

**GESTIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ACAMPE Y DEL REFUGIO
ITALIA EN LAGUNA NEGRA
PARQUE NACIONAL NAHUEL HUAPI**



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Requisito para optar por el título de Ingeniera Ambiental

Alumna: Alondra Crego
Directora: Beatriz Marqués
Co-director: Rene Paz Zalazar

Jurado evaluador

D'amico Natalia

Fernández Horacio

Grosfeld Javier

Universidad Nacional de Río Negro
Sede Andina

Diciembre 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a la Universidad Nacional de Río Negro, por brindarme la oportunidad de estudiar Ingeniería Ambiental en mi ciudad de origen y por todo el acompañamiento y apoyo de estos años.

Gracias a mis directores de este trabajo, Bea y Rene, por su apoyo, motivación, entrega de tiempo y seguimiento constante para poder realizar este trabajo final.

Gracias al apoyo de la Delegación Patagonia Norte por brindarme el permiso de investigación y al Parque Nacional Nahuel Huapi, en especial a Axel Lehr y Celia Guerrero del área de ambiente, y a Ana Barrandeguy de la División y Planificación de Uso Público.

Gracias a todos los que forman parte de Laguna Negra, su motivación, predisposición y buena energía siempre me hizo sentir que se pueden lograr grandes cambios. Gracias a Juli y Nati por sembrar en mi el amor por la montaña, al Tino por escucharme y creer que es importante cuidar lo que nos rodea, a Caro, Eli, Agus, Ani y Manu por estar acompañándome todo el verano.

Gracias a todos los profesionales que me han acompañado en este trabajo final, brindándome material, consultas virtuales y buena predisposición. Gracias Martín Nini, Florencia Bechis, Luciano Alvarez Soria, Facundo Oddi, Juan Pablo Arrigoni, Fernando Martin, Graciela Calabrese, Alejandro Vila, Marcelo Bonino y Marcela Ferreira.

Gracias a los amigos que me regaló esta carrera. Gracias por tanto compañerismo, amor, horas de estudio y momentos compartidos. Gracias Nu, Emi, Luca, Ailu, Yvan, Meri, Mati, Cris, Yani.

Gracias a todos mis acompañantes del alma, por tanto amor, por tantas subidas juntos, por estar al servicio del ambiente y acompañar mis sueños. Gracias a mamá, papá, Alma, Eywa, Fran, Lucho, Mar, Oli, Lía, Alu, Capu, Ian, Manu, Joako, Anto, Agus, Meri y Mati.

Gracias a todos los amantes de la montaña, a los que creen que se puede disfrutar en armonía con el ambiente y a los que creen que se puede ser parte del cambio que queremos ver en el mundo.

RESUMEN

El Parque Nacional Nahuel Huapi, cuenta con una extensa zona de uso público, en la cual se ven incluidos los senderos y refugios de montaña. Dado el aumento de visitantes de los últimos años en esta zona, se ha visto manifestado una serie de impactos ambientales en la alta montaña, tal como la erosión del suelo, la eliminación de hábitats escasos, la modificación de paisajes, el cambio del comportamiento de la vida silvestre (Dujisin Rebolledo, 2020), el riesgo de incendios y dispersión de exóticas, los focos de residuos, la erosión y contaminación en cabeceras de cuencas y glaciares y la modificación de la estructura y escorrentía en mallines y turberas (APN, 2019).

En particular, el presente trabajo, busca desarrollar medidas de gestión ambiental en el tercer refugio más visitado del parque, el refugio Italia (Manfredo Segre). Analizando el tratamiento de las aguas residuales, la gestión de los residuos sólidos, el uso de la zona de acampe y el flujo de visitantes del verano 2019/2020, se pudo comprobar que, es posible mejorar la calidad ambiental y acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales bajo el criterio del desarrollo sostenible, desde la visión de la planificación y gestión de la zona de uso público.

Palabras claves: uso público, gestión ambiental, áreas protegidas.

ABSTRACT

The Nahuel Huapi National Park has an extensive area for public use, which includes trails and mountain refuges. Given the increase in visitors in recent years, a series of environmental impacts have been manifested in the high mountains, such as soil erosion, the elimination of scarce habitats, the modification of landscapes, the change in the behavior of wildlife (Dujisin Rebolledo, 2020), the risk of fires and dispersion of exotic species, waste sources, erosion and contamination in the headwaters of basins and glaciers, and the modification of the structure and runoff in mallines and peatlands (APN, 2019).

In particular, this work seeks to develop environmental management measures in the third most visited refuge in the park, the Italia refuge (Manfredo Segre). Analyzing the treatment of wastewater, the management of solid waste, the use of the camping area and the flow of visitors in summer 2019/2020, it was found that it is possible to improve environmental quality and bring visitors closer to natural and cultural values under the criteria of sustainable development, from the vision of planning and management of the public use area.

Keywords: public use, environmental management, protected areas.

Lista de tablas

Tabla 1. Patógenos comunes transportados por el agua.	24
Tabla 2. Subsistemas de tratamiento del agua residual.	25
Tabla 3. Planilla de relevamiento de visitantes.	59
Tabla 4. Encuesta de percepción de visitante	65
Tabla 5. Planilla de registro del peso de los residuos húmedos	67
Tabla 6. Hoja de campo para la identificación de impactos ambientales	69
Tabla 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua del Arroyo Negro.....	95
Tabla 8.Presupuesto	122
Tabla 9. Residuos recomendados de introducir en el compost	126
Tabla 10. Registro de visitantes 2019-2020	154
Tabla 11. Composición de las aguas residuales.....	158
Tabla 12.Composición del agua gris y eficiencia de remoción	160
Tabla 13. Respuesta encuesta de percepción de visitante	168
Tabla 14. Registro de la generación de residuos húmedos	169
Tabla 15. Hoja de campo N°1	170
Tabla 16.Hoja de campo N°2.....	171
Tabla 17.Hoja de campo N°3.....	172
Tabla 18.Hoja de campo N°4.....	173
Tabla 19.Hoja de campo N°5.....	173
Tabla 20. Hoja de campo N°6.....	174
Tabla 20.Hoja de campo N°7.....	175
Tabla 21.Hoja de campo N°8.....	176

Lista de figuras

Figura 1. Parque Nacional Nahuel Huapi.	18
Figura 2. Proceso anaeróbico	27
Figura 3. Sistema de gestión de RSU.....	30
Figura 4. Ubicación área de estudio área de estudio	41
Figura 5. Uso público en el PNNH	42
Figura 6. Mapa área de estudio	43
Figura 7. Refugio Italia	43
Figura 8. Zona de acampe vista de frente a la Laguna Negra	44
Figura 9. Vista del área de estudio desde el Cerro Negro	45
Figura 10. Área de estudio	45
Figura 11. Área de estudio desde el sendero	46
Figura 12. Bosque de lenga	48
Figura 13. Murtilla o Mutilla	48
Figura 14. Quinchamalí	49
Figura 15. Chaura.....	50
Figura 16. Hipoqueris chico.....	50
Figura 17. Cortadera chica.....	51
Figura 18. Rana del cathedral.....	52
Figura 19. Cóndor andino.....	52
Figura 20. Cauquén.....	53
Figura 21. Zorro gris patagónico	54
Figura 22. Hidrograma.....	55
Figura 23. Mapa de uso	57
Figura 24. Relevamiento de visitantes	58
Figura 25. Estación meteorológica.....	61
Figura 26. Mapa muestreo de agua	62
Figura 27. Medición de parámetros Figura 28. Medición de parámetros	63
Figura 29. Toma de muestra	64
Figura 30. Toma de la muestra	64
Figura 31. Gráfico estimación de visitantes	71
Figura 32. Gráfico de frecuencia de visitantes durante el día	72
Figura 33. Gráfico tipo de uso	72
Figura 34. Mapa componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	73
Figura 35. Cámara desengrasadora	74
Figura 36. Ubicación de la cámara de inspección	74
Figura 37. Biodigestores N°1	75
Figura 38. Cañería.....	75
Figura 39. Ubicación de biodigestores N°2	76
Figura 40. Transporte del efluente hacia la zona de vuelco.....	76
Figura 41. Zona de vuelco del efluente.....	76
Figura 42. Lodos en el biodigestor N°1	77
Figura 43. Reparaciones en las uniones a la salida.....	78

Figura 44. Reparaciones en las uniones a la salida	78
Figura 45. Vuelco del efluente en biodigestor N°1	78
Figura 46. Desarrollo de vegetación en zona de vuelco	79
Figura 47. Instalación de la cañería	79
Figura 48. Reparaciones a la salida del biodigestor N°2	80
Figura 49. Acumulación de sólidos en zona de vuelco N°1. Figura 50. Acumulación de sólidos en zona de vuelco N°1	80
Figura 51. Desarrollo de vegetación en zona de vuelco N°1	81
Figura 52. Siembra de bacterias Dr. Bio.....	81
Figura 53. Uniones en cañería. Figura 54.Uniones en cañería.....	82
Figura 55. Reparaciones a la salida del biodigestor N°2	82
Figura 56. Uniones y perdidas en la zona de vuelco N°2	83
Figura 57. Estado de la cañería en la zona de vuelco N°2	83
Figura 58. Vuelco de efluente	84
Figura 59. Reparaciones en las uniones a la salida del biodigestor N°2.....	84
Figura 60. Nueva cañería en la zona de vuelco	85
Figura 61. Reparaciones de uniones en la cañería.....	85
Figura 62. Estado del biodigestor N°2. Figura 63.Vuelco del efluente en la zona de vuelco N°3	85
Figura 64. Estado de la cámara desengrasadora.....	86
Figura 65. Cámara desengrasadora y la relación con los visitantes.....	86
Figura 66. Sistema de tratamiento de aguas residuales	87
Figura 67. Relación flujo de visitantes con el funcionamiento de la cámara desengrasadora a lo largo de la temporada de verano	88
Figura 68. Generación de grasas y aceites en cámara desengrasadora y frecuencia de limpieza esperada a lo largo de la temporada de verano según el flujo de visitantes.	89
Figura 69. Relación flujo de visitantes con la generación de lodos en biodigestores a lo largo de la temporada de verano.	90
Figura 70. Generación de lodos en biodigestores N °1	90
Figura 71. Generación de lodos en biodigestores N°2.....	91
Figura 72. Relación flujo de visitantes con la generación de efluente tratado en biodigestores a lo largo de la temporada de verano.	92
Figura 73. Generación de efluente tratado en biodigestores N°1.	92
Figura 74.Generación de efluente tratado en biodigestores N°2	93
Figura 75. Instalación de la estación meteorológica	94
Figura 76. Sitios de acampe con pared de piedra. Figura 77. Sitio de acampe al lado del bosque de lenga	96
Figura 78. Sitios de acampe dentro del bosque de lenga. Figura 79. Sitios de acampe dentro del bosque de lenga	96
Figura 80. Pendiente de la zona de acampe	97
Figura 81. Raíces expuestas en zona de acampe	97
Figura 82. Áreas de acampe próximas a la costa de la Laguna Negra	98
Figura 83. Visitantes acampando en la costa de la Laguna Negra. Figura 84. Visitantes acampando en la costa de la Laguna Negra.	98

Figura 85. Estado de la zona de acampe	99
Figura 86. Residuos secos en la zona de acampe. Figura 87. Residuos húmedos en la zona de acampe. Figura 88. Residuos sanitarios en la zona de acampe	99
Figura 89. Respuesta pregunta 1 encuesta visitantes	100
Figura 90. Respuesta pregunta 2 encuesta visitantes	101
Figura 91. Respuesta pregunta 3 encuesta visitantes	102
Figura 92. Respuesta pregunta 4 encuesta visitantes	102
Figura 93. Respuesta pregunta 5 encuesta visitantes	103
Figura 94. Respuesta pregunta 6 encuesta visitantes	104
Figura 95. Respuesta pregunta 7 encuesta visitantes	105
Figura 96. Mapa zona de acampe	106
Figura 97. Gráfico de la generación de residuos húmedos durante la temporada de verano	107
Figura 98. Gráfico de caja y bigote generación de residuos húmedos durante la temporada de verano.....	108
Figura 99. Histograma generación de residuos húmedos durante la temporada de verano	108
Figura 100. Sistema de gestión de residuos sólidos en Laguna Negra.....	109
Figura 101. Restos de cerámicos. Figura 102. Escombros. Figura 103. Tubos PVC y chapas de metal. Figura 104. Chapas de metal. Figura 105. Estructuras de metal. Figura 106. Cámara desengrasadora vieja	110
Figura 107. Cartelería de los sanitarios	111
Figura 108. Cartelería en la zona de la cocina	112
Figura 109. Mapa sitios de compostaje	112
Figura 110. Dispersión de residuos húmedos en el sitio N°1.....	113
Figura 111. Estado del sitio N°2 en diciembre. Figura 112. Componentes orgánicos presentes en el sitio N°2. Figura 113. Estado del compost en el sitio N°2.....	114
Figura 114. Estado del sitio N°2 en febrero. Figura 115. Estado del sitio N°2 en abril	114
Figura 116. Gráfico impactos ambientales negativos para cada sector analizado.....	115
Figura 117. Gráfico de impactos ambientales negativos para cada componente de los sectores analizados.....	116
Figura 118. Vista de perfil cámara desengrasadora. Figura 119. Vista en planta cámara desengrasadora.....	119
Figura 120. Biodigestor Rotoplas 3000L.....	121
Figura 121. Secado térmico solar	122
Figura 122. Mapa adecuación de los senderos de la zona de acampe.....	123
Figura 123. Mapa adecuación de sitios de acampe de la zona de acampe	124
Figura 124. Adecuación de la zona de acampe	125
Figura 125. Compostera con módulos independientes horizontal	127
Figura 126. Balance de masa: sistema de tratamiento de aguas residuales	156
Figura 127. Volumen de control N°1	157
Figura 128. Volumen de control N°2.....	157
Figura 129. Volumen de control N°2.....	159
Figura 130. Volumen de control N°4.....	161

Figura 131. Volumen de control N°5.....	162
Figura 132. Resultado análisis fisicoquímico enero 2020	164
Figura 133.Resultado análisis microbiológico enero 2020	165
Figura 134.Resultado análisis fisicoquímico enero 2020	166
Figura 135. Resultado análisis microbiológico enero 2020	167

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	14
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	15
2.1 Uso público en áreas protegidas.....	15
2.1.1 Uso público en el Parque Nacional Nahuel Huapi	17
2.1.2 Problemáticas ambientales de los refugios de montaña	20
2.2 Aguas residuales	22
2.2.1 Tratamiento de las aguas residuales.....	25
2.3 Residuos sólidos urbanos	28
2.3.1 Gestión de residuos sólidos urbanos	30
2.3.2 La problemática de los residuos en la montaña.....	35
2.4 Gestión ambiental en áreas protegidas	35
CAPÍTULO 4: MARCO LEGAL	38
CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS	41
5.1 Área de estudio.....	41
5.1.1 Descripción general de Laguna Negra	41
5.1.2 Características geológicas.....	44
5.1.3 Características del suelo.....	46
5.1.4 Clima	46
5.1.5 Flora	47
5.1.6 Fauna	51
5.1.7 Recursos hídricos	54
5.1.8 Características productivas y culturales	55
5.1.9 Uso del suelo	56
5.2 Metodología	57
5.2.1 Relevamiento de visitantes	57
5.2.2 Objetivos específicos	59
CAPITULO 6: RESULTADOS.....	71
Muestreo de visitantes.....	71

Objetivo específico 1: analizar el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	73
1.1 Identificación de los procesos involucrados tanto de las aguas grises como de las aguas negras.....	73
1.2 Análisis del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	77
1.3 Instalación de la estación meteorológica.....	93
1.4 Muestreo de agua del Arroyo Negro	94
Objetivo específico 2: Analizar la situación ambiental actual del área de acampe de Laguna Negra	95
2.1 Relevamiento de la zona de acampe	95
2.2 Encuesta de percepción del visitante	99
2.3 Elaboración del mapa de la zona de acampe	105
Objetivo específico 3. Estudiar la generación de residuos sólidos y su correspondiente gestión en el área de acampe y en el refugio Italia	106
3.1 Registro de la generación de los residuos sólidos en el refugio Italia.	106
3.2 Gestión de residuos sólidos en el área de acampe y en el refugio Italia	109
Objetivo específico 4. Determinar los principales impactos ambientales ocasionados por el uso público en el área.....	115
Objetivo específico 5: Proponer medidas de adecuación, mitigación y/o prevención para la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales, para la zona de acampe y para los residuos sólidos.....	117
5.1 Adecuación de la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales	117
5.2 Análisis de costos de la adecuación de la obra de ingeniería.	122
5.3 Adecuación de la zona de acampe	123
5.4 Mejora del sistema de gestión de residuos sólidos.....	125
5.5 Manual de buenas prácticas para visitantes	129
CAPÍTULO 7: CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN	130
Relevamiento de visitantes.....	130
Sistema de tratamiento de aguas residuales	131
Gestión ambiental en la zona de acampe	135
Gestión de residuos sólidos urbanos	140
Manual de buenas prácticas.....	143
CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES.....	145
CAPITULO 9: BIBLIOGRAFÍA	147
CAPÍTULO 10: ANEXOS	154

ANEXO 1: VISITANTES REGISTRADOS POR EL REGISTRO DE TREKKING Y VISITANTES ESTIMADOS EN LAGUNA EN LA TEMPORADA 2019-2020.....	154
ANEXO 2: BALANCE DE MASA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAGUNA NEGRA.....	156
ANEXO 3: RESULTADOS MUESTREOS DE AGUA ARROYO NEGRO.....	164
ANEXO 4: RESPUESTAS DE LOS GRUPOS DE VISITANTES A LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN	168
ANEXO 5: REGISTRO DEL PESO DE LOS RESIDUOS HÚMEDOS GENERADOS EN EL REFUGIO	169
ANEXO 6: HOJAS DE CAMPO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	170
ANEXO 7: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA VISITANTES.....	177

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH) se ubica al sur de la República Argentina y al noroeste de la Patagonia, en las provincias de Neuquén y Río Negro. Es el primer Parque Nacional declarado en la Argentina en el año 1934. Cuenta con una extensión de 717.261 hectáreas, se encuentra rodeado de grandes centros urbanos, e integra la Reserva de Biosfera Andino Norpatagónica, declarada por la UNESCO en el 2007 (Administración de Parques Nacionales (APN), 2019).

El Plan de Gestión del PNNH, establece una zonificación interna de manejo, donde contempla la zona de uso público. Esta zona, mediante un conjunto de programas, servicios, actividades y equipamiento, permite acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales, de una forma ordenada y segura garantizando la conservación, comprensión y aprecio de los mismos (APN, 2019).

La zona de uso público, incluye de manera integral a la red de senderos y refugios de montaña. Debido a su atractivo natural, a su gran extensión y a las diversas actividades de montaña que concluyen en determinados refugios, el número de visitantes se ha incrementado en los últimos años. Este aumento, trae aparejado ciertas problemáticas de conservación y manejo tanto en los ambientes donde se encuentran instalados los refugios como así también en la red de senderos (APN, 2019). Entre los principales problemas se puede mencionar, el aumento significativo del ruido, la reducción de la vegetación, la erosión del suelo, la eliminación de hábitats escasos, la modificación de paisajes, la contaminación del agua y el aire, el cambio del comportamiento de la vida silvestre (Dujisin Rebolledo, 2020), el riesgo de incendios y dispersión de exóticas, los focos de residuos, la erosión y contaminación en cabeceras de cuencas y glaciares y la modificación de la estructura y escorrentía en mallines y turberas (APN, 2019).

Una de las zonas con alto flujo de visitantes es Colonia Suiza, donde se encuentra el principal punto de acceso al refugio Italia (Laguna Negra). En promedio, es el tercer refugio con mayor número de visitantes de la red de refugios del PNNH, registrado entre los años 2010 y 2014. La Laguna Negra es cabecera de cuenca del Arroyo Goye, se encuentra rodeada en su acceso principal por un valle compuesto por bosques de coihue y lenga, y humedales con poblaciones de fauna acuática y semiacuática prioritarias para la conservación. Por lo expuesto, es importante garantizar la conservación de los ecosistemas andino-norpartagónicos y su respectiva biodiversidad (APN, 2019).

Actualmente, existen ciertas limitaciones asociadas a la planificación y gestión en el área principalmente, relacionado a los mecanismos de manejo, a la calidad del servicio turístico, al control y fiscalización y a la insuficiencia de datos estadísticos (APN, 2019). Por otra parte, entre las problemáticas ambientales más importantes relevadas en el área, se encuentra el manejo de los efluentes generados en el refugio, la gestión del área de acampe, el manejo de los residuos sólidos tanto en el área de acampe como en el refugio, entre otros impactos ambientales (APN, 2007).

Por lo anteriormente mencionado, la zona de uso público, específicamente en el área de Laguna Negra, requiere del desarrollo de medidas de gestión ambiental, asociadas a las problemáticas más relevantes, con el fin de poder mejorar la calidad ambiental y acercar a los visitantes a los valores naturales bajo el criterio del desarrollo sostenible.

CAPÍTULO 2: OBJETIVOS

Objetivo general

En el presente trabajo, se busca desarrollar medidas de gestión ambiental para el área de acampe y el refugio Italia en Laguna Negra.

El alcance de dichas medidas, se detallan en los siguientes objetivos específicos:

Objetivos específicos

1. Analizar el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, instalado actualmente en el refugio Italia.
2. Analizar la situación ambiental actual del área de acampe de Laguna Negra.
3. Estudiar la generación de residuos sólidos urbanos y su correspondiente gestión en el área de acampe y en el refugio Italia.
4. Determinar los principales impactos ambientales ocasionados por el uso público en el área.
5. Proponer medidas de adecuación, mitigación y/o prevención para la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales, para la zona de acampe y para los residuos sólidos urbanos.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

2.1 Uso público en áreas protegidas

La Patagonia se ha convertido en una marca como destino turístico en el mercado nacional e internacional, y constituye una oferta turística relevante que se caracteriza, principalmente, por una diversidad de áreas naturales silvestres. Por lo tanto, esta región reúne elementos más que suficientes para convocar a un importante flujo de visitantes que, año tras año, viene experimentando un notorio crecimiento, sobre todo en relación con el segmento de visitantes motivados por experimentar un mayor contacto con la naturaleza, llamado ecoturismo (Manzur, 2006). Esta rama del turismo, tiene como principal motivación, la observación y apreciación de la naturaleza y las culturas tradicionales, contribuir a la conservación del patrimonio natural y cultural, y al bienestar de las comunidades locales (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014)

El movimiento de personas y recursos contribuye al desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales que viven y desarrollan sus actividades en estos espacios. Sin embargo, esto puede generar impactos ambientales no deseados, resultando una amenaza para la conservación de su biodiversidad (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014). Entre los impactos ambientales principales, es posible identificar la acumulación de residuos, la erosión, la apertura de sendas espontáneas, el aumento del riesgo de incendios, la contaminación por efluentes cloacales, la extracción no autorizada de leña y madera, la afectación de áreas frágiles, los cuales amenazan con agravarse si no se toman las medidas necesarias (Manzur, 2006). Para dar respuesta a esta creciente demanda surgió el concepto de uso público (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014) que, hace referencia a un conjunto de programas, servicios, actividades y equipamiento que, independientemente de quien lo gestione, debe ser provisto por la administración del espacio protegido. La finalidad del uso público es acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales de las Áreas Protegidas (APs), de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación, la comprensión y el aprecio de tales valores a través de la información, la educación y la interpretación de patrimonio (EUROPARC, 2005).

El concepto de uso público, es sumamente diferente al del turismo, pues este último tiene por objetivo el ocio y la recreación del turista, y no necesariamente involucra la educación e interpretación. El turismo es meramente una actividad económica que implica un desplazamiento desde el lugar de residencia habitual a un lugar distinto al de su entorno

habitual. Mientras que el uso público es una herramienta para la conservación y considera que el visitante es una persona, residente o foránea, que llega a un espacio protegido con la intención de disfrutar de sus valores naturales o culturales.

Por lo anteriormente mencionado, el concepto de visitante favorece el desarrollo de una adecuada planificación y gestión de los servicios, actividades y equipamientos que debe proveer el área protegida (APN, 2019). De esta manera como autoridad de aplicación, la Administración de Parques Nacionales (APN), fomenta la gestión del uso público y la visitación de los Parques, bajo pautas de turismo sustentable y de bajo impacto, protegiendo a su vez áreas intangibles, para la conservación de la biota más sensitiva (APN, s.f).

De manera general, existen otras características propias que distinguen el uso público del turismo, las cuales deben ser tenidas en cuenta a la hora de planificar el uso público en áreas protegidas (EUROPARC, 2005):

- **Actividades** demandadas por el visitante que se pueden realizar con una relación directa con la naturaleza o con los recursos culturales y actividades tradicionales del espacio.
- **Acceso libre** a todos los ciudadanos, sin más limitaciones que la conservación del bien sujeto al uso y las que exige la satisfacción del visitante. En este sentido, es importante aclarar que la capacidad de acogida, refiere al número máximo de personas que pueden visitar un destino al mismo tiempo sin poner en peligro el medio físico, económico o sociocultural y causar la disminución en el nivel de satisfacción de los visitantes. Es una herramienta práctica para los gestores de las AP que se enfrentan a la necesidad de tomar decisiones para planificar y compatibilizar el uso público con la protección de los recursos naturales en áreas de alto valor ecológico y cultural (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014).
- **Instalaciones** que no produzcan grandes transformaciones en el medio, con un impacto mínimo y con una capacidad de acogida equilibrada con la demanda. Infraestructura accesible, estándares funcionales.
- **Uso** de contemplación, de vivencia de los valores del paisaje y de los valores naturales y culturales de un entorno singular, de conocimiento del medio. Garantiza la conservación del patrimonio natural y cultural del espacio.

- Estándares de **calidad** y de gestión ambiental altos y garantizados mediante mecanismos de control en los equipamientos y en los programas de actividades y servicios.
- Instalaciones seguras, normas de **seguridad** establecidas y difundidas.
- **Garantizar** un uso público adecuado es una obligación de la administración pública, aún en el caso de que ésta no sea titular o gestora de la oferta. Su desarrollo se realiza según un modelo planificado con seguimiento por parte de la administración ambiental.
- **Promover** el desarrollo económico local y sostenible del entorno aprovechando el flujo de visitantes que genera el uso público de los espacios naturales.
- **Generar** procesos sociales de integración, a través de la participación, la coordinación de acciones y la creación de un sentimiento de propiedad común.
- Uso ordenado con regulaciones claras, **actuaciones** previstas mediante planificación, decisiones basadas en el conocimiento de procesos y tendencias reales, modelos unitarios, integrados y coordinados.
- Una **información** disponible sobre las posibilidades del uso público abierta para todo el público, utilizando medios de comunicación eficientes.

2.1.1 Uso público en el Parque Nacional Nahuel Huapi

Uno de los Parques Nacionales más visitados producto de su atractivo natural y oferta turística es el Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH). Fue creado en 1934 y se ubica al sur de la República Argentina y al noroeste de la Patagonia, en las provincias de Neuquén y Río Negro (figura 1). A lo largo de las 717.261 hectáreas que componen su territorio, limita con centros urbanos como San Carlos de Bariloche, Dina Huapi y Villa La Angostura. En el año 2007, la UNESCO declaró la creación de la Reserva de Biosfera Andino Norpatagónica, la cual integra el PNNH (APN, 2019).

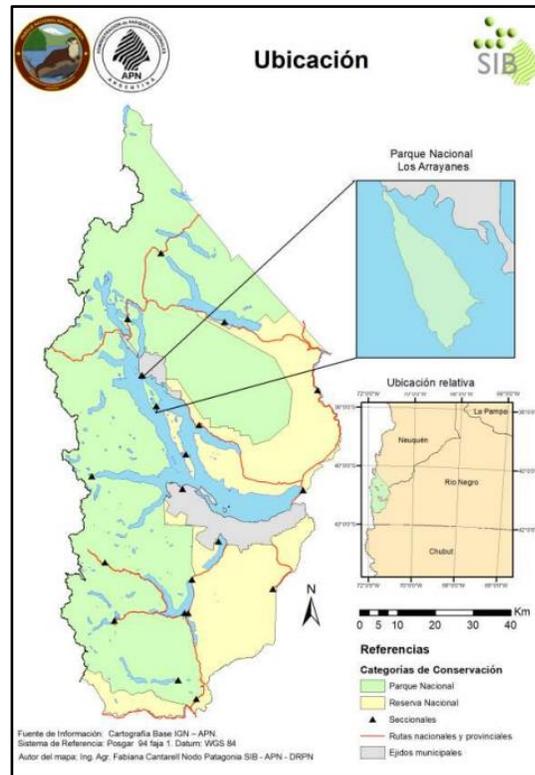


Figura 1. Parque Nacional Nahuel Huapi.
Fuente: APN (2019).

El PNNH, cuenta con varios objetivos de conservación tales como conservar muestras representativas de los ecosistemas andino-norpatagónicos, conservar la biodiversidad y patrimonio cultural, proteger las cualidades paisajísticas, promover la oferta turística sustentable, contribuir al desarrollo local, y promover la investigación de los aspectos naturales, culturales y sociales, propios del AP (APN, 2019)

Haciendo referencia a la oferta turística que presenta el AP, existen propuestas para todo tipo de turistas y en cualquier época del año. Tanto en invierno como en verano es posible realizar paseos y actividades deportivas por bosques, lagos y montañas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.) tales como paseos lacustres, rafting, kayak, excursiones en bicicleta, cabalgatas, esquí, escalada y trekking¹ de montaña.

En el marco del uso público, el PNNH presenta áreas o núcleos de uso público para desarrollar una caracterización más detallada. Cada uno de estos núcleos está constituido por uno o varios atractivos, servicios y elementos de conectividad (APN, 2019). Esta

¹ El trekking es una actividad que permite recorrer largas distancias a pie en entornos de sierras o montañas. Se diferencia del senderismo tradicional, ya que el terreno por el que se transita, presenta mayor dificultad (APN, 2017).

zonificación, se realizó debido a la complejidad que presenta el AP a causa de su gran extensión, de las diversas actividades que ofrece a los visitantes y de la biodiversidad presente. De esta manera, se establecieron tres zonas de uso público: zona norte, centro y lacustre y zona sur (APN, 2019).

Específicamente la zona sur, abarca el área entre dos macizos, el Cerro Tronador y el Cerro Catedral. Se caracteriza por la presencia de la mayor concentración de actividades de trekking del PN, pues cuenta con una extensa red de sendas de diversa dificultad y una serie de refugios de montaña asociados a ellas. La red de sendas y picadas conectan las áreas de Colonia Suiza, Catedral, divisoria de aguas, Los Césares, Pampa Linda, Lago Frías y Puerto Blest. A su vez, cuenta con servicios de refugios de montaña administrados por el Club Andino Bariloche (CAB). Dentro del macizo del Cerro Catedral se encuentran los refugios Frey, San Martín (Laguna Jakob) e Italia (Laguna Negra), mientras que en el área del Tronador están asentados los refugios Otto Meiling (Tronador), Agostino Rocca (Paso de las Nubes) y Viejo Tronador.

Asimismo, las zonas de uso público, se clasifican en zonas de uso público intensivo y extensivo, siendo la zona sur de uso extensivo, lo que significa que es un área que, por sus características, permite el acceso del público con restricciones, de forma tal que las actividades y usos aceptados causen un impacto mínimo a moderado sobre el ambiente, los sistemas o componentes naturales o culturales.

El PNNH es el tercer parque más visitado en Argentina (APN, 2019). Según datos del registro de trekking, en el 2012 accedieron a la red de senderos y refugios de montaña 8.075 visitantes, mientras que en el año 2014 accedieron 15.210 visitantes (APN, 2019).

El registro de trekking, tuvo su origen en el año 2010, en el marco del proyecto "Desarrollo e implementación de un sistema estadístico del uso público del PNNH". Fue diseñado como medida de prevención y como herramienta para el rescate y la atención de emergencias. Asimismo, constituye una fuente de información sobre las sendas utilizadas, el tamaño de grupo, la edad, la procedencia, la permanencia y el equipo utilizado por las personas que las recorren. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico brinda información parcial, pues el porcentaje de visitantes que se registra es bajo y existen numerosas sendas cuyas cabeceras no cuentan con una oficina de informes para registrarse (APN, 2019).

Como resultado del proyecto, fue posible concluir que para poder planificar y gestionar el uso público del PNNH se debe considerar que al menos 1.000.000 de visitantes llegan al año (APN, 2019).

2.1.2 Problemáticas ambientales de los refugios de montaña

La masificación del montañismo ha generado el incremento de la demanda por su uso durante el período estival. Dado que los refugios fueron dimensionados para brindar servicio a un número menor de personas, actualmente se encuentran colapsados (APN, 2019).

Su excesivo uso está ocasionando inconvenientes e impactos ambientales, más allá de los límites admisibles, capacidad e infraestructura, no sólo en cada refugio propiamente dicho, sino en los senderos que lo comunican (Skavarca, Perucci, & Cordoba, 2010). Entre los impactos ambientales negativos asociados a las actividades recreativas gestionadas deficientemente, se encuentra el aumento significativo del ruido, la reducción de la vegetación, la erosión del suelo, la eliminación de hábitats escasos, la modificación de paisajes, la contaminación del agua y el aire, el cambio del comportamiento de la vida silvestre (Dujisin Rebolledo, 2020), el riesgo de incendios y dispersión de exóticas, los focos de residuos, la erosión y contaminación en cabeceras de cuencas y glaciares y la modificación de la estructura y escorrentía en mallines y turberas (APN, 2019).

Por otra parte, existen amplias zonas de acampe a la vera de los cuerpos de agua asociados a muchos de ellos, como es el caso de refugio Frey y Laguna Negra (APN, 2019). Una deficiente gestión y un incremento significativo de visitantes, en sitios como el caso de estudio, atenta directamente con la alteración de estos ambientes dejando como consecuencia, impactos ambientales negativos en el suelo, en el agua y en el aire tales como:

- Alteración de los márgenes de los cuerpos de agua: las zonas de acampe cercanas en estos sectores presentan un alto riesgo para las Especies de Vertebrados de Valor Especial (EVVE) consideradas por la APN, que habitan en estos ambientes (APN, 2019) ya que acciones como el lavado de la vajilla y la generación de residuos sanitarios próximos al cuerpo de agua podrían alterar las condiciones del medio (APN, 2007).

- Generación de residuos: asociado principalmente a la presencia de residuos sanitarios. Si bien, es posible hacer uso de los baños del refugio, muchos visitantes optan por no hacerlo debido a la lejanía del mismo (APN, 2007). Del mismo modo, es posible encontrar residuos sólidos generados también por los visitantes. Esto genera un impacto negativo a la vegetación de alta montaña, ya que por su fragilidad es muy vulnerable a las perturbaciones antrópicas
- Presencia de fogones espontáneos: la APN prohíbe hacer fuego fuera de áreas específicamente habilitadas (APN, 2007). Sin embargo, la presencia de fogones fue la mayor causa de focos de incendio en el PNNH entre los años 1998 y 2015 (APN, 2019).
- Tratamiento de las aguas residuales: Si bien se han invertido esfuerzos en algunos refugios en mejorar la infraestructura o instalar un nuevo sistema de tratamiento (La Nación, 2012), hasta la actualidad, se encuentran subdimensionados y colapsados. En la mayoría de los casos, parte del agua utilizada termina, prácticamente sin tratamiento, en los cuerpos de agua y glaciares. La contaminación difusa derivada de los efluentes se proyecta aguas abajo y, por lo tanto, resulta ser uno de los problemas más graves en algunas altas cuencas. Como una consecuencia directa de esto, se producen brotes masivos de gastroenteritis durante el verano, en áreas donde se extrae agua para consumo (ej. Arroyo Goye en Colonia Suiza) (APN, 2019).

Los refugios de montaña constituyen todo un símbolo dentro del Parque y también en la ciudad de San Carlos de Bariloche (Skavarca, Perucci, & Cordoba, 2010), lo que genera una alta demanda de los mismos. Actualmente no pueden abarcar dicha demanda y se ven colapsados, desencadenando serios impactos ambientales negativos en zonas de frágiles ecosistemas y valores de conservación pertinentes en el marco de un AP. Además, un aumento de actividades sin contenido educativo (más turismo y menos uso público) o limitado a la información de lo permitido y no permitido, y recomendaciones generales (APN, 2019), trae como consecuencia la pérdida de una oportunidad única de educar al visitante y de resignificar el valor de los ambientes que rodean a los refugios de montaña.

2.2 Aguas residuales

Las aguas residuales son un producto inevitable de la actividad humana. En la antigüedad, diferentes civilizaciones hicieron uso de la capacidad de asimilación o autodepuración del agua, pero con descargas tan pequeñas que sus vertidos no presentaban mayor problema en el corto plazo. No obstante, la densificación actual de las ciudades y el crecimiento poblacional e industrial, entre otros aspectos, ha ocasionado que esta capacidad limitada de autopurificación de los cuerpos hídricos haya sido excedida. Por esta razón, es necesario recurrir a la instalación de unidades de tratamiento de aguas residuales y de esta manera, proteger al cuerpo receptor y a la salud de la población (Lozano Rivas, 2012).

Las aguas residuales pueden clasificarse en función de su origen:

- Agua Residual Doméstica (ARD): residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales. Estas, se pueden subdividir en aguas negras, las cuales transportan heces y orina, provenientes del inodoro, y en aguas grises, las cuales son consideradas aguas jabonosas que pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora (Lozano Rivas, 2012).
- Agua Residual Industrial (ARI): residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales (Metcalf & Eddy, 1994).

En particular, al mencionar las aguas residuales en el presente trabajo, se estará haciendo referencia a las ARD, considerando tanto las aguas grises como las aguas negras.

Es importante realizar una correcta caracterización de las aguas residuales para asegurar su óptimo funcionamiento en los procesos de tratamiento (Lozano Rivas, 2012), como así también, para la gestión de la calidad del medio ambiente (Metcalf & Eddy, 1994). Por un lado, están las características fisicoquímicas de las aguas residuales, las cuales incluyen a:

- La **materia orgánica** es la fracción más relevante de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y urbanas debido a que es la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua (Lozano Rivas, 2012). Está

conformada por proteínas, entre un 40 a 60%, por carbohidratos, entre un 25 a 50%, y por lípidos, aproximadamente 10% (Valdez & Vázquez González, 2003).

- El **color** y el **olor**, el cual se encuentra asociado a la descomposición natural de materiales orgánicos (Metcalf & Eddy, 1994).
- El **oxígeno disuelto** es un parámetro fundamental en los ecosistemas acuáticos y su valor debería estar por encima de los 4 mg/L para asegurar la sobrevivencia de la mayor parte de los organismos superiores (Lozano Rivas, 2012).
- La **Demanda Bioquímica de Oxígeno** (DBO), es uno de los parámetros más utilizados en la caracterización de los contaminantes orgánicos. Esta determinación brinda un estimado del oxígeno disuelto requerido por los microorganismos en la degradación de los compuestos biodegradables expresado en mg/L O₂ disuelto (Gutierrez & Olmo, 2007).
- La **Demanda Química de Oxígeno** (DQO), es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra. Tanto la DQO como la DBO se emplean para determinar la calidad del agua o la carga contaminante de un vertido, para diseñar las unidades de tratamiento biológico y para evaluar y/o controlar la eficiencia de los tratamientos (Lozano Rivas, 2012).
- Los **sólidos** es una de las formas en que se presenta la materia orgánica. Estos sólidos pueden estar suspendidos o disueltos, siendo su parte volátil la fracción orgánica y su parte fija la fracción inorgánica (Lozano Rivas, 2012)
- El **pH** tiene importancia en el control de los procesos biológicos del tratamiento de las aguas residuales. La mayoría de los microorganismos responsables de la depuración de las aguas residuales se desarrollan en un rango de pH óptimo entre 6,5 y 8,5 unidades (Lozano Rivas, 2012).
- El **nitrógeno** es el componente principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración del agua residual. (Lozano Rivas, 2012). Se puede presentar principalmente en forma orgánica, formando parte de proteínas, y en forma amoniacal. El nitrito (NO₂⁻) y el nitrato (NO₃⁻), rara vez aparecen en las aguas residuales crudas, y cuando existen, se trata fundamentalmente de aguas residuales industriales (Gutierrez & Olmo, 2007).
- El **fósforo** es un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos, junto con el nitrógeno (Lozano Rivas, 2012). La presencia de compuestos de fósforo en cursos receptores induce el crecimiento de algas (Gutierrez & Olmo, 2007). No obstante, la alta proliferación de algas puede causar eutrofización del cuerpo de

agua, lo cual modifica la concentración de nutrientes y la disponibilidad de oxígeno y luz, como así también incrementa la productividad primaria de la biota (Temporetti, s.f).

Por otro lado, están las características microbiológicas de las aguas residuales. Todas las formas de microorganismos patógenos se pueden encontrar en las aguas residuales domésticas: bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Algunos de estos microorganismos son descargados al ambiente por portadores (Valdez & Vázquez González, 2003).

- **Bacterias:** son microorganismos unicelulares, comúnmente sin color, pueden tener forma cilíndrica o de bastón (bacilos), oval o esférica (cocos) o espirales (espirilos).
- **Virus:** son las estructuras biológicas inferiores de las cuales se conoce que contienen toda la información genética necesaria para su propia reproducción.
- **Protozoarios:** constituyen el nivel inferior de la vida animal. Son organismos unicelulares más complejos que las bacterias en su actividad funcional. Son organismos auto-contenidos que pueden vivir libremente o en forma parásita. Pueden ser patógenos o no patógenos, microscópicos o macroscópicos.
- **Helmintos:** el ciclo de vida de los helmintos, o gusanos parásitos, frecuentemente incluye dos o más animales huéspedes, uno de los cuales puede ser humano, y la contaminación del agua puede ser causada por el vertido de desechos animales y humanos que contienen helmintos. La contaminación puede ser también a través de especies acuáticas u otros huéspedes, como insectos y caracoles.

A continuación, se resume en tabla 1, los microorganismos patógenos más frecuentes de ser transportados por el agua y sus respectivas enfermedades:

Tabla 1. Patógenos comunes transportados por el agua.

MICROORGANISMOS	ENFERMEDADES	
Bacterias	<i>Francisella tularensis</i> <i>Leptospira</i> <i>Salmonella paratyphi (A, B, C)</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Shigella (S. Flexneri, S. Sonnei, S. Dysenteriae, S. Boydii)</i> <i>Vibrio comma (Vibrio cholerae)</i>	Tularemia Leptospirosis Paratifoidea (fiebre entérica) Fiebre tifoidea, fiebre entérica Shigelosis (disenteria bacilar) Cólera
Virus	<i>Poliomyelitis (3 tipos)</i> <i>Virus desconocidos</i>	Poliomyelitis aguda, parálisis infantil Hepatitis infecciosa
Protozoarios	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i>	Amebiasis (disenteria amebiana, enteritis amebiana, colitis amebiana) Giardiasis (enteritis giardia, lambliasis)
Helmintos (gusanos parásitos)	<i>Dracunculus medinensis</i> <i>Echinococcus</i> <i>Shistosoma (S. Mansoni, S. Japonicum, S. Haematobium)</i>	Dracontiasis (dracunculiasis; dracunculosis; medina; infección serpiente, dragón o gusano-guinéa) Equinocosis Squistosomiasis (bilharziasis o enfermedad de "Bill Harris")

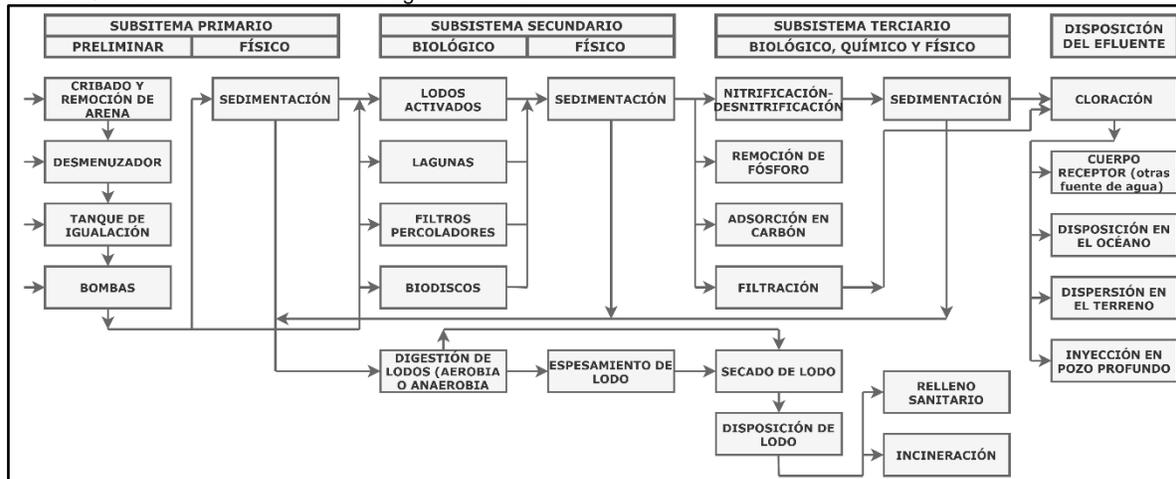
Fuente: Valdez & Vázquez González (2003).

2.2.1 Tratamiento de las aguas residuales

Muchos de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en los sistemas naturales acuáticos han sido incorporados a los sistemas de tratamiento de agua residual creados por la ingeniería. En éstos se controlan las variables del sistema y se maximiza la rapidez de ocurrencia de los procesos minimizando el tiempo requerido para la purificación (Valdez & Vázquez González, 2003). De esta manera, la depuración de las aguas residuales busca eliminar o disminuir la concentración de sustancias o elementos contaminantes que afectan la calidad del agua o fuente receptora para un uso específico, mediante la aplicación de uno o más fenómenos de tipo físico, químico y biológico (Lozano Rivas, 2012).

Un sistema de tratamiento está compuesto por una combinación de operaciones y procesos unitarios diseñados para reducir ciertos constituyentes del agua residual, ya sea ARD o ARI, a un nivel aceptable establecido por la autoridad competente. Se pueden hacer muchas combinaciones de operaciones y procesos unitarios, los cuales se dividen frecuentemente en subsistemas primario, secundario y terciario como se ve en la tabla 2:

Tabla 2. Subsistemas de tratamiento del agua residual.



Fuente: Adaptado de Valdez & Vázquez González (2003).

En la etapa preliminar o de pretratamiento, se busca remover sólidos gruesos para evitar atascos, abrasión y daños a tuberías, bombas, equipos y a otros elementos de la depuradora. Esto se puede lograr por medio de rejillas, desarenadores, desengrasadores (Lozano Rivas, 2012).

En la etapa de tratamiento primario, se busca remover la mayor cantidad sólidos suspendidos, a través de procesos como el cribado o desbrozo, la sedimentación, la flotación y la neutralización y homogenización (Ramalho, s.f). En esta etapa, se alcanza una eficiencia de remoción del 50% de la DBO y hasta un 70% de los sólidos suspendidos totales (Lozano Rivas, 2012).

La etapa de tratamiento secundario, consiste generalmente en la conversión biológica de compuestos orgánicos disueltos y coloidales en biomasa (Valdez & Vázquez González, 2003), por medio de reactores biológicos aerobios (lodos activados, filtros percoladores, biodiscos, humedales, lagunas) y anaerobios (digestores). En esta etapa, se logra remover hasta un 92% de la DBO y hasta un 90% de los sólidos suspendidos totales (Lozano Rivas, 2012).

