267027177_Guia_para_la_Restauracion_Ecologica_en_los_Paramos_del_Antisana (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- FONAG (2016) Análisis de métodos aplicados para la cuantificación de la compensación de huella hídrica. *Repositorio FONAG Documentos Técnico-Científico* <http://infoaguaguayllabamba.ec/repositorio/web/index.php?r=documento%2Fdownload&id=47> (Recuperado 07 de octubre de 2018)
- FONAG (2017) *CONTRATAR LA INTERVENCIÓN BIOFÍSICA EN LOS MÁRGENES DEL “ARENAL DOS” DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA JATUNHUAYCU EN ANTISANA*, Ecuador <http://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2017/08/TDR-Intervencion-biofisica-arenal-dos-2017.pdf> (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- FONAG (2018) *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN HÍDRICA ANTISANA* (Última edición) Ecuador: FONAG (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Fontaine, G (2015) *El análisis de políticas públicas: conceptos, teoría y métodos*. Barcelona: Anthropos / FLACSO Ecuador (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Garret Hardin (1978) *Living on a Lifeboat and Carrying Capacity as an Ethical Concept*, Londres: Cambridge University Press (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- Gestión en Recursos Naturales (2018) *Línea de Base Ambiental*, Chile <https://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)

- GRAY, R.; BEBBINGTON, J. y WALTERS, D. (1993). *Accounting for the Environment*. London: CCA (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Gómez, C. M. (1994) *Desarrollo sostenible y gestión eficiente de los recursos naturales*, Madrid: Alianza Editorial (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Gordón (1954) *The Journal of Political Economy* <https://econ.ucsb.edu/~tedb/Courses/Ec100C/Readings/ScottGordonFisheries.pdf> (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- Heibroner (1974) *An Inquiry into the Human Prospect*, Londres <https://www.jstor.org/stable/4224442?seq=1> (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Herzog, S., Martínez, R., Joergensen, P., & Tiessen, H. (2012) *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales*, España: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Howard, Guy, Bartram, Jamie & World Health Organization. Water, Sanitation and Health Team (2003) Domestic water quantity, service level and health / Guy Howard and Jamie Bartram. Geneva: *World Health Organization*. <http://www.who.int/iris/handle/10665/67884> (Recuperado 18 de febrero de 2019)
- Hotelling (1947) *Multivariate Quality Control Illustrated by Air Testing of Sample Bombsights*. Techniques of Statistical Analysis, Nueva York: McGraw Hill (Recuperado el 18 de enero de 2020)
- Hotelling (1938) *The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates* <https://www.jstor.org/stable/pdf/1907054.pdf?seq=1> (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Huxley (1959) *Brave new world revisited*, Londres: Chatto and Windus (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- INAMHI (2017-2019) Estudios Hidrogeológicos 2017-2019. *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. https://issuu.com/inamhi/docs/estudios_hidrogeologicos_-_inamhi (Recuperado el 09 de noviembre de 2018)
- INIAP (2014) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: *Conservación y uso sostenible de Recursos Genéticos Forestales*, Quito: PIC-12-INIAP-005 (Recuperado el 10 de agosto de 2019)

- IGM (2019) Estudios de coordenadas Antisana, **CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO. (Codificación UTF-8)** <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/> (Recuperado el 09 de noviembre de 2018)
- IPCC (2001) **Cambio climático 2001 Informe de síntesis**, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syrfull_es.pdf (Recuperado el 21 de julio de 2019)
- Jensen, R., Miralles, F., & Muñoz, C. (2013) **Climate Change Impacts on Glacier Retreat and Mountain Hydrology and its Implications**, UK: BID-DHI. (Recuperado el 17 de julio de 2019)
- Johnson (1972) **Economic Analysis, the Legal Framework and Land Tenure Systems**, Londres: Journal of Law and Economics (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Kapp (1950) **The social cost of private enterprise**, Londres: Cambridge University Press (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- Kutner, Michael, Nachtsheim, Christopher, Neter, John y Willian, Li (2004) **Applied Linear Regression Models** (5a ed.) Berlin: McGram-Hill Irwin (Recuperado el 05 de abril de 2019)
- Kuznets (1955) **Economic Growth and Income Inequality** <http://gabriel-zucman.eu/files/teaching/Kuznets55.pdf> (Recuperado el 05 de mayo de 2019)
- Kula, (1998) **History of Environmental Economic Thought**, Londres <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/02601079X99001000306?journalCode=jea> (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Lasheras (1999) **La regulación económica de los servicios públicos**. Edi: Ariel, España https://books.google.com.ec/books/about/La_regulaci%C3%B3n_econ%C3%B3mica_de_los_servici.html?id=uYNBPQAACAAJ&redir_esc=y (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Ley Organica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. (Recuperado 6 de Agosto de 2019).
- Linares, Romero (2002) **Economía y Medio Ambiente: herramientas de valoración ambiental** <https://www.iit.comillas.edu/pedrol/documents/becker08.pdf> (Recuperado el 01 de agosto de 2019)

- López (1997) **MANEJO RACIONAL DEL TURISMO EN LA RESERVA ECOLOGICA ANTISANA**, <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1964> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Ludevid, M. (1999). *Contabilidad Ambiental: Medida, Evaluación y Comunicación de la Actuación Ambiental de la Empresa*. Fundación Forum Ambiental, Edición Agencia Europea del Medio Ambiente (Recuperado el 20 de octubre de 2019)
- MAE y del ECOLAP (2007) *Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del ecuador*, <https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/reserva-ecologica-antisana/reserva-ecologica-antisana.pdf> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Marx (1867) *A critique of political economy, the process of capitalism production*, Nueva York: The Modern Library (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Malthus, Godwin, Condercet (1798) *An Essay on the Principle of Population, as it affects the future improvement of society*, Londres (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Meadows (1972) *The limits to growth*, Nueva York: Universe Books (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- MENA V., P., G. MEDINA Y R. HOFSTEDE (2001) *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas*, Abya Yala/Proyecto Páramo 2001. Quito: EcoCiencia y el Instituto de Montaña (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Michael Mintrom, Claire Williams (2013) *Public Policy Debate and the Rise of Policy Analysis. In Routledge Handbook of Public Policy*. https://www.researchgate.net/publication/309179708_Public_Policy_Debate_and_the_Rise_of_Policy_Analysis (Recuperado el 05 de mayo de 2019)
- Mill (1848) *Principles of political economy*, Londres. Traducción del Fondo de Cultura Económica, México, 1951. (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Ministerio del Ambiente (2015) *Áreas protegidas*, Ecuador <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Areas+Protegidas+del+Ecuador.pdf/390b099f-6f57-4d38-bf17-cea3a138caf5> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Ministerio del Ambiente (2019) *Rendición de cuentas 2019*, Ecuador <https://www.ambiente.gob.ec/rendicion-de-cuentas-2020/> (Recuperado el 10 de enero de 2020)
- Ministerio del Ambiente (2011) *Proyecto de adaptación al impacto del retroceso acelerado de glaciares en los Andes Tropicales*. Consorcio Intercooperation UICN, Ecuador (Recuperado el 10 de agosto de 2019)

