

**ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LAS PRESIONES AMBIENTALES EN EL
SECTOR PEÑAS NEGRAS, SOBRE EL SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA
GUANENTÁ, ALTO RIO FONCE.**

NATHALIA ANDREA CAICEDO VEGA

DIRECTOR:

Álvaro Andrés Cajigas Cerón

Ingeniero sanitario, M.Sc

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

2015

Nota de aceptación

Firma de presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

BUCARAMANGA, MARZO 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la infinidad de bendiciones que he recibido en este proceso, a mis maravillosos padres Samuel y María C, y a mis hermanos Daniela y Samuel R. por su apoyo incondicional y amor. Al ingeniero Álvaro Cajigas por su orientación y paciencia en la realización de este proyecto, al personal docente de la facultad de ingeniería ambiental por proveerme las herramientas para alcanzar esta meta. Y cada una de las personas que se cruzaron en mi camino y que hicieron de esta etapa de mi vida algo memorable, Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Página

RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 General	13
2.2 Específicos	13
3. MARCO REFERENCIAL	14
3.1 ANTECEDENTES.....	14
3.2 MARCO GEOGRÁFICO	15
3.3 MARCO CONTEXTUAL	16
3.3.1 ECOSISTEMA ESTRATÉGICO	17
3.3.1.1 ECOSISTEMA ESTRATEGICO DE PÁRAMO	18
3.4 MARCO TEÓRICO.....	20
3.4.1 IMPACTO AMBIENTAL.....	20
3.4.1.1 METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	21
3.4.2 RESIDUOS SÓLIDOS	23
3.4.2.1 PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS).....	24
3.4.3 AGUAS RESIDUALES	25
3.4.3.1 SISTEMAS NATURALES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN BAJAS TEMPERATURAS.....	29
3.4.3.1.1 LAGUNAS FACULTATIVAS	29
3.4.3.1.2 HUMEDALES ARTIFICIALES.....	32
3.4.3.1.3 SISTEMAS DE INFILTRACIÓN EN TERRENO	34
4. METODOLÓGÍA	36
4.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	36
4.2 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, CORRECCIÓN Y COMPENSACIÓN.....	41

4.3	PLANTEAMIENTO DE UN PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL PARA LAS MEDIDAS FORMULADAS.....	42
5	RESULTADOS Y ANALISIS	42
5.1.	MA TRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	42
6.	ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL	47
6.1	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDOS SÓLIDOS	47
	PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO ADECUADO DE RESIDUOS SOLIDOS.....	53
	PROGRAMA DE DOTACIÓN Y UBICACIÓN DE CONTENEDORES	57
	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEPARACIÓN EN LA FUENTE	61
	PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	66
6.2	PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.....	68
6.2.1	FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.....	69
	PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	70
6.2.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	72
7.	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL PARA LA BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS	84
8.	CONCLUSIONES.....	87
9.	RECOMENDACIONES.....	88
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	89
11.	ANEXO 1 – MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Criterios para la identificación de ecosistemas estratégicos.....	18
Tabla 2	Atributos del impacto.	21
Tabla 3	Sistemas descentralizados - centralizados.....	26
Tabla 4	Mecanismos de depuración	33
Tabla 5	Diseño de zanjas de infiltración.....	35
Tabla 6	Necesidad de terreno para zanjas de infiltración.....	35
Tabla 7	Porcentaje de importancia.	37
Tabla 8	Valores atributo del impacto	38
Tabla 9	Acción 1 ejemplo	39
Tabla 10	Acción 2 ejemplo.....	39
Tabla 11	Matriz final ejemplo.	40
Tabla 12	Relevancia del impacto.	41
Tabla 13	Clasificación de componentes para la evaluación.....	42
Tabla 14	Asignación de IUP	43
Tabla 15	Acciones matriz de impacto ambiental.....	44
Tabla 16	Acciones relevantes.....	44
Tabla 17	Afectación de los componentes.	45
Tabla 18	Caracterización de residuos sólidos.	50
Tabla 19	Cuantificación de residuos sólidos, 8 días.....	50
Tabla 20	Residuos aprovechables y no aprovechables.....	51
Tabla 21	Generación diaria de residuos sólidos.	51
Tabla 22	Seguimiento sitio de almacenamiento temporal.	56
Tabla 23	Presupuesto sitio de almacenamiento temporal.	56
Tabla 24	Convenciones ubicación.	57
Tabla 25	Tipos de contenedores.....	58
Tabla 26	Cronograma ubicación de contenedores.....	60
Tabla 27	Presupuesto programa de ubicación de contenedores.....	60
Tabla 28	Separación diferenciada.....	62
Tabla 29	Puntos ecológicos.	62
Tabla 30	Ficha de inspección de contenedores	64
Tabla 31	Cronograma del programa de separación en la fuente.	64
Tabla 32	Presupuesto programa de capacitación en separación en la fuente.	65
Tabla 33	Cronograma programa de sensibilización.	68
Tabla 34	Presupuesto programa de sensibilización.	68
Tabla 35	Aparatos hidrosanitarios.....	71
Tabla 36	Cantidad de aparatos hidrosanitarios.....	71
Tabla 37	Presupuesto adecuación de instalaciones hidrosanitarias.....	72

Tabla 38	Selección del tratamiento para la depuración de aguas residuales.....	73
Tabla 39	Salidas por aparato.....	75
Tabla 40	Coefficiente de simultaneidad.....	75
Tabla 41	Caudal por aparato.....	75
Tabla 42	Caudales máximos por aparato.....	76
Tabla 43	Diseño trampa de grasas.....	76
Tabla 44	laguna facultativa alternativa 1.....	78

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Ubicación geográfica base militar Peñas Negras.....	16
Ilustración 2	Trampa de grasas.....	28
Ilustración 3	Tanque séptico.	28
Ilustración 4	Laguna facultativa.	30
Ilustración 5	Humedal superficie libre de agua.....	32
Ilustración 6	Humedal de flujo subsuperficial.....	32
Ilustración 7	Esquema diseño tabla por acción.	37
Ilustración 8	Contenedores de residuos sólidos.	48
Ilustración 9	Evidencia residuos en el paisaje.	48
Ilustración 10	Evidencia residuos en el paisaje 2.....	49
Ilustración 11	Sitio de almacenamiento temporal actual.	49
Ilustración 12	Carteles informativos.	63
Ilustración 13	Vertimiento de aguas residuales.	69
Ilustración 14	Trampa de grasas prefabricado.....	76
Ilustración 15	Piscina prefabricada.....	82

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Distribución porcentual de residuos sólidos.	51
Gráfica 2	Esquema programa del PGIRS	52
Gráfica 3	Dimensiones sitio de almacenamiento temporal	54
Gráfica 4	ubicación puntos de separación.....	58
Gráfica 5	Esquema Plan de manejo de aguas residuales.....	70
Gráfica 6	Vista en planta laguna facultativa en dirección del viento.	79
Gráfica 7	Vista en corte transversal excavación para la construcción de la laguna.	79
Gráfica 8	Vista en corte trasversal taludes en la laguna.	80
Gráfica 9	Vista en corte transversal de la impermeabilización del terreno para la laguna.	80
Gráfica 10	Vista en corte transversal capa de lodos.....	81
Gráfica 11	Corte Longitudinal tubos de entrada y salida.....	81

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LAS PRESIONES AMBIENTALES EN EL SECTOR PEÑAS NEGRAS, SOBRE EL SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA GUANENTÁ, ALTO RIO FONCE.

AUTOR(ES): Nathalia Adrea Caicedo Vega

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Alvaro Andrés Cajigas Cerón

RESUMEN

La base militar Peñas Negras, ubicada en un ecosistema de páramo sobre la zona sur del Santuario de Fauna y flora Guanentá alto rio Fonce, representa para el área protegida una fuente de presiones ambientales para el área protegida que afectan la conservación de la misma. La implementación de estrategias para el manejo de estas presiones constituye una forma de mitigar los impactos negativos que se generan. Mediante una evaluación de impacto ambiental, se evidenció que el manejo de residuos sólidos y líquidos son las principales acciones que tienen una afectación en la zona. Para subsanar estas falencias se formuló un plan de gestión integral de residuos sólidos y un plan de manejo de aguas residuales, el cual incluye el diseño de una laguna facultativa como tratamiento para la depuración de las mismas. Adicionalmente se plantea un plan de seguimiento y monitoreo que tiene como fin principal la evaluación en el cumplimiento de las metas establecidas para cada uno de los planes

PALABRAS CLAVES:

Impacto, plan de gestión integral de residuos sólidos, laguna facultativa

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Strategies for the management of environmental pressures of the “Peñas Negras” zone, located at the “Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce” national protected area.

AUTHOR(S): Nathalia Adrea Caicedo Vega

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Alvaro Andrés Cajigas Cerón

ABSTRACT

Peñas Negras military base, located in paramo ecosystem on the southern zone of the “Santuario de Fauna y Flora, Guanentá Alto Río Fonce” is considered an environmental pressure source that affects the conservation of this protected area. The Implementation of strategies for the management of these pressures, represents a way of mitigation of the negative impacts generated by military presence. After evaluating the environmental impact, management of solid and liquid wastes were the main harmful activities for the ecosystem. In order to remediate these shortcomings, an integrated solid waste management plan and a liquid waste management plan were developed including the design of a facultative reservoir for wastewater treatment and purification. Besides, a monitoring and follow-up plan was developed to assess the advance of goals proposed for each plan.

KEYWORDS:

Impact, Integrated Solid Waste Management Plan, wastewater, facultative reservoir.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Colombia por su ubicación sobre la línea del Ecuador, es considerado un país mega diverso¹; El gobierno nacional, ha delegado en Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC) la administración y el cuidado de áreas protegidas de carácter nacional localizadas en las diferentes latitudes del país. PNNC actualmente cuenta con 59 áreas protegidas que se encuentran divididas en: parques nacionales naturales, reservas nacionales naturales, área natural única, vía parque y santuarios de fauna y flora².

El Santuario de Fauna y Flora Guanentá, Alto río Fonce, como lo define el artículo 329 del código de los recursos naturales, es un área dedicada a preservar especies o comunidades vegetales y de animales silvestres para conservar recursos genéticos de la flora y la fauna nacional.

Esta área protegida tiene establecidos como objetivo de conservación: Proteger los ecosistemas asociados a las subcuencas altas de los ríos Fonce y Guillermo en jurisdicción del Santuario de Fauna y Flora Guanentá-Alto Río Fonce, para que se favorezca el mantenimiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.³

El presente proyecto surge de la necesidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia por mitigar ciertos impactos ambientales que existen actualmente en el Santuario de Fauna y Flora Guanentá sobre el ecosistema de páramo, que genera la presencia de la base militar Peñas Negras, y busca formular estrategias para aliviar las presiones ambientales presentes en el sector Peñas Negras dentro del área protegida.

¹ ESTRELLA, Jaime., MANOSALVA, Rossana., MARIACA, Jorge y RIBADENEIRA, Mónica, biodiversidad y recursos genéticos. Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. EcoCiencia.2005. 1 ed. Quito.

² PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Áreas protegidas. [En línea]
<<http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.3502>> [Citado en 23 de enero de 2015].

³ MUÑOZ, Fabio Uriel., CARRILLO, Merly Yenedith., NARANJO, Miguel Ángel., VILLAMIL, Jorge Saúl., DUEÑAS, José Ariel. Y TELLEZ, Patricia. Plan de manejo ambiental SFF Guanentá, alto río Fonce 2014-2018.2014

2. OBJETIVOS

2.1 General

Formular estrategias para la mitigación de los impactos generados en el sector Peñas Negras, ubicado en el páramo La Rusia en el Santuario de Fauna y flora Guanentá, alto Río Fonce.

2.2 Específicos

- Realizar la evaluación del impacto ambiental del área de influencia del Santuario de fauna y flora Guanentá alto río Fonce, afectada por la base militar Peñas Negras.
- Formular planes de manejo ambiental relacionados con los impactos significativos generados por la base militar.
- Establecer un plan de seguimiento para el manejo de los impactos identificados en el diagnóstico ambiental.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 ANTECEDENTES

La necesidad de prevenir el deterioro de los recursos ambientales nace en 1972 con la conferencia de Estocolmo, esta conferencia dio paso a la creación de ministerios de medio ambiente y estableció el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA)

Los planes de manejo ambientales nacionales, municipales, sectoriales, industriales, empresariales, entre otros, son una herramienta para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos generados por una actividad humana.⁴ La adopción de estos planes surgió a partir de la conferencia de Río en 1992 en donde se estableció como principio fundamental para el desarrollo sostenible que “Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra...”⁵.

La agenda 21 nace a partir de la conferencia de Rio 1992. El capítulo 21 “Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas residuales” abarca cuatro áreas estratégicas; la reducción al mínimo de los desechos, el aumento del reaprovechamiento y reciclado, la promoción de la eliminación y tratamiento y la ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos.⁶

En 1998 se aprueba en Colombia la política nacional de gestión integral de residuos sólidos que tiene como objetivos; minimizar la cantidad de residuos que se generan, aumentar el aprovechamiento racional de los residuos y manejar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de los residuos⁷. Adicionalmente, En el año 2004 se crea plan nacional de manejo de aguas residuales – PMAR, lo que constituyó una guía para el

⁴ AREA METROPOLITANA DE BARRAQUILLA (2009). Plan de manejo ambiental “Construcción y adecuación de graderías y camerinos lado sur este - lado noroccidente y siembra de grama en la cancha principal de futbol del barrio hipódromo del municipio de soledad, departamento del atlántico”.

⁵ Cumbre de la tierra de Rio de Janeiro. (1992. Rio de Janeiro), Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. NACIONES UNIDAS. Principio 7.

⁶ NACIONES UNIDAS. Agenda 21. [En línea]
<<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>>[Citado en 23 de enero de 2015]

⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (Agosto de 1997). Política para la gestión integral de residuos. Diario oficial. Bogotá D.C.

desarrollo de las actividades municipales, regionales y sectoriales dirigidas al adecuado manejo de las aguas residuales, sean de origen industrial, agrícola, pecuario, o doméstico⁸.

En el 2010 con el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 nace la Política de Gestión Ambiental para el Sector Seguridad y Defensa. De esta manera surge el Plan Estratégico Sectorial en Gestión Ambiental. Este plan estratégico tiene como objetivos diseñar e implementar estrategias de educación ambiental en el sector defensa, optimizar la infraestructura ambiental, mejorar en el uso eficiente de los recursos hídricos, energéticos y el aire, gestionar ambientalmente los residuos y realizar procesos de contratación con criterios de sostenibilidad.⁹

En el año 2011 se realiza la actualización del plan estratégico ambiental del Ejército nacional, las líneas estratégicas que se plantearon fueron; consolidación de la gestión ambiental institucional, conservación ecosistémica y prevención y mitigación de potenciales procesos de deterioro del entorno natural a causa del cumplimiento de la misión (Producción Más Limpia – PML). Cada una de estas líneas estratégicas contempla la formulación de planes y programas orientados a la protección y conservación del ambiente, dentro de los que cabe resaltar:

- Programa de agua y saneamiento
- Programa de manejo de residuos solidos
- Programa de gestión de áreas protegidas
- Programa de manejo y protección del recurso hídrico y la biodiversidad¹⁰
-

3.2 MARCO GEOGRÁFICO

La base militar Peñas Negras se encuentra ubicada en la zona sur del Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto rio Fonce. Con coordenadas 05°58'40.14"N 073°05'43.21W a una altura de 3995 msnm, En los límites entre el departamento de Santander y el departamento de Boyacá. Cuenta con una carretera que comunica a la base militar con el municipio de Encino (Santander) y con el municipio de Duitama (Boyacá). Alrededor de este complejo se ubican tres fuentes hídricas con valor de conservación, la laguna de Aguas Claras, Cachalú y los Cuadros.

⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (Junio de 2004). Plan nacional de manejo de aguas residuales municipales en Colombia. Diario oficial. Bogotá D.C.

⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Plan estratégico sectorial en gestión ambiental Ministerio de Defensa Nacional 2012-2014. Diario oficial. Bogotá D.C.

¹⁰ COLOMBIA. EJERCITO NACIONAL. Plan estratégico ambiental 2011 - 2015 Jefatura de Ingenieros Militares. Diario oficial. Bogotá D.C.

Ilustración 1 Ubicación geográfica base militar Peñas Negras



Fuente: Google earth

3.3 MARCO CONTEXTUAL

La base militar Peñas Negras adscrita al Batallón Silva Plazas del municipio de Duitama (Boyacá) se ubica en el páramo La Rusia, sobre la zona sur del Santuario de Fauna y Flora Guanentá, esta área protegida hace parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Un área protegida es “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”.¹¹ Declarar un área como protegida es una herramienta que permite conservar el patrimonio natural, garantizar recursos genéticos y preservar la diversidad biológica¹².

Las áreas protegidas son consideradas como instrumento esencial para la conservación de la biodiversidad frente al cambio climático, proporcionan refugio a muchas especies nativas y migratorias y brindan protección a especies en peligro de extinción. Igualmente también

¹¹ UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Áreas protegidas. [En línea] https://www.iucn.org/es/sobre/trabajo/programas/areas_protegidas/_copy_of_aireas_protegees__quest_ce_qu_e_cest__quelle_est_leur_utilite__13012012_1127/ [Citado en 23 de enero de 2015]

¹² FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conservación de la diversidad biológica forestal y de los recursos genéticos forestales. [En línea] < <http://www.fao.org/docrep/004/y2316s/y2316s07.htm> > [Citado en 23 de enero de 2015]

constituyen un mecanismo de adaptación al cambio climático y disminuyen la vulnerabilidad frente a desastres naturales.¹³

La declaración de un área protegida se realiza bajo uno o más objetivos de conservación, entre los que se encuentran:

- a) “Preservar y restaurar la condición natural de espacios que representen los ecosistemas del país o combinaciones características de ellos.
- b) Preservar las poblaciones y los hábitats necesarios para la sobrevivencia de las especies o conjuntos de especies silvestres que presentan condiciones particulares de especial interés para la conservación de la biodiversidad, con énfasis en aquellas de distribución restringida.
- c) Conservar la capacidad productiva de ecosistemas naturales o de aquellos en proceso de restablecimiento de su estado natural, así como la viabilidad de las poblaciones de especies silvestres, de manera que se garantice una oferta y aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos.
- d) Mantener las coberturas naturales y aquellas en proceso de restablecimiento de su estado natural, así como las condiciones ambientales necesarias para regular la oferta de bienes y servicios ambientales.
- e) Conservar áreas que contengan manifestaciones de especies silvestres, agua, gea, o combinaciones de estas, que se constituyen en espacios únicos, raros o de atractivo escénico especial, debido a su significación científica, emblemática o que conlleven significados tradicionales especiales para las culturas del país.
- f) Proveer espacios naturales o aquellos en proceso de restablecimiento de su estado natural, aptos para el deleite, la recreación, la educación, el mejoramiento de la calidad ambiental y la valoración social de la naturaleza.
- g) Conservar espacios naturales asociados a elementos de cultura material o inmaterial de grupos étnicos”.¹⁴

3.3.1 ECOSISTEMA ESTRATÉGICO

Se considera como ecosistema estratégico un área diferencial del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen significativamente, bienes y servicios ecosistémicos vitales para el mantenimiento del hombre, la sociedad y el ambiente.

Un ecosistema se considera estratégico cuando cumple con 2 criterios de identificación: la función del ecosistema y el rango de influencia de la función. La tabla 1 muestra específicamente cada criterio.

¹³ FAO. La función de las áreas forestales protegidas en la adaptación al cambio climático. [En línea] <<http://www.fao.org/docrep/011/i0670s/i0670s13.htm>> [Citado en 23 de enero de 2015]

¹⁴ REGISTRO UNICO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS (RUNAP). QUÉ ES EL SINAP?. [En línea] <<http://runap.parquesnacionales.gov.co/index/contenido/seccion/acercaderunap>> [Citado en 23 de enero de 2015]

Tabla 1 Criterios para la identificación de ecosistemas estratégicos.