Es importante describir, para el caso de estudio, el proceso anaeróbico, el cual consta de tres etapas (figura 2) (FAO, 2019)

1. Hidrólisis: la materia orgánica compleja (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, etc.) es degradada por la acción de microorganismos en materia orgánica soluble (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos), lo que genera los sustratos para la siguiente etapa.
2. Acidogénesis y acetogénesis: distintos grupos de microorganismos, denominados acidogénicos y acetogénicos, procesan esa materia orgánica soluble y liberan principalmente hidrógeno molecular, dióxido de carbono y acetato. Dado que la acidogénesis es considerada la etapa más rápida del proceso global, resulta fundamental controlarla para evitar que el descenso de pH (acidificación) del medio interfiera con la acción del consorcio microbiano.
3. Metanogénesis: finalmente, los microorganismos metanogénicos tienen dos vías metabólicas diferentes, la vía acetoclástica, que transforma el ácido acético en metano y dióxido de carbono, y la vía hidrogenotrófica, que a partir del hidrogeno molecular y el dióxido de carbono genera metano.

Estas etapas que conforman al proceso anaeróbico, ocurren de manera simultánea en los digestores. Las transformaciones químicas y físicas que sufre la materia orgánica en este proceso no solo conducen a la producción de biogás, sino que además pueden generar un residuo estabilizado (digerido) que tiene propiedades adecuadas para ser utilizado como biofertilizante.

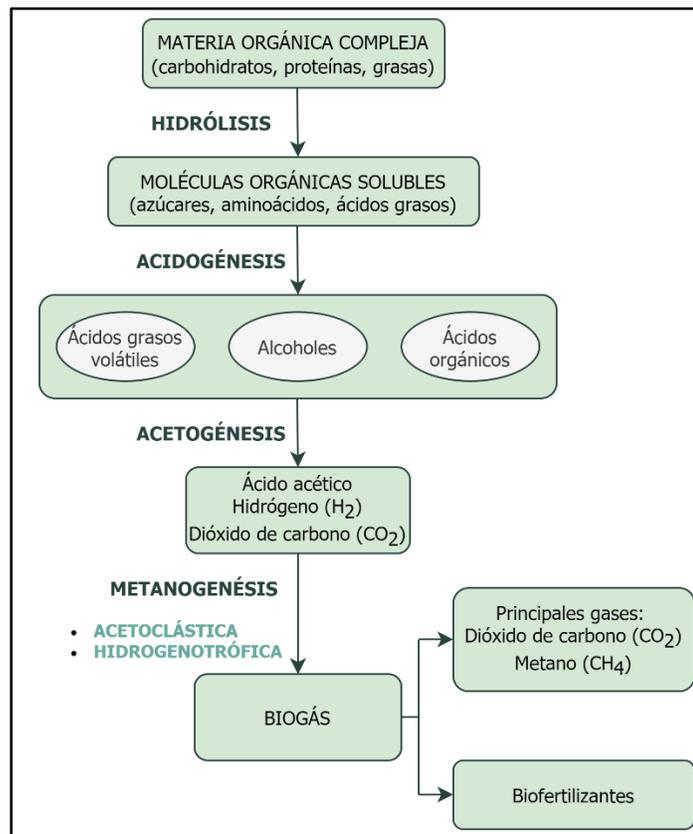


Figura 2. Proceso anaeróbico
Fuente: adaptado de FAO (2019)

En la mayoría de los casos, es suficiente el tratamiento secundario de las aguas residuales para que el efluente cumpla con los parámetros establecidos por la normativa. Sin embargo, en algunos casos puede requerirse un tratamiento adicional. El tratamiento terciario considera la remoción adicional de sólidos suspendidos y/o la remoción de nutrientes (Valdez & Vázquez González, 2003). Asimismo, puede remover contaminantes específicos como nitratos, patógenos, metales, pesticidas y disruptores endocrinos (Lozano Rivas, 2012). Esto se logra a través de ciertos procesos como, coagulación-floculación, adsorción, intercambio iónico, electrodiálisis, oxidación química, filtración, osmosis inversa y desinfección (Ramalho, s.f). La eficiencia de remoción es variable ya que depende del tipo de contaminante (Lozano Rivas, 2012).

La selección de los procesos de tratamiento de aguas residuales o la serie de procesos de tratamiento depende de un cierto número de factores, entre los que se incluyen, las características del agua residual, la calidad del efluente de salida requerido, el coste y disponibilidad de terrenos y la consideración de futuras ampliaciones (Ramalho,

s.f). Del mismo modo, se debe tener en cuenta las condiciones climáticas, la estabilidad geológica y el tamaño de la población servida (Lozano Rivas, 2012)

De manera complementaria al tratamiento de las aguas residuales, es posible realizar un manejo de gases y de los lodos, también llamados biosólidos, generados como producto (Lozano Rivas, 2012). Los gases surgen de la descomposición anaerobia de los lodos o de la materia orgánica en reactores biológicos, y pueden ser empleados como combustible para la generación de energía y para elevar las temperaturas de los digestores de lodos, con lo que se acelera el proceso de estabilización de los mismos. Por otra parte, el manejo de lodos, tiene como finalidad su correspondiente tratamiento, los cuales deben ser reducidos en volumen para facilitar su manejo (espesamiento), ser estabilizados para evitar fermentaciones y crecimiento de organismos patógenos (digestión), y deshidratarse para conseguir una buena textura. Esto es importante para facilitar el manejo y transporte hacia su uso o disposición final (deshidratación) (Lozano Rivas, 2012). Asimismo, los lodos pueden ser transformados en una enmienda orgánica mediante una planta de compostaje de biosólidos (Laos et al., 2000).

Cabe mencionar que, las aguas residuales también pueden ser una fuente rentable y sostenible de energía, nutrientes y materia orgánica. Los potenciales beneficios de la extracción de dichos recursos van mucho más allá de la salud humana y medioambiental, con posibles repercusiones en la seguridad alimentaria y energética, así como también en la mitigación del cambio climático. En el contexto de una economía circular, donde se busca un equilibrio entre el desarrollo económico, la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental, las aguas residuales constituyen un recurso abundante y valioso (UNESCO, 2017).

2.3 Residuos sólidos urbanos

Por definición, un residuo es aquella sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la actividad principal (Elias, 2009). En un ambiente urbano, la acumulación de residuos sólidos es una consecuencia directa de la vida (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, sf). Debido al incremento de la población y a los cambios en los patrones de producción y consumo asociados a la economía lineal, la

generación de residuos está en aumento (Banco de Desarrollo de America Latina, 2018).

Ciertos impactos ambientales, tales como la contaminación del agua y el aire, han sido atribuidos al manejo inapropiado de los residuos sólidos (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, sf). En el 2010, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) estimó que la gestión de los residuos sólidos conformó el 3 % de las emisiones globales de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), con la mayor contribución proveniente de emisiones de CH₄ en los rellenos sanitarios, los cuales representan la mayor fuente antropogénica de CH₄ y un importante contribuyente al calentamiento global (IPCC, 2014). Asimismo, la falta de infraestructura para el procesamiento de los residuos orgánicos obliga a que la mayor parte de éstos sean enviados a los rellenos sanitarios, lo que intensifica problemas como la generación de lixiviados y GEI (Banco de Desarrollo de America Latina, 2018).

Al incrementar la cantidad de residuos sólidos generados y la presión que estos causan al ambiente, es necesario introducir nuevas tecnologías para gestionar los residuos de forma más eficaz (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018).

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) es, entonces, un sistema de manejo de los RSU que se basa en el desarrollo sostenible y cuyo objetivo primordial es la reducción de los residuos que pasan a disposición final a través de la incorporación al sistema de pautas que minimizan la cantidad de residuos, promuevan su recuperación, reúso o reciclado con fines productivos. Busca preservar la salud humana, mejorar la calidad de vida de la población, promover el aprovechamiento de los residuos recuperables y reciclables, el cuidado y protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales (Schejtman & Irurita, 2012).

La GIRSU, se organiza en etapas que incluyen diferentes mecanismos para optimizar la propia gestión de los residuos, como se muestra en la figura 3:

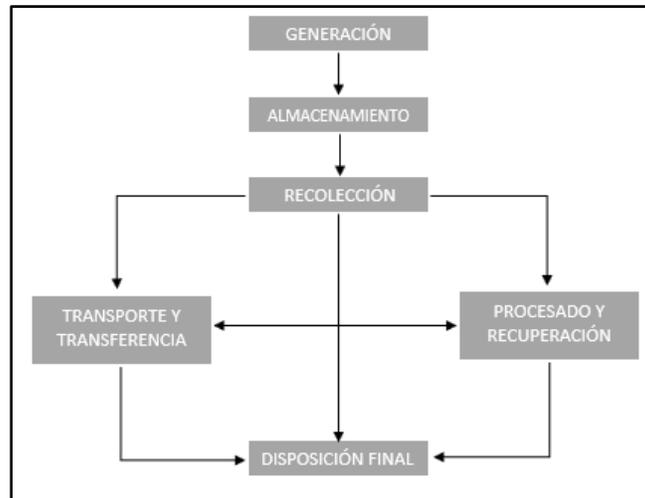


Figura 3. Sistema de gestión de RSU
Fuente: adaptado de Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen (sf)

Haciendo referencia al programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Áreas Protegidas (GIRSAP), el cual aplica para el caso de estudio, tiene como enfoque, la reducción de la generación de residuos, la separación y recolección diferenciada, la educación ambiental, el desarrollo de infraestructura y provisión de equipamientos, las relaciones interjurisdiccionales y el fomento de la economía circular. Asimismo, contempla como etapas de gestión a la generación, separación, almacenamiento, transporte y tratamiento de los residuos que se generan dentro del AP (APN, 2020).

2.3.1 Gestión de residuos sólidos urbanos

En primer lugar, cabe mencionar, la diferencia entre residuo y basura. Los residuos son materiales que no pueden ser usados para cumplir la función que tenían al ser creados. Sin embargo, tienen la capacidad de ser reutilizados o convertirse en materia prima para un nuevo producto. En cambio, la basura, son aquellos desechos que no pueden reusarse de ninguna forma luego de que cumplieron con su función y deben ser destinados a disposición final (INTI, 2012).

A continuación, se describirán las principales etapas de la gestión de los residuos sólidos urbanos.

Generación y separación

La generación de residuos dentro de las áreas protegidas, se encuentra relacionada a las actividades centrales realizadas por los pobladores, prestadores turísticos, propiedades privadas domiciliarias o comerciales y visitantes (APN, 2020).

Uno de los objetivos planteados en el programa GIRSAP es realizar la separación en origen de los residuos generados en el ámbito de la APN. Por lo tanto, establece dos categorías generales de separación: reciclables o reutilizables y los no reciclables o material de rechazo. Los primeros, a su vez se clasifican en orgánicos o húmedos e inorgánicos o secos. Los residuos orgánicos son aquellos caracterizados por ser fácilmente biodegradables y susceptibles de ser sometidos a procesos de biodegradación como ser restos de alimentos y poda. Los residuos inorgánicos son aquellos susceptibles de incorporar a circuitos de reciclaje y reutilización. Entre los residuos inorgánicos, según la GIRSAP, se puede mencionar: papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, textiles, entre otros. Por otro lado, los residuos que no se reciclan son aquellos residuos orgánicos o no, que no son reinsertables en el circuito de reciclaje y/o recuperación, como ser: pañales, colillas de cigarrillos, papel plastificado, animales muertos, focos y lámparas, ciertos plásticos, pilas, neumáticos, etc. (APN, 2020).

Asimismo, conocer sobre la composición de los residuos sólidos, es importante en la evaluación de alternativas sobre necesidades de equipo, sistemas, programas y planes de manejo (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, sf).

En este sentido, la composición física de los residuos para San Carlos de Bariloche en el año 2010, se vio conformada por papeles y cartones en un 13,3%, plástico 15,6%, vidrio 5,6%, metales 2%, otros 24,2%, orgánicos 39,3%. Asimismo, se obtuvo que la generación per cápita promedio es de 0,849 kg/hab.día de residuos sólidos domiciliarios (IATASA, 2010).

Tanto el rechazo como el reúso constituyen estrategias fundamentales para reducir el creciente volumen de residuos sólidos. Cuantos menos residuos se generen en los hogares, menor será la necesidad de espacio para disponerlos y la cantidad de recursos necesarios para su gestión y tratamiento (Schejtman & Irurita, 2012).

Almacenamiento

Las principales alternativas disponibles de recipientes para depositar los residuos sólidos urbanos hasta el paso de los camiones de recolección son los recipientes de almacenamiento, bolsas desechables, contenedores con ruedas, contenedores de gran capacidad y contenedores para recolección diferenciada. Se debe tener en cuenta que el tamaño del contenedor o la bolsa sea acorde a la relación entre la generación de residuos y la frecuencia de recolección (CEPAL, 2016).

Según lo expuesto en el programa GIRSAP, se promueve el uso de cestos y contenedores diferenciados, el uso de bolsas reutilizables y/o biodegradables, y la implementación de un espacio disponible para la disposición transitoria de los residuos (APN, 2020).

Recolección

La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza. Se debe tener en cuenta la frecuencia de recolección, los horarios y ciertos factores que influyen en los tiempos de recolección como lo es el tránsito, las condiciones climáticas el tipo de contenedor, etc. (CEPAL, 2016).

Considerando lo expuesto en el programa GIRSAP, se busca aplicar mecanismos de recolección diferenciada, específicamente de los residuos considerados como reciclables (APN, 2020).

Transferencia y transporte

Comprende dos etapas, siendo la primera la transferencia de los residuos de un vehículo de recolección pequeño a un equipo de recolección más grande, y la segunda el transporte subsiguiente de los residuos a una estación de transferencia, a una unidad de tratamiento o al lugar de disposición final (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, sf).

En los sitios de refugio de montaña, en general, la transferencia de los residuos se realiza con porteadores, es decir personas que transportan insumos al refugio y que, a su regreso, transfieren los residuos por el sendero. Asimismo, la transferencia de los residuos, se puede realizar de manera aérea, con el uso de un helicóptero. Posteriormente, en ambos

casos, se transportan los residuos con los camiones de recolección del centro urbano, al sitio de disposición final o a una unidad de tratamiento.

Procesado y recuperación de RSU

El tratamiento o recuperación es el conjunto de operaciones tendientes a adecuar o preparar los residuos para su valorización posterior o bien su reinserción en la industria través del sometimiento a procesos físicos, químicos y biológicos (Schejtman & Irurita, 2012). Existen diversas tecnologías usadas en el tratamiento y valoración de los residuos sólidos, entre ellas se destacan, los procesos mecánicos, asociados a la clasificación, trituración y compactación; los procesos térmicos, asociados a la incineración y pirólisis; y a procesos biológicos asociados al compostaje y la producción de gas metano (CEPAL, 2016).

Se debe tener en cuenta, a la hora de seleccionar las nuevas tecnologías asociadas a la gestión integral de los residuos, la densidad poblacional, la composición de los residuos sólidos, la capacidad económica y financiera, el nivel de capacitación técnica, las alianzas público-privadas y las limitaciones geográficas (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018), como así también las condiciones ambientales, con el fin de poder implementar un adecuado sistema de gestión.

El programa GIRSAP, propone dos objetivos para el tratamiento y valoración de los residuos sólidos:

- **Transformar los residuos húmedos generados y viabilizar su posterior utilización en el área.**

En esta etapa, se busca realizar la transformación de los residuos húmedos en compost o biogás en las zonas de generación como son las áreas administrativas, comerciales, prestadores turísticos y habitantes de las áreas.

- **Disponer de los residuos secos para su reutilización o reciclado.**

En esta etapa, se busca la separación en origen de estos residuos para su reutilización o reciclado promoviendo la innovación tecnológica y la incorporación de la población en su transformación. De manera general, se busca articular con los municipios cercanos a las áreas protegidas y actores de la economía circular a fin de reinsertar los residuos al sistema productivo y de consumo (APN, 2020).

Disposición final

La disposición segura y confiable de los residuos sólidos, es un componente importante de la gestión integral de residuos. Entre los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, se considera actualmente a los rellenos sanitarios como la mejor solución técnica, económica y ambiental.

El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa peligro en la salud ni perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que pueden causar los líquidos y gases, producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica (CEPAL, 2016). A diferencia de este, un basural es un terreno donde se disponen los residuos sólidos, donde no se contempla ninguna contención, del tipo de impermeabilización, cerco perimetral, recubrimiento o venteo de los gases que genera. Esto representa una fuente de contaminación del agua, del suelo y del aire, además de un riesgo para la salud (Schejtman & Irurita, 2012).

Una de las herramientas fundamentales a la hora de plantear la gestión de los residuos sólidos, es la educación ambiental, la cual debe ir acompañada de acciones concretas que permitan cambiar hábitos cotidianos y reforzar otros (Secretaria de Asuntos Municipales, s.f).

Desde el programa GIRSAP, se busca concientizar y sensibilizar a los trabajadores, habitantes, prestadores turísticos y visitantes de las áreas protegidas y localidades aledañas respecto de la problemática ambiental y la importancia de la economía circular y una correcta gestión de los residuos. Para esto, se busca coordinar acciones de concientización ambiental con otros actores, desarrollar campañas propias promoviendo la separación de residuos, y la no generación de residuos que no se pueden reciclar, fomentando buenas prácticas vinculadas al cuidado del ambiente (APN, 2020).

En los sitios de refugio de montaña, la disposición final de los residuos considerados no reciclables e inorgánicos por la GIRSAP, son transferidos y transportados al sitio de disposición final del centro urbano. Por otro lado, los considerados orgánicos, se disponen finalmente insitu para su posterior tratamiento (compostaje).

2.3.2 La problemática de los residuos en la montaña

Tanto el PNNH y el Club Andino Bariloche (CAB), trabajan en la campaña de “Tu basura no vuelve sola, llevala siempre con vos hasta llegar a casa”, con el objetivo de que los visitantes sean responsables de sus residuos y apliquen ciertas prácticas de bajo impacto en la montaña a la hora de realizar una actividad recreativa (APN et al., 2008). Sin embargo, el abandono de residuos en áreas de acampe y refugios de montaña se encuentra asociado a focos de contaminación (APN, 2019). A su vez, estos focos de contaminación, pueden operar como cebadero para la fauna silvestre, resultando un posible foco de atracción y de alimento (Aprile, 2015).

La disposición de residuos sin ningún tipo de control genera impactos negativos sobre el ambiente, tales como la contaminación de suelos y de las aguas, emisión de gases de efecto invernadero producto de la descomposición y de la combustión incontrolada de los materiales, alteración del paisaje y de los espacios naturales, la proliferación de plagas y vectores de enfermedades, la generación de malos olores, la contaminación visual, la sensación de abandono y suciedad producida por la presencia de residuos diseminados, entre otros (INTI, 2012).

2.4 Gestión ambiental en áreas protegidas

La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio. En general se define a la gestión ambiental como un conjunto de acciones que permitan lograr la máxima racionalidad en el proceso de toma de decisión relativa a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, mediante una coordinada información interdisciplinaria y la participación ciudadana (Delgado Mesia, 2017).

La planificación de las áreas protegidas ha sido reconocida como un proceso fundamental en el ciclo de gestión de las mismas. Resulta cada vez más evidente, que la falta de planificación lleva a visiones parciales de los problemas que las afectan y a un abordaje desarticulado de las necesidades para cumplir los objetivos para las que fueron creadas (APN, 2010).

El plan de gestión (o plan de manejo) es el máximo instrumento de planificación estratégica que contiene las directrices necesarias para orientar la gestión (manejo y administración) del área protegida para su seguimiento y evaluación. Es un documento en el cual, en base a una caracterización y un diagnóstico del área, se formulan los objetivos de conservación, los objetivos del plan, las estrategias de conservación para lograrlos y el ordenamiento del espacio. Esto se hace de acuerdo con la categoría de manejo del área y con los actores que se relacionan con ella. Del mismo modo, es una herramienta clave para la toma de decisiones y para la formulación del plan operativo anual (APN, 2010)

En particular, el Plan de Manejo del PNNH, menciona diversas problemáticas asociadas a la zona de uso público del parque producto de la inexistencia de un plan sistémico y de una metodología de medición de los impactos por tipo de actividades. Por otra parte, destaca la persistencia de servicios no habilitados o con habilitaciones precarias debido a la imposibilidad de adecuar o adaptar construcciones antiguas y obsoletas a pautas más modernas de diseño y seguridad. Asimismo, se reconoce que no están establecidos mecanismos de manejo de la carga (capacidad de carga o límite de cambio aceptable) en áreas críticas de la conservación, existe dificultad para implementar estándares de calidad de servicios turísticos, la recolección de datos estadísticos del uso público es insuficiente para la toma de decisiones y existe un escaso control y fiscalización hacia los refugios de montaña (APN, 2019).

Por otro lado, los ecosistemas de alta montaña, especialmente en la Patagonia Argentina, están escasamente estudiados, lo cual dificulta la toma de decisiones apropiadas sobre conservación y manejo, y limita las posibilidades de la educación ambiental del público. Muchas de las conductas humanas que atentan contra el ambiente, devienen del desconocimiento acerca de la estructura y funcionamiento del medio natural. Debido a esto, las personas, aunque sean ambientalmente conscientes, en ocasiones no saben cuál es el mejor modo de actuar ante cada situación (Ferreyra, M.; Grigera & Úbeda, 2005).

La falta de una adecuada gestión de las áreas protegidas conlleva a la pérdida de calidad de sus servicios ecosistémicos, así como el desconocimiento de los instrumentos de gestión ambiental, reducen la posibilidad de implementar proyectos de uso sostenible de su biodiversidad de manera adecuada (Suarez Londoño, 2018). Es por esto que haciendo uso de los diferentes instrumentos de planificación es posible minimizar los riesgos y aprovechar oportunidades (Gómez Orea & Gómez Villarino, 2007).

De esta manera, se evidencia la necesidad de fortalecer tanto la investigación científica sobre los efectos de la actividad humana en áreas protegidas, como también la difusión de sus resultados hacia los tomadores de decisiones públicas y, por sobre todo, hacia los clubes y federaciones de montaña, pues son estas personas quienes tendrán la capacidad de resguardar aquellos espacios que no pueden ser protegidos por los sistemas tradicionales de conservación de la biodiversidad (Skavarca, Perucci, & Cordoba, 2010).

CAPÍTULO 4: MARCO LEGAL

Normativa	Año	Descripción
Internacional		
Declaración Universal de Derechos Humanos	1948	Todos los pueblos y naciones deben esforzarse, a fin de que tanto los individuos como las instituciones, inspirándose constantemente en ella, promuevan, mediante la enseñanza y la educación, el respeto a la libertad, la justicia y la paz en el mundo, basándose en el reconocimiento de la dignidad intrínseca y de los derechos iguales e inalienables de todos los miembros de la familia humana.
Convención sobre Protección del Patrimonio Cultural y Natural	1972	Promueve el establecimiento de medidas de conservación en aquellos bienes del patrimonio cultural y natural que se vieran amenazados debido a un deterioro acelerado por proyectos de grandes obras públicas o privadas, rápido desarrollo urbano y turístico, destrucción de utilización o de propiedad de tierra, entre otras.
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	1992	Procura alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar.
Declaración de Dublín	1992	Establece los principios rectores asociados al agua y el desarrollo sostenible.
Convenio sobre Diversidad Biológica	1993	Busca promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible, por medio de la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible	2015	La Organización de las Naciones Unidas adoptó un conjunto de objetivos globales llamados los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Específicamente el objetivo N°15, el cual refiere a "Vida de ecosistemas terrestres", tiene por objetivo gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
Constitución Nacional		
Artículo N°41	1994	Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las

		provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.
Artículo N°75 inc. 22	1994	Los Tratados Internacionales, como la Declaración Universal de los Derechos Humanos, Convenio sobre Diversidad Biológica aprobados por el poder Ejecutivo y Legislativo, tienen jerarquía constitucional.
Nacional		
Ley 12.103	1934	Se establece la creación del Parque Nacional Nahuel Huapi y se definen sus correspondientes límites.
Ley 18.284	1969	Se establece el código alimentario argentino. En su capítulo N°12, hace mención a las características físico, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua para uso domiciliario.
Ley 22.351	1980	Las áreas del territorio de la República que por sus extraordinarias bellezas o riquezas en flora y fauna autóctona o en razón de un interés científico determinado, deban ser protegidas y conservadas para investigaciones científicas, educación y goce de las presentes y futuras generaciones, podrán declararse Parque Nacional, Monumento Natural o Reserva Nacional. La administración de Parques Nacionales ejerce el rol de autoridad de aplicación y tiene como objetivos diseñar, conducir y controlar la ejecución de las políticas necesarias para conservar y manejar los Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales, existentes actualmente y las que eventualmente se incorporen, con el objeto de asegurar el mantenimiento de su integridad en todo lo relacionado con sus particulares características fisiográficas, asociaciones bióticas, recursos naturales y calidad ambiental de los asentamientos humanos.
Ley 25.675	2002	Declara la política ambiental nacional estableciendo los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.
Ley 25.916	2004	Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios.
Estrategia Nacional sobre Biodiversidad	2016	Es una política de Estado que define las acciones principales para promover un mayor conocimiento y valoración de nuestros bienes comunes y de los servicios ecosistémicos que estos prestan. Tiene por objetivo la conservación, el uso sustentable y la distribución de sus beneficios en forma equitativa
Provincial		

Constitución Provincial	1988	Artículo 84.- Todos los habitantes tienen el derecho a gozar de un medio ambiente sano, libre de factores nocivos para la salud, y el deber de preservarlo y defenderlo.
Ley 2.952	1996	Establece el Código de Aguas. Utilizado por la APN como valores de referencia en caso de regulación.
De la Administración de Parques Nacionales		
Convenio Marco	2005	El convenio marco entre la Administración de Parques Nacionales y el Club Andino Bariloche, se celebra para la administración y explotación comercial de los refugios de montaña, campamentos, vivacs y áreas fiscales complementarias.
Resolución N°203/16	2016	Reglamento para la Evaluación de Impacto Ambiental
Resolución N°31/19	2019	Aprobación del Plan de Gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi

Cabe mencionar que, en la ley 22.351 sancionada en el año 1980, establece en el artículo 18 inciso 14, que la Administración de Parques Nacionales será la autoridad exclusiva para la autorización y reglamentación de la construcción y funcionamiento de hoteles, hosterías, refugios, confiterías, grupos sanitarios, campings, autocampings, estaciones de servicio u otras instalaciones turísticas, así como para el otorgamiento de las respectivas concesiones y la determinación de su ubicación la que coincidirá en todos los casos con los objetivos y políticas fijadas tanto para el turismo como la seguridad Nacional.

Por otro lado, no menciona la normativa municipal, ya que la jurisdicción de Parques Nacionales es nacional y no dependen de la jurisdicción municipal.

CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

5.1.1 Descripción general de Laguna Negra

El área de estudio se encuentra al suroeste de la República Argentina, en la región de la Patagonia. Pertenece al Parque Nacional Nahuel Huapi y a la Reserva de la Biosfera Andino Norpatagónico (figura 4).

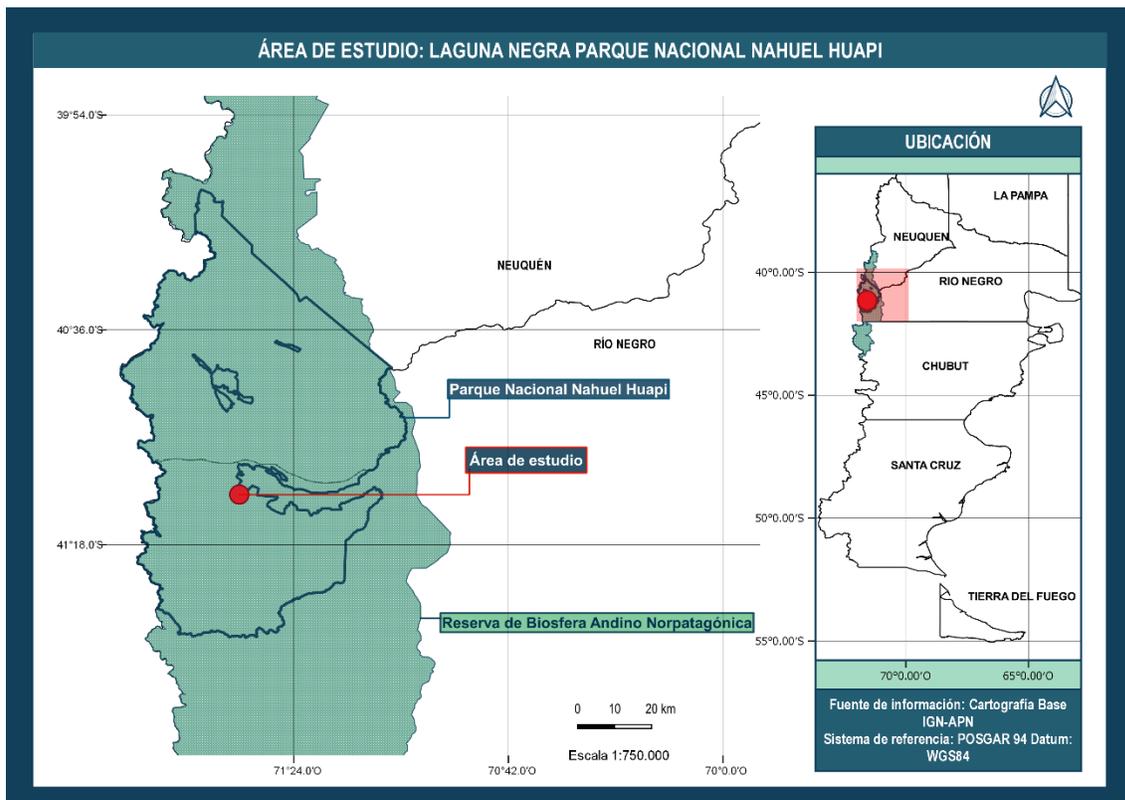


Figura 4. Ubicación área de estudio
Fuente: elaboración propia

El PNNH en sus categorías de conservación, identifica al área de estudio como parte de la Reserva Nacional, la cual funciona como zona de amortiguación con las áreas que no están sometidas a un régimen de conservación (APN, 2019). En cuanto a sus categorías de manejo, se encuentra representada por la zona de uso público extensivo (figura 5).

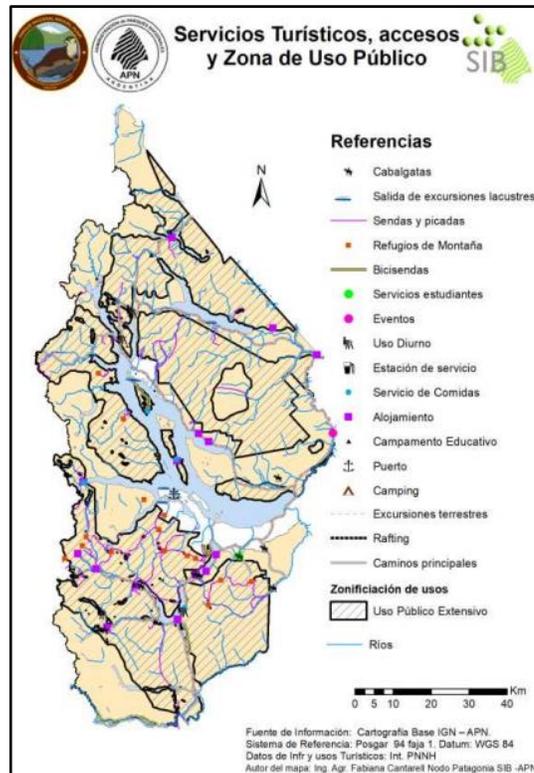


Figura 5. Uso público en el PNNH
Fuente: APN (2019)

Específicamente, el área de estudio se encuentra a 1620 msnm rodeada por el Cerro Negro y la Laguna Negra. Se accede desde Colonia Suiza por un sendero que bordea al Arroyo Goye donde se completa un total de 10,4km (Bariloche trekking, 2019). Se transita por el valle del arroyo, atravesando mallines y un extendido bosque de coihue (*Nothofagus dombeyi*). Finalizando el valle, comienza el ascenso con pendientes más pronunciadas, predominando el bosque de lenga achaparrada (*Nothofagus pumilio*) hasta llegar al área de estudio (APN, 2019). Si bien este es el sendero principal y el más transitado por los visitantes, es posible acceder también desde el Refugio San Martín en travesía por el Cerro Navidad y desde el Refugio López en travesía por el Cerro Bailey Willis (figura 6).

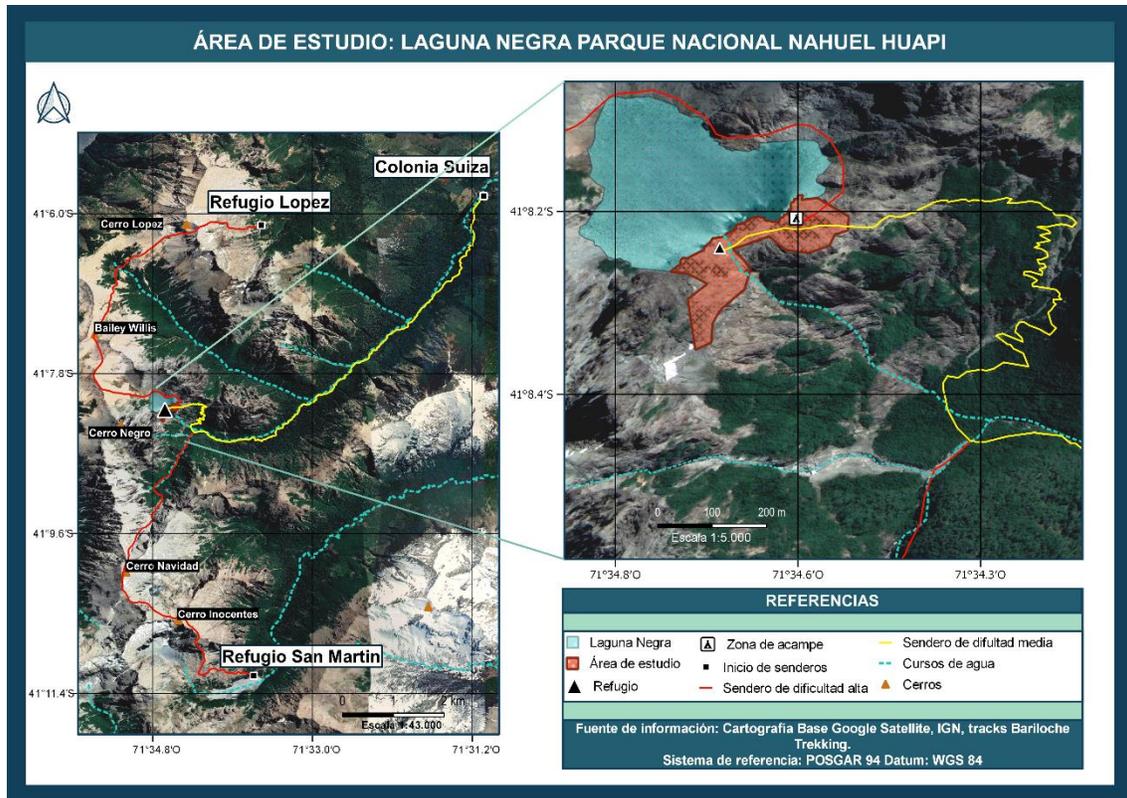


Figura 6. Mapa área de estudio
Fuente: elaboración propia.

El área de estudio, cuenta con un refugio de montaña (figura 7), el cual se ubica próximo a la laguna y forma parte del equipamiento más importante del uso público en el área. Esto se debe, a que cuenta con la instalación de sanitarios en su exterior y con un sector de cocina-comedor, donde los visitantes pueden hacer uso del mismo libremente. Asimismo, se brinda el servicio gastronómico y el pernocte dentro del refugio.



Figura 7. Refugio Italia
Fuente: elaboración propia

La zona de acampe presenta una gran extensión (alrededor de 15.300 m²), desde la costa sudeste de la Laguna Negra hacia su extremo opuesto donde la pendiente descende rápidamente. Está compuesta casi en su totalidad por parches de bosque de lenga, en una matriz de sustrato rocoso (figura 8).



Figura 8. Zona de acampe vista de frente a la Laguna Negra
Fuente: elaboración propia

Esta zona, ofrece como único equipamiento sitios para acampar y senderos interconectados. Actualmente, no se encuentra delimitada, por lo que los sitios de acampe se encuentran dispersos en la zona y los senderos internos se han ido incrementando.

No cuenta con servicio de sanitarios, ya que se contempla el uso de los sanitarios del refugio. De esta manera, los visitantes deben atravesar la zona de acampe y un puente para llegar a los mismos.

Desde la zona de acampe, es posible acceder a la costa de la Laguna Negra y realizar actividades recreativas y de descanso.

5.1.2 Características geológicas

Haciendo referencia a la estratigrafía del área de estudio, la cual data del mesozoico jurásico, pertenece al complejo volcánico sedimentario cordillerano. Está compuesto por rocas andesíticas a riodacíticas, pelitas, areniscas, conglomerados y calizas (SEGEMAR, 2009).

En cuanto a su geomorfología, las glaciaciones imprimieron en el paisaje sus morfologías particulares (figura 9), siendo los sectores más elevados de los valles glaciarios

característico de las altas divisorias y relieve glaciar criogénico. Incluye a los nichos de nivación, circo y procesos criogénicos asociados (figura 10). Actualmente este es un proceso activo, que favorece a la remoción en masa, donde la erosión predomina en la cabecera de cuenca del arroyo Goye, mientras que, en sus cursos medios y superiores, predomina la depositación (SEGEMAR, 2009).



Figura 9. Vista del área de estudio desde el Cerro Negro
Fuente: Agustina Iglesias Louis (2020)



Figura 10. Área de estudio
Fuente: elaboración propia.

5.1.3 Características del suelo

Pertenece a los suelos característicos de cumbres y divisorias andinas, en el cual predominan los afloramientos rocosos y los suelos someros a muy someros (menos de 50 cm de profundidad) (figura 11). Presenta perfiles simples A-C, de textura franca-arenosa fina, con un contacto lítico subsuperficial. Las pendientes dominantes son muy pronunciadas (24 a 50 %) a escarpadas (<50%) en algunas zonas (SEGEMAR, 2009).



Figura 11. Área de estudio desde el sendero
Fuente: Julián Delfine (2020)

5.1.4 Clima

La temperatura estimada para el área de Laguna Negra a los 1.620 msnm, corresponde a la temperatura media mensual del mes más cálido (enero) es de 11,8°C, mientras que para el más frío (junio) es de -0,6°C. La temperatura media anual es 4,7°C (Bonino, Cruz, & Perotti, 2020). Se caracteriza por un alto gradiente altitudinal, relieve montañoso y la existencia de grandes lagos, lo cual refleja el control de factores sobre la temperatura, tales como la altitud, topografía y la presencia de masas de agua interiores. La influencia más notoria es la disminución de temperatura con la altura (SEGEMAR, 2009)

La distribución anual de las precipitaciones forma un gradiente longitudinal donde al oeste se registran 3600 mm/a mientras que 50 km hacia el este en Bariloche la precipitación es de 1000 mm anuales, debido al efecto orográfico. Asimismo, muestra una concentración de la precipitación invernal entre los meses de abril a septiembre, el cual está controlado

por la influencia del anticiclón del Pacífico. Las precipitaciones para el área de estudio varían entre 1000 mm y 2000mm (SEGEMAR, 2009).

En cuanto a las precipitaciones níveas, las cuales se acumulan en las altas cumbres y bajo las copas de los bosques en laderas altas y menos expuestas a la radiación, en exposición sur, desde donde alimentan la red de drenaje entre la primavera y el comienzo del verano, cuando los ríos alcanzan su máxima crecida. Por esta razón, los bosques bien conservados cumplen un rol fundamental en la regulación del flujo hídrico de las cuencas, reteniendo el agua durante la estación húmeda y favoreciendo su liberación gradual, y en forma prolongada, durante la estación seca. La retención del agua durante la temporada húmeda permite minimizar los riesgos de desborde de cauces y las inundaciones (APN, 2019).

Los vientos dominantes por intensidad y persistencia presentan dirección Oeste y son originados por la interacción del Anticiclón del Pacífico y la faja de baja presión del Círculo Polar Antártico. Los vientos Norte-Noreste, provenientes del sistema de circulación generado por la interacción del Anticiclón del Atlántico Sur y del centro continental de baja presión que se forma en verano en el centro del país (SEGEMAR, 2009).

5.1.5 Flora

El área de estudio, presenta vegetación altoandina característica de los 1600msnm y a su vez, se encuentra rodeada de matorrales de lenga (Ferreyra, Grigera, & Úbeda, 2005)

La flora que se caracteriza a continuación, fue relevada por medio de fotografías en campo e identificadas con la colaboración de Marcela Ferreyra.

Lenga (*Nothofagus pumilio*).

Presenta parches de bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) en diversos sitios (figura 12). Se caracteriza por tener una fisionomía achaparrada donde los individuos pueden alcanzar una altura entre 1 y 2,5 metros con hábito reptante (SEGEMAR, 2009).



Figura 12. Bosque de lenga
Fuente: elaboración propia

Murtilla o Mutilla (*Empetrum rubrum*).

Es un arbusto achaparrado que forma carpetas leñosas muy densas que llegan a cubrir varios metros. Sus frutos son comestibles. Es importante para la fijación de escalones o terrazas formados a causa del congelamiento del suelo (Ferreyra, Ezcurra & Clayton, 2006) (figura 13).



Figura 13. Murtilla o Mutilla
Fuente: elaboración propia

Quinchamalí (*Quinchamulium chilense*).

Hierba perenne, su aspecto varía según el hábitat, pero se caracteriza por sus hojas y el color rojizo que tienen al avanzar la temporada (Ferreyra, Ezcurra & Clayton, 2006) (figura 14).



Figura 14. Quinchamalí
Fuente: elaboración propia

Chaura (*Gaultheria pumila*).

Arbusto muy variable en altura, en tamaño y forma de las hojas, pero sus flores y sus frutos la diferencian de otras especies. Fructifica en verano y los frutos son comestibles y persisten en la planta hasta la temporada siguiente (Ferreyra, Ezcurra & Clayton, 2006) (figura 15).



Figura 15. Chaura
Fuente: elaboración propia

Hipoqueris chico (*Hypochaeris arenaria*).

Hierba perenne, se destaca por su capítulo amarillo y angosto. Florece en verano (Ferreyra, Ezcurra & Clayton, 2006) (figura 16).



Figura 16. Hipoqueris chico
Fuente: elaboración propia

Cortadera chica (*Cortaderia pilosa*).

Planta perenne, se distingue por sus hojas densas y cortantes, y sus panojas sedosas. Florece en verano (Ferreyra, Ezcurra & Clayton, 2006) (figura 17).



Figura 17. Cortadera chica
Fuente: elaboración propia

5.1.6 Fauna

La fauna que se caracteriza a continuación, fue relevada por medio información brindada por el personal del refugio, por observaciones propias y mediante un relevamiento en el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB).

Especies de Vertebrados de Valor Especial (EVVEs) para el PNNH.

Rana de Catedral (*Alsodes gárgola*)

Es endémica de la Patagonia occidental y es el único vertebrado acuático que habita en lagos oligotróficos de altitud elevada y arroyos de montaña desde sus fuentes hasta 2.000 metros sobre el nivel del mar. Su renacuajo tiene un largo período de desarrollo (entre 2 y 3 años) y pasa el invierno en el agua bajo una capa de hielo y nieve. Puede adaptarse a un ambiente acuático donde los recursos son escasos y la presión de depredación es baja (Baffico & Úbeda, 2006) (figura 18).



Figura 18. Rana del catedral
Fuente: APN (s.f)

Cóndor andino (*Vultur gryphus*)

Es una especie autóctona clave para la estructuración y funcionamiento de un ecosistema (SIB, s.f.). Las principales actividades que desarrolla en ambientes de altura son sobrevuelos, interacción social y enseñanza de vuelo a los juveniles. Rara vez desciende al suelo en busca de carroña. Se desplaza diariamente entre la zona altoandina y la estepa (Jácome & Lambertucci, 2000). Es una especie poco resiliente a las perturbaciones, produce una cría cada dos o tres años, tiene una escasa abundancia dentro del PNNH y el 90% de las condoreras relevadas en la Patagonia se encuentran en campos privados. De esta manera, debe ser considerada fundamental la protección de su hábitat y del espacio aéreo en la zona altoandina (Chehébar & Ramilo, 1992) (figura 19).



Figura 19. Cóndor andino
Fuente: APN (s.f)

Cauquén (*Chloephaga poliocephala*)

Es el ave herbívora de mayor porte. De hábito migratorio, se encuentra en los mallines asociados a lagunas de altura un hábitat adecuado para reproducirse durante el

verano. Sin embargo, su éxito reproductivo depende de la productividad y del buen estado de dichos ambientes (Ferreyra, M.; Grigera, & Úbeda, C., 2005) (figura 20).



Figura 20. Cauquén
Fuente: APN (s.f)

Otras especies silvestres:

Zorro gris patagónico (*Lycalopex gymnocercus*)

Vive en ambientes abiertos, adaptado a ambientes alterados, desde el nivel del mar hasta los 5000 metros de altura. Es de hábitos solitarios, nocturno en ambientes perturbados y diurno en ambientes no perturbados. La dieta, es amplia y oportunista, incluye una variedad de pequeños mamíferos, aves, huevos, reptiles, insectos y una buena proporción de frutos y vegetales (SIB, s.f.) (figura 21).



Figura 21. Zorro gris patagónico
Fuente: APN (s.f)

5.1.7 Recursos hídricos

El área de estudio, es parte de la cuenca del Arroyo Goye. Su drenaje parte de la divisoria este de los cerros López, Bailey Willis, Negro y Navidad y el flanco occidental del filo que une este último con el cerro Bella Vista. En sus tramos superiores posee altas pendientes, para luego discurrir con menos gradiente hasta las cercanías de Colonia Suiza, formando un importante abanico aluvial en su desembocadura en el Lago Moreno este, sector en el cual se asienta la mayor cantidad de población del área. Su recorrido supera los 20 kilómetros y es fuente de provisión de aguas para uso domiciliario y agrícola (SEGEMAR, 2009)

Por otro lado, el área de estudio se ubica en el margen este de Laguna Negra, considerada como una laguna de altura (1.600msnm). Es un ambiente que posee características oligotróficas y ultraoligotróficas (Motta et al., 2012), lo cual lo vuelve sensible a cualquier modificación en su entorno. Allí habitan anfibios e invertebrados acuáticos adaptados a la rigurosidad del medio tales como las bajas temperaturas, el congelamiento superficial en épocas de invierno y la baja actividad biológica.

En su desembocadura, nace un arroyo (Arroyo Negro), el cual, en época de deshielo, alcanza un caudal significativo para su correspondiente aprovechamiento energético, mediante la implementación de una turbina. Asimismo, la laguna, es el suministro de agua para consumo de los visitantes que acceden al área.

En la siguiente figura, es posible visualizar la variación del caudal del Arroyo Goye a lo largo del tiempo, mostrando un incremento en la época de lluvia (mayo, junio) y un incremento en época de deshielo (octubre, noviembre).