- Ministerio del Ambiente, Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones (2012-2017) **PROYECTO DE ADAPTACIÓN AL IMPACTO DEL RETROCESO ACELERADO DE GLACIARES EN LOS ANDES TROPICALES – PRAA**, Ecuador <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Plan-de-Manejo-Adaptativo-SAP-Pita.pdf> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Ministerio del Ambiente (2015) **Plan áreas protegidas**, Ecuador <http://alfresco.ambiente.gob.ec:8096/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/f0389ebf-c004-4229-9182-1a035042952f/antisana.pdf> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Millennium Ecosystem Assessment “MEA” (2003) **Ecosystems and Human Well-Being**, Londres: UNEP-WCMC (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Ministerio de ciencia e innovación MCI (2015) **Desarrollo sostenible uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos**, España https://www.ciclohidrico.com/wp-content/uploads/2015/11/usoconjunto_bj.pdf (Recuperado el 10 de enero de 2020)
- Mogollón, H. y Guevara, J (2004) **Caracterización vegetal de la biorreserva del Cóndor**, Quito: Fundación Numashir (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 Agua Potable (2014) **Cuarta Revisión Agua Potable**, <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf> (Recuperado el 20 de agosto de 2019)
- Ophuls (1973) **Ecology and the Politics of Scarcity: Prologue to a Political Theory of the Steady State**, Londres (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, Organismo Autónomo Parques Nacionales OAPN (2009) **Manual de capacitación: Pago por servicios ambientales en áreas protegidas en América Latina**, España: FAO-OAPN (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- Ostrom (1990) **El gobierno de los bienes comunes**, España <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/El%20gobierno%20de%20los%20bi- enes%20comunes.pdf> (Recuperado el 08 de noviembre de 2018)
- Osorio, Correa (2015) **VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES: MARCO CONCEPTUAL Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN**, España (Revista Científica) <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1141> (Recuperado el 10 de enero de 2020)
- Olson (1971) **The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups, Second Printing with a New Preface and Appendix** (2a ed.) Harvard University Press (Recuperado el 10 de enero de 2020)

- OMS (1996) *Informe sobre la salud en el mundo 1996 - Combatir las enfermedades, promover el desarrollo* <https://www.who.int/whr/1996/es/> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Palau (2003) *Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia*, España
http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne22/L22a001_Control_eutrofizacion_embalses.pdf (Recuperado el 02 de mayo de 2020)
- Pearce, David (1995) *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Colegio de Economistas de Madrid: Celeste Ediciones (Recuperado el 14 de julio de 2019)
- Pearce, Turner, Perello (1998) *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente* (5ª ed.) España: Celeste Ediciones (Recuperado el 18 de julio de 2019)
- Pigou (1920) *El problema de las externalidades; Economía Ambiental*, Londres: Mcmillan (Recuperado el 07 de julio de 2019)
- Quesnay y Turgot (1758) *Fisiocracia y librecambio. Textos fundamentales para la Historia*, Madrid: Alianza Editorial (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Reserva Ecológica Antisana (2018) *Área protegida "REA"*, Quito
<http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-ecol%C3%B3gica-antisana> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)
- Renzetti, Dupont (2001) *The Role of Water in Manufacturing, Environmental and Resource Economics*, Nueva York: Land Economic (Recuperado el 10 de agosto de 2019)
- Sáenz, M (2019) *Evaluación de la respuesta fenológica y morfológica de 13 especies de plantas de páramo ante un calentamiento experimental*. PUCE, Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas (Recuperado el 10 de julio de 2019)
- Samuelson (1976) *Economics of Forestry in an Evolving Society*, Londres: Economic Inquiry, (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Scavone, G (2000). *¿Por qué medir los Costos Ambientales? Investigación realizada bajo el marco del Proyecto de Investigación UBACyT. Impacto Ambiental: sus posibilidades de captación y control a través de la información contable*. Buenos Aires: UBACyT (Recuperado el 10 de julio de 2019)
- Secretaria del Ambiente (2018) *Cambio Climático (Huella de carbono en Quito)*, Quito
<http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/programas-y->

[proyectos/reduccion-y-compensacion-de-la-huella-de-carbono-en-el-dmq#huella-de-carbono-e-h%C3%ADdrica](#) (Recuperado el 20 de mayo de 2019).

Shilling, Osha (2002) *Paying for Environmental Stewardship*, Washington: WWF (Recuperado el 10 de agosto de 2019)

Sierra (1999) *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*, Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador (Recuperado el 27 de enero de 2020)

Sinha; Michalak; Balaji, (2017) “Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes” *Science* <https://science.sciencemag.org/content/357/6349/405> (Recuperado el 27 de enero de 2020)

Singh, B. B; Ajeigbe, H. A; Tarawali, S. A; Fernandez-Rivera, S; Abubakar, M., (2003) *Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder*. Field Crop (Recuperado el 10 de julio de 2020)

Smith (1776) *La Riqueza de las Naciones, actualizacion 1996*, MADRID <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/194-Smith%2C%20Adam%20-%20La%20riqueza%20de%20las%20naciones%20%28Alianza%29%20818%20pag%20IMPRIMIR%20EN%20AHORRO.pdf> (Recuperado el 03 de mayo de 2019)

Smith, J.A., A.S. Ackerman, E.J. Jensen, and O.B. Toon (2006) *Role of deep convection in establishing the isotopic composition of water vapor in the tropical transition layer*, Londres <https://pubs.giss.nasa.gov/abs/sm01100t.html> (Recuperado el 10 de agosto de 2019)

Smith, R. (1981). “*Resolving the Tragedy of the Commons by Creating Private. Property Rights in Wildlife*”. Londres: The Cato Journal, 1 (2) de 1981 (Recuperado el 14 de agosto de 2019)

SNAP (2015) Estudios áreas protegidas. *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador* <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/info-snap> (Recuperado el 20 de mayo de 2019)

SNAP (2013) *Actualización del estudio de necesidades y el análisis de brecha de financiamiento del sistema nacional de áreas protegidas (SNAP) en un marco de gestión y formación de capacidades*, Ecuador <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Estudio+de+Necesidades-SNAP-ARTE-FINAL.pdf/454030f9-093e-4576-9e4e-4ad499ea98e9> (Recuperado el 10 de enero de 2020)