Criterio	Tipo	Especificación	
Funciones del ecosistema	De función	Satisfacción de necesidades básicas de la población	Agua, aire, alimentos y energía
		Productividad económica	Materias primas, insumos, infraestructuras, etc.
		Mantenimiento de equilibrios ecológicos	Regulación climática e hídrica, conservación de suelos, cadenas alimenticias, etc.
		Vertederos para desechos y subproductos de actividades humanas	Captura de carbono y demás gases que van a la atmósfera
		Políticas y relaciones sociales – culturales	Presencia de pueblos indígenas, valores arqueológicos, cuencas binacionales, entre otros
		Prevención de riesgos	Protección contra la erosión, sequías y desastres naturales
Rango de influencia de la función	De influencia	Global	Cuando su influencia trasciende fronteras nacionales
		Nacional	Cuando la importancia es de carácter nacional
		Regional y local	Servicios cuyos deterioro tiene afectación directa a poblaciones menores
		Sectoriales	Servicios cuyos deterioro tiene afectación directa a actividades específicas ¹⁵

Fuente: MÁRQUEZ, G. Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo FEN Colombia. Bogotá D.C.

3.3.1.1 ECOSISTEMA ESTRATEGICO DE PÁRAMO

Los páramos alrededor del mundo han sido reconocidos por sus importantes funciones ecológicas y por los bienes y servicios ambientales que brindan. La regulación del ciclo hidrológico, la captura de carbono atmosférico, y su función como corredor biológico para diversas especies de flora y fauna, hacen de este un ecosistema estratégico para la subsistencia de varios asentamientos humanos. Adicionalmente, los páramos albergan

¹⁵ UNIVERSIDAD NACIONAL. Sistemas ecológicos y sociedad en Colombia. [En línea] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2010615/lecciones/ecosistemas_%20estrategicos/ecosis_estrategicos3.html> [citado en Enero 23 de 2015]

numerosas comunidades indígenas y campesinas, quienes son claves en la conservación de estos territorios¹⁶

Los páramos cuentan gran cantidad de especies únicas, ya que la mayoría ha desarrollado complejas adaptaciones que le permiten vivir en este sitio, sus mecanismos de retención hídrica, su protección contra el fuerte viento y mantener una temperatura apta para subsistir, hacen posible la existencia de la vida en tan complejo ecosistema. Es por esto que su riqueza biológica es invaluable. Además de su importancia como hábitat de infinidad de especies de seres vivos, el páramo funciona como corredor biológico para muchas especies de paso, tales como aves y mamíferos, las cuales acuden al páramo para alimentarse y reproducirse.¹⁷ Por todo lo anterior los páramos se consideran ecosistemas estratégicos.

El 99% de los páramos del mundo se encuentra en la Cordillera de los Andes y en la Sierra Nevada de Santa Marta. Colombia es un país privilegiado ya que cuenta con el 60% de los páramos del mundo, lo que comprende un 1.6% del territorio nacional.¹⁸

El uso extensivo de suelo para ganadería y el establecimiento de cultivos de papa o amapola son unos de los principales causantes de la disminución en área de estos ecosistemas en Colombia. Estas actividades provocan pérdidas de materia orgánica, desestabilización en la estructura del suelo, pérdida de capacidad retención hídrica, y alteración de los ciclos de nutrientes. Por otro lado, el creciente aumento de la temperatura global asociada al cambio climático, ha venido afectando directamente a miles de especies de fauna y flora que se encuentran adaptadas a unas condiciones especiales temperatura y humedad, que les brinda el páramo¹⁹.

¹⁶ MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. ¿qué son los páramos?. [En línea] <http://www.paramo.org/content/%C2%BFqu%C3%A9-son-los-p%C3%A1ramos> [citado en 23 de enero de 2015]

¹⁷ MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. Biodiversidad en los páramos. [En línea] <http://www.paramo.org/biodiversidad/descripcion> [Citado en 23 de enero de 2015]

¹⁸ ORTIZ, Luis. REYES, Mauro. Páramos en Colombia: un ecosistema vulnerable. Universidad Sergio Arboleda [En línea], Octubre 2009 [Citado en 23 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio_economico/Observatorio%20Ambiental/paramos-colombia-conservacion.pdf>

¹⁹ MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. Los páramos colombianos podrían desaparecer como consecuencia del cambio climático [En línea] <<http://www.paramo.org/node/2092>> [Citado en 23 de enero de 2015]

Páramo La Rusia.

El páramo la Rusia registra una temperatura promedio de 9,7 °C y data de una temperatura mínima de 9,1°C, la importancia de este ecosistema se basa en que allí nacen dos afluentes vitales para poblaciones de Santander; el río Fonce y el río Oibita.

El páramo La Rusia alberga especies endémicas de frailejones entre las que se encuentran: *Espeletia cachaluensis*, *Espeletia chontalensis* y *Coespeletia laxiflora*, esta última es de gran importancia biogeográfica pues solo se tenía registro de esta especie en páramos de Venezuela. Igualmente, el páramo La Rusia es hábitat de la especie *Polylepis quadrijuga* (coloradito), especie que actualmente se encuentra en peligro de extinción.²⁰

Base Militar Peñas Negras

Tiene como función principal proteger una de las redes de comunicación del Ejército Nacional. Alberga actualmente 37 soldados, quienes permanecen constantemente en las instalaciones desarrollando sus labores. (Esta población cambia aproximadamente cada dos meses, cuando se efectúa un cambio de personal que fluctúa entre 35 y 40 personas)

3.4 MARCO TEÓRICO

3.4.1 IMPACTO AMBIENTAL

Impacto ambiental se define como cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad²¹.

Para realizar una evaluación de impacto ambiental es necesario identificar el efecto de las acciones que se dan en el entorno a cierto factor ambiental. La esencia de estos impactos viene dada por el signo y el valor del impacto y se llaman atributos del impacto ambiental:

- **Signo:** Se refiere al carácter benéfico o perjudicial del impacto sobre el factor ambiental.
- **Valor:** Se refiere a la gravedad del impacto, tenido en cuenta el grado de afectación (positiva o negativa) sobre el factor ambiental.²²

²⁰ MUÑOZ, Fabio Uriel., CARRILLO, Merly Yenedith., NARANJO, Miguel Ángel., VILLAMIL, Jorge Saúl., DUEÑAS, José Ariel. Y TELLEZ, Patricia. Plan de manejo ambiental SFF Guanentá, alto río Fonce 2014-2018.2014.

²¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2041. 15 de octubre de 2014. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. . Diario oficial. 2014. 51 p.

²² CRUZ, V. GALLEGU E, GONZALES L. Sistema de evaluación de impacto ambiental. Valencia. 2008. 146 p. Universidad Politécnica de Valencia. Facultad de informática. Sistemas informáticos.

En la siguiente tabla se definen los atributos a tener en cuenta para la evaluación de un impacto ambiental

Tabla 2 Atributos del impacto.

Caracterización de atributos	
Atributo	Definición
Signo o Naturaleza	Es el signo del impacto: (+)cuando es beneficiosa o (-)cuando es perjudicial la acción sobre el componente
Intensidad (I)	Es el grado de incidencia de la acción
Extensión (Ex)	Área de influencia de la acción respecto al área total
Momento (Mo)	Tiempo que transcurre entre la acción y el efecto de la misma
Persistencia (Pe)	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición
Reversibilidad (Rv)	Posibilidad de reconstrucción de componente o de retornar a condiciones iniciales por medios naturales
Recuperabilidad (Mc)	Posibilidad de reconstrucción de componente o de retornar a condiciones iniciales por medios antrópicos
Sinergia (Si)	Posibilidad de que el efecto combinado de dos o más efectos, sea mayor a la suma de todos ellos
Acumulación (Ac)	Carácter aditivo en el tiempo de los efectos ocasionadas por la acción
Efecto (Ef)	Es cuando el efecto de la acción sobre el componente afectado es secundario o directo
Periodicidad (Pr)	Frecuencia con que se ejecuta la acción ²³

Fuente: Autor

3.4.1.1 METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental puede realizarse por medio de varias metodologías existentes, dependiendo de los instrumentos que se utilizan en cada una de estas y como se ajusten a las necesidades de la evaluación se puede seleccionar como método de evaluación en determinado proyecto²⁴.

a. Métodos cartográficos.

Consiste en la superposición de mapas cartográficos para evidenciar las condiciones existentes y predecir qué cambios se efectuarán con la ejecución del proyecto. Este tipo de

²³MARTINEZ, Renson. Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia. Bogotá D.C. 212 p. Maestría en medio ambiente y desarrollo. Universidad nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas. Instituto de estudios ambientales.

²⁴ LEÓN, Juan. Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Medellín. 126 p. requisito como promoción a la categoría de profesión asociado. Universidad nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de ciencias agropecuarias. Departamento de ciencias forestales.

metodología permite integrar las características del medio e inventariar recursos naturales.
25

b. Listas de chequeo, control o verificación

Consiste en la identificación de impactos ambientales mediante una lista que relaciona acciones del proyecto con los factores ambientales, las listas de chequeo arrojan resultados limitados ya que la evaluación es netamente cualitativa, lo que constituye un análisis previo en una evaluación de impacto ambiental.²⁶

c. Métodos matriciales

Los métodos matriciales permiten relacionar los factores ambientales con las acciones que conlleva la construcción y ejecución del proyecto, existen matrices causa-efecto y matrices de evaluación ponderativa. A continuación se muestran unos ejemplos de las matrices más utilizadas

Matriz Leopold:

Se realiza una asignación de valores de importancia y magnitud para cada uno de los impactos y se evalúan las interacciones entre las mismas, esta metodología incluye una lista de acciones que puede causar impactos, adicionalmente permite contemplar todas las fases del proyecto. Aunque este método usa valores cuantitativos la valoración es cualitativa y existe lugar para la subjetividad y no permite establecer si los efectos son a corto o largo plazo. Por esto se considera como un método de resumen para establecer relaciones²⁷

Matriz Batalle:

Es una matriz cuantitativa y se utiliza una lista de 78 parámetros que miden la unidad de impacto ambiental generada por cada acción del proyecto, esta metodología se desarrolló para la evaluación de proyectos dirigidos hacia la planificación de recursos hidráulicos, para aplicarlo a otro tipo de proyectos se deben establecer nuevos índices que se ajusten a las condiciones del proyecto.²⁸

Matriz Conesa:

La metodología Conesa trabaja con una ponderación para los factores ambientales y una asignación de valores a los impactos generados dependiendo de los atributos del mismo, que lo hacen más o menos impactante. De esta manera no solamente cuantifica la

²⁵ DELLAVEDOVA, María. Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. La Plata. 38 p. Universidad nacional de La Plata. Facultad de arquitectura y urbanismo.

²⁶ LEÓN. Op. cit., p.22.

²⁷ IBID, p. 24

²⁸ IBID, p. 40-43

magnitud del impacto, sino también permite evidenciar el valor del impacto global y visualizar los factores más afectados. Adicionalmente la metodología establece una escala de clasificación de impactos (leve, moderado, severo y crítico).²⁹

La evaluación del impacto ambiental constituye el primer paso para la implementación de un plan de manejo ambiental, este plan comprende un conjunto detallado de acciones y/o actividades, van orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por la ejecución de un proyecto, obra o actividad. A continuación se definen cada una de estas medidas.

- **“Medidas de compensación:** Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados,, corregidos, mitigados o sustituidos.
- **Medidas de corrección:** Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.
- **Medidas de mitigación:** Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.
- **Medidas de prevención:** Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.”³⁰

En este estudio, las falencias detectadas en la gestión de residuos sólidos y residuos líquidos en la base militar Peñas Negras, evidenciaron la necesidad de la implementación de las medidas descritas anteriormente. En adición, debe plantearse un plan de monitoreo y seguimiento que permita verificar el cumplimiento y evaluar la efectividad de las mismas.

3.4.2 RESIDUOS SÓLIDOS

Residuo sólido “Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

²⁹ CONESA, Vicente. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental: Segunda edición. Madrid: MUNDI-PRENSA, 1993. 61 p.

³⁰ COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Decreto 1220 .Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá D.C: 21 de abril de 2005. Diario oficial. N° 45890. 20 p.

Residuo sólido aprovechable se define como un material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. Y Residuo sólido no aprovechable es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición”³¹.

La mayoría de actividades antrópicas genera residuos sólidos, es por esta razón que es necesaria la adopción de un plan de gestión integral de residuos sólidos para mitigar las afectaciones que estos puedan ocasionar.

3.4.2.1 PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS)

Un PGIRS es el “conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, basado en la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual se obliga a ejecutar durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un Plan Financiero Viable que permita garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de resultados”.³² Busca evitar o disminuir la cantidad de residuos que se generan, mediante acciones como la separación en la fuente y proponer alternativas para el aprovechamiento de los mismos.

- **Separación en la fuente:** “Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.
- **Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos”.³³

³¹ COLOMBIA. Ministerio de medio ambiente. Decreto 1713. 6 de agosto de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario oficial, 2002. No. 44893. 48 p.

³² COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución 1045. 26 de septiembre de 2003. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. Diario oficial, 2003. 24 p.

³³ Decreto 1713. Op. cit., p 1-7

Para la ejecución de un PGIRS es necesario hacer un diagnóstico con el fin de establecer las condiciones actuales técnicas, financieras, institucionales, ambientales y socioeconómicas de la entidad territorial en relación con la generación y manejo de los residuos. Este diagnóstico, comprende una caracterización de residuos sólidos, con el fin de identificar las fuentes, características y cantidades generadas de los mismos³⁴.

3.4.3 AGUAS RESIDUALES

El vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento también representa una amenaza para los ecosistemas de páramo. Agua residual se define como un líquido de composición variable proveniente de usos domésticos, industriales, comerciales, agrícolas, etc.³⁵

En la actualidad existen diversos tratamientos para este tipo de residuos, a continuación se nombran algunos de los tratamientos convencionales.

Tratamiento convencional de aguas residuales

El agua residual generalmente va cargada de distintos residuos es por esta razón que previo a iniciar el tratamiento, el agua residual se somete a una fase de pretratamiento que consiste en separar dichos residuos del agua por medio de desbaste, eliminación de arenas y desengrasado. Seguido se inicia el tratamiento primario en donde las partículas sedimentables y suspendidas son retiradas mediante desarenadores y tanques de sedimentación, los sólidos sedimentables forman lodos que son arrastrados hacia tanques de recogida y posteriormente son tratados, los sólidos suspendidos se eliminan mediante barreras y vertederos..

El tratamiento secundario de aguas residuales tiene como finalidad descomponer la materia orgánica y los sólidos disueltos, los tratamientos que generalmente se emplean son el filtro percolador, biodiscos y el sistema de lodos activados. Posteriormente esta agua es enviada a decantadores secundarios y floculadores para eliminar sólidos disueltos.

Finalmente el tratamiento terciario tiene como función el afinamiento del agua tratada, esta fase consiste en aplicar tratamientos para la eliminación de nutrientes minerales como el nitrógeno y el fósforo, y eliminar microorganismos patógenos por medio de cloración u otros tratamientos.³⁶

³⁴ . Resolución 1045. Op. cit, p 2.

³⁵ GOBIERNO DE NAVARRA. Depuración de aguas residuales. [En línea] <<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D49F54B3-3E90-4E8E-B4B9-89B282D89410/0/5depuracionaguasresiduales.pdf> > [Citado en 23 de enero de 2015]

³⁶ MUÑOZ, José. Componentes de los sistemas convencionales de depuración de aguas residuales. En: Manual de fitodepuración. p. 38-39.

La variedad de tratamientos para aguas residuales se adaptan a sistemas centralizados y descentralizados. En la tabla 2 se muestra una comparación de parámetros para este tipo de sistemas.³⁷

Tabla 3 Sistemas descentralizados - centralizados

Parámetro	Sistema centralizado	Sistema descentralizado
Sistema de recolección	Recorre grandes distancias por lo que requiere grandes diámetros	Redes más cortas requieren menos diámetros, esto reduce el costo de las redes tanto en materiales como excavación
Tecnologías de tratamiento	Para tratar grandes caudales se requieren plantas sofisticadas o espacios muy grandes para plantas de tecnología básica.	A menor caudal más y mejores opciones tecnológicas de bajo costo.
Espacio requerido	Grandes extensiones en un solo lugar	Pequeñas áreas de muchos lugares
Operación y mantenimiento	Equipo técnico a tiempo completo	Menos exigencias, un equipo puede monitorear varias plantas
Uniformidad de la calidad de las aguas	Mezcla de muchos tipos de agua de distintas calidades	Mayor uniformidad en las aguas a tratar.

Fuente: http://aguatuya.org/wp-content/uploads/2012/02/DT_Tratamiento-Descentralizado-Aguas-Residuales.pdf

Se define como sistema descentralizado de aguas residuales a la colección, re uso y disposición de aguas residuales de comunidades aisladas, rurales, cerca al punto de generación.³⁸

TECNOLOGÍAS DESCENTRALIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR RURAL

Las aguas residuales domesticas se componen de residuos líquidos provenientes de viviendas Son la combinación de aguas grises y aguas con excretas. Aguas grises son los residuos líquidos generados en el lavamanos, la ducha, el lavaplatos y el lavadero de la

³⁷ FUNDACIÓN AGUA TUYA. Tratamiento descentralizado de aguas servidas domésticas y estudio de caso [En línea] <http://aguatuya.org/wp-content/uploads/2012/02/DT_Tratamiento-Descentralizado-Aguas-Residuales.pdf> [Citado en 24 de enero de 2015]

³⁸ GALBÁN, Liber. El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba. En: Centro de investigaciones hidráulicas, Ingeniería hidráulica y ambiental: Cuba, 2009.

vivienda. Y aguas con excretas son las provenientes de sanitarios.³⁹ Como se nombró anteriormente existen diversos tratamientos para la depuración de aguas residuales. A continuación se nombran algunos de estos tratamientos.

Sistemas sépticos

Trampa de grasas.

La función principal del trampa de grasas es evitar que grasas y aceites lleguen a otros puntos del tratamiento, esta parte del tratamiento es ideal para tratar las aguas grises cuando se encuentran separadas de las aguas con excretas, algunas de las características de diseño que deben contemplarse son:

- ✓ El tiempo de retención debe estar entre 2,5 y 3 minutos
- ✓ La relación ancho-largo debe ser de 2:1 a 3:2

En la ilustración 2 se muestran especificaciones de construcción.⁴⁰

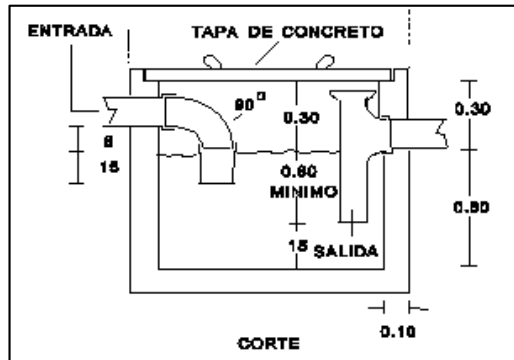
Tanque séptico

En un tanque séptico tiene lugar la descomposición biológica por medio de microorganismos en condiciones anaeróbicas, durante la descomposición se genera en el fondo del tanque cierta cantidad de lodos y adicionalmente sustancias gaseosas. Generalmente son subterráneos y tienen formas cilíndricas, prismáticas o tronco-cónicas. Este sistema no debe ser un tratamiento único, el agua residual que sale del tanque séptico debe someterse a un tratamiento posterior. En la ilustración 3 se muestran algunas especificaciones de construcción.

³⁹ COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Reglamento Técnico Del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Título J. 2010.

⁴⁰ IBÍD. P. 215.

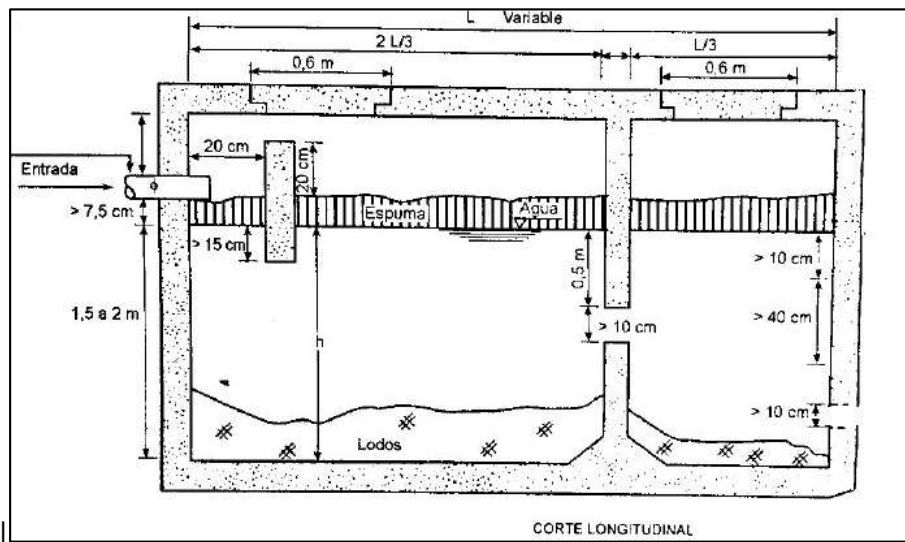
Ilustración 2 Trampa de grasas



Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358040/Contenido_en_linea_Diseño_de_Plantas_Potabilizadoras/leccion_11_procesos_unitarios_para_potabilización_de_agua.html

Ilustración 3 Tanque séptico.



Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_38_tanques_de_decantación/digestion.html

Efecto de la temperatura en el tratamiento de las aguas residuales

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales se dan cierta cantidad de reacciones que permiten la remoción de contaminantes, la temperatura afecta la velocidad de las reacciones y es determinante para el desarrollo de la actividad bacteriana.⁴¹ En el presente

⁴¹ DELGADILLO, O. CAMACHO, A. PÉREZ, L. ADRADE, M. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Serie técnica. 53 p.

estudio la temperatura es el principal factor que condiciona el tratamiento de aguas residuales.

3.4.3.1 SISTEMAS NATURALES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN BAJAS TEMPERATURAS.

El termino sistemas naturales de tratamiento, hace referencia a un tratamiento que depende nula o mínimamente de tecnología. Posterior al tratamiento de aguas residuales en un sistema séptico es necesaria la depuración de la materia orgánica presente.

Los sistemas de naturales son apropiados para pequeñas poblaciones rurales y sitios en donde exista disponibilidad de terreno. Para esto es importante contemplar el buen diseño y bajos costos en la operación y mantenimiento de sistema.

La elección de una alternativa de tratamiento hace necesaria la evaluación de condiciones extremas en climas de bajas temperaturas. Algunos sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales para climas fríos son:

- ✓ Sistema de lagunas facultativas
- ✓ Humedal artificial para tratamiento
- ✓ Sistemas de infiltración en terreno ⁴²

3.4.3.1.1 LAGUNAS FACULTATIVAS

Las lagunas facultativas son usadas para la degradación de materia orgánica en el tratamiento de aguas residuales, en estas lagunas existe una distinción entre dos zonas; una aerobia y una anaerobia en donde se dan los procesos de fermentación.

La zona aerobia es hogar de bacterias, hongos y protozoarios que utilizan el carbono como fuente de energía, al oxidarlo se produce anhídrido carbónico, mientras que en la zona aerobia se desarrollan algas, las cuales llevan a cabo el proceso de fotosíntesis. Lo que en conjunto degrada la materia orgánica presente del agua residual.⁴³

Factores que afectan la depuración de aguas residuales en lagunas facultativas

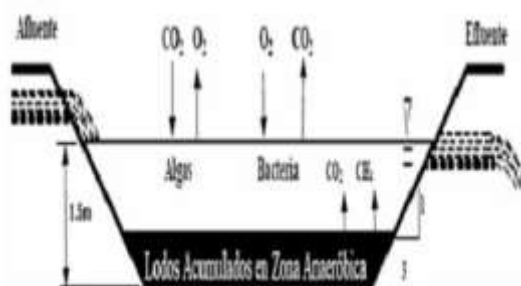
1. Temperatura: la temperatura influencia la mayoría de reacciones del sistema, la eficiencia de tratamiento se da entre 0-30°C.
2. Radiación solar: la luz es esencial para la actividad fotosintética, la radiación solar no solo debe alcanzar la superficie del agua sino también penetrar en la profundidad. Es por esta razón que la profundidad de las lagunas no debe ser muy alta.

⁴² EPA. Sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales en bajas temperaturas [En línea] <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200045MC.PDF?Dockey=200045MC.PDF> [Citado en 26 de enero de 2015]

⁴³ MERINO, L, et al. La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno: Madrid, 2003. (Serie hidrología y aguas subterráneas N°4). ISBN: 8478404643

3. Viento: la acción del viento en las lagunas es importante para evitar la estratificación térmica dentro de las mismas y para homogenizar el oxígeno disuelto en la superficie.
4. Evaporación: debe tenerse en cuenta en climas cálidos y secos con el fin de evitar el aumento de la concentración de sólidos en el agua.
5. Precipitación: las tormentas pueden cambiar el caudal de entrada y aumentar la turbiedad en la laguna, inhibiendo en paso de luz.
6. Estratificación: la densidad del agua cambia con la temperatura y se da cuando no existe una correcta acción del viento.
7. Flujo a través de la laguna: teniendo en cuenta el tiempo necesario para la depuración y las características de circulación de agua se aumenta o disminuye la efectividad de depuración de la laguna.
8. Profundidad: suele fijarse entre 1-2 metros. Profundidades menores a 2 metros limita las posibilidades de estratificación.
9. pH: el pH de las lagunas varía dependiendo de las reacciones que allí se den, la intensidad de luz y la temperatura. La generación de CO_2 disminuye el pH dentro de la laguna y el aumento o la disminución de la temperatura por acción de la radiación solar es directamente proporcional con el pH.
10. Oxígeno disuelto: el oxígeno disuelto es una de los principales indicadores de buen funcionamiento de la laguna, las fuentes de oxígeno disuelto son la aireación y la fotosíntesis. El oxígeno disuelto disminuye cuando aumenta la profundidad.
11. Nutrientes: el agua residual provee a los microorganismos presentes en la laguna los nutrientes necesarios para su desarrollo y procesos.⁴⁴

Ilustración 4 Laguna facultativa.



Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_35_lixivados_y_celda_de_o_peracin.html

⁴⁴ CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA. Lagunas facultativas. [En línea] <<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/facultativas.PDF>> citado en 28 de enero de 2015]

Para el diseño de lagunas facultativas se usa un modelo basado en la constante de reacción y su relación con la temperatura, este modelo parte de la relación de Arrhenius que puede expresarse de la siguiente manera.

$$\frac{t}{t_0} = e^{c(T_0-T)} = \theta^{T_0-T}$$

El diseño de este modelo cinético se desarrolló teniendo en cuenta las siguientes restricciones

- Una remoción de DBO alrededor del 90%
- Durante la realización de los experimentos hubo presencia de corrientes de aire en la superficie para evitar la sedimentación de materia orgánica
- La temperatura se mantuvo en condiciones de equilibrio y el dimensionamiento se efectúa para el mes más frío.

Fórmula para hallar el volumen de la laguna según el modelo de cinética de primer orden:

$$V = 3.5 \times Q_a \times (S_a/200) \times 1.072^{(35-T)} \quad 45$$

Dónde: V = volumen, (m³), Q_a = caudal afluente, m³/da, S_a = DBO última del desecho, mg/l
y T=temperatura mínima (°C)

Requerimientos de las lagunas facultativas:

- ✓ Recomendada para poblaciones de menos de 3000 habitantes
- ✓ Superficies requeridas: entre 8-11 m²/hab
- ✓ Se recomienda una relación de largo a ancho en lagunas facultativas de por lo menos 2/1 y preferiblemente 3/1 para modelar flujo de tipo pistón
- ✓ Mínima generación de olores.
- ✓ Requiere impermeabilización del terreno para evitar la contaminación de fuentes subterráneas.
- ✓ Rendimientos entre 80-90% de remoción de materia orgánica
- ✓ Es necesaria la adecuación de rejillas o tamices
- ✓ Es conveniente un desengrasado y desarenado.

⁴⁵ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Diseño de lagunas facultativa. [En línea] <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/curso/FYLag-Fac.pdf>> [Citado en 29 de enero de 2015]

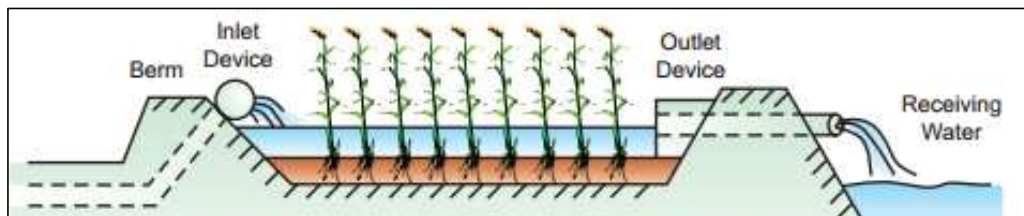
- ✓ Prever una retirada de lodos cada dos años.⁴⁶

3.4.3.1.2 HUMEDALES ARTIFICIALES

Los humedales artificiales son sistemas pasivos diseñados para acelerar la degradación de la materia orgánica en aguas residuales con mecanismos naturales a nivel físico, químico y biológico.⁴⁷ Suelen tener una base o fondo impermeable en donde sobre un lecho de gravas se deposita el agua residual, lo que permite el crecimiento de plantas que utilizan como nutrientes el agua residual como principal agente depurador. Existen dos tipos de humedales dependiendo del flujo del agua:

- Superficie libre de agua: en donde el agua está en contacto con la atmosfera, lo que permite la disponibilidad constante de oxígeno.

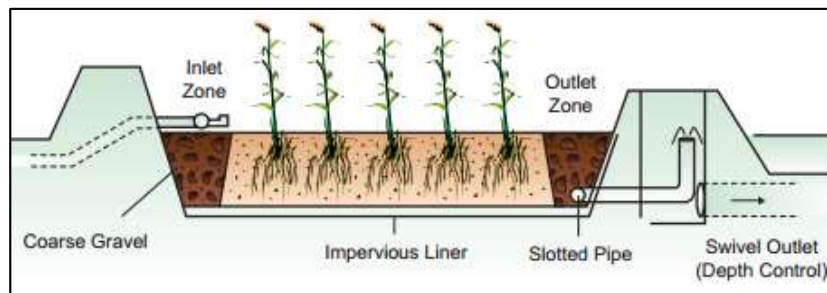
Ilustración 5 Humedal superficie libre de agua.



Fuente: http://www.wetlands.org/Portals/0/publications/Book/Constructed_Wetlands-PDF.pdf

- Flujo subsuperficial: En donde la superficie del agua se encuentra al mismo nivel que la capa de grava.

Ilustración 6 Humedal de flujo subsuperficial.



Fuente: http://www.wetlands.org/Portals/0/publications/Book/Constructed_Wetlands-PDF.pdf

⁴⁶ MILIARIUM, INGENIERÍA CIVIL Y MEDIO AMBIENTE, Diseño lagunajes naturales. [En línea] <<http://www.miliarium.com/Proyectos/Depuradoras/tratamientos/blandos/disen03.asp>> [Citado en 29 de enero de 2015]

⁴⁷ UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA. Depuración de aguas residuales de una población mediante humedales artificiales. [En línea]. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10034/2/ANEXOS%20A_B_C.pdf>. [Citado en 1 febrero de 2015]

Los humedales artificiales se diferencian de las lagunas por la presencia de plantas que tienen como función absorber contaminantes con sus raíces y tallos, evitan la entrada de luz, lo que evita el crecimiento de algas, y transmiten oxígeno al agua.⁴⁸

El funcionamiento de los humedales se fundamenta en tres principios: El aporte de oxígeno por parte de las plantas seleccionadas, las reacciones bioquímicas de los microorganismos y el lecho inerte en el fondo del humedal que tiene como función ser el soporte de las plantas para su desarrollo.

La depuración de estas aguas contaminadas se da por fitodepuración, esta está a cargo de plantas superiores macrófitas, que incluyen plantas acuáticas visibles y plantas acuáticas vasculares.

Factores relevantes en la depuración de aguas residuales con humedales artificiales:

1. Agua residual: son los nutrientes de importancia en el humedal
2. Medio granular inerte: es el sustrato donde se posan las plantas, arena, grava, roca, sedimentos y restos de vegetación, lo constituyen. Este sustrato debe ser permeable y permitir el movimiento de agua, generalmente se utiliza grava seleccionada de 5 mm
3. Vegetación: la depuración del agua residual se da principalmente por las raíces y rizomas. Por medio se la fotosíntesis y la transferencia de carbono orgánico se dan otras reacciones de importancia en el humedal.
4. Microorganismos: los principales microorganismos presente son bacterias, hongos, levaduras y protozoarios. Y los principales procesos que llevan a cabo son la degradación de la materia orgánica, eliminación de nutrientes, elementos traza y desinfección.

En la siguiente tabla se muestran los mecanismos de depuración de los humedales artificiales:⁴⁹

Tabla 4 Mecanismos de depuración

Parámetro	Mecanismo
Sólidos suspendidos	Sedimentación, filtración
DBO	Degradación microbiana (aerobia, anaerobia) Sedimentación (acumulación de materia orgánica, lodos en la superficie del sedimento)
Nitrógeno amoniacal	Amonificación seguida por nitrificación y des nitrificación amoniacal -Captado por la planta
Patógenos	-sedimentación/ filtración

48 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Sistemas de tratamiento mediante aplicación en el terreno. [En línea]. http://aguas.igme.es/igme/publica/libro33/pdf/lib33/cap_3.pdf [Citado en 1 febrero de 2015]

49 DELGADILLO, et al. Op cit, p 14.

	-Declinación -Radiación ultravioleta -Excreción de antibióticos por las raíces de las macrófitas.
--	---

Fuente:

http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion_de_aguas_residuales_por_medio_de_humedales_artificiales.pdf

A continuación se nombran parámetros de diseño para la construcción de humedales artificiales:

- El fondo requiere de una pendiente entre 0,5 y 1% desde la entrada hasta la salida para permitir el drenaje.
- La profundidad generalmente es de 60 cm con 15 cm de borde libre para la acumulación de agua
- Para zonas frías el área superficial no debe ser inferior a 5 m²
- La carga orgánica para climas fríos varía entre 4-10 gDBO₅/m².dia o de 16 g DQO/m².dia
- La máxima carga hidráulica puede ser de hasta 60-80 mm/día⁵⁰

Limitaciones de los humedales artificiales:

- En climas fríos las bajas temperaturas reducen la tasa de remoción de DBO y de las reacciones biológicas responsables por la nitrificación y desnitrificación.
- Las necesidades de terreno de los humedales pueden ser grandes, especialmente si se requiere la remoción de nitrógeno o fósforo.
- La remoción de DBO, SST, DQO y compuestos orgánicos refractarios de las aguas residuales domésticas puede ser muy efectiva con un tiempo razonable de retención (tiempo de retención mayor en climas fríos)⁵¹

3.4.3.1.3 SISTEMAS DE INFILTRACIÓN EN TERRENO

Las zanjas y campos de infiltración consisten en una red de tubos perforados (que favorecen la dispersión) dentro de las zanjas que se encuentran llenas de material poroso (grava, escombro, piedra) y tapadas con tierra. El agua pasa a través de las perforaciones y entra en contacto con microorganismos del suelo que descomponen los contaminantes del agua.

Consideraciones para la construcción de sistemas de infiltración en terreno:

⁵⁰ GIZ, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. Construcción de humedales artificiales. [En línea]. <<http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/Manual%20Humedal.pdf>> [Citado en 1 de febrero de 2015]

⁵¹EPA. Humedales de flujo libre superficial. [En línea] <http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2003_07_10_mtb_cs_00_024.pdf> [Citado en 1 de febrero de 2015]

Profundidad del nivel freático: debe existir una distancia mínima de 1,2 m desde el fondo de las zanjas hasta el nivel freático. Si el nivel freático se encuentra a una distancia menor de 2 m no puede efectuarse este tratamiento.

Permeabilidad del suelo: El terreno se considera apto sí para absorber 1 cm el tiempo está entre 2 y 24 minutos⁵². Adicionalmente, si la tasa de infiltración del suelo es menor a 0,4 min/cm o mayor a 24 min/cm no es recomendable usar ese tratamiento. En la siguiente tabla se muestran parámetros de diseño teniendo en cuenta la tasa de infiltración

Tabla 5 Diseño de zanjas de infiltración.

tasa de infiltración (min/cm)	Carga hidráulica (m/d)	Ancho de zanja (m)	Profundidad de zanja (m)	Absorción efectiva (m ² /m)	Separación de zanjas (m)
<0,4	No es recomendable para su uso				
0,4-0,8	0,058	0,45	0,5 a 1,0	1,5	1,9
0,8-1,2	0,047	0,60	0,50 a 1,0	1,8	1,9
1,2-2	0,038	0,60	0,50 a 1,0	2,0	1,9
2-4	0,030	1,0	0,50 a 1,25	2,4	2,3
4-12	0,016	1,25	0,50 a 1,25	3,0	2,8
12-24	0,008	1,25	0,50 a 1,25	4,0	2,8
>24	No es recomendable para su uso				

Limitaciones en la construcción de zanjas de infiltración:

- ✓ Necesidad de terreno:

Tabla 6 Necesidad de terreno para zanjas de infiltración.

Parámetro	Valor
Ancho de la zanja (m)	0,45-0,80
Largo de la zanja (m)	<20 o 30
Separación entre ejes de zanjas (m)	1,0-2,50

Fuente: http://water.epa.gov/infrastructure/septic/upload/septic_1980_osdm_all.pdf

- ✓ La presencia de fuentes hídricas cercanas limita su aplicación.⁵³

⁵² FREPLATA. Manual de autoconstrucción de un sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Primera edición, Buenos Aires: Mariñelarena – FREPLATA, 2006. 70 p. ISBN-10: 987-23109-0-4.

⁵³ EPA. Infiltración en terreno. [En línea]. <http://water.epa.gov/infrastructure/septic/upload/septic_1980_osdm_all.pdf> [Citado en 1 de febrero de 2015]

4. METODOLÓGÍA

4.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental generado por la base militar Peñas Negras sobre el páramo La Rusia, ubicado en el Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto río Fonce (SFFG), se realizará con la metodología CONESA. Esta metodología permite ponderar los componentes relevantes o que presuntamente se encuentran impactados en el ecosistema. Es decir, a cada componente del ambiente se le asignan unidades de importancia (UIP), dependiendo del valor ecológico que tienen dentro del entorno, razón principal por la que se optó por trabajar con esta metodología, ya que priorizar los elementos fundamentales en el ecosistema

4.1.1. Clasificación de componentes del ambiente y asignación de unidades de importancia

Es una caracterización del medio, donde se pretende clasificar los elementos que componen la zona de estudio que previsiblemente se encuentren afectados.

El entorno se encuentra constituido por elementos y procesos que se interrelacionan entre sí, los cuales pertenecen al sistema físico y al sistema socio económico. Así mismo, pertenecen a subsistemas que se dividen en: inerte o abiótico, biótico y perceptual por una parte, y en uso, núcleos habitados y sociocultural por otra. A cada uno de estos subsistemas pertenecen ciertos componentes ambientales que son susceptibles a recibir impactos. Y a estos componentes posteriormente se le asignan las ya mencionadas unidades de importancia (UIP)

Para cada componente ambiental se establece una medida de importancia dentro del entorno, la asignación de las UIP se realiza según el criterio del grupo o persona que realiza la evaluación del impacto ambiental, pero existen criterios básicos para seleccionar los componentes a tratar y la asignación de las UIP de cada uno:

- a. los componentes deben ser representativos en el entorno y excluyentes entre sí.
- b. Los componentes deben ser fácilmente identificables y cuantificables.
- c. Para facilitar la interpretación de la matriz los UIP deben sumar 1000

Para el desarrollo de la evaluación se estableció la siguiente tabla con el fin de asignar las UIP a cada componente teniendo en cuenta los bienes y servicios ecosistémicos que brinda el Páramo la Rusia y de acuerdo a su importancia en el entorno a estudiar.

Tabla 7 Porcentaje de importancia.

Importancia	Porcentaje
Baja	0-30%
Media	31-65%
Alta	66-100%

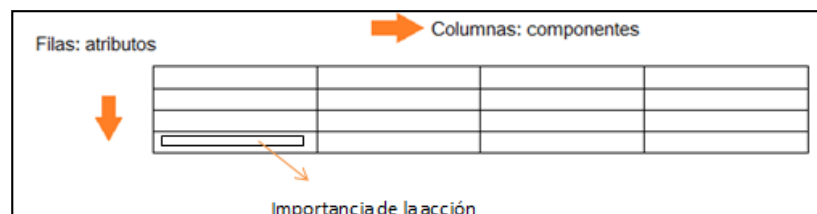
Fuente: Autor

- a) Identificación de acciones con potencial para producir un impacto
 Para la identificación de estas acciones se debe tener en cuenta que deben ser excluyentes entre ellas. Existen tipos de acciones que pueden ayudar a orientar la identificación.
- Acciones derivadas del incumplimiento a la normatividad vigente
 - Acciones que ocasionan afectación a infraestructuras
 - Acciones que modifican en parte o totalmente el entorno social y económico
 - Acciones que provocan un deterioro en paisaje
 - Acciones que repercuten en el medio biótico
 - Acción que implican algún tipo de explotación de recursos naturales
 - Acciones derivadas del inadecuado almacenamiento de residuos
 - Acciones que generen emisión de cualquier tipo de contaminantes
 - Acciones que alteren el uso del suelo.