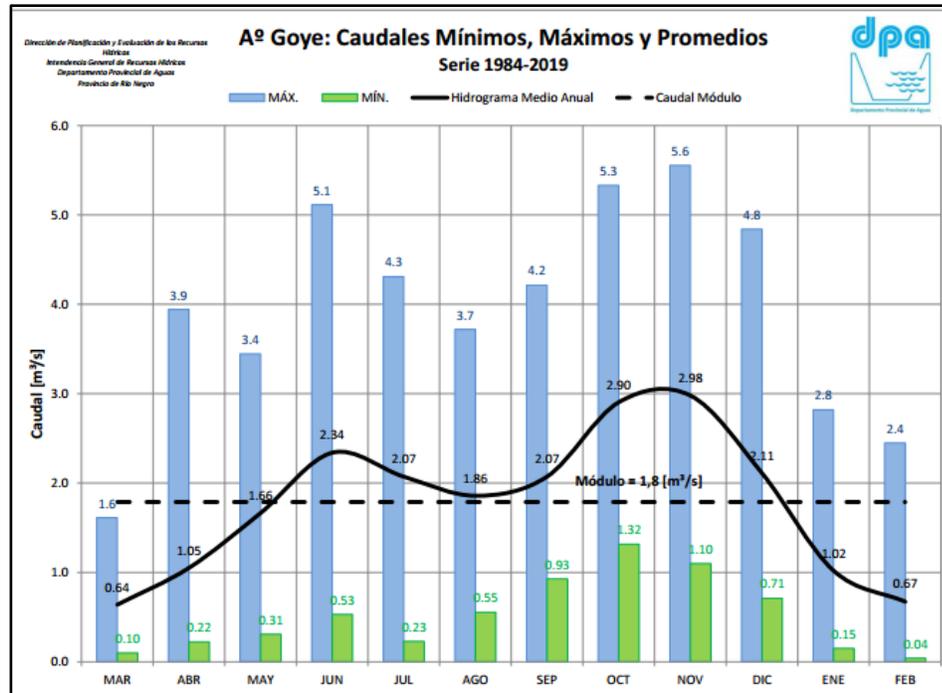


Figura 22. Hidrograma
Fuente: DPA (2019)

5.1.8 Características productivas y culturales

El área de estudio cuenta con un refugio de montaña inaugurado en 1969 en honor a Manfredo Segre quien había soñado con la construcción de un refugio a los pies del Cerro Negro. Luego de dos años de trabajo, gracias al esfuerzo colectivo de muchas personas, junto al Club Andino Bariloche inauguraron el refugio. Se lo llamó refugio Manfredo Segre, sin embargo, es mejor conocido como refugio Italia (Refugio Laguna Negra, 2012).

Actualmente, el refugio se encuentra abierto desde noviembre a abril, el cual cuenta con diferentes servicios, entre ellos la capacidad de albergar a 60 personas, servicio de restaurante e información asociada a las actividades de montaña. Asimismo, cuenta con una zona de acampe aledaña al refugio, la cual tiene una capacidad de 20 carpas (Refugio Laguna Negra, 2012).

5.1.9 Uso del suelo

El área de estudio cuenta con una zonificación interna, donde contempla las actividades de uso público tales como la acción de ocio o esparcimiento que llevan a cabo los visitantes de un espacio natural protegido utilizando sus servicios o equipamientos, y a la que es inherente el acercamiento a los valores naturales y culturales de dicho espacio (EUROPARC, 2005).

De manera general, existe una zona destinada a las instalaciones del refugio como tal y una zona destinada al acampe.

Específicamente, la zona del refugio, contiene un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual abarca una gran área producto de la extensión de cañerías y de la zona de vuelco. Por otro lado, existe un área restringida a los visitantes, donde se almacenan materiales y herramientas para realizar los mantenimientos correspondientes a las instalaciones del refugio. Asimismo, allí se encuentra el sitio de compostaje para los residuos húmedos, el suministro de leña para calefaccionar el refugio y una estructura cubierta en forma de domo como habitación para los refugieros.

La zona de acampe se ve delimitada en función de su uso actual (figura 23), contemplando todas las parcelas de acampe y los senderos internos formados por el tránsito constante de visitantes. Tanto el refugio como la zona de acampe, se ven conectadas por los senderos principales de arribo de visitantes al área de estudio.

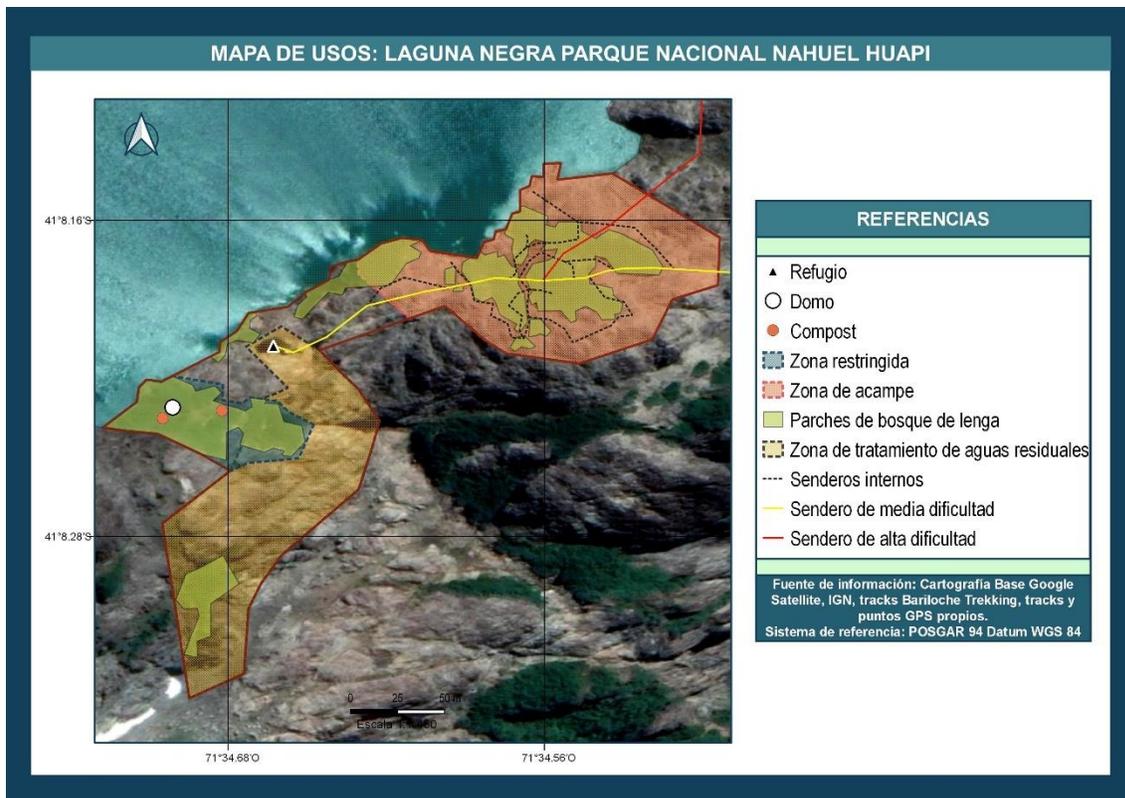


Figura 23. Mapa de uso
Fuente: elaboración propia

5.2 Metodología

5.2.1 Relevamiento de visitantes

Es necesario destacar que, para analizar los impactos ambientales asociados a las actividades y equipamientos del uso público, es importante conocer cuántos visitantes acceden al área de estudio. Esto es considerado, dentro del ámbito de acción del uso público, como una herramienta fundamental para determinar el límite de cambio aceptable y la capacidad recreativa asociada a los equipamientos, la calidad ambiental y la satisfacción del visitante (EUROPARC, 2005).

Durante el verano de 2019-2020, la División de Planificación y Gestión del Uso Público del Parque Nacional Nahuel Huapi, planificó realizar por primera vez, el relevamiento de la cantidad de visitantes que transita por los senderos tradicionales del Parque en un día. Esta iniciativa, tuvo como objetivo poder determinar la eficacia del registro de trekking, es decir cuántos visitantes se registraron respecto del total de visitantes que accedieron al sitio en un día. Se planteó trabajar con los senderos que conducen

principalmente a los refugios de montaña del PNNH, realizando los relevamientos de manera simultánea en cada sendero. En el marco de este trabajo, se colaboró con los relevamientos correspondientes al área de Laguna Negra, de manera voluntaria.

En total se realizaron 3 relevamientos de 12 horas de duración cada uno (desde las 8 am hasta las 8pm): el 11/01/2020, el 25/01/2020 y el 08/02/2020. Se seleccionó el día sábado para realizar los relevamientos debido a que es el día con mayor frecuencia de visitantes, según el registro de trekking. Asimismo, se consideró la condición climática del día del relevamiento como un factor que afecta directamente a la elección del visitante de realizar una actividad de trekking. En cada ocasión se establecieron 2 puntos de relevamiento a lo largo del camino de acceso a Laguna Negra (figura 24).

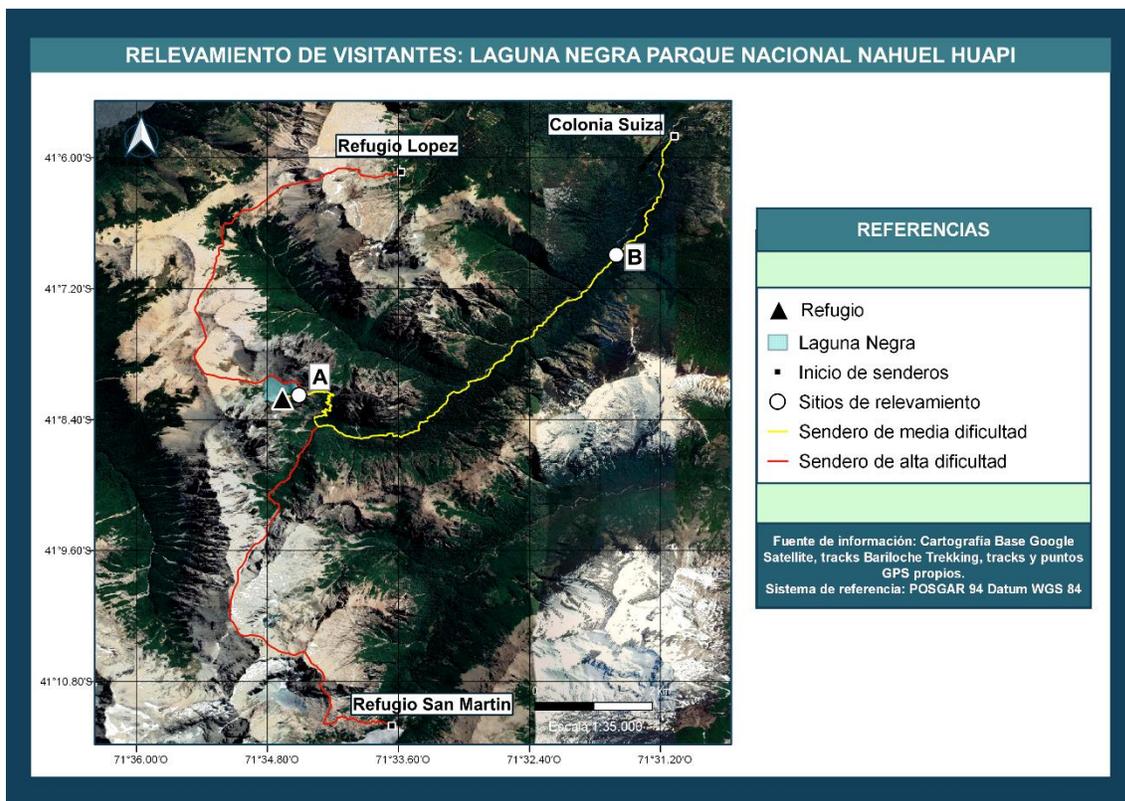


Figura 24. Relevamiento de visitantes
Fuente: elaboración propia

Para realizar el relevamiento, se utilizó la planilla propuesta por la División de Planificación y Gestión del Uso Público del PNNH, en la cual, se considera el tamaño de grupo, la edad, la procedencia, el destino, la modalidad de uso y si se ha realizado el registro de trekking (tabla 3)

Tabla 3. Planilla de relevamiento de visitantes.

PARQUE NACIONAL NAHUEL HUAPI				Refugio:	Fecha:	Clima:		Registro de trekking		¿Por qué no?	¿Qué herramienta preferiría usar?
Hora	Tamaño del grupo	Procedencia	Rango etario	Destino final	Tipo de uso			SI	NO		
					DIURNO	REFUGIO	ACAMPE				

Fuente: APN (2020)

Por último, se procesaron los datos utilizando el software estadístico R Studio y se compartieron los resultados con los responsables de la propuesta de relevamiento, para la realización de un posterior informe final presentado a la APN.

5.2.2 Objetivos específicos

1. Funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Se realizaron 11 visitas al área de estudio en los meses de diciembre 2019, enero 2020 y febrero 2020, donde se relevó el sistema de tratamiento de aguas residuales de manera integral. El total de las visitas, fue delimitado por los alcances propuestos del presente trabajo, la disponibilidad de tiempo, las condiciones climáticas y la pandemia mundial por el COVID-19. Las fechas de las visitas fueron principalmente los fines de semana, ya que estos días, son propicios al aumento de visitantes, por lo tanto, se buscó poder observar sus efectos en la gestión ambiental del área de estudio.

Los relevamientos consistieron en:

- 1.1 Identificación de los procesos involucrados tanto de las aguas grises como de las aguas negras.
- 1.2 Análisis del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales
- 1.3 Instalación de una estación meteorológica
- 1.4 Muestreo de agua del Arroyo Negro

1.1 Identificación de los procesos involucrados tanto de las aguas grises como de las aguas negras.

Mediante el análisis de campo visual y el registro fotográfico, se buscó identificar los procesos correspondientes al sistema de tratamiento de aguas residuales instalado en el refugio. Específicamente, se observó la cámara desengrasadora, la infraestructura de los baños, la cámara de inspección, los biodigestores, las zonas de vuelco y la cañería

correspondiente a la conexión de todos los procesos involucrados. Se registró por medio de puntos GPS la ubicación de cada proceso, para luego realizar un mapa representativo a través del Software QGIS.

1.2 Análisis del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Teniendo en cuenta, que la apertura del refugio comienza en noviembre y finaliza en abril, se realizaron 11 visitas durante estos meses. Principalmente en los meses de enero y febrero se realizaron visitas semanales, específicamente durante los fines de semana, debido al aumento de visitantes correspondiente a estos días y a estos meses.

Durante las 11 visitas al área de estudio, se observó continuamente el sistema de tratamiento de aguas residuales, principalmente, la presencia de pérdidas a lo largo del sistema, el funcionamiento de los biodigestores, el estado de la zona de vuelco y las características organolépticas del efluente de salida. Para representar dicha observación, se realizó un registro fotográfico del funcionamiento del sistema, donde posteriormente, se seleccionaron las fotografías más representativas de cada mes de la temporada (diciembre, enero, febrero). Del mismo modo, se registraron parámetros organolépticos en las zonas próximas al sistema.

Asimismo, de manera complementaria, se solicitó información técnica de las instalaciones, para dimensionar físicamente cada proceso involucrado. Por último, se realizó un balance de masa del sistema de tratamiento de aguas residuales teniendo en cuenta, las dimensiones físicas de cada proceso, el consumo de agua diario extraído de bibliografía y las condiciones ambientales del área de estudio. Debido a que el número de visitantes es fluctuante a lo largo de la temporada, se lo consideró como otro factor importante para analizarlo en el balance de masa. Es por esto que, el balance se lo expresó en unidades de día-persona para luego poder analizar el efecto del número de visitantes en el sistema.

Para analizar el balance de masa en función al flujo de visitantes de Laguna Negra, se consideró que, solo hacen uso del área de la cocina aquellos visitantes que pernoctan en el refugio o acampan. Sin embargo, para el uso de los sanitarios, se consideró el total de los visitantes ya que todos podrían hacer uso de los mismos, en al menos una oportunidad.

1.3 Instalación de una estación meteorológica

Se instaló una estación meteorológica, con el fin de poder registrar las condiciones ambientales del área de estudio midiendo específicamente temperatura, humedad ambiente y radiación solar (figura 25). Posteriormente, se buscó relacionar estas variables con el funcionamiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales.



Figura 25. Estación meteorológica
Fuente: Luciano Minichiello (2019)

El sitio seleccionado para colocar la estación meteorológica fue en el exterior del refugio, específicamente en la cercanía al panel solar ya instalado. Se consideró este lugar como óptimo para registrar variables climáticas, principalmente por la ausencia de interferentes, la cercanía a la fuente de energía y el aprovechamiento completo del recorrido del sol.

La estación está construida en base a un datalogger de software y hardware libre (Arduino), con los sensores correspondientes para medir dichas variables climáticas. Para verificar las mediciones registradas por la estación, se instaló en el área de estudio, de manera provisoria por 4 días, en el mes de enero de 2020.

Una vez corregida las mediciones, se procedió a instalar la estación de manera permanente en un sitio próximo al refugio, durante los meses de febrero y marzo del 2020.

Para funcionar continuamente, se la conectó a la batería del refugio a 12V.

1.4. Muestreo de agua del Arroyo Negro

Se realizó un muestreo del Arroyo Negro, a lo largo de la temporada (enero y febrero), con el fin de poder evaluar el impacto del sistema de tratamiento de aguas residuales en el arroyo. Se establecieron dos puntos de muestreo: el punto A, se ubicó aguas arriba del sistema de tratamiento de aguas residuales en la naciente del arroyo, mientras que el punto B, se ubicó aguas abajo del sistema (figura 26)

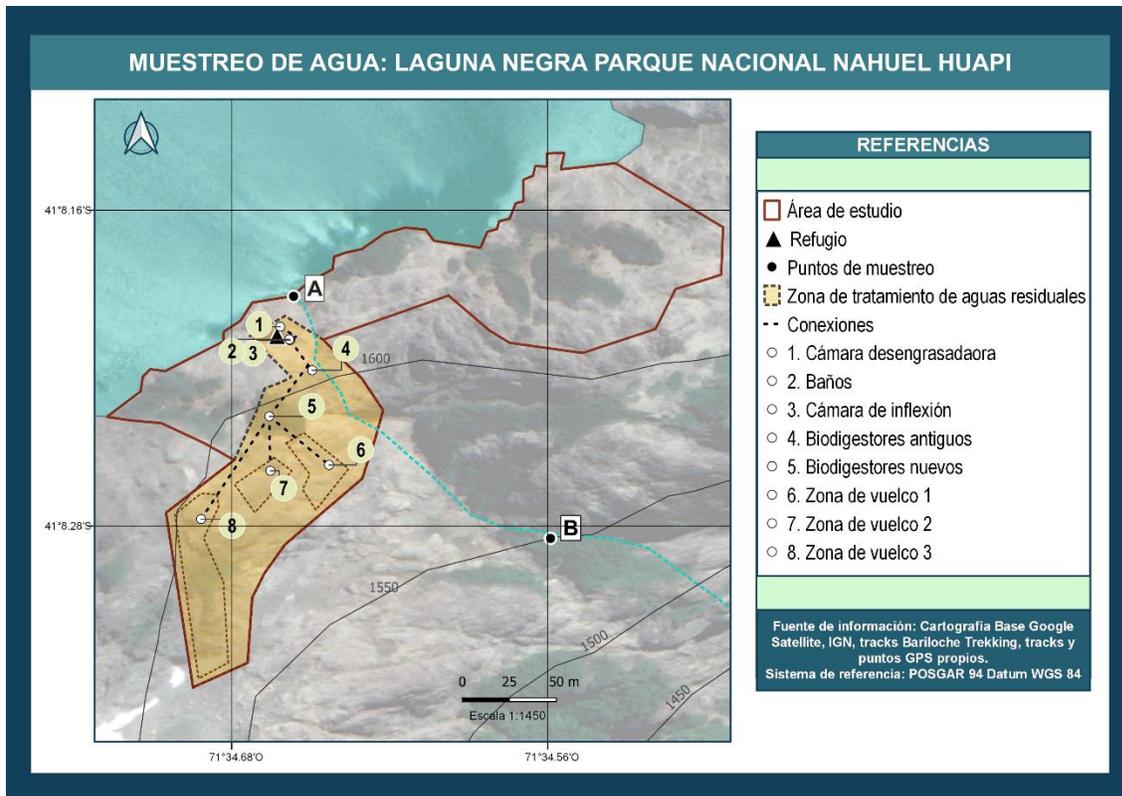


Figura 26. Mapa muestreo de agua
Fuente: elaboración propia

En cada punto de muestreo, se realizaron dos repeticiones. Para cada muestra de agua, se realizó un análisis fisicoquímico (DBO, DQO) y microbiológico (coliformes totales y fecales), las cuales fueron analizadas por el laboratorio Beha Ambiental.

El primer muestreo se realizó el 07/01/2020, mientras que el segundo muestreo se realizó el 22/01/2020. Es importante mencionar que, el tercer muestreo, el cual completaba el muestreo del arroyo, estaba previsto para fin de marzo de 2020. El mismo, no pudo realizarse debido a la declaración de la pandemia mundial por el COVID 19 y la cuarentena obligatoria. En este contexto, todos los Parques Nacionales de Argentina cerraron sus accesos al público.

En cada muestreo se siguió el siguiente protocolo:

1. Se situó en el punto de muestreo y se prepararon los elementos necesarios para la toma de la muestra.
2. Se midieron los parámetros in situ (pH, temperatura, sólidos disueltos totales y conductividad) con instrumentos de medición. Por un lado, el medidor digital con sensores de temperatura, sólidos disueltos y conductividad marca Disbyte y modelo MEDEC/TDS (figura 27) y por el otro, el phmetro autocalibrable (figura 28). Cabe mencionar que solo fueron registrados estos parámetros por una cuestión de disposición de equipos a la hora del muestreo.



Figura 27. Medición de parámetros Figura 28. Medición de parámetros
Fuente: elaboración propia

3. Procedimiento para la toma de la muestra:
 - 3.1 Para la toma de la muestra fisicoquímica, se utilizó un envase esterilizado de 1L proporcionado por el laboratorio, se enjuagó tres veces con el agua del punto de muestreo, se sumergió el envase y se dispuso la boca en contra corriente, para posteriormente, tomar la muestra de agua. No se dejó cámara de aire dentro del envase. Cabe mencionar que, durante la toma de la muestra, se utilizaron guantes esterilizados (figura 29).



Figura 29. Toma de muestra
Fuente: elaboración propia

3.2 Para la toma de la muestra microbiológica, se tomó un envase esterilizado de 250mL proporcionado por el laboratorio Beha Ambiental, se sumergió el envase y se dispuso la boca en contra corriente, mientras se retiró la tapa y se tomó la muestra. No se dejó cámara de aire dentro del envase. Cabe mencionar que, durante la toma de la muestra, se utilizaron guantes esterilizados (figura 30).



Figura 30. Toma de la muestra
Fuente: elaboración propia

4. Se rotuló con nombre, fecha y hora y tipo de muestra (físicoquímico o microbiológico) y se dispuso en la conservadora.
5. Se repitió dos veces ambos procedimientos en cada punto de muestreo para ambos tipos de muestra.
6. Se colocaron todas las muestras en la conservadora junto con envases de hielo y se las dispuso de manera vertical. Luego, se guardó la conservadora cuidadosamente dentro de una mochila para transportarlas inmediatamente desde el sitio de muestreo hacia Colonia Suiza caminando y posteriormente en auto hasta el laboratorio. El tiempo transcurrido desde la toma de la muestra hasta el ingreso en el laboratorio fue de tres horas y media. Durante el transporte, se verificó constantemente los posibles derrames y se evitó el movimiento excesivo de la

muestra tomando la precaución de caminar despacio sin realizar rebotes que pudieran perjudicar a la representatividad de la muestra. Asimismo, se consideró realizar el muestreo a tempranas horas de la mañana para evitar que las altas temperaturas del día pudieran interferir.

7. Se completó la planilla de recepción de la muestra en el laboratorio y se esperó al envío de los resultados.

2. Situación ambiental actual del área de acampe de Laguna Negra

Durante la temporada de verano 2019/2020, se relevó durante las 11 visitas el área de acampe en Laguna Negra para evaluar los siguientes aspectos:

- 2.1 Relevamiento de la zona de acampe
- 2.2 Encuesta de percepción del visitante
- 2.3 Elaboración del mapa de la zona de acampe

2.1 Relevamiento de la zona de acampe

Mediante el continuo relevamiento visual en campo a lo largo de la temporada de verano, se identificaron los componentes de la zona de acampe asociados a las actividades de uso público. Se realizó un registro fotográfico de los componentes.

2.2 Encuesta de percepción del visitante

Con el fin de evaluar el grado de satisfacción de los visitantes que acamparon en la zona de acampe, se realizó una encuesta de percepción del visitante (tabla 4). El procedimiento de encuesta consistió en seleccionar aleatoriamente a grupos de visitantes que acamparon al menos una noche en el sitio. La encuesta se realizó por la mañana, luego de que el grupo de visitantes vivió la experiencia de acampe. Este procedimiento se repitió 6 veces durante los fines de semana del verano, de manera aleatoria con el fin de evitar el sesgo de muestro.

Tabla 4. Encuesta de percepción de visitante

PREGUNTAS	RESPUESTAS				
	SI	NO			
¿Les fue fácil encontrar lugar para acampar?	SI	NO			
¿Del 1 al 5 que tan cerca estaban de otras carpas? (Donde 5 es muy cerca y 1 es muy lejos)	1	2	3	4	5
¿Escuchar a otros visitantes acampando, perturbó su disfrute?	SI	NO			

¿La lejanía de los baños fue un impedimento para su uso?	SI	NO			
¿Había residuos húmedos, secos, y/o sanitarios en su lugar de acampe? ¿CUÁL?	SI	NO	Respuesta:		
¿Cómo considerarían la experiencia de dormir en la zona de acampe de laguna negra? (Donde 5 es muy buena y 1 es muy mala)	1	2	3	4	5
Sugerencias					

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se analizaron los resultados obtenidos a través del software estadístico R, específicamente Rstudio. Se consideró como unidad experimental a cada grupo de visitantes que acampó en el área de estudio y como variables a las preguntas de la encuesta.

2.3 Elaboración del mapa de la zona de acampe

Para describir la zona de acampe actual, se delimitó el área en función del uso actual. Así mismo, se registró con puntos GPS todos los sitios disponibles para colocar al menos una carpa y con tracks los senderos secundarios dentro de la zona de acampe

Cabe aclarar, que la mayoría de los sitios de acampe, cuentan con la capacidad para disponer una carpa para más personas, sin embargo, se consideró la mínima capacidad.

Haciendo uso del software QGIS, se procedió a trabajar en las diversas capas que describen la zona de acampe actual con el fin de generar un mapa.

3. Generación de residuos sólidos y su correspondiente gestión en el área de acampe y en el refugio Italia.

3.1 Registro de la generación de los residuos sólidos en el refugio Italia.

3.2 Gestión de residuos sólidos en el área de acampe y en el refugio Italia

3.1 Registro de la generación de los residuos sólidos en el refugio Italia.

Esta actividad se realizó con la colaboración de los refugieros quienes realizaron el pesaje de residuos húmedos y completaron la siguiente planilla:

Tabla 5. Planilla de registro del peso de los residuos húmedos

LAGUNA NEGRA: RESIDUOS HÚMEDOS	
ZONA COCINA - COMEDOR	VOLUMEN DEL RECIPIENTE PARA HÚMEDOS:
FECHA	PESO DE RESIDUOS HÚMEDOS (kilogramos)

Fuente: elaboración propia

Diariamente fueron registrando el peso de los residuos húmedos, mediante la implementación de una balanza, para luego anotar el peso en la planilla (tabla 5). Previamente, se pesó el recipiente que contiene a los residuos húmedos para restarle dicho peso al total de residuos húmedos pesados.

Los resultados obtenidos, fueron analizados mediante el uso del software estadístico Rstudio.

Cabe mencionar que, no se registró el peso de los residuos secos, debido a que los mismos no reciben tratamiento ni tienen su disposición final en el área de estudio. De esta manera, se considera que los residuos secos, tiene etapas diferentes en el sistema de gestión.

3.2 Gestión de residuos sólidos en el área de acampe y en el refugio Italia

Se analizó el sistema de gestión de residuos sólidos, tanto del área de acampe como del refugio, contemplando la generación, separación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, de cada tipo de residuo sólido. Para el análisis se entrevistó al personal del refugio, a fin de conocer sobre las medidas tomadas para gestionar cada tipo de residuo. Posteriormente, se realizó un registro fotográfico de los diferentes elementos que conforman las etapas de gestión de los residuos.

4. Impactos ambientales ocasionados por el uso público en el área

Teniendo en cuenta el análisis de los objetivos específicos 1, 2 y 3, se procedió a determinar por observación directa, los impactos ambientales asociados a las actividades y equipamientos de uso público en el área de estudio. Para esto, se utilizó una herramienta de gestión ambiental, conocida como lista de chequeo. Esta lista, está representada por una ficha de registro (tabla 6), en la cual se indicó la ubicación, el problema detectado, a qué etapa correspondió el problema detectado, los impactos ambientales asociados, el tipo de impacto ambiental y la causa de la problemática ambiental detectada.

Para describir los impactos ambientales, se seleccionaron algunos de los distintos tipos de impactos que describe Conesa Fernández Vítora:

Signo: indica si el efecto es beneficioso o perjudicial sobre el factor afectado.

- Positivo: genera un efecto beneficioso el cual es admitido por la comunidad técnica, científica y por la población en general.
- Negativo: genera un efecto perjudicial, el cual se traduce en la pérdida del valor natural, estético, cultural, paisajístico, de producción ecológica, de contaminación, erosión, degradación, entre otros.

Intensidad: refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor afectado.

- Alto: su efecto genera una modificación del ambiente, el cual produce o puede producir en el futuro repercusiones apreciables. Expresa una destrucción casi total del factor considerado.
- Medio: su efecto genera alteraciones en algunos de los factores considerados.
- Bajo: su efecto genera una mínima del factor considerado.

Reversibilidad: refiere a la capacidad de recuperación del factor afectado por medios naturales.

- Si: existe la posibilidad de recuperar el factor afectado por medios naturales.
- No: imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

Extensión: refiere al grado de extensión de la acción sobre el factor afectado.

- Puntual: cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
- Parcial: aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.
- Extremo: aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

Tabla 6. Hoja de campo para la identificación de impactos ambientales

HOJA DE CAMPO N°											
PROBLEMA DETECTADO											
LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA					
ETAPAS											
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías										
	Vuelco de efluente										
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora										
Gestión de residuos sólidos urbanos	Proceso de compostaje										
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe										
	Uso de los caminos internos										
	Acampe en la costa de la laguna Negra										
IMPACTO AMBIENTAL											
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN			
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO	
FÍSICO											
BIOLÓGICO											
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL											
OBSERVACIÓN											
CAUSA											

Fuente: elaboración propia

Por último, para poder valorar los impactos ambientales analizados para cada sector del área de estudio y para cada uno de sus componentes, se le asignó a cada impacto, un valor entre -2 y +2. Luego, se sumaron todos los valores de cada componente para conocer el valor por componente y el valor total por sector. Posteriormente, se realizaron gráficos donde se expresa en porcentaje los impactos ambientales correspondientes.

5. Medidas de adecuación, mitigación y/o prevención para la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales, para la zona de acampe y para los residuos sólidos.

Teniendo en cuenta los resultados de los objetivos específicos 1,2,3 y 4, como así también el flujo de visitantes de la temporada, se trabajó sobre las siguientes medidas:

5.1 Adecuación de la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales

5.2 Análisis de costos de la adecuación de la obra de ingeniería

5.3 Adecuación de la zona de acampe

5.4 Mejora del sistema de gestión de residuos sólidos

5.5 Manual de buenas prácticas para visitantes

5.1 Adecuación de la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales

Considerando el sistema de tratamiento de aguas residuales instalado hasta la actualidad y su respectivo funcionamiento, se procedió la adecuación del sistema, dado los factores ambientales del área de estudio, la capacidad de carga del sistema y su viabilidad de aplicación.

5.2 Análisis de costos de la adecuación de la obra de ingeniería

Teniendo en cuenta los insumos necesarios para la adecuación del sistema, se realizó un análisis de costos, mediante la implementación de sitios web de venta, como por ejemplo Mercado Libre, Rotoplas Argentina, etc. Entre los costos asociados, se evaluaron los recursos humanos y los materiales necesarios para la propuesta de adecuación.

5.3 Adecuación de la zona de acampe

Considerando el análisis realizado en el objetivo específico 2 para la zona de acampe, se procedió a elaborar un mapa con las medidas de adecuación de la zona en cuestión. Para la realización de este mapa, se utilizó el software QGIS, donde se tuvo en cuenta la planificación y gestión ambiental de las actividades y equipamientos del uso público en la zona de acampe.

5.4 Mejora del sistema de gestión de residuos sólidos

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el objetivo específico 3, se realizaron propuestas de adecuación para las diferentes etapas del sistema de gestión de residuos sólidos en el área de estudio.

5.5 Manual de buenas prácticas para visitantes

Dado que los visitantes son los que se acercan al área de estudio a realizar sus actividades recreativas y que los impactos ambientales se encuentran directa o indirectamente relacionados a ellos, se realizó un manual de buenas prácticas ambientales para visitantes. Dicho manual, se basa en los 7 principios de "No deje rastro", los cuales fueron adaptados a la realidad actual del área de estudio.

CAPITULO 6: RESULTADOS

Muestreo de visitantes

En el análisis realizado, se estimó que solo el $34,5\% \pm 7,1\%$ de los visitantes, se anota en el registro de trekking online previo a la realización esta actividad en Laguna Negra. Teniendo en cuenta este porcentaje y, que no se observó una variación significativa entre los visitantes que se registrados online y los visitantes que accedieron a Laguna Negra y dijeron estar registrados, se estimó el total de visitantes a lo largo de la temporada (figura 31), el cual fue de 16.939 visitantes.

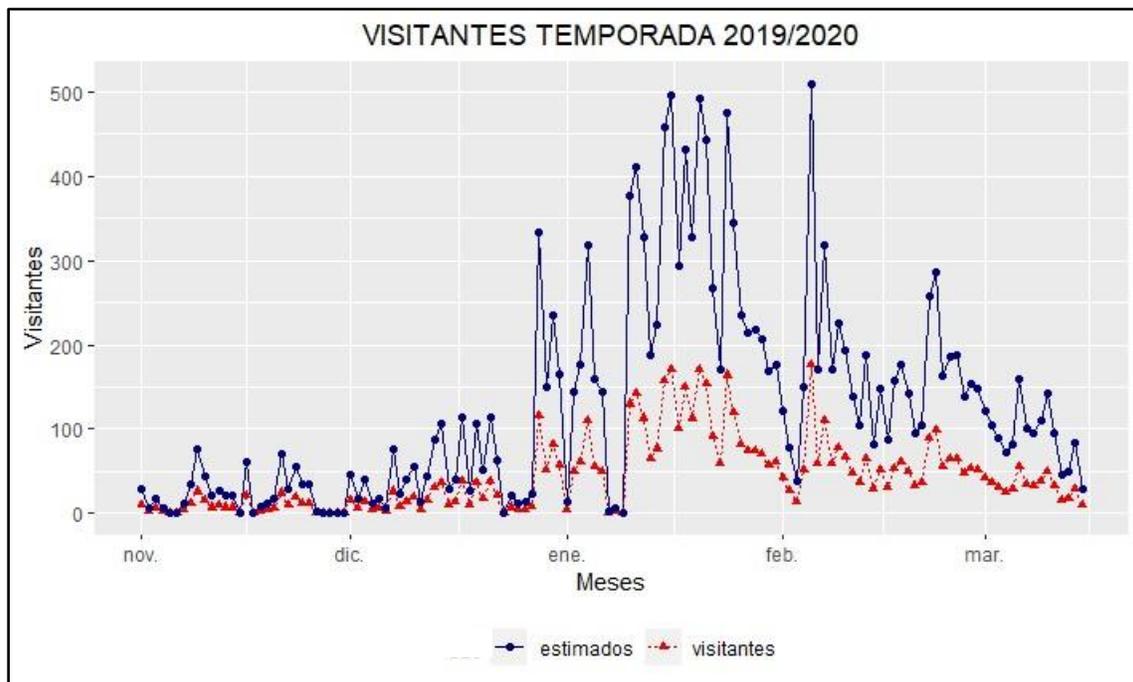


Figura 31. Gráfico estimación de visitantes
Fuente: elaboración propia

En la figura 31, es posible observar en rojo los visitantes que han completado el registro de trekking y accedieron a Laguna Negra. En azul se encuentra representado, los visitantes estimados que accedieron a Laguna Negra durante el verano. Se puede observar cómo esta frecuencia es baja en los meses de noviembre y diciembre, se incrementa en los meses de enero y febrero, y disminuye en el mes de marzo. Esta variación de visitantes a lo largo de la temporada era esperada, ya que es un patrón que se repite temporada tras temporada en el área de estudio y a nivel turístico en la ciudad de San Carlos de Bariloche.

Asimismo, hay que tener en cuenta la frecuencia de visitantes que recibe el área de estudio a lo largo del día, alcanzando su máxima durante el mediodía y aumentando también por la tarde (figura 32). Esta frecuencia se mantuvo constante a lo largo de los relevamientos realizados.

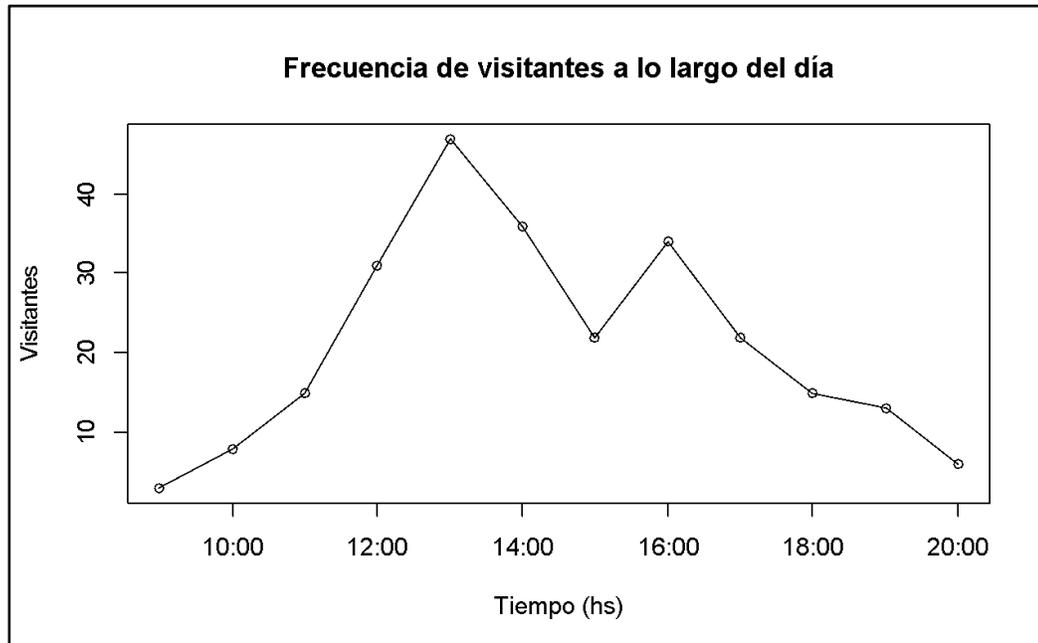


Figura 32. Gráfico de frecuencia de visitantes durante el día
Fuente: elaboración propia

Por último, es importante destacar el tipo de uso que realizan los visitantes en el área de estudio, donde aproximadamente el 52,2±26,1% de los visitantes, pasa el día en Laguna Negra, alrededor del 15,3±5,8% de los visitantes pernocta en el refugio y cerca del 32,5±18,4% restante corresponde a los visitantes acampan en Laguna Negra (figura 33).

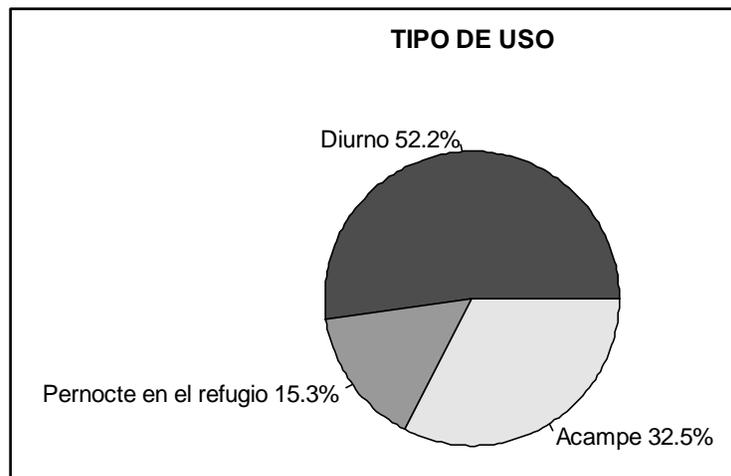


Figura 33. Gráfico tipo de uso
Fuente: elaboración propia

Los resultados del relevamiento, se encuentran en el anexo 1.

Objetivo específico 1: analizar el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

1.1 Identificación de los procesos involucrados tanto de las aguas grises como de las aguas negras.

El área de estudio, cuenta con diversos componentes asociados al tratamiento de las aguas residuales del refugio, los cuales se muestran en la siguiente figura:

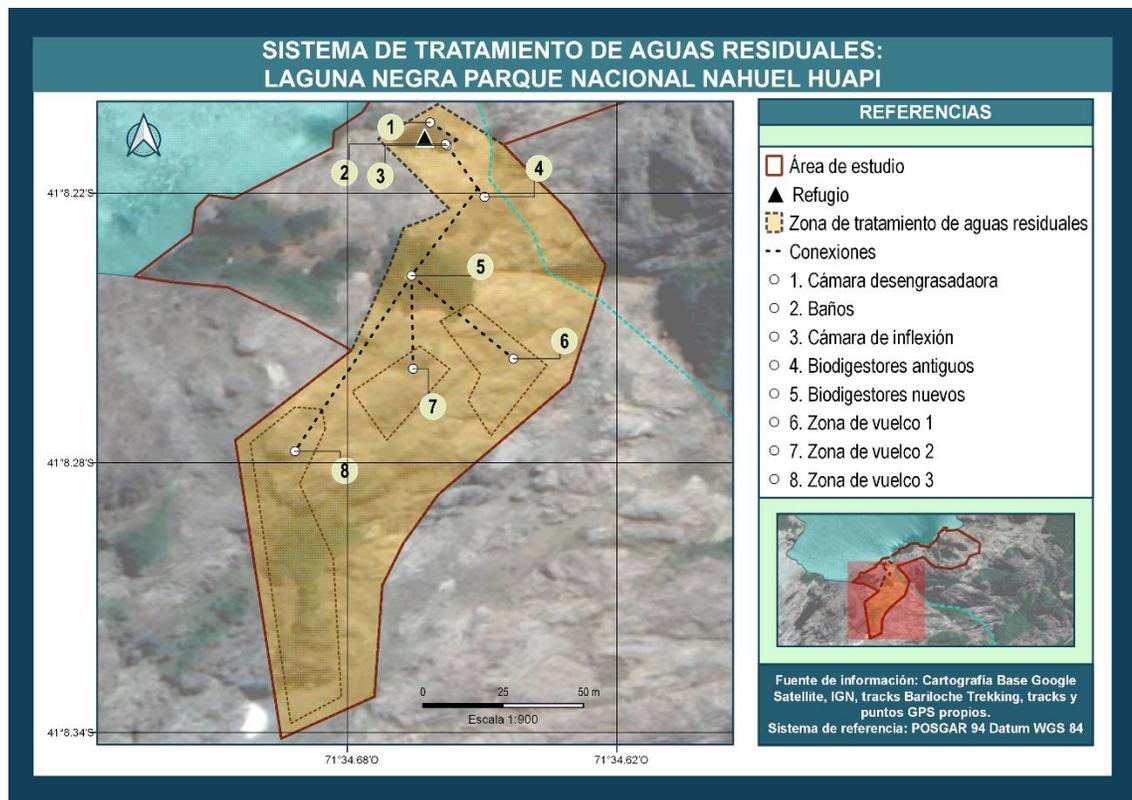


Figura 34. Mapa componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales
Fuente: Elaboración propia

Para el tratamiento de las aguas grises generadas en la zona de la cocina, se encuentra instalada una cámara desengrasadora, ubicada a la intemperie (figura 35).



Figura 35. Cámara desengrasadora
Fuente: elaboración propia

En esta cámara, se retienen los compuestos grasos con el fin de evitar obstrucciones en las cañerías y modificaciones en el funcionamiento del proceso biológico involucrado. Por medio de una cañería de polietileno de alta densidad, las aguas grises se dirigen a la cámara de inspección ubicada debajo del deck del refugio (figura 36), donde se une con las aguas grises y negras generadas en el baño. Estas aguas, se derivan utilizando una cañería de PVC hacia los biodigestores.



Figura 36. Ubicación de la cámara de inspección
Fuente: elaboración propia

Se identificó, la instalación de dos sistemas de tratamiento de aguas residuales en el área de estudio, los cuales se identifican en el presente trabajo como biodigestores N°1 y biodigestores N°2. El primer sistema (biodigestores N°1), se encuentra próximo al Arroyo Negro, el cual consiste en dos biodigestores conectados en serie con un volumen máximo de 500L cada uno (figura 37).



Figura 37. Biodigestores N°1
Fuente: elaboración propia

Este sistema, recibe tanto las aguas grises como las aguas negras. El efluente de salida, se direcciona por una cañería de polietileno de alta densidad, donde escurre por la roca pendiente abajo.

Actualmente, se lo utiliza durante los meses de noviembre y diciembre ya que el segundo sistema de tratamiento identificado, se encuentra cubierto de grandes placas de nieve, en estos meses. Esta nieve tarda en derretirse debido a que, se ubica en la cara sursureste debajo del Cerro Negro.

Una vez que la nieve se ha derretido, se comienza a utilizar el segundo sistema de tratamiento (biodigestores N°2). En este caso, se conecta una cañería de PVC (figura 38), y el efluente se mueve por gravedad desde la salida de la cámara de inspección hasta los biodigestores.



Figura 38. Cañería
Fuente: elaboración propia

El segundo sistema cuenta con dos biodigestores Rotoplas conectados en serie, con una capacidad de 1300L cada uno. Se encuentran semienterrados en el suelo y protegidos por una construcción a dos aguas en chapa, con el fin de evitar rupturas debido a la compactación y deslizamiento de la nieve (figura 39).



Figura 39. Ubicación de biodigestores N°2
Fuente: elaboración propia

El efluente de salida de este sistema, se transporta por una cañería de polietileno de alta densidad, donde se vuelca y escurre por la roca pendiente abajo (figura 40 y 41). El sustrato es rocoso en toda la zona de vuelco. En algunos sitios se desarrolla cierto tipo de vegetación de manera natural, la cual se ve potenciada producto del vuelco del efluente en la zona. Tanto la zona N°2 y N°3, se encuentran lejos del curso de agua del Arroyo Negro.