- Society for Ecological Restoration International (2004) **Principios de SER International sobre la restauración ecológica**
https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- Solow (1986) **Growth theory an exposition**. Estados Unidos: Oxford University Press (Recuperado el 10 de julio de 2019)
- Stern (1997) **The Capital Theory Approach to Sustainability: A Critical Appraisal** (4a ed.) Francia: Taylor and Francis Group. (Recuperado el 10 de julio de 2019)
- Taylor (2005) **In the Market But Not of It: Fair Trade Coffee and Forest Stewardship Council Certification as Market-Based Social Change**, Nueva York: World Development (Recuperado el 18 de enero de 2020)
- Tisdell (2005) **Economics of Environmental Conservation**.
- Turner, Roger E. Kasperson, Pamela A. Matsone, James J. McCarthyf, Robert W. Corellg, Lindsey Christensene, Noelle Eckleyg,h, Jeanne X. Kaspersonb,d, Amy Luerse, Marybeth L. Martellog, Colin Polskya,b,g, Alexander Pulsiphera,b, and Andrew Schillerb (2003) **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**
<https://www.pnas.org/content/pnas/100/14/8074.full.pdf> (Recuperado el 27 de enero de 2020)
- TULSMA (2017) TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE,
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf> (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- UNESCO (1999) **Guía para el seguimiento y evaluación de proyectos comunitarios**. Paris: UNESCO (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- UNICEF (2000) **Informe Anual del UNICEF 2000**
https://www.unicef.org/spanish/publications/index_4291.html (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Unión Mundial para la Naturaleza UICN-IUCN (2006) **Sustainable Use Indicators Workshop New Hall**, UK: Cambridge
https://www.iucn.org/sites/dev/files/report_su_indicators_jan2006.pdf (Recuperado el 22 de mayo de 2019)
- US EPA (2001) **Tecnologías de remediación para suelos contaminados por EPT**, USA: EPA. (Recuperado el 10 de julio de 2019)

- Vargas, M.A., Luo, N., Yamaguchi, A., Kapahi, P. (2010) ***A role for S6 kinase and serotonin in postmating dietary switch and balance of nutrients in D. melanogaster.*** Curr. Biol. 20(11): 1006--1011. (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- Van Vliet, M., Franssen, W., Yearsley, J. R., Fulco, L., Haddeland, I., Lettenmaier, D., & Kabat, P. (2017) ***Global river discharge and water temperature under climate change,*** ELSEVIER 15. (Recuperado el 01 de abril de 2020)
- Von Hornick, (1684) ***'Nine principal rules' of national economy,*** Austria http://www.mslucohistory.com/uploads/1/0/9/4/109471507/nine_tenets_of_mercantilism.pdf (Recuperado el 03 de mayo de 2019)
- Wierenga, M. (2006). ***A Brief Introduction to Environmental Economics.*** (2a ed) Estados Unidos: Edward Elgar Pub Edit (Recuperado el 27 de octubre de 2018)
- Xavier Labanderia, Carmelo J. León y María Vázquez (2007) ***Economía Ambiental,*** España: McGraw-Hill Irwin (Recuperado el 27 de octubre de 2018)

Anexos

Anexo 1: Calidad de agua en las redes de distribución del DMQ y certificación INEN

RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Periodo: 1 al 31 de Octubre de 2019

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento informa la calidad del agua potable que está disponible en el abastecimiento de las conexiones domiciliarias en el DMQ, en base de los muestreos y análisis realizados en los tanques y redes de distribución.

Los resultados se expresan con el mismo número de decimales que los de la norma INEN 1108 vigente.

Parámetros	Unidades	Número de Análisis Realizados	Límite Máximo Permisible NTE INEN 1108 vigente	% de muestras que exceden el LMP	Promedio	Cumple
COLOR	UC (Pt-co)	274	15	0,00%	1	SI
TURBIEDAD	NTU	274	5	0,00%	1	SI
COLOR LIBRE RESIDUAL	mg/L	274	0,3 a 1,5	1,46%	0,8	SI
ESCHERICHIA COLI	NMP/100ml	70	< 1,1	0,00%	0,0	SI

Metodología de muestreo: Muestras aleatorias ubicadas en 274 sectores de todo DMQ

Recomendamos a los usuarios que tomen medidas para preservar la calidad del agua al interior de sus hogares con las siguientes medidas:

- Mantenimiento y reemplazo de las tuberías internas del domicilio para evitar óxidos y otras sustancias ocasionadas por su corrosión
- Limpieza y desinfección de cisternas o depósitos internos, este trabajo es recomendable ejecutarlo entre 3-6 meses según tamaño y ubicación.
- Reemplazar tuberías rotas para evitar la contaminación del agua potable

Fuente:
Sistema Automático de Manejo de Información (SAMI)

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁸Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Ra

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON
SELLO DE CALIDAD



Nro. DVC-SC-2018-441

Otorgado al producto:
Agua potable

Marca Comercial:
"___"

Fabricado por:
**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA
POTABLE Y SANEAMIENTO**
Av. Mariana de Jesús y Alemania. Quito - Ecuador

Documento Normativo de Referencia:
NTE INEN 1108:2014

Fecha de expedición:
2018-12-02

Fecha de vencimiento:
2021-12-01

Ing. Elizabeth Guerra
DIRECTORA EJECUTIVA (E)
SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN
INEN

Este certificado solo sirve a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos del documento Normativo de Referencia y el Consejo para la utilización del Certificado y Marca de Conformidad "Sello de Calidad INEN"

VC-RE-76
2016-03-14

Servicio Ecuatoriano de Normalización - Segundo Milenio 18-09 y Diego de Almagro, Quito - Ecuador - Teléfono: (051) 22 392 2040 al 202 3000
Teléfono: 98424 1102 - Correo electrónico: secren@inen.gob.ec
www.inen.gob.ec

Requisito	Unidad	Mín	Máx	Método de ensayo
Color	Pt-Co ^b	-	5	NTE INEN-ISO 7887
Turbidez	NTU ^a	-	1	NTE INEN-ISO 7027
Sólidos Totales Disueltos Aguas purificadas envasadas	mg/L	-	500	2 540 Solids Standard Methods
Sólidos Totales Aguas purificadas mineralizadas envasadas	mg/L	500	1 000	2 540 Solids Standard Methods
pH a 20 °C agua purificada envasada		4,5	9,5	NTE INEN-ISO 10523
pH a 20 °C agua purificada mineralizada envasada		3,8	9,0	NTE INEN-ISO 10523
Cloro libre residual	mg/L	AUSENCIA		NTE INEN 977
Dureza total	mg/L	-	300	NTE INEN 974

^a 1 unidad en la escala PT-CO = 1 mg/L de platino en forma de cloro platino

^b 1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 mg/L de formazina estándar.

Requisito	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/mL	2 ^b	5	2	25	10 ²	NTE INEN-ISO 4833
E. Coli	UFC/100 mL	10 ^a	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 9308-1
Pseudomonas Aeuroginosa	UFC/100 mL	10 ^a	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 16266

^a Caso 10, peligro grave incapacitante, pero por lo general no amenaza la vida, las secuelas son raras duración moderada. ICMSF 8.