4.1.2 Elaboración de las matrices de evaluación

Se elabora una matriz por cada una de las acciones identificadas, de la siguiente manera:

Ilustración 7 Esquema diseño tabla por acción.



Fuente: Autor

4.1.3 Asignación de valores a las matrices

Para asignar valores a la matriz, es necesario caracterizar los atributos que hacen más o menos perjudicial el impacto de una acción. En la siguiente tabla se definen cada uno de estos atributos: Teniendo en cuenta la afectación de la acción, se asigna un valor a los atributos de cada componente. La asignación de valores se realiza teniendo en cuenta la tabla 9:

Tabla 8 Valores atributo del impacto

NA: NATURALEZA		IN: INTENSIDAD	
(+) Beneficioso	+1	(B) Baja	1
(-) Perjudicial	-1	(M) Media	2
		(A) Alta	4
		(MA)Muy Alta	8
		(T) Total	12
EX: EXTENSIÓN		MO: MOMENTO	
(Pu)Puntual	1	(L) Largo plazo	1
(Pa)Parcial	2	(M)Medio Plazo	2
(E) Extenso	4	(I) Inmediato	4
(T) Total	8	(C)Crítico ⁽²⁾	+4
(C) Crítico ⁽¹⁾	+4		
PE: PERSISTENCIA		RV: REVERSIBILIDAD	
(F) Fugaz	1	(C) Corto Plazo	1
(T) Temporal	2	(M) Medio Plazo	2
(P) Permanente	4	(I) Irreversible	4
SI: SINERGISMO		AC: ACUMULACIÓN	
(SS) Sin sinergismo	1	(S) Simple	1
(S) Sinérgico	2	(A) Acumulativo	4
(MS) Muy sinérgico	4		
EF: RELACIÓN CAUSA-EFECTO		PR: PERIODICIDAD	
(I) Indirecto (secundario)	1	(I) Irregular o aperiódico y discontinuo	1
(D)Directo (primario)	4	(P) Periódico	2
		(C) Continuo	4
MC: RECUPERABILIDAD		I: IMPORTANCIA	
(In) De manera inmediata	1	Irrelevante	
(MP)A medio plazo	2	Moderado	
(M)Mitigable	4	Severo	
(I)Irrecuperable	8	Crítico	

Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccin_5_tcnicas_difusas_en_la_evaluacin_del_impacto_ambiental.html

La importancia de la acción (I) sobre cada componente está dada por la suma de los valores asignados a cada atributo y se expresa en porcentajes. Se considera una importancia baja cuando los valores están entre 0-30%, media entre 31-65% y alta cuando los valores se encuentran entre 66-100%. No debe confundirse con las UIP asignadas a cada componente, es decir, que cada columna (cada componente) tendrá una importancia total.

4.1.4 elaboración de la matriz final

Al tener elaboradas todas las matrices por acción, se realiza una sumatoria de “importancia de la acción” de cada componente en todas las matrices, teniendo en cuenta su naturaleza (+/-). Es decir

Siendo: A, B, C, D, E, etc. Componentes

IMP la importancia de la acción para cada componente (IA₁, IB₁, IC₁, etc.).

UIP unidades de importancia de cada componente

Acción 1

Tabla 9 Acción 1 ejemplo

	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁
Importancia de la acción	IA ₁	IB ₁	IC ₁	ID ₁	IE ₁

Fuente: autor

Acción 2

Tabla 10 Acción 2 ejemplo.

	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂
Importancia de la acción	IA ₂	IB ₂	IC ₂	ID ₂	IE ₂

Fuente: Autor

La matriz final será:

Tabla 11 Matriz final ejemplo.

	UIP	Acción 1	Acción 2	...	Acción n	Importancia absoluta (IABS)	Importancia total
A	UIPa	IA ₁	IA ₂		IA _n	$\sum_{i=1}^n IA_1 + IA_2 + \dots + IA_n$	$\frac{(IABSA) * (UIPa)}{1000}$
B	UIPb	IB ₁	IB ₂		IB _n	$\sum_{i=1}^n IB_1 + IB_2 + \dots + IB_n$	$\frac{(IABSB) * (UIPb)}{1000}$
C	UIPc	IC ₁	IC ₂		IC _n	$\sum_{i=1}^n IC_1 + IC_2 + \dots + IC_n$	$\frac{(IABSC) * (UIPc)}{1000}$
c	UIPd	ID ₁	ID ₂		ID _n	$\sum_{i=1}^n ID_1 + ID_2 + \dots + ID_n$	$\frac{(IABSD) * (UIPd)}{1000}$
E	UIPe	IE ₁	IE ₂		IE _n	$\sum_{i=1}^n IE_1 + IE_2 + \dots + IE_n$	$\frac{(IABSE) * (UIPe)}{1000}$
total	1000	Sumatoria Algebraica	Sumatoria algebraica		Sumatoria Algebraica		

De esta forma, se podrá establecer cual acción genera mayores impactos y cuales componentes son más afectado por dichas acciones. Los valores positivos serán considerados benéficos o que el componente se encuentra en buena calidad, y los valores negativos serán consideras perjudiciales o que el componente se encuentra en mala calidad.

4.1.5 Interpretación de resultados de la matriz.

Según los resultados obtenidos en la matriz global, los impactos se clasifican de acuerdo la siguiente tabla:

Tabla 12 Relevancia del impacto.

RELEVANCIA DEL IMPACTO	VALOR TOTAL
Irrelevantes	< 25
Moderados	25 - 50
Severos	50 - 75
Críticos	> 75

Fuente: <http://coopser.com/2010/IMPACTOAMBIENTAL.pdf>

*Crítico: pérdida permanente de la calidad ambiental, sin posible recuperación

**Severo: impacto recuperable que permite la introducción de medidas correctoras.

***Moderado: no precisa medidas correctoras, pero si medidas preventivas o de mitigación.

4.2 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, CORRECCIÓN Y COMPENSACIÓN.

4.2.1 Plan de gestión integral de residuos sólidos

Se realiza un diagnóstico de la situación actual, con el fin de evidenciar claramente cuáles son las falencias en la gestión de los residuos sólidos, esta fase también incluye una caracterización de residuos sólidos. Para la realización de esta caracterización es necesario cuantificar y clasificar los residuos sólidos en categorías (papel, cartón, vidrio, PET, plástico, metales, residuos de comida, residuos de barrido, papel higiénico y servilletas). En segundo lugar se establecen programas que mediante acciones se mitiguen, prevengan, compensen y/o corrijan los impactos generados, estos programas incluyen metas, indicadores, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, presupuesto y cronograma.

4.2.2 Plan de manejo de aguas residuales.

Se realiza un diagnóstico de la situación en actual, con el fin de evidenciar claramente cuáles son las falencias en la gestión de los líquidos. En segundo lugar se establecen programas que mediante acciones se mitiguen, prevengan, compensen y/o corrijan los impactos generados, los programa incluyen metas, indicadores, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, presupuesto y cronograma. Posteriormente se realiza la elección de la tecnología para el tratamiento de aguas residuales que más se ajuste a las condiciones de la base militar y del entorno, y finalmente se realiza el diseño del sistema de tratamiento.

4.3 PLANTEAMIENTO DE UN PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL PARA LAS MEDIDAS FORMULADAS.

El plan de seguimiento y control hará una recopilación de los indicadores propuestos en cada uno de los programas, para que de esta manera se verifique la realización de las acciones propuestas y se evalúe el cumplimiento de las metas formuladas en los programas.

5 RESULTADOS Y ANALISIS

5.1. MA TRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1.1. Clasificación de los componentes

La clasificación de los componentes en cada uno de los sistemas y subsistemas se realizó basándose en el bien o servicio ambiental que brinda, su importancia a la zona de estudio y/o su importancia ecológica. Los resultados se describen en el anexo 1: hoja de cálculo matriz de evaluación de impacto ambiental.

Tabla 13 Clasificación de componentes para la evaluación.

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	PAUTA
FISICO	Inerte Abiótico	Aire	Mantienen la temperatura, transporte de nutrientes.
		Agua	Abastecen de agua para consumo y riego a algunas poblaciones de Santander y Boyacá
		Suelo	Desarrollo de raíces, resistencia a la erosión.
		Procesos abióticos	Ciclo del agua, Ciclo de nutrientes (C, P, N), eutrofización
	Biótico	Flora	Especies endémicas de fauna y flora presentes en el SFFG
		Fauna	
		Procesos bióticos	Cadenas tróficas, ciclos de reproducción y pautas de comportamiento
	Perceptual	Paisaje	El buen estado del paisaje rebela la buena salud del ecosistema.
		recursos científicos	Alto potencial de recursos genéticos, investigación de especies.

SOCIO ECONOMICO		Componentes singulares	Familias de frailejones, lagunas, sistema montañoso.	
	Usos	Conservación natural	Área protegida perteneciente el sistema nacional de áreas protegidas.	
	Núcleos habitados	Infraestructura y servicios	La Base militar (Área construida)	
	Sociocultura I	Servicios oficiales	Seguridad	Control de visitantes al santuario, control de caza ilícita, control de quemas e intervenciones al suelo
		Calidad de vida		Saneamiento básico del personal de la base militar

Fuente: Autor

5.1.2 Asignación de unidades de importancia

La asignación de unidades de importancia (UIP) se basó en la tabla 8 y las pautas de la tabla 14. En la tabla 15 se muestra como se establecieron la UIP para cada componente

Tabla 14 Asignación de IUP

Sistema	Subsistema	Componente	UIP
Físico 70%	Abiótico – Inerte 50%	Agua 36%	126
		Aire 14 %	49
		Suelo 16%	56
		Procesos Abióticos 34%	119
	Biótico 40%	Fauna 33% *	93
		Flora 33% *	93
		Procesos bióticos 34% *	94
	Perceptual 10%	Paisaje 40%	28
		Componentes singulares 20%	14
Recursos científicos 40%		28	
Socio Económico 30%	Usos 70%	Conservación natural 100%	210
	Núcleos habitados 20%	Infraestructura y servicios 100%	60
	Socio cultural 10%	Servicios oficiales 25% *	7
		Seguridad 50%	15
		Calidad de vida 25% *	8
Total			1000

Fuente: autor

*Se realizaron aproximaciones para que las UIP fueran números enteros, lo que facilita el manejo.

5.1.3. Identificación de acciones, elaboración e interpretación de la matriz final:

La metodología sugiere seleccionar las acciones que generan impactos positivos y negativos en el área a evaluar. Las acciones que se eligieron para dicha evaluación se describen en la tabla 15.

Tabla 15 Acciones matriz de impacto ambiental

Acción	Razón
Abastecimiento de agua	El abastecimiento del agua para consumo en la base militar, se hace mediante un carro tanque, el agua se toma de la laguna “Los patos” ubicada a 20 minutos de la base.
Transporte de suministros	Aproximadamente cada 15 días la base militar recibe suministros, los cuales son enviados por parte del Ejército Nacional en un camión.
Generación de energía	La base militar cuenta con una pequeña planta de generación eléctrica, que suministra energía a la misma.
Generación de residuos sólidos	Se generan residuos sólidos diariamente en la base militar, pero no se cuenta con un sitio de disposición temporal, contenedores adecuados, ni se llevan a cabo acciones de separación, aprovechamiento o reutilización
Vertimiento de residuos líquidos	En la actualidad la evacuación de aguas residuales se realiza sobre un afloramiento rocoso sin ningún tipo de tratamiento, este se encuentra muy cercano a las lagunas Cachalú y Agua Clara las cuales se encuentran fuera del área protegida
Recorridos de vigilancia	Periódicamente el personal de la base militar realiza recorridos en zonas del páramo La Rusia, lo que ha permitido: tener un control de visitantes al Santuario, controlar de caza ilícita, quemas e intervenciones al suelo.

Fuente: Autor

La matriz global permitió evidenciar cuales son impactos relevantes ocasionados en el sector Peñas Negras en el páramo La Rusia. En la tabla 16 se muestra la importancia total por cada acción y la relevancia de su impacto según la tabla 12.

Tabla 16 Acciones relevantes.

Acción	Valoración	Relevancia
Abastecimiento de agua	-35,758	Moderada
Transporte de suministros	-26,499	Moderada
Generación de energía	-40,612	Moderada
Generación de residuos sólidos	-53,917	Severa
Vertimiento de residuos líquidos	-51,361	Severa
Recorridos de vigilancia	20,474	Irrelevante

Fuente: autor

De igual manera la matriz global evidenció el grado de afectación de los componentes, en la siguiente tabla se muestran los resultados

Tabla 17 Afectación de los componentes.

Componente	Valoración	Relevancia
Agua	-25,326	Moderada
Aire	-10,241	Irrelevante
Suelo	-10,64	Irrelevante
Procesos abióticos	-24,99	Moderada
Flora	-17,577	Irrelevante
Fauna	-17,484	Moderado
Procesos bióticos	-25,286	Irrelevante
Paisaje	-5,488	Irrelevante
Recursos científicos	-2,744	Irrelevante
componentes singulares	-2,24	Irrelevante
Conservación natural	-46,83	Moderada
Infraestructura y servicios	6,9	Irrelevante
Servicios oficiales	0,791	Irrelevante
Seguridad	1,89	Irrelevante
Calidad de vida	0,832	Irrelevante

Fuente: Autor

La tabla 16, permite evidenciar que las actividades que tienen impactos perjudiciales en el entorno son en primer lugar la generación de residuos sólidos y en segundo lugar el vertimiento de residuos líquidos.

1. La generación de residuos sólidos y su inadecuada gestión, representa un problema para el ecosistema de páramo, por lo tanto para la conservación natural del SFFG. Principalmente las falencias que se evidencian en el manejo de los residuos sólidos fueron:

- No se cuenta con un sitio de almacenamiento temporal ni con contenedores adecuados: lo que genera un efecto directo en el paisaje y el suelo, de igual manera por acción de los vientos los residuos sólidos llegan a fuentes hídricas causando contaminación y dificultades para realizar el proceso de fotosíntesis en la flora presente (los residuos sólidos flotantes impiden la entrada de luz, lo que tiene un efecto directo en la capacidad fotosintética de estos organismos). Igualmente incrementa las posibilidades de aparición de vectores y olores molestos, lo que causa cambios en el equilibrio del ecosistema al intervenir con los procesos bióticos y abióticos del mismo.
- No se realiza ningún tipo de separación, reutilización ni aprovechamiento de residuos sólidos: Por lo tanto, se incrementa la cantidad de residuos que deben enviarse a disposición final, lo que representa un aporte a esta problemática nacional.

El vertimiento de residuos líquidos supone una contaminación al suelo y la vegetación presente por ser el primer receptor del agua residual y de igual manera en épocas de lluvia por escorrentía y arrastre de sedimentos, las lagunas de Cachalú y Agua Clara, se presume son las receptoras finales de la carga contaminante. Dicha carga tiene potencial para generar un desequilibrio ecológico dentro de las lagunas, afectando la flora y micro flora que alberga, lo que tiene un efecto directo en cadenas alimenticias y pautas de comportamiento para las especies de fauna del Páramo. Adicionalmente la introducción de contaminantes ya sea al suelo o fuentes hídricas altera los procesos del sistema abiótico, lo que comprende el ciclo de agua y el ciclo de nutrientes, ambos esenciales para conservar la calidad del ecosistema. Igualmente se evidenció que las instalaciones sanitarias dentro de la base militar no son adecuadas y pueden perjudicar la salud del personal de la misma.

Por otra parte, la generación de energía, el abastecimiento de agua y el transporte de suministros, aunque su impacto está clasificado como moderado tiene efectos significativos en el ecosistema. La generación de energía que se da en la base militar Peñas Negras, genera un impacto negativo principalmente en el aire, ya que aumenta la cantidad de CO₂ presente en la atmosfera, lo que repercute directamente en el cambio climático.

El abastecimiento de agua representa un impacto significativo específicamente a la laguna Los Patos, de donde se extrae. Lo que tiene efectos en el comportamiento de la fauna y la flora, modificación de procesos bióticos y abióticos y afectación al paisaje.

El transporte de suministros es una actividad necesaria para la subsistencia del personal de la base militar, sin embargo, dicha acción genera un impacto directo al aire, por emisión de CO₂ y al suelo por compactación. Igualmente genera efectos indirectos, como el cambio en pautas de comportamiento de la fauna presente y disminución en la salud ecológica del ecosistema.

Los recorridos de vigilancia, representan un impacto positivo en el SFFG. La articulación en el manejo del santuario entre PNNC y el Ejército Nacional, ha hecho posible controlar ciertas actividades que no son permitidas en el área protegida, entre las que se encuentran la caza ilícita, la quema y la extracción de ejemplares de fauna y flora por parte de los habitantes del sector, entre otras. Este resultado refleja una mayor necesidad de acciones de educación ambiental con el personal de la base militar, en donde se capacite en temas relevantes en el SFFG y en fortalecer la noción que se tiene acerca del papel que tiene la base militar Peñas Negras en la conservación del área protegida.

El recurso hídrico, los procesos bióticos y abióticos y la conservación natural, presentan un grado de afectación moderada, esto refleja que es el momento adecuado para aplicar medidas de corrección, mitigación, prevención y compensación con el fin de disminuir el deterioro de dichos componentes con el paso del tiempo.

En el presente estudio se va priorizaron los impactos clasificados como SEVEROS:

1. Generación de residuos sólidos.

2. Vertimiento de residuos líquidos

Por tanto, se formulará el plan de gestión integral de residuos sólidos y el plan de manejo de aguas residuales para la base militar Peñas negras.

6. ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

6.1 PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Diagnostico

Objetivos del diagnostico

- ✓ Realizar una revisión del estado actual del manejo de residuos sólidos en la base militar Peñas Negras
- ✓ Cuantificar los residuos sólidos que genera la base militar Peñas Negras

Revisión del estado actual del manejo de residuos sólidos.

Se realizó una inspección de las instalaciones de la base militar para detectar las falencias en el manejo de residuos sólidos. En la ilustración 8 se evidencia que existen varios puntos para el almacenamiento de los residuos, pero los contenedores no cuentan con tapas ni condiciones óptimas para que los residuos no se descompongan. Se evidencia que alrededor de los mismos se encuentran esparcidos residuos que muy probablemente han sido desplazados por el viento y el agua.

Igualmente las ilustraciones 9 y 10 muestran los alrededores de la base militar, allí se percibe la presencia de residuos en sitios en donde no debería haber presencia alguna de ellos.

La ilustración 11 muestra el sitio de almacenamiento temporal de los residuos. Estos duran 15 días aproximadamente almacenados allí y posteriormente son recogidos por un camión del Ejército Nacional que los lleva a disposición final en la ciudad de Duitama. Se evidencia que las condiciones no permiten almacenar la cantidad de basura que se genera, igualmente los contenedores no cuentan con tapas para impedir la entrada de vectores o la descomposición de los desechos y el material en que están elaborados no permite su limpieza. Adicionalmente el sitio permite que en días de lluvia el agua se infiltre entre los residuos, disminuyendo su potencial de aprovechamiento. Dentro de la base militar Peñas Negras no se realiza ningún tipo de actividad de separación, reutilización o aprovechamiento lo que potencialmente podría disminuir la cantidad de residuos que se envían a disposición final.

Ilustración 8 Contenedores de residuos sólidos.



Fuente: Autor.

Ilustración 9 Evidencia residuos en el paisaje.



Fuente: Autor

Ilustración 10 Evidencia residuos en el paisaje 2.



Fuente: Autor

Ilustración 11 Sitio de almacenamiento temporal actual.



Fuente: Autor

Cuantificación de residuos sólidos.

La caracterización de residuos sólidos se realizó con los residuos generados en 8 días. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18 Caracterización de residuos sólidos.