Figura 40. Transporte del efluente hacia la zona de vuelco
Figura 41. Zona de vuelco del efluente
Fuente: elaboración propia

Actualmente existen tres zonas de vuelco, desde que el segundo sistema comenzó a funcionar en el refugio. La zona de vuelco N°1, se utilizó durante tres años seguidos, mientras que la zona de vuelco N°2 y N°3 se utilizaron durante el verano 2020 (figura 34). Estas zonas, principalmente la N°2 y N°3, se fueron originando a medida que se fue instalando el sistema de cañerías. Cabe mencionar que, las 3 zonas de vuelco, se usaron de manera continua y no en simultáneo.

1.2 Análisis del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Diciembre 2019

Durante el mes de noviembre y hasta el día 22 de diciembre de 2019, se estuvo utilizando el primer sistema de tratamiento. Ambos biodigestores se encontraban saturados, cubierto de lodos en su interior (figura 42). El lodo presente en el primer biodigestor presentaba más olor que el segundo biodigestor.



Figura 42. Lodos en el biodigestor N°1
Fuente: elaboración propia

Por otra parte, se visualizaron pérdidas de efluente entre el biodigestor y el caño de salida. Si bien la figura 43 y 44 muestra ciertas reparaciones con poliuretano expandido, se aprecia también las marcas de las pérdidas recurrentes.



Figura 43. Reparaciones en las uniones a la salida.
Figura 44. Reparaciones en las uniones a la salida
Fuente: elaboración propia

El efluente se vierte a través de un caño, el cual escurre por la roca pendiente abajo (figura 45). Debido a la geomorfología del lugar y al tipo de sustrato rocoso, el efluente se dirige continuamente en dirección al Arroyo Negro.



Figura 45. Vuelco del efluente en biodigestor N°1
Fuente: elaboración propia

El efluente presentó una coloración oscura y se percibió olor sobre el sustrato rocoso donde el efluente circula continuamente durante todo el relevamiento. Asimismo, se vio crecimiento de especies vegetales a los alrededores del sistema del vuelco de efluente (figura 46).



Figura 46. Desarrollo de vegetación en zona de vuelco
Fuente: elaboración propia

Al completarse la capacidad del primer sistema de tratamiento y siendo que la nieve ya no era un impedimento, se procedió a poner en marcha el segundo sistema de tratamiento. Esta, es una medida que adopta el refugio todos los años, a la hora de lidiar con las condiciones ambientales del área y la capacidad de tratamiento de los sistemas.

En primer lugar, se dispusieron los tubos de PVC en serie para formar una nueva línea de cañería. Se la estabilizó con soportes anclados a la roca con materiales tales como PVC y cemento, y se lo unió con alambre y goma. Una vez asegurada la cañería, se desconectó el primer sistema de tratamiento y se conectó el segundo sistema, a través de la cañería instalada (figura 47).



Figura 47. Instalación de la cañería
Fuente: elaboración propia

Se verificó que el efluente, se encuentre circulando por la cañería y llegando correctamente a los segundos biodigestores. Se utilizó poliuretano expandido para evitar las pérdidas de efluente en la unión entre el biodigestor y el caño de salida del efluente tratado (figura 48).



Figura 48. Reparaciones a la salida del biodigestor N°2
Fuente: elaboración propia

Por otra parte, se visitó la zona de vuelco N°1 que se estuvo utilizando en temporadas anteriores. La misma presenta un sustrato rocoso con elevadas pendientes negativas, por lo que favorece al escurrimiento superficial del efluente pendiente abajo. Antes de que los segundos biodigestores comenzaran a volcar el efluente en la zona, durante el mes de diciembre, se registraron sitios con cierta acumulación de lodos de anteriores temporadas (figura 49 y 50) y desarrollo de especies vegetales (figura 51).



Figura 49. Acumulación de sólidos en zona de vuelco N°1. Figura 50. Acumulación de sólidos en zona de vuelco N°1
Fuente: elaboración propia



Figura 51. Desarrollo de vegetación en zona de vuelco N°1
Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se sembraron microorganismos Dr. Bio (figura 52), siguiendo la técnica propuesta. Se colocaron dos paquetes de bacterias Dr. Bio en un balde con agua tibia, se dejó reposar 10 minutos y posteriormente fue vertido por el lavaplatos de la cocina y por los sanitarios, hasta llegar a los biodigestores. Estos microorganismos, tienen enzimas que digieren desechos orgánicos, tales como papel, grasas, materia fecal, etc., con lo cual favorece al tratamiento y mantenimiento de unidades del sistema de tratamiento de aguas residuales (Dr. Bio, s.f.).



Figura 52. Siembra de bacterias Dr. Bio
Fuente: elaboración propia

Enero 2020

Durante el mes de enero, se verificaron las uniones de los caños de PVC que transportan el efluente hasta los biodigestores (figura 53 y 54), pero no se encontró ninguna pérdida en ese sector.



Figura 53. Uniones en cañería. Figura 54. Uniones en cañería
Fuente: elaboración propia

En cambio, entre el biodigestor y la cañería que transporta el efluente de salida, se observaron pérdidas recurrentes. Estas pérdidas representaban la desconexión total del caño que transporta el efluente tratado a la zona de vuelco, por lo que, al estar desconectado, se acumulaba en los alrededores de los biodigestores. Se le realizó una serie de reparaciones precarias (figura 55), que funcionaron alrededor de un mes², hasta que luego se volvía a desconectar.



Figura 55. Reparaciones a la salida del biodigestor N°2
Fuente: elaboración propia

Por otro lado, a lo largo del caño de transporte que lleva al efluente a la zona de vuelco N°2, se encontraron pérdidas en las uniones de la cañería (figura 56). Esto se debe

² Entre el 27/12/2019 y el 25/01/2020

a que los caños presentan diferentes diámetros y se encuentran unidos con goma. Teniendo en cuenta además la pendiente, el efluente desciende rápidamente a lugares no deseados.



Figura 56. Uniones y perdidas en la zona de vuelco N°2
Fuente: elaboración propia

Asimismo, se encontró partes de los caños desconectados en la zona de vuelco N°2 (figura 57) el día 11/01/2020, por lo que el efluente se volcó metros antes de lo planificado.



Figura 57. Estado de la cañería en la zona de vuelco N°2
Fuente: elaboración propia

La zona de vuelco N°2 no generó olores durante la primera quincena de enero, mientras que en la segunda quincena sí presentó olor. El efluente, se mantuvo parcialmente incoloro durante todo el mes de enero (figura 58).



Figura 58. Vuelco de efluente
Fuente: elaboración propia

Febrero 2020

Durante el mes de febrero, se realizaron reparaciones en el sistema de aguas residuales. En primer lugar, se instaló una nueva abrazadera (figura N°59) para evitar las pérdidas recurrentes entre el efluente de salida de los biodigestores y la zona de vuelco. Sin embargo, a mediados de febrero, a pesar de la reparación, se desconectó nuevamente y volvieron a ocurrir las pérdidas en sitios no deseados.



Figura 59. Reparaciones en las uniones a la salida del biodigestor N°2
Fuente: elaboración propia

En segundo lugar, se reacomodó el caño que transporta el efluente de salida hacia la zona de vuelco, instalando tirantes de alambre para mejorar la dirección y pendiente del mismo (figura 60). Asimismo, se extendió la distancia de los caños, para realizar el vuelco en otra zona, la zona de vuelco N°3 y así dejar fuera de uso, la zona de vuelco N°2. Del

mismo modo, se repararon las uniones de caños de manera artesanal para disminuir las pérdidas del efluente durante su transporte (figura 61).



Figura 60. Nueva cañería en la zona de vuelco
Figura 61. Reparaciones de uniones en la cañería
Fuente: elaboración propia

Por otra parte, con respecto al funcionamiento de los biodigestores N°2, se presentó un incremento significativo de olores tanto en los biodigestores como en las zonas aledañas al vuelco durante todo el mes de febrero. El segundo biodigestor, manifestó una coloración oscura (figura 62), al igual que el efluente de salida (figura 63).



Figura 62. Estado del biodigestor N°2. Figura 63. Vuelco del efluente en la zona de vuelco N°3
Fuente: elaboración propia

En cuanto al funcionamiento de la cámara desengrasadora, se encuentra sumamente expuesta sin ninguna medida de seguridad o estructura contenedora en caso de derrames. La frecuencia de limpieza de esta cámara es alrededor de unas seis veces durante la temporada. Sin embargo, se han visto derrames en los alrededores de la cámara. Esto puede identificarse, mediante la coloración brillante en la roca y por el crecimiento de la vegetación en los alrededores de la cámara (figura 64). Del mismo modo, la ubicación de la cámara en dicho sitio, genera un impacto visual negativo para los visitantes que realizan sus actividades recreativas y de descanso (figura 65).



Figura 64. Estado de la cámara desengrasadora.
Fuente: elaboración propia



Figura 65. Cámara desengrasadora y la relación con los visitantes
Fuente: elaboración propia

Marzo 2020

Durante los meses de enero a marzo, se utilizó el segundo sistema de tratamiento de aguas residuales. Finalizada la temporada, se retiró la cañería de PVC instalada, para protegerlos de la nieve y evitar rupturas. Asimismo, se purgaron los biodigestores y se estabilizó con cal los lodos. En los biodigestores, se dejó únicamente una parte del efluente

líquido con bacterias sembradas, para continuar con su funcionamiento en la siguiente temporada.

Debido a la declaración de la pandemia mundial por el COVID-19 y la cuarentena obligatoria, no fue posible acceder al área de estudio y registrar las tareas que se realizaron con los biodigestores al finalizar la temporada. Sin embargo, la anterior descripción, corresponde a las tareas que realizó el personal del refugio al cierre del mismo.

En función a los datos técnicos relevados de bibliografía y a la identificación de los componentes del sistema, se realizó el siguiente diagrama del sistema (figura 66):

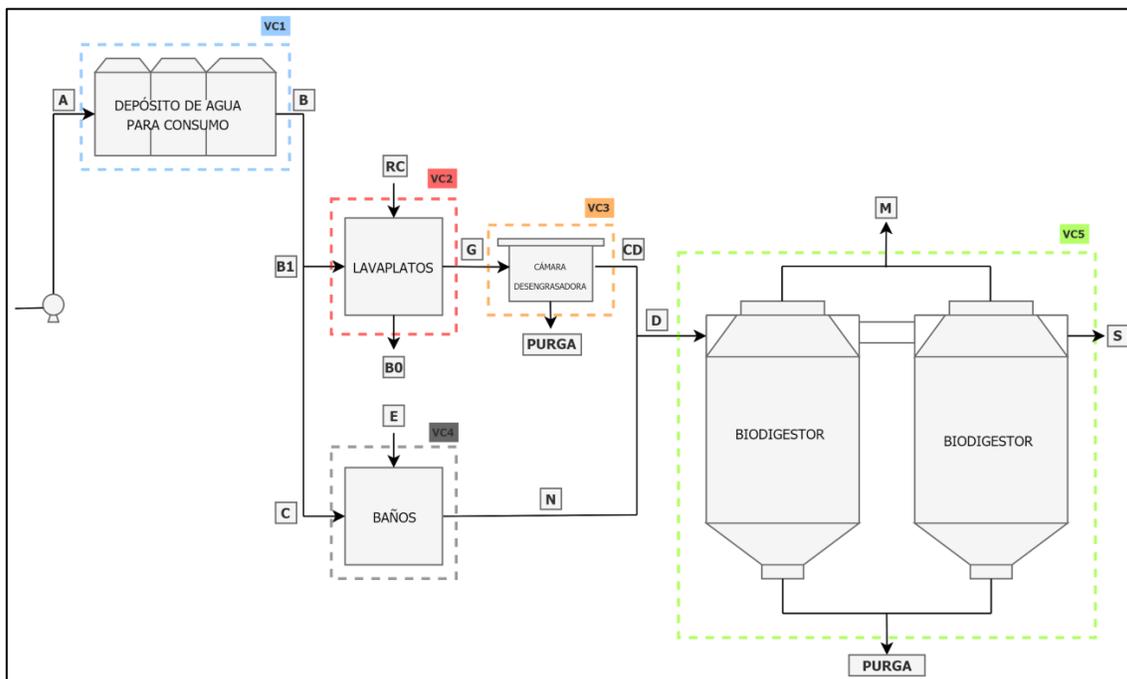


Figura 66. Sistema de tratamiento de aguas residuales
Fuente: elaboración propia

- La corriente A, está definida como el consumo de agua diario por persona (13,60 kg/día.pers)
- La corriente RC, está definida por los restos de comida que acompañan a los elementos de cocina utilizados (0,03 kg/día.pers)
- La corriente E, está definida por la eliminación de heces diarias de una persona y por la eliminación de orina diaria de una persona (1,90 kg/día.pers).
- La purga de la cámara desengrasadora, refiere a la acumulación de grasas y aceites en el sistema por persona (0,25 kg/día.pers).
- La purga de los biodigestores, refiere a los lodos generados durante el proceso anaeróbico por persona (0,11 kg/día.pers)

- La corriente B0, está definida por el consumo de agua diario que sale del sector de la cocina por persona (4 kg/día.pers.)
- La corriente M, está definida por la generación de biogás en función a los kilogramos de excretas humanas (0,029 kg/día.pers.)
- La corriente S, está definida por el efluente liquido generado durante el proceso anaerobio en los biodigestores (11,15 kg/día.pers.)

BALANCE DE MASA GENERAL

ENTRADA = SALIDA

$$A + RC + E = \text{Purga (cámara desengrasadora)} + \text{Purga (biodigestores)} + B0 + M + S$$

$$13,60 \text{ kg/día.pers} + 0,03 \text{ kg/día.pers} + 1,90 \text{ kg/día.pers} = 0,25 \text{ kg/día.pers} + 0,11 \text{ kg/día.pers} + 4 \text{ kg/día.pers} + 0,029 \text{ kg/día.pers} + 11,15 \text{ kg/día.pers}$$

$$15,53 \text{ kg/día.pers} = 15,53 \text{ kg/día.pers}$$

Todos los cálculos del presente análisis se encuentran detallados en el anexo 2.

Teniendo en cuenta el balance de masa estimado (figura 66) y el flujo de visitantes diario estimado para el área de laguna negra (figura 23), se analizó su relación para cada componente del sistema de tratamiento de aguas residuales.

En la figura 67, se relacionó el funcionamiento de la cámara desengrasadora con el flujo de visitantes de la temporada de verano 2019/2020. Para esto, se consideró el valor estimado por persona (corriente RC) y se lo multiplicó por el total de visitantes diarios. Para mayor claridad, se lo expresó en unidades de volumen.

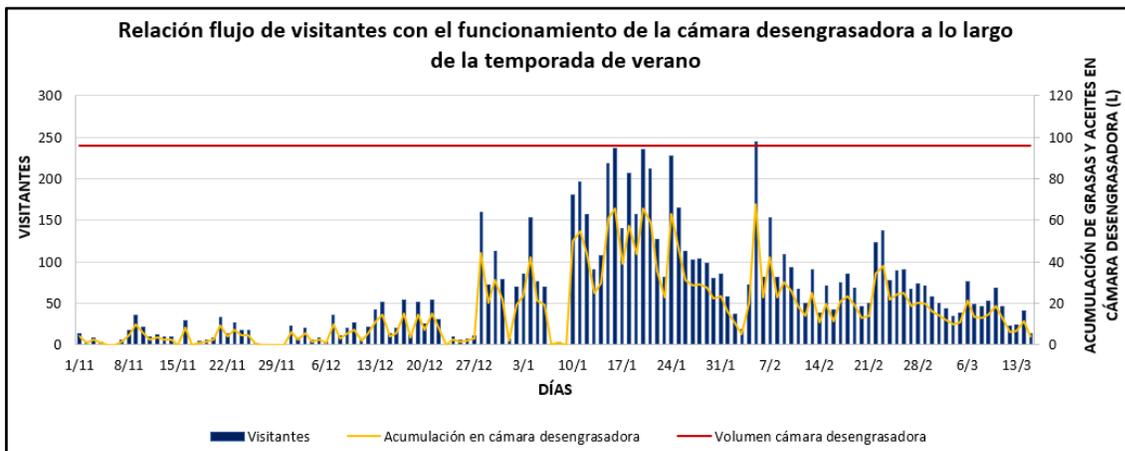


Figura 67. Relación flujo de visitantes con el funcionamiento de la cámara desengrasadora a lo largo de la temporada de verano

Fuente: elaboración propia

Se puede ver cómo varía la generación de grasas y aceites en función de los visitantes que pernoctan y acampan a lo largo de la temporada. Dichas grasas y aceites, al ser acumuladas en la cámara desengrasadora, no deben superar su volumen máximo (96L).

Los resultados del análisis de la acumulación de grasas y aceites en la cámara desengrasadora a lo largo de la temporada, se observan en el siguiente gráfico (figura 68).

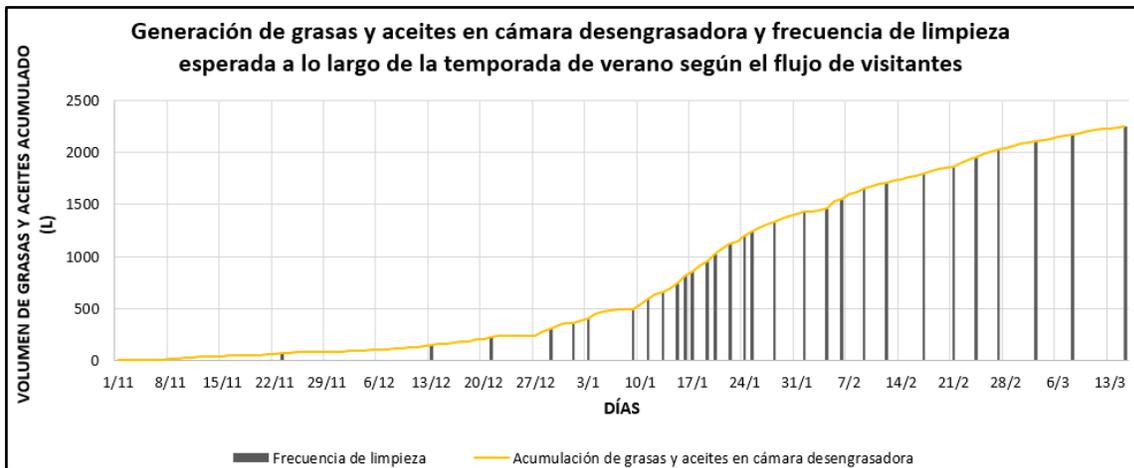


Figura 68. Generación de grasas y aceites en cámara desengrasadora y frecuencia de limpieza esperada a lo largo de la temporada de verano según el flujo de visitantes.

Fuente: elaboración propia

Se puede ver como aumentan las grasas y aceites acumuladas en la cámara a medida que pasan los días. Específicamente, puede verse que, a partir del mes de enero, la acumulación empieza a crecer significativamente dado el aumento de visitantes. En gris se encuentra señalado, la frecuencia de limpieza esperada cuando la cámara alcanza el 80% de su capacidad. Según la generación de grasas y aceites, la cámara debería de limpiarse 30 veces a la largo de la temporada a fin de evitar su saturación. En promedio, para este flujo de visitantes y generación de grasas y aceites, la cámara debe de limpiarse cada 5 días.

Cabe aclarar que, solo se consideró la remoción de grasas y aceites y no de otros componentes como sólidos sedimentables y sólidos disueltos, por lo que la acumulación en la cámara podría ser mayor.

Por último, en la figura 68, se puede ver que al final de la temporada, se generó alrededor de 2.250L de grasas y aceites, las cuáles se disponen en el sitio de compostaje.

Haciendo referencia al volumen de control N°5, el cual refiere a los biodigestores (figura 66), se analizó la generación de lodos a lo largo del verano teniendo en cuenta el flujo de visitantes (figura 69).

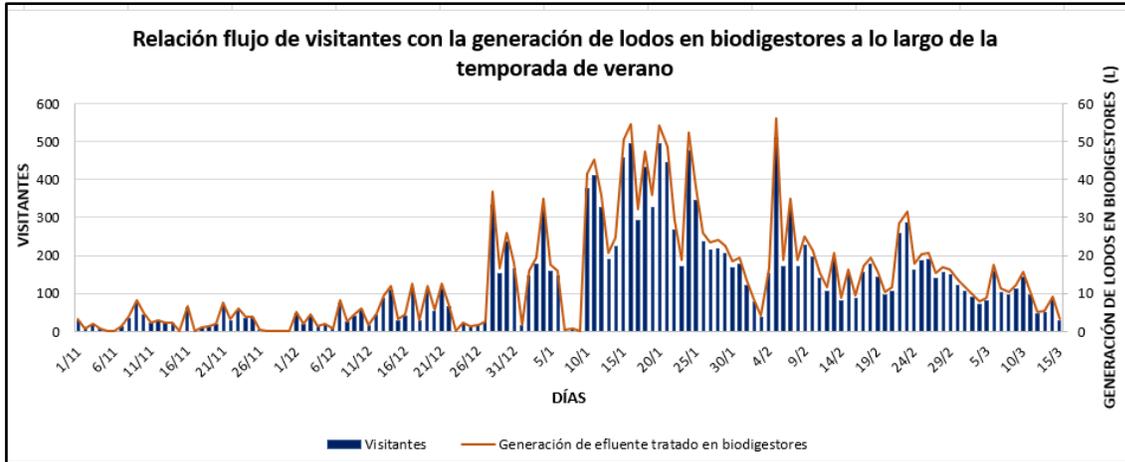


Figura 69. Relación flujo de visitantes con la generación de lodos en biodigestores a lo largo de la temporada de verano. Fuente: elaboración propia

Para analizar específicamente el funcionamiento de cada biodigestor con respecto a la acumulación de lodos, se realizó un gráfico de frecuencia acumulada en función del tiempo tanto para los biodigestores N°1 (figura 70), como para los biodigestores N°2 (figura 71).

Cabe mencionar que, la frecuencia estimada no contempla el estado de maduración de los lodos, es decir, no contempla el tiempo de retención hidráulico, únicamente la capacidad de los biodigestores.

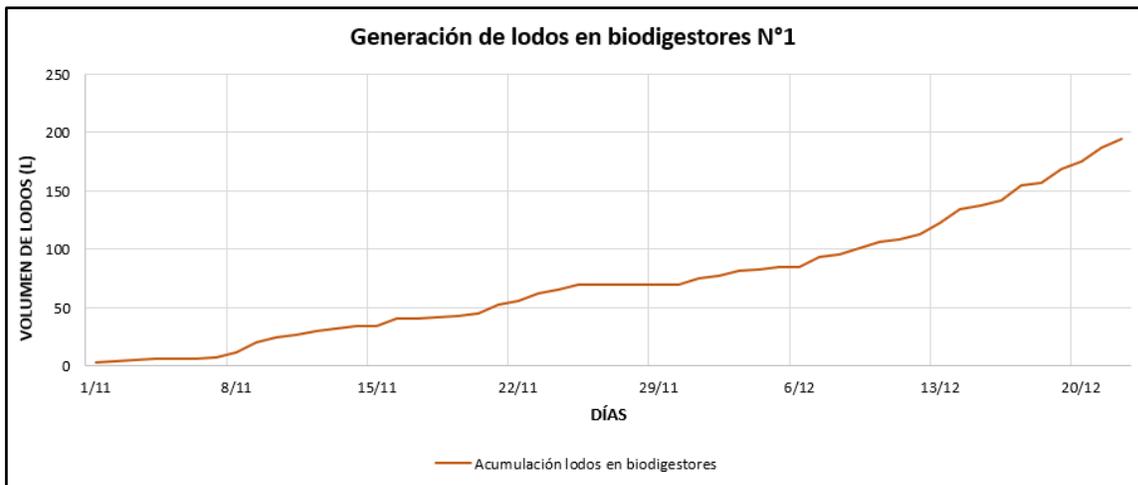


Figura 70. Generación de lodos en biodigestores N°1 Fuente: elaboración propia

En la figura 70, se puede ver como aumenta la acumulación de lodos a lo largo del tiempo de manera progresiva. Al momento de desconectar los biodigestores N°1 (22/12/2019) para conectar los biodigestores N°2, se alcanzó según esta estimación, un total de casi 200L de lodos.

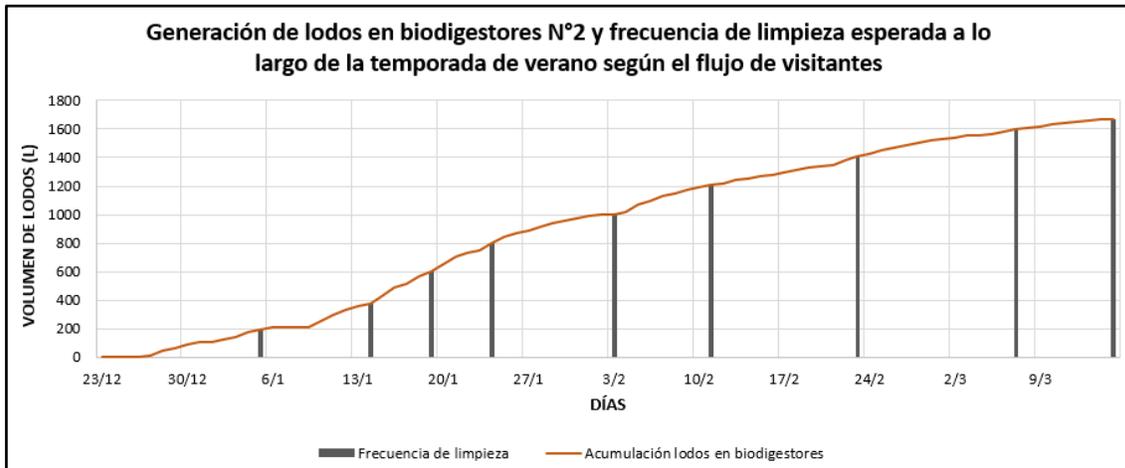


Figura 71. Generación de lodos en biodigestores N°2
Fuente: elaboración propia

Por otro lado, para el caso de los biodigestores N°2, en la figura 71 se puede ver como aumenta significativamente la generación de lodos a lo largo del tiempo. Específicamente, el aumento significativo comienza en el mes de enero dado el incremento de visitantes. Asimismo, se señala la frecuencia de limpieza del biodigestor al alcanzar los 200L de lodos (ROTOPLAS, s.f) dando como resultado 9 limpiezas del mismo a lo largo de la temporada. En promedio, se estimó una frecuencia de limpieza cada 15 días de funcionamiento dado el flujo de visitantes. Al finalizar la temporada de verano en el mes de marzo de 2020, se estimó una generación de lodos de más de 1.600L, superior a la capacidad de uno de los biodigestores de 1.300L.

Con respecto a la generación del efluente tratado por los biodigestores señalado en el volumen de control N°5, en la figura 72, se puede ver como se relaciona dicha generación con el flujo de visitantes a lo largo de la temporada.

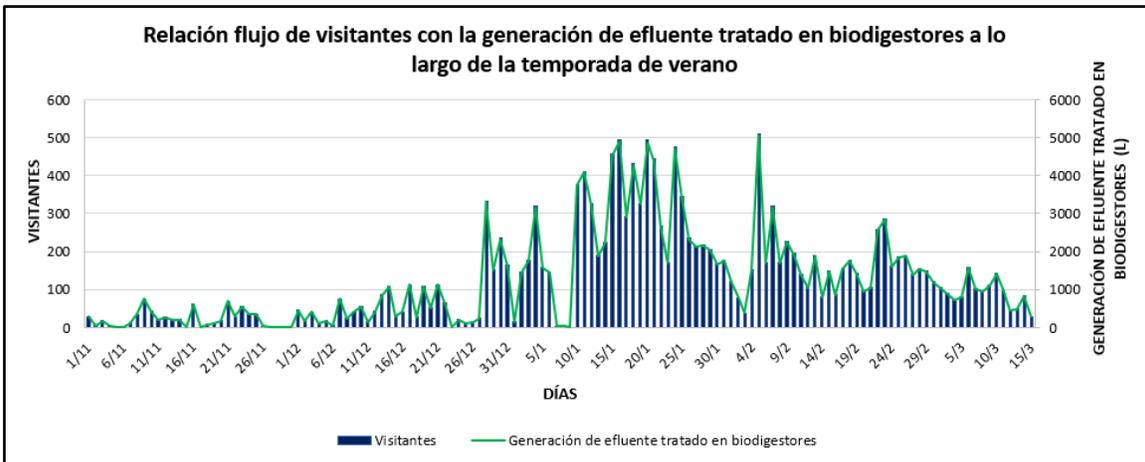


Figura 72. Relación flujo de visitantes con la generación de efluente tratado en biodigestores a lo largo de la temporada de verano.
Fuente: elaboración propia

De igual modo que en el análisis de lodos para cada biodigestor, se analizó el efluente tratado tanto para los biodigestores N°1 (figura 73) como para el N°2 (figura 74). Para esto, se consideró el valor estimado por persona (corriente S) y se lo multiplicó por el total de visitantes diarios. Para mayor claridad, se lo expresó en unidades de volumen”.

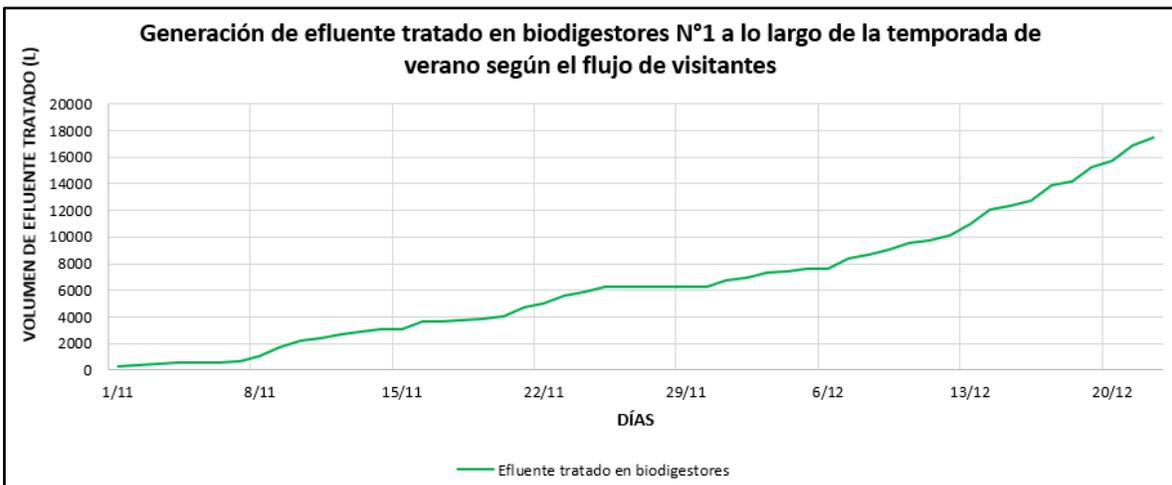


Figura 73. Generación de efluente tratado en biodigestores N°1.
Fuente: elaboración propia

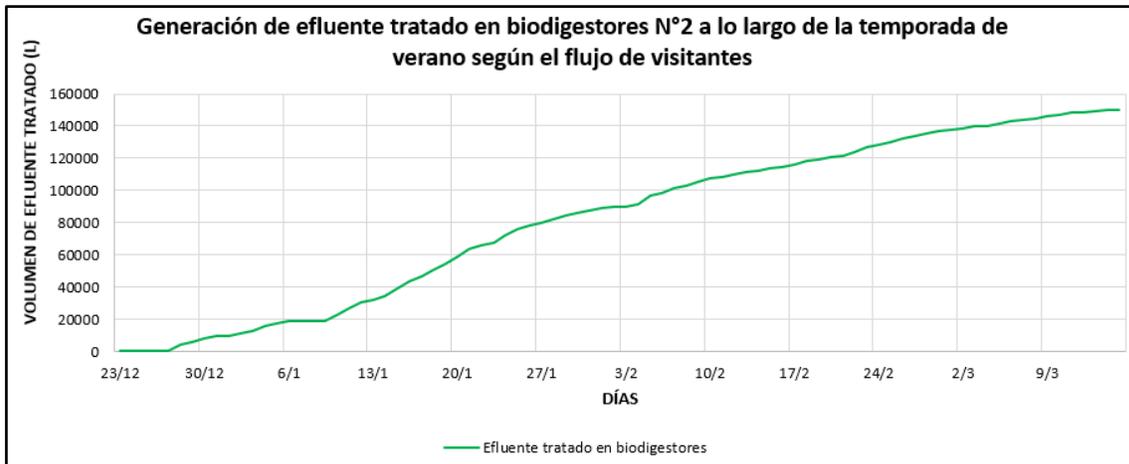


Figura 74. Generación de efluente tratado en biodigestores N°2
Fuente: elaboración propia

Para el caso de los biodigestores N°1, se puede ver como el aumento en la generación de efluente es más progresivo, mientras que, para los biodigestores N°2, el aumento es más significativo dado el número de visitantes en los meses de enero y febrero.

El volumen total de efluentes tratado fue de aproximadamente 167.700L generados a lo largo del verano. Este volumen de efluente se encuentra directamente relacionado con el consumo de agua, la cual se extrae de la laguna, y con la generación de heces y orina.

1.3 Instalación de la estación meteorológica

Durante los 3 días de prueba que la estación meteorológica se instaló en el área de estudio, se registró una temperatura promedio de 15,3°C, mientras que la temperatura máxima registrada fue de 29,1°C y la temperatura mínima de 5,2°C. La humedad promedio registrada fue de 43,4% ± 17,7%. Por otra parte, el sensor de radiación solar no registró mediciones, por lo que posteriormente se procedió a calibrarlo.

Una vez corregido el sensor de radiación solar, se instaló la estación de manera permanente en el refugio en el mes de febrero hasta que finalizara la temporada (figura 75).

Dada la declaración de la pandemia mundial por el COVID-19 y la cuarentena obligatoria, no fue posible acceder al área de estudio para verificar las mediciones registradas y realizar correcciones de ser necesario. Es por esto que, una vez observado los datos registrados desde febrero a abril, se pudo ver que solo se habían registrado datos

en un único día. Esto pudo deberse a una desconexión de la estación meteorológica a la corriente eléctrica, impidiendo así, el registro continuo de los datos.

Debido a esta ausencia de datos para analizar las condiciones ambientales en las cuales se encuentra el sistema de tratamiento de aguas residuales, se utilizó como datos climáticos de referencia, los registrados por Marcelo Bonino, mencionados en la descripción del área de estudio.



Figura 75. Instalación de la estación meteorológica
Fuente: elaboración propia

1.4 Muestreo de agua del Arroyo Negro

Las determinaciones asociadas al análisis fisicoquímico de ambos muestreos realizados durante el verano, permite afirmar que no se detectó materia orgánica oxidable ni materia orgánica biodegradable en ambos puntos de muestreo. La DBO se encontró por debajo del límite de detección de la técnica empleada ($<5 \text{ mg O}_2/\text{L}$) siendo igual para la DQO ($<3 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

En cuanto a las determinaciones asociadas al análisis microbiológico, se obtuvo como resultado, la presencia de coliformes totales en ambos puntos de muestreo, mientras que los coliformes fecales se presentaron únicamente en el punto B (tabla N°7), ubicado aguas abajo del sistema de tratamiento.

Es importante destacar, el valor de coliformes totales obtenido en el punto A durante el segundo muestreo. Este resultado, indicaría la presencia de cierta actividad biológica natural no asociada a la actividad antrópica ya que no hubo presencia de coliformes fecales en dicho punto.

Tabla 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua del Arroyo Negro

Análisis microbiológico		Muestreo 1			Muestreo 2			
		A	B		A		B	
Puntos de muestreo			Repetición 1	Repetición 2	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 1	Repetición 2
DBO	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
DQO	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Recuento de coliformes totales	Valor máximo detectado (NMP/100 mL)	<3	<3	9,1	<3	1,1x10 ³	3,6	43
Recuento de coliformes fecales	Valor máximo detectado (NMP/100 mL)	<3	<3	3,6	<3	<3	3,6	<3

Fuente: elaboración propia

Los resultados de los informes se encuentran en el anexo 3.

Por otra parte, cabe aclarar que el muestreo 1, en el punto A, no se realizó repetición de muestras debido a una cuestión de recursos económicos, por lo que se priorizó contar con la repetición aguas abajo. Asimismo, cabe destacar que, se tuvieron todos los recaudos necesarios a la hora de la toma de la muestra y de su posterior transporte hasta el laboratorio a fin de disminuir el error durante el ciclo de muestreo.

Debido a la declaración de la pandemia mundial por el COVID-19 y la cuarentena obligatoria, el tercer muestreo de agua previsto para ser realizado en el mes de marzo, no pudo ser realizado. En consecuencia, falta evaluar la condición del curso de agua, cuando ya ha transitado la mayor cantidad de visitantes y el sistema de tratamiento de aguas residuales ya ha manifestado visualmente el vuelco de un efluente con alta carga orgánica tal como sucedió en el mes de febrero (figura 63).

Objetivo específico 2: Analizar la situación ambiental actual del área de acampe de Laguna Negra

2.1 Relevamiento de la zona de acampe

Existen dos tipos de sitios de acampe, los construidos con rocas formando un muro de protección del viento (figura 76), o los situados en los alrededores del bosque de lenga (figura 77).



Figura 76. Sitios de acampe con pared de piedra. Figura 77. Sitio de acampe aledaño al bosque de lenga
Fuente: elaboración propia

El número de sitios de acampe, se ha ido incrementando a lo largo de los veranos, ya que los propios visitantes han construido nuevos sitios para acampar. En el relevamiento realizado en la zona, se encontró un total de 82 sitios de acampe, donde al menos cuentan con la capacidad para colocar una carpa de dos personas.

Dado el aumento de los sitios de acampe y la superficie limitada de la zona destinada a este uso, gran parte de los nuevos sitios se fueron originando en el interior del bosque de lenga (figura 78 y 79).



Figura 78. Sitios de acampe dentro del bosque de lenga. Figura 79. Sitios de acampe dentro del bosque de lenga
Fuente: elaboración propia

Se constató que, la mayor cantidad de los sitios de acampe, se ubican en una zona con pendientes moderadas, lo que resulta ser un impedimento para la disposición de las carpas de manera nivelada (figura 80).



Figura 80. Pendiente de la zona de acampe
Fuente: elaboración propia

Se observó la exposición de raíces en diversos sitios de acampe. Esto se debe a que los sitios de acampe, se han instalado en zonas con pendientes moderadas, las cuales favorecen a la remoción de suelo (figura 81).



Figura 81. Raíces expuestas en zona de acampe
Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se ha registrado, la presencia de sitios de acampe sobre la costa de la Laguna Negra (figura 82). Estos sitios, son utilizados de manera recurrente cuando las

condiciones climáticas lo permiten (días de temperaturas elevadas y poco viento) (figura 83 y 84). Cabe aclarar que, la zona de acampe se encuentra autorizada por el PNNH, considerada como zona de uso público intensivo.



Figura 82. Áreas de acampe próximas a la costa de la Laguna Negra
Fuente: elaboración propia con base de datos de Martin Papalia (2020)



Figura 83. Visitantes acampando en la costa de la Laguna Negra. Figura 84. Visitantes acampando en la costa de la Laguna Negra.

Fuente: elaboración propia

Al comienzo de la temporada, se pudo apreciar que la zona presenta una erosión del suelo acentuada tras el uso periódico de las temporadas de verano anteriores tales como la compactación del suelo, el ensanchamiento de los senderos tanto principales como secundarios, y la pérdida de la vegetación alto andina (figura 85).



Figura 85. Estado de la zona de acampe
Fuente: elaboración propia con base en datos de Martín Papalia (2020)

Del mismo modo, en la zona se han encontrado residuos del tipo húmedo, seco y sanitario principalmente en las cercanías a los sitios de acampe (figura 86, 87, 88).



Figura 86. Residuos secos en la zona de acampe. Figura 87. Residuos húmedos en la zona de acampe. Figura 88. Residuos sanitarios en la zona de acampe
Fuente: elaboración propia

2.2 Encuesta de percepción del visitante

Se entrevistaron a 54 grupos de visitantes a lo largo de la temporada de verano. A continuación, se expresan los resultados por pregunta:

Pregunta N°1: ¿Les fue fácil encontrar un lugar para acampar?

Los resultados asociados a esta pregunta, señalaron que el 90,4% de los grupos de visitantes, le fue fácil encontrar un sitio donde acampar, mientras que el 9,6% restante tuvo dificultades para encontrar un sitio de acampe (figura 89).

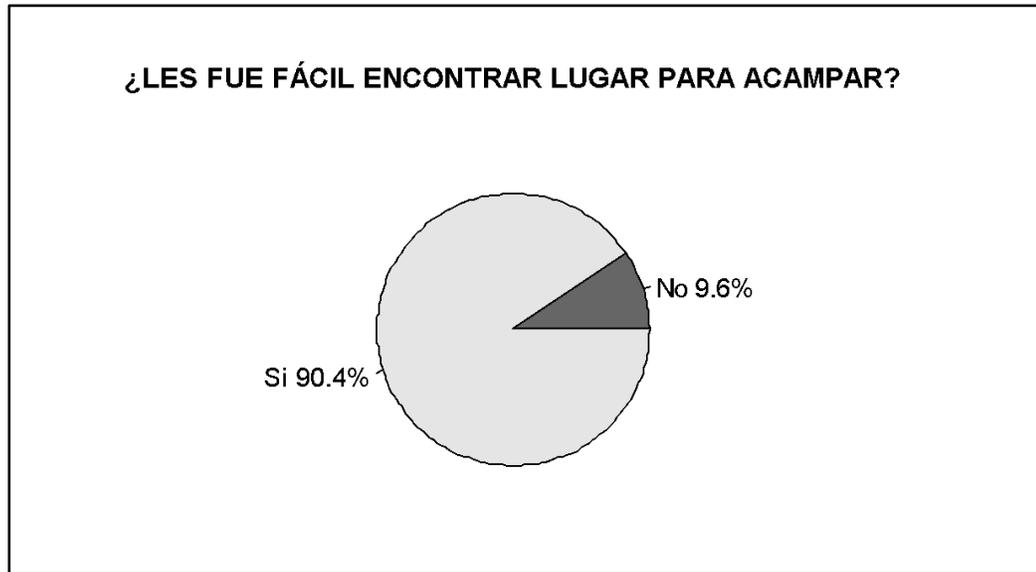


Figura 89. Respuesta pregunta 1 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 2: ¿Del 1 al 5 que tan cerca estaban de otras carpas?

El 27% de las carpas se encontraban muy cerca (menor a 5 metros), el 21% cerca (entre 5 y 10 metros), y el 25% a un nivel de cercanía medio (10 a 15 metros) (figura 90). Esto manifiesta, una reducida distribución de carpas, mientras que, por el contrario, el 27% restante, se encontraba de lejos a muy lejos de otros grupos de visitantes (mayor a 15 metros).

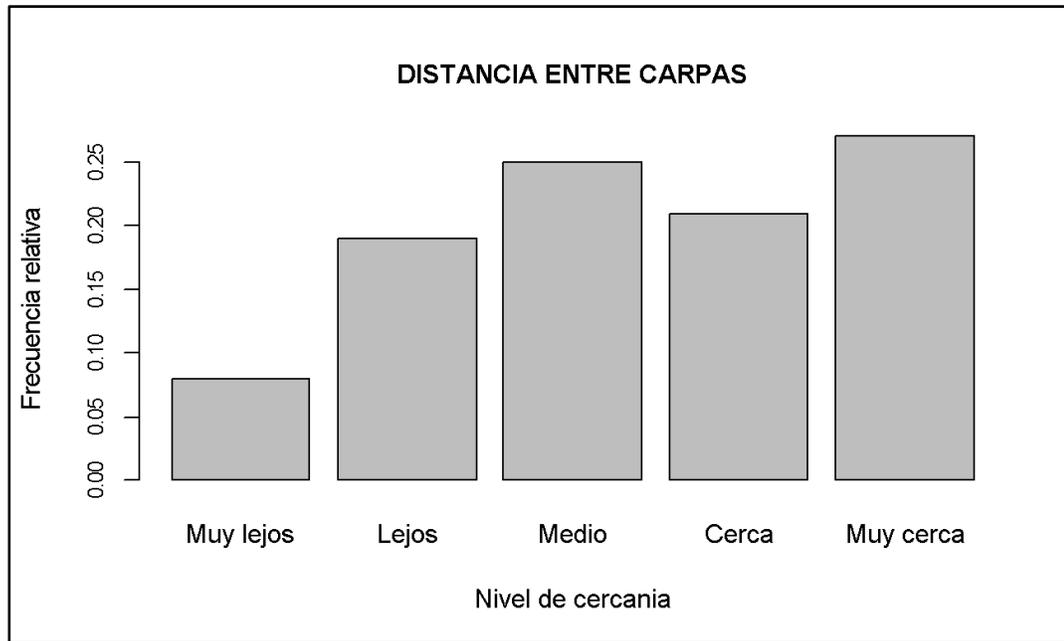


Figura 90. Respuesta pregunta 2 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 3: ¿Escuchar a otros visitantes acampando, perturbó su disfrute?

Los resultados indican que independientemente del nivel de cercanía, el ruido generado por otros visitantes no sería un impedimento para el disfrute del grupo encuestado (figura 91). Esta pregunta, fue realizada sobre el total de grupos encuestados.

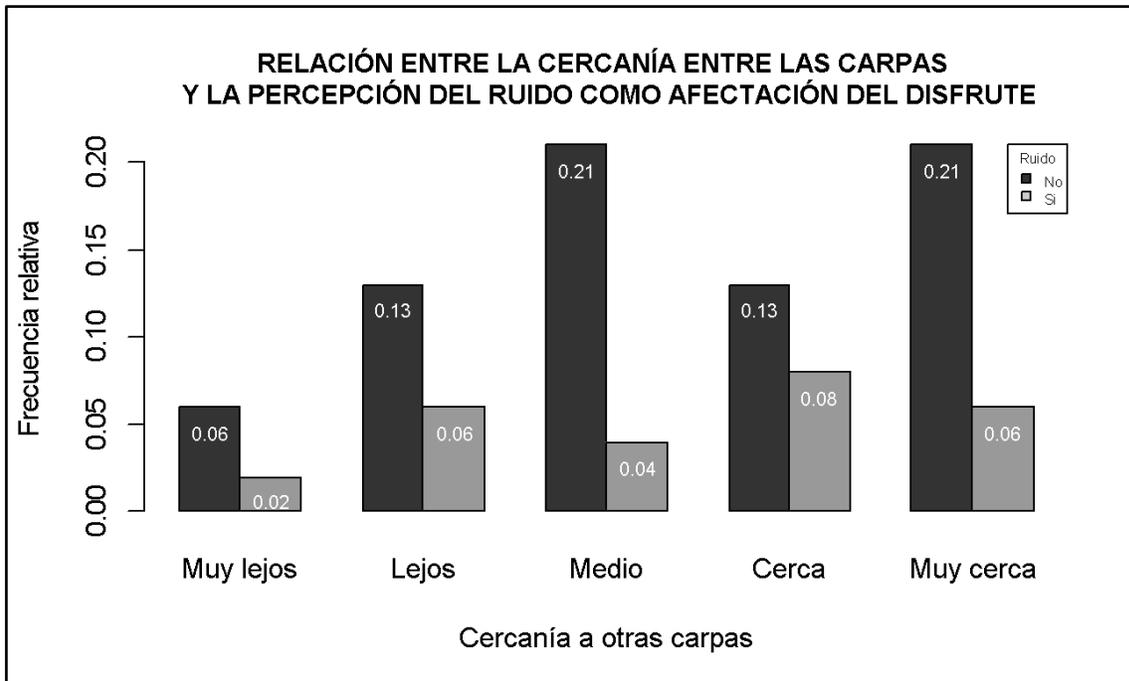


Figura 91. Respuesta pregunta 3 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 4: ¿La lejanía de los baños fue un impedimento para su uso?

Se obtuvo como resultado que, al 57,7% de los grupos de visitantes le resultó un impedimento de uso la lejanía de los baños, mientras que el 42,3% restante dijo que no fue un impedimento. (figura 92).



Figura 92. Respuesta pregunta 4 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 5: ¿Había residuos húmedos, secos, y/o sanitarios en su lugar de acampe? ¿Cuál?

El 48,1% de los grupos de visitantes señaló haber encontrado residuos en el sitio de acampe, mientras que el 51,9% restante no. En función al tipo de residuo identificado por los grupos de visitantes, se obtuvo la siguiente clasificación: el 47% compuesto por residuos sanitarios (papel higiénico usado, toallitas femeninas, pañuelitos, toallitas húmedas, etc), el 29%, residuos secos (botellas de vidrio, envases de plástico, papeles, etc), el 18%, residuos húmedos (restos de fruta y verdura, restos de comida, etc) y el 6% restante, correspondió a otro tipo de residuo (figura 93).

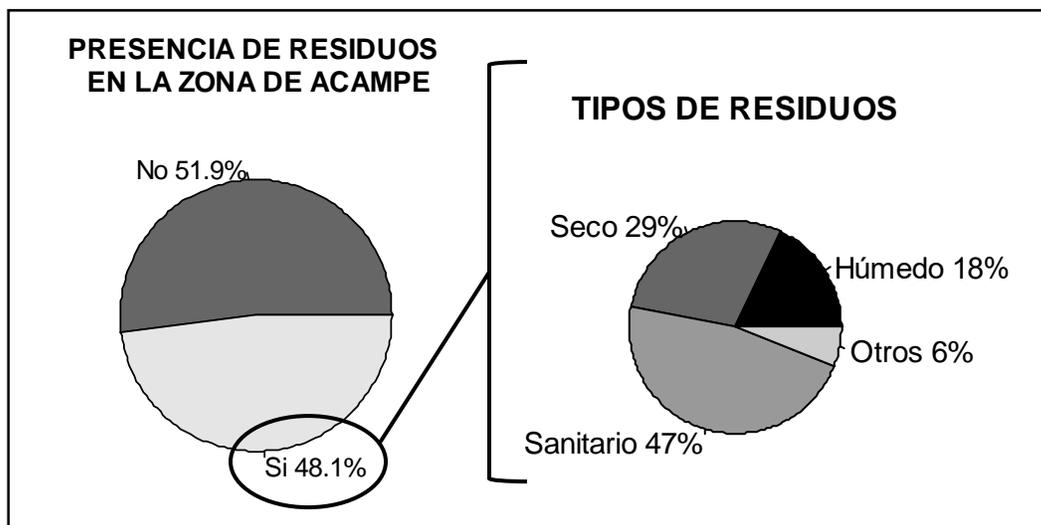


Figura 93. Respuesta pregunta 5 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 6: ¿Cómo considerarían la experiencia de dormir en la zona de acampe de Laguna Negra? (Donde 5 es muy buena y 1 es muy mala)

Teniendo en cuenta la experiencia del visitante, se obtuvo como resultado que el 71,2% vivió una muy buena experiencia acampando, el 21,2% vivió una buena experiencia y el 7,7% restante vivió una experiencia regular (figura 94).

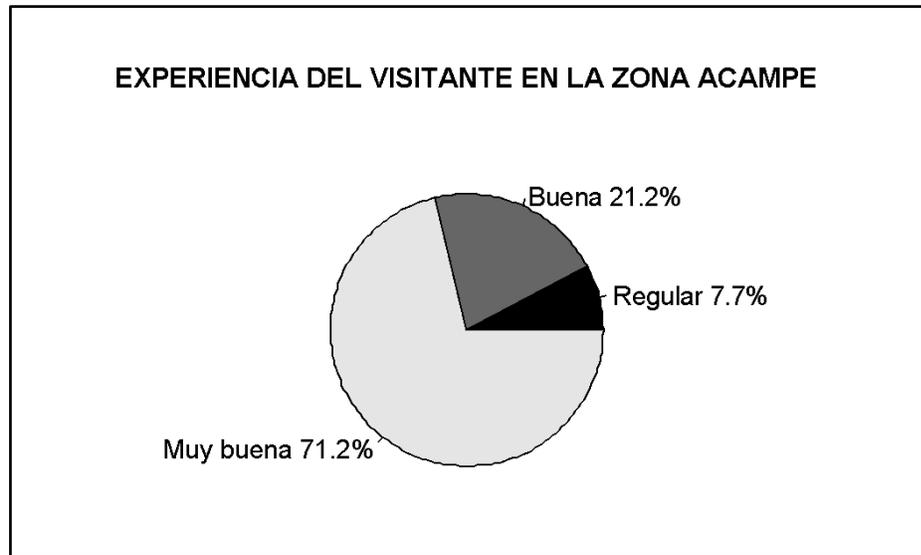


Figura 94. Respuesta pregunta 6 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Pregunta 7: Sugerencias

Por último, se les preguntó, dada su experiencia de acampe en el área de estudio, qué recomendaciones tenían para mejorar la zona de acampe en cuanto a equipamientos y servicios (figura N°95). Se destacó en primer lugar la mejora de la infraestructura correspondiente a los baños con un 42%. Según los grupos de visitantes encuestados, remarcan la necesidad de mejorar la capacidad de los baños ya que actualmente solo se cuenta con dos sanitarios y un lavamanos para todos los visitantes y personal del refugio. Asimismo, se destaca nuevamente la lejanía de los mismos con respecto a la zona de acampe, sugiriendo la instalación de baños en dicha zona.

Por otro lado, se destacó el mejoramiento de los sitios de acampe con un 19%, haciendo referencia a la nivelación de los sitios de acampe y su correspondiente delimitación.

Se recomendó la mejora de los servicios del refugio con un 17%. Este último resultado, se refirió principalmente al servicio del uso del agua potable y agua caliente del refugio con respecto a su facilidad de acceso desde la zona de acampe.

Por otro lado, un 8% destaca la necesidad de contar con mejor cartelería y el acceso a la información, asociado principalmente a la señalización de la zona de acampe, a las indicaciones de las medidas de bajo impacto y a los valores ecosistémicos presentes en el ambiente.

Uno de los servicios recomendados en un 6%, es la disposición de un sitio para lavar la vajilla utilizada. Si bien, el refugio cuenta con un sector en la cocina de libre acceso para poder lavar, los grupos de visitantes recomiendan instalar uno en la zona de acampe, por facilidad y practicidad.

También se recomendó instalar contenedores de residuos en la zona de acampe en un 4%, como solución para evitar que los mismos se encuentren dispuestos sobre el suelo y dispersos en la zona de acampe.

Por último, se recomendó realizar fogones comunitarios en un 4%, como una actividad recreativa en el área.

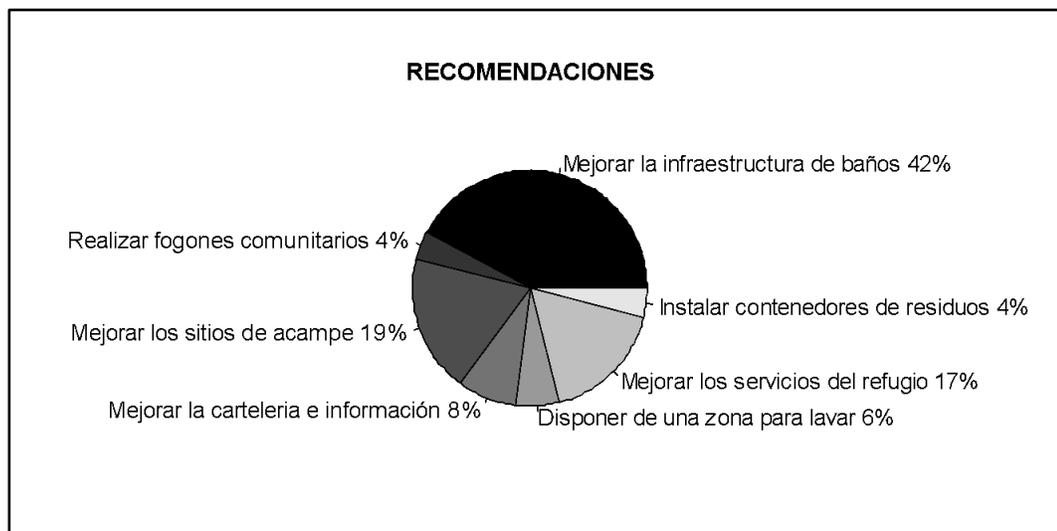


Figura 95. Respuesta pregunta 7 encuesta visitantes
Fuente: elaboración propia

Los resultados de las encuestas realizadas se encuentran en el anexo 4.

2.3 Elaboración del mapa de la zona de acampe

En el siguiente mapa (figura 96), se representan los senderos principales y secundarios, los 82 sitios de acampe relevados, la disposición del bosque de lenga y el área correspondiente a la zona de acampe.

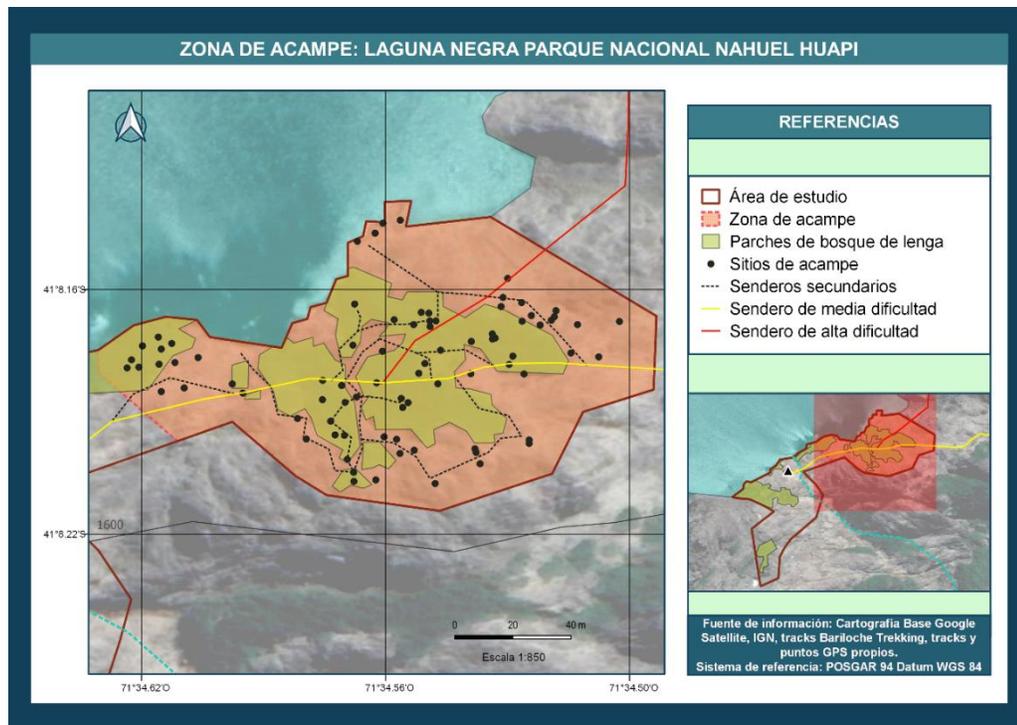


Figura 96. Mapa zona de acampe
Fuente: elaboración propia

Objetivo específico 3. Estudiar la generación de residuos sólidos y su correspondiente gestión en el área de acampe y en el refugio Italia

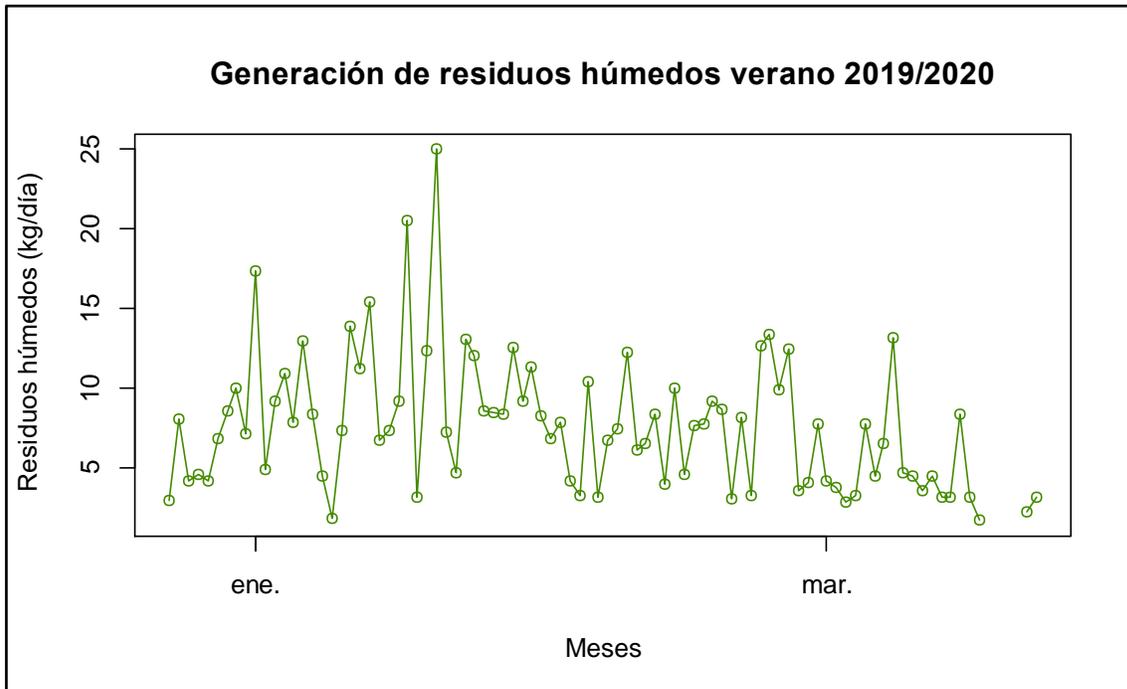
3.1 Registro de la generación de los residuos sólidos en el refugio Italia.

En el refugio se generan tres tipos de residuos sólidos: residuos reciclables tanto húmedos como secos, y residuos no reciclables del tipo sanitario. Únicamente los residuos húmedos se disponen finalmente en el área de estudio, por lo que fue registrada su generación. En cambio, los residuos secos, se disponen en el centro urbano y los sanitarios son incinerados en la salamandra del refugio.

Por otro lado, para poder contemplar a los residuos peligrosos, se debe realizar un análisis exhaustivo de las características peligrosas de los mismos, para luego plantear su adecuada gestión en el AP.

En cuanto al registro de residuos húmedos, su recipiente de acopio, presenta un volumen de apenas 10 litros, el cual logra alcanzar su volumen máximo varias veces en el día. Según los datos registrados, se alcanzó a llenar hasta 5 veces en un día. El volumen reducido del recipiente es para facilitar el transporte hacia el sitio donde se realiza el compost.

En la figura 97, es posible visualizar la generación de residuos húmedos en una temporada de verano. De esta manera, es posible afirmar que los meses de enero y febrero presentaron una mayor generación de residuos producto del aumento de visitantes al área de estudio.



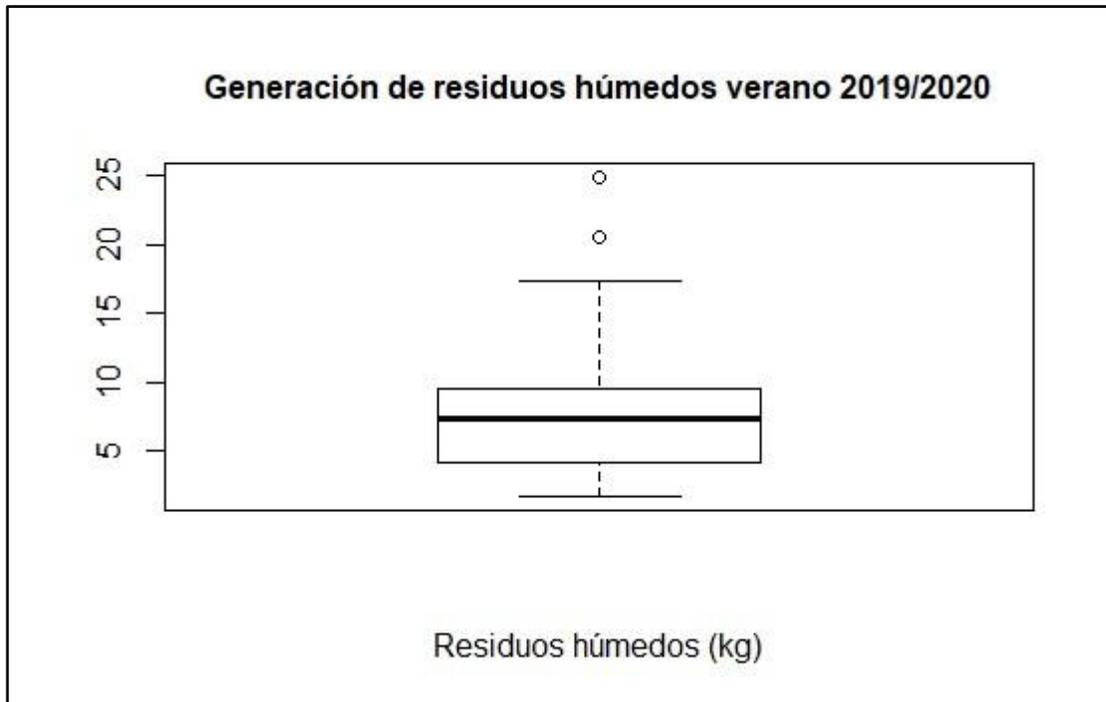


Figura 98. Gráfico de caja y bigote generación de residuos húmedos durante la temporada de verano
Fuente: elaboración propia

En el histograma (figura 99), es posible visualizar la frecuencia absoluta en función de los residuos húmedos generados por día. Los registros hasta 10 kg/día de residuos húmedos fueron más frecuentes que los registros mayores a 15 kg/día.

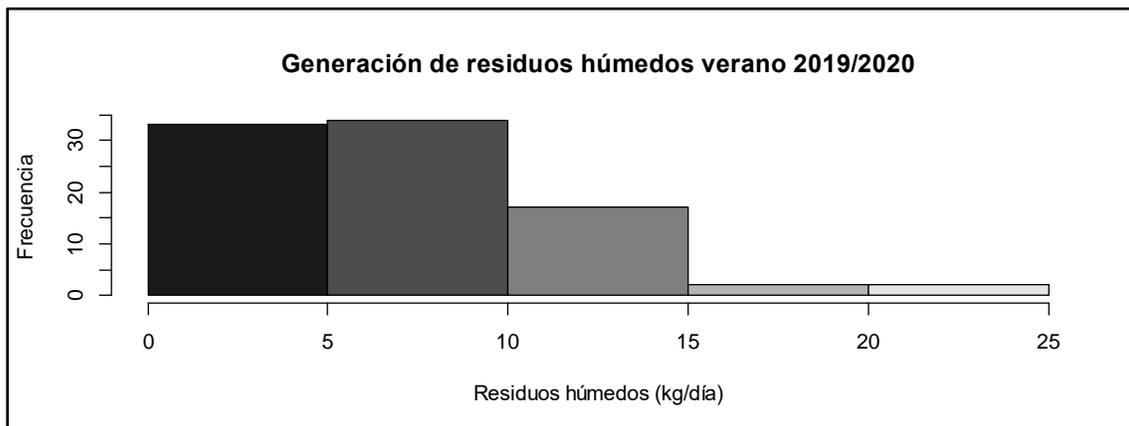


Figura 99. Histograma generación de residuos húmedos durante la temporada de verano
Fuente: elaboración propia

Los registros diarios se encuentran en el anexo 5.

3.2 Gestión de residuos sólidos en el área de acampe y en el refugio Italia

En función al relevamiento realizado, fue posible identificar las diferentes etapas que conforman el sistema de gestión de Laguna Negra (figura 100).

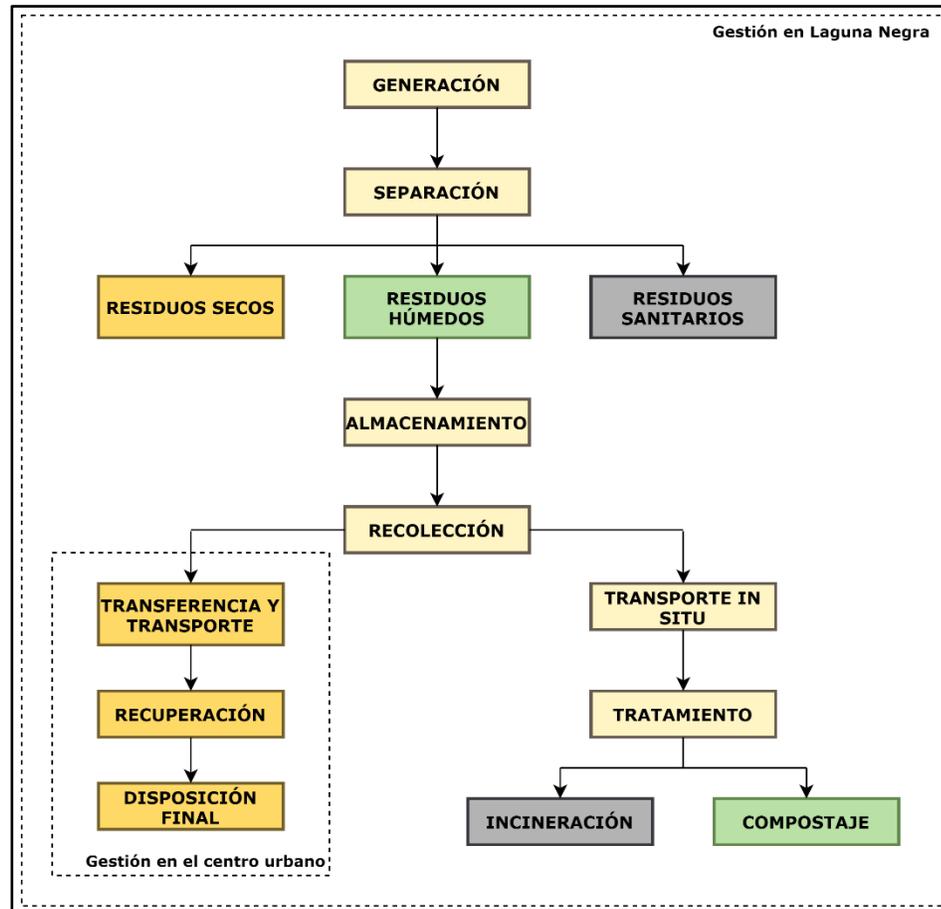


Figura 100. Sistema de gestión de residuos sólidos en Laguna Negra
Fuente: elaboración propia

La etapa de generación contempla a todos los residuos generados en el área de estudio, tanto sea por los visitantes como por las actividades y servicios del refugio. En sí, la generación abarca tres tipos de residuos sólidos: residuos secos, residuos sanitarios y residuos húmedos. Estos son separados en tres categorías con el fin de favorecer el aprovechamiento de los mismos y disminuir los impactos ambientales asociados.

En primer lugar, los residuos secos, son en su mayor medida botellas de vidrio, envoltorios de plástico o papel y latas de metal. Estos son generados por la actividad gastronómica en la cocina del refugio y por los visitantes que llevan sus alimentos para cocinarse. La diferencia, radica en que los generados por el refugio se almacenan

temporalmente en el área de estudio, mientras que los residuos secos generados por los visitantes son transportados por los propios visitantes, sin necesidad de ser almacenados temporalmente. Los residuos secos almacenados, son dispuestos en un sector de la zona restringida o bien en la proximidad del refugio. Posteriormente los mismos son transferidos por el personal del refugio (porteadores) desde el refugio hasta el centro urbano. Una vez en el centro urbano, son transportados por el sistema de recolección municipal y son recibidos en la planta de tratamiento de reciclaje del Centro de Residuos Urbano Municipal (CRUM) donde una parte es recuperada y otra parte es enviada a disposición final.

Por otro lado, en el área de estudio, se ha generado y almacenado a lo largo de los años, restos de cerámicos (figura 101), escombros (figura 102), restos de materiales de construcción (figura 103), chapas de metal (figura 104), elementos de metal (figura 105), y equipos viejos como la antigua cámara desengrasadora (figura 106).



Figura 101. Restos de cerámicos. Figura 102. Escombros. Figura 103. Tubos PVC y chapas de metal. Figura 104. Chapas de metal. Figura 105. Estructuras de metal. Figura 106. Cámara desengrasadora vieja
Fuente: elaboración propia

Estos residuos, se encuentran dispersos en el área restringida sin ninguna utilidad para las actividades de mantenimiento o mejora de la infraestructura del refugio en el corto plazo. Cabe mencionar, que muchos de los residuos de origen metálico se encuentran oxidados dado el descuido del material a la intemperie en el área. Además, es posible observar que, se encuentran dispuestos sin ningún tipo de aislamiento del suelo. Estos residuos, se encuentran contemplados como residuos secos, con potencial de ser reciclados o reutilizados.

En segundo lugar, se encuentran los residuos no reciclables del tipo sanitario, los cuales son generados en el baño del refugio. Allí se dispone de tres recipientes de acopio de 5 litros cada uno. En los mismos, se acopia papel higiénico usado, toallas femeninas y pañuelos descartables, principalmente. Sin embargo, el cartel indicativo en los baños señala que solo se puede arrojar papel higiénico (figura 107) y no manifiesta que medidas se tienen que llevar a cabo para disponer el resto de los residuos sanitarios, por lo que los visitantes arrojan todos los residuos sanitarios en los recipientes de acopio.

Estos residuos son incinerados en la estufa a leña del refugio con el fin de disminuir los riesgos a la salud y al ambiente por la presencia de agentes patógenos.

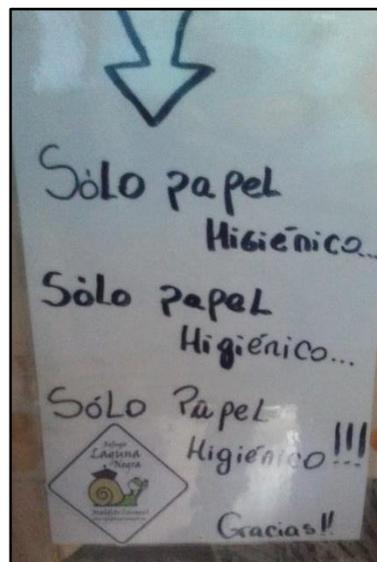


Figura 107. Cartelería de los sanitarios
Fuente: elaboración propia

En tercer lugar, se encuentran los residuos húmedos, compuestos por restos de frutas y verduras y restos de comida. Su disposición dentro del refugio, se realiza cerca de la cocina (figura 108).



Figura 108. Cartelería en la zona de la cocina
Fuente: elaboración propia

Una vez lleno el recipiente, se transporta hasta el sitio destinado para el tratamiento de los residuos húmedos ubicado en el área restringida (figura 109).

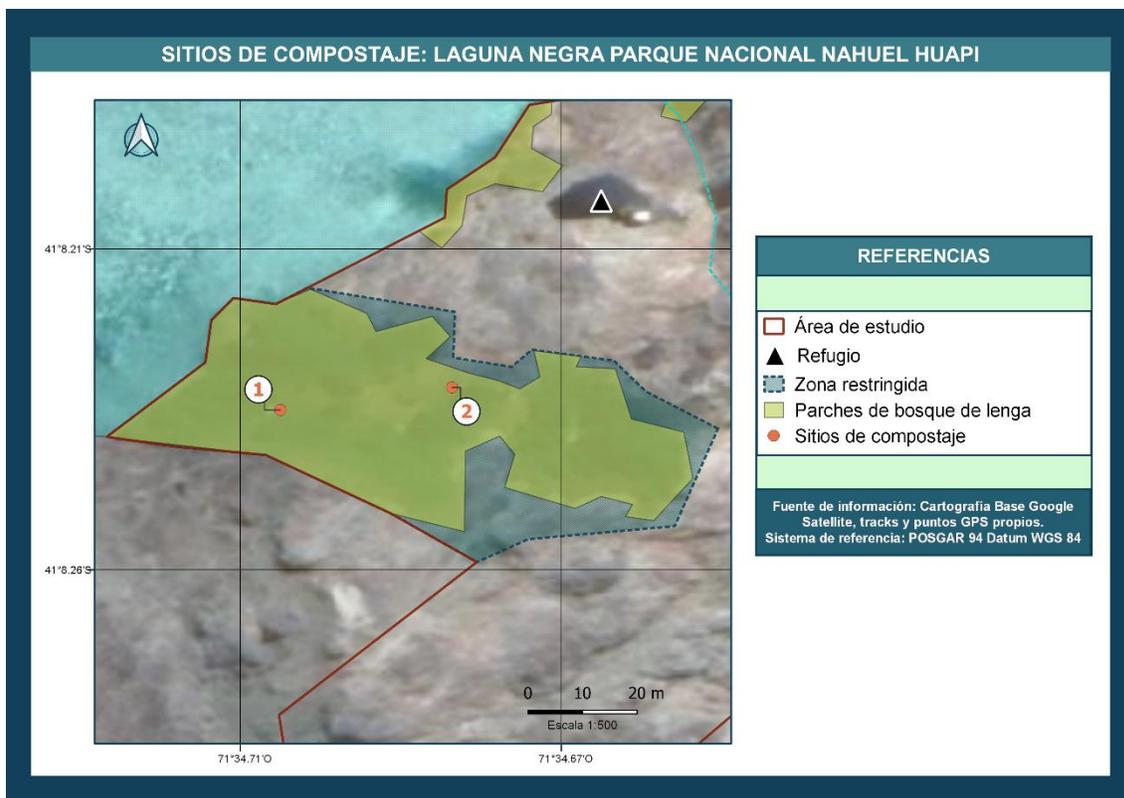


Figura 109. Mapa sitios de compostaje
Fuente: elaboración propia

En el mes de diciembre, se pudieron detectar, dos sitios destinados a la práctica de compostaje. El sitio N°1 (figura 109), se lo encontró rodeado de escombros y materiales ya

no utilizados por el refugio. Asimismo, se encontraron los residuos húmedos dispersos (figura 110) que, consultado con el personal del refugio, es producto de la fauna silvestre. Específicamente, el zorro gris, es una de las especies que visita con mayor frecuencia los sitios de compostaje en búsqueda de alimento.



Figura 110. Dispersión de residuos húmedos en el sitio N°1
Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el sitio N°2, durante el mes de diciembre, se encontraba cubierto de suelo y compactado por las grandes nevadas del invierno (figura 111). Asimismo, se pudo ver superficialmente la presencia de restos de residuos húmedos distinguiendo diferentes componentes tales como cascaras de frutas y restos de verduras (figura 112). Por otro lado, se removió la capa superficial (figura 113) y se encontró un sustrato más maduro, con un color oscuro y buena humedad.

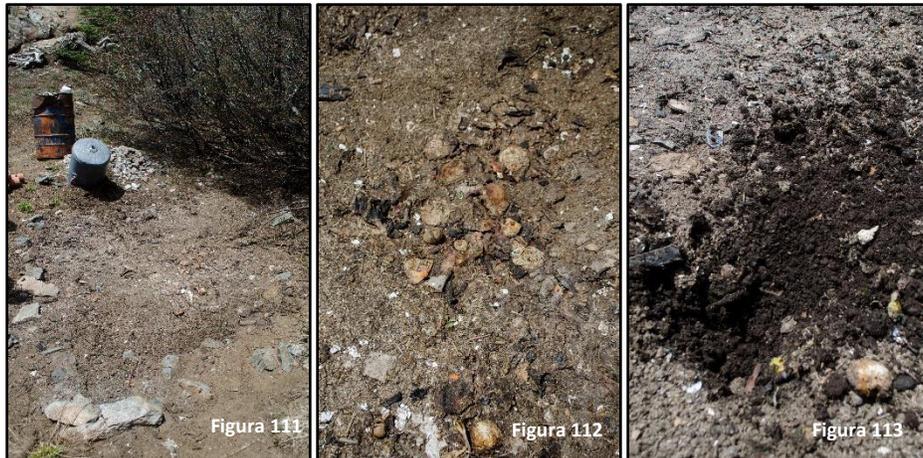


Figura 111. Estado del sitio N°2 en diciembre. Figura 112. Componentes orgánicos presentes en el sitio N°2. Figura 113. Estado del compost en el sitio N°2
Fuente: elaboración propia

A lo largo de la temporada de verano, se utilizó el sitio N°2 para realizar la práctica de compostaje de manera centralizada. Allí se removió el sustrato de la temporada anterior y se separó el mismo en dos estados, uno donde se disponen los residuos húmedos recientes y otro donde el proceso de compostaje se encuentra más avanzado. La figura 114, refiere al estado del compost en el mes de febrero, mientras que la figura 115, refiere al estado del compost en el mes de abril 2020.



Figura 114. Estado del sitio N°2 en febrero. Figura 115. Estado del sitio N°2 en abril
Fuente: elaboración propia y Julián Delfine (2020)

Comparando ambas figuras, se puede ver que el sitio que había sido destinado previamente a un estado más maduro del proceso de compostaje, se encuentra cubierto por residuos húmedos recientemente dispuestos en el mes de abril. Por otro lado, el sitio que se había destinado para etapas más tempranas del compostaje se encontró cubierto de suelo. Asimismo, se puede apreciar, un residuo blanco correspondiente a la cera de las velas utilizadas en el refugio.

Es importante mencionar que el efluente generado en la cámara desengrasadora del sistema de tratamiento de aguas residuales, es volcado en el sitio de compostaje, incorporando de esta manera compuestos grasos y una gran cantidad de líquido de manera periódica. En este contexto, se aclara que el proceso de compostaje realizado en el área de estudio, es un sistema abierto sin ningún material de contención que resguarde al suelo.

En cuanto a los residuos generados en la zona de acampe, se ha encontrado la presencia de los mismos en repetidas oportunidades como se mostró en la sección 2.1 de este capítulo. Sin embargo, los visitantes deberían volver con sus residuos secos hasta su casa, de disponer de los residuos húmedos en el refugio y de hacer uso de los sanitarios.

Objetivo específico 4. Determinar los principales impactos ambientales ocasionados por el uso público en el área

Con la finalidad de detectar los impactos ambientales de las medidas de gestión ambiental, asociadas a la gestión de los residuos sólidos, el tratamiento de los efluentes y la gestión de la zona de acampe, fueron completadas las hojas de campo, las cuales se encuentran en el Anexo 6.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las hojas de campo, es posible afirmar que el 47,2% de los impactos ambientales negativos correspondió a la zona de acampe, el 38,9% correspondió al sistema de tratamiento de aguas residuales, mientras que el porcentaje restante correspondió a la gestión de los residuos sólidos urbanos (figura 116).

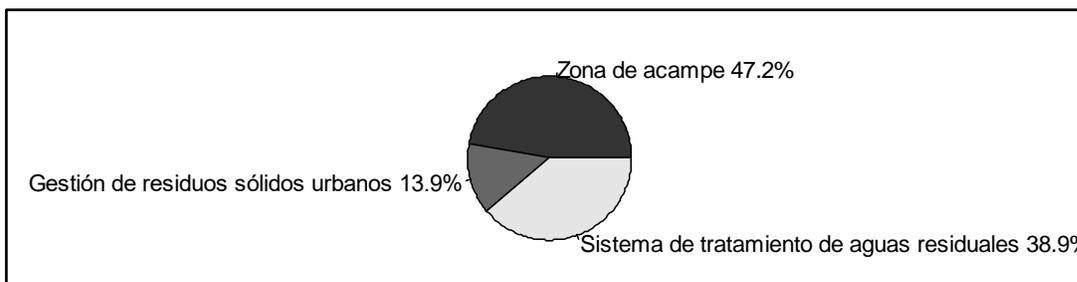


Figura 116. Gráfico impactos ambientales negativos para cada sector analizado.
Fuente: elaboración propia

Por otro lado, considerando cada componente de los sectores analizados, es posible afirmar que los impactos ambientales negativos más significativos se encuentran asociados al funcionamiento de la cámara desengrasadora con un 16,7%, al uso de los caminos

internos con un 16,7% y al acampe en la costa de la Laguna Negra con un 15,7% (figura 117).

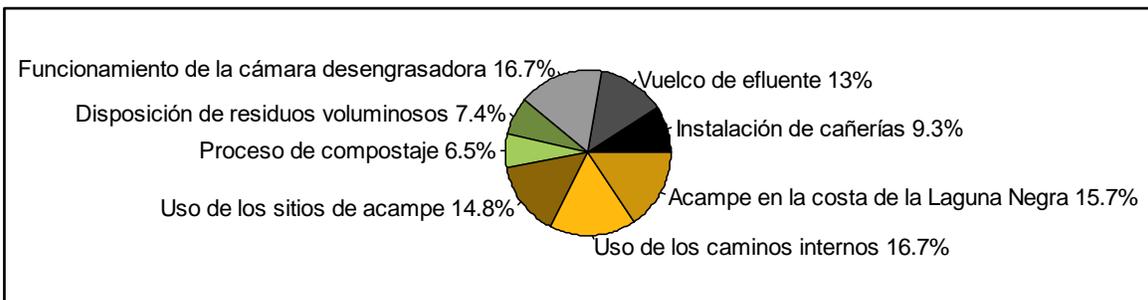


Figura 117. Gráfico de impactos ambientales negativos para cada componente de los sectores analizados.
Fuente: elaboración propia

Haciendo referencia al sistema de tratamiento de aguas residuales, los impactos asociados a la instalación de la cañería implican una modificación del paisaje y un impacto visual negativo. En cuanto al vuelco del efluente, se pudo apreciar la generación de malos olores, la modificación de las características microbiológicas del curso de agua cercano, el aumento de la cobertura vegetal y la modificación del paisaje natural.

Asociado al funcionamiento de la cámara desengrasadora, se han manifestado ciertos impactos negativos, tales como la generación de malos olores, el crecimiento de cobertura vegetal, la modificación en el comportamiento de la fauna silvestre y un efecto visual negativo hacia los visitantes.

Por otro lado, con respecto a los residuos dispuestos en el área restringida, al ser voluminosos y encontrarse en gran cantidad, generan un impacto visual negativo.

En los sitios destinados al proceso de compostaje, se pudo identificar como impacto negativo, la generación de malos olores, cambios en la alimentación de la fauna silvestre y modificación en la composición del suelo.

Con respecto a los sitios de acampe, se observó la disminución de la cobertura vegetal, la compactación y erosión del suelo. La intensidad de estos impactos es alta, ya que su uso es constante por los visitantes y notorio en el ambiente. Al no existir una delimitación en la zona de acampe, la extensión de los impactos es del tipo extrema. Asimismo, los caminos internos de la zona de acampe, presentaron una pérdida de la cobertura vegetal y un aumento de los procesos erosivos, los cuales son considerados de alta intensidad y extensión extrema en la zona.

Por último, se hace referencia a la presencia de sitios de acampe en la costa de la Laguna Negra, lo cual se considera como potencial impacto negativo para el ambiente acuático.

Objetivo específico 5: Proponer medidas de adecuación, mitigación y/o prevención para la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales, para la zona de acampe y para los residuos sólidos.

5.1 Adecuación de la obra de ingeniería del tratamiento de aguas residuales

En primer lugar, considerando el pretratamiento instalado para las aguas grises, se propone realizar una adecuación de la cámara desengrasadora. Para esto, se consideraron las especificaciones técnicas expuestas por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

En cuanto a los requisitos previos que se deben tener en cuenta (CEPIS, 2003):

- La cámara deberá ubicarse próxima a la descarga en la cocina y no deberá ingresar aguas negras.
- Se deberá considerar el sitio a ser colocada para favorecer su fácil limpieza.
- El volumen mínimo de la cámara desengrasadora debe ser de 300L.

Para el diseño de la cámara, se determinó el caudal, teniendo en cuenta las unidades de gasto correspondientes para el área de la cocina y la siguiente ecuación:

$$Q = 0,3\sqrt{\sum_{i=1}^n p_i}$$

Fuente: (CEPIS, 2003)

Donde:

Q = Caudal máximo en L/s.

0,3= valor constante

$\sum_{i=1}^n p_i$ = Suma de todas las unidades de gasto (grifos) a ser tratado por la cámara desengrasadora.

Al contar con 2 grifos en la cocina y tener un uso del tipo restaurante, cada unidad de gasto le corresponde el valor de 4 (CEPIS, 2003). De este modo, $\sum_1^2 4 = 8$

Por lo tanto, Q=0,85 L/s

Para estimar el volumen de la cámara se tuvo en cuenta la ecuación planteada por Chinchilla Paniagua 2015:

El volumen total (VT) de la cámara (L) es:

$$VT = Vh + H \times 3600 \times Q \times D \times Va + H \times 3600 \times Q \times D \times Vs$$

Donde:

- El caudal (Q) en L/s
- El tiempo de retención hidráulico (T) en minutos
- El volumen asociado a T (Vh) en L, donde $Vh = Q \times T \times 60$
- Las horas de trabajo (H) en horas
- Los días de operación (D) en días
- El volumen de grasas y aceites (Va) que ingresa por litro, estimado en función a los modelos planteados en el trabajo, siendo un valor constante de $2,45 \times 10^{-4}$ (L)
- El volumen de sólidos sedimentables (Vs) que ingresa por litro, estimado en función a los modelos planteados en el trabajo, siendo con un valor constante de $7,6 \times 10^{-4}$ (L)

Siendo $Q=0,85$ L/s, $T= 3$ min, y considerando $H= 16$ horas y $D= 7$ días, el volumen total de la cámara correspondiente es de alrededor de 500L. En este sentido, se debería de ampliar la cámara desengrasadora.

Por último, teniendo en cuenta el volumen calculado y el diseño de cámara propuesto por la CEPIS, se propuso en la figura 118 y 119, la siguiente cámara desengrasadora para el refugio:

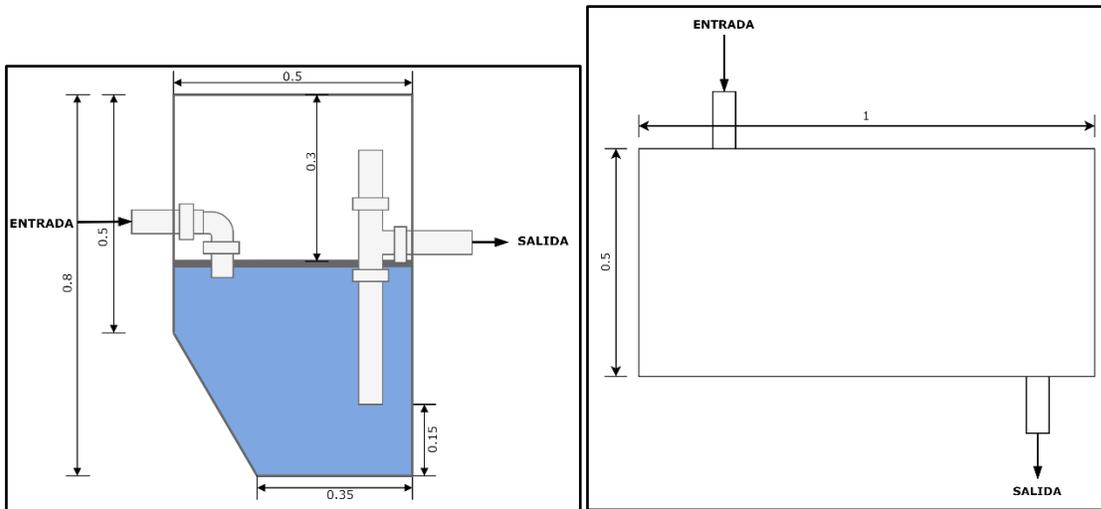


Figura 118. Vista de perfil cámara desengrasadora. Figura 119. Vista en planta cámara desengrasadora.
Fuente: adaptado de CEPIS 2003

Por otro lado, la limpieza y mantenimiento que se realice en cualquier equipo de tratamiento es de suma importancia para garantizar el correcto funcionamiento del mismo y su durabilidad (Herrera Ordoñez, 2017). Para esto se propone, la siguiente metodología de limpieza:

1. Abrir la cámara desengrasadora quitándole la tapa superior
2. Usar una vara de madera para medir el nivel del agua residual y posteriormente medir la cantidad de grasa que se encuentra suspendida
3. Retirar la vara y con un metro determinar el grosor de grasa suspendida.
4. Con una espátula extraer la grasa y colocar en un lugar recipiente adecuado.
5. Extraer y almacenar el agua residual para realizar la limpieza de la cámara desengrasadora.
6. Medir el nivel y grosor de los sólidos sedimentables que se encuentran en la base de la trampa.
7. Extraer los sólidos sedimentables y almacenarlos en un recipiente adecuado para su posterior tratamiento.
8. Limpiar las paredes alrededor con una espátula.
9. Cerrar y colocar la tapa en la trampa de grasa hasta su próxima limpieza y mantenimiento.
10. Registrar resultados y observaciones en una planilla de mantenimiento.

11. Se recomienda utilizar en todo momento elementos de protección personal y tener las consideraciones necesarias para el resguardo de la biota al momento de la limpieza a fin de disminuir los riesgos ambientales.

Es importante, contar con una planilla de registro que brinde información acerca de la fecha, condición de la trampa, mantenimiento y limpieza que se realice dentro de la trampa de grasa. El efluente retenido en la cámara, deberá de tratarse in situ de manera independiente y no incorporándolo en el proceso de compostaje. Para esto, se propone hacer uso de la técnica de secado térmico solar, con el fin de poder disminuir su volumen y después disponerlo de manera segura.

Sabiendo además que, la cámara desengrasadora se encuentra en un sitio próximo a un cuerpo de agua, es necesario instalar barreras de contención con el fin de disminuir los riesgos ambientales en el área, en caso de que se genere un derrame. Estas barreras, se deben de ubicar en el área próxima a la cámara desengrasadora, realizadas con hormigón para garantizar su resistencia a las condiciones ambientales del lugar y teniendo en cuenta el volumen total de la cámara para dimensionar técnicamente la barrera. Se recomienda considerar, piletas de contención, barreras físicas, entre otros.

En cuanto a los biodigestores 1 instalados en el área de estudio, se propone desinstalarlos permanentemente, quitando toda infraestructura física existente. De esta manera, se propone utilizar únicamente el sitio donde se encuentran los biodigestores 2. Si bien, las condiciones climáticas del área de estudio dificultan el uso de la zona de vuelco actual durante los meses de noviembre y diciembre, los biodigestores 2 si pueden utilizarse desde el comienzo de la temporada. Como alternativa a la zona de vuelco actual, se propone instalar una cañería permanente y resistente para el vuelco del efluente, con una estructura que pueda proteger a la misma de las condiciones climáticas del invierno.

En cuanto a los biodigestores 2 ya instalados, se propone redimensionar los mismos pasando de un volumen de 1300L a 3000L cada uno. Este volumen fue considerado en base a las opciones de biodigestores que hay en el mercado actual y teniendo en cuenta el número de visitantes que recibe el área de estudio.