^b Caso 2, Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente.

n es el número de muestras a analizar;

Anexo 2: Parámetros de calidad agua embotellada AQUA



Laboratorio de ensayo acreditado por el SEAC
con acreditación N° OAE LE 1C 05-003

Datos del cliente

Nombre: THE TESALIA SPRINGS COMPANY S.A	Teléfono: 3710200
Dirección: AV. MALDONADO 534-370 Y MANGLAR ALTO (PROVINCIA DE PICHINCHA) QUITO	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: AGUA BIDON PURE WATER	Código muestra: 19-02/0060-M001
Marca comercial: "PURE WATER"	Lote: LMI2 2019/02/12 EXP. 2019/05/13
Referencia: Agua Purificada y Envasada	Fecha elaboración: 12/02/2019
Envase: PP	Fecha expiración: 13/05/2019
Conservación de la muestra: Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción: 13/02/2019
Fecha análisis: 13/02/2019	Vida útil: 3 meses
Contenido neto declarado: 20 L	
Contenido neto encontrado: N/A	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Organolépticos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Olor *	Característico/Objetable	Característico	Característico	Sensorial *
Sabor *	Característico/Objetable	Característico	Característico	Sensorial *

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Cloro Libre Residual *	mg/l	Ausencia**	Ausencia	NTE INEN 0977 *
Color (Hz) *	Hz ~ Pt-Co	<0.2	Max: 5	NTE INEN-ISO 7857 *
Dureza Total Expresada como CaCO ₃ *	mg/l	<0.4	Máx.: 300	Standard Methods 23rd Edition 2340-C (API-5.8-04-01-00B23) *
pH a 20°C	—	5.18 ± 0.05	Agua purificada y envasada : Min: 4.5 Max: 9.5 ; Aguas purificadas mineralizadas Min: 3.8 Max: 9.0	Standard Methods 23rd Edition 4500-H-B (API-5.8-04-01-00B12)
Sólidos Totales Disueltos *	mg/l	57.00	Agua purificada y envasada : Max: 500;	Standard Methods 23rd Edition 2540-C *
Turbiedad *	NTU	0.12	Max: 1	NTE INEN-ISO 7027 (Turbidímetro) *

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Aerobios Mesófilos *	UFC/mL	<1.0	Max: 25	Standard Methods 23rd Edition 9215 A *
E. coli *	UFC/100 ml	1.0	0	Standard Methods 23rd Edition 9222 AB *
Pseudomonas aeruginosa **	UFC/100 mL	< 1.0	0	Standard Methods 23rd Edition 9213 AE *

** Resultados exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Anexo 3: Factura de agua potable 20m3

BOLETO DE CUENTA No. 001-012-012045038
 CUENTA No. : 000062214612
 RAZON SOCIAL : LASO BRAVO WALTER JOAQUIN
 DIRECCION : CA 043E N67-55 LT 3
 CLAVE CAT: L014-0062-014-004-01460-01-01
 PERIODO CONSUMO : 23-09-2019 / 25-10-2019

RUC : 17681542000000
 CEDULA/RUC : 1705585956
 TELEFONO : 2803617
 C. POSTAL : 170303
 INSTALACION : 0050363732
 TARIFA : Doméstico

MEDIDOR	DIAMETRO	LECT. ANTERIOR	LECT. ACTUAL	M. CALCULO	CONSUMO (m3)
MS658A	1/2"	2705	2725	Real	20

HISTORICO DE CONSUMO MENSUAL m³

Su consumo promedio es: 27 m3
 CONSUMO DOMESTICO OPTIMO OMS: 15 m3

MAY-19 JUN-19 JUL-19 AGO-19 SEP-19 OCT-19

DETALLE DE VALORES A PAGAR

FACTURACION DEL MES (A)

CP	CA	DESCRIPCION	P.U.	DESC.	TOTAL
AG01	1	Agua Potable	7.86	0.00	7.86
AL01	1	Alcantarillado	3.03	0.00	3.03
AM01	1	Administración	2.10	0.00	2.10

SUBTOTAL 12%: 0.00
 SUBTOTAL 0%: 12.99
 SUBTOTAL SIN IMPUESTOS: 12.99
 IVA 12%: 0.00

VALOR TOTAL FACTURA (USD): 12.99

OTROS VALORES POR PAGAR EPMAPS (B)

ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD, NO DIVULGACIÓN Y BUEN USO DE LA INFORMACIÓN

Comparecen a la celebración del presente Acuerdo de Confidencialidad, No Divulgación y Buen Uso de la Información, por una parte, la **EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (EPMAPS Agua de Quito)**, que en adelante se la denominará indistintamente, "*Reveladora*" o "*EPMAPS*", la "*Empresa*" o la "*Propietaria de la Información*", representada por el ingeniero Juan Fernando Robalino, en su calidad de Gerente de Operaciones y en virtud de la delegación conferida por el señor Gerente General mediante memorando N° GG-2020-011 de 21 de enero de 2020; y, por otra parte, el señor Walter Leonardo Laso Moreira, estudiante egresado de la Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que en adelante se le denominará como parte "*Receptora*", "*Receptor*" o "*Destinatario de la Información*", al tenor de las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - ANTECEDENTES

De conformidad con el artículo 1.2.122 del Código Municipal Para el Distrito Metropolitano de Quito, el objeto principal de la "**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**" es: diseñar, planificar, construir, mantener, operar y, en general explotar la infraestructura de los sistemas para la captación, conducción, producción, distribución y comercialización de agua potable; la recolección y conducción de aguas lluvias y la recolección, conducción y tratamiento de aguas servidas en el Distrito Metropolitano de Quito; y, la prestación de servicios públicos a través de la infraestructura a su cargo, entre otros.

Mediante oficio N° 368-DFE de 9 de diciembre de 2019, el economista Diego Mancheno, Decano de la Facultad de Economía, manifestó que dentro de su programa de estudios e investigaciones contempla el establecer relaciones con instituciones gubernamentales, seccionales, financieras pública o privadas, para que los estudiantes puedan efectuar sus trabajos de investigación como un requisito indispensable para la obtención del título de Economista, en tal virtud solicita se le permita al señor Walter Leonardo Laso Moreira, estudiante egresado de la Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, obtener la información detallada en el citado documento, que requiere para la elaboración de su disertación de grado titulada "Valoración económico ambiental del servicio hidrológico agua de la Reserva Ecológica Antisana, 2019"

Con memorando N° GO-GOAM-2019-1266 de 24 de diciembre de 2019, el ingeniero Juan Fernando Robalino, Gerente de Operaciones, manifestó que a efecto de que se proceda con la entrega de la información de los caudales del Embalse La Mica, es necesario se realice el respectivo Acuerdo de Confidencialidad, No Divulgación y Buen Uso de la Información.

Mediante memorando N° EPMAPS-GPP-2020-005 de 10 de enero de 2020, la economista María Esther Naranjo, Jefe de Planificación y Control de Gestión, pone en conocimiento de la entonces Gerenta de Planificación y Desarrollo la información que corresponde entregar a esta área en relación con el requerimiento efectuado por el Receptor de la información.

El 21 de enero de 2020, a través del memorando N° GG-2020-011, el señor Gerente General (S) de la Empresa, ingeniero Guido Andrade B., delega la suscripción de este instrumento, bajo su responsabilidad, al ingeniero Juan Fernando Robalino, Gerente de Operaciones.

En cumplimiento de lo prescrito en el literal c) de los Lineamientos de la Política Interna General de Seguridad de la Información de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, expedida mediante Resolución N° 086 de 06 de julio de 2017; y, con el fin de precautelar la información confidencial, la propietaria de la información y el receptor, deben establecer sus respectivas obligaciones individuales con respecto a la protección y preservación

de la Información Confidencial, por lo tanto, convienen en celebrar el presente Acuerdo de Confidencialidad, no divulgación y buen uso de la información.