Caracterización	
Peso total	163 Kg
Peso Caracterizado	161 Kg
Representatividad	98,77%
Densidad	0,1 Kg/l

Fuente: Autor

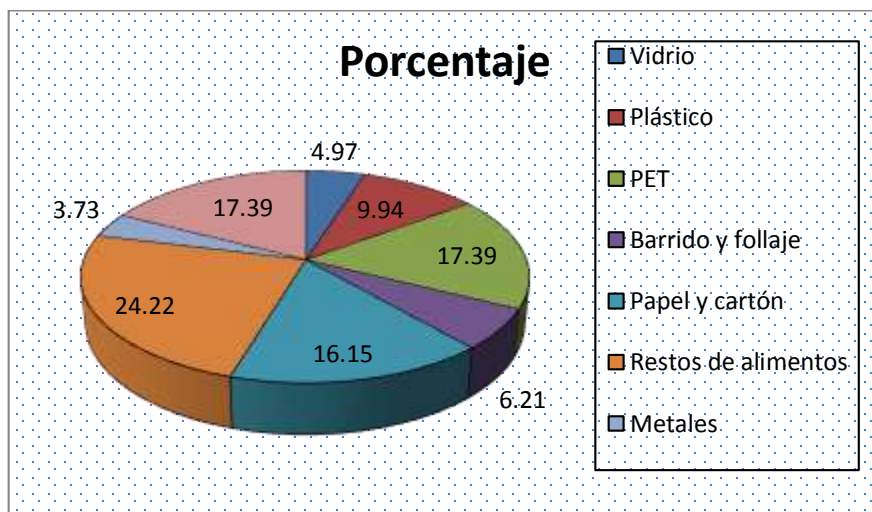
El peso total fue menor de 200 Kg por esta razón no fue necesario llevar a cabo el método del cuarteo. Se tomó la totalidad de los residuos y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 19 Cuantificación de residuos sólidos, 8 días

Tipo de residuo	Peso (Kg)	%
Vidrio	8	4,97
Plástico	16	9,94
PET	28	17,39
Barrido y follaje	10	6,21
Papel y cartón	26	16,15
Restos de alimentos	39	24,22
Metales	6	3,73
Papel higiénico y servilletas	28	17,39
Total	161	100

Fuente: Autor

Gráfica 1 Distribución porcentual de residuos sólidos.



Fuente: Autor

La base militar, genera residuos aprovechables y no aprovechables, dentro de los aprovechables se encuentran, los plásticos, PET, metales, papel, cartón, vidrios, follaje y restos de alimentos y dentro de lo no aprovechables se encuentran los residuos de barrido, papel higiénico y servilletas. Se realizó una aproximación de la composición de los residuos sólidos, con el fin de conocer qué porcentaje de los residuos generados son aprovechables y no aprovechables.

Tabla 20 Residuos aprovechables y no aprovechables.

Tipo de residuo	Residuo	Destinación	Cantidad en Kg	Porcentaje (%)
Aprovechable	Papel, cartón, vidrio, metal, plástico	Reciclaje	84	80,12
	Residuos de comida	Bio-abono, compostaje	45	
No aprovechable	Papel higiénico, servilletas y residuos de barrido	Disposición final	32	19,88
Total			161	100

Fuente: Autor

Basados en la cuantificación de residuos sólidos, se obtuvo la siguiente tabla

Tabla 21 Generación diaria de residuos sólidos.

Generación diaria de residuos	20,125 Kg/día
Producción per cápita	0,54 Kg/hab.día

Fuente: autor

La producción per cápita obtenida refleja que se está generando una cantidad de residuos mayor a la esperada, esta producción per cápita se acerca a una producción urbana⁵⁴, siendo esta población del área rural la producción de residuos es alta y es necesaria la implementación de estrategias para la reducción en la generación de residuos sólidos.

Formulación PGIRS

Objetivo general

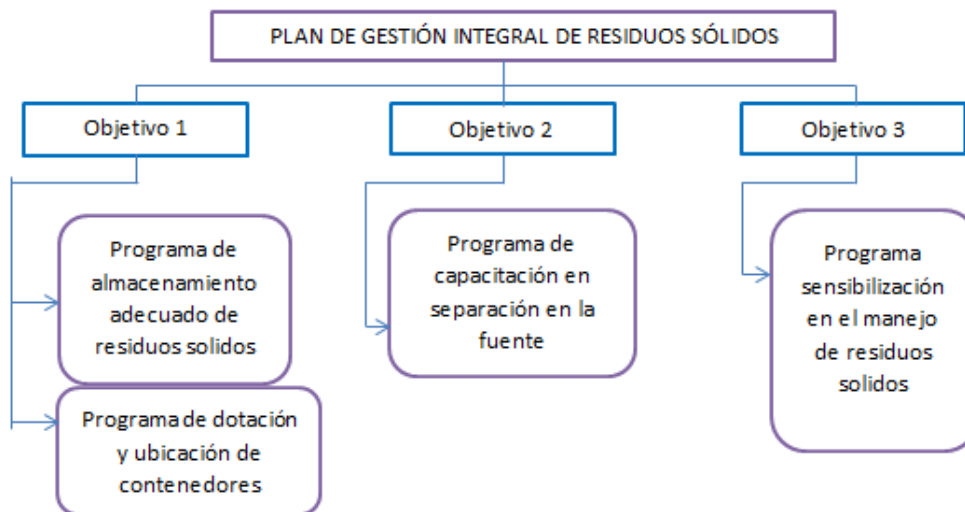
Implementar el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) para la base militar Peñas Negras, con el fin de mejorar las condiciones actuales de manejo de residuos sólidos (RS) e implementar alternativas y/o posibles soluciones a las debilidades y falencias presentes en la gestión actual.

Objetivos específicos

1. Adecuar sitios e implementos estratégicos para la gestión integral de RS
2. Minimizar la cantidad de residuos que se envían a disposición final
3. Mejorar las condiciones del paisaje en el área de influencia de la base militar dentro del SFFG

Para el cumplimiento de objetivos se establecerán distintos programas que incluyen, acciones a desarrollar y estrategias para alcanzar las metas que se plantean. El siguiente esquema resume la formulación de dichos programas.

Gráfica 2 Esquema programa del PGIRS



⁵⁴UNIVERSIDAD DEL VALLE. Caracterización de residuos sólidos residenciales generados en el municipio de Santiago de Cali. [En línea]. <http://objetos.univalle.edu.co/files/Caracterizacion_residuos_solidos_residenciales_en_Santiago_Cali.pdf> [Citado en 2 de febrero de 2015]

Fuente: Autor

BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS				
FICHA N° 01	PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO ADECUADO DE RESIDUOS SOLIDOS			
tipo de medida	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
Impactos a controlar	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación al paisaje en el SFFG - Contaminación de suelo y fuentes hídricas. - Proliferación de olores 			
Metas	Efectuar la construcción del sitio de almacenamiento temporal cumpliendo con las especificaciones señaladas en el presente programa.	Indicadores	Se construyó el sitio de almacenamiento temporal (100%)	
Tiempo revisión de metas	6 meses			
Acciones a desarrollar	<p>Construcción del sitio de almacenamiento temporal</p> <p>El Artículo 11 del decreto 1140 de 2003 establece que todo Multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general. 2. Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje. 3. Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos. 4. Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios. 5. La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad. 6. Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación. <p>Para cumplir con dichos requisitos se realiza el dimensionamiento del sitio de almacenamiento temporal basándose en los siguientes datos</p>			

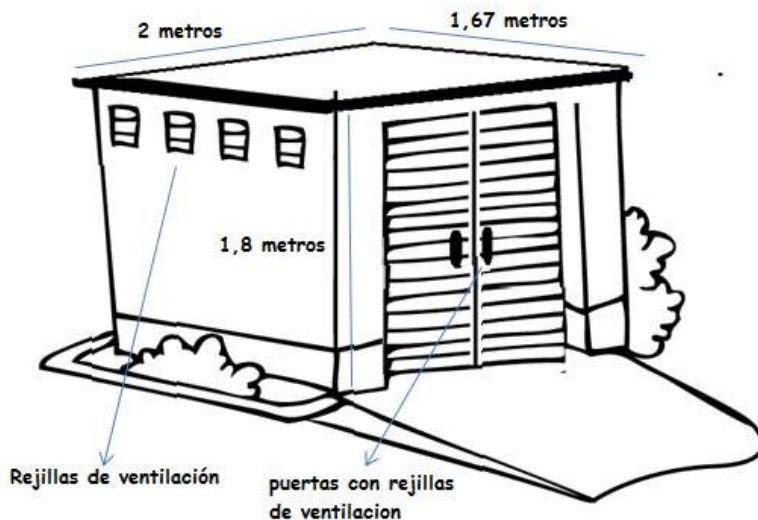
- Cada 15 días se recogen los residuos sólidos en la base militar para llevarlos a disposición final. Se trabajará con un tiempo crítico de un mes, suponiendo que este sea el tiempo máximo de almacenamiento de residuos sólidos
- La generación mensual de residuos sólidos es de 603,75 Kg
- La densidad de los residuos es de 0,1 Kg/l
- Se asumirá una altura de 1,8 metros
- Se asumirá un ancho de 2 metros

$$\frac{603,75 \text{ Kg}}{0,1 \text{ Kg/l}} = 6037,5 \text{ Litros} = 6,0375 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = \text{Área base} * \text{Altura} \quad \text{área base} = \frac{6,0375 \text{ m}^3}{1,80 \text{ m}} = 3,3541 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = \text{Largo} * \text{Ancho} \quad \text{Largo} = \frac{3,3541 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} = 1,67 \text{ m}$$

Gráfica 3 Dimensiones sitio de almacenamiento temporal



Fuente: Autor.

Rejillas de ventilación

Se adecuarán en la parte superior, para permitir la ventilación de los residuos sólidos, las rejillas deben impedir el paso de vectores y la entrada de agua en caso de lluvias.



Puertas con rejillas

Ajustándose a las medidas propuestas en el diseño, las puertas deben tener rejillas de ventilación con el fin de impedir el paso de vectores o animales y la entrada de agua, pero garantizando la entrada de aire.



Acabados

Las paredes y suelo del sitio de almacenamiento temporal deben ser en baldosa, tablón o cualquier otro material liso que facilite su limpieza. Adicionalmente debe disponerse un desagüe para evacuar el exceso de agua al momento de su limpieza.



Extintor:

El sitio de almacenamiento temporal debe contar con un extintor de polvo químico seco (multipropósito) para evitar la propagación de un incendio.







Aseo y mantenimiento:


- Para mantener unas buenas condiciones en el sitio de almacenamiento temporal se sugiere que cada vez que se haga la recolección (cada 15 días) de residuos sólidos por parte del batallón, se realice la limpieza total del sitio, verificando el buen estado de las rejillas y el desagüe.
- En caso de que se perciba que se está generando una gran cantidad de lixiviados, la limpieza debe ser inmediata.
- Para garantizar el buen estado de los residuos al momento de su entrega para disposición final, las puertas deben permanecer completamente cerradas.

Personal requerido y funciones

- Encargado del área de gestión ambiental batallón Silva Plazas: Encargado de direccionar el presente programa
- 3 Maestros de obra: encargados de construir el sitio de almacenamiento temporal.
- Grupo de 3 soldados: encargados de realizar el aseo y mantenimiento al sitio de almacenamiento temporal periódicamente.

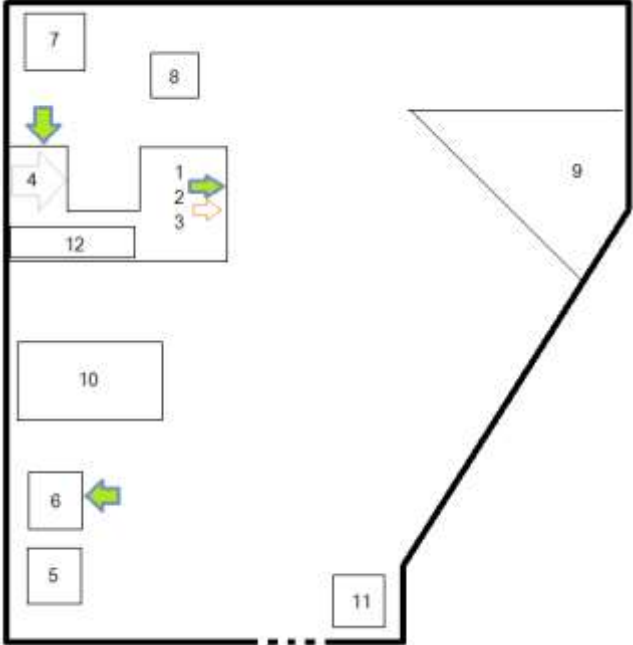
Mecanismos y estrategias participativas	- Charla informativa: a cargo del encargado de gestión ambiental, en donde pauten las normas para el adecuado funcionamiento del sitio de almacenamiento temporal y en donde se fijen los horarios y frecuencias de aseo.																							
Seguimiento y monitoreo	<p>Finalizada la construcción del sitio de almacenamiento temporal, el encargado de gestión ambiental del batallón Silva Plazas, realizará el seguimiento en el cumplimiento de los parámetros establecidos mediante la siguiente lista de chequeo.</p> <p>Tabla 22 seguimiento sitio de almacenamiento temporal.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">cumple</th> <th rowspan="2">aspecto</th> </tr> <tr> <th>si</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>Dimensiones</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Rejillas de ventilación</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Puertas con rejillas</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Acabados que permiten su limpieza</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Desagüe</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Extintor</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Autor</p>	cumple		aspecto	si	no			Dimensiones			Rejillas de ventilación			Puertas con rejillas			Acabados que permiten su limpieza			Desagüe			Extintor
cumple		aspecto																						
si	no																							
		Dimensiones																						
		Rejillas de ventilación																						
		Puertas con rejillas																						
		Acabados que permiten su limpieza																						
		Desagüe																						
		Extintor																						
Responsable de la ejecución	<p>1) Encargado de gestión ambiental batallón Silva Plazas</p> <p>2) Comandante base militar Peñas Negras</p>																							
Cronograma	<p>No aplica.</p> <p>El batallón Silva Plazas es el encargado ejecutar la construcción del sitio de almacenamiento temporal propuesto. Y el cronograma debe ser fijado entre la institución y los maestros de obra.</p>																							
Presupuesto	<p>Tabla 23 Presupuesto sitio de almacenamiento temporal.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Suministro</th> <th>Valor unidad (pesos colombianos)</th> <th>Valor total (pesos colombianos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Construcción cuarto de almacenamiento</td> <td></td> <td>5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Extintor</td> <td>50.000</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>Desagüe</td> <td>7.000</td> <td>7.000</td> </tr> <tr> <td>Traperos, esponjas, cepillos, guantes de aseo</td> <td>40.000</td> <td>40.000</td> </tr> <tr> <td>Transporte de personal</td> <td></td> <td>200.000</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>5.297.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente Autor</p>	Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)	Construcción cuarto de almacenamiento		5.000.000	Extintor	50.000	50.000	Desagüe	7.000	7.000	Traperos, esponjas, cepillos, guantes de aseo	40.000	40.000	Transporte de personal		200.000	Total		5.297.000		
Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)																						
Construcción cuarto de almacenamiento		5.000.000																						
Extintor	50.000	50.000																						
Desagüe	7.000	7.000																						
Traperos, esponjas, cepillos, guantes de aseo	40.000	40.000																						
Transporte de personal		200.000																						
Total		5.297.000																						

BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS																																		
FICHA N° 02	PROGRAMA DE DOTACIÓN Y UBICACIÓN DE CONTENEDORES																																	
tipo de medida	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación																														
Impactos a controlar	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de olores y vectores. - Afectación a la fauna y flora del SFFG - Alteración del paisaje del SFFG 																																	
Metas	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con el 60% de los contenedores propuestos - Cumplir con el 60 % de los puntos de recolección sugeridos 	Indicadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número contenedores ejecutados / número de contenedores propuestos) *100 2. (número de puntos de recolección ejecutados / número de puntos de recolección propuestos)*100 																															
Tiempo revisión de metas		3 meses																																
Acciones a desarrollar	<p>Ubicación de contenedores</p> <p>La separación adecuada de residuos sólidos es posible con la adecuación de puntos de separación diferenciada o puntos ecológicos, teniendo en cuenta la distribución del espacio dentro de la base militar (figura X) se establecieron puntos estratégicos para la recolección. La tabla 3. Muestra la propuesta de ubicación de estos contenedores.</p> <p>Tabla 24 Convenciones ubicación.</p>																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Convenciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Sala</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cocina</td></tr> <tr><td>3</td><td>Dormitorio</td></tr> <tr><td>4</td><td>Baños (cantidad 5)</td></tr> <tr><td>5</td><td>Estructura de vigilancia</td></tr> <tr><td>6</td><td>Estructura de vigilancia</td></tr> <tr><td>7</td><td>Estructura de vigilancia</td></tr> <tr><td>8</td><td>Emisora (sin funcionamiento)</td></tr> <tr><td>9</td><td>Centro de control antenas telefónica (sin acceso)</td></tr> <tr><td>10</td><td>Control antenas ejército (sin acceso)</td></tr> <tr><td>11</td><td>Estructura de vigilancia</td></tr> <tr><td>12</td><td>Dormitorios</td></tr> <tr><td></td><td>Contenedor diferenciado (punto ecológico): reciclable - no reciclable</td></tr> <tr><td></td><td>Contenedor para residuos de comida y follaje</td></tr> </tbody> </table>				Convenciones		1	Sala	2	Cocina	3	Dormitorio	4	Baños (cantidad 5)	5	Estructura de vigilancia	6	Estructura de vigilancia	7	Estructura de vigilancia	8	Emisora (sin funcionamiento)	9	Centro de control antenas telefónica (sin acceso)	10	Control antenas ejército (sin acceso)	11	Estructura de vigilancia	12	Dormitorios		Contenedor diferenciado (punto ecológico): reciclable - no reciclable		Contenedor para residuos de comida y follaje
	Convenciones																																	
	1	Sala																																
	2	Cocina																																
	3	Dormitorio																																
	4	Baños (cantidad 5)																																
	5	Estructura de vigilancia																																
	6	Estructura de vigilancia																																
	7	Estructura de vigilancia																																
	8	Emisora (sin funcionamiento)																																
	9	Centro de control antenas telefónica (sin acceso)																																
	10	Control antenas ejército (sin acceso)																																
	11	Estructura de vigilancia																																
12	Dormitorios																																	
	Contenedor diferenciado (punto ecológico): reciclable - no reciclable																																	
	Contenedor para residuos de comida y follaje																																	

 Contenedor para papel higiénico

Fuente: Autor

Gráfica 4 ubicación puntos de separación.






Fuente: Autor

Dotación de contenedores

La base militar peñas negras produce diariamente 21 Kg diarios de residuos aproximadamente, en donde el 80% son residuos aprovechables. Para facilitar su aprovechamiento y manejo los contenedores deberán cumplir con las siguientes especificaciones.

Tabla 25 Tipos de contenedores.

Tipo de contenedor	Imagen	Especificación	Cantidad total
Contenedores para papel higiénico		Color sugerido: blanco Material: plástico de alta de densidad Tamaño:10 litros Indispensable que tenga tapa	5 contenedores (1 contenedor por cada baño)

	<p>Contenedor para residuos de comida y follaje</p>		<p>Color sugerido: Crema, rotulado como se muestra en la imagen (orgánicos) Material: Plástico de alta de densidad que permita su lavado. Tamaño sugerido: 35 litros Indispensable que tenga tapa</p>	<p>1 contenedor</p>
	<p>Punto ecológico de dos colores (azul – verde)</p>		<p>Color sugerido: 1 contener verde y un contenedor azul, rotulados como se muestra en la imagen (reciclable y no reciclable) Material: plástico de alta de densidad Tamaño sugerido: 35 litros Indispensable que tenga tapa</p>	<p>3 puntos ecológicos de 2 contenedores cada uno</p>
<p>Personal requerido y funciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comandante (delegado del área de gestión ambiental batallón Silva Plazas): Encargado del direccionamiento en cuanto a la ubicación de los puntos de separación, teniendo en cuenta lo pautado dentro del presente programa. - 7 soldados: Grupo escogido por el comandante para ubicar los puntos de separación de acuerdo con lo establecido. - Encargado delegado del área de gestión ambiental batallón Silva Plazas: Persona a cargo de hacer el seguimiento al programa. 			
<p>Mecanismos y estrategias participativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados para su posterior capacitación - Ejecutar el presente programa es el paso 1 en la gestión integral de residuos sólidos. - Con el comandante encargado se pautará que días se realizará el cambio de bolsas para los contenedores, se sugiere que este cambio se haga cada vez que los contenedores estén llenos (sin rebosar la tapa). - Los contenedores deben mantenerse limpios en su exterior, con el fin de prevenir malos olores o la presencia de vectores. 			