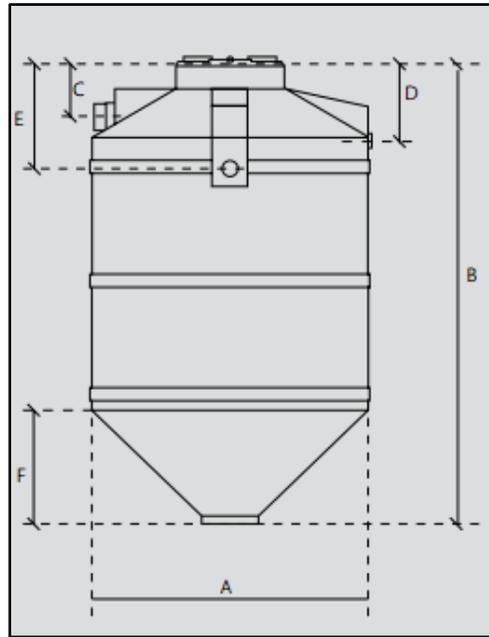


Figura 120. Biodigestor Rotoplas 3000L
Fuente: (ROTOPLAS, s.f)

Dimensiones biodigestor Rotoplas 3000 L:

A: 200 cm, B: 215 cm, C: 25 cm, D: 40 cm, E: 62cm, F: 73 cm

Dentro de las medidas de adecuación, se planteó a su vez, el tratamiento in situ de los productos generados en los biodigestores (lodos y efluente líquido) con el fin de aplicar buenas prácticas ambientales dentro del área protegida disminuyendo así, la mayor carga de contaminantes posible.

Específicamente para el tratamiento de los lodos, se propuso su extracción periódica de los biodigestores y su posterior disposición en el área restringida para ser sometidos al secado térmico solar (Valencia Bonilla, 2008). Para este tratamiento, se propone equipar un sitio que contenga una cubierta de techo transparente para el resguardo de las precipitaciones y bancales aislados del suelo para contener los lodos (figura 121).



Figura 121. Secado térmico solar
Fuente: (Valencia Bonilla, 2008)

Con respecto al tratamiento del efluente líquido, se propone adecuar la zona de vuelco. Para esto, se deberá de diseñar un filtro con el material rocoso disponible y otros componentes de diferente granulometría. Asimismo, se deberá estudiar la viabilidad de su implementación en relación a su correspondiente mantenimiento periódico, al caudal diario de efluente y a la pendiente del lugar.

5.2 Análisis de costos de la adecuación de la obra de ingeniería.

Se realizó el siguiente presupuesto para la adecuación de los insumos más importantes del sistema de tratamiento de aguas residuales, según los valores unitarios al mes de octubre del 2020. Asimismo, se contempló el personal necesario para la realización de esta obra (tabla 8).

Tabla 8. Presupuesto

Insumos	Características	Valor unitario (\$) al mes de oct-20	Cantidad	Subtotal(\$)
Cámara desengrasadora	Cámara de acero inoxidable de 500L	\$ 50.000	1	\$ 50.000
Biodigestor Rotoplas 3000L Autolimpiable	Aumento en la capacidad de tratamiento	\$ 126.213	2	\$ 252.426
Caño Duratop 110 Mm X 4 mts	Cambio de la cañería fija del sistema en color negro	\$ 1.105	7	\$ 7.735

Duraton Codo A 90° 110mm	Cambios de dirección en la cañería, color negro	\$ 190	2	\$ 380
Recursos humanos	Evaluación técnica, transporte de los insumos y colocación	\$ 20.000	7	\$ 140.000
TOTAL				\$ 450.541

Fuente: elaboración propia

5.3 Adecuación de la zona de acampe

En función a los resultados obtenidos en el objetivo específico N°2, se realizó una propuesta de adecuación de la zona de acampe en base a medidas de planificación y gestión ambiental.

Para esta adecuación, se tuvo en cuenta, el total de sitios de acampe relevados, su distribución, los senderos principales y secundarios y los valores de conservación de la zona (figura 122).

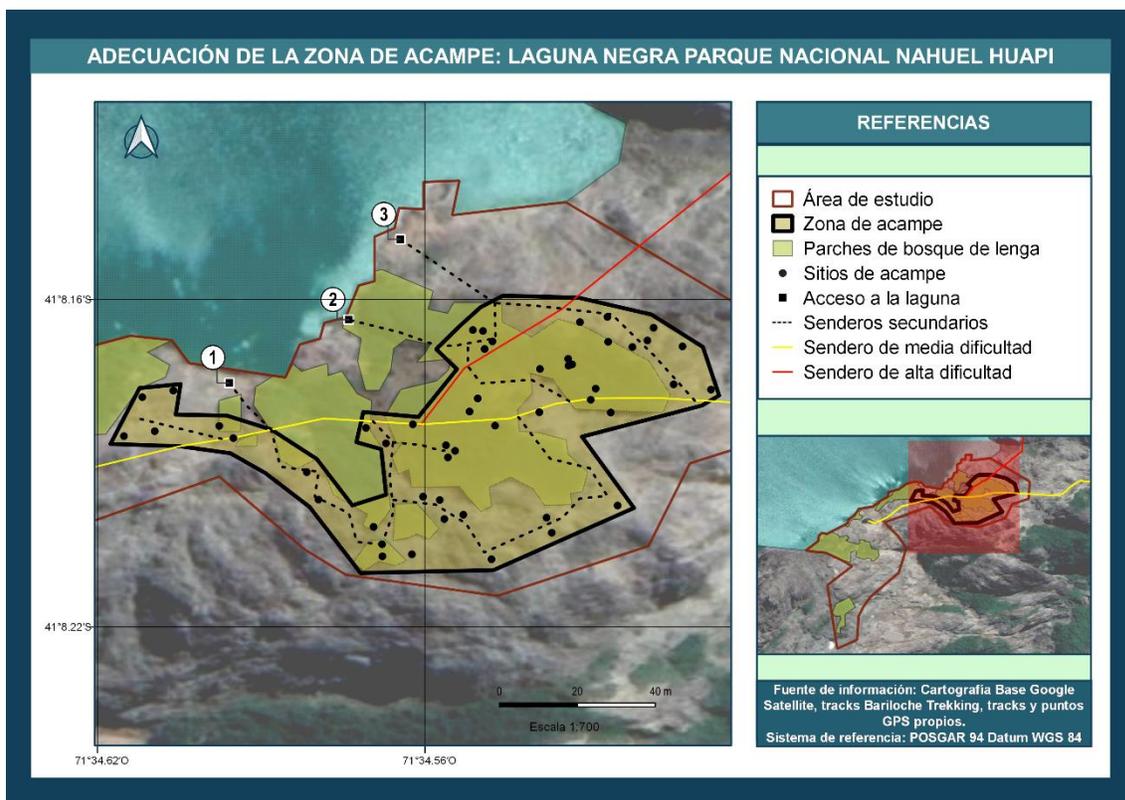


Figura 122. Mapa adecuación de los senderos de la zona de acampe

Fuente: elaboración propia

De esta manera, se reduce el total de sitios de acampe de 82 a 50, estratégicamente distribuidos, priorizando la conservación de los parches de bosque de lenga y destinando

únicamente para uso recreativo diurno la costa de la laguna (figura 123). Los sitios de acampe habilitados para su uso, deberán de contar con la delimitación correspondiente, pudiendo ser con barreras hechas con rocas, a fin de demarcar cada sitio particular. A su vez, cada sitio será numerado a fin de organizar posteriormente los grupos de visitantes. En caso de ser necesario, el sitio deberá de ser nivelado para realizar la actividad de acampada de manera cómoda y segura.

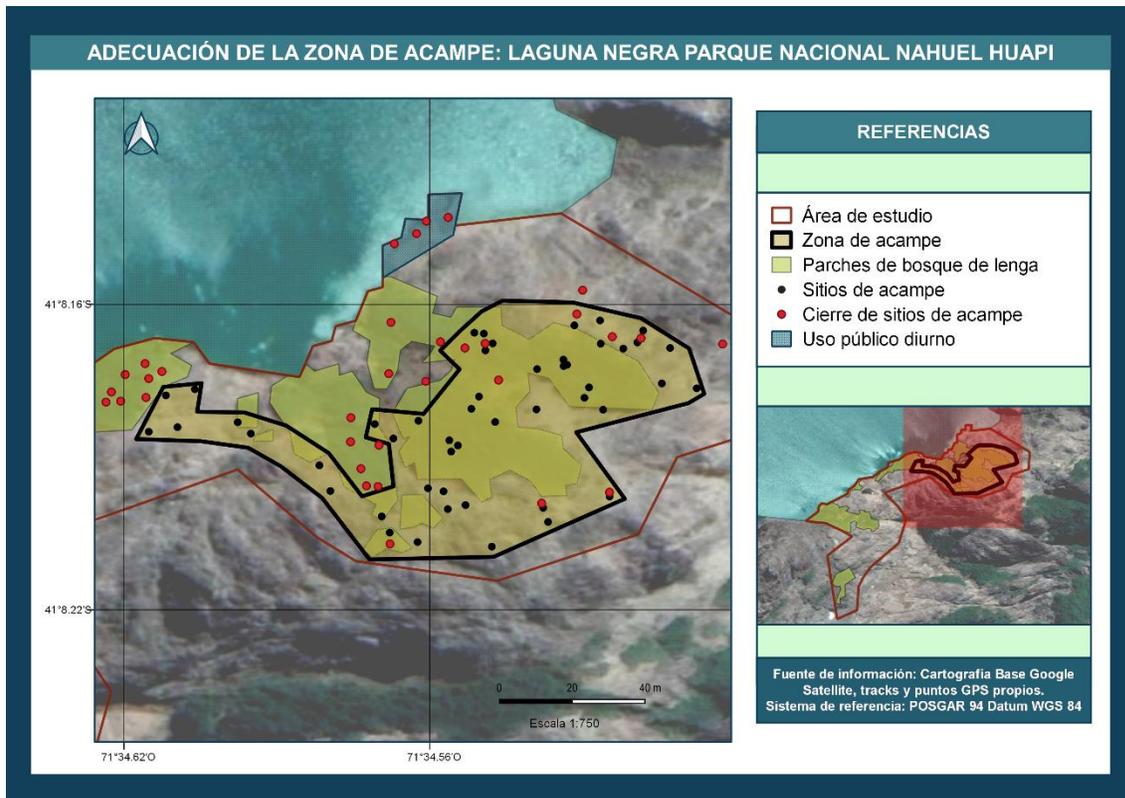


Figura 123. Mapa adecuación de sitios de acampe de la zona de acampe
Fuente: elaboración propia

Asimismo, se contempló el cierre de los senderos secundarios, disminuyendo de 595 metros a 420 metros de sendero, como así también el cierre de áreas destinadas a sitios de acampe con el fin de promover la restauración pasiva tanto en los senderos como en las áreas de cierre (figura 124).

Tanto para el cierre de senderos y para los sitios de acampe, se deberán instalar en las zonas de cierre, barreras para evitar que los visitantes se instalen o invadan las áreas en restauración. En este sentido se pueden colocar rocas, troncos fundidos con el paisaje, cuerdas con estacas, entre otros. También se deberá colocar cartelera indicativa explicando las razones por las que se está trabajando y la importancia que tiene el no ingresar a ciertas áreas (APN, 2004).

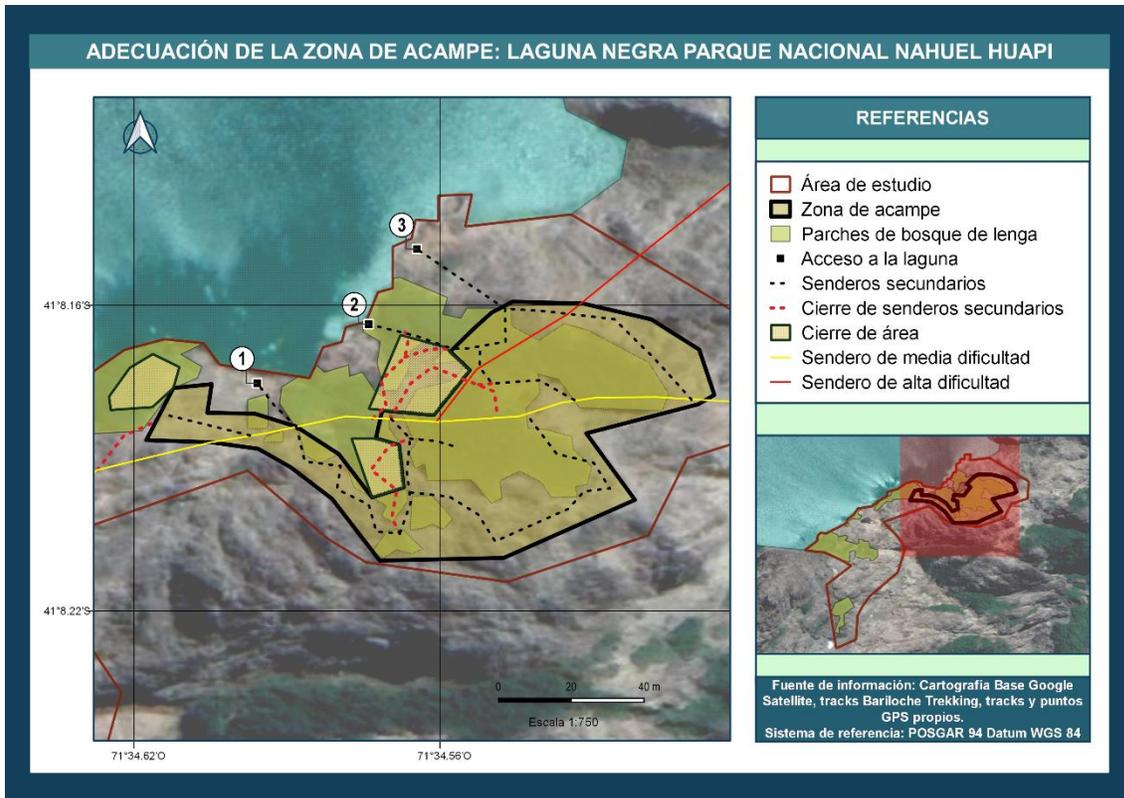


Figura 124. Adecuación de la zona de acampe
Fuente: elaboración propia

Por último, para que todas estas medidas en la zona de acampe sean llevadas a cabo de manera organizada y priorizando el cuidado de los valores de conservación del AP, se propone desarrollar un sistema de gestión para la zona de acampe. Este sistema, debe contemplar el registro de los visitantes que deseen acampar mediante un sistema de planillas. A cada grupo de visitantes se le asignará los sitios de acampe correspondientes, dependiendo del tamaño del grupo y se le indicará las medidas de bajo impacto ambiental mencionadas en el presente trabajo. Este sistema a su vez, puede estar sincronizado de manera virtual para que los visitantes puedan realizar su reserva con anticipación y guardar su lugar al momento de la visita.

De manera complementaria, la zona de acampe, debe contar con la cartelería informativa necesaria, donde se señale el cierre de los senderos, los sitios habilitados para acampar, los valores de conservación relevantes en la zona, el sistema de registro y las medidas de bajo impacto que deben cumplir los visitantes.

5.4 Mejora del sistema de gestión de residuos sólidos

Como se ha mencionado en la sección 3 de este capítulo, se ha identificado dentro del sistema de gestión de residuos sólidos, un manejo inadecuado en la etapa de disposición final y tratamiento. Haciendo referencia, a los residuos húmedos, se debe promover como prioridad la seguridad ambiental, por lo que se propone modificar la práctica de compostaje llevada a cabo como sistema abierto. En primer lugar, para modificar la práctica, se deben seleccionar los residuos húmedos que se van a compostar, definir un sitio para compostar y elegir una compostera cerrada acorde a la generación de residuos húmedos del refugio (INTI, 2018). Estos son los tres elementos más importantes para comenzar un adecuado proceso de compostaje.

La selección de los residuos húmedos, se continuará realizando dentro del refugio con la cartelería indicativa, correspondiente al recipiente de acopio, mientras que los residuos húmedos del área natural se deben acopiar en un recipiente próximo a la compostera. A continuación, se listan los residuos que se pueden introducir al compost para el área de estudio (tabla 9):

Tabla 9. Residuos recomendados de introducir en el compost

	VERDES Y HÚMEDOS	MARRONES y SECOS
DE LA COCINA	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de frutas y verduras crudas o cocidas. • Restos de yerba, te, café y demás infusiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Semillas y carozos de frutas frescas • Cascaras de huevo y de frutos secos • Rollos y servilletas de papel de cocina, filtros de café. • Cajas de cartón sucios, bolsas de papel madera
DEL ÁREA NATURAL		<ul style="list-style-type: none"> • Hojas secas • Ramas • Viruta, aserrín, corteza de árbol • Restos de madera sin tratamiento químico

Fuente: adaptado de INTI (2018)

El sitio para compostar debe ser de fácil acceso desde la cocina del refugio, preferentemente con sombra durante el verano y resguardado del viento (INTI, 2018). Para esto se propone la selección de un sitio dentro del área restringida que cumpla con dichos requisitos. Asimismo, se debe considerar que se encuentre alejado de la laguna, a fin de disminuir los riesgos de contaminación en el ambiente acuático.

En cuanto a la elección de la compostera, se propone una compostera cerrada para evitar que la fauna silvestre se alimente de los residuos húmedos que se vayan disponiendo y, además, para realizar la práctica de manera controlada y segura. Se debe diseñar una compostera que tenga en cuenta el sistema de extracción del compost, al vertido de

residuos, el sistema de ventilación, y el diseño de drenaje y recolección de los líquidos lixiviados.

Uno de los modelos propuestos es una compostera horizontal con módulos independientes (figura 125), para diferenciar los avances de maduración del proceso de compostaje. Se propone este modelo ya que se pueden diferenciar los avances de maduración del proceso de compostaje y a su vez facilitar el manejo del compost al personal del refugio. Restará comprobar si este modelo es eficiente para las condiciones ambientales del lugar.

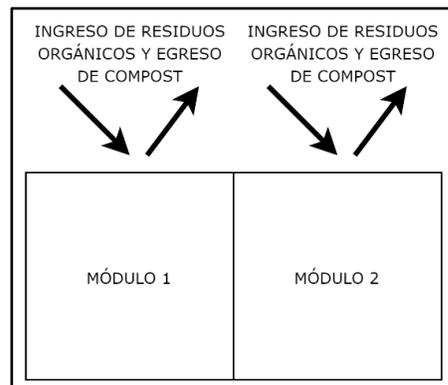


Figura 125. Compostera con módulos independientes horizontal
Fuente: adaptado de INTI (2018)

En la figura 125, se indica como es el flujo del material, desde que ingresan los residuos por la parte superior izquierda hasta la salida del material maduro (INTI, 2018).

Para realizar esta compostera, se propone su construcción con los materiales situados en el área restringida ya que cuentan con una alta vida útil o que en combinación con un tratamiento es posible maximizarla. Tal es el caso de los restos de chapa metálica, los restos de madera y plástico que, hasta la actualidad, se encuentran allí dispuestos sin ninguna finalidad.

De esta manera, se mejorarían dos aspectos de la gestión de los residuos. Por un lado, se destinaría a una parte de dichos materiales un uso puntual, y por otro se construiría una compostera con elementos reciclables, la cual favorecerá al tratamiento de los residuos húmedos. Ambos aspectos, promueven la disminución de los efectos negativos en el ambiente dada la generación de residuos en un AP.

Cabe resaltar que, al comenzar a compostar, se debe realizar un control del proceso a fin de obtener un compost de buena calidad, por lo que se tienen que verificar parámetros

como la humedad y la aireación (INTI, 2018). Asimismo, controlando los parámetros, del tiempo del proceso, la estructura, textura, olor y color, se puede verificar la maduración del compost

Una vez obtenido un compost maduro, para finalizar el circuito de revalorización del residuo, se podrá utilizar en una huerta instalada en el área de estudio. Dicha huerta, será diseñada a pequeña escala y en condiciones aisladas del entorno, para no generar ninguna perturbación en el medio natural. Se propone construirla, haciendo uso de los materiales situados en el área restringida, específicamente, para la construcción de los canteros y la estructura superior.

La huerta, podrá contener plantas aromáticas y otros vegetales destinados exclusivamente a la gastronomía del refugio. De esta manera, se le encuentra una aplicación insitu al compost obtenido. Además, nuevamente se les destinaría a los materiales dispuestos en el área restringida un uso puntual.

En caso de que el compost no se encuentre con las condiciones de maduración adecuada para la aplicación del mismo en una huerta, se lo podrá utilizar en la zona de acampe para restauración de las zonas propuestas y/o adecuación de los sitios de acampe, mencionado en el apartado 5.2.

En cuanto a las mejoras asociadas a la gestión de los residuos secos generados en el refugio, se propone fabricar ecoladrillos con las botellas de plástico introduciendo los pequeños residuos secos en su interior. Esto ayudará a mejorar el almacenamiento temporal de los residuos, como así también su transferencia hasta el centro urbano. Posteriormente, los ecoladrillos podrían utilizarse en construcciones locales de la ciudad o bien ser recuperados en la planta de reciclaje del CRUM.

Por otro lado, la gestión de los residuos sanitarios en el área de estudio no presenta una propuesta de mejora en las etapas de almacenamiento, transporte y tratamiento ya que son consideradas adecuadas a la realidad actual del refugio. Si esta realidad cambia, deberá de evaluarse nuevamente su gestión y proponer las mejoras necesarias.

Los criterios que fueron tenidos en cuenta para no realizar mejoras fue la seguridad del personal y los riesgos ambientales asociados a otras alternativas pensadas que implicarían el transporte fuera del AP. Se ha identificado en el apartado 3.2, que la cartelera no es clara para los visitantes, por lo que se propone instalar una nueva cartelera para los sanitarios del refugio, donde se indique cuáles residuos se pueden disponer y

cuáles no. Además, se puede incluir en la cartelería, la importancia de respetar esta separación y que beneficios trae tanto para el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, como para el propio ambiente.

Por último, haciendo referencia a los residuos dispuestos en el área restringida, como primera opción, se les buscará una nueva utilidad en el área, como puede ser la construcción de la compostera y el invernadero para la huerta. Asimismo, se podrá utilizar algunos materiales para realizar mejoras en el sitio de almacenamiento temporal de los residuos. Todo lo que no tenga una utilidad o potencial utilidad en el corto plazo, deberá ser transportado fuera del AP y dispuesto correctamente según el sistema de gestión municipal de la ciudad y la normativa vigente.

5.5 Manual de buenas prácticas para visitantes

Buenas prácticas ambientales en Laguna Negra

Las Buenas Prácticas Ambientales (BPA), se pueden definir como aquellas acciones que pretenden reducir el impacto ambiental negativo que causan los procesos productivos de diversas actividades, a través de cambios en la organización de los procesos. (Ecoparque, 2019)

Estas BPA, buscan promover el cuidado de los valores de conservación del área de Laguna Negra y, en consecuencia, los objetivos de conservación del Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH), mediante el desarrollo sustentable de las actividades de uso público.

Recordemos que, la finalidad del uso público es acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales de las áreas protegidas, de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación, la comprensión y el aprecio de tales valores a través de la información, la educación y la interpretación de patrimonio (EUROPARC, 2005). Es por esto que, la participación activa y responsable de los visitantes, es fundamental a la hora de conservar el ambiente.

Cabe mencionar que, las buenas prácticas desarrolladas en el presente manual, no son limitativas y quedan abiertas a nuevos aportes, favoreciendo así a la mejora continua. Ver Anexo 7

CAPÍTULO 7: CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Relevamiento de visitantes

La división de Planificación y Gestión del Uso Público, como responsable del sistema estadístico del Parque Nacional Nahuel Huapi, tiene encomendada la realización de relevamientos del estado de los espacios destinados al Uso Público (APN, 2020)

Teniendo en cuenta el relevamiento realizado, la base de datos del registro de trekking y la comparación entre los refugios de montaña relevados, se reconoce que, este tipo de relevamientos, son fundamentales para la toma de decisiones sobre el manejo del área, como así también para actores externos, con fines de investigación, estudio y otros. (APN, 2020).

Realizando un análisis comparativo entre los muestreos en simultáneo, (Refugio Frey y Refugio Italia), se pudo concluir que el porcentaje de visitantes que se registra (34,5%) es muy similar en ambos refugios (APN, 2020). En el caso de Laguna Negra, accedieron durante la temporada 2019/2020 16.939 visitantes y solo fueron registrados 5.844 visitantes. En este sentido, al ser tan bajo el porcentaje de visitantes que se registra, se remarca la importancia de hacer uso de herramientas que mejoren la representatividad del número de visitantes para la planificación del uso público del área.

Por otro lado, los resultados sobre el tipo de uso que los visitantes realizan en el área de estudio (diurno, acampe o pernocte en el refugio), estimaron que más del 50% se quedan al menos una noche en el área de estudio. Estos resultados son importantes para la planificación en aspectos relacionados con la capacidad física de los equipamientos, tales como los sitios de acampe, el refugio, el sistema de tratamiento de las aguas residuales, etc.

Del mismo modo, la información sobre la frecuencia de visitantes que recibe el área de estudio durante el día, permite planificar algunos usos como el de los sanitarios y su correspondiente sistema de tratamiento de aguas residuales pueden verse saturados en horas de alta frecuencia de visitantes.

Actualmente, las nuevas demandas de ocio y recreación en el medio natural han condicionado enormemente los modelos de gestión de los espacios naturales protegidos, pasando de ser reservas completamente dedicadas a la conservación, a espacios en los que dicho fin puede ser compatible con un uso público. Es por esto, que se plantea como

concepto fundamental en la gestión del uso público, la capacidad de carga, ya que no puede existir el desarrollo sostenible sin antes establecer los niveles máximos de flujo de visitantes (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014).

En este sentido, el relevamiento realizado, será de gran utilidad a la hora de determinar la capacidad de carga del área de estudio, considerando además otros factores como la capacidad física, ecológica y social. Contar con este tipo de análisis en el área de estudio, puede ayudar a preservar los valores de conservación, a disminuir los impactos ambientales asociados a la sobrecarga de visitantes, a adecuar los equipamientos y servicios del área, e incrementar del nivel de satisfacción del visitante.

Asimismo, si se implementa un sistema de reservas para los visitantes que acampan y pernoctan, se podrá regular el flujo de visitantes que accede a Laguna Negra durante la temporada, evitando días con un alto número de visitantes. Además, ayudará a que los visitantes puedan planificar con anterioridad su visita, siguiendo uno de los principios del manual de buenas prácticas para visitantes y, a su vez, ayudará a mejorar el servicio brindado por el personal de refugio conociendo la cantidad de visitantes diarios que van a visitar el área de estudio.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Dado el aumento de la actividad turística y su marcada estacionalidad, existe incertidumbre sobre la eficacia de los sistemas de tratamientos de efluentes de algunas concesiones de servicios, tal como en los refugios de montaña (APN, 2019). En cuanto al área de Laguna Negra, cuenta con la instalación de dos sistemas biológicos que serían la solución actual para lidiar con las condiciones ambientales del lugar y favorecer al tratamiento constante de las aguas residuales durante una temporada de verano. Sin embargo, desde el punto de vista de la infraestructura, contar con dos sitios para realizar el mismo proceso biológico, da origen a un sistema descentralizado. Esto trae como consecuencia, el tratamiento de lodos y el vuelco del efluente en dos sitios diferentes, resaltando que los biodigestores 1, se encuentran con mayor proximidad al Arroyo Negro.

Promover la instalación de una estructura fija tanto para los biodigestores como para la zona de vuelco evitará la generación de pérdidas en el sistema y el desmantelado de cada temporada. Para lograr esto, se propuso centralizar el tratamiento primario en un

único sitio, en los biodigestores N°2. Esto favorecerá a eliminar el impacto visual negativo que generaban, tanto los biodigestores N°1 y su sistema de cañerías, como así también, favorecerá a disminuir los impactos ambientales sobre el medio natural.

Haciendo referencia al funcionamiento de los biodigestores, éste se encuentra limitado por el caudal de entrada diario, la composición del agua residual, la presencia de sustrato, las condiciones climáticas del medio y del tiempo de retención hidráulico. La saturación de los biodigestores, se encuentra asociada a el aumento continuo de lodos dentro del biodigestor, específicamente en el primer biodigestor, ya que es el que recibe el caudal de entrada y donde se ve favorecida la sedimentación. En el segundo biodigestor, prevalece la digestión anaeróbica para luego realizar el vuelco del efluente tratado. En la medida que el caudal de entrada aumente paulatinamente, la eficiencia de los biodigestores se verá afectada negativamente, ya que no se podrá cumplir con el tiempo mínimo de residencia de los efluentes y garantizar un adecuado tratamiento. Sumado a esto, si se considera la temperatura ambiente del área, ésta podría ralentizar la digestión anaeróbica en los biodigestores, generando como consecuencia, un mayor tiempo de retención hidráulico (FAO, 2019).

Dado los relevamientos realizados y la estimación del balance de masa del sistema, se pudo evidenciar que los biodigestores N°2 se encuentran subdimensionados para el número de visitantes que recibe el área de estudio durante el verano. Por un lado, según la estimación, los lodos generados en los biodigestores deberían de ser purgados del sistema cada 15 días a fin de evitar su saturación. Esto implicaría la manipulación de un lodo con un grado muy bajo de maduración, lo cual, no es una medida sanitaria segura ni para el medio natural ni para el personal del refugio. Si los lodos continúan acumulándose dentro de los biodigestores y continúa ingresando un caudal en la entrada, es posible que parte de ese lodo se remueva hacia la salida, dando como resultado un efluente semisólido como se vio durante el mes de febrero (figura 63).

Por otro lado, en relación a la limpieza de los biodigestores, se evidenció principalmente en los biodigestores 1, que no habían sido purgado los lodos de temporadas anteriores, ya que, para el mes de diciembre, los lodos alcanzaban el volumen total de los biodigestores (1000L), siendo que en la estimación se esperaban 200L de lodos. En consecuencia, el funcionamiento de los biodigestores se vuelve poco eficiente, generando así, productos con poca maduración tanto de lodos como de efluente de salida.

En cuanto a la generación total de lodos durante la temporada de verano, se estimó aproximadamente 1860L, lo cual es un volumen significativo al momento de considerar su gestión dentro de un área protegida. Si bien, al finalizar la temporada, se estabilizaron los lodos con cal, deberían de considerarse otros tratamientos complementarios para disponerlos de manera segura en el ambiente. En relación a esto, es importante seleccionar tratamientos insitu que logren disminuir el volumen de los lodos, por lo que recurrir al secado térmico solar puede ser una técnica viable y económica para la zona. Una vez seco el lodo, se deberá transportar hacia el centro urbano para ser incorporado en su sistema de gestión, o bien desarrollar aplicaciones alternativas en el área de estudio, las cuales se encuentren avaladas por el PNNH.

Se debe tener en cuenta, que la manipulación de los lodos se debe de realizar con los elementos de protección necesarios y por el personal que conozca de las buenas prácticas a llevar a cabo. De lo contrario, se podrían generar impactos ambientales y sanitarios negativos.

Por otro lado, con respecto al tratamiento insitu del efluente de salida y la implementación de un filtro que disminuya la carga de contaminantes, corresponderá evaluar con más detalle la viabilidad de su aplicación, ya que para que funcione adecuadamente, se deberán de realizar mantenimientos periódicos y tener ciertas consideraciones del terreno.

Haciendo referencia a la cámara desengrasadora, ésta presentó vuelcos a su alrededor en repetidas ocasiones, por lo que se puede inferir que, se encuentra funcionando inadecuadamente, ya sea porque se encontraba obstruida o saturada. Además de los impactos ambientales mencionados anteriormente, se pudo observar en repetidas ocasiones que, los cauquenes han manifestado una fuerte interacción con las pérdidas de la cámara, por lo que podrían haber cambiado su comportamiento.

No se propone su relocalización ya que, la zona de la cocina del refugio, se encuentra rodeada por un cuerpo de agua, ya sea por la Laguna Negra o por la naciente del Arroyo Negro. Además, alejar la cámara de la cocina, podría generar inconvenientes a la hora de realizar el pretratamiento. Es por esto que, se optó por proponer la instalación de barreras de contención para resguardar al medio en caso de derrame y su correspondiente redimensión estimada dado el uso actual del refugio.

Es importante resaltar que, para garantizar un adecuado funcionamiento de la cámara y evitar su saturación, se deben de realizar las limpiezas periódicas correspondientes. De esta manera, se mejora la eficiencia del pretratamiento y se disminuyen los riesgos ambientales asociados. En este sentido, también es importante gestionar el efluente retenido en la cámara para poder manipularlo de manera segura y resguardar el proceso de compostaje. Es por esto que, se propone hacer uso de la técnica de secado térmico solar, la cual no requiere de muchos recursos para su aplicación y sería una solución viable para su manipulación segura en el área de estudio.

Una de las líneas de acción propuestas para los ambientes acuáticos en el Plan de Manejo del PNNH, es el monitoreo de la calidad del agua en puntos críticos asociados a la red de sendas, refugios y áreas de uso intensivo en altas cuencas, relacionado al manejo seguro de los efluentes.

La ley nacional N°18.284, menciona las características que debe cumplir el agua potable apta para la alimentación y uso doméstico, los cuales son tomados como referencia a la hora de evaluar las condiciones del cuerpo de agua como fuente de agua para potabilizar en el caso de estudio. Define los valores límites para las características microbiológicas, siendo para los coliformes totales, igual o menor de 3 NMP/100 mL, y para los coliformes fecales, su ausencia en 100 mL. Esto dejaría a los resultados obtenidos que manifestaron presencia de coliformes, excedidos significativamente del límite tolerable establecido por la normativa.

En conclusión, el Arroyo Negro, manifestó la presencia de coliformes fecales aguas abajo del sistema de tratamiento de aguas residuales. Este aspecto, es un indicio de contaminación producto de la actividad antrópica, como es el vuelco del efluente.

Asimismo, es posible que estén interactuando otros factores que eviten la llegada del efluente en mayor concentración al curso de agua. Dado que el efluente escurre a favor de la pendiente por la roca, es posible que parte del mismo se pierda por evaporación al elevarse la temperatura superficial de la roca durante el día, o por remoción por viento, o por dilución dado el caudal del curso de agua.

Por otro lado, es importante mencionar que la técnica empleada para las determinaciones de los análisis fisicoquímicos, no pudieron detectar valores por debajo de 5 mg O₂/L para la DBO, y valores por debajo de 3 mg O₂/L para la DQO. Esto no indica su ausencia, sino que no pudo ser detectado por la técnica empleada en el laboratorio. De

esta manera, para alcanzar su detección, se deberá implementar una técnica más sensible para poder conocer dichos parámetros fisicoquímicos en los puntos de muestreo del arroyo.

Por último, haciendo referencia al muestreo previsto para el mes marzo de 2020, el cual no pudo ser realizado, se esperaba un aumento en la presencia de coliformes, dado la disminución del caudal del arroyo en esta época del año (figura 22) y dado el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales a esta altura de la temporada.

En el área de estudio, se presentan diversas limitaciones a la hora de proponer alternativas para el tratamiento de las aguas residuales, tal como la presencia del sustrato rocoso que impide la infiltración del efluente tratado, las pendientes pronunciadas, las condiciones climáticas, la lejanía al centro urbano más cercano, la baja superficie disponible para instalar infraestructura, entre otras.

Teniendo esto en cuenta, las alternativas se ven reducidas, ya que dependen directamente de una gran inversión económica y de una correcta gestión para que sean viables y eficientes al momento de lidiar con las limitaciones propias del área de estudio.

La adecuación propuesta, se basó en continuar con la implementación de un sistema biológico para el tratamiento de las aguas residuales, el cual se encuentre adaptado a la generación actual y a las capacidades de gestión actual. Sin embargo, si se analizan en detalle otras alternativas que promuevan la optimización de recursos y el resguardo del medio natural, como puede ser la implementación de baños secos, la introducción de calor desde una fuente externa en los biodigestores para mejorar su eficiencia o la incorporación de otros pretratamientos o tratamientos secundarios, podrían llegar a mejorar ampliamente el tratamiento de las aguas residuales en el área.

Gestión ambiental en la zona de acampe

El suelo es uno de los principales componentes que se ve afectado, por el desarrollo de gran parte de las actividades (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014). La evidencia de compactación y erosión superficial del suelo en la zona de acampe, demuestra el uso constante durante las temporadas de verano. En consecuencia, la pérdida de la porosidad del suelo y, por lo tanto, su capacidad para absorber el agua superficial, favorece al escurrimiento del agua causando erosión (APN, 2004). Además, los procesos erosivos se

ven potenciados producto de la pendiente característica que posee toda la zona de acampe, generando así que la velocidad del agua sea mayor, y transporte una mayor cantidad de sedimentos. Estos efectos en el suelo, se ven principalmente en los sitios de acampe y en los senderos tanto principales como secundarios.

La amplia distribución de la zona de acampe, se encuentra asociada a la falta de planificación y gestión de la misma. Esto dio lugar a la manifestación de procesos erosivos en el suelo. En este sentido, la flora alto andina, ha disminuido debido al proceso de compactación del suelo, el cual impide que las especies vegetales puedan penetrarlo.

Asimismo, el tránsito constante de los visitantes, principalmente por los senderos secundarios, genera aplastamiento, cortes y daños en la misma. En consecuencia, hay una disminución de la cobertura vegetal. Por otra parte, en diversos sitios de acampe se observó la exposición de raíces, producto de los procesos erosivos y la disposición de dichos sitios en la zona de acampe.

La presencia de sitios de acampe en la costa de la Laguna Negra puede tener un impacto negativo sobre la rana del cathedral (*Alsodes gargola*), único vertebrado semiacuático que habita en arroyos de montaña y lagos de altura (Baffico & Úbeda, 2006). Durante los relevamientos, se la ha observado en las rocas cercanas a la costa de la laguna, por lo que la actividad antrópica se superpone con el hábitat natural de esta especie.

Asimismo, la falta de información y educación de muchos de los visitantes conlleva a manifestar comportamientos por parte de los mismos, que alteran el estado natural de la especie. En repetidas ocasiones, logran atraparlas con éxito provocando estrés, además del daño que podrían sufrir durante la manipulación. Esto podría desencadenar, un efecto negativo en su desarrollo y en su importante rol ecológico en el medio. Preservar a las especies de alto valor especial, debe ser una prioridad, al momento de planificar y gestionar las zonas de uso público, como así también los demás valores de conservación del área.

En relación al comportamiento de los visitantes, se manifestó la presencia de residuos sanitarios, húmedos y secos en la zona de acampe, lo cual genera un impacto visual negativo. Específicamente, los residuos sanitarios, generan un riesgo potencial para la salud de los visitantes por la presencia de agentes patógenos. Este comportamiento, refleja la falta de conocimiento y responsabilidad asociado a las medidas de bajo impacto ambiental que deben realizar los visitantes a la hora de encontrarse en espacios naturales.

Por otro parte, sabiendo que la aplicación de encuestas, directas y personales, a los visitantes es el método habitualmente empleado en la percepción de la experiencia recreativa por parte del visitante. Este permite realizar un seguimiento del perfil del visitante, su percepción sobre la satisfacción de la visita y su opinión sobre las distintas medidas de gestión del uso público planteadas por el espacio natural (Gomez, Garcia, & Garcia Ventura, 2014).

En relación a los resultados de la encuesta realizada a los grupos de visitantes, es posible afirmar que, la zona de acampe, cuenta con sitios suficientes para acampar dado el flujo de visitantes actual del área y que la mayoría pueden acceder a ellos sin dificultades.

Por otro lado, se pudo apreciar, una reducida distribución de carpas, lo cual puede deberse a las pendientes de la zona, al predominante sustrato rocoso y a la limitada extensión del bosque de lenga. Esta distribución y la generación de ruidos molestos por otros grupos de visitantes, no generaría una pérdida del disfrute, ya que, de los grupos de visitantes que se encontraban muy cerca, en su mayoría, no les perturbó escuchar a otros visitantes. Esto puede ser considerado como criterio para la planificación de la zona de acampe, específicamente, a la hora de reorganizar los sitios de acampe.

Sin embargo, a pesar de la planificación y gestión actual de la zona de acampe, de los servicios prestados, de los impactos ambientales negativos presentes, los grupos de visitantes viven una muy buena experiencia, alcanzando sus expectativas personales en la zona de acampe.

Por otro lado, los visitantes realizaron algunas recomendaciones asociadas a los elementos que deberían de conformar los equipamientos de uso público. Se destacó la instalación de sanitarios en la zona de acampe para disminuir la lejanía actual, lo cual sería una alternativa para evitar la disposición de residuos sanitarios en el suelo y disminuir el potencial riesgo de exposición a agentes patógenos. Sin embargo, se deben evaluar otros factores como, la selección del sistema de tratamiento de las aguas negras, las características geomorfológicas y edafológicas de la zona y la aplicación de las medidas de manejo adecuadas, para poder resguardar la calidad ambiental del medio acuático cercano y todo el medio natural circundante a la zona.

Similares factores deben ser tenidos en cuenta, para la instalación de un lavaplatos en la zona de acampe. Si bien esto, podría llegar a evitar el lavado de la vajilla en la laguna, y por consiguiente, a evitar modificar las características fisicoquímicas y biológicas del

cuerpo de agua, se debe de tener las consideraciones necesarias para aplicar un adecuado tratamiento de las aguas grises.

En conclusión, dada las condiciones actuales de planificación y gestión del área de estudio, no se recomienda la instalación de sanitarios ni de lavaplatos en la zona de acampe. Si el manejo del área de estudio cambia positivamente y se dispone de recursos económicos, es posible evaluar la viabilidad de la instalación de estos sistemas en dicha zona, de lo contrario, los impactos ambientales negativos se incrementarían significativamente.

La instalación de contenedores para la disposición de los residuos sólidos, podría llegar a evitar la disposición descentralizada de los residuos en el suelo. Sin embargo, esta medida, debe estar acompañada de una adecuada educación ambiental para los visitantes y debe estar incluido en el sistema de gestión de residuos sólidos del área de estudio. A su vez, esta medida, implicaría la recolección manual por los contenedores, por lo que debería de contar con el personal necesario para la realización de esta tarea. Al mismo tiempo, esta recomendación, iría en contra de lo estipulado como medidas para las APs donde los residuos generados por los visitantes vuelven con los visitantes y no quedan en la AP. Por lo tanto, no se recomienda la implementación de contenedores para la disposición de los residuos sólidos en la zona de acampe.

Si bien la recomendación de realizar fogones comunitarios, es considerada una buena práctica desde el punto de vista de centralizar los fogones particulares en un único fogón, lo cual favorece a disminuir el riesgo de incendio y la extracción de leña descontrolada del bosque. Sin embargo, actualmente se encuentra prohibido hacer fuego por resolución de la APN, a menos que se habilite un área específica. Es por esto que, no se recomienda la implementación de fogones comunitarios.

La adecuación de la zona de acampe tuvo como principal criterio, considerar esta zona como parte del equipamiento de uso público del área de estudio. Es por esto que, se debe brindar un espacio delimitado y acondicionado para las actividades recreativas que realizan los visitantes.

La delimitación se relacionó directamente con el cierre de varios de los sitios de acampe, teniendo en cuenta como criterio, disminuir la dispersión de los sitios, evitar los sitios próximos a la costa de la Laguna Negra y reducir los caminos internos. De esta manera, se promueve el resguardo de los valores de conservación del área de estudio y se

centralizan las actividades de uso público en una zona determinada, garantizando a su vez, la satisfacción del visitante.

Así, quedaron en la zona 50 sitios aptos para la actividad de acampada de los visitantes. Esta medida, establece la capacidad física de la zona ya que, con esta adecuación, podrían acampar por día al menos 100 visitantes. En este sentido, la cantidad de sitios propuestos, cubre la demanda actual de visitantes en la zona, ya que alrededor del 32,5% de los visitantes totales acampan por día y si este porcentaje se lo relaciona con los visitantes estimados durante la temporada 2019/2020, el número de sitios satisface dicha cantidad de visitantes.

Cabe mencionar que, para regular esta medida de adecuación, se deberá de implementar un sistema de reservas con el fin de no sobrepasar dicha capacidad en la zona. Esta medida, colaborará en mejorar la calidad de los servicios del refugio y a su vez, en regular el caudal de entrada diario del sistema de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, se hará un uso responsable de los sitios, se tendrá un mejor control de la zona y se desarrollarán las actividades recreativas en armonía con el ambiente.

Del mismo modo, ayudará a que los sitios de acampe, los senderos secundarios y las diferentes áreas delimitadas que se plantean cerrar para su restauración, sean respetadas y no vuelvan a ser usadas por los visitantes. La restauración es en vano si al mismo tiempo no se previene o evita que siga ocurriendo el impacto que causó inicialmente el daño (APN, 2004). En este sentido, se deberá de delimitar claramente cada sitio de acampe habilitado e instalar la cartelería necesaria. De lo contrario, habrá visitantes acampando en zonas no habilitadas para esta actividad y se continuarán incrementando los impactos ambientales negativos.

Con respecto al cierre de los sitios de acampe, como así también de los senderos secundarios, se busca como primera instancia su inhabilitación para el desarrollo de las actividades recreativas y circulación. Se plantea una restauración pasiva, aunque se reconoce que las condiciones ambientales en la alta montaña son muy limitadas para que el ambiente pueda volver a su estado natural por sí solo. Más aún, sabiendo que la zona de acampe ha sido utilizada durante muchos años, por lo que el grado de erosión y compactación es muy alto. Es posible, realizar una restauración activa de los sectores señalados, sin embargo, dicho planteo excede a los objetivos del presente trabajo.

Tomando estas propuestas como base, con una correcta planificación y con el personal adecuado de manejo, será posible plantear la restauración activa en la zona.

A la hora de planificar y gestionar una zona de acampe, debe tenerse en cuenta que la misma, es parte de los equipamientos del uso público, por lo cual debe ser organizada y controlada, brindando un espacio delimitado y acondicionado (EUROPARC, 2005). Asimismo, los visitantes deben poder contar con un servicio de información, donde puedan conocer las características particulares de la zona y las medidas de bajo impacto ambiental que deben realizar. De esta manera, se promueve el uso sustentable de la zona de acampe y se preservan los valores de conservación del AP.

Con el análisis realizado en la zona de acampe, se puede concluir que, para poder prevenir los impactos ambientales presentes, no depende directamente de una inversión económica, sino que basta con planificar y gestionar adecuadamente la zona.

Gestión de residuos sólidos urbanos

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se pudo apreciar una gran variabilidad en la generación de residuos húmedos a lo largo de la temporada. Esta variabilidad, se encuentra asociada a la fluctuación de visitantes diarios ya que, al haber más visitantes, la generación de residuos aumenta. Esto puede relacionarse con la figura 31 y la figura 97, ya que al aumentar el número de visitantes aumenta la tasa de generación de residuos. A modo de ejemplo, el día 20/01/2020 accedieron al área de estudio casi 500 visitantes y se generó alrededor de 25kg de residuos húmedos (Ver anexo 5). Sin embargo, la generación de residuos se concentró, en promedio, en 7,6kg/día.

Durante los meses de enero y febrero, la generación de residuos húmedos se vio incrementada, con respecto a los demás meses del verano (figura 97), producto del aumento de visitantes en este periodo. Por otro lado, a lo largo de la temporada, se generó un total de 672kg de residuos húmedos, lo cual se considera significativo, ya que, los mismos son dispuestos en el área de estudio para su tratamiento biológico.

Haciendo referencia a la gestión de los residuos secos generados en el refugio, estos se encuentran almacenados correctamente de manera limpia y seca. Esto evita la generación de olores, pudiendo ser almacenados sin problemas en el área de estudio. Posteriormente, la etapa de recolección y transferencia por el sendero hacia Colonia Suiza, no implica ningún peligro asociado al personal que transporta los residuos ni al ambiente, ya que se realiza en condiciones seguras.

Por otro lado, los residuos voluminosos del tipo de restos de construcción y escombros, generan un impacto visual negativo. Al estar almacenados hace ya varios años y expuestos a las condiciones ambientales del lugar, podrían estar generando la dispersión de contaminantes en el medio. Para esto, se deberá de realizar un análisis exhaustivo que permita verificar la dispersión de contaminantes en el medio

A su vez, al no contar con una finalidad de uso específica, se generó una gran acumulación de estos residuos en el área restringida, tal como la disposición de la cámara desengrasadora antigua (figura 106), que actualmente, no puede cumplir su función en el tratamiento de las aguas grises ya que su capacidad es baja y a su vez, se encuentra deteriorada. No se considera como medida de gestión adecuada, realizar mantenimientos u obras en el área de estudio y almacenar los materiales que se han reemplazado y descartado. Por otro lado, las chapas y otros elementos de construcción podrían ser reutilizados para otros fines. Es por esto que, es sumamente importante realizar un orden de estos residuos, gestionarlos acorde a su potencial uso y los que ya no puedan ser reusados, disponerlos en sitios habilitados fuera del AP.

Por otro lado, los residuos secos generados por algunos visitantes se han visto, en algunos casos, dispersos por la zona de acampe. Esto indicaría una falta de compromiso y/o de información asociado a cómo deben ser gestionados los residuos en las AP y las consecuencias que trae aparejada la inadecuada gestión de los mismos. Es importante considerar que la educación y participación del público juega un rol significativo, en este caso el de los visitantes, tanto antes como durante la implementación de un plan de gestión de residuos sólidos (CEPAL, 2016). Como principio fundamental, se debe promover el concepto de rechazar, haciendo referencia a “El mejor residuo es el que no se genera” (Junta de Andalucía et. al, 2013). Esto se puede realizar a través del uso de las herramientas de comunicación, informando a los visitantes sobre la importancia de generar la menor cantidad de residuos en alta montaña.

Haciendo referencia a los residuos sanitarios, se encontró que la cartelería indicativa para los cestos de los sanitarios no informa de manera clara la separación correspondiente. Esto genera que los visitantes no sepan correctamente qué componentes de los residuos sanitarios pueden disponer en el cesto y cuáles deben de regresar con ellos. La importancia de la cartelería indicativa y del diseño correcto del mensaje de comunicación, podría evitar que los visitantes dispongan los residuos sanitarios incorrectamente tanto en los cestos como en los sanitarios.

Con respecto a la incineración de estos residuos, se considera que es la práctica más adecuada y segura, dada las condiciones y oportunidades actuales que presenta el área de estudio para gestionarlos. En el caso de no considerar la incineración, estos residuos deberían de incluirse en las etapas de almacenamiento, recolección y transferencia manual hasta el centro urbano, por lo que, se incrementaría el riesgo de que alguna persona entre en contacto con algún agente patógeno o que se genere algún impacto puntual en el ambiente durante dichas etapas.

Haciendo referencia a los residuos húmedos, se encuentra que la práctica de compostaje, se realiza como sistema abierto, donde los residuos húmedos y su correspondiente lixiviación, se encuentran en contacto directo con el suelo, pudiendo de esta manera alterar sus características fisicoquímicas y biológicas. Asimismo, al encontrarse sin ninguna barrera de protección de las condiciones climáticas del lugar, especialmente de las precipitaciones, los parámetros propios del proceso de compostaje pueden verse alterados, tal como puede ser la humedad. A su vez, la falta de resguardo, permite que la fauna silvestre entre en contacto y consuma los residuos orgánicos allí dispuestos, lo que trae como consecuencia, un cambio en el comportamiento alimenticio natural de la fauna. Sin embargo, desde el punto de vista sociocultural, se identificaron impactos positivos ya que la separación de los residuos, implica la participación integral de los visitantes. De esta manera, este impacto, es considerado de alta intensidad ya que implica desarrollar un hábito en el visitante durante su estadía en el área de estudio.

Por otra parte, disponer de cierto tipo de residuos en el sitio de compostaje, puede alterar significativamente los parámetros del proceso. Tal es el caso de la disposición del efluente generado en la cámara desengrasadora. La incorporación de compuestos grasos al sitio de compostaje en grandes cantidades, puede desequilibrar los nutrientes presentes y en consecuencia traer problemas en el proceso de compostaje. Asimismo, las grasas pueden colapsar los poros y dificultar el mantenimiento de las condiciones aerobias (Pocoví Labarra, 2016). Esto, resalta la importancia de gestionar los residuos de manera adecuada, favoreciendo a que los procesos involucrados se desarrollen en óptimas condiciones y, en consecuencia, se puedan disminuir los impactos negativos en el ambiente.

Por otro lado, además de la introducción de residuos que podrían desfavorecer a la práctica de compostaje, se pudo notar que no se han realizado volteos de los residuos para favorecer al desarrollo del proceso en condiciones aerobias, como así también controles de otros parámetros como es el estado de humedad. Su degradación sin control, puede

generar gases, líquidos (lixiviados), provocando olores desagradables, riesgos sanitarios, gases con efecto invernadero y contaminación de suelos y napas. (INTI, 2018).

Es importante resaltar que, revalorizar los residuos húmedos mediante el proceso de compostaje ayuda a reducir el volumen de residuos hasta 3 veces su volumen original (INTI, 2018), por lo que esta práctica, facilita su manejo y disposición en el área de estudio. Sin embargo, en la actualidad, no es aprovechado como abono natural. Es por esto que, si la práctica de compostaje fuera realizada en condiciones controladas y seguras para el ambiente, podría ser aprovechado para otras aplicaciones en el área de estudio pudiendo ser abono para la huerta o para el cierre de áreas en restauración.

Dada las condiciones actuales de disposición y tratamiento de los residuos húmedos, es importante realizar una mejora en estas etapas para disminuir los impactos negativos en el ambiente y para gestionar correctamente estos residuos dentro del AP. Cambiar la práctica de compostaje de un sistema abierto a uno cerrado, ayudará a proteger al suelo de los líquidos lixiviados, a que la fauna silvestre no pueda acercarse a los residuos y a que la práctica se realice en condiciones más controladas. Además de manera indirecta, se estarían protegiendo, los valores de conservación del AP.

Manual de buenas prácticas

La educación ambiental es una de las herramientas fundamentales que contribuye a la creación de visiones y hábitos compatibles con las metas de conservación de la biodiversidad en el planeta. (APN, Guía para la planificación de la educación ambiental en áreas protegidas, 2020). En este sentido, el programa “No deje rastro” (Leave No Trace), se enfoca en educar a las personas a cuidar el ambiente desde la ética, en lugar de implementar restricciones de acceso o costosos programas de restauración. Es considerado como una de las soluciones más efectivas y menos intensivas a la hora de demandar recursos para la protección de los ambientes naturales (Leave No Trace, 2020).

Teniendo esto en cuenta, y reconociendo que desde los visitantes es posible disminuir los impactos ambientales negativos si se trabaja desde la educación ambiental como herramienta de gestión ambiental. Es por esto que, es sumamente importante, contar con un manual de buenas prácticas ambientales dirigido a los visitantes con el fin de poder encaminar al área de estudio al verdadero concepto del uso público, donde los visitantes se puedan acercar a los valores naturales y culturales de las APs, de una forma ordenada,

segura y que garantice la conservación, la comprensión y el aprecio de tales valores a través de la información, la educación y la interpretación de patrimonio (EUROPARC, 2005).

CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES

En base a los estudios realizados en el presente trabajo y a sus correspondientes conclusiones, se realizan a continuación las siguientes recomendaciones.

La implementación de un sistema de reservas para visitantes colaborará en la planificación y gestión del área de estudio, por lo que se recomienda su aplicación tanto para los visitantes que desean pernoctar en el refugio como para los visitantes que desean acampar.

Tomando como base las propuestas realizadas, se recomienda llevar a cabo un sistema de gestión ambiental, tal como se propone en la norma IRAM-SECTUR 42.300 para los servicios turísticos en áreas protegidas. De esta manera, se le da un marco normativo a la gestión de la calidad, ambiental y de la seguridad en las APs, basándose en la metodología de planificar, hacer, verificar y actuar.

Haciendo referencia a la adecuación de la infraestructura del refugio, se deberá potenciar y/o mejorar el aprovechamiento energético, en base a fuentes renovables, que complementen a las ya instaladas (panel solar, turbina hidroeléctrica y grupo electrógeno). Esto ayudará a cubrir la demanda energética con mayor solvencia y destinar la energía para nuevos fines, como puede ser en la mejora de los servicios del refugio. Se recomienda tener esto en cuenta, tanto para la realidad actual del refugio, como así también para las futuras ampliaciones que se realicen en el largo plazo.

Se recomienda la ampliación del refugio, si se considera mejorar en comodidad el refugio, si se considera la capacidad de acogida, si se tienen en cuenta las medidas de gestión ambiental del presente trabajo y si se realiza una evaluación de impacto ambiental según establece la normativa de la APN.

En cuanto a la propuesta de adecuación del sistema de tratamiento de aguas residuales del presente trabajo, específicamente del redimensionamiento de la cámara desengrasadora y de los biodigestores, depende meramente de la disponibilidad de recursos económicos y de la realización de una evaluación de impacto ambiental según lo estipulado por la Resolución 203/2016 (APN, 2016) para su correspondiente implementación en el área de estudio.

En caso de no ser viable dicha implementación, se podrán aplicar medidas de gestión ambiental para limitar el número de visitantes a la capacidad física del sistema en cuestión

y de esta manera, continuar con las actividades de uso público promoviendo el cuidado del ambiente. Asimismo, se podrá evaluar como una segunda alternativa, la implementación de baños secos. Para esto, se deberá de analizar en detalle la viabilidad de su implementación y desarrollar las medidas necesarias para garantizar las condiciones sanitarias optimas y el cuidado del ambiente natural.

Para el funcionamiento de la cámara desengrasadora, se recomienda realizar un registro, por medio de un sistema de planillas, sobre la frecuencia de limpieza de la misma. De esta manera, se conoce cuando fue la última vez que se limpió y en qué fecha corresponde la siguiente limpieza. Con esta recomendación, se previene la generación de derrames y la pérdida de la eficiencia de la misma.

Para realizar un manejo adecuado del compost, se recomienda disminuir el tamaño de los residuos húmedos para favorecer a su degradación. Se debe evitar introducir a la compostera, compuestos grasos como son las grasas de la cámara desengrasadora. Además, se recomienda realizar un control periódico de los parámetros del proceso como el oxígeno, por medio de volteos sistemáticos y la humedad, midiendo manualmente su déficit o exceso. Realizando sistemáticamente las recomendaciones y basándose en Esta medición puede realizarse mediante la técnica de puño cerrado o con el uso de un palito de helados (Circuito Verde, 2020). un manual de buenas prácticas ambientales, la práctica de compostaje se realizará en condiciones seguras para el ambiente.

En cuanto a los residuos dispuestos en el área restringida, se recomienda en primer lugar cambiar el hábito con respecto a su disposición en el AP. Si un residuo ya no se va a reutilizar en el corto plazo, se debe de trasladar hasta el centro urbano a fin de evitar su acumulación. De esta manera, se promueve una adecuada gestión priorizando la reutilización, el reciclado y el cuidado del ambiente.

No se debe de dejar de lado, el concepto del uso público ya que, las actividades recreativas que se realizan en la montaña tienen que poder acercar al visitante a conocer y cuidar de los valores naturales y culturales presentes. Es por esto que, a la hora de planificar y gestionar el uso público, la educación ambiental debe ser considerada como uno de los elementos más importantes para alcanzar dicho concepto.

CAPITULO 9: BIBLIOGRAFÍA

- APN. (2004). *Diseño, construcción y mantenimiento de senderos en áreas naturales*. San Carlos de Bariloche.
- APN. (2007). *Auditoría ambiental refugios y campamentos del CAB y sendas de la red troncal zona sur PNNH*. San Carlos de Bariloche.
- APN. (2010). *Guía para la elaboración de planes de gestión de áreas protegidas*.
- APN. (2010). *Plan de gestión institucional para los Parques Nacionales*. Administración Parques Nacionales.
- APN. (2016). Resolución N°203.Reglamento Estudio de Impacto Ambiental APN. República Argentina. Obtenido de https://sib.gob.ar/archivos/APN_Reglamento_EIA__2016_completo.pdf
- APN. (2017). *Guía para la clasificación de senderos pedestres en áreas protegidas bajo la jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales*.
- APN. (2019). *Plan de gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi*. San Carlos de Bariloche.
- APN. (2020). *Guía para la planificación de la educación ambiental en áreas protegidas*. Buenos Aires: APN.
- APN. (2020). *Informe de resultados del primer muestreo de tránsito de senderos en la red troncal de Parque Nacional Nahuel Huapi: vías de acceso al refugio Frey*. San Carlos de Bariloche.
- APN. (2020). *Resolución 187/2020. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires.
- APN et al. (2008). *Recomendaciones para usar la montaña sin dañarla*. San Carlos de Bariloche.
- APN. (s.f.). *Sistema de Información de Biodiversidad*. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de sib.gob.ar
- Aprile, G. (2015). *Evaluación de la huella de acceso al refugio de montaña "Puesto Cagliero" en relación a su impacto con el huemul*. El Chaltén.

- ARS. (2012). *Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Diagnostico de situación*. Buenos Aires: Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos.
- Asociación Mundial para el agua. (1992). *Declaración de Dublin*. Obtenido de <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/Tac3s.pdf>
- Baffico, D., & Úbeda, C. (2006). Larval diet of the frog *Alsodes gargola* (Leptodactylidae: Telmatobiinae) and some ecological considerations on its role in alpine and mountain aquatic environments in Patagonia. *Amphibia-Reptilia*, 161-168.
- Banco de Desarrollo de America Latina. (2018). *Economía circular e innovación tecnologica en residuos sólidos: oportunidades en America Latina*. Corporación Andina de Fomento.
- Bariloche trekking. (2019). <https://www.barilochetrekking.com/sendero-101/>. Recuperado el 18 de 04 de 2020
- Bayona, P. (2014). *Optimización del consumo de agua doméstico mediante sistemas de reutilización y tratamiento*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Bonino, M., Cruz, F., & Perotti, M. (2020). *Does temperature at local scale explain thermal biology patterns of temperate tadpoles?* CONICET-UNCOMA, INIBIOMA. San Carlos de Bariloche: Elsevier Journal of Thermal Biology.
- CEPAL. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPIS. (2003). *Especificaciones técnicas para el diseño de una trampa de grasa*. Lima: OPS.
- Chehébar, C., & Ramilo, E. (1992). *Fauna del Parque Nacional Nahuel Huapi*. Bariloche: APN y Asociación Amigos del Museo de la Patagonia "Francisco P. Moreno".
- Chinchilla Paniagua, M. (2015). *Relacion de parámetros de diseño de trampas de grasa versus su eficiencia en aguas residuales*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Circuito Verde. (2020). *Instructivo de compostaje domiciliario*. San Carlos de Bariloche.

- Club Andino Bariloche. (2005). *Convenio APN-CAB*. Recuperado el 22 de 03 de 2020, de <http://www.clubandino.org/documentacion/>
- Club Andino Bariloche. (2020). *Anuario del CAB 1931*. Recuperado el 03 de 04 de 2020, de <http://www.clubandino.org/web/wp-content/uploads/2020/03/1932%EF%80%A21.pdf>
- Conesa Fernandez-Vitora, V. (1993). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Mundi Prensa.
- Constitución de la provincia de Río Negro*. (1988). Obtenido de https://www.legisrn.gov.ar/const_prov.php
- Constitución Nacional*. (1994). Obtenido de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>
- Delgado Mesia, Y. (2017). *Gestión ambiental y la actitud hacia la naturaleza de los guarda parques del área de conservación regional cordillera escalera del Proyecto Especial Huallaga Central Bajo*. Tarapoto: Universidad César Vallejo.
- Dr. Bio. (s.f.). *Dr. Bio Instrucciones de uso*. Obtenido de <http://www.drbio.net/s/especificaciones-tecnicas/>
- Dujisin Rebolledo, P. (2020). Impactos ambientales generados por la actividad deportiva, recreativa y turística en alta montaña. Análisis de la cordillera de la Región Metropolitana de Santiago. *Retos*, 62-69.
- Ecoparque. (2019). *Manual de Buenas Prácticas Ambientales*. Buenos Aires.
- Elias, X. (2009). *Reciclaje de residuos sólidos industriales. Residuos sólidos industriales y fangos de depuradora*. Madrid: Diaz de Santos.
- Estrategia Nacional sobre Biodiversidad*. (2016). Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/estrategianacional>
- EUROPARC. (2005). *Manual sobre conceptos de uso público en los espacios naturales protegidos*. Madrid: Fundación Fernando González Bernáldez.
- FAO. (2019). *Guía teórico práctica sobre el biogás y los biodigestores*. Buenos Aires: Colección Documentos Técnicos.
- Ferreira, M., Ezcurra, & Clayton. (2006). *Flores de Alta Montaña en los Andes Patagónicos*. Buenos Aires: Lola.

- Ferreira, M., Grigera, D., & Úbeda, C. (2005). *Conservación de los ecosistemas de alta montaña: La zona altoandina del Parque Nacional Nahuel Huapi*. Chile: Anales Instituto Patagonia.
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, M. (2007). *Consultoría e Ingeniería Ambiental*. Madrid: Mundi Prensa.
- Gomez, J., Garcia, L., & Garcia Ventura, D. (2014). *Capacidad de acogida de uso público en los espacios naturales protegidos*. España: Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN). Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/acogida-uso-publico.aspx>
- Gonzalez, R., & Otero, A. (2003). Metodo de evaluación cualitativa de impactos ambientales. *Universidad Nacional del Comahue*, 79-92.
- Guevera Lizano, A. (2010). *Sistema para el adecuado desecho de las colillas de cigarillo*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Gutierrez, C., & Olmo, J. (2007). *Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales*. Ciudad de la Habana: Editorial Félix Varera.
- Herrera Ordoñez, B. (2017). *Evaluar las condiciones de operación y propuesta de un plan de manejo del sistema de trampas de grasa del área de talleres de gastronomía de la UTE*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- IATASA. (2010). *Estudio de factibilidad para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en los Municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi*.
- INTI. (2012). *Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental*. San Martín: INTI.
- INTI. (2016). *Sistemas de saneamiento seco con separación de orina*. Buenos Aires: INTI.
- INTI. (2018). *Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño*. San Martín.
- IPCC. (2014). *Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jácome, N., & Lambertucci, S. (2000). *Santuarios del Cóndor para la Conservación de la Naturaleza. Proyecto de Conservación Cóndor Andino (Vultur gryphus)*. Buenos Aires: Fundación Bioandina Argentina, Zoológico.

- Junta de Andalucía et. al. (2013). *Guías didácticas de educación ambiental*. Andalucía.
- La Nación. (20 de 05 de 2012). *Un refugio en las nubes*. Recuperado el 03 de 04 de 2020, de <https://www.lanacion.com.ar/turismo/viajes/un-refugio-en-las-nubes-nid1474146>
- Laos et al. (2000). Planta de compostaje de biosólidos: investigación y desarrollo en Bariloche, Argentina. *Ingeniería Ambiental y Sanitaria*, 50, 86-89.
- Leave No Trace. (2020). *Leave No Trace*. Recuperado el 25 de 8 de 2020, de <https://lnt.org/why/>
- Ley N° 18.284. (1969). Código Alimentario Argentino. República Argentina.
- Ley N°12.103. (1934). Administración Parques Nacionales. República Argentina.
- Ley N°2.952. (1996). Código de Aguas. Provincia de Río Negro, República Argentina.
- Ley N°22.351. (1980). Administración de Parques Nacionales. República Argentina.
- Ley N°25.675. (2002). General del Ambiente. República Argentina.
- Ley N°25.916. (2004). Gestión de residuos domiciliarios. República Argentina.
- Lozano Rivas, W. (2012). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Manzur, C. (2006). Evolución de las visitas y estudio de la demanda turística en las áreas protegidas de jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales Región Patagonia. En A. O. Brown, *La situación ambiental Argentina 2005* (págs. 293-301). Buenos aires: Fundación Vida Silvestre.
- Metcalf & Eddy. (1994). *Ingeniería sanitaria: tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales*. Colombia: Grupo editor Quinto Centenario.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Actividades en el PNNH*. Recuperado el 02 de 04 de 2020, de <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/nahuelhuapi/actividades>
- Ministerio de Energía. (2011). *Manual de biogás*. Santiago de Chile.
- Motta. (2012). *Composición química de ambientes lacustres del Parque Nacional Nahuel Huapi*. San Carlos de Bariloche: CENAC, CONICET.

- OMS. (2003). *Domestic Water Quantity, Service level and Health*. Ginebra: OMS.
- ONU. (1948). *Declaración Universal de Derechos Humanos*. Obtenido de <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>
- ONU. (1972). *Convención sobre protección del patrimonio cultural y natural*. Obtenido de <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- ONU. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
- ONU. (1993). *Convenio sobre Diversidad Biológica*. Obtenido de <https://www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml>
- ONU. (2015). *Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- OPS. (2005). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización*. Lima.
- Ortega Cutipa, O. (2018). *Uso de trampas de grasas y aceites para efluentes no domésticos de los establecimientos comerciales y de servicios en Tingo Maria*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Pocoví Labarra, G. (2016). *Revisión y análisis de los manuales de compostaje doméstico suministrados en las campañas municipales*. Orihuela: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Ramalho, R. (s.f). *Tratamiento de aguas residuales*. Canada: Reverté S.A, Universidad Laval.
- Refugio Laguna Negra. (2012). *Refugio Laguna Negra*. Obtenido de <http://www.refugiolagunanegra.com/el-refugio.html>
- Resolución N°31. (2019). Plan de Gestión PNNH. República Argentina. Obtenido de https://sib.gob.ar/archivos/RES._HD_N_231_2019.pdf
- ROTOPLAS. (s.f). *Manual Biodigestor Autolimpiable*. Buenos Aires: ROTOPLAS Argentina S.A.
- Schejtman, L., & Irurita, N. (2012). *Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina*. CIPECC.

- Secretaría de Asuntos Municipales. (s.f). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires. Obtenido de https://www.mininterior.gov.ar/municipios/pdfs/SAM_03_residuos_solidos.pdf
- SEGEMAR. (2009). *Programa Nacional de Cartas Geológicas de la Republica Argentina: carta de peligrosidad geológica 4172 IV San Carlos de Bariloche*. Buenos Aires: Instituto de geología y recursos naturales.
- Sendero de Chile. (s.f.). *Manual de no deje rastro*.
- SIB. (s.f.). *EVVE: Alsodes Gargola*. Recuperado el 03 de 04 de 2020, de <https://sib.gob.ar/index.php/especies/alsodes-gargola> 03/04/2020
- Skavarca, V., Perucci, L., & Cordoba, V. (2010). *El Sistema de Refúgios de Montaña en el Parque Nacional Nahuel Huapi: aportes para el desarrollo sustentable de Bariloche*. Argentina: CONPADRE.
- Suarez Londoño, S. (2018). *Propuesta de gestión ambiental en áreas protegidas*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Veracruz: Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (sf). *Desechos sólidos: principios de ingeniería y administración*.
- Temporetti, P. (s.f). *Contaminación de agua. Unidad VI*. San Carlos de Bariloche: INIBIOMA-CRUB-UNComa Grupo de Calidad de Agua y Recursos Acuáticos.
- UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017: Aguas residuales el recurso desaprovechado*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos.
- Valdez, E., & Vázquez González, A. (2003). *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales*. México: Fundación ICA.
- Valencia Bonilla, N. (2008). *Secado solar de lodos*. Universidad Nacional Autónoma de México.

CAPÍTULO 10: ANEXOS

ANEXO 1: VISITANTES REGISTRADOS POR EL REGISTRO DE TREKKING Y VISITANTES ESTIMADOS EN LAGUNA EN LA TEMPORADA 2019-2020

Tabla 10. Registro de visitantes 2019-2020

Fecha	Visitantes registrados	Visitantes estimados	Fecha	Visitantes registrados	Visitantes estimados
1/11/2019	10	29	8/1/2020	2	6
2/11/2019	2	6	9/1/2020	0	0
3/11/2019	6	17	10/1/2020	130	377
4/11/2019	2	6	11/1/2020	142	412
5/11/2019	0	0	12/1/2020	113	328
6/11/2019	0	0	13/1/2020	65	188
7/11/2019	4	12	14/1/2020	77	223
8/11/2019	12	35	15/1/2020	158	458
9/11/2019	26	75	16/1/2020	171	496
10/11/2019	15	43	17/1/2020	101	293
11/11/2019	7	20	18/1/2020	149	432
12/11/2019	9	26	19/1/2020	113	328
13/11/2019	7	20	20/1/2020	170	493
14/11/2019	7	20	21/1/2020	153	443
15/11/2019	0	0	22/1/2020	92	267
16/11/2019	21	61	23/1/2020	59	171
17/11/2019	0	0	24/1/2020	164	475
18/11/2019	3	9	25/1/2020	119	345
19/11/2019	4	12	26/1/2020	81	235
20/11/2019	6	17	27/1/2020	74	214
21/11/2019	24	70	28/1/2020	75	217
22/11/2019	10	29	29/1/2020	71	206
23/11/2019	19	55	30/1/2020	58	168
24/11/2019	12	35	31/1/2020	61	177
25/11/2019	12	35	1/2/2020	42	122
26/11/2019	1	3	2/2/2020	27	78
27/11/2019	0	0	3/2/2020	13	38
28/11/2019	0	0	4/2/2020	52	151
29/11/2019	0	0	5/2/2020	176	510
30/11/2019	0	0	6/2/2020	59	171
1/12/2019	16	46	7/2/2020	110	319
2/12/2019	6	17	8/2/2020	59	171
3/12/2019	14	41	9/2/2020	78	226
4/12/2019	4	12	10/2/2020	67	194

5/12/2019	6	17	11/2/2020	48	139
6/12/2019	2	6	12/2/2020	36	104
7/12/2019	26	75	13/2/2020	65	188
8/12/2019	8	23	14/2/2020	28	81
9/12/2019	14	41	15/2/2020	51	148
10/12/2019	19	55	16/2/2020	30	87
11/12/2019	5	14	17/2/2020	54	157
12/12/2019	15	43	18/2/2020	61	177
13/12/2019	30	87	19/2/2020	49	142
14/12/2019	37	107	20/2/2020	33	96
15/12/2019	10	29	21/2/2020	36	104
16/12/2019	14	41	22/2/2020	89	258
17/12/2019	39	113	23/2/2020	99	287
18/12/2019	9	26	24/2/2020	56	162
19/12/2019	37	107	25/2/2020	64	186
20/12/2019	18	52	26/2/2020	65	188
21/12/2019	39	113	27/2/2020	48	139
22/12/2019	22	64	28/2/2020	53	154
23/12/2019	0	0	29/2/2020	51	148
24/12/2019	7	20	1/3/2020	42	122
25/12/2019	4	12	2/3/2020	36	104
26/12/2019	5	14	3/3/2020	31	90
27/12/2019	8	23	4/3/2020	25	72
28/12/2019	115	333	5/3/2020	28	81
29/12/2019	52	151	6/3/2020	55	159
30/12/2019	81	235	7/3/2020	35	101
31/12/2019	57	165	8/3/2020	33	96
1/1/2020	5	14	9/3/2020	38	110
2/1/2020	50	145	10/3/2020	49	142
3/1/2020	61	177	11/3/2020	33	96
4/1/2020	110	319	12/3/2020	16	46
5/1/2020	55	159	13/3/2020	17	49
6/1/2020	50	145	14/3/2020	29	84
7/1/2020	1	3	15/3/2020	10	29

Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por la División de Planificación y Gestión de Uso Público PNNH

ANEXO 2: BALANCE DE MASA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAGUNA NEGRA

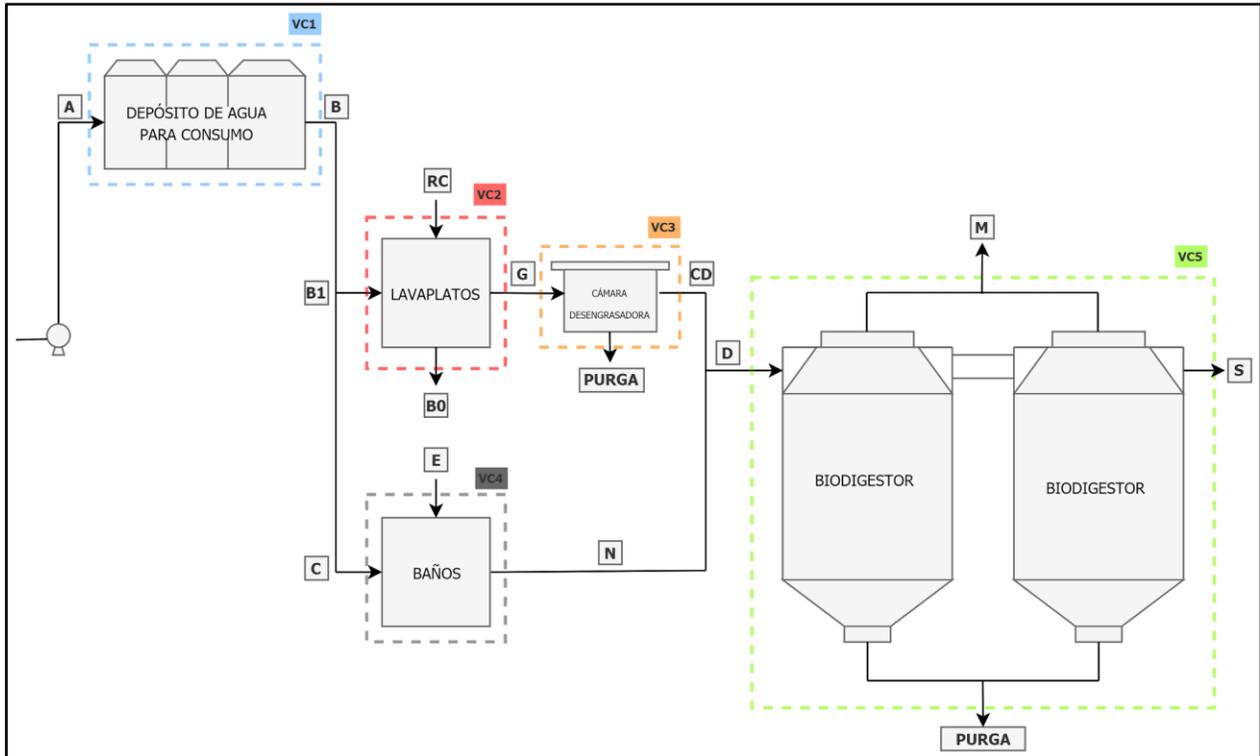


Figura 126. Balance de masa: sistema de tratamiento de aguas residuales
Fuente: elaboración propia

Aclaraciones:

- ✓ Para expresar las corrientes de agua en caudales máscicos, se consideró la densidad del agua como 1000 kg/m^3 .

BALANCE DE MASA GENERAL

$$A + RC + E = \text{Purga (cámara desengrasadora)} + \text{Purga (biodigestores)} + B0 + M + S$$

$$13,60 \text{ kg/día.pers} + 0,03 \text{ kg/día.pers} + 1,90 \text{ kg/día.pers} = 0,25 \text{ kg/día.pers} + 0,11 \text{ kg/día.pers} + 4 \text{ kg/día.pers} + 0,029 \text{ kg/día.pers} + 11,15 \text{ kg/día.pers}$$

$$15,53 \text{ kg/día.pers} = 15,53 \text{ kg/día.pers}$$

VOLUMEN DE CONTROL N°1

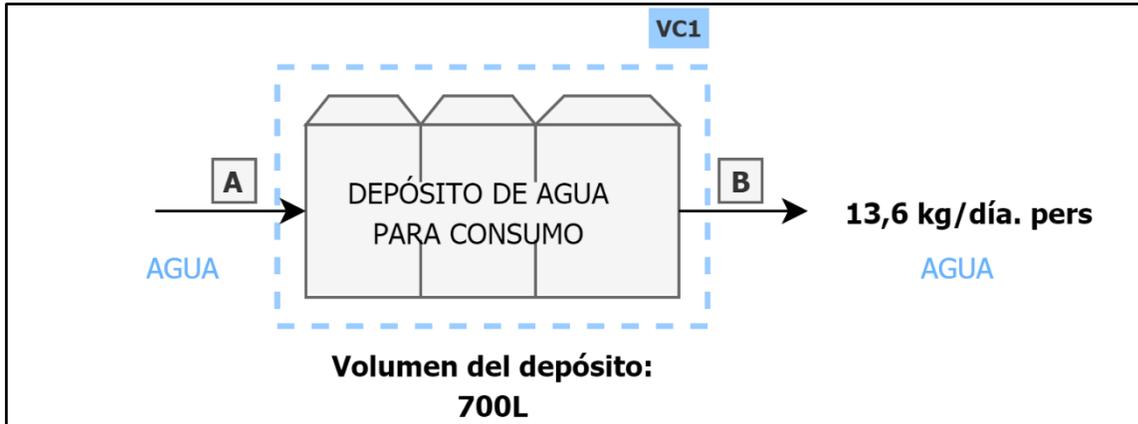


Figura 127. Volumen de control N°1
Fuente: elaboración propia

Se bombea agua desde la laguna hasta completar los 700L correspondientes al volumen del depósito para agua.

La corriente B, está definida como el consumo de agua diario por persona correspondiente a el agua para cocinar (2L) (OMS, 2003), para lavar los elementos de cocina usados (2,64L) (Bayona, 2014), para bebida (2L) (OMS, 2003), utilizada en el lavamanos (4L) (Bayona, 2014) y por descarga de agua en el inodoro (3L) (INTI, 2016). Por lo tanto, la corriente B queda definida como **13,6 kg/día.pers.**

VOLUMEN DE CONTROL N°2

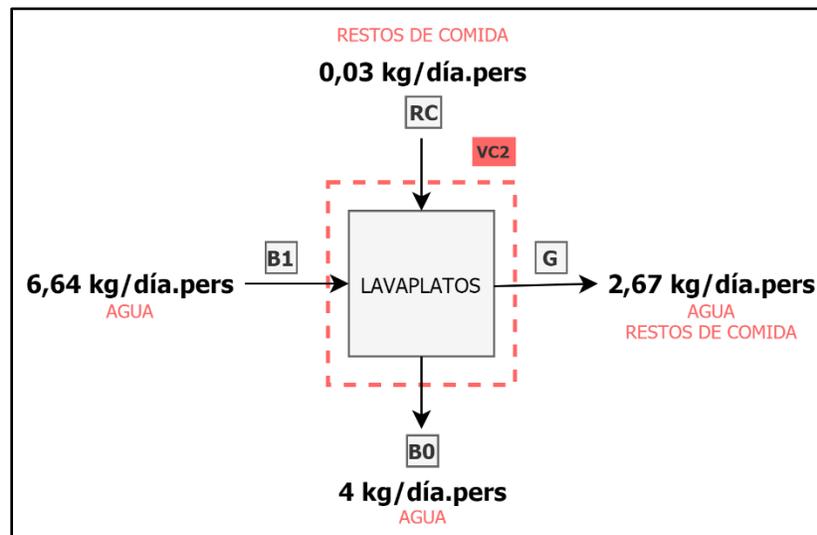


Figura 128. Volumen de control N°2
Fuente: elaboración propia

BALANCE DEL VOLUMEN DE CONTROL N°2

$$B1 + RC = B0 - G$$

$$G = B1 + RC - B0$$

El sistema se encuentra en estado estacionario, entonces:

$$G = 6,64 \text{ kg/día.pers} + 0,03 \text{ kg/día.pers} - 4 \text{ kg/día.pers}$$

$$G = 2,67 \text{ kg/ día.pers.}$$

La corriente B1, está definida como el consumo de agua diario realizado en el sector de la cocina por persona. El consumo contemplado es el agua destinada para cocinar (2L), para bebida (2L) y para el lavado de los elementos de cocina usados (2,64L). Teniendo en cuenta estos consumos, la corriente B1 es **6,64 kg/día.pers.**

La corriente B0, está definida por el consumo de agua diario que sale del sector de la cocina por persona. Este consumo, es el agua para bebida (2L) y el agua para cocinar(2L). Por lo tanto, B0 es **4 kg/día.pers.**

La corriente RC, está definida por los restos de comida que acompañan a los elementos de cocina utilizados. Si se considera que ingresan 30 g/día.pers (Metcalf & Eddy, 1994), entonces RC es **0,03 kg/día.pers.**

La corriente G, está definida por el agua utilizada para lavar los elementos de cocina usados junto con los restos de comida. Por lo tanto, G es **2,67 kg/ día.pers.** Esta corriente, da origen a las aguas grises del sistema.

La composición de las aguas grises, fue definida según Ortega Cutipa, el cual estudió la composición de las aguas grises que ingresan a una trampa de grasas para diferentes establecimientos comerciales. Considerando uno de los establecimientos catalogado como restaurante "Nativo", el cual presentó la mayor similitud con respecto a la actividad gastronómica del sitio de estudio, se utilizó su composición para definir a las aguas residuales del refugio:

Tabla 11. Composición de las aguas residuales

	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	AyG (mg/L)
ENTRADA TRAMPA DE GRASAS	882,1	1604,551	3490	924
EFICIENCIA DE	40,37%	44,23%	23,78%	70,13%

REMOCIÓN				
----------	--	--	--	--

Extraído de: Ortega Cutipa, 2018. Página 79

Cabe aclarar que, el establecimiento comercial realiza una limpieza de la trampa cada 7 días, lo cual favorece a la eficiencia de remoción obtenida.

VOLUMEN DE CONTROL N°3

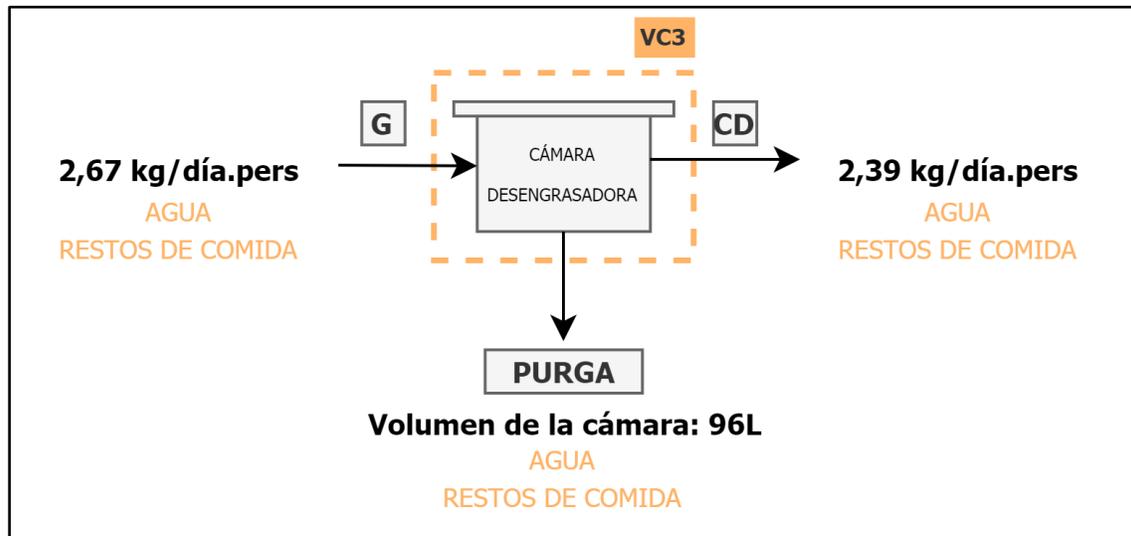


Figura 129. Volumen de control N°2
Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE CONTROL N°3

La corriente G, proviene del sector de la cocina definida en el volumen de control N°2.

La PURGA, es la limpieza del sistema, la cual se realiza cuando se alcanza el volumen total de la cámara desengrasadora.

La corriente CD, es el efluente tratado por la cámara desengrasadora.

BALANCE DEL VOLUMEN DE CONTROL N°3

$$\text{ACUMULACIÓN} = \text{ENTRADA} - \text{SALIDA}$$

$$\text{ACUMULACIÓN} = G - CD$$

Teniendo en cuenta la composición mencionada para la corriente G (Ortega Cutipa, 2018), se la reescribió en forma de porcentaje:

Tabla 12. Composición del agua gris y eficiencia de remoción

	DBO5	DQO	SST	AyG
ENTRADA TRAMPA DE GRASAS	12,8%	23,3%	50,6%	13,4%
EFICIENCIA DE REMOCIÓN	40,37%	44,23%	23,78%	70,13%

Fuente: (Ortega Cutipa, 2018)

Asumiendo que, en el cámara desengrasadora del refugio se retienen únicamente aceites y grasas, entonces:

$$\text{ACUMULACIÓN DE GRASAS} = G * \text{cc GRASAS kg/día.pers} - CD * \text{cc GRASAS kg/día.pers}$$

$$= (2,64 \text{ kg/día.pers} * 0,134) - (2,64 \text{ kg/día.pers} * 0,134 * (1 - 0,7013))$$

$$= 0,35 \text{ kg aceites y grasas/día.pers} - 0,10 \text{ kg aceites y grasas/día.pers}$$

$$= 0,25 \text{ kg aceites y grasas/día.pers}$$

En la cámara, queda retenido 0,25 kg de aceites y grasas por día por persona, teniendo en cuenta una concentración del 13,4% de aceites y grasas en el agua gris y una eficiencia de remoción del 70,13% (Ortega Cutipa, 2018).

Según el Código Alimentario Argentino, en su capítulo N°7, menciona las características fisicoquímicas de las grasas y aceites de los alimentos. Asumiendo una densidad promedio de 900 kg/m³:

$$0,25 \text{ kg} / 900 \text{ kg/m}^3 = 0,00028 \text{ m}^3$$

Es lo mismo que decir, **0,28 L/día.pers.**

Si la cámara tiene un volumen de 96L, entonces el tiempo de retención es:

$$\text{TR} = \text{Volumen} / \text{Caudal}$$

$$96 \text{ L} / 0,28 \text{ L/día. pers} = 348 \text{ día.pers}$$

La corriente CD, queda definida como:

$$\text{CD} = G - \text{ACUMULACIÓN DE ACEITES Y GRASAS}$$

CD= 2,64 kg/día.pers - 0,25 kg aceites y grasas/día.pers

CD=2,39 kg/día.pers

VOLUMEN DE CONTROL N°4

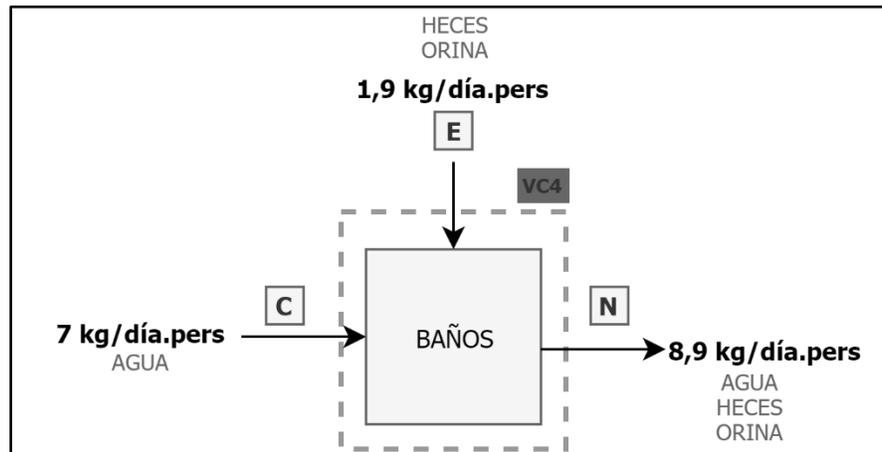


Figura 130. Volumen de control N°4
Fuente: elaboración propia

BALANCE DEL VOLUMEN DE CONTROL N°4

$$C+E=N$$

El sistema se encuentra en estado estacionario, entonces:

$$N= 7 \text{ kg/día.pers} + 1,90 \text{ kg/día.pers}$$

$$N= 8,9 \text{ kg/ día.pers.}$$

La corriente C, está definida como el consumo diario de agua por persona en el baño. Se contempla el consumo de agua en el lavamanos (4L) y el consumo de agua de al menos una descarga de agua de inodoro (3L). La corriente C, es **7 kg/ día.pers.**

La corriente E, está definida por la eliminación de heces diarias de una persona (0,4 kg/día.pers) y por la eliminación de orina diaria de una persona (1,5 kg/día.pers). (INTI, 2016). La corriente E, es **1,9 kg/día.pers.**

VOLUMEN DE CONTROL N°5

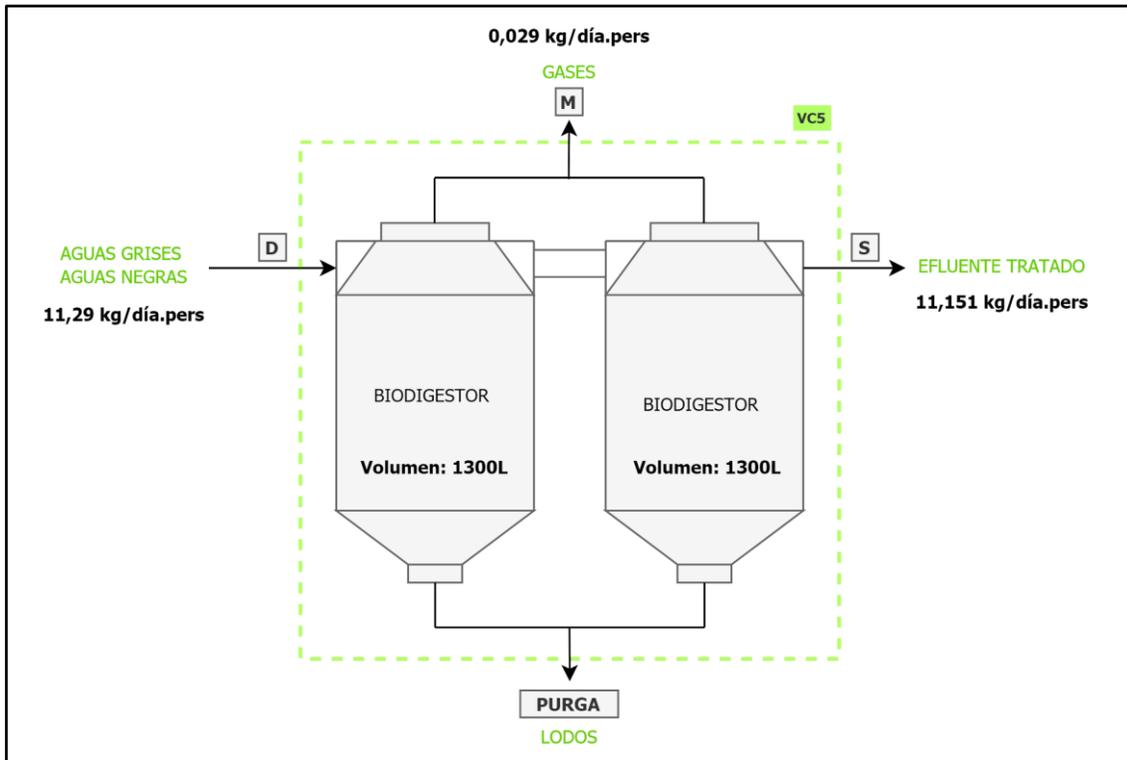


Figura 131. Volumen de control N°5
Fuente: elaboración propia

BALANCE DEL VOLUMEN DE CONTROL N°5

$$D = \text{LODOS} + S + M$$

$$D - \text{LODOS} - M = S$$

$$11,290 \text{ kg/día.pers} - 0,110 \text{ kg/día.pers} - 0,029 \text{ kg/día.pers} = S$$

$$S = 11,151 \text{ kg/día.pers}$$

La corriente D, está definida por la corriente CD, correspondiente a las aguas grises del sistema (2,39 kg/día.pers), y por la corriente N, correspondiente a las aguas negras del sistema (8,9 kg/día.pers). Ambas corrientes se encuentran definidas en el volumen de control N°3 y N°4 respectivamente. De esta manera, la corriente D es aproximadamente **11,29 kg/día.pers**.

La PURGA, refiere a los lodos generados durante el proceso anaeróbico presente en los biodigestores. Cada persona genera 0,04m³/año (OPS, 2005), lo que daría **0,11**

L/día.pers. La purga, se realiza una vez al finalizar la temporada de verano. Según ROTOPLAS, se generan 200 L de lodos en un año para un biodigestor de 1300L.

La corriente M, está definida por la generación de biogás en función a los kg de excretas humanas, generando 0,06 m³/kg húmedo. Para la generación de excretas contempladas en este análisis (0,4 kg/día.pers) (INTI, 2016), la generación de biogás corresponde a **0,024 m³/día.pers.** Si consideramos la densidad del biogás, la cual es de 1,2 kg/m³ (Ministerio de Energía, 2011):

$$0,024\text{m}^3/\text{día.pers} * 1,2 \text{ kg/m}^3 = 0,029 \text{ kg/día.pers}$$

$$\text{THR} = \text{Volumen/Caudal}$$

$$\text{THR} = \text{Volumen}/(\text{D}-\text{M})$$

$$2600\text{L} / 11,18 \text{ L/día. pers} = 232 \text{ día.pers}$$

ANEXO 3: RESULTADOS MUESTREOS DE AGUA ARROYO NEGRO



LABORATORIO
BEHA AMBIENTAL SRL
María Ayelen 5399 - B° Las Marías - Bariloche - Río Negro
Tel.: 0294-4529030/4529040 - mail: consultas@beha.com.ar
www.beha.com.ar



Laboratorio Habilitado por Salud Ambiental de la Provincia de Río Negro Bajo el Nro 008 - Expediente N° 76389-S-2007

ORDEN DE ENSAYO
N° 12710

DATOS DEL CLIENTE					
id	CLIENTE	CONTACTO	DIRECCION	TELEFONO	MAIL
120	Alondra Crego	Alondra Crego		154-512731	alondracrego@h

DATOS DEL MUESTREO

Fecha de recepción de la muestra	Origen de la muestra	Fecha de toma de muestra	Responsable del muestreo	Cantidad de muestras
07/01/2020	Arroyo Laguna Negra	07/01/2020	Cliente	3 (tres)
Acompaña cadena de custodia: SI		Identificación de la cadena de custodia:		

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Identificación del cliente	Identificación laboratorio	Descripción de la muestra	Estado de recepción
M1 Arroyo Laguna Negra 09:41 hs	12710 A	Agua	Envase de 1 L
M2 Arroyo Laguna Negra 09:50 hs	12710 B	Agua	Envase de 1 L
M3 Blanco Laguna Negra 10:03 hs	12710 C	Agua	Envase de 1 L

ANALISIS FISICOQUIMICO

id	Determinación	Metodología	Unidad de Expresión	Muestras		
				A	B	C
106	DBO	SM 5210 D	mg/l	< 5	< 5	< 5
107	DQO	SM 5220 D	mg/L	< 3	< 3	< 3

ORSERVACIONES

Fecha de inicio de los ensayos 07/01/2020

FIN DEL INFORME

Fecha de finalización de los ensayos 16/01/2020

MARISOL SAN JUAN DE SANTA CRUZ
BIOQUIMICA - MAT N° 1409 -
DIRECTORA TECNICA

Nota 1: El presente informe de ensayo es solo aplicable a las muestras recibidas.

Nota 2: No se debe reproducir el informe, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Nota 3: Cuando el muestreo está a cargo de Beha Ambiental S.R.L., se realiza según el procedimiento interno "Toma de Muestra y Medición de Parámetros In Situ", en versión vigente, salvo solicitud expresa del cliente.

Nota 4: Beha Ambiental S.R.L. declina toda responsabilidad acerca del valor representativo de las muestras entregadas al laboratorio, salvo que hayan sido extraídas por intervención expresa de Beha Ambiental S.R.L. en la operación de muestreo.

Nota 5: Beha Ambiental SRL declara mantener la confidencialidad de la información obtenida parcial o totalmente a otro comitente o cualquier persona jurídica o física no acredite pertenecer a la Empresa contratante y que no haya debidamente documentado pertenecer y / o representar a dicha Firma. La presente cláusula se aplica a información que conste en documentos, medios electrónicos o magnéticos, discos ópticos, microfílmes o elementos similares. Dicho procedimiento tiene como alcanc toda persona que se desempeña en Beha Ambiental SRL, que tenga acceso a una información parcial o total.

Figura 132. Resultado análisis fisicoquímico enero 2020
Fuente: Beha Ambiental



LABORATORIO
BEHA AMBIENTAL SRL
María Ayelen 5399 - B° Las Marías - Bariloche - Río Negro
Tel.: 0294-4529030/4529040 - mail: consultas@beha.com.ar
www.beha.com.ar



Laboratorio Habilitado por Salud Ambiental de la Provincia de Río Negro Bajo el Nro 008 - Expediente N° 76389-S-2007

ORDEN DE ENSAYO N° 12709

DATOS DEL CLIENTE

Id	CLIENTE	CONTACTO	DIRECCION	TELEFONO	MAIL
120	Alondra Crego	Alondra Crego		154-512731	alondracrego@hotmail.com

DATOS DEL MUESTREO

Fecha de recepción de la muestra	Origen de la muestra	Fecha de toma de muestra	Responsable del muestreo	Cantidad de muestras
07/01/2020	Arroyo Laguna Negra	07/01/2020	Cliente	3 (tres)
Acompaña cadena de custodia: SI		Identificación de la cadena de custodia:		

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Identificación del cliente	Identificación Laboratorio	Descripción de la Muestra	Estado de recepción
M1 Arroyo Laguna Negra 09:37 hs	12709 A	Agua	Envase estéril de 250 ml - 13 :45 Hs
M2 Arroyo Laguna Negra 09:38 hs	12709 B	Agua	Envase estéril de 250 ml - 13 :45 Hs
M3 Blanco Laguna Negra 10:09 hs	12709 C	Agua	Envase estéril de 250 ml - 13 :45 Hs

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Id	Determinación	Metodología	Unidad de Expresión	M1 Arroyo Laguna Negra 09:37 hs	M2 Arroyo Laguna Negra 09:38 hs	M3 Blanco Laguna Negra 10:09 hs
				A	B	C
5	Recuento de Coliformes Totales	SM 9221 B	NMP en 100 ml	9,1	< 3	< 3
7	Recuento de Coliformes Fecales	SM 9221 F	NMP en 100 ml	3,6	< 3	< 3

FIN DEL INFORME

Fecha de inicio de los ensayos	07/01/2020	Fecha de finalización de los ensayos	13/01/2020
 MARISOL SAN JUAN DE SANTA CRUZ BIOQUÍMICA - MAT N° 1409 - DIRECTORA TÉCNICA BEHA AMBIENTAL SRL		 DINA NOEMI FALIVENE TEC. QUÍMICA ANALISTA DE MICROBIOLOGÍA BEHA AMBIENTAL SRL	

Nota 1: El presente informe de ensayo es solo aplicable a las muestras recibidas.
 Nota 2: No se debe reproducir el informe, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Nota 3: Cuando el muestreo está a cargo de Beha Ambiental S.R.L., se realiza según el procedimiento interno "Toma de Muestra y Medición de Parámetros In Situ", en su versión vigente, salvo solicitud expresa del cliente.
 Nota 4: Beha Ambiental S.R.L. declina toda responsabilidad acerca del valor representativo de las muestras entregadas al laboratorio, salvo que hayan sido extraídas por intervención expresa de Beha Ambiental S.R.L. en la operación de muestreo.
 Nota 5: Beha Ambiental S.R.L. declara mantener la confidencialidad de la información obtenida parcial o totalmente a otro comitente o cualquier persona jurídica o física que no acredite pertenecer a la Empresa contratante y que no haya debidamente documentado pertenecer y / o representar a dicha Firma. La presente cláusula se aplica a la información que consta en documentos, medios electrónicos o magnéticos, discos ópticos, microfilm o elementos similares. Dicho procedimiento tiene como alcance a toda persona que se desempeña en Beha Ambiental S.R.L. que tenga acceso a una información parcial o total.

Figura 133.Resultado análisis microbiológico enero 2020
Fuente: Beha Ambiental



LABORATORIO
BEHA AMBIENTAL SRL
María Ayelen 5399 - B° Las Marías - Bariloche - Río Negro
Tel.: 0294-4529030/4529040 - mail: consultas@beha.com.ar
www.beha.com.ar



Laboratorio Habilitado por Salud Ambiental de la Provincia de Río Negro Bajo el Nro 008 - Expediente N° 76389-S-2007

ORDEN DE ENSAYO N°	DATOS DEL CLIENTE					
	Id	CLIENTE	CONTACTO	DIRECCION	TELEFONO	MAIL
12784	120	Alondra Crego	Alondra Crego		154-512731	alondracrego@hotmail.com

DATOS DEL MUESTREO				
Fecha de recepción de la muestra	Origen de la muestra	Fecha de toma de muestra	Responsable del muestreo	Cantidad de muestras
22/01/2020	Arroyo Laguna Negra	22/01/2020	Cliente	4 (cuatro)
Acompaña cadena de custodia: SI		Identificación de la cadena de custodia:		

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS			
Identificación del cliente	Identificación laboratorio	Descripción de la muestra	Estado de recepción
M3 - 09:09 hs	12784 A	Agua	Envase de 1 L - 14:20 hs
M4 - 09:13 hs	12784 B	Agua	Envase de 1 L - 14:20 hs
M7 - 09:41 hs	12784 C	Agua	Envase de 1 L - 14:20 hs
M8 - 09:44 hs	12784 D	Agua	Envase de 1 L - 14:20 hs

ANALISIS FISICOQUIMICO							
				M3 - 09:09 hs	M4 - 09:13 hs	M7 - 09:41 hs	M8 - 09:44 hs
Id	Determinación	Metodología	Unidad de Expresión	A	B	C	D
106	DBO	SM 5210 D	mg/L	< 5	< 5	< 5	< 5
107	DQO	SM 5220 D	mg/L	< 3	< 3	< 3	< 3

OBSERVACIONES	
Fecha de inicio de los ensayos	22/01/2020

FIN DEL INFORME	
Fecha de finalización de los ensayos	30/01/2020

MARISOL SAN JUAN DE SANTA CRUZ
BIOQUIMICA - MAT N° 1409 -
DIRECTORA TECNICA
BEHA AMBIENTAL SRL

Nota 1: El presente informe de ensayo es solo aplicable a las muestras recibidas.
Nota 2: No se debe reproducir el informe, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio.
Nota 3: Cuando el muestreo está a cargo de Beha Ambiental S.R.L., se realiza según el procedimiento interno "Toma de Muestra y Medición de Parámetros In Situ", en su versión vigente, salvo solicitud expresa del cliente.
Nota 4: Beha Ambiental S.R.L. declara toda responsabilidad acerca del valor representativo de las muestras entregadas al laboratorio, salvo que hayan sido extraídas por intervención expresa de Beha Ambiental S.R.L. en la operación de muestreo.
Nota 5: Beha Ambiental SRL declara mantener la confidencialidad de la información obtenida parcial o totalmente a otro comitente o cualquier persona jurídica o física que no acredite pertenecer a la Empresa contratante y que no haya debidamente documentado pertenecer y / o representar a dicha Firma. La presente cláusula se aplica a la información que conste en documentos, medios electrónicos o magnéticos, discos ópticos, microfílmicos o elementos similares. Dicho procedimiento tiene como alcance a toda persona que se desempeña en Beha Ambiental SRL, que tenga acceso a una información parcial o total.

Figura 134. Resultado análisis fisicoquímico enero 2020
Fuente: Beha Ambiental



LABORATORIO
BEHA AMBIENTAL SRL
María Ayelen 5399 - B° Las Marias - Bariloche - Río Negro
Tel.: 0294-4529030/4529040 - mail: consultas@beha.com.ar
www.beha.com.ar



Laboratorio Habilitado por Salud Ambiental de la Provincia de Río Negro Bajo el Nro 008 - Expediente N° 76389-S-2007

ORDEN DE ENSAYO N° 12785

DATOS DEL CLIENTE

id	CLIENTE	CONTACTO	DIRECCION	TELEFONO	MAIL
120	Alondra Crego	Alondra Crego		154-512731	alondracrego@hotmail.com

DATOS DEL MUESTREO

Fecha de recepción de la muestra	Origen de la muestra	Fecha de toma de muestra	Responsable del muestreo	Cantidad de muestras
22/01/2020	Arroyo Laguna Negra	22/01/2020	Cliente	4 (cuatro)

Acompaña cadena de custodia: SI Identificación de la cadena de custodia:

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Identificación del cliente	Identificación Laboratorio	Descripción de la Muestra	Estado de recepción
M1 09:09 hs	12785 A	Agua	Envase estéril de 250 ml - 14 :20 Hs
M2 09:04 hs	12785 B	Agua	Envase estéril de 250 ml - 14 :20 Hs
M5 - 09:53 hs	12785 C	Agua	Envase estéril de 250 ml - 14 :20 Hs
M6 - 09:55 hs	12785 D	Agua	Envase estéril de 250 ml - 14 :20 Hs

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Id	Determinación	Metodología	Unidad de Expresión	ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
				M1 09:09 hs	M2 09:04 hs	M5 - 09:53 hs	M6 - 09:55 hs
				A	B	C	D
5	Recuento de Coliformes Totales	SM 9221 B	NMP en 100 ml	< 3	1,1 x 10 ¹	3,6	43
7	Recuento de Coliformes Fecales	SM 9221 F	NMP en 100 ml	< 3	< 3	3,6	< 3

FIN DEL INFORME

Fecha de inicio de los ensayos: 22/01/2020 Fecha de finalización de los ensayos: 27/01/2020

MARISOL SAN JUAN DE SANTA CRUZ
BIOQUÍMICA - MAT N° 1409 -
DIRECTORA TÉCNICA
BEHA AMBIENTAL SRL

DINA NOEMÍ PAVONE
TEC. QUÍMICA
ANALISTA DE MICROBIOLOGÍA
BEHA AMBIENTAL SRL

Nota 1: El presente informe de ensayo es solo aplicable a las muestras recibidas.
Nota 2: No se debe reproducir el informe, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio.
Nota 3: Cuando el muestreo está a cargo de Beha Ambiental S.R.L., se realiza según el procedimiento interno "Toma de Muestra y Medición de Parámetros In Situ", en su versión vigente, salvo solicitud expresa del cliente.
Nota 4: Beha Ambiental S.R.L. declina toda responsabilidad acerca del valor representativo de las muestras entregadas al laboratorio, salvo que hayan sido extraídas por intervención expresa de Beha Ambiental S.R.L. en la operación de muestreo.
Nota 5: Beha Ambiental SRL declara mantener la confidencialidad de la información obtenida parcial o totalmente a otro comitente o cualquier persona jurídica o física que no acredite pertenecer a la Empresa contratante y que no haya debidamente documentado pertenecer y / o representar a dicha Firma. La presente cláusula se aplica a la información que conste en documentos, medios electrónicos o magnéticos, discos ópticos, microfilmes o elementos similares. Dicho procedimiento tiene como alcance a toda persona que se desempeña en Beha Ambiental SRL, que tenga acceso a una información parcial o total.

Figura 135. Resultado análisis microbiológico enero 2020
Fuente: Beha Ambiental

ANEXO 4: RESPUESTAS DE LOS GRUPOS DE VISITANTES A LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Tabla 13. Respuesta encuesta de percepción de visitante

Grupo de Visitantes	Respuestas a las preguntas de la encuesta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NO	4	NO	SI	NO					3
2	SI	2	SI	SI	SI				SI	5
3	SI	2	SI	SI	SI			SI	SI	5
4	SI	3	NO	SI	NO					5
5	SI	3	NO	SI	NO					5
6	SI	5	NO	SI	SI		SI		SI	5
7	SI	2	NO	SI	NO					3
8	NO	4	NO	NO	SI	SI			SI	5
9	SI	5	NO	SI	SI					5
10	SI	3	NO	NO	NO					4
11	SI	5	NO	NO	NO					5
12	NO	5	NO	SI	NO					3
13	SI	1	SI	NO	SI					5
14	SI	3	NO	SI	SI		SI	SI		5
15	SI	2	NO	NO	SI				SI	5
16	SI	5	NO	NO	NO					5
17	SI	5	NO	NO	NO					4
18	SI	4	NO	SI	NO					5
19	SI	1	NO	SI	SI		SI		SI	4
20	SI	4	SI	SI	NO					4
21	SI	4	NO	NO	NO					5
22	SI	2	NO	SI	NO					3
23	SI	4	NO	SI	SI			SI		4
24	SI	3	SI	NO	SI		SI	SI		4
25	SI	4	NO	NO	NO					5
26	SI	2	SI	NO	NO					5
27	SI	3	NO	NO	SI		SI	SI		5
28	SI	5	NO	SI	SI				SI	5
29	SI	5	SI	SI	NO					5
30	SI	5	NO	NO	SI			SI		5
31	SI	2	NO	SI	SI	SI				5
32	SI	2	NO	SI	NO					5
33	SI	4	SI	SI	SI			SI	SI	4
34	SI	3	NO	NO	SI		SI		SI	5
35	NO	1	NO	SI	NO					4
36	SI	1	NO	SI	SI				SI	5

37	SI	2	NO	NO	NO					5
38	SI	2	NO	NO	SI					5
39	SI	4	SI	NO	NO					5
40	SI	3	SI	SI	SI				SI	5
41	SI	5	NO	SI	NO					5
42	SI	5	SI	SI	NO					5
43	SI	5	NO	SI	NO					5
44	SI	5	SI	SI	NO					5
45	SI	3	NO	NO	SI			SI	SI	5
46	SI	3	NO	NO	SI				SI	5
47	SI	4	NO	NO	NO					5
48	SI	5	NO	SI	SI				SI	4
49	SI	3	NO	SI	NO					5
50	SI	4	SI	NO	NO					5
51	SI	3	NO	NO	SI			SI	SI	4
52	NO	3	NO	SI	SI			SI	SI	4

Fuente: elaboración propia

ANEXO 5: REGISTRO DEL PESO DE LOS RESIDUOS HÚMEDOS GENERADOS EN EL REFUGIO

Tabla 14. Registro de la generación de residuos húmedos

Fecha	Registro de peso residuos húmedos (gramos)	Peso de residuo húmedo - Peso del recipiente (gramos)	Peso del residuo húmedo (Kg)	Fecha	Registro de peso residuos húmedos (gramos)	Peso de residuo húmedo - Peso del recipiente (gramos)	Peso del residuo húmedo(Kg)
23/12/2019	3300	2950	2,95	4/2/2020	3672	3322	3,322
24/12/2019	8406	8056	8,056	5/2/2020	10720	10370	10,37
25/12/2019	4585	4235	4,235	6/2/2020	3528	3178	3,178
26/12/2019	4946	4596	4,596	7/2/2020	7110	6760	6,76
27/12/2019	4497	4147	4,147	8/2/2020	7847	7497	7,497
28/12/2019	7206	6856	6,856	9/2/2020	12619	12269	12,269
29/12/2019	8931	8581	8,581	10/2/2020	6445	6095	6,095
30/12/2019	10391	10041	10,041	11/2/2020	6920	6570	6,57
31/12/2019	7512	7162	7,162	12/2/2020	8733	8383	8,383
1/1/2020	17633	17283	17,283	13/2/2020	4331	3981	3,981
2/1/2020	5219	4869	4,869	14/2/2020	10392	10042	10,042
3/1/2020	9540	9190	9,19	15/2/2020	4965	4615	4,615
4/1/2020	11218	10868	10,868	16/2/2020	7982	7632	7,632
5/1/2020	8254	7904	7,904	17/2/2020	8134	7784	7,784
6/1/2020	13304	12954	12,954	18/2/2020	9519	9169	9,169
7/1/2020	8741	8391	8,391	19/2/2020	8993	8643	8,643
8/1/2020	4853	4503	4,503	20/2/2020	3420	3070	3,07

9/1/2020	2169	1819	1,819	21/2/2020	8469	8119	8,119
10/1/2020	7706	7356	7,356	22/2/2020	3650	3300	3,3
11/1/2020	14194	13844	13,844	23/2/2020	12997	12647	12,647
12/1/2020	11537	11187	11,187	24/2/2020	13746	13396	13,396
13/1/2020	15784	15434	15,434	25/2/2020	10227	9877	9,877
14/1/2020	7117	6767	6,767	26/2/2020	12819	12469	12,469
15/1/2020	7679	7329	7,329	27/2/2020	3880	3530	3,53
16/1/2020	9552	9202	9,202	28/2/2020	4444	4094	4,094
17/1/2020	20849	20499	20,499	29/2/2020	8086	7736	7,736
18/1/2020	3552	3202	3,202	1/3/2020	4540	4190	4,19
19/1/2020	12700	12350	12,35	2/3/2020	4145	3795	3,795
20/1/2020	25283	24933	24,933	3/3/2020	3167	2817	2,817
21/1/2020	7570	7220	7,22	4/3/2020	3663	3313	3,313
22/1/2020	5050	4700	4,7	5/3/2020	8096	7746	7,746
23/1/2020	13416	13066	13,066	6/3/2020	4842	4492	4,492
24/1/2020	12386	12036	12,036	7/3/2020	6844	6494	6,494
25/1/2020	8873	8523	8,523	8/3/2020	13475	13125	13,125
26/1/2020	8830	8480	8,48	9/3/2020	5000	4650	4,65
27/1/2020	8668	8318	8,318	10/3/2020	4882	4532	4,532
28/1/2020	12879	12529	12,529	11/3/2020	3905	3555	3,555
29/1/2020	9486	9136	9,136	12/3/2020	4805	4455	4,455
30/1/2020	11676	11326	11,326	13/3/2020	3490	3140	3,14
31/1/2020	8620	8270	8,27	14/3/2020	3484	3134	3,134
1/2/2020	7218	6868	6,868	15/3/2020	8741	8391	8,391
2/2/2020	8167	7817	7,817	16/3/2020	3530	3180	3,18
3/2/2020	4510	4160	4,16	17/3/2020	2051	1701	1,701

Fuente: elaboración propia

ANEXO 6: HOJAS DE CAMPO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Tabla 15. Hoja de campo N°1

HOJA DE CAMPO N°1		
PROBLEMA DETECTADO: Infraestructura precaria		
LAGUNA NEGRA		LUGAR DE OCURRENCIA: Sistema de tratamiento de aguas residuales
ETAPAS		
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías	X
	Vuelco de efluente	
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora	
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos	

	Proceso de compostaje										
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe										
	Uso de los caminos internos										
	Acampe en la costa de la laguna Negra										
IMPACTO AMBIENTAL											
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN			
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO	
FÍSICO		X	X			X		X			
BIOLÓGICO		X	X				X		X		
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		X			X		X			X	
OBSERVACIÓN	El sistema de cañería instalado se encuentra sumamente visible lo que genera un impacto visual negativo. Además, los caños se encuentran conectados de manera precaria lo que genera pérdidas en el sistema.										
CAUSA	Falta de recursos económicos destinados a un sistema de cañería seguro y discreto a la vista de los visitantes.										

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Hoja de campo N°2

HOJA DE CAMPO N°2											
PROBLEMA DETECTADO: Infraestructura precaria											
LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA: Sistema de tratamiento de aguas residuales					
ETAPAS											
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías										
	Vuelco de efluente				X						
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora										
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos										
	Proceso de compostaje										
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe										
	Uso de los caminos internos										
	Acampe en la costa de la laguna Negra										
IMPACTO AMBIENTAL											

MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN		
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO
FÍSICO		X			X	X				X
BIOLÓGICO		X		X			X		X	
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		X	X				X		X	
OBSERVACIÓN	Predominan los malos olores y el aumento de la cobertura vegetal en la zona de vuelco. Las uniones de caños generan perdidas por lo que se vuelca el efluente en lugares no deseados.									
CAUSA	Características fisicoquímicas del efluente, baja capacidad de infiltración debido al suelo rocoso, falta de recursos económicos destinados a la mejora de la zona de vuelco del efluente.									

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Hoja de campo N°3

HOJA DE CAMPO N°3											
PROBLEMA DETECTADO: Infraestructura precaria											
LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA: Sistema de tratamiento de aguas residuales					
ETAPAS											
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías										
	Vuelco de efluente										
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora					X					
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos										
	Proceso de compostaje										
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe										
	Uso de los caminos internos										
	Acampe en la costa de la laguna Negra										
IMPACTO AMBIENTAL											
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN			
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO	
FÍSICO		X			X	X		X			
BIOLÓGICO		X			X		X			X	
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		X			X		X		X		

OBSERVACIÓN	Los cauques interactúan con las grasas y aceites derramadas de la cámara. Hay un aumento de la cobertura vegetal en la zona de derrame. El efluente fluye en dirección a la laguna debido a la pendiente negativa. Genera un impacto visual negativo
CAUSA	Se producen derrames por la unión de cañerías y desbordes por la saturación de la cámara desengrasadora.

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Hoja de campo N°4

HOJA DE CAMPO N°4															
PROBLEMA DETECTADO: Acumulación de residuos															
LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA: área restringida									
ETAPAS															
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías														
	Vuelco de efluente														
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora														
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos										X				
	Proceso de compostaje														
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe														
	Uso de los caminos internos														
	Acampe en la costa de la laguna Negra														
IMPACTO AMBIENTAL															
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN							
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO					
FÍSICO		X		X		X				X					
BIOLÓGICO		X	X			X			X						
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		X		X		X			X						
OBSERVACIÓN	Hay presencia de residuos voluminosos del tipo chatarra y restos de materiales de construcción dispersos en el área restringida.														
CAUSA	Materiales de gran volumen. Falta de alternativas de transporte para retirarlos del área protegida y llevarlos a un sitio de disposición final urbano.														

Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Hoja de campo N°5

HOJA DE CAMPO N°5
PROBLEMA DETECTADO: Manejo de la práctica de compostaje

LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA: Sitio de compostaje				
ETAPAS										
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías									
	Vuelco de efluente									
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora									
Gestión de residuos sólidos urbanos	Diposición de residuos voluminosos									
	Proceso de compostaje		X							
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe									
	Uso de los caminos internos									
	Acampe en la costa de la laguna Negra									
IMPACTO AMBIENTAL										
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN		
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO
FÍSICO		X			X	X		X		
BIOLÓGICO		X			X	X			X	
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	X				X		X			X
OBSERVACIÓN	Hay generación de malos olores en el sitio. La fauna silvestre se alimenta de los residuos húmedos dispuestos en el sitio. Se vuelcan las grasas retenidas en la cámara desengrasadora. Todos los visitantes participan activamente de la práctica debido a la separación de los residuos del refugio.									
CAUSA	Práctica de compostaje realizada a la intemperie, sin resguardo de las condiciones ambientales. Se encuentra en contacto directo con el suelo y no posee ninguna barrera física que impida el acercamiento de la fauna.									

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Hoja de campo N°6

HOJA DE CAMPO N°6					
PROBLEMA DETECTADO: Estado de la zona de acampe					
LAGUNA NEGRA			LUGAR DE OCURRENCIA: Zona de acampe		
ETAPAS					
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías				
	Vuelco de efluente				
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora				
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos				

	Proceso de compostaje									
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe	X								
	Uso de los caminos internos									
	Acampe en la costa de la laguna Negra									
IMPACTO AMBIENTAL										
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN		
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO
FÍSICO		X			X		X			X
BIOLÓGICO		X			X		X			X
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	X				X		X			X
OBSERVACIÓN	El suelo se encuentra compactado, hay pérdida de la cobertura vegetal. Los sitios se encuentran desnivelados y con poca señalización. Los actores involucrados no conocen con exactitud la cantidad de sitios de acampe.									
CAUSA	Uso frecuente de los sitios de acampe a lo largo de los años. Falta de planificación y gestión de la zona de acampe									

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Hoja de campo N°7

HOJA DE CAMPO N°7		
PROBLEMA DETECTADO: Estado de la zona de acampe		
LAGUNA NEGRA		LUGAR DE OCURRENCIA: Zona de acampe
ETAPAS		
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías	
	Vuelco de efluente	
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora	
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos	
	Proceso de compostaje	
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe	
	Uso de los caminos internos	X
	Acampe en la costa de la laguna Negra	
IMPACTO AMBIENTAL		



MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN		
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO
FÍSICO		X			X		X			X
BIOLÓGICO		X		X			X			X
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		X		X			X			X
OBSERVACIÓN	Algunos caminos secundarios son atajos del camino principal, mientras que otros conducen a zonas donde se ubican los sitios de acampe. Hay erosión del suelo y pérdida de la cobertura vegetal									
CAUSA	Falta de planificación y gestión de la zona de acampe									

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Hoja de campo N°8

HOJA DE CAMPO N°8										
PROBLEMA DETECTADO: Estado de la zona de acampe										
LAGUNA NEGRA						LUGAR DE OCURRENCIA: Zona de acampe				
ETAPAS										
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Instalación de cañerías									
	Vuelco de efluente									
	Funcionamiento de la cámara desengrasadora									
Gestión de residuos sólidos urbanos	Disposición de residuos voluminosos									
	Proceso de compostaje									
Zona de acampe	Uso de los sitios de acampe									
	Uso de los caminos internos									
	Acampe en la costa de la laguna Negra		X							
IMPACTO AMBIENTAL										
MEDIO	SIGNO		INTENSIDAD			REVERSIBILIDAD		EXTENSIÓN		
	POSITIVO	NEGATIVO	BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	PUNTUAL	PARCIAL	EXTREMO
FÍSICO		X		X			X		X	
BIOLÓGICO		X		X			X		X	
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	X				X		X			X
OBSERVACIÓN	Frecuentemente se usan los sitios de acampe de la costa de la laguna por los visitantes. Las actividades recreativas se encuentran muy próximas a la costa de un cuerpo de agua. Habita una especie endémica de valor especial para el PNNH.									
CAUSA	Falta de planificación y gestión de la zona de acampe									

Fuente: elaboración propia

ANEXO 7: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA VISITANTES

2020

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

LAGUNA NEGRA



PARQUE NACIONAL NAHUEL HUAPI
ZONA DE USO PÚBLICO
ELABORADO POR CREGO ALONDRA

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS LAGUNA NEGRA



BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LAGUNA NEGRA

Las Buenas Prácticas Ambientales (BPA), se Pueden definir como aquellas acciones que pretenden reducir el impacto ambiental negativo que causan los procesos productivos de diversas actividades, a través de cambios en la organización de los procesos. (Ecoparque, 2019)

Estas BPA, buscan promover el cuidado de los valores de conservación del área de Laguna Negra y, en consecuencia, los objetivos de conservación del Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH), mediante el desarrollo sustentable de las actividades de uso público.

Recordemos que, la finalidad del uso público es acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales de las áreas protegidas, de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación, la comprensión y el aprecio de tales valores a través de la información, la educación y la interpretación de patrimonio (EUROPARC, 2005). Es por esto que, la participación activa y responsable de los visitantes, es fundamental a la hora de conservar el ambiente.

Cabe mencionar que, las buenas prácticas desarrolladas en este manual no son limitativas y quedan abiertas a nuevos aportes, favoreciendo la mejora continua.

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS LAGUNA NEGRA

PRINCIPIOS DEL PROGRAMA NO DEJE RASTRO ADAPTADOS A LAGUNA NEGRA



El programa educativo “No deje rastro” tiene por objetivo, evitar o reducir los impactos ambientales en áreas protegidas, y favorecer a una experiencia recreativa positiva para todos los visitantes (Sendero de Chile).

De este modo el programa, es un componente fundamental en la gestión del uso público, ya que ofrece un esquema sencillo para educar al visitante, involucrando la ética ambiental y conocimientos específicos de bajo impacto (Sendero de Chile).

El lema principal del programa es “No dejes rastro de tu visita”, el cual se encuentra detallado en siete principios dirigidos al visitante. Estos fueron adaptados a las características particulares del área de Laguna Negra.

01. PLANIFICÁ Y PREPARÁ TU VISITA CON ANTICIPACIÓN

¿A dónde estoy yendo?

Informarse con anterioridad sobre el sendero y lugar que vas a visitar, y sobre las restricciones de uso en el área, es sumamente importante para colaborar con la conservación del área. Podes consultar en los medios de comunicación del refugio, o visitando la oficina de informes de Parques Nacionales o del Club Andino Bariloche.

Además, recordá que antes de salir, tenes que realizar el **registro de trekking** en la página web del Parque Nacional Nahuel Huapi.

¿Hay que reservar para acampar o pernoctar?

Sí. Esta medida, es una herramienta de gestión y planificación de las zonas de uso público. Ayuda a organizar al personal del refugio a estar preparados para la capacidad de visitantes que hará uso de los equipamientos diariamente. Realizar la reserva, ayudará a que tengas un mejor servicio y atención, como así también, promoverá que las actividades recreativas y de descanso, se desarrollen en armonía con el ambiente.

¿Revisé cómo va a estar el clima al momento de mi visita?

Es importante conocer las condiciones

climáticas a la hora de realizar tu visita, para planificar la vestimenta adecuada, el tiempo de permanencia en el lugar y para estar preparado ante cualquier peligro. Por tu seguridad, no salgas si el pronóstico el meteorológico es malo.

¿Qué elementos debo llevar?

- Si vas a acampar, tenés que llevar carpa, bolsa de dormir y aislante, como elementos mínimos necesarios.
- Si vas a cocinar, tenés que llevar una anafé o cocina liviana y los elementos de cocina necesarios para elaborar la comida que planificaste. Si no querés llevar todos estos elementos, podés usar la cocina del refugio para cocinar.
- Si vas a pernoctar en el refugio, tenés que llevar únicamente tu bolsa de dormir.

¿Qué otro beneficio tiene la planificación de mi visita?

Si planificás tu salida con anticipación, principalmente organizando las comidas, podés disminuir el traslado de tus residuos, reempaquetando los insumos en bolsas reciclables y resistentes desde tu casa.

¿CUÁLES SON LOS VALORES NATURALES DE CONSERVACIÓN QUE ESTOY VISITANDO?

Los ambientes de alta montaña, están catalogados entre los más frágiles, por lo mucho que tardan en recuperarse una vez que son dañados. Conocer sobre los valores naturales del área, podrá ayudarte a ser consciente de la importancia que tienen en el ambiente y a actuar con responsabilidad durante tu visita.



Laguna Negra: pertenece a la alta cuenca hidrográfica del Arroyo Goye y es uno de los principales tributarios. Es un ambiente acuático muy valioso para los invertebrados acuáticos y único para especies singulares de microorganismos. Garantizar sus condiciones fisicoquímicas naturales y su integridad ecológica es sumamente importante para conservar la fauna acuática y semiacuática y, a su vez, para asegurar los bienes y servicios ambientales que provee para la región. (APN, 2019)



Vegetación altoandina: hay una amplia diversidad de especies endémicas en el área. Presentan maravillosas adaptaciones que les permiten vivir en ambientes de alta montaña, donde las condiciones ambientales son muy desfavorables para el desarrollo de la vida. Estas especies, son muy importantes para los polinizadores y para otras interacciones en el ecosistema. La alta riqueza de plantas vasculares, su diversidad de orígenes biogeográficos y la presencia de endemismos y microendemismos, son características que confieren a estos ambientes un alto valor de conservación. (Ferreira, M.; Grigera, D. y Úbeda, C., 2005). Por otro lado, se encuentran los matorrales de lenga achaparrada, los cuales también son parte de la vegetación nativa del PNNH. (APN, 2019).



Fauna silvestre: ¿Sabías que en el área hay especies de vertebrados de valor especial (EVVE) consideradas por el PNNH? ¡Sí!, estas especies fueron seleccionadas según diferentes criterios como el nivel de amenaza de extinción de la especie, sus características ecológicas o taxonómicas, la valoración que tiene la sociedad sobre ellas, entre otros. El cóndor andino, el cauquén y la rana del cathedral son considerados EVVE en el PNNH y se encuentran presentes en el área de Laguna Negra. A su vez, hay otras especies presentes como aves, reptiles y mamíferos que son parte del ambiente natural y cumplen un importante rol en el ecosistema.



02. VIAJÁ Y ACAMPÁ EN SUPERFICIES RESISTENTES

Las actividades recreativas se deben de llevar a cabo en los senderos y sitios de acampe señalizados, con el fin de no ampliar el área impactada. De esta manera, al concentrar las actividades en lugares habilitados, no se generan efectos negativos en el suelo ni en la vegetación en nuevas zonas.

RESPETÁ las indicaciones en la zona de acampe: No se puede transitar por los senderos secundarios que se encuentran cerrados. Los procesos de restauración en la alta montaña, llevan mucho tiempo y requiere de grandes esfuerzos tanto de la naturaleza, como de todos los visitantes.

EVITÁ realizar atajos entre tramos del sendero. Los pocos minutos que te ahorras cortando camino, no tienen significado si se compara con los daños producidos al acelerar el proceso de erosión.

NO ACAMPAR EN LA COSTA DE LA LAGUNA. En la Laguna Negra, habita la rana del cathedral, una especie EVVE y endémica. Es el único vertebrado acuático que habita en lagos oligotróficos de altitud elevada. Realizar una actividad continua, como es el acampe sobre la costa, podría llegar a perturbar su habidad natural.

INTENTÁ modificar el sitio lo menos posible.

EVITÁ aplastar la vegetación altoandina, cada especie vegetal tiene una limitada capacidad de resistencia y de recuperación del daño producido. Si se movilizan elementos como rocas, devolverlos al lugar donde se encontró.

DEJÁ limpio el sitio de acampe. Llévate todos los residuos, los propios y los ajenos.

USÁ calzado de suela blanda como zapatillas, crocs, ojotas, en los sitios de acampe principalmente para disminuir la compactación del suelo. Si llevas a cabo estas medidas en la zona de acampe, estas colaborando con la conservación del ambiente y ayudando a la naturaleza a realizar su propio trabajo de recuperación, mientras podés realizar tu actividad de descanso y recreación.

6

03. DISPONÉ ADECUADAMENTE TUS RESIDUOS

¡LA BASURA NO VUELVE SOLA, LLÉVALA SIEMPRE CON VOS HASTA VOLVER A TU CASA!

Los residuos que generas, también son parte de tu equipaje y no deben de disponerse en el suelo, en los cuerpos de agua, ni tampoco deben quemarse.

Para evitar tener que trasladar grandes volúmenes de residuos, es importante **planificar las comidas** como se mencionó en el principio 1. Reempaquetar los alimentos, llevar comida liviana y nutritiva, evitar las latas y envases de vidrio, son medidas que podés tomar antes de salir de tu casa.

En este principio, aplica una de las **R, RECHAZÁ**. El mejor residuo es el que no se genera. Si planificas adecuadamente, evitas la generación de residuos en el área protegida. A su vez, disminuís el riesgo de que se dispongan de manera inadecuada y que, en consecuencia, puedan afectar al ambiente. Además, si generas menos, ¡trasladas menos!

Es recomendable, que lleves siempre con vos **bolsas** de nylon para transportar los residuos que hayas generado o encuentres en la zona.



03. DISPONÉ ADECUADAMENTE TUS RESIDUOS

¿SABÍAS QUÉ LOS RESIDUOS HÚMEDOS PUEDEN DEJARSE EN EL REFUGIO?

En el refugio, se pueden disponer los residuos húmedos en el cesto correspondiente para luego ser incorporados en el proceso de compostaje que se realiza en el área.

Los **residuos húmedos** no deben de disponerse de manera indiscriminada en el suelo, pensando en que son potencialmente biodegradables. Si bien pueden llegar a descomponerse, son **compuestos ajenos** al ecosistema del lugar y su presencia podría traer como consecuencia, cambios en el comportamiento de la fauna silvestre y alteraciones en las características propias del suelo. Gracias a la medida adoptada por el refugio, no es necesario que los traslades hasta tu casa, podés colaborar con el **compost** del refugio.

¿SABÍAS QUE EN LAGUNA NEGRA LOS SANITARIOS INSTALADOS EN EL REFUGIO CUENTAN CON UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES?

Por medio del uso de biodigestores, se lleva a cabo el tratamiento biológico, tanto de las aguas grises, como de las aguas negras generadas en el refugio. Es por esto que, es muy importante que hagas uso de los sanitarios, y no dispongas las heces u orina en áreas al aire libre. De esta manera, contribuís a las buenas prácticas ambientales establecidas en el área.

¿SABÍAS QUE UNA COLILLA DE CIGARRILLO PUEDE CONTAMINAR HASTA 50 LITROS DE AGUA?

(GUEVERA LIZANO, 2010)

Mencionamos anteriormente la importancia de preservar el estado de los cuerpos de agua, específicamente de la alta cuenca. Además, las colillas, no son biodegradables, por lo que su permanencia en el medio podría desencadenar efectos negativos en la biota.

Por eso, **volvé con tus colillas** de cigarrillos. Podés guardarla dentro de una bolsa o botella para transportarla de manera segura.

04. RESPETÁ A LA NATURALEZA Y A LA VIDA SILVESTRE

Al momento de visitar Laguna Negra, hay que tener en cuenta que, en el lugar se dan diversos procesos biológicos e interacciones dentro del ecosistema. Por eso, preservar el ambiente, ayudará a que estos procesos se puedan desarrollar sin interferencias.

¿QUÉ PODÉS HACER COMO VISITANTE PARA PRESERVAR EL AMBIENTE?

EVITÁ alimentar a la fauna. Alimentarlos les provoca un cambio en su comportamiento, resultando en una alteración de su dieta natural.

Si ves la presencia de la fauna silvestre, **RESPETALA**. Evitá generar ruidos innecesarios que podrían generarles un efecto negativo. Podés disfrutar de su presencia desde la observación silenciosa.

Conservar el habitat natural para no amenazar a la fauna silvestre, implica no generar modificaciones durante el desarrollo de tu actividad recreativa y de descanso.

NO VISITAR EL ÁREA CON MASCOTAS (perros y gatos) ya que pueden afectar de manera directa a la fauna silvestre y degradar la flora de alta montaña.

NO INTRODUCIR ESPECIES EXÓTICAS. Muchas veces estas especies compiten con las especies nativas hasta llegar a desplazarlas.

¿SABÍAS QUE LAVANDO LOS ELEMENTOS DE COCINA USADOS Y TUS MANOS EN LAS INSTALACIONES DEL REFUGIO ESTÁS CUIDANDO EL AGUA DE LA CABECERA DE CUENCA DEL ARROYO GOYE?

El refugio cuenta con sitios específicos para el lavado de elementos de cocina usados y de manos. Se recomienda hacer uso de estos sitios ya que los mismos, se encuentran conectados al sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que, adoptando esta buena práctica ambiental, evitarías la generación de un efecto negativo en el ambiente acuático.

En caso de no hacer uso de estos sitios dispuestos en el refugio, tenes que transportar los restos de comida como residuos hasta tu casa ya que los mismos, no forman parte del ecosistema natural y no pueden quedar dispuestos en el ambiente.

05. USO DE FOGATAS

En el área de laguna Negra, las fogatas se encuentran **prohibidas**. Es por esto que, se recomienda el uso de anafe o calentadores livianos, ya que son económicos, y proveen de un rápido, limpio y práctico modo de cocinar. Además, el uso de los mismos, disminuye el riesgo de incendios.

06. DEJÁ LO QUE ENCUENTRES

¡DEJÁ EL SITIO MEJOR DE CÓMO LO ENCONTRASTE, PARA QUE OTROS TAMBIÉN LO PUE DAN DISFRUTAR!

MINIMIZÁ las alteraciones del lugar:

EVITÁ modificar los sitios de acampe, moviendo elementos como rocas, troncos, etc.

Si algo se movió, **VOLVÉ** a ponerlo en el mismo lugar que lo encontraste.

EVITÁ dañar la vegetación (hojas, ramas, flores, etc).

NO TE LLEVES elementos naturales como recuerdos a tu casa. Cada roca, flor, y cualquier otro elemento natural, cumple un importante rol en el ecosistema altoandino.

07. CONSIDERÁ A OTROS VISITANTES

RESPETÁ las normas del refugio y los horarios establecidos.

RESPETÁ al personal del refugio y a los guardaparques.

RESPETÁ a otros visitantes y protegé la calidad de su experiencia.

CUIDÁ los espacios compartidos.

EVITÁ realizar ruidos innecesarios que puedan molestar a los otros visitantes y a la fauna silvestre.

La gran mayoría de los visitantes, se acercan a Laguna Negra para **realizar actividades recreativas y de descanso en contacto con el medio natural**. Respetar la experiencia del otro, ayudará a que todos puedan disfrutar en armonía con el ambiente.

OTRAS CONSIDERACIONES

HACÉ UN USO EFICIENTE DEL AGUA. El ahorro debe ser considerado como una premisa fundamental, independientemente de la disponibilidad puntual del recurso.

En la costa de la laguna, solo se pueden realizar actividades recreativas y de descanso de manera diurna, a fin de disminuir los efectos negativos en el ambiente acuático y en las EVVE. Es posible satisfacer tus necesidades de recreación y descanso, respetando el hábitat natural de estas especies. De esta manera, colaboras en la conservación del ambiente.

ADAPTATE A LA NATURALEZA Y NO ADAPTES LA NATURALEZA A VOS.

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS LAGUNA NEGRA



REFERENCIAS

APN. (2019). Plan de gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi. San Carlos de Bariloche.

APN. (s.f.). Recomendaciones para usar la alta montaña sin dañarla. San Carlos de Bariloche.

Ecoparque. (2019). Manual de Buenas Prácticas Ambientales. Buenos Aires.

Ferreira, M.; Grigera, D. y Úbeda, C. (2005). Conservación de los ecosistemas de alta montaña: La zona altoandina del Parque Nacional Nahuel Huapi. Chile: Anales Instituto Patagonia.

Guevera Lizano, A. (2010). Sistema para el adecuado desecho de las colillas de cigarillo. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Sendero de Chile. (s.f.). Manual de no deje rastro.

CONTACTOS

PARQUE NACIONAL NAHUEL HUAPI:
<https://www.nahuelhuapi.gov.ar/>

CLUB ANDINO BARILOCHE:
<http://www.clubandino.org/>

BARILOCHE TREKING:
<https://www.barilochetrekking.com/>

REFUGIO LAGUNA NEGRA:
<http://www.refugiolagunanegra.com/>