SEGUNDA. - INFORMACIÓN CONFIDENCIAL

Los comparecientes, para todo efecto derivado de la suscripción del presente acuerdo, entenderán como sensible, y por lo tanto, confidencial y reservada, la información de la Empresa que le sea provista al receptor, contenida en todo documento o medio, suministrado por la Empresa o por terceros actuando en nombre o representación de la Empresa, que por cualquier motivo tengan conocimiento de la misma, incluyendo de manera enunciativa y no taxativa la información contable, financiera, laboral, técnica, comercial, jurídica, estratégica, de Know How, fórmulas, diseños, procesos, procedimientos, planos, normativa, y demás aspectos relacionados con el requerimiento del receptor de información; así mismo, se entenderá como sensible y por tanto confidencial y reservada toda información que se entregue o llegue a conocimiento del receptor en forma escrita, impresa, visual, verbal, física o en cualquier clase de soporte físico u óptico, magnético o similar, conocido o por conocer, o en forma de mensajes de datos, o en general por cualquier medio tangible o intangible, y que no sea de dominio público.

En este sentido, la información que la EPMAPS a través de la Gerencia de Operaciones, entrega a la parte receptora, es la que se detalla en los memorandos N° GO-GOAM-2019-1266 de 24 de diciembre de 2019 y EPMAPS-GPP-2020-005 de 10 de enero de 2020, precisando que dicha información es de carácter enunciativa, más no taxativa, correspondiente a: los caudales del embalse de la Mica; así como, a la estimación de la población que se abastece de Agua Potable desde el Sistema la Mica y que corresponde al siguiente detalle:

Año	Habitantes
2017	287.124
2018	293.218

La información será entregada en la forma en la que determine la Gerencia de Operaciones conjuntamente con la Gerencia de Planificación.

Igual condición tendrá la información divulgada en cualquier reunión llevada a cabo con personal de la parte Reveladora y el Receptor.

TERCERA. - OBJETO

El presente acuerdo de Confidencialidad, no Divulgación y Buen Uso de la Información tiene por objeto preservar en un plano de reserva la Información Confidencial detallada en la cláusula segunda del presente instrumento.

La entrega de esta información genera por parte del Receptor la obligación de confidencialidad, reserva y no divulgación de la misma, pudiendo la misma ser utilizada únicamente para los fines determinados en la cláusula primera del presente instrumento.

CUARTA. - OBLIGACIONES DE LA EPMAPS

La EPMAPS se obliga a entregar la información requerida por el Receptor.

QUINTA. - OBLIGACIONES DEL RECEPTOR DE INFORMACIÓN

El receptor de información está obligado a:

1. Abstenerse de revelar, divulgar, publicar, difundir, ceder, permitir el acceso o transmitir, en todo o en parte, la información confidencial suministrada por la EPMAPS o por terceros,

en los términos previstos en la cláusula segunda del presente instrumento, por cualquier medio, comprometiéndose a manejar la misma con el mismo sigilo y cuidado con el cual protege su propia información confidencial, precisando que la misma podrá ser únicamente usada para los fines determinados en la cláusula primera del presente instrumento.

2. Utilizar la información confidencial que por cualquier medio llegue a su conocimiento a fin utilizar únicamente para el propósito descrito en la cláusula primera de este instrumento. Por lo tanto, queda absolutamente prohibido al Receptor usar la información con cualquier objeto diferente del previsto.

3. Inhibirse de reproducir de cualquier forma o en cualquier medio, total o parcialmente, la información confidencial entregada.

4. Entregar a EPMAPS y/o destruir todos los materiales incluyendo, sin estar limitada a, documentos, cuadros, informes, estadísticas, dibujos, modelos, aparatos, esquemas, diseños, planos y listas entregadas a la parte Receptora por la parte Reveladora, y cualquier cuerpo tangible de la Información Confidencial de la parte Reveladora creado por la parte Receptora, incluyendo, sin estar limitada a todas y cada una de las formas derivadas, copias, registro contenidos de medios, resúmenes y notas de los contenidos de propiedad de la parte Reveladora. A pedido de la parte Reveladora, la parte Receptora deberá devolver a la parte Reveladora, de acuerdo con las instrucciones razonables de esta o destruir tales materiales y todas las copias, y entregar una confirmación por escrito de ello, al momento de la terminación de este Acuerdo de Confidencialidad, no Divulgación y Buen Uso de la Información o ante pedido por escrito de la parte Reveladora.

7. Consultar a la Empresa, y de ser el caso, obtener su consentimiento escrito, a efecto de emitir cualquier pronunciamiento, declaración, información, publicidad con respecto a la información entregada al receptor de la información que involucre de alguna manera revelación de la información confidencial, salvo que fuere requerida mediante orden judicial. En este caso, se procederá a comunicar inmediatamente este particular a la EPMAPS, de manera previa a la entrega de la información requerida, a efecto de que la Empresa pueda interponer cualquier acción que considere pertinente en resguardo de sus intereses.

Las obligaciones estipuladas en este Acuerdo de confidencialidad, no divulgación y buen uso de la información no alcanzan a aquella Información Confidencial que:

- Sea de dominio público o se convierta en información de dominio público, excepto que lo sea como resultado de incumplimiento a las obligaciones de este Convenio de Confidencialidad;
- Aquella que se torne disponible de modo no confidencial y que provenga de una fuente distinta a la parte reveladora y sus representantes; o,
- Fuere desarrollada por la parte receptora o sus agentes, independientemente de o sin referencia a cualquier información confidencial de la parte reveladora. En una situación así, la parte receptora deberá tener la carga de la prueba de tal desarrollo independiente.

SEXTA. - VIGENCIA

El presente Acuerdo tendrá una vigencia de dos años.

SÉPTIMA. - INCUMPLIMIENTO

El incumplimiento total o parcial de cualquiera de las estipulaciones constantes en el presente Acuerdo, dará lugar al reconocimiento de daños y perjuicios por parte del Receptor de la

información, a favor de la EPMAPS; dejando a salvo el derecho de ésta última de iniciar cualquier acción legal de la cual se sienta asistida, en el ámbito civil, penal y administrativo.

OCTAVA. - PROPIEDAD Y RESTITUCIÓN DE LA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL

La Información Confidencial que llegue a conocimiento del Receptor, por cualquier medio, es de propiedad de la EPMAPS, y constituye para esta última información estratégica y sensible que debe ser manejada con la reserva y cuidado que amerita la misma.

La EPMAPS, por convenir a sus intereses o por cualquier otro motivo, podrá solicitar a la parte Destinataria de la Información, por escrito y en cualquier momento, la devolución y/o la destrucción de la Información Confidencial entregada así como de toda copia que conste en cualquier medio y que se encuentre en su poder o de terceros a quienes la información fue divulgada al amparo de las prescripciones constantes en este Acuerdo; de tal destrucción la parte Receptora de la información deberá comprobarla a satisfacción de EPMAPS, si así lo solicita. No obstante lo anterior, la parte Receptora podrá preservar aquella información que requiera en cumplimiento de sus obligaciones legales.

Este Acuerdo no confiere a la parte Receptora ninguna licencia para usar la Información Confidencial de la parte Reveladora, ni el derecho de propiedad sobre la misma.