	<ul style="list-style-type: none"> - Las tapas de los contenedores deben estar siempre adecuadamente puestas en los mismos con el fin de evitar la entrada de agua a los residuos. - Cada contenedor debe tener una bolsa que se ajuste al tamaño del mismo. (en lo posible del mismo color del contenedor) 																		
seguimiento y monitoreo	Cumplimiento de indicadores en un plazo de 1 mes a partir de efectuada la dotación de contenedores.																		
Responsable de la ejecución	<ol style="list-style-type: none"> 1) Encargado de gestión ambiental batallón Silva Plazas 2) Comandante base militar Peñas Negras 																		
Cronograma	<p>El batallón Silva Plazas es el encargado de dotar a la base militar con los contenedores propuestos. A Partir del momento en que sean suministrados los contenedores se procederá a la ubicación de los mismos en las instalaciones.</p> <p>Tabla 26 Cronograma ubicación de contenedores.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Semana</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ubicación de contenedores</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente Autor</p>	Semana	1	2	3	4	Ubicación de contenedores												
Semana	1	2	3	4															
Ubicación de contenedores																			
Presupuesto	<p>Tabla 27 Presupuesto programa de ubicación de contenedores</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Suministro</th> <th>Valor unidad (pesos colombianos)</th> <th>Valor total (pesos colombianos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenedores para baños</td> <td>10.000</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>Puntos ecológicos</td> <td>230.000</td> <td>690.000</td> </tr> <tr> <td>Contenedor crema</td> <td>27.000</td> <td>27.000</td> </tr> <tr> <td>Bolsas plásticas de colores (paquete por 100)</td> <td>7.500</td> <td>30.000</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>797.000</td> </tr> </tbody> </table>	Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)	Contenedores para baños	10.000	50.000	Puntos ecológicos	230.000	690.000	Contenedor crema	27.000	27.000	Bolsas plásticas de colores (paquete por 100)	7.500	30.000	Total		797.000
Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)																	
Contenedores para baños	10.000	50.000																	
Puntos ecológicos	230.000	690.000																	
Contenedor crema	27.000	27.000																	
Bolsas plásticas de colores (paquete por 100)	7.500	30.000																	
Total		797.000																	

BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS					
FICHA N° 03		PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEPARACIÓN EN LA FUENTE			
tipo de medida		Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
Impactos a controlar		<ul style="list-style-type: none"> - Afectación al paisaje en el SFFG - Contaminación de suelo y fuentes hídricas. - Proliferación de olores 			
Metas		<ul style="list-style-type: none"> - Separación adecuada del 50% de los residuos - Información recibida por el 90% del personal de la base militar. - 30% del personal capacitado en separación en la fuente. 	Indicadores	<ol style="list-style-type: none"> 1 (Cantidad de Separados adecuadamente/ cantidad de residuos totales)*100 2 (Número de personas que recibieron la información / Cantidad total de personas en la base militar)*100 3. (Número de personas capacitadas en separación en la fuente / cantidad de personas que recibieron la capacitación)*100 	
Tiempo revisión de metas		1 año			
Acciones a desarrollar		<p>Finalizando el programa de dotación y ubicación de contenedores, se da inicio al presente programa.</p> <p>Capacitación “importancia de la implementación del PGIRS en la base militar Peñas Negras”</p> <p>Las temáticas a exponer en la capacitación al personal son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Que son los residuos sólidos? 2. ¿Cuál es la importancia de manejar adecuadamente los residuos sólidos en el contexto del Santuario de fauna y flora Guanentá? 3. Ejército nacional comprometido con el ambiente, Manual ambiental (compromiso en el manejo de residuos sólidos y áreas protegidas) 4. ¿Qué tipo de residuos sólidos genera la base militar Peñas Negras? 5. ¿Cuál es la importancia de separar los residuos en la fuente? 6. ¿Cómo separar los residuos sólidos adecuadamente? <p>Separación en la fuente</p> <p>La caracterización de residuos sólidos realizada permitió conocer el tipo de residuos genera la base militar Peñas Negras, según esta composición se propuso las ubicación de tres puntos ecológicos, 1 contenedor color crema para la cocina y 5 contenedores color blanco (uno por cada baño).</p> <p>Se propone una separación diferenciada de residuos sólidos. Los contenedores tendrán asignado un color, con el fin de diferenciar el tipo de residuo que debe depositarse allí. Identificación de colores:</p>			

Color del contenedor	Tipo de residuos
Verde	Orgánicos – no reciclable
Azul	Inorgánicos – reciclables
Crema	Residuos de comida, follaje
Blanco	Papel higiénico y servilletas.

Tabla 28 Separación diferenciada

Uso de puntos ecológicos:

Para facilitar la separación se plantea una separación entre residuos reciclables (COLOR AZUL) y no reciclables (COLOR VERDE).

Contenedor	Qué significa	La base militar peñas negras genera:	Pauta
VERDE: No reciclable	Son aquellos residuos que por sus características no pueden ser re- integrados a cadenas productivas	Servilletas, papel higiénico, residuos de comida, platos (vasos, pitillos, cubiertos) desechables sucios, bolsas de plástico.	Todo residuo que este sucio y/o mojado
AZUL Reciclable	Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima	Botellas PET, latas, vidrio, cartón, plástico.	Residuos limpios y secos

Tabla 29 Puntos ecológicos.

Con el fin de facilitar la separación en los puntos ecológicos será necesario ubicar una lista de residuos que deben depositarse en cada uno de los contenedores. Teniendo en cuenta si es reciclable o no. A continuación se muestra una propuesta de lo anterior.

<p>RECICLABLE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Botellas PET ✓ Latas ✓ Vidrio ✓ Cartón ✓ Plástico <p>¡RECUERDA!</p> <p>LIMPIO Y SECO</p>	<p>NO RECICLABLE:</p> <p>Servilletas, papel higiénico, residuos de comida, platos (vasos, pitillos, cubiertos) desechables sucios, bolsas de plástico.</p> <p>¡RECUERDA!</p> <p>SUCIO Y HUMEDO</p>
--	---

	<p>Ilustración 12 Carteles informativos.</p> <p>Contenedor de orgánicos (color crema)</p> <p>El contenedor de color crema estará ubicado en la cocina con el fin de facilitar la recolección de residuos de comida, cascaras de frutas, huevos, follaje, hojas secas, etc. Es indispensable que en este contenedor solo se depositen este tipo de residuos esto con el fin de aprovecharlos.</p> <p>Para su aprovechamiento se proponen tres estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aprovechar los residuos orgánicos que se generan en la base militar Peñas negras, junto con los residuos orgánicos del batallón Silva Plazas, para convertirlos en compost. De manera que este pueda ser utilizado en zonas verdes del batallón. 2. Formular un proyecto en colaboración con PNNC y las verdes aledañas al SFFG para crear un proyecto para producir su propio bio-abono. Recolectando los residuos orgánicos de la comunidad y con posibilidades de generar ingresos para las mismos. 3. Contactar con la empresa BIORGÁNICOS DE TUNDAMA u otra empresa en la ciudad de Duitama y realizar la entrega de residuos orgánicos para su posterior aprovechamiento. <p>Contenedores blancos</p> <p>Los contenedores blancos se ubicarán en cada uno de los baños para recolectar el papel higiénico usado, con el fin de evitar que estos se mezclen con residuos que pueden reciclarse. Es importante que el contenedor tenga tapa para evitar que los residuos se mojen. La recolección de estos residuos debe realizarse cada vez que las papeleras estén llenas. Se deben retirar las bolsas y llevarlas al sitio de almacenamiento temporal.</p> <p>Mantenimiento de contenedores</p> <p>Con el fin de garantizar la vida útil de los contenedores es necesario que se realice la revisión periódica del estado de los mismos, verificar que todos tengan sus respectivas bolsas y tapas, informar acerca de la presencia de grietas u otros daños para que estos sean reemplazados. Los contenedores están fabricados en plástico de alta densidad, lo que permite su fácil lavado, por lo tanto deben mantenerse limpios y libres de residuos en su exterior.</p>
<p>Personal requerido y funciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado del área de gestión ambiental batallón Silva Plazas: Realizar la capacitación del presente programa o asignar un delegado para la misma. - Comandante base militar Peñas Negras: convocar a todo el personal de la base militar a participar de la capacitación. Realizar la revisión del estado de los contenedores - 3 soldados de la base militar: encargados del mantenimiento de los contenedores.

<p>Mecanismos y estrategias participativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en el programa de separación en la fuente: La capacitación en separación debe realizarse recién ingrese un nuevo grupo de soldados a la base militar - Folletos u otro material didáctico: Las capacitaciones al personal que ingresa a la base militar requieren de material didáctico para facilitar su comprensión. (a cargo del área de gestión ambiental batallón Silva Plazas) - Carteles informativos: adecuación de carteles informativos en los puntos ecológicos con el fin de facilitar la separación de residuos sólidos. - Lista de asistencia a la capacitación: mediante una lista de asistencia con nombres y apellidos se debe llevar el seguimiento de los soldados que reciben la capacitación. 																																													
<p>seguimiento y monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas son los encargados de la ejecución del presente programa, al final de cada capacitación con las listas de asistencia debe revisarse la cantidad de soldados capacitados. - Debe programarse una inspección periódica (el batallón debe encargarse de programarla) por parte del área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas con el fin de cuantificar los residuos que son separados adecuadamente. - Al iniciar laborales en la base militar y posteriormente una vez al mes debe realizarse la inspección de contenedores por parte del comandante de la base militar o quien el designe. <p>Ficha inspección de contenedores: Tabla 30 Ficha de inspección de contenedores</p> <table border="1" data-bbox="386 991 1539 1306"> <tr> <td colspan="5">Nombre de quien realiza la inspección: _____</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Fecha de inspección: _____</td> </tr> <tr> <th>Color del contenedor</th> <th>Cantidad</th> <th>Numero de tapas</th> <th>Numero de bolsas</th> <th>Estado</th> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Crema</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Blanco</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Nombre de quien realiza la inspección: _____					Fecha de inspección: _____					Color del contenedor	Cantidad	Numero de tapas	Numero de bolsas	Estado	Verde					Azul					Crema					Blanco														
Nombre de quien realiza la inspección: _____																																														
Fecha de inspección: _____																																														
Color del contenedor	Cantidad	Numero de tapas	Numero de bolsas	Estado																																										
Verde																																														
Azul																																														
Crema																																														
Blanco																																														
<p>Responsable de la ejecución</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Encargado de gestión ambiental batallón Silva Plazas 2) Comandante base militar Peñas Negras 																																													
<p>Cronograma</p>	<p>Este es el cronograma que debe seguirse cada vez que ingrese un nuevo personal a la base militar (teniendo en cuenta que aproximadamente residen 2 meses en el área).</p> <p>Tabla 31 Cronograma del programa de separación en la fuente.</p> <table border="1" data-bbox="386 1642 1237 1885"> <tr> <th>Actividad\ Semana</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> <tr> <td>Inspección de contenedores Inicial</td> <td style="background-color: yellow;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Capacitación</td> <td style="background-color: yellow;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inspección 2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: yellow;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inspección 3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: yellow;"></td> </tr> </table>	Actividad\ Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	Inspección de contenedores Inicial									Capacitación									Inspección 2									Inspección 3								
Actividad\ Semana	1	2	3	4	5	6	7	8																																						
Inspección de contenedores Inicial																																														
Capacitación																																														
Inspección 2																																														
Inspección 3																																														

Presupuesto	Tabla 32 Presupuesto programa de capacitación en separación en la fuente.		
	Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)
	Folletos		15.000
	Carteles informativos	5.000	30.000
	Fichas de inspección	600	1.800
	Total		46.800
*todos los valores son aproximados			

BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS				
FICHA N° 04	PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS			
tipo de medida	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
Impactos a controlar	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro al paisaje - Contaminación de fuentes hídricas y suelo - Afectación a fauna y flora. 			
Metas	<ul style="list-style-type: none"> - 60% del personal de la base militar haya participado en las charlas. - Ejecución de la jornada de recolección 		Indicadores	Charla por parte de PNNC: <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de asistentes a la charla / total personas en la base militar 2. Charla por parte del área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas: Número de asistentes a la charla / total personas en la base militar 3. Ejecución de la jornada de recolección Si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Tiempo de revisión de metas	6 meses			
Acciones a desarrollar	<p>El inadecuado manejo de residuos sólidos por parte de la base militar Peñas Negras, ha venido deteriorando paisajísticamente el ecosistema de páramo que hace parte del SFFG y generando afectación al suelo y la flora presente en el área de influencia, es por esta razón que se proponen las siguientes acciones con el fin de compensar y corregir dichos impactos, y adicionalmente teniendo en cuenta que el compromiso con el cuidado de este ecosistema es esencial para conservarlo se propone una campaña de sensibilización al personal de la base militar.</p> <p><u>Acciones correctivas y compensatorias:</u></p> <p>El decreto 622 de 1977, establece en el artículo 30 “Prohíbanse las siguientes conductas que pueden traer como consecuencia la alteración del ambiente natural de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: 1. El vertimiento, introducción, distribución, uso o abandono de sustancias tóxicas o contaminantes que puedan perturbar los ecosistemas o causar daños en ellos”. Adicionalmente basados en el plan estratégico ambiental 2011-2015 del Ejército Nacional el cual plantea acciones que le permiten a la institución realizar una adecuada gestión ambiental en el área en que se encuentre del territorio nacional. se establece realizar la corrección y compensación de los impactos generados</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Campaña de mejoramiento paisajístico del área de influencia sobre el páramo La Rusia (jornada de recolección de residuos sólidos). 			

	<p>Se propone como acción compensatoria, programar una jornada de recolección de residuos sólidos (papeles, plásticos, telas, vidrio, botellas, etc.) que se encuentren en los alrededores de la base militar, direccionada por el batallón Silva Plazas. Para esta campaña se requiere suministrar al personal bolsas de plástico y guantes de látex para la recolección de los mismos.</p> <p>Esta campaña tiene como objetivo principal evitar que dichos residuos lleguen a fuentes hídricas y generen afectación a la fauna y flora del santuario y adicionalmente mejorar las condiciones del paisaje dentro del mismo.</p> <p>2. Charla de sensibilización y adquisición de compromisos.</p> <p>Es necesario adoptar compromisos por parte del ejército nacional y más específicamente del personal que hace parte de la base militar Peñas negras, consiste fortalecer el actual manejo que se le da al área de influencia y efectuar una sensibilización acerca del papel que cumple esta población en la conservación del santuario y la importancia participar de los programas propuestos en el PGIRS. Adicionalmente, crear un compromiso en cuanto a no arrojar ningún tipo de residuo en el área del santuario (papel, plástico, vidrio, etc.), colillas de cigarrillos y demás objetos que puedan perturbar el equilibrio ecológico de este ecosistema.</p>
Personal requerido y funciones	Todo el personal de la base militar Peñas Negras
Mecanismos y estrategias participativas	<p>Jornada de recolección de residuos sólidos: Esta jornada debe ser programada desde el batallón Silva Plazas para ser dirigida por el comandante en la base militar.</p> <p>Charla por parte de PNNC: Esta debe ir dirigida a sensibilizar al personal de la base militar frente al tema del área protegida y que permita responder la pregunta ¿Cómo puede la base militar Peñas Negras aportar a la conservación del área protegida? (debe realizarse cada vez que ingrese nuevo personal a la base militar)</p> <p>Charla por parte del área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas: esta tiene como objetivo principal exponer cuales son los compromisos que puede adquirir la entidad para el cumplimiento de los establecido en el PGIRS y el de no generar más presiones ambientales dentro del SFFG, comprometiéndose con no arrojar ningún tipo de residuo en el mismo. (debe realizarse cada vez que ingrese nuevo personal a la base militar)</p>
seguimiento y monitoreo	<p>Jornada de recolección de residuos sólidos: la ejecución de la jornada. Seguimiento por parte de PNNC. Ellos realizan la evaluación del paisaje con el fin de evidenciar mejoras en el mismo.</p> <p>Charlas: Listas de asistencia.</p>
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - Área de gestión ambiental batallón Silva Plazas - Parques Nacionales Naturales de Colombia (Personal SFFG)
Cronograma	

	<p>La jornada de recolección de residuos sólidos se realiza en un plazo de 6 meses posterior a la aprobación de la ejecución del PGIRS. Dicha recolección se realiza en uno o dos días.</p> <p>Charlas de sensibilización: (se debe realizar cada vez que ingrese nuevo personal a la base militar)</p> <p>Tabla 33 Cronograma programa de sensibilización.</p>								
	Actividad\Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
	Charla PNNC								
	Charla Batallón								
Presupuesto	Tabla 34 Presupuesto programa de sensibilización.								
	Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)			Valor total (pesos colombianos)				
	Guantes de látex (100)	18.000			18.000				
	Bolsas plásticas (paquete por 100)	7.500			7.500				
	Total				25.500				
*todos los valores son aproximados									

6.2 PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

Diagnostico

Objetivo del diagnostico

- ✓ Realizar una revisión del estado actual del manejo de aguas residuales en la base militar Peñas Negras

Revisión del estado actual del manejo de aguas residuales

En la base militar Peñas Negras se perciben tres falencias en cuanto al manejo de aguas residuales, la primera es que las instalaciones hidrosanitarias no abastecen las necesidades del personal, los sanitarios y duchas no son suficientes para la cantidad de personas que allí se albergan. La segunda es que las aguas grises son vertidas sin ningún tipo de tratamiento sobre un afloramiento rocoso que va directamente al suelo y a la vegetación (se presume que por escorrentía potencialmente pueden estar llegando a las lagunas cercanas). La tercera falencia es que aunque hace algunos meses se instaló un pozo séptico para las aguas negras, se desconoce la efectividad de este tratamiento, ya que las condiciones climáticas son determinantes para el funcionamiento del mismo, adicionalmente el tratamiento únicamente con pozo séptico no es suficiente (se considera como un tratamiento primario) para cumplir con un vertimiento adecuado teniendo en cuenta que se encuentran dentro de un área protegida en donde el recurso hídrico es altamente valorado. En la siguiente ilustración se muestra el vertimiento de aguas grises y de aguas negras (con excretas).

Ilustración 13 Vertimiento de aguas residuales.



Fuente: Rubén Millán Daza.

6.2.1 FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

Objetivo general

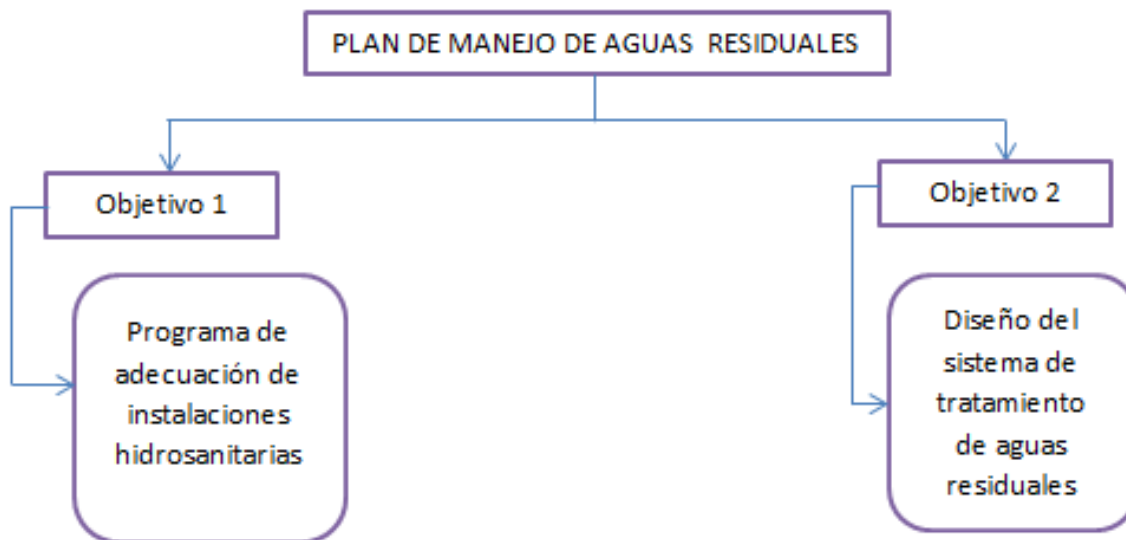
Implementar el plan de manejo de aguas residuales para la base militar Peñas Negras, con el fin de mejorar las condiciones actuales de manejo e implementar alternativas y/o posibles soluciones a las debilidades y falencias presentes en la gestión actual.

Objetivos específicos

1. Mejorar las condiciones de las instalaciones hidrosanitarias en la base militar
2. Formular un sistema de tratamiento de aguas residuales que se ajuste a las condiciones climáticas de la base militar

Para el cumplimiento de objetivos se establecerán distintos programas que incluyen, acciones a desarrollar y estrategias para alcanzar las metas que se plantean. El siguiente esquema resume la formulación de dichos programas

Gráfica 5 Esquema Plan de manejo de aguas residuales.



Fuente: autor

BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS				
FICHA N° 05	PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS			
tipo de medida	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
Impactos a controlar	<ul style="list-style-type: none"> - inadecuadas condiciones de saneamiento básico para el personal de las base militar - Consumo de recursos 			
Metas	Reemplazo o instalación del 50 % de los aparatos sanitarios Disminución del 10% en la cantidad de agua para aparatos sanitarios	Indicadores	1. (número de aparatos instalados/número de aparatos propuestos para dotación)*100 2. (Volumen de agua consumido antes del reemplazo de aparatos – Volumen consumido después del reemplazo de aparatos/ Volumen de agua consumido antes del reemplazo de aparatos)*100	
Tiempo revisión de metas	1 año			

Acciones a desarrollar	<p>La reducción en el consumo de agua es esencial para realizar una buena gestión de este recurso, el reemplazo de aparatos sanitarios es necesario para esta reducción, los sanitarios actuales señalan reducciones en el consumo de agua hasta del 20%⁵⁵. Adicionalmente la adecuación de las instalaciones para recolectar agua lluvia, para que posteriormente esta sea utilizada en los sanitarios es una representa una de las alternativas que debe contemplar el batallón Silva Plazas para disminuir costos, consumo de agua y consumo de recursos naturales en la base militar.</p> <p>Dotación de aparatos sanitarios</p> <p>La base militar peñas negra cuenta con 5 inodoros y tres duchas para todo el personal de la misma. La siguiente tabla muestra la cantidad mínima de aparatos sanitarios con los que debe contar la base militar.</p> <table border="1" data-bbox="386 632 1541 701"> <tr> <td>Aparato</td> <td>Sanitarios</td> <td>Lavamanos</td> <td>ducha</td> <td>Orinal</td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td>1 por cada 6</td> <td>1 por cada 3</td> <td>1 por cada 4</td> <td>1 por cada 10</td> </tr> </table> <p>Tabla 35 Aparatos hidrosanitarios.</p> <p>*La cantidad muestra cuantos aparatos debe existir por persona. Fuente: Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Pérez Carmona</p> <p>Basados en la cantidad de personas que constantemente alberga la base militar (promedio 36 personas) las cantidades necesarias para suplir las condiciones mínimas de saneamiento básico en la base militar son:</p> <p>Tabla 36 Cantidad de aparatos hidrosanitarios.</p> <table border="1" data-bbox="386 1003 1541 1073"> <tr> <td>Aparato</td> <td>Sanitarios</td> <td>Lavamanos</td> <td>Ducha</td> <td>Orinal</td> </tr> <tr> <td>cantidad</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>9</td> <td>3</td> </tr> </table> <p>Fuente: Autor</p>	Aparato	Sanitarios	Lavamanos	ducha	Orinal	Cantidad	1 por cada 6	1 por cada 3	1 por cada 4	1 por cada 10	Aparato	Sanitarios	Lavamanos	Ducha	Orinal	cantidad	6	12	9	3
Aparato	Sanitarios	Lavamanos	ducha	Orinal																	
Cantidad	1 por cada 6	1 por cada 3	1 por cada 4	1 por cada 10																	
Aparato	Sanitarios	Lavamanos	Ducha	Orinal																	
cantidad	6	12	9	3																	
Personal requerido y funciones	Maestros en instalaciones hidrosanitarios: quienes realizaran la adecuación de los aparatos sanitario (cantidad de maestros que el batallón Silva Plazas establezca necesario)																				
Mecanismos y estrategias participativas	No aplica																				
seguimiento y monitoreo	Revisión semestral de las instalaciones: por parte del área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas (o delegado por ellos) , con el fin de revisar las condiciones de los aparatos instalados																				
Responsable de la ejecución	Batallón Silva Plazas.																				
Cronograma	Como se disponga desde el área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas.																				

⁵⁵ SUSTAINABLE SANITATION AND WATER MANAGEMENT. Reducción en el consumo de agua. [En línea] <<http://www.sswm.info/category/step-gass-en-al/gass-en-castellano/gesti%C3%B3n-de-agua-y-saneamiento-sostenible-en-am%C3%A9rica-l-19>> [Citado en 7 de febrero de 2015]

Presupuesto	Tabla 37 Presupuesto adecuación de instalaciones hidrosanitarias.		
	Suministro	Valor unidad (pesos colombianos)	Valor total (pesos colombianos)
	Sanitarios	247.000	1.482.000
	Lavamanos	272.000	2.720.000
	Duchas (Regaderas)	23.000	207.000
	Orinales	100.000	300.000
	Total		4.709.000
*todos los valores son aproximados			

6.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

La base miliar peñas negras actualmente cuenta con un sistema diferenciado de tratamiento, como se nombró anteriormente se adecuó un pozo séptico con el fin de tratar las aguas negras (aguas con excretas) y las aguas provenientes de duchas, cocinas, lavaderos se vierten sin ningún tipo de tratamiento. Por lo tanto se adecuará un sistema de trampa de grasas para las aguas grises y posteriormente se enviaran al tratamiento de depuración seleccionado. Las aguas negras serán dispuestas directamente en el sistema de tratamiento seleccionado.

La elección del sistema de depuración de aguas residuales se realizó a través de la siguiente tabla en donde se tomaron en cuenta factores relevantes para su ejecución.

Tabla 38 Selección del tratamiento para la depuración de aguas residuales.

Tratamiento	Factores relevantes				
	Papel de la temperatura	Condiciones	Área requerida	Operación y mantenimiento	Remoción de materia orgánica
Laguna facultativa	La temperatura es determinante para la velocidad de las reacciones, pero esto se solventa con un adecuado tiempo de retención hidráulica. El diseño se realiza teniendo en cuenta la temperatura del mes más frío	-Radiación solar adecuada. -Presencia de viento para tener aireación y favoreciendo la presencia de oxígeno disuelto	8-11 m ² /habitante	-Requiere limpieza de canales y vertederos -Control en afluente y efluente para evaluar funcionamiento -Eliminación de sólidos suspendidos (natas u otro material flotante) que obstruyan la entrada de luz -Remoción de lodos cada 2 a 5 años ⁵⁶	80-90%
Humedal artificial	La temperatura es determinante a la hora de seleccionar las plantas que realizaran la fito depuración. Temperaturas bajas requieren mayores tiempos de retención hidráulica	-Requiere de plantas acuáticas que se adapten a las condiciones climáticas -La elección del medio granular debe favorecer el desarrollo de las plantas.	Grandes extensiones de terreno (poca profundidad), se relaciona la longitud del humedal con la remoción de materia orgánica	-El material del medio filtrante requiere de cambio cada 8 años -Revisión de canales de entrada y salida con el fin de eliminar elementos que obstruyen el paso del agua -Revisión y erradicación de especies invasoras que afecten la vegetación	50-80%

⁵⁶ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Operación y mantenimiento de lagunas facultativas [En línea] <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/029505/029505-09.pdf>> [Citado en 10 de febrero de 2015].

				-Control en afluente y efluente para evaluar funcionamiento ⁵⁷	
Infiltración en campo	Funcionan para cualquier temperatura	Su ejecución depende de la tasa de la permeabilidad del suelo y el nivel freático del mismo	Requiere de espacio longitudinal de aproximadamente 2 m/persona. Su uso se recomienda para viviendas de máximo 10 personas	-Revisión constante de las zanjas para evitar la acumulación de agua residual - revisión periódica de tuberías. ⁵⁸	>80%

Fuente: Autor

La matriz anterior evidencia que las lagunas facultativas son el sistema de tratamiento de aguas residuales que más se ajusta a las condiciones topográficas y climáticas, y cumple con los requerimientos de área para el tratamiento. Igualmente presenta una alta remoción de materia orgánica y su operación y mantenimiento no representa mayores dificultades.

⁵⁷ UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA. Operación y mantenimiento de humedales artificiales. [En línea]. <<https://sites.google.com/site/humedalesartificiales/13-operacion-mantenimiento-y-control>> [Citado en 14 de febrero de 2015]

⁵⁸ DRENAJE URBANO SOSTENIBLE. Mantenimiento de pozos y zanjas de infiltración. [En línea] <<http://drenajeurbanosostenible.org/tecnicas-de-drenaje-sostenible/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pozos-y-zanjas-de-infiltracion/>> [Citado en 14 de febrero de 2015]

Trampa de grasas

Estimación de caudal (Pérez Carmona. Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones)

S= Numero de salida por aparato.

La base militar Peñas Negras tiene:

Tabla 39 Salidas por aparato.

APARATO	UNIDADES (n)	SALIDAS (S)
Lavadero	1	1
Lavamanos	2	4
Duchas	3	3
Lavaplatos	1	1
TOTAL	7	9

Para hallar el Coeficiente de simultaneidad (K) se utilizó la siguiente tabla.

Tabla 40 Coeficiente de simultaneidad.

S	K	S	K
1	1,00	8	0,38
2	1,00	9	0,35
3	0,71	10	0,33
4	0,58	11	0,32
5	0,50	12	0,30
6	0,45	13	0,29
7	0,40	...	

Fuente: Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Pérez Carmona

Se obtiene un K= 0,35

Caudal por aparato (q)

Tabla 41 Caudal por aparato.

Aparato	Caudal (L/s) (q)
Lavadero	0,2
Lavamanos	0,5
Ducha	0,2
Lavaplatos	0,15

Fuente:

http://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/clientes_y_usuarios/personas/aguas/vinculacion/Criterios%20para%20definir%20el%20diametro%20de%20acometida%20y%20medidor.pdf

Caudal máximo por aparato (Q)

$$Q = q * n * K$$

Donde n= número de aparatos

Tabla 42 Caudales máximos por aparato

APARATO	UNIDADES (n)	q (L/s)	K	Q (L/s)
Lavadero	1	0,2	0,35	0,07
Lavamanos	2	0,5		0,35
Duchas	3	0,2		0,21
Lavaplatos	1	0,15		0,0525
Total				0,6825

Volumen (V)

$$V = Q(TRH)$$

Donde TRH= tiempo de retención hidráulico. = 3 minutos = 180 Segundos

Tabla 43 Diseño trampa de grasas.

Parámetro	Valor
Caudal	0,6825 L/s
TRH	180 Segundos
Volumen	122,85 L -> 0,122 m ³

Se propone para el tratamiento de grasas y aceites un sistema de trampa de grasas prefabricado. Actualmente en el mercado existen varias opciones. Para este caso en particular se recomienda que el material sea en PVC, con el fin de facilitar su limpieza. Adicionalmente debe solicitarse al proveedor las instrucciones de operación y mantenimiento. El dispositivo debe instalarse a la salida de la tubería de recolección de aguas grises.

Ilustración 14 Trampa de grasas prefabricado.



Fuente: <http://www.fibrit.com/productos-prefabricados/saneamiento-ambiental/trampa-de-grasas/>

Laguna facultativa

Caudal de diseño (RAS 2000)

$$Q = \frac{\text{Habitantes. Dotación bruta}}{86400}$$

$$Q = \frac{36. * 214,28}{86400} = 0,089 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 7,6896 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Concentración de materia orgánica} = 300 \frac{\text{mg DBO}}{\text{L}} \quad 59$$

Volumen de la laguna (modelo de cinética de primer orden)=

$$V = 3.5 \times Q \times (S_a/200) \times 1.072^{(35-T)} \quad 60$$

Dónde: V = volumen, (m³), Q = caudal afluyente, m³/da, S_a = DBO última del desecho, mg/l y T=temperatura mínima (°C)

El Páramo la Rusia para 2014 la mínima temperatura que registro fue de 9,1 °C⁶¹

Se obtiene:

$$V = 3.5 \times 7,6896 \times (300/200) \times 1.072^{(35-9)}$$

$$V = 246,1 \text{ m}^3 \approx 246 \text{ m}^3$$

$$\text{TRH} = \frac{V}{Q} = \frac{246}{7,6896} = 32 \text{ días}$$

Las características del terreno en el SFFG dependiendo en donde se vaya ubicar la laguna pueden variar (el lecho rocoso) y permitir o no la excavación. Si el terreno permite la excavación, se trabajará con la alternativa 1 y si no se cuenta con la profundidad necesaria se trabajará con la alternativa 2.

Alternativa 1.

Para una profundidad de 1 metro.

Para esta profundidad el área necesaria será:

$$V = \text{Área} * \text{Profundidad}$$

⁵⁹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Gestión de aguas residuales municipales. [En línea] <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20municipales.pdf>. [Citado en 11 de febrero de 2015]

⁶⁰ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Op cit. p 1.

⁶¹ MUÑOZ, F. et al. Op cit. p 35.

$$\text{área} = \frac{V}{\text{Profundidad}} = \frac{246}{1} = 246 \text{ m}^2$$

Relación largo ancho = 2:1

$$\text{Área} = L \cdot a \rightarrow \text{Área} = 2a \cdot a$$

$$\text{Área} = 2 a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{\text{Área}}{2}} = \sqrt{\frac{246}{2}} = 11,1 \text{ m} \rightarrow L = 2a = 22,2 \text{ m}$$

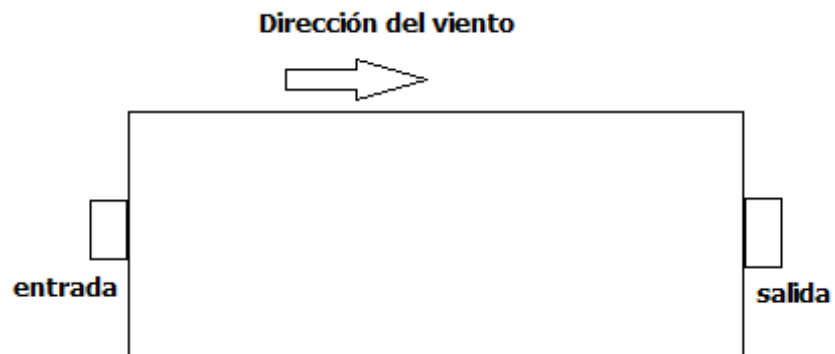
Tabla 44 laguna facultativa alternativa 1.

Parámetro	Valor
Caudal	7,6896 $\frac{\text{m}^3}{\text{día}}$
TRH	32 días
Volumen	246,1 m ³ \approx 246 m ³
Profundidad	1 metro
Largo	22,2 m
Ancho	11,1 m

Bases para la construcción

- ✓ La selección del sitio para la construcción de la laguna, debe ser un área consensada entre PNNC y el batallón Silva plazas.
- ✓ La pendiente del sitio donde se ubique el sistema, no deberá tener una pendiente mayor al 5 %
- ✓ La laguna debe ser construida lo largo, en la dirección del viento, es decir:

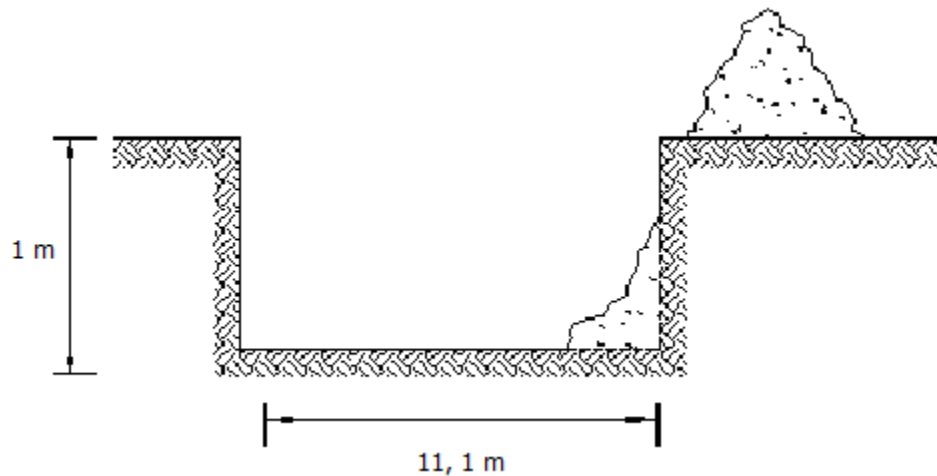
Gráfica 6 Vista en planta laguna facultativa en dirección del viento.



Fuente: autor

- ✓ Se debe realizar la excavación del terreno garantizando las dimensiones establecidas

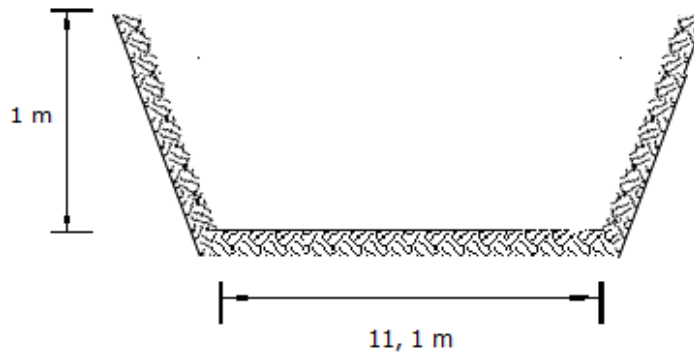
Gráfica 7 Vista en corte transversal excavación para la construcción de la laguna.



Fuente: autor

- ✓ Teniendo la excavación con las dimensiones establecidas, se realiza la adecuación de taludes (con el material de la excavación) que disminuirán las zonas muertas y la erosión dentro de las lagunas. Adicionalmente darán un borde libre en caso de un aumento de caudal.

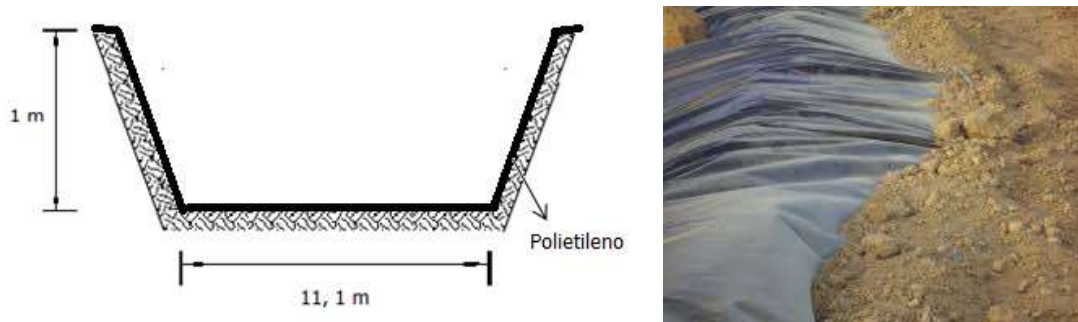
Gráfica 8 Vista en corte trasversal taludes en la laguna.



Fuente: autor

- ✓ Para evitar la contaminación de aguas subterráneas se debe realizar la impermeabilización de la excavación con polietileno (es importante que al momento de elegir el material de impermeabilización este no contenga aditivos que inhiban la presencia de microorganismos)

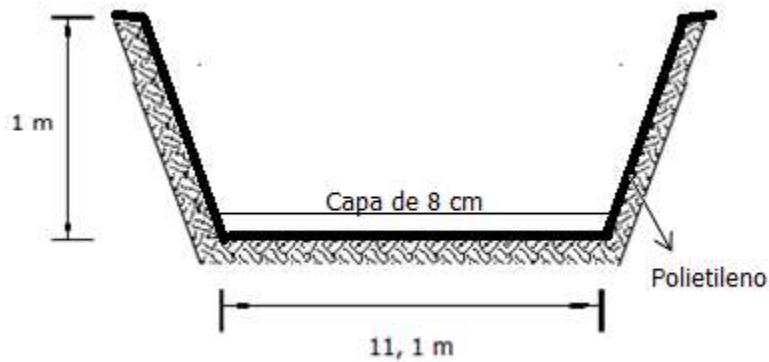
Gráfica 9 Vista en corte trasversal de la impermeabilización del terreno para la laguna.