NOVENA. - DECLARACIONES

La EPMAPS, en su calidad de propietaria, no garantiza la exactitud de la información entregada, ni que la misma se encuentre libre de errores; quedando liberada, por lo tanto, de toda responsabilidad derivada de cualquier error, inexactitud, imprecisión u omisión contenida en la Información Confidencial.

Las partes libre, voluntaria y expresamente, declaran su aceptación a todo lo convenido en el presente Acuerdo y se someten a sus estipulaciones.

DÉCIMA. - JURISDICCIÓN Y CONTROVERSIAS

La legislación aplicable a este Acuerdo es la ecuatoriana. En consecuencia, la parte Receptora declara conocer el ordenamiento jurídico ecuatoriano y, por lo tanto, se entiende incorporado el mismo en todo lo que sea aplicable al presente instrumento.

Las partes convienen que toda controversia que derive de la interpretación de este Acuerdo, se someterá a procedimientos alternativos de solución de conflictos, ante el Centro de Mediación que mantiene para tal efecto la Procuraduría General del Estado.

En caso de surgir cualquier controversia que derive del incumplimiento de las estipulaciones constantes en el presente Acuerdo, siempre y cuando el mismo genere a la Empresa el derecho de requerir al Receptor de la información, la subsanación de daños y perjuicios irrogados, las partes se someterán al procedimiento establecido en la legislación ecuatoriana y a su normativa; siendo competente para conocer la controversia, el órgano judicial que ejerza la jurisdicción en el domicilio de la EPMAPS.

Sin perjuicio de lo dicho, la Empresa se reserva el derecho de iniciar cualquier acción penal en contra del Receptor de la información, de conformidad con lo previsto en el Código Orgánico Integral Penal.

DÉCIMO PRIMERA. - DOMICILIO

Para todos los efectos de este Acuerdo, las partes convienen en señalar su domicilio en la ciudad de Quito, y señalan como su dirección, las siguientes:

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO:

Dirección: Av. Mariana de Jesús entre Alemania e Italia

Teléfono: 2 944-500 ext. 5321

Correo Electrónico: juan.robalino@aguaquito.gob.ec

WALTER LEONARDO LASO MOREIRA

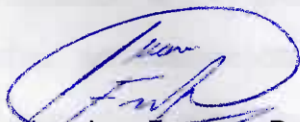
Dirección: Ponceano Alto, calle 7A N6755

Teléfonos: 0999258929

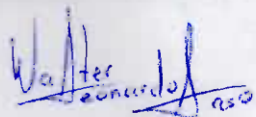
Correo Electrónico: wlaso093@puce.edu.ec

Las comunicaciones también podrán efectuarse a través de medios electrónicos.

En Quito, D.M.,



Ing. Juan Fernando Robalino
GERENTE DE OPERACIONES
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO



Walter Leonardo Laso Moreira
C.C. 1723875512

Anexo 5: Información habitantes beneficiarios del servicio de agua del Sistema la Mica Quito Sur

Oficio No. GO-GOAM-2020-003
DM Quito,

17 ENE. 2020

Asunto: Habitantes beneficiados del servicio de agua del Sistema Mica Quito Sur solicitado por estudiante de la PUCE para trabajos investigativos.
PROSISDOC Tramite: SG-289-20

Economista
Diego Mancheno
DECANO DE LA FACULTAD DE ECONOMIA - PUCE
Presente

De mi consideración:

En atención al oficio N° -368-DFE de 07 de enero de 2020, mediante la cual solicita información de habitantes beneficiados del servicio de agua del Sistema Mica Quito Sur, información requerida para fines investigativos previa a la obtención del título profesional del Señor Walter Leonardo Laso Moreira. Al respecto, me permito detallar la información requerida en el siguiente cuadro:

AÑO	POBLACION DMQ.	HABITANTES BENEFICIADOS POR PLANTAS DE TRATAMIENTO		TOTAL HABITANTES BENEFICIADOS DEL SERVICIO
		PTAP. TROJE	PTAP. PUENGASI	
2016	2598313,00	242509	173221	415730
2017	2644145,00	246787	176276	423063
2018	2689977,00	251065	179332	430396
2019	2735809,00	255342	209745	465088

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,


Ing. Juan Fernando Robalino
GERENTE DE OPERACIONES

Anexo: oficio N° -368-DFE

Acción	Siglas	Responsables	Siglas Unidades	Fecha	sumilla
Elaborado por:	V. Crisanto		GOAM	2020/01/15	at
Revisado por:	P. Yáñez		GOA	2020/01/15	re
Aprobado por:	D. Meneses		S.A.	2020/01/15	lucy

Ejemplar 1: Sr. Walter Laso M.
Ejemplar 2: Gerencia de Operaciones
Ejemplar 3: Archivo digital Captaciones y Conducciones

Anexo 6: Oficio N.-359-DFE (Costos de operación del Sistema de Agua Potable la Mica-Quito Sur)

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Facultad de Economía
Decanato



Quito, 28 de Octubre del 2019
OF. N°- 359 -DFE

Ingeniero
Carlos Alberto Uriarte Salvador
Gerente General de la EPMAPS
Presente

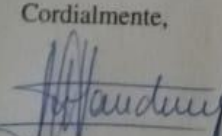
De mi consideración:

La Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, dentro de su programa de estudios e investigaciones contempla el establecer relaciones con instituciones gubernamentales, seccionales, financieras públicas o privadas, para que los estudiantes puedan efectuar sus trabajos de investigación como un requisito indispensable para la obtención del título de Economista.

Con estos antecedentes, solicito a Usted autorizar a quien corresponda, se permita al Sr. Walter Leonardo Laso Moreira (wlaso093@puce.edu.ec), portador de la cédula de ciudadanía N°1723875512 estudiante egresado de la Facultad de Economía, contacto celular 0999258929; *obtener* Información acerca de los costos de producción del servicio de agua potable en el sistema Mica-Quito Sur.

Esta información es necesaria para la elaboración de su Disertación de Grado, intitulada "Valoración económico ambiental del servicio hidrológico agua en la Reserva Ecológica Antisana, año 2019", dirigida por la Mtr. María de los Ángeles Barrionuevo. Cabe señalar que esta información será utilizada exclusivamente con fines académicos; por lo que el Sr. Moreira se compromete a mantener absoluta reserva sobre ella.

Cordialmente,


Diego Mancheno P.
Decano de la Facultad de Economía



Anexo 7: Oficio N.- 358-DFE (Costos ambientales del Sistema de Agua Potable la Mica Quito Sur)

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Facultad de Economía
Decanato



Quito, 28 de Octubre del 2019

OF. N°- 358 -DFE

Ingeniero
Mateo Felipe Alarcón Andrade
Gerencia del Ambiente EPMAPS
Presente

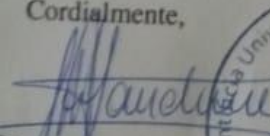
De mi consideración:

La Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, dentro de su programa de estudios e investigaciones contempla el establecer relaciones con instituciones gubernamentales, seccionales, financieras públicas o privadas, para que los estudiantes puedan efectuar sus trabajos de investigación como un requisito indispensable para la obtención del título de Economista.

Con estos antecedentes, solicito a Usted autorizar a quien corresponda, se permita al Sr. Walter Leonardo Laso Moreira (wlaso093@puce.edu.ec), portador de la cédula de ciudadanía N°1723875512 estudiante egresado de la Facultad de Economía, contacto celular 0999258929; *obtener información acerca de los costos de tipo ambiental del servicio de agua potable en el sistema Mica-Quito Sur.*

Esta información es necesaria para la elaboración de su Disertación de Grado, intitulada "*Valoración económico ambiental del servicio hidrológico agua en la Reserva Ecológica Antisana, año 2019*", dirigida por la Mtr. María de los Ángeles Barrionuevo. Cabe señalar que esta información será utilizada exclusivamente con fines académicos; por lo que el Sr. Moreira se compromete a mantener absoluta reserva sobre ella.

Cordialmente,


Diego Mancheno P.
Decano de la Facultad de Economía



Anexo 8: Lista áreas protegidas 2012

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE			CREACIÓN DEL ÁREA		
		Terrestre	Marina	Total	FECHA	Acuerdo	Número Registro
		ha	ha	ha	dd-mm-aa	Resolución	Oficial / Fecha
1	Parque Nacional Cajas	28.808	-	28.808	06/06/1977	A – 203	317 / 04-07-77
2	Parque Nacional Cotopaxi	33.393	-	33.393	11/08/1975	A - 259-A	876 / 27-08-75
3	Parque Nacional Galápagos	693.700	-	693.700	14/05/1936	A – 31	189 / 14-05-36
4	Parque Nacional Llanganates	219.932	-	219.932	22/11/2012	A – 175	
5	Parque Nacional Machalilla	56.184		56.184	26/07/1979	A – 322	69 / 20-11-79
6	Parque Nacional Podocarpus	146.280	-	146.280	15/12/1982	A – 398	404 / 05-01-83
7	Parque Nacional Sangay	502.105	-	502.105	32282	A – 32	939 / 20-05-92
8	Parque Nacional Sumaco	205.249	-	205.249	34395	R – 009	471 / 28-06-94
9	Parque Nacional Yasuní	982.000	-	982.000	26/07/1979	A – 322	69 / 20-11-79
10	Parque Nacional Yacuri	43.091	-	43.091	30/12/2009	A – 138	
11	Reserva Biológica Limoncocha	4.613	-	4.613	23/09/1985	A – 394	283 / 01-10-85
12	Reserva Biológica Marina De Galápagos	-	14.110.000	14.110.000	07/11/1996	R – 058	70 / 18-09-96
13	Reserva Ecológica Antisana	120.000	-	120.000	21/07/1993	R – 18	265 / 31-08-93
14	Reserva Ecológica Arenillas	13.170	-	13.170	18/07/2012	A – 094	
15	Reserva Ecológica El Angel	15.715	-	15.715	05/08/1992	A – 415	021 / 08-09-92
16	Parque Nacional Cayambe Coca	403.103	-	403.103	17/11/1970	A – 818	104 / 20-11-70
17	Reserva Ecol. Cayapas Mataje	51.300	-	51.300	26/10/1995	De – 052	822 / 15-11-95
18	Reserva Ecológica Cofan Bermejo	55.451	-	55.451	30/01/2002	A – 016	519/21-02-02
19	Reserva Ecol. Cotacachi Cayapas	243.638	-	243.638	29/08/1968	A -1468/A-129	17 / 24-09-68
20	Reserva Ecol. Los Ilinizas	149.900	-	149.900	11/12/1996	R – 066	92 / 19-12-96
21	Reserva Ecol. Mache Chindul	119.172	-	119.172	09/08/1996	R – 045	29 / 19-09-96
22	Reserva Ecol. Manglares Churute	50.068	-	50.068	26/09/1979	A - 322, A376	69 / 20-11-79 991/3-09-92
23	Reserva Geobotánica Pululahua	3.383	-	3.383	28/01/1966	A – 194	715 / 21-03-66
24	Reserva Faunística Chimborazo	58.560	-	58.560	26/10/1987	A – 437	806 / 09-11-87
25	Reserva Faunística Cuyabeno	603.380	-	603.380	26/07/1979	A – 322	69 / 20-11-79
26	Reserva De Producción De Fauna Manglares El Salado	10.635	-	10.635	09/08/2012	A – 110	
27	Refugio De Vida Silvestre Pasochoa	500	-	500	11/12/1996	R - 065	92 / 11-12-96
28	Refugio De Vida Silvestre Manglares Estuario Río Muisne	3.173	-	3.173	28/03/2003	A – 047	05/22-01-03
29	Refugio De Vida Silvestre Isla Corazon Y Fragatas	2.812	-	2.812	28/11/2012	A-178	

30	Refugio De Vida Silvestre Isla Santa Clara	5	-	5	06/03/1999	A – 83	219 / 24-06-99
31	Refugio De Vida Silvestre La Chiquita	809	-	809	21/11/2002	A – 149	11/ 30-01-03
32	Área Nac.De Recreación El Boliche	400	-	400	26/07/1979	A – 322	69 / 20-11-79
33	Área Nac. De Recreación Parque-Lago	2.283	-	2.283	15/11/2002	A – 141	5 / 22 - 01 - 03
34	Refugio De Vida Silvestre El Zarza	3.643	-	3.643	28/06/2006	A – 077	314/ 17-07-06
35	Reserva Biológica El Cóndor	2.440	-	2.440	04/06/1999	De – 396	210/11-06-99
36	Reserva Biológica El Quimi	9.071	-	9.071	03/10/2006	A – 120	424/ 26-12-06
37	Refugio De Vida Silvestre Manglares El Morro	10.030	-	10.030	12/09/2007	A – 266	180/ 28-09-07
38	Refugio De Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas	242	-	242	13/06/2008	A – 096	385 21-07-08
39	Refugio De Vida Silvestre Marino Costero Pacoche	5.044	8.586	13.630	02/09/2008	A – 131	444/ 13-10-08
40	Reserva De Producción Faunística Marino Costera Puntilla Sta. Elena	204	52.231	52.435	05/11/2012	A – 005	
41	Reserva Marina Galera San Francisco	-	54.604	54.604	23/09/2008	A – 162	
42	Area Nac.De Recreación Samanes	852	-	852	28/11/2012	A – 177	
43	Area Nac.De Recreación Isla Santay	2.214	-	2.214	20/02/2010	A – 021	
44	Refugio De Vida Silvestre El Pambilar	3.123	-	3.123	18/03/2010	A – 038	
45	Reserva Biologica Cerro Plateado	26.115	-	26.115	31/08/2010	A-146	
46	Área Nacional De Recreación Playas De Villamil	2.478	-	2.478	05/09/2011	A-163	
47	Área Nacional De Recreación Quimsacocha	3.217	-	3.217	25/01/2012	A-007	
48	Área Ecológica De Conservación Municipal Siete Iglesias	16.029	-	16.029	31/05/2012	A-050	
49	Reserva Marina El Pelado	97	13.005	13.102,35	24/08/2012	A -118	

Anexo 9: Lista áreas protegidas 2019

Número	Área Protegida	Categoría de manejo	Superficie hectáreas (2019)	Provincias	Año de creación*
1	GALÁPAGOS	PARQUE NACIONAL	789.088,15	GALÁPAGOS, ÁREA MARINA	1936
2	COTACACHI CAYAPAS	RESERVA ECOLÓGICA	260.961,46	ESMERALDAS, IMBABURA	1968
3	CAYAMBE COCA	PARQUE NACIONAL	408.284,57	IMBABURA, NAPO, PICHINCHA, SUCUMBÍOS	1970
4	COTOPAXI	PARQUE NACIONAL	32.271,71	COTOPAXI, NAPO, PICHINCHA	1975
5	CAJAS	PARQUE NACIONAL	29.389,37	AZUAY	1977
6	PULULAHUA	RESERVA GEOTÁNTICA	3.441,79	PICHINCHA	1978
7	CUYABENO	RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA	594.950,49	ORELLANA, SUCUMBÍOS	1979
8	EL BOUCHE	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	395,28	COTOPAXI, PICHINCHA	1979
9	MACHALILLA	PARQUE NACIONAL	58.499,89	MANABÍ, SANTA ELENA, ÁREA MARINA, ISLA	1979
10	MANGLARES CHURUTE	RESERVA ECOLÓGICA	50.070,11	GUAYAS, ÁREA MARINA	1979
11	SANGAY	PARQUE NACIONAL	486.612,53	AZUAY, CAÑAR, CHIMBORAZO, MORONA SANTIAGO, TUNGURAHUA	1979
12	YASUNI	PARQUE NACIONAL	1.029.566,32	ORELLANA, PASTAZA	1979
13	PODOCARPUS	PARQUE NACIONAL	138.492,58	LOJA, ZAMORA CHINCHIPE	1982
14	LIMONCOCHA	RESERVA BIOLÓGICA	3.692,51	ORELLANA, SUCUMBÍOS	1985
15	CHIMBORAZO	RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA	52.683,27	BOLÍVAR, CHIMBORAZO, TUNGURAHUA	1987
16	EL ÁNGEL	RESERVA ECOLÓGICA	15.974,51	CARCHI	1992
17	ANTISANA	RESERVA ECOLÓGICA	120.581,27	NAPO, PICHINCHA	1993
18	SUMACO NAPO-GALERAS	PARQUE NACIONAL	206.161,74	NAPO, ORELLANA, SUCUMBÍOS	1994
19	GALÁPAGOS	RESERVA MARINA	12.697.208,98	GALÁPAGOS, ÁREA MARINA	1996
20	LLANGANATES	PARQUE NACIONAL	219.918,58	COTOPAXI, NAPO, PASTAZA, TUNGURAHUA	1996
21	LOS ILINIZAS	RESERVA ECOLÓGICA	134.233,25	COTOPAXI, LOS RÍOS, PICHINCHA, SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	1996
22	MACHE CHINDUL	RESERVA ECOLÓGICA	119.993,79	ESMERALDAS, MANABÍ	1996
23	MANGLARES CAYAPAS MATAJE	RESERVA ECOLÓGICA	56.387,91	ESMERALDAS, ISLA, ÁREA MARINA	1996
24	PASOCHOA	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	619,36	PICHINCHA	1996
25	EL CÓNDO	RESERVA BIOLÓGICA	2.433,29	MORONA SANTIAGO	1999
26	ISLA SANTA CLARA	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	37.647,54	ISLA, ÁREA MARINA	1999
27	ARENILLAS	RESERVA ECOLÓGICA	13.165,26	EL ORO	2001
28	COFÁN BERMEJO	RESERVA ECOLÓGICA	54.947,17	SUCUMBÍOS	2002
29	ISLAS CORAZÓN Y LAS ISLAS FRAGATAS	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	2.811,67	MANABÍ	2002
30	LA CHIQUITA	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	811,85	ESMERALDAS	2002
31	MANGLARES EL SALADO	RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA	15.535,56	GUAYAS, ÁREA MARINA	2002
32	PARQUE LAGO	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	2.148,88	GUAYAS	2002
33	MANGLARES ESTUARIO DEL RÍO MUISNE	RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA	92.246,35	ESMERALDAS, ISLA, MANABÍ, ÁREA MARINA	2003
34	EL QUIMI	RESERVA BIOLÓGICA	9.023,82	MORONA SANTIAGO	2006
35	EL ZARZA	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	3.696,31	ZAMORA CHINCHIPE	2006
36	MANGLARES EL MORRO	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	11.806,81	GUAYAS, ÁREA MARINA	2007
37	GALERA SAN FRANCISCO	RESERVA MARINA	54.688,60	ESMERALDAS, ISLA, ÁREA MARINA	2008
38	MANGLARES ESTUARIO DEL RÍO ESMERALDAS	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	242,58	ESMERALDAS	2008
39	PACOCHE	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	31.517,89	MANABÍ, ÁREA MARINA, ISLA	2008
40	PUNTILLA DE SANTA ELENA	RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA	52.435,19	SANTA ELENA, ÁREA MARINA, ISLA	2008
41	SIETE IGLESIAS	ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN	16.029,06	AZUAY, MORONA SANTIAGO	2009
42	YACURI	PARQUE NACIONAL	42.888,34	LOJA, ZAMORA CHINCHIPE	2009
43	CERRO PLATEADO	RESERVA BIOLÓGICA	30.760,67	ZAMORA CHINCHIPE	2010
44	EL PAMBILAR	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	3.108,92	ESMERALDAS	2010
45	ISLA SANTAY	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	2.214,82	GUAYAS	2010
46	LOS SAMANES	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	851,65	GUAYAS	2010
47	PLAYAS DE VILLAMIL	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	2.478,13	GUAYAS, ÁREA MARINA	2011
48	EL PELADO	RESERVA MARINA	13.155,30	SANTA ELENA, ÁREA MARINA	2012
49	QUIMSACOCOA	ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	3.217,15	AZUAY	2012
50	COLONSO CHALUPAS	RESERVA BIOLÓGICA	93.163,31	NAPO	2014
51	CANTAGALLO - MACHALILLA	RESERVA MARINA	142.266,45	ISLA, ÁREA MARINA	2015
52	BAJO COPE	RESERVA MARINA	39.952,50	ÁREA MARINA	2016
53	SAMAMA MUMBES	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	2.145,57	BOLÍVAR, LOS RÍOS	2016
54	LA BONITA-COFANES-CHINGUAL	ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN	53.093,82	IMBABURA, SUCUMBÍOS	2017
55	RÍO NEGRO SOPLADORA	PARQUE NACIONAL	30.616,28	AZUAY, MORONA SANTIAGO	2018
56	TAMBILLO	ÁREA PROTEGIDA COMUNITARIA	1.954,65	MORONA SANTIAGO	2018
57	MARCOS PÉREZ DE CASTILLA	ÁREA PROTEGIDA COMUNITARIA	8.604,72	AZUAY, LOJA, ZAMORA CHINCHIPE	2019
58	CORDILLERA ORIENTAL DEL CARCHI	ÁREA PROTEGIDA AUTÓNOMA DESCENTRALIZADA	20.439,79	CARCHI	2019
59	BELLAVISTA	ÁREA PROTEGIDA PRIVADA	347,69	PICHINCHA	2019