Fuente: Autor - WEB

- ✓ Para la fase inicial de funcionamiento de la laguna, es necesario adaptar una capa de aproximadamente 8 cm de una mezcla de suelo (tierra de la excavación), compost (si se puede adquirir), Piedras, y hojas o pastos en descomposición. Con el fin de crear un ambiente para adaptar microorganismos anaeróbicos. Esta capa irá aumentando con el tiempo.

Gráfica 10 Vista en corte transversal capa de lodos.

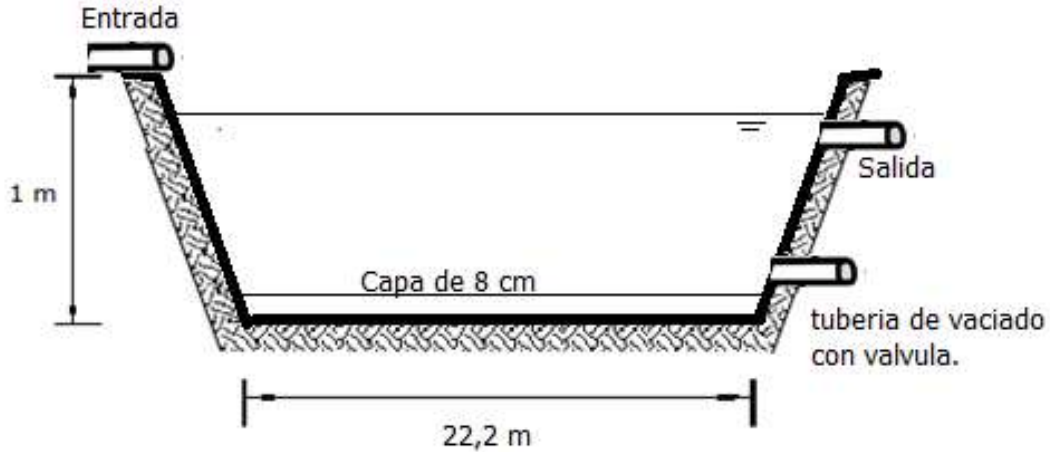


Fuente: Autor

- ✓ Tubos de entrada y de salida

El sistema de recolección de las aguas grises y negras debe adecuar un rejilla (para retener sólidos (papel, plástico), el tubo de entrada tendrá un diámetro de 4 pulgadas que se ubicará como se muestra en la gráfica 11. Para la salida se utilizarán un tubo de rebose para mantener el borde libre y con tubo de descarga (con válvula) de fondo para el vaciado de la laguna que permita la limpieza de lodos⁶²

Gráfica 11 Corte Longitudinal tubos de entrada y salida.



Fuente: autor.

Alternativa 2.

⁶² GARCIA, Eduardo. Manual práctico de saneamiento en poblaciones rurales. Lima, 2009. 60 p. Fondo Perú Alemania.

Adaptación de una piscina prefabricada con una profundidad de 1,5 metros para disminuir el área superficial.

$$V = \text{Área} * \text{Profundidad}$$

$$\text{área} = \frac{V}{\text{Profundidad}} = \frac{246}{1,5} = 164 \text{ m}^2$$

Relación largo ancho = 2:1

$$\text{Área} = L * a \rightarrow \text{Área} = 2a * a$$

$$\text{Área} = 2 a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{\text{Area}}{2}} = \sqrt{\frac{164}{2}} = 9,1 \text{ m} \rightarrow L = 2a = 18,2 \text{ m}$$

Ilustración 15 Piscina prefabricada.



Fuente: <http://www.poolaria.com/piscinas-elevadas/420-piscina-nerea-desmontable-rectangular-iaso.html>

Para la adecuación de tubos de entrada y salida se deben tener en cuenta las recomendaciones de la alternativa 1 para estos dispositivos.

Tabla 45 alternativa 2 laguna facultativa

Parámetro	Valor
Caudal	$7,6896 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$
TRH	32 días
Volumen	$246,1 \text{ m}^3 \approx 246 \text{ m}^3$
Profundidad	1,5 metros
Largo	18,2 m
Ancho	9,1 m

7. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL PARA LA BASE MILITAR PEÑAS NEGRAS

FICHA N° 06	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar la ejecución de los programas propuestos en cada uno de los planes ✓ Evaluar el cumplimiento de metas en los plazos establecidos en cada programa propuesto. 	
Responsable de la ejecución	Gestión ambiental del batallón Silva Plazas	
Acciones a desarrollar	<p>Cuantificación de residuos sólidos Al cumplir las metas planteadas en el PGIRS se debe realizar una nueva cuantificación y caracterización de residuos sólidos y deben plantearse nuevas metas a mediano plazo.</p> <p>Dotación de suministros para la ejecución de los programas propuestos: La dotación de suministros como bolsas, guantes, y demás elementos propuestos en los programas de PGIRS está a cargo del batallón Silva Plazas.</p> <p>Evaluación de las capacitaciones ejecutadas: Teniendo en cuenta sí se alcanzaron las metas en capacitación planteadas, debe establecerse la efectividad de las mismas. En caso de que la efectividad haya sido mínima deben explorarse otros métodos pedagógicos para la divulgación.</p>	<p>Revisión de permisos con la autoridad ambiental competente: Se debe tener vigente (a 2015) el permiso de concesión de aguas y el permiso de vertimientos.</p> <p>Análisis de calidad de agua Instalado el sistema de tratamiento de aguas residuales se debe tener una caracterización fisicoquímica del afluente y debe realizarse periódicamente una caracterización fisicoquímica para el efluente de tal modo que permita evaluar la eficiencia de los tratamientos. (DBO₅, DQO, SST, SSED, Grasas y aceites, N, P)</p> <p>Dificultades en la ejecución del plan de manejo de aguas residuales: Finalizado el plazo para el cumplimiento de metas debe establecerse la causa potencial de las dificultades detectadas con el fin de proponer nuevas soluciones a las problemáticas iniciales</p>

	Dificultades en la ejecución del PGIRS Finalizado el plazo para el cumplimiento de metas debe establecerse la causa potencial de las dificultades detectadas con el fin de proponer nuevas soluciones a las problemáticas iniciales				Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales Este estará a cargo del personal establecido por el batallón Silva Plazas y debe garantizar el mantenimiento del sistema y el retiro cada dos años de lodos.			
Medida de manejo (prevención, mitigación, corrección, compensación)	Descripción de la medida	Se ejecutó		Observaciones	Descripción de la medida	Se ejecutó		observaciones
		Si	no			Si	no	
	Construcción del sitio de almacenamiento temporal				Dotación de aparatos sanitarios			
	Dotación de contenedores							
	Ubicación de contenedores							
	Capacitación "importancia de la implementación del PGIRS"							
	Capacitación en separación en la fuente							
	Charla de sensibilización y adquisición de compromisos							
Jornada de limpieza y recolección de residuos								
Cumplimiento de metas en el tiempo establecido.	Programa	Valor de Indicador			Programa	Valor indicador		
		1	2	3		1	2	3
	Programa de almacenamiento adecuado de residuos sólidos		NA	NA	Programa de adecuación de instalaciones hidrosanitarias			
Programa de dotación y ubicación de contenedores			NA					

	Programa de capacitación en separación en la fuente				Firma y observaciones de quien ejecuta el plan:
	Programa de sensibilización en el manejo de residuos sólidos				

8. CONCLUSIONES

- La evaluación de impacto ambiental permitió evidenciar que el inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos representa un impacto severo para el Santuario de Fauna y Flora Guanentá por su influencia sobre el medio biótico y abiótico, y por su afectación a la conservación natural de este ecosistema.
- Acciones como el abastecimiento de agua, la generación de energía y el transporte de suministros generan impactos para el ecosistema, pero su grado de influencia es menor. El establecimiento de medidas para mitigar y corregir en la actualidad estos impactos puede prevenir el deterioro futuro de otros componentes dentro del santuario.
- Los recorridos de vigilancia que actualmente se llevan a cabo por el personal de la base militar permiten tener un control del ingreso de personas al santuario, evitar quemas, y extraer fauna o flora ilegalmente, es por esto que esta actividad debe reforzarse ya que representa un impacto positivo para el área protegida si se evita la introducción de residuos por parte del personal.
- El plan de gestión integral de residuos sólidos busca mediante cada uno de los programas, prevenir, corregir y compensar los impactos que se generan por el inadecuado manejo de residuos sólidos. Estos programas son de sencilla pero significativa realización y su efectividad se evidenciará en el momento de calcular los indicadores en los tiempos establecidos.
- La capacitación y sensibilización al personal de la base militar constituye una de las bases para el éxito en la implementación de PGIRS, es por esto que es necesaria la participación activa de las dos instituciones implicadas (PNNC y el batallón Silva Plazas).
- El programa de adecuación de instalaciones hidrosanitarias busca establecer condiciones adecuadas de saneamiento básico con el fin de mejorar la calidad de vida del personal que permanece en la base militar. Por otra parte, se disminuye el consumo de agua-favoreciendo la conservación de este importante recurso.
- El plan de seguimiento y monitoreo es una herramienta necesaria para evaluar el cumplimiento de las metas establecidas, lo que permite que a largo plazo se establezcan nuevas metas, de esta manera las presiones ambientales del Santuario de Fauna y Flora Guanentá podrán mitigarse.

9. RECOMENDACIONES

- La ejecución de los planes propuestos está a cargo del batallón Silva Plazas, pero es de vital importancia el acompañamiento constante por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia en la ejecución y asesoría de cada uno de los programas.
- Es necesaria la unificación de información en cuanto a la gestión ambiental que se lleva a cabo en la base militar Peñas Negras con el área de gestión ambiental del batallón Silva Plazas. Esto con el fin de informar a todo el personal de la base sobre las decisiones que se tomen en cuanto a los planes de manejo ya que son parte esencial en su ejecución y el cumplimiento de las metas establecidas.
- Para un óptimo funcionamiento del tratamiento de aguas residuales con la laguna facultativa y el trampa de grasas es necesario adecuar un sistema de rejillas para la retención de residuos sólidos, igualmente personal de la base militar debe evitar arrojar a los sanitarios residuos como papeles, plásticos, etc. Con el fin de evitar obstrucción en los tubos de entrada y de salida de los mismos.

10. BIBLIOGRAFÍA

AREA METROPOLITANA DE BARRAQUILLA (2009). Plan de manejo ambiental "Construcción y adecuación de graderías y camerinos lado sur este - lado noroccidente y siembra de grama en la cancha principal de futbol del barrio hipódromo del municipio de soledad, departamento del atlántico".

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA. Lagunas facultativas. [En línea] <<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/facultativas.PDF>> citado en 28 de enero de 2015]

COLOMBIA. Ejército nacional. Plan estratégico ambiental 2011 - 2015 Jefatura de Ingenieros Militares. Diario oficial. Bogotá D.C.

COLOMBIA. Ministerio de defensa Nacional. Plan estratégico sectorial en gestión ambiental Ministerio de Defensa Nacional 2012-2014. Diario oficial. Bogotá D.C.

COLOMBIA. Ministerio de medio ambiente. (Agosto de 1997). Política para la gestión integral de residuos. Diario oficial. Bogotá D.C

COLOMBIA. Ministerio de ambiente, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (Junio de 2004). Plan nacional de manejo de aguas residuales municipales en Colombia. Diario oficial. Bogotá D.C.

COLOMBIA. Ministerio de medio ambiente. Decreto 1713. 6 de agosto de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario oficial, 2002. No. 44893. 48 p.

COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Decreto 1220 .Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá D.C: 21 de abril de 2005. Diario oficial. N° 45890. 20 p.

COLOMBIA. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 2041. 15 de octubre de 2014. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. . Diario oficial. 2014. 51 p.

COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Reglamento Técnico Del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Titulo J. 2010.

COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución 1045. 26 de septiembre de 2003. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. Diario oficial, 2003. 24 p.

CONESA, Vicente. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental: Segunda edición. Madrid: MUNDI-PRENSA, 1993. 61 p .

CRUZ, V. GALLEGO E, GONZALES L. Sistema de evaluación de impacto ambiental. Valencia. 2008. 146 p. Universidad Politécnica de Valencia. Facultad de informática. Sistemas informáticos.

Cumbre de la tierra de Rio de Janeiro. (1992. Rio de Janeiro), Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. NACIONES UNIDAS. Principio 7.

DELGADILLO, O. CAMACHO, A. PÉREZ, L. ADRADE, M. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Serie técnica. 53 p.

DELLAVEDOVA, María. Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. La Plata. 38 p. Universidad nacional de La Plata. Facultad de arquitectura y urbanismo.

DRENAJE URBANO SOSTENIBLE. Mantenimiento de pozos y zanjas de infiltración. [En línea] <<http://drenajeurbanosostenible.org/tecnicas-de-drenaje-sostenible/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pozos-y-zanjas-de-infiltracion/>> [Citado en 14 de febrero de 2015]

EPA. Humedales de flujo libre superficial. [En línea] <http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2003_07_10_mtb_cs_00_024.pdf> [Citado en 1 de febrero de 2015]

EPA. Infiltración en terreno. [En línea]. http://water.epa.gov/infrastructure/septic/upload/septic_1980_osdm_all.pdf [Citado en 1 de febrero de 2015]

EPA. Sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales en bajas temperaturas [En línea] <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200045MC.PDF?Dockey=200045MC.PDF> [Citado en 26 de enero de 2015]

ESTRELLA, Jaime., MANOSALVA, Rossana., MARIACA, Jorge y RIBADENEIRA, Mónica, biodiversidad y recursos genéticos. Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. EcoCiencia.2005. 1 ed. Quito.

FAO. La función de las áreas forestales protegidas en la adaptación al cambio climático. [En línea] <<http://www.fao.org/docrep/011/i0670s/i0670s13.htm>> [Citado en 23 de enero de 2015]

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conservación de la diversidad biológica forestal y de los recursos genéticos forestales. [En línea] <<http://www.fao.org/docrep/004/y2316s/y2316s07.htm>> [Citado en 23 de enero de 2015]

FREPLATA. Manual de autoconstrucción de un sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Primera edición, Buenos Aires: Mariñelarena – FREPLATA, 2006. 70 p. ISBN-10: 987-23109-0-4.

FUNDACIÓN AGUA TUYA. Tratamiento descentralizado de aguas servidas domésticas y estudio de caso [En línea] <http://aguatuya.org/wp-content/uploads/2012/02/DT_Tratamiento-Descentralizado-Aguas-Residuales.pdf> [Citado en 24 de enero de 2015]

GALBÁN, Líber. El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba. En: Centro de investigaciones hidráulicas, Ingeniería hidráulica y ambiental: Cuba, 2009.

GARCIA, Eduardo. Manual práctico de saneamiento en poblaciones rurales. Lima, 2009. 60 p. Fondo Perú Alemania.

GIZ, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. Construcción de humedales artificiales. [En línea]. <<http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/Manual%20Humedal.pdf>> [Citado en 1 de febrero de 2015]

GOBIERNO DE NAVARRA. Depuración de aguas residuales. [En línea] <<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D49F54B3-3E90-4E8E-B4B9-89B282D89410/0/5depuracionaguasresiduales.pdf>> [Citado en 23 de enero de 2015]

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Sistemas de tratamiento mediante aplicación en el terreno. [En línea]. http://aguas.igme.es/igme/publica/libro33/pdf/lib33/cap_3.pdf [Citado en 1 febrero de 2015]

LEÓN, Juan. Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Medellín. 126 p. requisito como promoción a la categoría de profesión asociado. Universidad nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de ciencias agropecuarias. Departamento de ciencias forestales.

MARTINEZ, Renson. Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia. Bogotá D.C. 212 p. Maestría en medio ambiente y desarrollo. Universidad nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas. Instituto de estudios ambientales. MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. Biodiversidad en los páramos. [En línea] <http://www.paramo.org/biodiversidad/descripcion> [Citado en 23 de enero de 2015]

MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. Los páramos colombianos podrían desaparecer como consecuencia del cambio climático [En línea] <<http://www.paramo.org/node/2092>> [Citado en 23 de enero de 2015]

MECANISMO DE INFORMACIÓN DE PÁRAMOS. ¿Qué son los páramos?. [En línea] <http://www.paramo.org/content/%C2%BFqu%C3%A9-son-los-p%C3%A1ramos> [citado en 23 de enero de 2015]

MERINO, L, et al. La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno: Madrid, 2003. (Serie hidrología y aguas subterráneas N°4). ISBN: 8478404643

MILIARIUM, INGENIERÍA CIVIL Y MEDIO AMBIENTE, Diseño lagunajes naturales. [En línea] <<http://www.miliarium.com/Proyectos/Depuradoras/tratamientos/blandos/disenos3.asp>> [Citado en 29 de enero de 2015]

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Gestión de aguas residuales municipales. [En línea] <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20municipales.pdf>. [Citado en 11 de febrero de 2015]

¹ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Op cit. p 1.

MUÑOZ, Fabio Uriel., CARRILLO, Merly Yenedith., NARANJO, Miguel Ángel., VILLAMIL, Jorge Saúl., DUEÑAS, José Ariel. Y TELLEZ, Patricia. Plan de manejo ambiental SFF Guanentá, alto rio Fonce 2014-2018.2014.

MUÑOZ, José. Componentes de los sistemas convencionales de depuración de aguas residuales. En: Manual de fitodepuración. p. 38-39.

NACIONES UNIDAS. Agenda 21. [En línea] <<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>> [Citado en 23 de enero de 2015]

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Diseño de lagunas facultativa. [En línea] <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/curso/FYLAG-Fac.pdf>> [Citado en 29 de enero de 2015]

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Operación y mantenimiento de lagunas facultativas [En línea] <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/029505/029505-09.pdf>> [Citado en 10 de febrero de 2015].

ORTIZ, Luis. REYES, Mauro. Páramos en Colombia: un ecosistema vulnerable. Universidad Sergio Arboleda [En línea], Octubre 2009 [Citado en 23 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio_economico/Observatorio%20Ambiental/paramos-colombia-conservacion.pdf>

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Áreas protegidas. [En línea] <<http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.3502>> [Citado en 23 de enero de 2015]

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Santuario de fauna y flora Guanentá, objetivos de conservación. [En línea] <<http://www.parquesnacionales.gov.co/porta/parques-nacionales/santuario-de-flora-y-fauna-guanenta-alto-rio-fonce/>> [Citado en 23 de enero de 2015].

REGISTRO UNICO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS. QUÉ ES EL SINAP?. [En línea] <<http://runap.parquesnacionales.gov.co/index/contenido/seccion/acercaderunap>> [Citado en 23 de enero de 2015]

SUSTENTAINABLE SANITATION AND WATER MANAGEMENT. Reducción en el consumo de agua. [En línea] <<http://www.sswm.info/category/step-gass-en-al/gass-en-castellano/gesti%C3%B3n-de-agua-y-saneamiento-sostenible-en-am%C3%A9rica-l-19>> [Citado en 7 de febrero de 2015]

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Áreas protegidas. [En línea] https://www.iucn.org/es/sobre/trabajo/programas/areas_protegidas/_copy_of_aire_protegidas___quest_ce_que_cest___quelle_est_leur_utilite___13012012_1127/ [Citado en 23 de enero de 2015]

UNIVERSIDAD DEL VALLE. Caracterización de residuos sólidos residenciales generados en el municipio de Santiago de Cali. [En línea]. <http://objetos.univalle.edu.co/files/Caracterizacion_residuos_solidos_residenciales_en_Santiago_Cali.pdf> [Citado en 2 de febrero de 2015]

UNIVERSIDAD NACIONAL. Sistemas ecológicos y sociedad en Colombia. [En línea] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2010615/lecciones/ecosistemas_%20estrategicos/ecosis_estrategicos3.html> [citado en Enero 23 de 2015]

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA. Depuración de aguas residuales de una población mediante humedales artificiales. [En línea]. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10034/2/ANEXOS%20A_B_C.pdf>. [Citado en 1 febrero de 2015]

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA. Operación y mantenimiento de humedales artificiales. [En línea]. <<https://sites.google.com/site/humedalesartificiales/13-operacion-mantenimiento-y-control>> [Citado en 14 de febrero de 2015]

ANEXO 1.
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL