

**DISEÑO DE UN MODELO EDUCATIVO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA
EN LA INSTITUCIÓN ETNOEDUCATIVA CABO DE LA VELA, LA GUAJIRA**

TAYANEE JASAI BONIVENTO DELUQUE

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR, CESAR
2019**

**DISEÑO DE UN MODELO EDUCATIVO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA
EN LA INSTITUCIÓN ETNOEDUCATIVA CABO DE LA VELA, LA GUAJIRA**

TAYANEE JASAI BONIVENTO DELUQUE

**FERNANDO ANAYA PAYARES
MSc. SALUD OCUPACIONAL
DIRECTOR**

**JAVIER LEONARDO GONZALEZ SÁNCHEZ
ZOOTECNISTA
ASESOR TÉCNICO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR, CESAR**

2019

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Quiero dedicar este triunfo, a mis padres Clementina Deluque Rodriguez y Jose del Carmen Bonivento Mengual, quienes siempre me han inculcado el amor y dedicación por la educación y superación propia; han sido mi constante apoyo y fortaleza en este proceso de mi vida.

A mi familia, Jeison Charris Escobar, mi compañero de vida, mi apoyo incondicional y Alessia Charris Bonivento, mi pequeña ingeniera, desde el comienzo de su desarrollo acompañandome en este proceso largo, fructifero, con altos y bajos pero sobre todo una experiencia llena de enriquesimieto personal y profesional.

A mis tios, Rosaura Deluque, Jose Epinayu y Yoni Osorio, por su amor y apoyo incondicional.

A mis abuelitas, Pauna Epinayu y Olga Rodriguez †, por su amor y confianza.

AGRADECIMIENTOS

Mi estendido agradecimiento a:

Al grupo de investigación de la Universidad Nacional de Colombia SIPAF, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar mis pasantias donde logre aplicar mis conocimientos académicos y aprender mas.

Mis compañeros y amigos de la Universidad Popular del Cesar, quienes apoyaron durante el proceso.

Mis evaluadores Maria Liliana Mejia y Yesith Aroca, por su tiempo, dedicación y aportes constructivos para el desarrollo de la investigación.

Finalmente quiero expresar mi más grandes y sincero agradecimiento a los Ingenieros Fernando Anaya Payares y Erlin David Carpio Vega, los principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1. FORMULACION.....	22
2. JUSTIFICACIÓN.....	23
3. OBJETIVOS.....	26
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
4. MARCO REFERENCIAL.....	27
4.1. ANTECEDENTES.....	27
4.2. MARCO TEÓRICO.....	29
4.2.1. Distribución y usos del agua en el mundo.....	29
4.2.2. Estado del agua en Colombia.....	30
4.2.3. Ciclo hidrológico del agua.....	31
4.2.4. Modelos educativos.....	32
4.2.5. Tipos de modelos educativos.....	33
4.2.6. Modelos educativos en Colombia.....	34
4.2.7. Educación Ambiental.....	36
4.2.8. Aguas residuales.....	36
4.2.9. Sistemas de tratamiento en el sitio de origen.....	37
4.2.10. Sistema de tratamiento de agua residual convencional.....	37
4.2.11. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.....	39

4.2.12.	Uso eficiente y ahorro del agua	39
4.2.13.	Huerta integral	40
4.2.14.	Sistema de captación de agua lluvia (SCALL)	40
4.2.15.	Reúso obligatorio del agua	40
4.3.	MARCO CONCEPTUAL	41
4.4.	MARCO CONTEXTUAL	44
4.4.1.	Cabo de la Vela corregimiento de Uribia.....	44
4.4.2.	Institución etnoeducativa Cabo de la Vela	45
4.5.	MARCO LEGAL	47
4.6.	MARCO INSTITUCIONAL	48
4.6.1.	Universidad Nacional de Colombia: Ejecutora, líder de la alianza	48
4.6.2.	Ministerio de Educación Nacional: Entidad que financia	49
4.6.3.	Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: Aliada.....	50
4.6.4.	Asociación Wayuu Araurayu: Aliada	50
4.6.5.	Institución Etnoeducativa Internado Indígena Cabo de la Vela: Beneficiario	51
5.	METODOLOGIA	53
5.1.	TIPO DE INVESTIGACION	53
5.2.	POBLACION	53
5.3.	MUESTRA	53
5.4.	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	54
5.4.1.	Fase 1	54
5.4.2.	Fase 2	55
5.4.3.	Fase 3	56

6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
6.1.	DISEÑO DE SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUAS GRISES Y SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS	57
6.1.1.	Estudios mínimos.....	57
6.1.1.	Diseño de Sistema de Tratamiento de Aguas Grises.....	74
6.1.2.	Diseño de huerta integral	96
6.1.3.	Diseño de sistema de captación de agua lluvia	105
6.2.	FORMULACION DEL MODELO EDUCATIVO QUE INVOLUCRA EL USO EFICIENTE DEL AGUA PARA COMUNIDADES EDUCATIVAS WAYUU	112
6.2.1.	Diseño de encuestas de caracterización y test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua	112
6.2.2.	Caracterización sobre el uso del agua en la institución y en sus viviendas.....	113
6.2.3.	Test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua.....	116
6.2.4.	Capacitaciones del modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua a estudiantes de grado decimo de la Institución educativa Cabo de La Vela.....	119
6.2.5.	Plan académico del modelo educativo	122
6.3.	EVALUACION EL EFECTO DEL MODELO EDUCATIVO QUE INVOLUCRA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA INSTITUCIÓN ETNOEDUCATIVA CABO DE LA VELA	132
6.3.1.	Análisis estadístico del test inicial y final realizado a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la vela.....	132
6.3.2.	Análisis estadístico de los simulacros de Preicfes realizado a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la vela	133
7.	CONCLUSIONES	139

8. RECOMENDACIONES.....	141
BIBLIOGRAFIA.....	142
ANEXOS.....	147

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Normatividad general	47
Tabla 2 Clasificacionde nivel de riesgo de la calidad del agua para consumo humano según IRCA.....	64
Tabla 3 Resultados análisis Microbiológico de Aguas Grises	65
Tabla 4 Resultados de Análisis Microbiologico del Agua Potable.....	66
Tabla 5 Resultados de análisis fisicoquímico del agua residual	67
Tabla 6 Asignacion del nivel de complejidad	74
Tabla 7 Dotacion neta.....	74
Tabla 8 Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.....	77
Tabla 9 Datos de diseño de filtro lento.....	80
Tabla 10 Granulometria del lecho filtrante	81
Tabla 11 Criterios de diseño del sistema de drenaje	82
Tabla 12 Coeficiente de esfericidad, factor de forma y porosidad	85
Tabla 13 Criterios necesarios para calular perdida en la arena.....	85
Tabla 14 Criterios necesarios para calular perdida en la grava inferior	86
Tabla 15 Criterios necesarios para calular perdida en la grava intermedia	86
Tabla 16 Criterios necesarios para calular perdida en la grava superior	87
Tabla 17 Criterios necesarios para calular perdida en los orificios	88
Tabla 18 Parametro para el calculo de retención de los agregados	89
Tabla 19 Caracteristicas de la bomba sumergible solar	93
Tabla 20 Caracteristicas del panel solar fotovoltaico	93
Tabla 21 Marco de plantación de cultivo en la huerta.....	99
Tabla 22 Caracteristicas de la bandeja germinadora.....	103
Tabla 23 Cantidad de comederos, bebederos y nidos necesarios en el galpón ..	104
Tabla 24 Coeficiente de escorrentia	107
Tabla 25 Parametros de diseño de SCALL.....	110

Tabla 26 Plan de Área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua.....	122
Tabla 27 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 1	123
Tabla 28 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 2	126
Tabla 29 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 3	128
Tabla 30 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 4	130
Tabla 31 Resultados de los datos del valor T para cada muestra pareada en el área de Lenguaje L1vsL2, L1vsL3 y L2vsL3.....	134

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Precipitaciones y Temperaturas del Municipio de Uribia.....	58
Cuadro 2 Valores de evapotraspiracion de cultivo ETc	97
Cuadro 3 Valores de necesidades brutas (Nb)	98
Cuadro 4 Tiempo de riego en horas de cada cultivo en la huerta.....	100
Cuadro 5 Caudal necesario para el riego de los cultivos diariamente	100
Cuadro 6 Promedio de precipitación mensual	106
Cuadro 7 Resultado de los volúmenes de almacenamiento a partir de la oferta y demanda para SCALL	109
Cuadro 8 Distribución de datos agrupados del test de conocimiento inicial y final	132
Cuadro 9 Distribución de desviación estándar del test de conocimiento inicial y final	133

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1 Dormitorio de la institución Cabo de la Vela	68
Fotografía 2 Área de preparación de alimentos	69
Fotografía 3 Lava platos manual.....	70
Fotografía 4 Alberca semisubterránea.....	70
Fotografía 5 Tanque de almacenamiento prefabricado	71
Fotografía 6 Tanque levado	72
Fotografía 7 Bebedero de la institución Cabo de la Vela.....	72
Fotografía 8 Semillero en bandejas	103
Fotografía 9 Galpon de gallinas	104
Fotografía 10 Aplicación de la encuesta de caracterización a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la Vela	114
Fotografía 11 Aplicación de test de conocimiento sobre el agua a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la Vela	117
Fotografía 12 Taller N° 4 Tratamiento de agua residual. Sub tema: Biofiltro, estudiantes de décimo grado	120
Fotografía 13 Taller N° 6 Uso eficiente y ahorro del agua, estudiantes de décimo grado y tutora Ing. Tayanee Bonivento	121

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Localización geográfica de la Institución Cabo de la Vela, La Guajira.....	46
Figura 2 Localización de Estaciones Hidrometeorológicas.....	59

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Distribución del agua en el mundo.....	29
Ilustración 2 Ciclo del Agua	31
Ilustración 3 Estructura de la trampa de grasa en 3D	79
Ilustración 4 Estructura del filtro lento en 3D	90
Ilustración 5 Estructura del tanque de almacenamiento en 3D	92
Ilustración 6 Sistema de bombeo solar sumergible.....	93
Ilustración 7 Dimensiones de tanque de almacenamiento de 2000L	94
Ilustración 8 Instalacion hidráulica del tanque de 2000L.....	95
Ilustración 9 Estructura del tanque elevado en 3D.....	95
Ilustración 10 Sistema de riego por goteo en los camellones en 3D.....	101
Ilustración 11 Unidad de Compostaje en 3D.....	102
Ilustración 12 Area de captación de aguas lluvias	110
Ilustración 13 Sistema de canaletas y bajantes de techo	111
Ilustración 14 Sistema de recolector de primeras aguas lluvia	112

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1 Resultados de laboratorio microbiológico del agua residual proveniente de las duchas de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela	148
Anexo 2 Resultados de laboratorio microbiológico del agua potable de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela	149
Anexo 3 Resultados de laboratorio físico químico del agua residual de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela	150
Anexo 4 Continuación de los resultados de laboratorio físico químico del agua residual de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela	151
Anexo 5 Plano del sistema hidráulico de la trampa de grasa	152
Anexo 6 Plano del sistema hidráulico del filtro lento	153
Anexo 7 Plano del sistema hidráulico del tanque de almacenamiento subterráneo	154
Anexo 8 Plano del sistema hidráulico del tanque de almacenamiento elevado 2	155
Anexo 9 Plano del sistema de riego en la huerta.....	156
Anexo 10 Plan estructural del área de compostaje	157
Anexo 11 Plano de los componentes del sistema de recuperación de aguas grises y huerta integral	158
Anexo 12 Encuesta de caracterización para el diseño de un modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución Cabo de la Vela	159
Anexo 13 Test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua para el diseño de un modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución Cabo de la Vela.....	162

RESUMEN

Para la conservación del recurso hídrico, es fundamental educar a los jóvenes sobre la importancia y uso eficiente, los cuales pueden ser vinculados desde su etapa de formación escolar. Este proyecto de investigación, desarrollado con enfoque diferencial étnico, mejoró el desempeño académico y mitigó los impactos negativos generados por el mal manejo del recurso hídrico dentro de la Institución. Entre las metas alcanzadas con el proyecto fue el diseño de un sistema de recuperación de aguas residuales para su utilización en riego de cultivo. Además, se realizó un plan de áreas y se aplicaron capacitaciones flexibles y acordes a sus características sobre el uso eficiente del agua para medir el nivel educativo de los estudiantes. Con un test de conocimiento realizado antes y después de las capacitaciones, se llegó a la conclusión que había una diferencia significativa, la cual se dio gracias a la estructura pedagógica con la que se dictaron las capacitaciones.

ABSTRACT

For the conservation of water resources, it is fundamental to educate young people about the importance and efficient use, which can be linked from their stage of school education. This research project, developed with ethnic differential focus, improved academic performance and mitigated the negative impacts generated by the mismanagement of water resources within the Institution. Among the goals reached with the project was the design of a wastewater recovery system for its use in crop irrigation. In addition, an area plan was carried out and flexible training courses were applied according to their characteristics on the efficient use of water to measure the educational level of the students. With a knowledge test carried out before and after the trainings, it was concluded that there was a significant difference, which was due to the pedagogical structure with which the trainings were given.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más abundantes en el planeta Tierra, se puede encontrar de forma líquida, gaseosa o sólida. Dependiendo de sus características físico-químicas se puede encontrar salada o dulce, siendo esta última la que se encuentra en menor cantidad, en gran medida determinada por la posición geográfica, ya que en algunas zonas el agua dulce es abundante y en otros es escasa. Audrey Azoulay, Directora General de la UNESCO, afirma que “La gestión de los recursos hídricos requiere nuevas soluciones para contrarrestar los crecientes desafíos de la seguridad hídrica derivados del aumento de población y el cambio climático” (WWAP, 2018).

En el caso de Colombia, la Región Caribe presenta las menores precipitaciones en La Guajira (0 – 250 mm), hacia el sur van en aumento hasta los 750 mm. La Sierra Nevada de Santa Marta se ve un aumento de la precipitación significativa hacia los 1250 mm y la Región Pacífica define sus núcleos máximos de lluvia hasta los 2500 mm en el periodo del trimestre siete del año (IDEAM, 2000).

Es notable la diferencia del recurso hídrico que existe en La Guajira con relación a los demás Departamentos de Colombia, en ese sentido, en los últimos años ha surgido la necesidad de crear y fortalecer programas, proyectos, leyes nacionales, entre otros, que fomenten valores como el consumo responsable, la solidaridad y las prácticas sostenibles para el medioambiente, siendo flexible para cada necesidad territorial.

La problemática de la escasez del recurso hídrico, es inversamente proporcional a la seguridad alimentaria y saneamiento básico. Estos factores son precarios en la Zona Norte Extrema de la Alta Guajira, porque los asentamientos humanos son más dispersos. Además, sus vías en mal estado imposibilitan el fácil acceso a estas comunidades indígenas y por tanto existe un déficit para satisfacer ciertos bienes y servicios (Gobernación de La Guajira, 2016).

Con referencia a lo anterior, en las Instituciones que tienen una modalidad de internado son mayormente afectados por esta escasez de agua, debido a que en sus actividades diarias como aseo personal (de estudiantes, docentes y administrativos), preparación de alimentos, cafeterías, docentes y administrativos y limpieza, demandan grandes cantidades de agua. Sin fuentes de agua superficiales aptas para el consumo humano o en abundancia, su abastecimiento principal es por medio de carrotanque, esto para suplir todas las necesidades hídricas dentro de la Institución.

En estas Instituciones no existe en su plan académico temas referidos al uso racional y eficiente del agua en los niveles primario y secundario de educación el cual está contemplado en la ley 373 de 1997 que incentivan a adoptar los planes y programas docentes, y campañas educativas a los usuarios (Congreso de Colombia , 1997).

Para la conservación del recurso hídrico es fundamental educar a los jóvenes sobre la importancia, el uso eficiente y gestión del mismo, siendo que los estudiantes de esta institución pertenecen a una comunidad indígena no solo se les limitará a aprender, sino también aportar sus conocimientos, culturas y formas de vida ancestrales.

Puntualmente este proyecto se desarrollará en la Institución Etnoeducativa Integral Rural Internado Indígena del Cabo de la Vela, la cual se encuentra ubicada en el Municipio de Uribia, en una región árida. En el Municipio de Uribia, no existe ninguna arteria fluvial que pueda llamarse río; sólo se presentan unos cauces naturales o zanjas de erosión que se les denomina arroyos, por los cuales corren torrencialmente en época invernal las aguas de las lluvias (Consejo Municipal Uribia, La Guajira, 2004).

Este proyecto de investigación pretende mejorar el desempeño académico y mitigar los impactos negativos generados por el mal manejo del recurso hídrico dentro de la Institución. Los estudiantes de grado decimo participarán activamente

en las metodologías flexibles y dinámicas, para facilitar al estudiante el desarrollo de sus propias habilidades o destrezas, desde un punto de vista ambiental para generar conciencia de aprovechamiento, ahorro y uso eficiente del agua.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sed mundial de agua dulce seguramente tendrá que enfrentarse a un déficit de 40% en el 2030. Esta brecha que se avecina entre la demanda y la oferta la cual representan una amenaza para toda la gente (2030 WRG, 2013).

El panorama mundial frente a la escasez de agua dulce es desolador, Colombia tiene un mayor rendimiento hídrico respecto al mundial, pero su distribución en el país es muy variable, en la costa caribe se habla y se sufre de la escases física y económica del recurso hídrico siendo este un común denominador en las comunidades indígenas (MinAmbiente, SIAC. Sistema de Información Ambiental para Colombia, 2019).

El Departamento de La Guajira presenta deficiencias en el acceso a salud, alimentación y agua potable, que afectan las condiciones de vida de la población, especialmente las de las comunidades indígenas y de la zona rural. En la Alta Guajira la provisión del servicio de acueducto y alcantarillado en zona urbana se da en condiciones críticas, debido a la baja capacidad de suministro y potabilización, los altos costos de prestación, las debilidades operativas, administrativas y comerciales y el no pago por parte de los usuarios. El abastecimiento se realiza a través de pozos subterráneos con sistemas de tratamiento de desalinización, los cuales generan altos costos de operación. Además, debido a la poca oferta de agua, el suministro se realiza por carro tanque.

Esta deficiencia en bienes y servicios a esta zona norte de La Guajira hace que haya una baja cobertura en estos colegios o instituciones. De acuerdo con la tasa de supervivencia escolar por grado para 2016, estimada por el Ministerio de Educación Nacional, de cada 100 niños que se matriculan en primaria en La Guajira, 27 abandonan la escuela antes de culminar el grado quinto, y de cada 100 adolescentes que ingresan a la secundaria, 46 la abandonan antes de terminar el grado once (CONPES, 2018).

En este sentido fomentar el uso racional y eficiente del agua dentro de la institución debe ser uno de los mayores retos a realizar dado que en su mayoría los estudiantes de estas instituciones etnoeducativas pertenecientes a la comunidad wayuu no tienen una visión clara del porqué del déficit de agua en el mundo o el por qué debemos preservarla, los acontecimientos ambientales se les atribuyen a factores espirituales según su cosmovisión wayuu. Se debe buscar el equilibrio entre la búsqueda de saberes occidentales y la apropiación de los conocimientos maternos.

Para la creación de modelos educativos con enfoque diferencial para poblaciones rural dispersa y urbano-marginal, a los grupos étnicos- indígenas, afro colombiano, raizal y gitanos-, a la población de frontera, a los niños y jóvenes afectados por la violencia, a la población en riesgo social y a la población iletrada en alto grado de vulnerabilidad; deben tener su sustento conceptual en las características y necesidades presentadas por la población a la cual busca atender y se apoya en tecnologías y materiales educativos propios (MinEducación, 2002).

En la parte ambiental que contempla el proyecto de investigación se identificó, que la zona cuenta con alcantarillado in situ vertiendo directamente las aguas residuales grises y negras generadas durante sus procesos al suelo son ningún tipo de tratamiento y/o aprovechamiento.

1.1. FORMULACION

¿El diseño de modelos educativos que involucran programas de uso eficiente del agua como herramienta pedagógica, tienen algún efecto sobre los indicadores educativos y la optimización del uso del recurso hídrico en comunidades etnoeducativas de La Guajira?

2. JUSTIFICACIÓN

La institución etnoeducativa Cabo de la Vela, en el año 2017 se separó de la institución etnoeducativa internado indígena kamusuchiwo'u, siendo esta su sede principal. Debe realizar un mejoramiento continuo a su Proyecto Educativo Institucional (PEI), la implementación del proyecto fortalecerá positivamente a la institución en la parte administrativa, calidad educativa y ambiental.

Hay temas muy conectados a la implementación de este modelo educativo dirigido a los estudiantes wayuu de la institución Cabo de la Vela, que podrían cambiar si este llega a cumplir los objetivos, como lo son: la calidad de la educación que se está brindando y la capacidad de mejorar su calidad de vida a partir de ello es muy importante para estas comunidades wayuu, según (Rawls,1999) citado (ICFES, 2012) afirma: “Cada nuevo escalón en la carrera educativa de un estudiante y la manera como lo supera, es un determinante del futuro económico y de otros aspectos como el acceso a la educación superior o la posición social que puede lograr en una sociedad. Ser más educado incrementa la probabilidad de ser más feliz y de alcanzar un mayor conjunto de ‘bienes primarios’”.

Así mismo otro comentario muy acertado según (Card, 1999) citado (ICFES, 2012) explica: “El efecto que tiene la educación sobre los ingresos futuros puede generar situaciones desiguales, algunas de las cuales la sociedad debería compensar. Esta es una manera de empezar a prevenir desigualdades futuras”.

Si estos estudiantes se sienten motivados asistir a las clases bajaría la deserción escolar, este es un fenómeno complejo que deriva de múltiples causas. Esta no sólo perjudica a los escolares y a sus familias sino también a todo el país, porque se restringen las posibilidades de desarrollo social y las que están en directa relación con el capital humano. Es clara la relación entre el nivel educativo y las oportunidades de progreso de las personas. Así, dejar la escuela para acceder a empleos informales, que suelen tener jornadas excesivas y precarias condiciones laborales, perpetúa el círculo de la pobreza.

Las causas que se pueden ver a simple vista de la inasistencia escolar en las instituciones de estas comunidades son debidas a las restricciones de demanda, la pobreza es una de las más tangenciales, porque un alto porcentaje de los jóvenes están en el decil de ingresos más bajos. La falta de recursos conlleva a la necesidad de trabajar para subsistir, ayudar a sus familias en las labores diarias en las rancherías, dificultad de acceso por las vías, entre otras; la tendencia es que entre más sea la población indígena rural dispersa la tasa de deserción poblacional será más alta.

Sin embargo, hay una que no se puede ver a simple vista y es poco estudiada y es la falta de interés por parte de los estudiantes, si se mejora la calidad de la educación y la metodología en que esta se brinda, los estudiantes podrían tener más interés de asistir a las instituciones y por ende mejorar sus calificaciones, adquirir los conocimientos para la vida a partir de ellos, mejorar su calidad de vida y la de su comunidad (Gobernación de La Guajira, 2016).

Esta institución no cuenta con acueducto, su fuente de abastecimiento actual es por carrotanque donado por el Cambridge College International de Medellín. Dado a que el recurso hídrico es limitado a ese suministro que se realiza semanalmente en comparación a otras instituciones que tienen acceso del agua por acueducto, es fundamental este tipo de programas.

La Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Educación, La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y la Asociación Wayuu Araurayu aúnan fuerzas y donaran infraestructura para esta comunidad educativa la cual contempla una huerta integral la cual contara con un galpón de gallinas ponedoras, semillero, área de compost y se realizara una recuperación de aguas grises para el sistema de riego de la misma, es necesario fomentar la cultura de uso racional y eficiente del agua para esta institución porque de eso depende la sostenibilidad del sistema a implementar por el proyecto.

El diseño del modelo educativo que involucra el uso eficiente de agua se realizará a nivel institucional abarcando todos sus procesos y actividades que demanden agua. A partir del diseño e implementación del sistema de tratamiento de aguas grises y la huerta integral se desarrollarán estrategias pedagógicas donde los estudiantes podrán sumar su conocimiento técnicos y prácticos sobre el uso eficiente del agua y manejo de la huerta.

La educación ambiental en conjunto con la formación académica en estas instituciones etnoeducativas, generaría un impacto positivo en su vida escolar y personal de manera que pueda permitirles habilidades en identificación y solución de interrogantes y problemas relacionados con fenómenos y elementos significativos del entorno natural, social y cultural (MinEducación, 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo educativo que involucre el ahorro y el uso eficiente del agua, en la Institución Etnoeducativa Integral Rural Internado Indígena del Cabo de la Vela La Guajira.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de recuperación de aguas residuales y sistema de captación de aguas lluvia para su aprovechamiento en huerta integral y consumo humano en la institución Cabo de la Vela
- Formular un modelo educativo que involucre el uso eficiente del agua en las comunidades Wayuu
- Evaluar el efecto del modelo educativo en la institución etnoeducativa del Cabo de la Vela sobre el uso eficiente del agua

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

La educación en los territorios indígenas enfrenta grandes retos, construir un modelo educativo propio y con enfoque diferencial, que se ajuste a las condiciones de vida de cada etnia ya que estas tienen sus propios usos y costumbres. El Ministerio de Educación Nacional en el decreto 2500 del 2010, “Por el cual se reglamenta de manera transitoria la contratación de la administración de la atención educativa por parte de las entidades territoriales certificadas, con los cabildos, autoridades tradicionales indígenas, asociación de autoridades tradicionales indígenas y organizaciones indígenas en el marco del proceso de construcción e implementación del sistema educativo indígena propio SEIP”, fue un gran reto que requirió de un proceso de análisis y debate amplio y serio para llegar a consensos sobre múltiples aspectos que abarca este sistema buscando que sea un cercano reflejo de los intereses educativos de todos los pueblos indígenas del territorio colombiano (CONTCEPI, 2010).

Anaa Akua'ipa es el fundamento de la educación propia; por lo tanto, los centros e instituciones educativas están en el deber de promover y fortalecer la identidad cultural wayuu mediante la implementación de estrategias pedagógicas que den respuesta a la realidad, necesidades y expectativas de la Nación Wayuu. Así, las presentes y futuras generaciones podrán cumplir con la función social de ser portadores y multiplicadores de los preceptos culturales; de esta manera, se estará contribuyendo a la pervivencia cultural en condiciones de dignidad y bienestar social. Es la construcción colectiva, cuyos antecedentes empiezan hace más de tres décadas por la necesidad de una educación propia; la cual generó trabajos y experiencias pedagógicas de carácter significativo desarrollados por comunidades, organizaciones, directivos etnoeducadores y personas preocupadas por la educación wayuu. También, en los tres últimos años, se destaca el trabajo realizado a nivel de Mesa Técnica Departamental de Etnoeducación Wayuu,

instancia integrada por representantes de la comunidad educativa wayuu, procedentes de los diferentes municipios del departamento de La Guajira (MTDEW, 2009).

Se realizó una investigación en la comunidad indígena Nasa de Caldon departamento del Cauca en Colombia. Para las comunidades del Cauca la educación propia ha representado la posibilidad histórica de resistir el proyecto sistemático de desaparición al que han sido sometidos por muchos años, a partir de la generación de un pensamiento autóctono, por el cual ha sido viable entre muchos otros asuntos, pensar las propias problemáticas, ganar en niveles cada vez mayores de organización, formar mentalidades críticas y vincular a la gente en la construcción de su propio proyecto de vida. Se pretendía así un fortalecimiento político de toda la comunidad a partir de conquistar crecientes niveles de concienciación y organización social. Es un proyecto de educación ligado a la lucha y a los procesos de liberación de la población indígena que tiene como soportes fundantes la tradición y los propios proyectos de vida definidos por la colectividad, con lo cual la educación se afianza como un espacio de reapropiación y recreación de la cultura (Molina & Tabare, 2014).

Casillas & Santini (2009) afirman que: “Se asume que el enfoque intercultural ofrece una mayor apertura de oportunidades para acceder a una formación profesional pertinente a las necesidades de estos sectores de la sociedad. Así, también, se percibe que la aplicación de sus principios puede alimentar una estrategia de formación valoral que actúe de manera decisiva en el desarrollo de una mayor sensibilidad entre la ciudadanía para lograr el reconocimiento pleno de todas las potencialidades de desarrollo intelectual y de aportación al desarrollo nacional de los pueblos indígenas de México” (Casillas & Santini, 2009).

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. Distribución y usos del agua en el mundo

Aproximadamente el 75% de la superficie de la Tierra está cubierta por el agua. Alrededor del 97.5% de toda el agua sobre la tierra es salada, solo el 2.5% de toda el agua sobre la tierra es dulce. El 70% del agua dulce está congelada en glaciares, nieve, hielo y “permafrost”. El 30% restante del agua dulce es subterránea, menos de del 1% se encuentra en lagos, ríos, humedad en el suelo y aire, humedales, plantas y animales (Comisión Nacional del Agua, 2011).

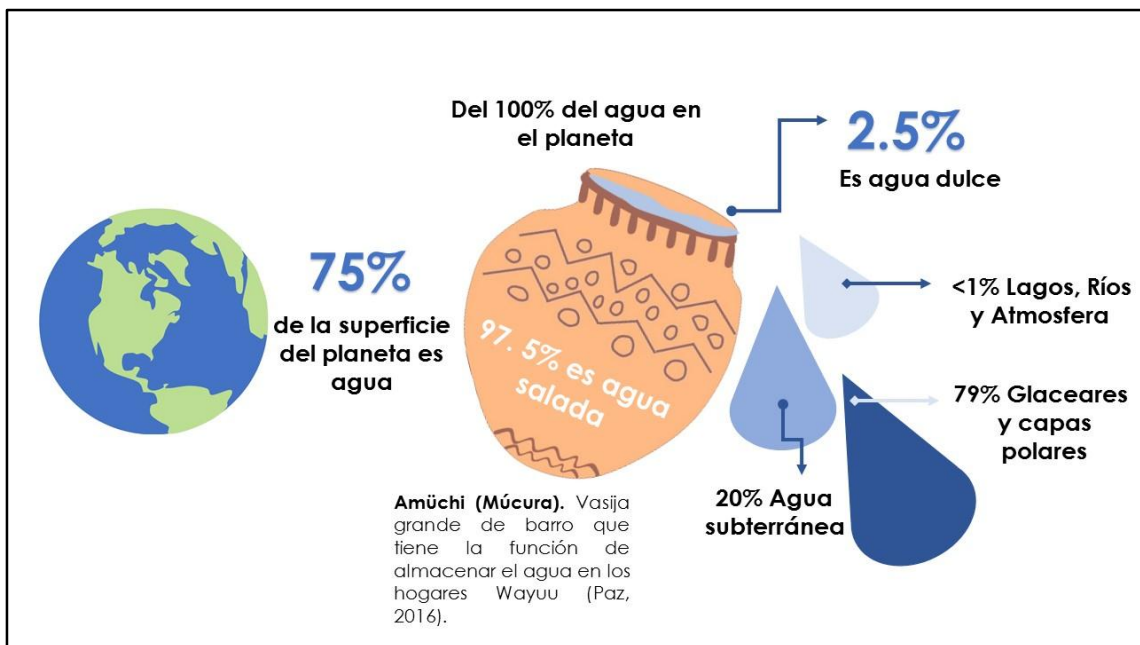


Ilustración 1 Distribución del agua en el mundo

Fuente: Autora, 2018. Adaptado de Comisión Nacional del Agua, 2011

Casi 110 000 km³ de precipitación caen sobre la tierra, sin incluir los océanos. De esta cantidad el 56 por ciento se pierde por la evapotranspiración de los bosques y otros paisajes naturales y el 5 por ciento por la agricultura de secano (regada por la lluvia). El 39 por ciento restante o 43 000 km³ por año se convierten en escorrentía superficial (ríos y lagos) y en aguas subterráneas

(acuíferos). Juntos, representan los recursos renovables de agua. Parte de esta agua se extrae mediante infraestructura instalada por humanos. Este concepto se denomina extracción de agua.

A nivel mundial, las proporciones de extracción son aproximadamente 69 por ciento agropecuaria, 12 por ciento municipal y 19 por ciento industrial. Estos números, sin embargo, están fuertemente influenciados por pocos países que tienen una extracción de agua muy alta en comparación con otros países. Calculando las proporciones en cada país y tomando el promedio de estas proporciones globalmente demuestra que, "para un país dado" estas proporciones son 59, 23 y 18 por ciento, respectivamente (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. AQUASTAT, 2016).

4.2.2. Estado del agua en Colombia

La extracción hídrica total nacional para el 2008 alcanzó los 11.767 km³, destacando el sector agrícola con una extracción de 6.391 km³, equivalente al 54 por ciento del total de las extracciones, del cual 5.867 km³ corresponden al riego y 0.524 km³ al sector pecuario. La extracción municipal alcanzó los 3.134 km³, o el 27 por ciento del total de las extracciones, de los que 2.606 km³ pertenecen al sector doméstico y 0.528 km³ al sector servicios. El 82 por ciento del uso doméstico corresponde a cabeceras municipales y el 18 por ciento al resto del país. Por otra parte, el 31 por ciento del total de las extracciones para uso doméstico corresponde a la ciudad de Bogotá, el 21 por ciento a la ciudad de Cali y 19 por ciento a Medellín. La industria alcanzó una extracción de 2.242 km³, o el 19 por ciento del total de las extracciones, de los cuales 0.665 km³ son para enfriamiento de plantas termoeléctricas. En el total no se incluyen 6.311 km³ de uso hidroeléctrico (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. AQUASTAT, 2016).

4.2.3. Ciclo hidrológico del agua

El ciclo del agua no se inicia en un lugar específico, pero para esta explicación asumimos que comienza en los océanos. El sol, que dirige el ciclo del agua, calienta el agua de los océanos, la cual se evapora hacia el aire como vapor de agua. Corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la menor temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo, las partículas de nube colisionan, crecen y caen en forma de precipitación. Parte de esta precipitación cae en forma de nieve, y se acumula en capas de hielo y en los glaciares, los cuales pueden almacenar agua congelada por millones de años. En los climas más cálidos, la nieve acumulada se funde y derrite cuando llega la primavera. La nieve derretida corre sobre la superficie del terreno como agua de deshielo y a veces provoca inundaciones. La mayor parte de la precipitación cae en los océanos o sobre la tierra, donde, debido a la gravedad, corre sobre la superficie como escorrentía superficial.



Ilustración 2 Ciclo del Agua

Fuente: Autora, 2018

Una parte de esta escorrentía alcanza los ríos en las depresiones del terreno; en la corriente de los ríos el agua se transporta de vuelta a los océanos. El agua de escorrentía y el agua subterránea que brota hacia la superficie, se acumula y almacena en los lagos de agua dulce. No toda el agua de lluvia fluye hacia los ríos, una gran parte es absorbida por el suelo como infiltración. Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo, y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea.

Otra parte del agua subterránea encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad, es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos (roca subsuperficial saturada), los cuales almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo. A lo largo del tiempo, esta agua continúa moviéndose, parte de ella retornará a los océanos, donde el ciclo del agua se "Cierra" y comienza nuevamente (UNESCO, 2018).

4.2.4. Modelos educativos

Éstos, diseñados con estrategias escolarizadas y semi-escolarizadas, procesos convencionales y no convencionales de aprendizaje, metodologías flexibles, diseño de módulos con intencionalidad didáctica, articulación de recursos pedagógicos, desarrollo de proyectos pedagógicos productivos y a través de la formación de docentes y el compromiso comunitario, fortalecen el ingreso y retención de la población en el sistema. Los modelos tienen su sustento conceptual en las características y necesidades presentadas por la población a la cual busca atender y se apoya en tecnologías y materiales educativos propios (MinEducación, 2002).

El modelo educativo es la concreción, en términos pedagógicos, de los paradigmas educativos que una institución profesa y que sirve de referencia para

todas las funciones que cumple (docencia, investigación, extensión, vinculación y servicios), a fin de hacer realidad su proyecto educativo. El modelo educativo debe estar sustentado en la historia, valores profesados, la visión, la misión, la filosofía, objetivos y finalidades de la institución (Tünnermann , 2008).

Según Thierry Gaudin, según lo cita (Tünnermann , 2008) “A partir del año 2000, lo fundamental será la renovación de conocimientos, la flexibilidad, el saber hacer y el saber producir, la capacidad para cambiar de métodos oportunamente. De acuerdo a ello, el aprendizaje nunca termina, es una función vital que se hace permanentemente y será percibido como una necesidad por los propios individuos, sin necesidad de que se lo impongan las empresas o el Estado. Los nuevos valores del sistema educacional girarán en torno a la creación, al equilibrio de las relaciones entre individuos y el respeto al espacio del otro como condición del respeto propio”.

4.2.5. Tipos de modelos educativos

4.2.5.1. *Modelo Tradicional*

Es el modelo que se caracteriza por ser academista, verbalista, repetitivo y predomina la pedagogía autoritaria dictatorial que dicta sus clases bajo un régimen de disciplina a unos estudiantes que son básicamente receptores. La misión del maestro es enseñar, fijar normas, vigilar, controlar, evaluar, señalar tareas y obligaciones a los alumnos (Breña, 2014).

4.2.5.2. *Modelo de Pedagogía Activa o Reformista*

Se trata de una teoría que considera que lo importante no es aprender, sino aprender a aprender, en la que el profesor actúa como orientador y estimulador del aprendizaje, y la relación entre maestro-alumno, alumno-alumno es dialógica; por tanto, la educación es individualizada (Breña , Modelos Educativos, 2014).

4.2.5.3. *Modelo de la pedagogía tecnicista o conductista.*

Los representantes son Skinner y Watson. Y a este modelo también se le conoce como pedagogía por objetivos, y ésta nace como en la época de la producción industrial (Breña , Modelos Educativos, 2014).

4.2.5.4. *Modelo de Pedagogía Personalizada.*

Los representantes son Karl Rogers y García Hoz. Este modelo optimiza el desarrollo de habilidades y estrategias de trabajo intelectual y criterios de selección; es decir, relacionar y jerarquizar los conocimientos y desarrollar las habilidades y destrezas para adquirir, utilizar, aplicar y producir saberes continuamente (Breña, 2014).

4.2.5.5. *Modelo Constructivista.*

El modelo constructivista es el enfoque psicológico que plantea que el eje central del aprendizaje humano es la construcción de los conocimientos por el propio sujeto. Es así que el aprendizaje constituye una actividad procesadora y organizadora compleja en que el sujeto elabora sus nuevos conocimientos a partir de revisiones, transformaciones y reestructuraciones de los anteriores conocimientos aprendidos (Breña , Modelos Educativos, 2014).

4.2.6. Modelos educativos en Colombia

4.2.6.1. *Aceleración del aprendizaje.*

Las características del modelo lo hacían aplicable a las necesidades de atención que requería el país. El programa de Aceleración había sido inspirado en parte, en el modelo de Escuela Nueva, lo cual contribuyó a facilitar la apropiación por parte de un equipo de especialistas y docentes colombianos, acompañados de expertos brasileiros, con quienes realizaron los ajustes pertinentes a partir de la estructura original (MinEducación, 2002).

4.2.6.2. *Escuela nueva.*

El modelo de Escuela Nueva produjo significativos cambios, especialmente una nueva metodología participativa de trabajo con alumnos y docentes, la utilización de módulos o guías de aprendizaje versión nacional, cambios en las estrategias de capacitación de los docentes, el diseño del manual Hacia la Escuela Nueva y la modificación de las estrategias de capacitación de docentes, asistencia técnica y dotación de bibliotecas a las escuelas (MinEducación, 2002).

4.2.6.3. *Postprimaria.*

Modelo escolarizado de educación formal, desarrolla las áreas obligatorias del currículo, proyectos pedagógicos y proyectos pedagógicos, con un docente por grado como facilitador del proceso de aprendizaje. Promueve la ampliación de la cobertura con calidad en educación básica secundaria rural, en el marco de procesos de equidad social. Ofrece a los niños y jóvenes entre 12 y 17 años que terminan quinto grado, y a la población en edad escolar que está fuera del sistema educativo, la posibilidad de continuar sus estudios de sexto a noveno grado en un modelo contextualizado a las características y expectativas del medio rural, a fin de frenar la migración a la ciudad (MinEducación, 2002).

4.2.6.4. *Telesecundaria.*

En el modelo de Telesecundaria la estrategia de televisión educativa presenta programas de televisión educativa de 15 minutos de duración, como apoyo al desarrollo de cada una de las sesiones de aprendizaje, articulados a los módulos de aprendizaje por áreas, asignaturas y grados en jornada académica regular de lunes a viernes (MinEducación, 2002).

4.2.6.5. *Servicio de educación rural – SER.*

Las personas con edades de 13 años y más que no han ingresado a ningún grado del ciclo de básica primaria o hayan cursado como máximo los tres primeros años.

Se enmarca en la educación básica comunitaria, educación media rural, formación de formadores, educación continuada y en una propuesta de diseño de materiales educativos con las comunidades, lo cual significa un mayor grado de pertinencia y de apropiación por parte de la comunidad (MinEducación, 2002).

4.2.7. Educación Ambiental

Desde 1991 Colombia ha venido desarrollando una propuesta nacional de Educación Ambiental, cuyos esfuerzos fundamentales han estado orientados a la inclusión de la temática, tanto en el sector ambiental como en el sector educativo específicamente. En el sector educativo, la Educación Ambiental se ha venido incluyendo como una de las estrategias importantes de las políticas, en el marco de la reforma educativa nacional y desde los conceptos de autonomía y descentralización.

Se considera el proceso donde el individuo va tomada interdependencia con su entorno, a partir de un conocimiento reflexivo y crítico de su realidad ambiental. Esto debe ir ligado al mejoramiento de su calidad de vida y la concepción del desarrollo sostenible del ambiente satisfaga las necesidades de las generaciones actuales y asegurando el bienestar de las futuras.

La Educación Ambiental debe ser intercultural. Para su desarrollo es fundamental el reconocimiento de la diversidad cultural y el intercambio y el diálogo entre las diferentes culturas. Debe buscar que las distintas culturas puedan tomar lo que les beneficie del contacto con otras en lugar de copiar modelos de manera indiscriminada (MinAmbiente & MinEducación , 2002).

4.2.8. Aguas residuales

Aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias (MinVivienda, 2017).

4.2.9. Sistemas de tratamiento en el sitio de origen

Son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes se deben hacer estudios y recopilar información necesaria (MinVivienda, 2017).

4.2.9.1. *Trampas de grasa.*

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse (MinVivienda, 2017).

4.2.9.2. *Tanque séptico.*

Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y contruidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de postratamiento. Se recomiendan solamente para: áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados, alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales, retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos (MinVivienda, 2017).

4.2.10. Sistema de tratamiento de agua residual convencional

En los casos que no sea factible la utilización de sistemas de tratamiento en el sitio de origen, debido a la magnitud del volumen de las aguas residuales a tratar, se deben utilizar sistemas adecuados con mayor capacidad (MinVivienda, 2017).

4.2.10.1. *Pretratamientos.*

Debe realizarse por medio de procesos físicos y/o mecánicos, como rejillas, desarenadores y trampas de grasa, dispuestos convencionalmente de modo que permitan la retención y remoción del material extraño presente en las aguas negras y que pueda interferir los procesos de tratamiento (MinVivienda, 2017).

4.2.10.2. *Tratamiento primario.*

El objeto de este tratamiento es básicamente la remoción de los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación (MinVivienda, 2017).

4.2.10.3. *Tratamiento secundario.*

Los procesos biológicos, o secundarios, se emplean para convertir la materia orgánica fina coloidal y disuelta en el agua residual en floc biológico sedimentable y sólidos inorgánicos que pueden ser removidos en tanques de sedimentación. Estos procesos se emplean junto con procesos físicos y químicos para el tratamiento preliminar y primario del agua residual (MinVivienda, 2017).

4.2.10.4. *Tratamientos anaerobios.*

El tratamiento anaerobio es el proceso de degradación de la materia orgánica por la acción coordinada de microorganismos, en ausencia de oxígeno u otros agentes oxidantes fuertes (SO_4^{2-} , NO_3^- , etc.). Como subproducto de ella se obtiene un gas, denominado usualmente biogás, cuya composición básica es metano CH_4 y dióxido de carbono CO_2 en un 95%, pero con la presencia adicional de nitrógeno, hidrógeno, amoníaco y sulfuro de hidrógeno, usualmente en proporciones inferiores al 1% (MinVivienda, 2017).

4.2.10.5. *Lagunas de oxidación o de estabilización.*

El tratamiento por lagunas de estabilización puede ser aplicable en los casos en los cuales la biomasa de algas y los nutrientes que se descargan en el efluente puedan ser asimilados sin problema por el cuerpo receptor (MinVivienda, 2017).

4.2.10.6. *Desinfección.*

El proceso de desinfección debe realizarse en el efluente de plantas de tratamiento cuando éste último pueda crear peligros de salud en las comunidades aguas abajo de la descarga (MinVivienda, 2017).

4.2.11. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua

Se entiende por PUEAA El conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico (Congreso de Colombia , 1997).

4.2.12. Uso eficiente y ahorro del agua

El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa (Congreso de Colombia , 1997).

4.2.13. Huerta integral

Una huerta Integral es una alternativa flexible para las diferentes situaciones tecnológicas, sociales, económicas y un excelente espacio para la motivación científica, de tal manera que el modelo y operación de una huerta está en función de las condiciones ambientales de la localidad, objetivos y finalmente de las expectativas del interesado en trabajar este sistema de desarrollo rural (Lopez, 2010).

4.2.14. Sistema de captación de agua lluvia (SCALL)

Es una alternativa utilizada en muchos lugares del mundo con alta o media precipitación, donde la cantidad y calidad de aguas es baja para consumo humano. Generalmente para consumo humano el agua que cae en el techo es captada, colectada y almacenada en tanques para su posterior uso. Reúso obligatorio del agua. Es económico, fácil mantenimiento, ideal para comunidades dispersas y no necesita energía para su operación (OPS/CEPIS, GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA, 2004).

4.2.15. Reúso obligatorio del agua

Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua (MinAmbiente , 2014)

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Agua: Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos.

Agua cruda: Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

Agua potable: Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Afluente: Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

Aguas crudas: Aguas residuales que no han sido tratadas.

Aguas residuales municipales: Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

Aguas residuales: Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

Aguas servidas: Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

Ambiente: Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

Bacteria: Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

Ciclo hidrológico: Es un movimiento continuo a través del cual el agua se evapora del océano y los demás cuerpos de agua, se condensa y cae en forma de precipitación sobre la tierra; después, esta última puede subir a la atmósfera por evaporación o transpiración, o bien regresar al océano a través de las aguas superficiales o subterráneas.

Coliformes: Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Desarrollo sostenible: Es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Al mismo tiempo que distribuye de forma más equitativa las ventajas del progreso económico, preserva el medio ambiente local y global y fomenta una auténtica mejora de la calidad de vida.

Educación ambiental: Acción y efecto de formar e informar a colectividades sobre todo lo relacionado con la definición, conservación y restauración de los distintos elementos que componen el medio ambiente.

Efluente: Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

Etnoeducación: Educación para grupos étnicos debe estar ligada al ambiente, al proceso productivo, al proceso social y cultural, con el debido respeto de sus creencias y tradiciones.

Planta de potabilización: Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

Planta de tratamiento (de agua residual): Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: El aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.

Seguridad alimentaria: Disponibilidad en todo momento de suficientes suministros mundiales de alimentos básicos, para mantener una expansión permanente del consumo alimentario y para contrarrestar las fluctuaciones en la producción y los precios.

Sostenibilidad: Proceso de racionalización de las condiciones sociales, económicas, educativas, jurídicas, éticas, morales y ecológicas fundamentales que posibiliten la adecuación del incremento de las riquezas en beneficios de la sociedad sin afectar al medio ambiente, para garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

Modelos Educativos Flexibles: Son propuestas de educación formal que permiten atender a poblaciones diversas o en condiciones de vulnerabilidad, que presentan dificultades para participar en la oferta educativa tradicional.

4.4. MARCO CONTEXTUAL

4.4.1. Cabo de la Vela corregimiento de Uribia

Se encuentra ubicado geográficamente en el norte de La Guajira, con coordenadas de 12°13' 12"N, 72°9'0" W, a 157 km de Riohacha, en carro son aproximadamente 2 horas y 37 min en época de verano. Si se toma la ruta directa de Riohacha al Cabo de la Vela, primero llega a cuatro vías, luego a Uribia capital indígena de Colombia, después de Uribia la vía es destapada. se puede tomar vías alternas, la vía de Mareywamana, se encuentra una fracción de desierto característico llamado "Desierto de la auyama" o la de la Media Luna, por esta ruta se pasa por Puerto Bolívar (lugar de exportación de carbón) y el Parque Eólico de EPM.

Su clima es desértico, alcanza una temperatura promedio de 28.9°C con vientos refrescantes que pueden llegar a 40 km/h en promedio.

Este territorio es habitado en su mayoría por los Wayuu, esta cultura tiene su propia lengua, usos y costumbres. Jepirra tierra sagrada para los wayuu no tiene una ubicación geográfica específica, pero según las creencias de este pueblo es donde las almas de los wayuu descansan después de su vida terrenal y se reencuentran con sus ancestros.

Basan su economía en el comercio de artesanía como las mochilas, chinchorros, guaireñas, pulseras y otros, la pesca y comercio del pescado para el turismo, muy pocos son los que siembran por las bajas precipitaciones anuales, cría de ovino y caprino. hospedaje a orillas del mar donde brindan comida típica, las cabañas están hechas de Yotojoro.

Tiene varios sitios turísticos como el pilón de azúcar, la playa dorada, el ojo de agua y las rancherías. Por sus vientos constantes y bajo oleaje durante todo el

año, las playas del Cabo de la Vela son un sitio importante para la práctica del deporte extremo kitesurf.

Tiene dos grandes problemáticas una es la gran masa de residuos sólidos que recubre las avenidas principales o donde hay mayor concentración de la población, la contaminación visual es impactante, se ven más las bolsas plásticas que el nopal. Esto es debido a que la cobertura en servicio de recolección de basura en la zona rural es mínima o no llega. Los habitantes tienen un botadero comunitario a cielo abierto donde incineran la basura generando contaminación al aire, malos olores, propagación de enfermedades y proliferación de insectos y roedores.

La problemática de la escasez del agua es una de las más importantes porque no hay pozos, no hay fuente de agua superficial, el suministro de agua potable es por carroタンque, 500 litros de agua tienen un costo de 40 mil pesos colombianos, esto puede durarle a una familia alrededor de una semana.

4.4.2. Institución etnoeducativa Cabo de la Vela

Esta institución queda ubicada en el corregimiento del Cabo de la Vela del municipio de Uribia, específicamente con unas coordenadas de 12°11'37.4"N 72°08'24.3"W, a 15 minutos caminando de la comunidad indígena Cabo de la Vela, como se aprecia en la figura 1.

Esta institución mediante el decreto de constitución 011 del 21 de enero del 2010 el cual fue modificado por el decreto 963 del 04 de diciembre del 2017, pertenecía a la Institución Etnoeducativa Integral Rural Internado Indígena Kamusuchiwo'u como sede principal, a comienzo del año actual 2018 esta se separó para ser una institución autónoma llamada Institución Etnoeducativa Integral Rural Internado Indígena Cabo De La Vela.

Los niveles que ofrece son pre-escolar, educación básica (primaria y secundaria) y educación media, con un calendario A, con jornada de mañana.

El Proyecto Educativo Institucional de esta institución se encuentra en construcción por parte de los directivos.



Figura 1 Localización geográfica de la Institución Cabo de la Vela, La Guajira

Fuente: Adaptado de Google Maps, 2019.

Su programa de alimentación escolar (PAE), es administrado por Organización Indígena de La Guajira Yanama, esta constituida como una entidad sin ánimo de lucro esta fue fundada en el 1975, con 43 años de experiencia en la construcción del desarrollo de la cultura wayuu.

Su población estudiantil es de 550 estudiantes registrados en promedio por Sistema Integrado de Matrículas (SIMAT), siendo 150 internos y 400 estudiantes externos. Pero la realidad es otra, en el momento solo asisten en promedios semanales 50 estudiantes internos, esto debido a que aún no se realiza totalmente el proceso de contratación de transporte escolar. Cuenta con una planta de 24 docentes de formación normalista y profesional, 10 de ellos son internos, alguno de los docentes tiene una modalidad de contratación por nombramiento estatal.

4.5. MARCO LEGAL

El marco normativo mediante el cual se sustenta la el diseño de un modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución etnoeducativa Cabo de la Vela en el Municipio de Uribia La Guajira se describe a continuación en la tabla 1:

Tabla 1 Normatividad general

NORMA	OBJETO
Constitución Política de Colombia 1991	Art 78,79,80 y 82
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1743 de agosto 3 de 1994	Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.
Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015	Compilación de las normas expedidas por el Gobierno Nacional en cabeza del presidente de la República, en ejercicio de las facultades reglamentarias otorgadas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política.
Decreto 1860 de agosto 3 de 1994	Artículo 14: Todo establecimiento educativo debe elaborar y poner en práctica, con la participación de la comunidad educativa, un proyecto educativo institucional.
Resolución número 1207 de 2014	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el reúso de aguas residuales tratadas.
Resolución número 0330 de 2017	por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005y 2320 de 2009

Fuente: Autora, 2018.

4.6. MARCO INSTITUCIONAL

La investigación se desarrolló en el marco del proyecto: “Implementación de sistemas agropecuarios sostenibles para pequeños productores con énfasis en educación agropecuaria en los municipios de La Guajira”.

Entidades participantes:

4.6.1. Universidad Nacional de Colombia: Ejecutora, líder de la alianza

Misión

Como Universidad de la nación fomenta el acceso con equidad al sistema educativo colombiano, provee la mayor oferta de programas académicos, forma profesionales competentes y socialmente responsables. Contribuye a la elaboración y resignificación del proyecto de nación, estudia y enriquece el patrimonio cultural, natural y ambiental del país. Como tal lo asesora en los órdenes científico, tecnológico, cultural y artístico con autonomía académica e investigativa (UNAL, 2018).

Visión

La Universidad Nacional de Colombia, de acuerdo con su misión, definida en el Decreto Extraordinario 1210 de 1993, debe fortalecer su carácter nacional mediante la articulación de proyectos nacionales y regionales, que promuevan el avance en los campos social, científico, tecnológico, artístico y filosófico del país. En este horizonte es la Universidad, en su condición de entidad de educación superior y pública, la que habrá de permitir a todo colombiano que sea admitido en ella, llevar a cabo estudios de pregrado y posgrado de la más alta calidad, bajo criterios de equidad, reconociendo las diversas orientaciones de tipo académico e ideológico, y soportada en el sistema de Bienestar Universitario que es transversal a sus ejes misionales de docencia, investigación y extensión (UNAL, 2018).

4.6.2. Ministerio de Educación Nacional: Entidad que financia

Misión

Lograr una EDUCACIÓN DE CALIDAD, que forme mejores seres humanos, ciudadanos con valores éticos, competentes, respetuosos de lo público, que ejercen los derechos humanos, cumplen con sus deberes y conviven en paz. Una educación que genere oportunidades legítimas de progreso y prosperidad para ellos y para el país. Lograr una educación competitiva, pertinente, que contribuya a cerrar brechas de inequidad y en la que participa toda la sociedad (MinEducación, Ministerio de Educacion de Colombia, 2018).

Visión

En el 2018, el Ministerio de Educación es la entidad líder del Gobierno Nacional, con reconocimiento internacional, que atrae a los mejores talentos y está 100% orientada a hacer de Colombia el país más educado de América Latina en el 2025. Es una entidad innovadora, creativa, eficiente, generadora de investigación y conocimiento para el país y para el mundo. Es una entidad ejemplar por su ejecución (MinEducación, Ministerio de Educacion de Colombia, 2018).

Propósito Superior 2025

"Colombia será el país más educado de América Latina en el 2025": En el 2025 Colombia tendrá un sistema de educación de alta calidad para todos. La educación generará igualdad de oportunidades y desarrollo económico, permitiendo la transformación social del país, mayor equidad y la consolidación de la paz. Participarán de este proceso -en el cual la Educación será la principal prioridad nacional- los padres de familia, los niños y jóvenes, profesores, gobierno, y la sociedad civil. Habrá una financiación adecuada para tener la mejor educación de América Latina (MinEducación, Ministerio de Educacion de Colombia, 2018).

4.6.3. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: Aliada

Misión

La Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano es una institución de carácter pluralista, que busca la formación de profesionales éticos, competentes, críticos y creativos, que asuman su compromiso con la sociedad con clara conciencia de respeto por los seres humanos y sus derechos, por el medio ambiente y contribuyan al bien común y al desarrollo social, cultural, empresarial, científico y estético en el contexto internacional, con fundamento en los ideales de la Expedición Botánica (UTADEO, 2018).

Visión 2020

En el año 2020 la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, como universidad centrada en el estudiante y abierta a aspirantes de todas las condiciones académicas y sociales, será reconocida nacional e internacionalmente por ofrecer una experiencia educativa y pedagógica claramente diferenciada, se caracterizará por la innovación, la creatividad, la libertad de pensamiento, el respeto por la individualidad, la diversidad y el pluralismo, y ofrecerá propuestas académicas e investigativas rigurosas que permitirán atender problemas mediante soluciones creativas, con un profundo compromiso social y respeto por el medio ambiente (UTADEO, 2018).

4.6.4. Asociación Wayuu Araurayu: Aliada

Una Asociación de jefes familiares Wayuu de la Zona Norte de la Alta Guajira, constituida hace 23 años, con el propósito de fortalecer la identidad cultural de la etnia Wayuu e identificar y conocer la historia de sus territorios Clániles y trabajar por el bienestar de sus comunidades. Desde su constitución hasta la fecha, Wayuu Araurayu trabaja, conjuntamente con entidades del orden nacional, regional y local, por la preservación de sus usos y costumbres, en el diseño y

desarrollo de proyectos sociales, especialmente en las áreas de Ordenamiento Territorial, Educación Propia e Intercultural, Cultura, Educación para Adultos y formación Universitaria, Seguridad Alimentaria, Vivienda, Salud, Medio Ambiente, Saneamiento Básico, Suministro de Agua Potable, Administración de Justicia, Fortalecimiento Institucional y Organizativo, Apoyo a la Tercera Edad e Infancia, Tecnologías y Comunicaciones, Población con necesidades especiales y Población con discapacidad.

Misión

Wayuu Araurayu es una entidad de derecho público de carácter especial, que trabaja en asocio con los territorios Clániles de la Alta Guajira, partiendo de las tradiciones ancestrales, usos y costumbres desde el origen de nuestra nación orientada hacia el ejercicio de la Autonomía de la etnia Wayuu sin perder de vista los Derechos de otras culturas que comparten y desarrollan sus expectativas en nuestros territorios (Asociación WayuuAraurayu, 2017).

Visión

Reafirmar la iniciativa institucional sobre la base del fortalecimiento cultural de la etnia Wayuu y de los pueblos indígenas de Colombia, a partir de la defensa, promoción, capacitación y materialización de los derechos reconocidos a los pueblos indígenas (Asociación WayuuAraurayu, 2017).

4.6.5. Institución Etnoeducativa Internado Indígena Cabo de la Vela: Beneficiario

Misión

Integrar y formar a la comunidad educativa con el firme propósito de orientar y acompañar a los niños, niñas y jóvenes en el proceso de desarrollo integral para la construcción de su proyecto de vida con sentido comunitario, utilizando los parámetros curriculares pertinentes que permitan fortalecer nuestra cultura Wayuu,

crecer como seres humanos, adquirir la capacidad de ser felices y comprometerse con el pleno desarrollo de la comunidad a la cual pertenece.

Visión

Ser en el 2025 una institución etnoeducativa técnica, que pueda ofrecer a las comunidades aledañas un espacio educativo tecnificado y articulado a las demandas de educación para permitir a los egresados tener elementos necesarios para desenvolverse en el mercado laboral y de emprendimiento. Gestionar el desarrollo de programas académicos y proyectos pedagógicos e investigativos que permitan la formación de un nuevo ciudadano dotado de mayores niveles de responsabilidad, participación, preparación y tolerancia, con el fin de un mejoramiento significativo a nivel instituciones y comunitario. Mas allá de la escolarización comprometido con el entorno sociocultural y ambiental, el estudiante sea capaz proponer alternativas de desarrollo sostenible a los problemas que se presentan en sus comunidades.

5. METODOLOGIA

5.1. TIPO DE INVESTIGACION

El proyecto de investigación contempla dos tipos de investigación:

Tipo descriptiva cuyo propósito es el estudio de las propiedades, características y rasgos importantes de la institución Cabo de la Vela por medio de la recolección de datos en campo.

Tipo explicativa tiene como propósito explicar por medio de datos estadísticos obtenidos del test de conocimiento aplicado antes y después de la implementación del modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua, y así tener un mayor entendimiento sobre el fenómeno educativo y social analizado.

5.2. POBLACION

La investigación tiene como área de influencia la institución etnoeducativa Cabo de la Vela, La Guajira. La población estudiantil es de 550 estudiantes registrados por Sistema Integrado de Matrículas (SIMAT), siendo 150 internos y 400 estudiantes de modalidad externos.

5.3. MUESTRA

La constituye los estudiantes de décimo grado de la Institución Etnoeducativa Integral Rural Internado Indígena del Cabo de la Vela, con los cuales se desarrollarán las actividades del marco metodológico. La muestra fue tomada a conveniencia del investigador por razones de logística.

5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

5.4.1. Fase 1

Diseño de sistema de recuperación de aguas grises y sistema de captación de agua lluvia

Esta fase se compone del diseño de los elementos para el tratamiento de las aguas grises generadas en las duchas y el sistema de captación de aguas lluvias en la institución etnoeducativa Cabo de La Vela, para su aprovechamiento en huerta integral y consumo humano. Para el cumplimiento de la presente fase se desarrollarán las siguientes actividades:

- Estudios Mínimos: Se llevará a cabo la obtención de información hidrometeorológica de la región como información primaria, se desarrollará caracterización básica del agua potable y residual, con el fin de seleccionar las tecnologías de tratamiento de estas aguas; se caracterizará el suelo para conocer los parámetros físicos, los cuales serán insumo para el diseño de la huerta integral y se realizara un diagnostico del estado de la red de distribución de agua potable y residual de la institución.
- Diseño de Sistema de Tratamiento de Aguas Grises: A partir de los estudios mínimos se selecciona la tecnología para el tren de tratamiento conformado por una línea afluyente, trampa de grasas, filtro de arena, tanque de igualación, sistema de bombeo fotovoltaico y el tanque de almacenamiento.
- Diseño de Huerta Integral: Se hará la selección de las especies agroecológicas que constituirán la huerta integral, además se diseñará el sistema de riego de tal forma que se garantice la mínima pérdida de agua. Esta huerta hace parte de un sistema productivo; línea integrada por un semillero de especies a cultivar, área de compostaje y galpón para aves menores.
- Diseño de sistema de captación de aguas lluvia (SCALL): Se realizara el diseño basado en los valores de precipitación promedio mensual, el área de

captación disponible en la institución, como los de los dormitorios que son los mas amplios y la población que se beneficiara del sistema.

5.4.2. Fase 2

Formular modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua para comunidades educativas Wayuu

Es importante que se desarrollen estrategias pedagógicas para las comunidades indígenas, que les permita fomentar la cultura investigativa y así generar sus propios conocimientos y aplicarlos. por esto se realizarán las siguientes actividades:

- **Diseño de encuestas:** Se realizarán dos encuestas, una de caracterización sobre el uso que se dan al agua en la institución y sus viviendas los estudiantes y la otra encuesta es un test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua. Se selecciona los el contenido de cada encuesta de manera sistemática teniendo en cuenta que sea sencilla su interpretación.
- **Implementación de encuestas:** Se generan gráficos e inferencias para su posterior análisis de resultados de caracterización y test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua a los estudiantes de la institución Cabo de la Vela.
- **Desarrollar estrategias pedagógicas:** En este contenido se seleccionarán los temas las relevantes sobre el uso eficiente del agua para incluirlos en planes académicos de las diversas materias que se ofertan en la institución etnoeducativa Cabo de la Vela. Basándose en una metodología teórico-práctico que se pueda desarrollar en la infraestructura del sistema de tratamiento de agua grises y la huerta integral.
- **Diseño de programa de capacitación:** Se constituirá de talleres encaminados a capacitar a la comunidad académica sobre el uso eficiente del agua.

5.4.3. Fase 3

Evaluar el efecto del modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución etnoeducativa Cabo de la Vela

Para determinar el efecto del modelo educativo sobre la población, se realizará las siguientes actividades:

- **Análisis estadístico:** Se repetirá el mismo test de conocimiento aplicado al inicio del modelo educativo a los estudiantes. Esto permitirá desarrollar un modelo de comparación estadística a partir del conjunto de datos obtenidos del test realizado antes y después del modelo educativo, midiendo la cantidad de respuestas correctas.
- **Simulacro de Preicfes:** Se realizarán simulacros de Preicfes a los estudiantes en tres momentos; antes, durante y después del modelo educativo.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. DISEÑO DE SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUAS GRISES Y SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

6.1.1. Estudios mínimos

Los estudios mínimos están integrados por información primaria y secundaria que ayudará a darle sentido al diseño del sistema de recuperación de aguas grises cuyo efluente será utilizado para el actividades que requieran demanda de agua, en este caso, la huerta integral.

6.1.1.1. Información Hidrometeorológica.

Se hizo solicitud de la información hidrometeorológica al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de las estaciones que tienen mayor influencia y vigencia, con respecto al área de estudio. El corregimiento del Cabo de la Vela pertenece a la jurisdicción del Municipio de Uribia. Hay pocas precipitaciones durante todo el año. Este clima es considerado BSh (semi árido cálido) según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura aquí es en promedio 29.2°C. Precipitaciones anual acumulada 403 mm (Merkel, s.f.) y precipitación promedio anual de 33,58 mm. Merkel, clasifica a nivel global los párametros esenciales como temperatura mínima, media y máxima, y precipitación, los cuales definen la aridez de la zona de estudio. En el siguiente cuadro 1, se puede observar un resumen de los datos históricos del tiempo hídrico y de temperaturas del Municipio de Uribia.

Cuadro 1 Precipitaciones y Temperaturas del Municipio de Uribia¹

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T min	27,9	28,2	28,6	29,1	29,9	30,2	30,6	30,2	29,8	29,0	28,6	28,2
T med	23,4	23,6	23,9	24,4	25,2	25,7	25,6	25,5	25,1	24,7	24,4	23,8
T max	32,4	32,8	33,4	33,9	34,6	34,8	35,6	35	34,6	33,4	32,8	32,6
P (mm)	3	3	11	17	54	28	9	25	53	109	72	19

Fuente: (Climate-data.org, 2019)

A partir de esto se construye el climograma, tal cual como se observa en el gráfico 1, a continuación.

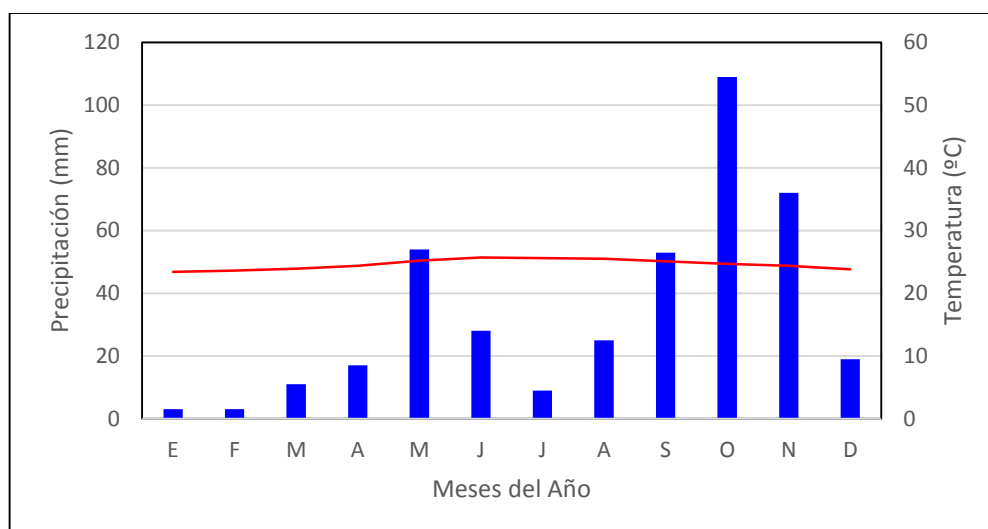


Gráfico 1 Distribucion de los datos de climograma. Municipio de Uribia / La Guajira

Fuente: Adaptado de Climate-date.org, 2019

Se puede apreciar en la figura 2 la localización de las estaciones seleccionadas:

- Carrizal, localizada geográficamente en las coordenadas: latitud norte 12 y longitud oeste -72,11.
- Puerto Bolivar, localizada geográficamente en las coordenadas: latitud norte 12,13 y longitud oeste -71,59.

¹ Temperatura en grados celcius.



Figura 2 Localización de Estaciones Hidrometeorológicas

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2019

La estación Carrizal brinda información de valores totales mensuales de precipitación de 43 años de registro. En la siguiente gráfica se expresan los promedios multianuales de la precipitación.

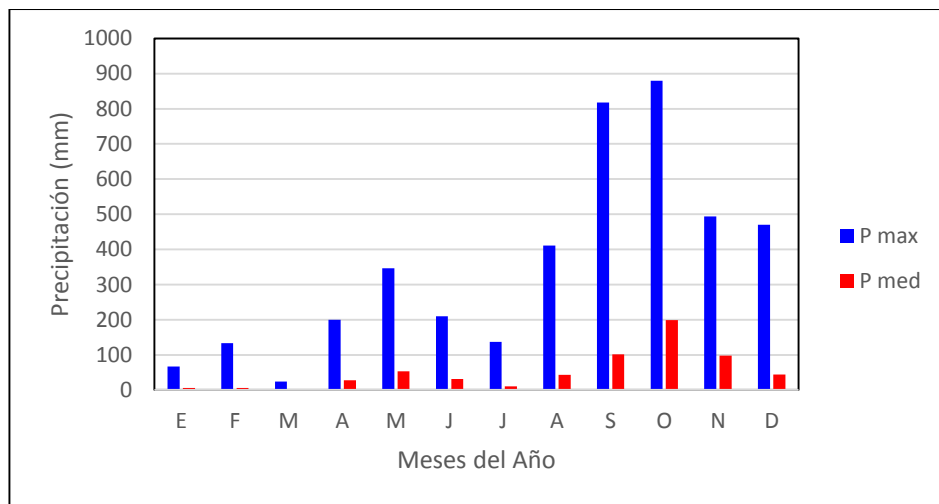


Gráfico 2 Distribucion de los datos de precipitaciones multianuales estación Carrizal

Fuente: Adaptado de (IDEAM, 2019)

El grafico 2, la precipacion máxima se presenta en el mes de octubre con casi 900mm de precipitación y las mas bajas en el mes de marzo donde la

precipitación máxima en esta fecha son menores a 100mm. Los meses donde mas se precentan precipitaciones se comprenden desde el mes de agosto hasta principio de diciembre.

La estación Puerto Bolivar brinda información de Valores Totales Mensuales de Brillo Solar, Valores Mensuales de Evaporación, Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa, Valores Totales Mensuales de Precipitación y Valores Medios Mensuales de Temperatura, para más de 30 años de registros, los cuales varían según parámetro.

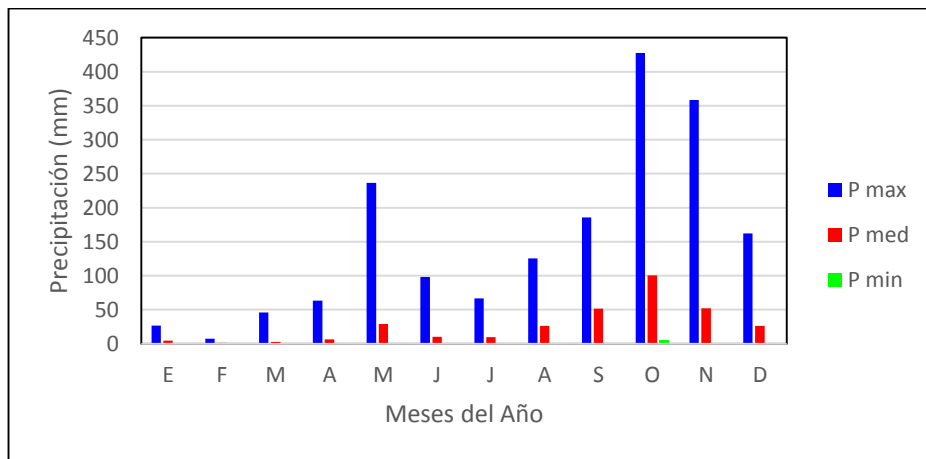


Gráfico 3 Distribucion de los datos de precipitaciones multinuales estación Puerto Bolivar

Fuente: Adaptado del IDEAM, 2019

Esta estación queda un poco mas al norte de la alta Guajira, las precipitaciones máximas registradas son mayores a 400mm mensuales en el mes de octubre y las minimas son en el mes de febrero con menos de 30mm mensuales.

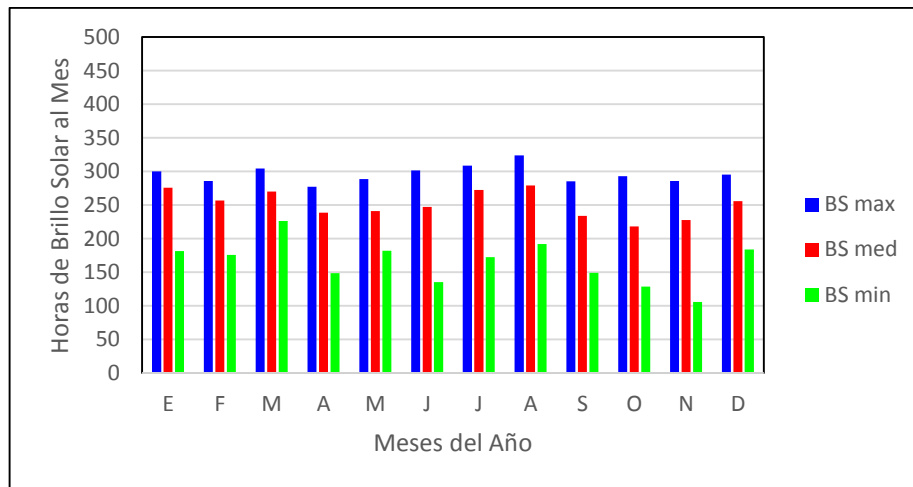


Gráfico 4 Distribucion de los datos de horas de brillo solar al mes en la estación de Puerto Bolívar
Fuente: Adaptado del IDEAM, 2019

El brillo solar máximo al mes tiene valores homogéneos comprendidos entre 250 y 350 horas al mes, los valores medios de brillo solar son mas altos en el mes de enero y los mas bajos en el mes de noviembre.

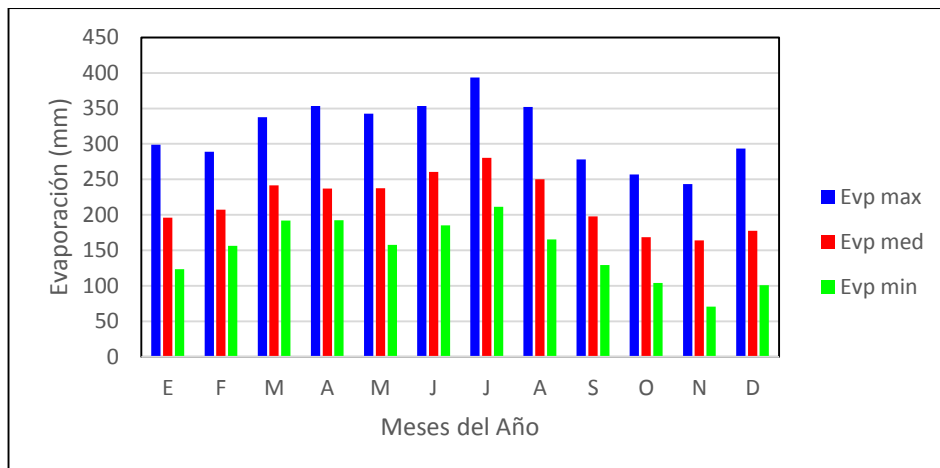


Gráfico 5 Distribucion de los datos de evaporacion en la estación de Puerto Bolívar
Fuente: Adaptado del IDEAM, 2019

La evaporación máxima es de 400mm mensuales en el mes de julio y los valores minimos se encuentran en los meses comprendidos entre septiembre y diciembre, por lo que se puede relacionar con los valores de precipitación ya que cuando hay mas lluvias disminuye la evaporación por radiación solar.

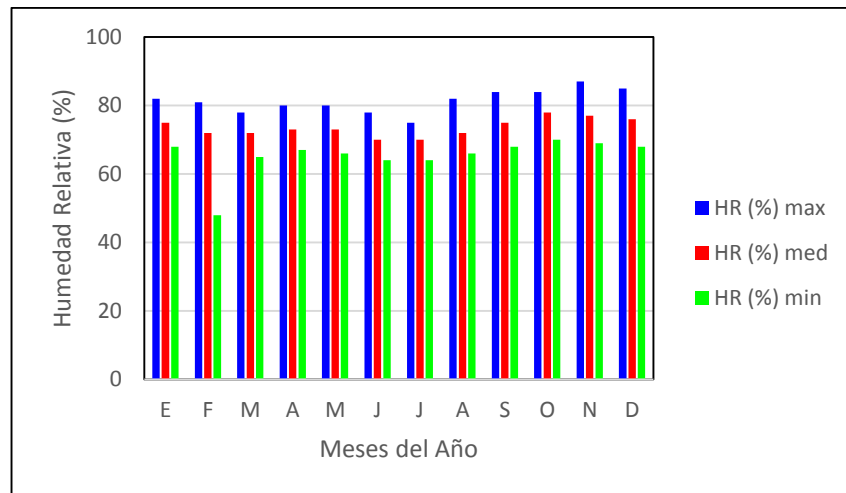


Gráfico 6 Distribucion de los datos de humedad relativa (%) de la estación de Puerto Bolivar
Fuente: Adaptado del IDEAM, 2019

Los valores máximo de humedad relativa en esta zona se mantienen entre el 70% y 90% durante el periodo de un año. El valor minimo es de 50% que se presenta en el mes de febrero, que es uno de los meses mas calurosos de la época del año.

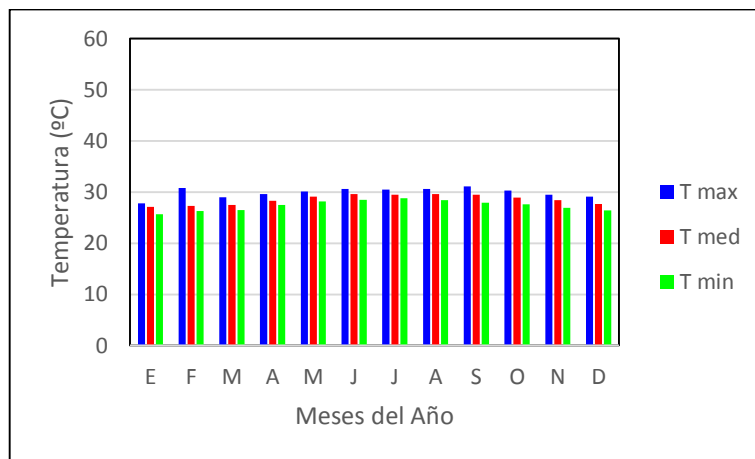


Gráfico 7 Distribucion de los datos de temperatura (°C) de la estación de Puerto Bolivar
Fuente: Adaptado del IDEAM, 2019

La temperatura máxima es de 32°C que se presenta en el mes de febrero, como se observa en el grafico 7, los valores son homogeneos no hay picos de temperatura diferentes significativos.

6.1.1.2. Caracterización Microbiológica del Agua Cruda y Residual

Se tomaron muestras de agua residual (agua gris de la ducha de los dormitorios) y potable (alberca) en la institución. El proceso de análisis de laboratorio para toma de muestras se desarrolló de acuerdo al protocolo establecido por la universidad Jorge Tadeo Lozano, en convenio con la Universidad Nacional de Colombia dentro del proyecto “Implementación de sistemas agropecuarios para pequeños productores con énfasis en educación agropecuaria”.

6.1.1.2.1. Valores permitidos según la norma

➤ Uso agrícola

En el Decreto 1594 de 1984 el cual fue abolido por el decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el agua de riego el número (NMP) de Coliformes Totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto y el número (NMP) de Coliformes Fecales no deberá exceder 2.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior.

➤ Uso para consumo humano

El decreto 1575 de 2007 del Ministerio de la protección social, y el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (Resolución No.2115), para agua de consumo humano el nivel máximo de Coliformes Totales es 0 UFC/100 cm³ y de E. Coli es 0 UFC/100 cm³ (MinProtecciónSocial, 2007).

6.1.1.2.2. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA

Se asignará el puntaje a cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos por la resolución 2115 del 2007 (MinProtecciónSocial & MinAmbiente, 2007)

Cálculo del IRCA:

$$IRCA \% = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

Tabla 2 Clasificación de nivel de riesgo de la calidad del agua para consumo humano según IRCA

CLASIFICACIÓN IRCA (%)	NIVEL DE RIESGO	CONSIDERACIONES
80.1 - 100	Inviabile Sanitariamente	Agua no apta para consumo humano. Requiere vigilancia máxima y detallada.
35.1 - 80	Alto	Agua no apta para consumo humano.
14.1 - 35	Medio	Agua no apta para consumo humano.
5.1 - 14	Bajo	Agua no apta para consumo humano.
0 - 5	Sin riesgo	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia

Fuente: (MinAmbiente, 2007)

Como se aprecia en la tabla 2, los valores comprendidos entre 80.1 y 100 por ciento se considera que el agua no es apta para consumo humano y requiere vigilancia máxima y detallada. Los porcentajes en los intervalos de 0 a 5 se considera que el agua no presenta riesgos para el consumo humano.

6.1.1.2.3. Análisis microbiológico que se realizaron a las muestras de agua gris y potable

Recuento de hongos, nemátodos y bacterias fitopatógenas, bacterias Aerobios Mesófilas, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia coli. Se realizaron diluciones seriadas en base 10, siembra en medios de cultivo e incubación a 25°C por 5 a 10 días para hongos y 24 a 48 horas para bacterias y recuento en placa. Para el recuento de Coliformes Totales, fecales y E.coli se incubó por 30° a 24 a 48 horas. Para el recuento de nemátodos se utilizó el método de Baermann funnel, y la identificación se realizó por medio de clave taxonómica. Los resultados están dados por Unidades Formadoras de Colonia por 100 ml (UFC/mL), ver (Anexo 1).

Tabla 3 Resultados análisis Microbiológico de Aguas Grises

PARÁMETRO	VMX USO AGRÍCOLA DECRETO 1594 DE 1984	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO	IRCA RES. 2115 DE 2007
Análisis microbiológico del agua				
Coliformes totales	5 x 10 ³	4,4 x 10 ²	Si	15%
Coliformes fecales	2 x 10 ³	2,2 x 10 ²	Si	
E. Coli	2 x 10 ³	8 x 10 ¹	Si	25%
Bacterias Aerobios Mesófilas	Ausencia	1,8 x 10 ¹	No	
Análisis fitopatológico de agua				
Bacterias	Ausencia	Negativo	Si	
Hongos	Ausencia	Negativo	Si	
Nematodos	Ausencia	Negativo	Si	
Sumatoria de puntajes de IRCA				40%

Fuente: Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2019.

$$IRCA \% = \frac{40}{40} \times 100 = 100\%$$

La naturaleza de la muestra es agua residual clasificación gris, provenientes de las duchas de la institución. No es apta para el consumo humano obtuvo un valor de IRCA 100%, el nivel de riesgo es INVIABLE SANITARIAMENTE, como era de esperarse por su procedencia. Para el uso de riego en la agricultura cumple con la normativa colombiana, dio negativo para el análisis fitopatológico del agua. Sin embargo, necesaria la implementación de un sistema séptico de recuperación de agua residual para riego de cultivo.

Tabla 4 Resultados de Análisis Microbiológico del Agua Potable

PARÁMETRO	VMX CONSUMO HUMANO DECRETO 1575 DE 2007	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO	IRCA RES. 2115 DE 2007
Análisis microbiológico del agua				
Coliformes totales	0	$1,3 \times 10^4$	No	15%
Coliformes fecales	0	6×10^2	No	
E. Coli	0	0	Si	0%
Bacterias Aerobios Mesófilas	Ausencia	$7,4 \times 10^5$	No	
Análisis fitopatológico de agua				
Bacterias	Ausencia	Negativo	Si	
Hongos	Ausencia	Negativo	Si	
Nematodos	Ausencia	Negativo	Si	
Sumatoria de puntajes de IRCA				15%

Fuente: Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2019.

$$IRCA \% = \frac{15}{40} \times 100 = 37.5\%$$

Obtuvo un 37.5% en el IRCA, lo que significa que se encuentra en un nivel de riesgo ALTO, el agua no es apta para el consumo humano y debe realizarse monitoreo permanente. Ver (Anexo 2), el nivel de coliformes totales es más alto en comparación a la muestra uno de agua residual y las bacterias aerobias mesófilas es un indicador de la eficacia del tratamiento de agua potable, su presencia indica que el tratamiento realizado es deficiente. En esta institución el agua es sacada de la alberca manualmente con un balde atado a una cuerda. La manipulación no es controlada por lo que cualquier persona con las manos contaminadas toma el bade y lo lanza a la alberca generando contaminación, tampoco se le realiza limpieza por lo que tiene muchos sedimentos en el fondo dándole un ambiente favorable para la multiplicación de coliformes totales y fecales. En ninguna de las dos muestras hay presencia de bacterias, nematodos u hongos fitopatológicos.

6.1.1.3. Caracterización fisicoquímico del agua residual en la institución Cabo de la Vela

En la tabla 5, se presenta los resultados del análisis fisicoquímico del agua residual de la institución Cabo de la Vela, realizada en el laboratorio Bioindalamb Laboratorios, se realiza la comparación entre los valores máximos permisibles según la Resolución 631 del 2015 y los resultados, ver (Anexo 3 y 4).

Tabla 5 Resultados de análisis fisicoquímico del agua residual

PARÁMETRO	VMX RESOLUCIÓN 631 DEL 2015	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
DBO5	90 mg/l O ₂	183 mg/l O ₂	No
DQO	200 mg/l O ₂	286 mg/l O ₂	No
Sólidos Suspendidos Totales	100 mg/l	176 mg/l	No
Aceites y Grasas	20 mg/l	14 mg/l	Si
Fosforo Total	-	0.22 mg/l	-
Nitrógeno Total	-	0,56 mg/l	-

Fuente: Autora, 2019

Se realizó el análisis de algunos parámetros útiles para la caracterización del agua residual gris generada de las duchas de la institución como DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, fosforo total y nitrógeno total. El agua residual no cumple como con la norma de calidad de agua para vertimiento contenidas en la resolución 631 del 2015, es por esto que se debe realizar un pretratamiento para el reúso del agua ya sea para uso agrícola, industrial o vertimiento en cuerpo de agua y suelo.

6.1.1.4. *Diagnostico general del estado físico de la red de distribución de agua potable y residual en la institución Cabo de la Vela*

La infraestructura inicial de la institución se encuentra conservada, consta de 18 aulas, dos dormitorios con baterías de baño, área de preparación y almacenamiento de alimentos, área administrativa y biblioteca. Las redes de micro acueducto y alcantarillado se encuentran distribuidas en los dos dormitorios y el área de preparación de alimentos, las aulas y área administrativa no cuentan con ninguna conexión hidráulica o sanitaria.

6.1.1.4.1. Dormitorios.

Cada uno de los dormitorios tiene una batería de baño interna, la cual tiene 16 duchas, 8 inodoros y 6 lava manos, cada una. Durante la inspección se pudo observar que 60% de las duchas e inodoros se encuentran en funcionamiento y el resto se encuentran obstruidos por solidos o falta de uso. Por otro lado, los lava manos no son utilizados. El agua residual que se genera en esta zona es distribuida por un micro alcantarillado in situ sin ningún tipo de tratamiento o aprovechamiento.



Fotografía 1 Dormitorio de la institución Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

En la fotografía 1 se aprecia la parte trasera del dormitorio están instalados los lavaderos para uso de los estudiantes y docentes internos, pero no se encuentran en funcionamiento porque utilizan poncheras, generalmente el agua residual gris se vierte directamente al suelo por falta de cultura ambiental o una alternativa para su aprovechamiento.

6.1.1.4.2. Área de cocina y almacenamiento de alimentos

El agua potable en esta área es distribuida de forma manual por medio de tanques de almacenamiento prefabricados, cuentan con lava platos y lava manos, pero estas no se encuentran en funcionamiento por la escases de agua.



Fotografía 2 Área de preparación de alimentos

Fuente: Autora, 2018

Como alternativa de ahorro de agua, las manipuladoras lavan los alimentos y platos en poncheras, el agua residual es llevado a las afueras de la institución sin ningún tratamiento.



Fotografía 3 Lava platos manual

Fuente: Autora, 2018

6.1.1.4.3. Almacenamiento de agua potable

El agua potable es suministrada semanalmente por medio de carrotanque con capacidad de 10000 litros, donados por el Cambridge College International de Medellín. El origen del agua es desalinizada en la planta de tratamiento del municipio de Uribia o en el corregimiento del Cabo de la Vela. Para el almacenamiento de agua potable la institución cuenta con una alberca en concreto semisubterránea con una capacidad de 36 m³ de agua como se muestra en la fotografía 4, actualmente se encuentra en uso.



Fotografía 4 Alberca semisubterránea

Fuente: Autora, 2018

Diariamente con un balde que se encuentra atado a la alberca, se saca agua manualmente y se deposita en tanques de almacenamiento de plástico, para consumo humano, aseo personal, preparación de amilientos y limpieza.

En la fotografía 5, se aprecia cerca de la cocina instalado un tanque vertical marca Profibra en resina Isoftalica con una capacidad de 10 m³, actualmente está en buen estado, pero no es constante su uso por la falta de agua. El agua es utilizada para consumo humano y preparación de alimentos.



Fotografía 5 Tanque de almacenamiento prefabricado

Fuente: Autora, 2018

Existe una estructura elevada de alrededor 9 metros abandonada, inicialmente servía para soportar varios tanques de almacenamiento de plástico, los cuales eran llenados por medio de una turbina y así distribuir el agua a gravedad en la institución, su funcionamiento no fue sostenible en el tiempo por fugas en el sistema.



Fotografía 6 Tanque levado

Fuente: Autora, 2018

En la institución hay bebederos instalados, pero no funcionan porque no hay una estructura hidráulica a gravedad o presión actualmente que garantice el flujo de agua hasta este punto. En los grados de primaria se encuentran tanques de agua para beber o los niños se acercan a la cocina a pedir agua en hora de recreo y al final de la jornada.



Fotografía 7 Bebedero de la institución Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

Las instituciones ubicadas en las zonas rurales son las más abandonadas por el estado después de su construcción inicial, tanto en su estructura educativa y física, se limitan a proveer lo necesario, es notable la falta de gestión de recursos para mantenimiento preventivo o correctivo de la infraestructura hidráulica y sanitaria. Al finalizar de realizar el diagnostico de las redes de distribución, se llegó a la conclusión que las redes de acueducto instaladas no funcionan, todo es de forma manual. Por el contrario, las redes sanitarias si funcionan y llegan a un alcantarillado no convencional in situ.

6.1.1. Diseño de Sistema de Tratamiento de Aguas Grises

6.1.1.1. Nivel de complejidad y poblacion de diseño

En la tabla 6, se contempla la asignación del nivel de complejidad dependiendo del numero de habitantes en la zona donde se realizara el proyecto.

Tabla 6 Asignacion del nivel de complejidad

NIVEL DE COMPLEJIDAD	POBLACIÓN (HABITANTES)	CAPACIDAD ECONÓMICA DE LOS USUARIOS
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: MinVivienda, 2000

En este caso por tratarse de una institución etnoeducativa la población será constante en el tiempo dependiendo de su ampliación en infraestructura futura, pero hasta el momento la población será de 600 habitantes que lo conforman estudiantes, docentes y área administrativa. Por lo que el nivel de complejidad del sistema es Bajo por que la población es menor a 2500 habitantes.

6.1.1.2. Dotación neta

Corresponde a la dotación mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 Dotacion neta

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA (L/hab*día)
> 2000 m.s.n.m	100
1000 -2000 m.s.n.m	120
< 1000 m.s.n.m	130

Fuente: (MinVivienda, 2017)

Este valor depende de la altura promedio sobre el nivel del mar, la institución se encuentra ubicada sobre el nivel del mar lo que la dotación neta corresponde a 100 L/hab*día.

6.1.1.3. Cálculo de caudales de diseño

Según el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en su resolución 0330 de 2017, en las comunidades sin alcantarillado sanitario debe determinarse el caudal medio de diseño con base en la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor de retorno entre 0.70 y 0.80, más los caudales de infiltración, conexiones erradas y aportes institucionales comerciales e industriales.

6.1.1.3.1. Cálculo del caudal de aguas residuales domésticas (Q_D)

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400}$$

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (L/s).

C_R = Coeficiente de retorno (adimensional). (MinVivienda, 2017)

P = Número de habitantes proyectados al período de diseño (hab).

D_{NETA} = Demanda neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab/día).

$$Q_D = \frac{0.8 * 600 \text{ hab} * 100 \frac{\text{L}}{\text{hab}} * \text{dia}}{86400} = 0,56 \text{ L/s}$$

6.1.1.3.2. Cálculo del caudal medio diario (QMD)

$$Q_{md} = Q_D + Q_C + Q_{INS} + Q_I$$

Donde:

Q_{md} = Caudal medio diario (L/s).

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (L/s).

Q_C = Caudal de aguas residuales comerciales (L/s).

Q_{INS} = Caudal de aguas residuales institucionales (L/s).

Q_I = Caudal de aguas residuales industriales (L/s).

Para este caso solo se tiene en cuenta el aporte de agua residual domestica porque su consumo se basa en actividades como aseo personal diario de estudiantes y docentes, limpieza de las áreas y preparación de alimentos. En la institución no se tiene uso de actividades como industriales y comerciales.

$$Q_{md} = 0,56 \text{ L/s}$$

6.1.1.3.3. Calculo del caudal máximo diario

El caudal máximo diario, corresponde al consumo máximo en 24 horas de operación, según el RAS 2017.

$$QMD = Q_{md} * K_1$$

Donde:

QMD = Caudal máximo diario

K_1 = Coeficiente de consumo máximo diario (1.30)

$$QMD = 0.56 \frac{l}{s} * 1.30 = 0,728 \frac{l}{s}$$

6.1.1.3.4. Calculo del caudal máximo horario

Se calcula a partir del caudal medio diario multiplicado por el coeficiente de mayoración.

$$QMH = Q_{md} * F$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario (L/s).

Q_{md} = Caudal medio diario (L/s).

F = Factor de mayoración (adimensional).

(MinVivienda, 2017)

$$Q_{MH} = 0,56 \frac{L}{s} * 1.85 = 1.03 \text{ L/s}$$

6.1.1.3.5. Calculo del caudal por infiltración

La institución cuenta con un al alcantarillado in situ, por lo que las redes se distribuyen por toda la institución hasta llegar a un pozo subterráneo. Es inevitable que la infiltración de aguas subterráneas en las tuberías por fisuras y falta de impermeabilización. No existen datos de caudal por infiltración, se tomará de los datos dados por la resolución 0330 de 2017 que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8 Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	INFILTRACIÓN ALTA (L/S*HA)	INFILTRACIÓN MEDIA (L/S*HA)	INFILTRACIÓN BAJA (L/S*HA)
Bajo y Medio	0,3	0,2	0,1
Medio Alto y Alto	0,3	0,2	0,1

Fuente: (MinVivienda, 2017)

$$Q_{INF} = \text{area (ha)} * \text{infiltracion media} \left(\frac{l}{s} * \text{ha} \right)$$

$$Q_{INF} = 3 \text{ ha} * 0,2 \frac{l}{s} * \text{ha} = 0,6 \text{ L/s}$$

6.1.1.3.6. Calculo de caudal de diseño

Este caudal corresponde a la contribución que llega al registro de inspección de la institución. Se obtiene de la suma del caudal máximo horario y los aportes de caudal por infiltración.

$$Q_{Diseño} = Q_{MH} + Q_{INF}$$

$$Q_{Diseño} = 1.03 \frac{L}{s} + 0,6 \frac{L}{s} = 1,63 \frac{L}{s}$$

6.1.1.4. *Diseño de trampa de grasa*

Según la resolución 0330 de 2017 como parámetros generales de diseño el volumen se calculara para un periodo de retención mínimo de 2,5 minutos.

6.1.1.4.1. Dimensiones de la trampa de grasa

El periodo de retención tomado para el calculo del volumen de la trampa de grasa será de 3 minutos.

$$V = QD * TRH$$

Donde:

V = Volumen efectivo de la trampa de grasa (L).

QD = Caudal de diseño (L/s).

TRH = Tiempo de retención hidraulico (Minutos).

$$V = 1.63 \frac{L}{s} * 3 \text{ min} * 60 \frac{\text{segundos}}{\text{min}} = 293.4 \text{ L} \approx 0,2934 \text{ m}^3$$

$$V = L * A * H$$

Donde:

V = Volumen (m^3)

L = Largo m

A = Ancho m

H = Altura m

$L:A \rightarrow 1:1 \quad H = 0.8 \text{ m}$

$$V = L * A * H$$

$$V = L^2 * 0,80 \text{ m}$$

$$L^2 = \frac{0,2934 \text{ m}^3}{0.80 \text{ m}}$$

$$L = \sqrt{\frac{0,2934 \text{ m}^3}{0.80 \text{ m}}} = 0,60 \text{ m}$$

$$A = 0,60 \text{ m}$$

$$L = 0,60 \text{ m}$$

$$H = 0,80 \text{ m}$$

Tomando en cuenta las consideración de (OPS/CEPIS, 2003), el ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° con diámetro de 4" y la salida será por medio de una tee con un diámetro de 4".

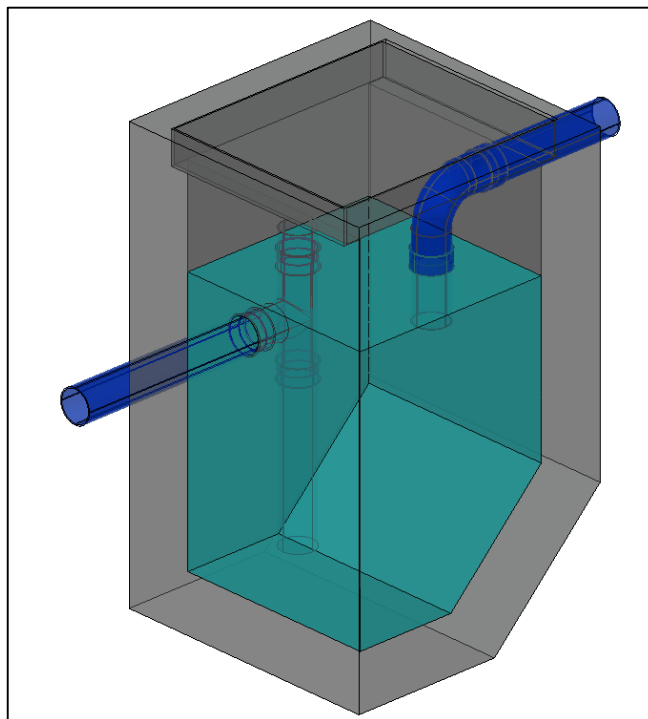


Ilustración 3 Estructura de la trampa de grasa en 3D

Fuente: Autora, 2019

La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,2 m por debajo del nivel de líquido, la diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida será de 0.1m, la parte inferior de la tubería de salida es de 0,15 m del fondo, el

espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa será de 0,30 m. El diseño en 3D modelado en AutoCAD, quedara como se muestra en la ilustración 3.

6.1.1.5. *Diseño de filtro lento*

Se dispone a realizar el diseño del filtro lento constituido por arena, carbón activado y grava, este es un proceso donde se separa las impurezas y microorganismos del afluente. Basado en los valores obtenidos anteriormente y en la OPS/CEPIS se obtuvieron los siguientes datos de diseño.

Tabla 9 Datos de diseño de filtro lento

PARAMETROS	VALORES	FUENTE
Caudal máximo horario (QD)	0,728 l/s = 2.6208 m3/h	
Velocidad de filtración (VF)	0,16 m/h (0.1-0.2) m/h	(OPS/CEPIS, 2005)
Coefficiente (C1)	1.00	
Numero de unidades (N)	1	(OPS/CEPIS, 2005)
Tasa de filtración	4 m3/m2*día	
Relación mínimo costo (K)	1	

Fuente: Autora, 2019

Se aprecian en la tabla 10, los parámetros de diseño como velocidad de filtración y numero de unidades según la (OPS/CEPIS, 2005) con sus correspondientes valores.

6.1.1.5.1. Dimensiones

$$As = \frac{QD * C_1}{N * V_f}$$

Donde:

As= Área de la filtración (m²).

QD= Caudal de diseño (m³/h).

N= Numero de unidades.

V_f= Velocidad de filtración (m/h).

$$As = \frac{2.6208 \frac{m^3}{h} * 1}{1 * 0,16 \frac{m}{h}} = 16m^2$$

Largo (B)

$$B = \sqrt{As * k} \rightarrow B = \sqrt{16 m^2 * 1} = 4 m$$

Ancho (A)

$$A = \sqrt{As/k} \rightarrow A = \sqrt{16 m^2/1} = 4 m$$

6.1.1.5.2. Granulometria del lecho filtrante

El medio filtrante está compuesto por arena, grava de varios diámetros y carbón activado, estos deben estar libres de arcilla y materia orgánica antes de ser utilizados el en filtro.

Tabla 10 Granulometria del lecho filtrante

MATERIAL	DIÁMETRO EFECTIVO	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	CAPA (CM) (NORMA OS.020)
Arena (0.2-0.3) mm	0.2 mm	2	80 cm
Carbon activado (2-5) mm	2 mm	3	20 cm
Grava (3-9.5) mm	7 mm	3	5 cm
Grava (9.6-19) mm	12 mm	3	5 cm
Grava (20-50) mm	19 mm	3	15 cm

Fuente: (Norma OS.020)

En la tabla 11, se muestran los diámetros efectivos, coeficiente de uniformidad y capa según la norma OS.020 de los diferentes materiales que se usaran en el lecho filtrante.

6.1.1.5.3. Sistema de drenaje

El sistema de drenaje se diseñara con el fin de favorecer la salida del agua residual tratada con velocidad limite de 0.3 m/s, en cualquier punto.

Tabla 11 Criterios de diseño del sistema de drenaje

DESCRIPCION	ABREVIATURA	VALOR
Altura de lecho filtrante	ALF	1.25 m
Altura de agua cruda	AAC	0.8 m
Borde libre	BL	0.2 m
Altura total del filtro	ATF	2.25 m
Espaciamiento de tubos laterales	El	0.6 m
Separacion con la pared	Ep	0.05 m
Longitud de tubo colector	LI	4 m
Numero de laterales por lado	N	1
Largo de filtro	L	4 m
Separacion entre orificios	e2	0,15 m
Diametro de un orificio	Ø	15mm

Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

En la tabla 12, muestra los criterios que se deben tener en cuenta para el diseño del sistema de drenaje.

Número de tubos laterales

$$N^{\circ} \text{ lat} = n * \frac{L}{el}$$

$$N^{\circ} \text{ lat} = 1 * \frac{4 \text{ m}}{0.6 \text{ m}} = 7$$

Longitud de tubería lateral

$$4 - (0,005 - 0,005) = 3,9 \text{ m}$$

N° de orificios en un lateral

$$\frac{N^{\circ} \text{ orificio}}{\text{lateral}} = \frac{\text{long tuberia lateral}}{e2}$$

$$\frac{N^{\circ} \text{ orificio}}{\text{lateral}} = \frac{3,9 \text{ m}}{0,14 \text{ m}} - 1 = 26$$

N° total orificios en tuberías laterales

$$N^{\circ}total\ orif\ laterales = N^{\circ}lat * \frac{N^{\circ}\ orificio}{lateral}$$

$$N^{\circ}total\ orif\ laterales = 7 * 26 = 182$$

N° de orificios tubo colector

$$N^{\circ}\ orific\ colector = \frac{ll}{e2}$$

$$N^{\circ}\ orific\ colector = \frac{4\ m}{0,15\ m} - 1 = 27$$

N° total de orificios

$$N^{\circ}total\ orific = N^{\circ}total\ orif\ laterales + N^{\circ}\ orificios\ tubo\ colector$$

$$N^{\circ}total\ orific = 182 + 27 = 209$$

Área de un orificio

$$Ao = \frac{\pi(D)^2}{4}$$

$$Ao = \frac{\pi(0.015m)^2}{4} = 1.7671 \times 10^{-4} m^2$$

Área total de orificios

$$Ato = Ao * N^{\circ}total\ orific$$

$$Ato = 1.7671 \times 10^{-4} m^2 * 209 = 0.037 m^2$$

Caudal que ingresa al orificio

$$Vo < 3 \frac{m}{s}$$

$$V_o = 0,27 \frac{m}{s}$$

$$Q_o = A_o * V_o$$

$$Q_o = 1.7671 \times 10^{-4} m^2 * 0,27 \frac{m}{s} = 4.7712 \times 10^{-5} m^3/s$$

Diámetro de tubo lateral

Se asume 2", diámetro interno 57 mm. Tipo 10

Área del tubo lateral

$$Area\ tubo\ lateral = \frac{\pi(D)^2}{4}$$

$$Area\ tubo\ lateral = \frac{\pi(0,057)^2}{4} = 2.55 \times 10^{-3} m^2$$

Diámetro del tubo colector

Asumimos 2 1/2", diámetro interior de 67,8 mm. Tipo 10

Área del tubo colector

$$Area\ tubo\ colector = \frac{\pi(0,0678)^2}{4} = 3.61 \times 10^{-3} m^2$$

6.1.1.5.4. Calculo de perdidas en el lecho filtrante

Se producen perdidas de carga en la tubería y lecho filtrante. En la siguiente tabla 13, se especifica el coeficiente de esfericidad, factor de forma y porosidad de los agregados según su forma.

Tabla 12 Coeficiente de esfericidad, factor de forma y porosidad

DESCRIPCIÓN	ESFERICIDAD (CE)	FACTOR DE FORMA (S)	POROSIDAD (PO)
Esfericos	0,95	6	0,355
Desgastados	0,96	6,1	0,375
Redondeados	0,82	6,4	0,4
Agudos	0,81	7,4	0,415
Angulares	0,78	7,7	0,430
Triturados	0,7	8,5	0,480

Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

Se realizaron las perdidas en el lecho filtrante y en la tubería, teniendo en cuenta que está conformado por arena, grava, tuberías laterales y un colector principal.

➤ Perdida en la arena

En la siguiente tabla 14, muestran los valores necesarios para calcular la perdida en el lecho filtrante de arena.

Tabla 13 Criterios necesarios para calular perdida en la arena

DATO	ABREVIATURA	VALOR	FUENTE
Coeficiente de kozeny	f	5	(Martín et al., 2011)
Altura del lecho	L	80 cm	
Gravedad	g	980 cm /s ²	
Viscosidad cinematica	γ	0.01003 cm ² /s	
Porosidad	p	0.355	
Coeficiente de esfericidad	Ce	0,950	(OPS/CEPIS, 2005)
Diámetro	D	0,02 cm	
Velocidad de filtración	V	0,004 cm/s	

Fuente: Autora, 2019

$$H_{farena} = f * \frac{L\gamma}{g} * v * \frac{(1 - Po)^2}{Po^3} * \left[\frac{6}{Ce * D} \right]^2$$

$$H_{farena} = 5 * \frac{80 \text{ cm} * 0,01003 \text{ cm}^2/\text{s}}{980 \text{ cm}/\text{s}^2} * 0,004 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * \frac{(1 - 0,355)^2}{0,355^3} * \left[\frac{6}{0,950 * 0,02 \text{ cm}} \right]^2$$

$$H_{farena} = 15.18 \text{ cm}$$

➤ Perdida en la grava (capa inferior)

En la siguiente tabla 15, muestran los valores necesarios para calcular la pérdida en el lecho filtrante de grava ubicada en la parte inferior.

Tabla 14 Criterios necesarios para calcular pérdida en la grava inferior

DATO	ABREVIATURA	VALOR	FUENTE
Coefficiente de kozeny	<i>f</i>	5	(Martín et al., 2011)
Altura del lecho	<i>L</i>	15 cm	
Gravedad	<i>g</i>	980 cm /s ²	
Viscosidad cinemática	<i>γ</i>	0.01003 cm ² /s	
Porosidad	<i>p</i>	0.43	
Coefficiente de esfericidad	<i>Ce</i>	0.78	(OPS/CEPIS, 2005)
Diámetro	<i>D</i>	1.9 cm	
Velocidad de filtración	<i>V</i>	0,004 cm/s	

Fuente: Autora, 2019

$$H_{fginf} = f * \frac{L\gamma}{g} * v * \frac{(1 - Po)^2}{Po^3} * \left[\frac{6}{Ce * D} \right]^2$$

$$H_{fginf} = 5 * \frac{15 \text{ cm} * 0,01003 \text{ cm}^2/\text{s}}{980 \text{ cm}/\text{s}^2} * 0,004 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * \frac{(1 - 0,43)^2}{0,43^3} * \left[\frac{6}{0,78 * 1,9 \text{ cm}} \right]^2$$

$$H_{fginf} = 0.00020 \text{ cm}$$

➤ Pérdida en la grava intermedia

En la siguiente tabla 16, muestran los valores necesarios para calcular la pérdida en el lecho filtrante de grava ubicada en la parte intermedia.

Tabla 15 Criterios necesarios para calcular pérdida en la grava intermedia

DATO	ABREVIATURA	VALOR	FUENTE
Coefficiente de kozeny	<i>f</i>	5	(Martín et al., 2011)
Altura del lecho	<i>L</i>	5 cm	
Gravedad	<i>g</i>	980 cm /s ²	
Viscosidad cinemática	<i>γ</i>	0.01003 cm ² /s	
Porosidad	<i>p</i>	0.43	
Coefficiente de esfericidad	<i>Ce</i>	0.78	(OPS/CEPIS, 2005)
Diámetro	<i>D</i>	1.2 cm	
Velocidad de filtración	<i>V</i>	0,004 cm/s	

Fuente: Autora, 2019

$$Hf_{gint} = f * \frac{L\gamma}{g} * v * \frac{(1 - Po)^2}{Po^3} * \left[\frac{6}{Ce * D} \right]^2$$

$$Hf_{gint} = 5 * \frac{5 \text{ cm} * 0,01003 \text{ cm}^2/\text{s}}{980 \text{ cm}/\text{s}^2} * 0,004 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * \frac{(1 - 0,43)^2}{0,43^3} * \left[\frac{6}{0,78 * 1,2 \text{ cm}} \right]^2$$

$$Hf_{gint} = 0.00017 \text{ cm}$$

➤ Pérdida en la grava superior

En la siguiente tabla 17, muestran los valores necesarios para calcular la pérdida en el lecho filtrante de grava ubicada en la parte superior.

Tabla 16 Criterios necesarios para calcular pérdida en la grava superior

DATO	ABREVIATURA	VALOR	FUENTE
Coeficiente de kozeny	f	5	(Martín et al., 2011)
Altura del lecho	L	5 cm	
Gravedad	g	980 cm /s ²	
Viscosidad cinemática	γ	0.01003 cm ² /s	
Porosidad	p	0.43	
Coeficiente de esfericidad	Ce	0.78	(OPS/CEPIS, 2005)
Diámetro	D	0.7 cm	
Velocidad de filtración	V	0,004 cm/s	

Fuente: Autora, 2019

$$Hf_{g\sup} = f * \frac{L\gamma}{g} * v * \frac{(1 - Po)^2}{Po^3} * \left[\frac{6}{Ce * D} \right]^2$$

$$Hf_{g\sup} = 5 * \frac{5 \text{ cm} * 0,01003 \text{ cm}^2/\text{s}}{980 \text{ cm}/\text{s}^2} * 0,004 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * \frac{(1 - 0,43)^2}{0,43^3} * \left[\frac{6}{0,78 * 0,7 \text{ cm}} \right]^2$$

$$Hf_{g\sup} = 0.0005 \text{ cm}$$

➤ Pérdidas en orificios

En la siguiente tabla 18, muestran los valores necesarios para calcular la pérdida que se presenta en los orificios de las tuberías del sistema drenaje.

Tabla 17 Criterios necesarios para calular perdida en los orificios

DATO	ABREVIATURA	VALOR
Caudal de cada orificio	Q_o	$4.7712 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$
Coefficiente de desacarga para cada orificio pared delgada	C_d	0,6
Área de cada orificio	A_o	$1.7671 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Área total de orificios	A_{ot}	0.037 m^2
Gravedad	g	9.81 m/s ²
Caudal a filtrarse o drenar	Q_f	0.0013 m ³ /s
N° total de orificios		131

Fuente: Autora, 2019

$$H_{forif} = \frac{Q_o^2}{C_d^2 * A_o^2 * 2 * g}$$

$$H_{forif} = \frac{(4.7712 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}})^2}{(0.6)^2 * (1.7671 \times 10^{-4} \text{ m}^2)^2 * 2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{forif} = 0.01 \text{ m}$$

$$H_{forif} = 1 \text{ cm}$$

$$H_{farena} = 15.18 \text{ cm}$$

$$H_{fginf} = 0.00020 \text{ cm}$$

$$H_{fgint} = 0.00017 \text{ cm}$$

$$H_{fgsup} = 0.0005 \text{ cm}$$

$$H_{forif} = 1 \text{ cm}$$

$$H_{flecho} = H_{farena} + H_{fgrava} + H_{forificio}$$

$$H_{flecho} = 15.18 \text{ cm} + 0.0002 \text{ cm} + 0.00017 \text{ cm} + 0.0005 \text{ cm} + 1 \text{ cm}$$

$$H_{flecho} = 16.18 \text{ cm}$$

6.1.1.5.5. Tiempo de retención

Teniendo en cuenta que el lecho filtrante tiene cinco lechos filtrantes expuestos anteriormente (arena, diferentes diámetros de grava y carbón activado), se realizaron cálculos del tiempo de retención en días (TRH) para cada lecho filtrante teniendo en cuenta su porosidad.

Caudal de diseño del filtro (QD) 0,728 l/s = 63 m³/día

$$TRH = \frac{Volumen * P}{QD}$$

Tabla 18 Parametro para el calculo de retención de los agregados

PARÁMETRO	ARENA	GV INF	GV INT	GV SUP	CARBON ACTIVADO
Largo (m)	4	4	4	4	4
Ancho (m)	4	4	4	4	4
Profundidad (m)	0.8	0.15	0.05	0.05	0.2
Porosidad (P%)	0.355	0.43	0.43	0.43	0.48

Fuente: Autora, 2019

En la tabla 19, se muestra los parámetros como largo, ancho, profundidad y porosidad de cada uno de los agregados para calcular el tiempo de retención en el lecho filtrante.

- Tiempo de retención hidráulica para la arena

$$TRH_{arena} = \frac{12.8m^3 * 0,355}{63 \frac{m^3}{día}} = 0.072 \text{ Dia}$$

- Tiempo de retención hidráulica para la grava inferior

$$TRH_{ginf} = \frac{2.4m^3 * 0,43}{63 \frac{m^3}{día}} = 0.016 \text{ Dia}$$

- Tiempo de retención hidráulica para la grava intermedia

$$TRHginter = \frac{0.8m^3 * 0,43}{63 \frac{m^3}{dia}} = 0.005 Dia$$

- Tiempo de retención hidráulica para la grava superior

$$TRHgsupe = \frac{0.8m^3 * 0,43}{63 \frac{m^3}{dia}} = 0.005 Dia$$

- Tiempo de retención hidráulica para el carbon activado

$$TRHcactiv = \frac{3.2 m^3 * 0,48}{63 \frac{m^3}{dia}} = 0.024 Dia$$

- Tiempo de retención total en el lecho filtrante

$$TRH total = TRHare + TRHginf + TRHginter + TRHgsuper + TRHcactiv$$

$$TRH total = 0.072 Dia + 0.016 Dia + 0.005 Dia + 0.005 Dia + 0.024 Dia$$

$$TRH total = 0.122 Dia \cong 3 h$$

El tiempo de retención total en el lecho filtrante representa 3 horas de funcionamiento, con respecto al caudal de diseño obtenido.

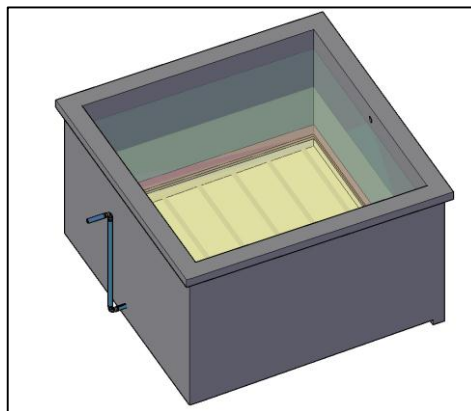


Ilustración 4 Estructura del filtro lento en 3D

Fuente: Autora, 2019

6.1.1.6. *Diseño de tanque de almacenamiento subterráneo*

Para el almacenamiento de agua tratada proveniente del filtro se diseñara un tanque subterráneo con las siguientes especificaciones:

Diametro (D): 3m, radio (r): 1.5m y profundidad (H): 2 m.

Area

$$A = \pi(1.5 \text{ m})^2 = 7.06 \text{ m}^2$$

Volumen

$$V = \pi(1.5\text{m})^2 * 2\text{m} = 14.13 \text{ m}^3$$

El tiempo que se tarda en llenar el tanque:

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{14.13 \text{ m}^3}{2.6208 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$t = 5.39 \text{ h}$$

El tiempo de llenado del tanque de almacenamiento de agua residual tratada es de 5 horas y media.

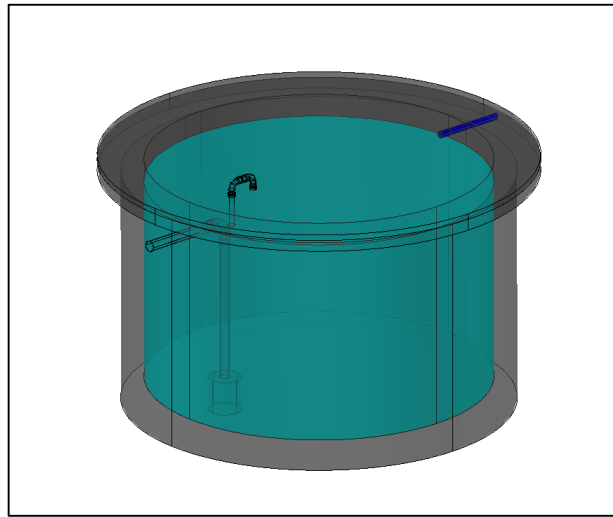


Ilustración 5 Estructura del tanque de almacenamiento en 3D

Fuente: Autora, 2019

El diseño del tanque de almacenamiento subterráneo se representa en la ilustración 5 modelado en 3D, como se logra apreciar es de forma circular. Su función es almacenar el agua residual tratada para luego ser captada por medio de una bomba sumergible solar hasta dos tanques elevados.

6.1.1.7. Sistema de bombeo sumergible solar

Vistos los problemas de la falta de energía eléctrica en la institución, se tomó como alternativa ambiental el sistema de bombeo fotovoltaico. Se identificó una serie de requisitos de diseño para el éxito en la adaptación de esta tecnología amigable con el ambiente como bajo costo de mantenimiento anual, facilidad de operación e instalación sencilla, sistema cuanto más robusto mejor para garantizar mayor sostenibilidad en el tiempo, componentes y materiales de fabricación local o de fácil acceso en el país y protección frente a meteorología adversa. Se propuso una bomba sumergible de la marca comercial AMARINE MADE que funciona con energía solar.

Tabla 19 Características de la bomba sumergible solar

DESCRIPCION	VALOR
Marca	Alfa Marine (shanghai) Co., Ltd
Modelo	SPX-12-12
Voltaje	12V, 10.0 A
Flujo abierto	12.0 LPM/3.2GPM
Elevación de la bomba	230 pies (70m)
Máximo sumergible	100 pies (30m)

Fuente: (Amazon, 2019)

Básicamente el funcionamiento del sistema de bombeo solar se muestra en la ilustración 6, se adaptará a un panel solar fotovoltaico que permite la captación de la energía de la radiación solar para la alimentación eléctrica de la bomba sumergible.

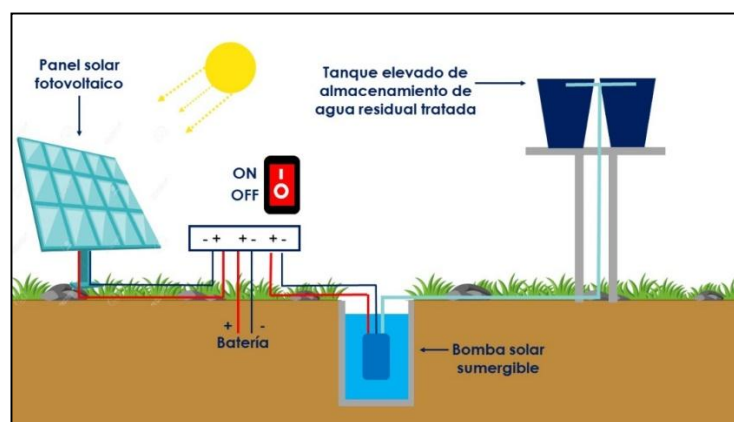


Ilustración 6 Sistema de bombeo solar sumergible

Fuente: Autora, 2019

Para garantizar el funcionamiento del sistema este trae batería 110 Ah, controlador Carga y Descarga para Sistemas Solares y un Inversor de corriente (CD-CA).

Tabla 20 Características del panel solar fotovoltaico

CARACTERITICAS ELECTRICAS EN CONDICIONES ESTÁNDAR	
Potencia máxima (Pmax)	150 W
Capacidad máxima de voltaje (Vmp)	18.37 V
Capacidad máxima de corriente	8.17 A
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tipo de celda	Policristalino (156x156)mm

Numero de celdas	36
Dimensiones	1480x670x30 mm
Peso	11.0 kg
Vidrio	3.2 mm vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio
Caja de control	IP65 O IP67
Cable	0.9 mm
Conector	Mc4 compatible

Fuente: (ERDM-SOLAR, 2017)

El panel solar es un módulo fotovoltaico policristalino 150 watts, para sistemas a 12 volts, celdas de alta calidad encapsuladas en EVA transparente y vidrio templado de 3.2 mm. La parte posterior del módulo está protegida con una hoja de TEDLAR resistente a los rayos UV. Los laminados están montados en un marco de aluminio anodizado, asegurando una máxima protección.

6.1.1.8. *Diseño de tanque levado de almacenamiento de agua residual tratada*

La bomba solar sumergible impulsara el agua residual tratada hacia dos tanques de almacenamiento de forma cónica, color negro y 2000L de capacidad, de la marca comercial Eternit. los tanques llenos de agua tendrán un peso aproximado de 4 toneladas.

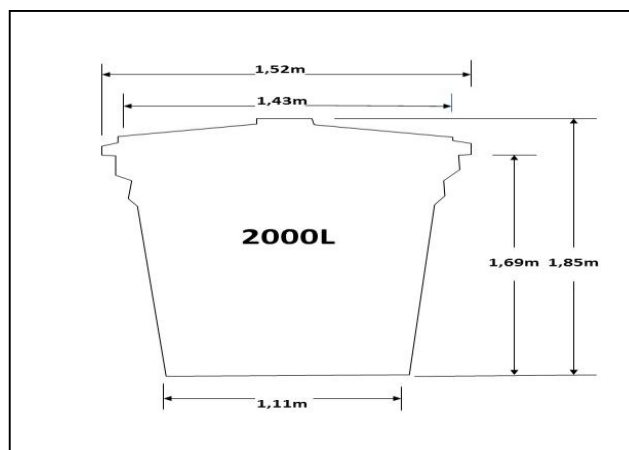


Ilustración 7 Dimensiones de tanque de almacenamiento de 2000L

Fuente: (Eternit, 2016)

El esquema de instalación hidráulica del tanque se muestra en la siguiente ilustración 8, se recomienda que la superficie dispuesta como soporte debe ser totalmente horizontal y tener un área mayor al del fondo del tanque.

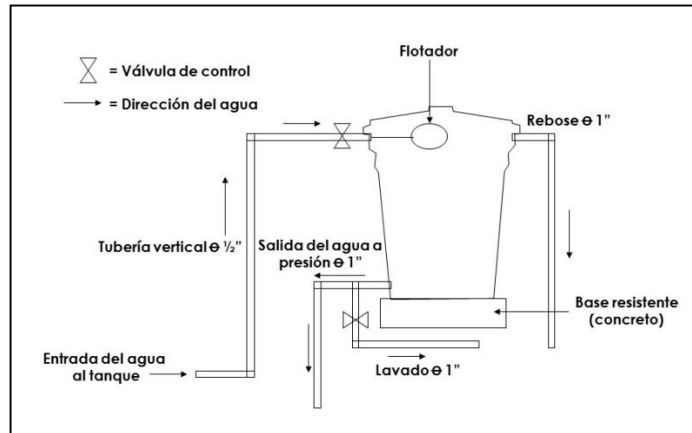


Ilustración 8 Instalacion hidráulica del tanque de 2000L

Fuente: (Eternit, 2016)

Los dos tanques estarán sobre una loza en concreto de (3.20x1.20x0,15)m, tiene un volumen de 0.576m³.

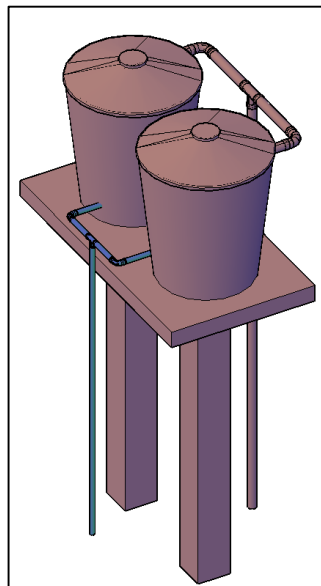


Ilustración 9 Estructura del tanque elevado en 3D

Fuente: Autora, 2019

*Toneladas de loza = Volumen * densidad de hormigon armado*

$$Toneladas\ de\ loza = 0.576\ m^3 * 2.4\ \frac{t}{m^3}$$

$$Toneladas\ de\ loza = 1.38\ t$$

Lo que quiere decir, los tanques y la loza juntos pesan 5.38 toneladas aproximadamente como se muestra en la lustración 9. Cada columna deberá cargar con 2.69 toneladas. Las dimensiones de las columnas serán de (4.0x0.5x0.5) m, por encima del suelo cada una tendrá ocho varillas de ½" de diámetro ancladas a una zapata tipo combinada doble parrilla con unas dimensiones de (1.60x1.20x0.3) m, 1m enterrado en el suelo con varillas de diámetro de ½" y estribas cada 0.20m.

6.1.2. Diseño de huerta integral

Para el diseño de la huerta se tomará en cuenta el terreno disponible y las especies cultivables tradicionalmente, incluyendo varias hortalizas necesarias para la nutrición del ser humano. Las dimensiones serán de (22x10) m, el método de cultivo para la huerta será de camellones porque es practico, atrapa el exceso de agua, protege el cultivo en condiciones climáticas adversas como lo es en esta región y se puede disponer de manera ordenada de las plantaciones por tener acceso por lado y lado. Constará de 11 camellones, cada uno de ellos tendrá unas dimensiones de (1.2x10x0.25) m con una separación de 0.8m entre ellos facilitando el paso del agricultor y estudiantes como se muestra en la ilustración 10. La cubierta será de poli sombra a una altura de 2.60m para proporcionar sombra y los rayos solares no penetren directamente, tendrá una cerca o barrera natural de Yotojoro para la protección de brisas fuertes.

Las plantas a sembrar corresponden a tomate, pimientos, ají cacho de cabra, ahuyama, patilla, melón, berenjena y frijol guajiro las cuales contribuirán a la seguridad alimentaria de la institución.

6.1.2.1. Sistema de riego.

El sistema de riego está constituido por una línea de conducción y red de distribución del agua residual tratada a gravedad. El tipo de riego que se escogió fue por goteo porque no necesita consumo energético (por bombeo), el trabajo de operación es mínimo, su eficiencia es elevada de 90% y utiliza un 20% menos de caudal para regar una superficie dada que el riego por aspersión, y hasta por el 50% menos que el de riego por superficie.

6.1.2.1.1. Calculo de las necesidades hídricas de riego

La evapotranspiración de cultivo (ET_c), es la perdida de transpiración del vegetal y evaporación del suelo, su valor debe ser igual a la cantidad de agua a aportar para compensar las pérdidas. La evaporación de referencia en la región caribe es de 140mm.

$$ET_c = ET_o * Kc$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm)

K_c= Coeficiente de cultivo (adimensional)

Cuadro 2 Valores de evapotraspiracion de cultivo ETc

CULTIVOS	VALOR DE KC	ETC (mm/mes)
Tomate	1,15	161
Pimiento	1,05	147
Ahuyama	1	140
Patilla	1	140
Melon	1,05	147
Frijol	1,15	161

Fuente: Autora, 2019

Se calculo el ET_c de cada cultivo con el ET_o de referencia dado anteriormente, el tomate y frijol son los que presentan una mayor evapotranspiración de cultivo como se especifica en el cuadro 2.

6.1.2.1.2. Calculo de necesidades de riego

$$N_n = ET_c - Pe$$

Donde:

N_n = Necesidades netas diarias

Pe = Precipitación efectiva mensual (mm/mes)

$$Pe = \frac{P_{promedio\ mensual} * efectividad\ \%}{100}$$

En este caso las necesidades básicas de riego (N_n), será igual a la evapotranspiración de cultivo ET_c .

6.1.2.1.3. Necesidades brutas de riego

Para el calculo de las necesidades brutas (N_b), se considera la eficiencia del tipo de riego, el sistema de riego por goteo tiene una E_a del 90%.

$$N_b = \frac{N_n}{E_a} * 100$$

Cuadro 3 Valores de necesidades brutas (N_b)

CULTIVOS	N_n (mm)	N_b (mm)	N_b (mm/día)
Tomate	161	178.88	5.96
Pimiento	147	163.33	4.9
Ahuyama	140	155.55	4.67
Patilla	140	155.55	4.67
Melon	147	163.33	4.9
Frijol	161	178.88	5.96

Fuente: Autora, 2019

Los cultivos de tomate y frijol, tienen mayor necesidades brutas por día implementando el sistema de riego por goteo como se muestra en el cuadro 3.

6.1.2.1.4. Marco de plantación

Las plantas para tener un buen crecimiento dentro de la huerta deben tener distancias entre hileras y entre plantas, se le llama marco de plantación. Los valores dependen del tipo de planta a cultivar, la patilla requiere más espacio porque es tipo rastrera por el contrario plantas como el ajo necesitan menos espacio por lo tanto tienen una mayor densidad de plantación.

Tabla 21 Marco de plantación de cultivo en la huerta

CULTIVOS	MARCO DE PLANTACIÓN		Nb*MP (L/día)
	Planta (m)	Línea (m)	
Tomate	0.40	0.70	1.66
Pimiento	0.40	0.70	1.32
Ahuyama	0.80	0.80	3
Patilla	0.80	0.80	3
Melon	0.80	0.80	1.32
Frijol	0.40	0.70	1.66

Fuente: (FAO, 2011)

La frecuencia de riego con este tipo de sistema de riego debe ser diario en tiempo de verano dos veces al día, se recomienda el primer riego en las horas de la mañana y en la tarde cuando el sol baje para disminuir perdidas por evapotranspiración. El caudal de los goteros equivale a 2L/hora*gotero a 20cm de distancia cada gotero, aproximadamente se empleará 4 goteros por planta.

6.1.2.1.5. Tiempo de riego al día

Cada gotero aporta 8L/hora.

$$T = \frac{Nb * MP}{\text{Caudal de gotero por planta}}$$

El tiempo de riego de cada cultivo dependerá de las necesidades brutas, marco de plantación y el caudal del gotero, el siguiente cuadro se observa que los cultivos

de ahuyama y patilla son los que más necesitan tiempo por ser plantas rastreras y necesitar un área más grande para su buen crecimiento en la huerta.

Cuadro 4 Tiempo de riego en horas de cada cultivo en la huerta

CULTIVOS	TIEMPO DE RIEGO
	(H)
Tomate	0.27
Pimiento	0.16
Ahuyama	0.37
Patilla	0.37
Melon	0.16
Frijol	0.20

Fuente: Autora, 2019

Cálculo de caudal se calcula el caudal necesario para el riego de la superficie total de la huerta que consta de 132m², multiplicando las necesidades de la planta por número de planta.

Cuadro 5 Caudal necesario para el riego de los cultivos diariamente

CULTIVOS	NUMERO DE PLANTAS	CAUDAL NECESARIO
	ÁREA/MP	L/DIA
Tomate	84	139.44
Pimiento	84	110.88
Ahuyama	36	108
Patilla	17	51
Melon	36	47.52
Frijol	84	139.44
Total	341	596.28

Fuente: Autora, 2019

Se puede apreciar en el cuadro 5, los caudales necesarios de los cultivos de frijol y tomate son los mas altos.

6.1.2.1.6. Diseño hidráulico

Luego de realizar los cálculos de caudal y necesidades hídricas del cultivo en el periodo más desfavorable del año. Se realizará el diseño de las redes de distribución del sistema de riego por goteo a gravedad.

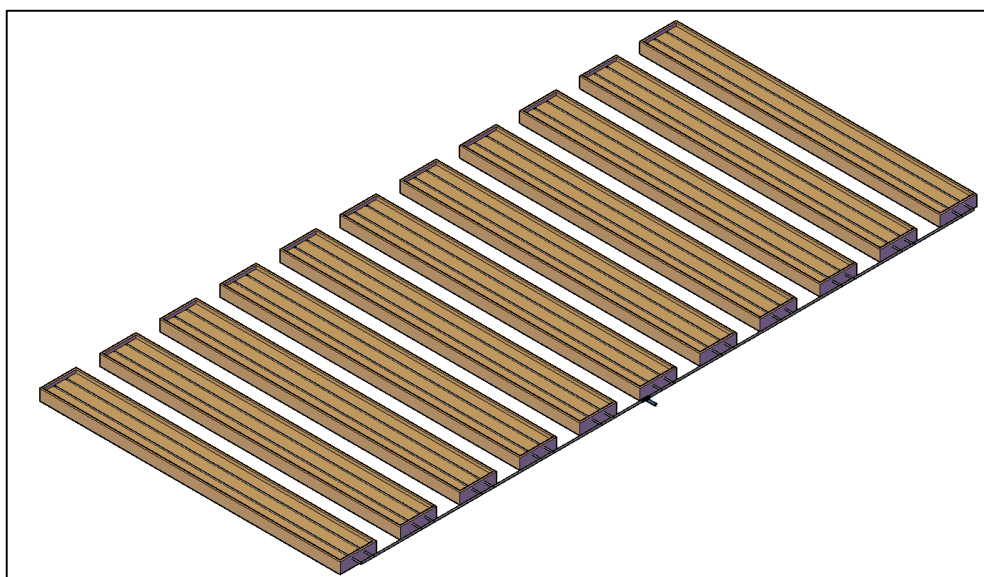


Ilustración 10 Sistema de riego por goteo en los camellones en 3D

Fuente: Autora, 2019

En la ilustración 10, se muestra los camellones con el sistema de riego por goteo modelado en 3D.

➤ **Tubería primaria**

Esta es la que se encarga de conducir el agua desde los tanques levados hasta el cabezal de cada sector de riego en la huerta. Se recomienda tubería de PVC, enterradas para protegerlas de la luz solar.

➤ **Tubería secundaria**

Son las que conducen el agua que circula de la tubería primaria a cada unidad de riego, el material será de PE.

➤ **Tubería terciaria**

Son las que están dispuestas en la superficie, son cintas con goteros a 20cm de separación entre ellos.

6.1.2.2. *Unidad de compostaje*

Como complemento a la huerta se propone el diseño de un área de compostaje para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en la institución como cascaras de papa, naranja, plátano, guineo, patilla y otros, combinado con materia orgánica como estiércol de vaca y chivos, que pueden ser obtenidos de las rancherías aledañas.

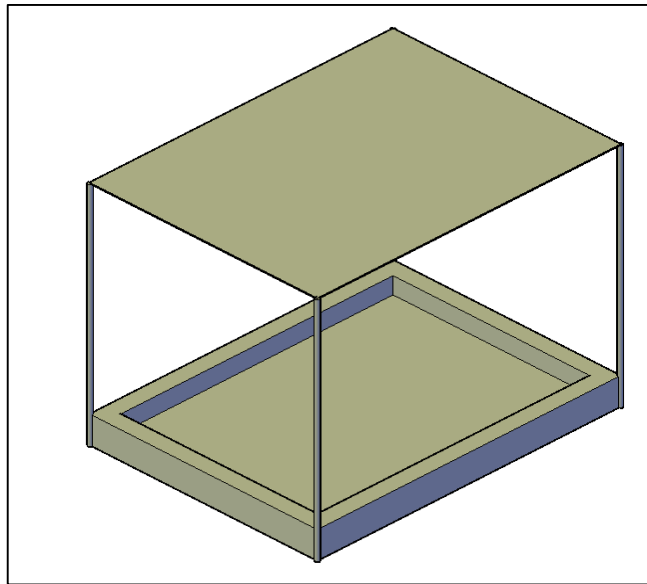


Ilustración 11 Unidad de Compostaje en 3D

Fuente: Autora, 2019

Las dimensiones del área de compostaje son de (3x4) m, la estructura consta de una placa de cemento de 0,7m de espesor impermeabilizada y un levantamiento de bloque de 0.25m desde el nivel suelo y tendrá una cubierta de polisombra, como se aprecia en la ilustración 11.

6.1.2.3. *Semillero*

Es un espacio que se utiliza para garantizar la germinación de las semillas y favorecer la producción y crecimiento de las plántulas. Este proceso se puede realizar de dos formas, raíz cubierta y descubierto. En este caso se seleccionó el

semillero a raíz cubierta, el cual se realiza en contenedores que pueden ser de alveolos, cajas o cualquier elemento que permita almacenar sustrato y sembrar semillas de forma individual. Sobre una base de madera a una altura de 1m, se colocarán seis bandejas germinadoras (alveolos), con un total de 3,30m de largo.



Fotografía 8 Semillero en bandejas

Fuente: Unal, 2019

Las características de la bandeja germinadora comercial se indican en la siguiente tabla 23. El material es poliestireno, de alta durabilidad y resistencia. Es importante que el semillero este cubierto y protegido de brisas fuertes y rayos solares directos.

Tabla 22 Características de la bandeja germinadora

PARÁMETROS	VALOR
Nº de cavidades	128
Dimensiones de la bandeja	55x29 cm
Altura de la bandeja	5cm
Dimensiones de la cavidad	3x3cm ²
Material	Poliestireno

Fuente: Autora, 2019

Para las bandejas se utilizara una mezcla de turba y fibra de coco, tendrá como protección polisombra.

6.1.2.4. *Galpón de gallinas ponedoras*

En el galpón propuesto tiene un área total de 60 m² (10x6) m, con capacidad para 300 gallinas ponedoras de la línea Lohmann Broum, la producción es semi intensiva (5 aves/m²). Las gallinas se instalarán en el galpón teniendo 16 semanas de vida, porque al adquirirlas en dicha semana el inicio se postura iniciara a más tardar dos semanas después, por ende, tener la producción de huevos más próxima.

Tabla 23 Cantidad de comederos, bebederos y nidos necesarios en el galpón

ELEMENTOS	PARÁMETROS DE CRIANZA	CANTIDAD NECESARIA
Comederos	Un comedero por cada 20 aves	15 comederos
Bebederos	Un bebedero por cada 15 aves	20 bebederos
Nidos	Un nido por cada 5 aves	5 casetas de 12 nidos cada uno

Fuente: Autora, 2019

En la fotografía 9, se aprecia la recepción de las galinas ponedoras en el galpón, se debe garantizar que los equipos como bebederos, comederos y nidos esten en buen funcionamiento y tener buena aireación para garantizar confort térmico.



Fotografía 9 Galpon de gallinas

Fuente: UNAL, 2018

La parte de alimentación estará basada principalmente en alimento concentrado, las gallinas tendrán una vida productiva en la unidad de 62 semanas (semana 80 de vida), dado su potencial genético y productivo. Teniendo así una oferta de huevos por alrededor de 15 meses en la Institución.

6.1.3. Diseño de sistema de captación de agua lluvia

6.1.3.1. Localización del sitio para el SCALL

El primer paso para realizar el diseño del sistema de captación de aguas lluvias es la delimitación del área de influencia. Las características propias de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela, La Guajira, como su infraestructura hace que sea el lugar ideal para el desarrollo de estos sistemas generando impactos positivos sobre la población como acceso a agua para consumo humano y ampliar los conocimientos de los estudiantes en uso eficiente del agua.

6.1.3.2. Datos de la precipitación

Se tomaron los datos de la estación de Carrizal, localizada geográficamente en las coordenadas: Latitud norte 12 y Longitud oeste -72,11, la cual indica que el valor precipitación promedio mensual de con 15 años de registro comprendidos desde el año 1999 al 2013.

$$P_{Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Donde:

n = Numero de años evaluados

P_i = Valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm)

P_{Pi} = Precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados.
(mm/mes)

Cuadro 6 Promedio de precipitación mensual

MES	PROMEDIO	MES	PROMEDIO
Enero	8,26	Julio	15,67
Febrero	9,53	Agosto	61,33
Marzo	0	Septiembre	141,46
Abril	24,26	Octubre	276,12
Mayo	62	Noviembre	125,26
Junio	53	Diciembre	77,26

Fuente: IDEAM, 2019

En el cuadro 6, se muestra el promedio de precipitación mensual en la zona de estudio, siendo el mes de octubre el mes donde mas se presenta precipitación y en el mes de marzo es nula.

6.1.3.3. Determinación de la demanda de agua mensual

La institución Cabo de la Vela tiene una población educativa de 600 personas, entre estudiantes, docentes y área administrativa. La formula matemática para calcular la demanda de agua según la guía de captación de aguas lluvia de la OPS/CEPIS:

$$D_i = \frac{Nu * Dot * Nd}{1000}$$

Donde:

D_j = Demanda de agua en el mes (m^3)

Nu = Numero de beneficiarios del sistema

Dot = Dotacion (L/persona*día)

Nd = Numero de días al mes

$$D_j = \frac{600 \text{ personas} * 100 \text{ l/persona} * \text{día} * 30 \text{ días}}{1000}$$

$$D_j = 1800 \frac{m^3}{mes}$$

6.1.3.4. Oferta de agua mensual

Esta corresponde a la cantidad de agua captada en la superficie del techo de la institución Cabo de la Vela. Su infraestructura se basa en varias aulas donde se dictan clases, área de cocina, comedor y una infraestructura para la captación de aguas lluvias que consiste en dos salones de dormitorio de 560 m² cada uno.

$$Ai = \frac{PPi * Ce * AC}{1000}$$

Donde:

Ai = Oferta de agua mensual (m³/mes)

PPi = Precipitación promedio mensual (mm/mes)

Ce = Coeficiente de escorrentía

AC = Área de captación m²

Se presentan los diferentes valores de coeficiente de escorrentía para diversas superficies en la tabla 25.

Tabla 24 Coeficiente de escorrentía

PARAMETROS	VALOR
CUBIERTAS SUPERFICIALES	
Concreto	0.6-0.8
Pavimento	0.5-0.8
Geomembrana de PVC	0.85-0.90
AZOTEA	
Azulejos y tejas	0.8-0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7-0.9
Organicos (hojas con barro)	< 0.2
CAPTACIÓN EN TIERRA	
Suelos con pendientes menores a 10%	0.0-0.3
Superficies naturales rocosas	0.2-0.5

Fuente: (FAO, 1997)

Para el cálculo de la oferta mensual de agua se tomó el valor de 0.8, por que el tipo de captación que se realiza de cubierta superficial tipo hojas de metal acanalada.

6.1.3.5. Oferta de agua mensual teniendo en cuenta perdidas

$$A'i = Ai - (Ai * 0,2)$$

Donde:

$A'i$ = Oferta de agua mensual teniendo en cuenta las pérdidas (m³/mes)

Ai = Oferta de agua mensual (m³/mes)

6.1.3.6. Demanda acomulada en el mes

$$Dai = Da_{(i-1)} + Di$$

6.1.3.7. Oferta acomulada en el mes

$$Aai = Aa_{(i-1)} + A'i$$

En la tabla 3, se presentan los resultados de los cálculos realizados para obtener el volumen de tanque del almacenamiento optimo, teniendo en cuenta el promedio mensual de precipitación, el área de captación de aguas lluvia y la población.

Cuadro 7 Resultado de los volúmenes de almacenamiento a partir de la oferta y demanda para SCALL

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL	DOTACIÓN DE AGUA MENSUAL	OFERTA DE AGUA MENSUAL	OFERTA MENSUAL CON PERDIDAS	OFERTA ACUMULADA	DOTACIÓN ACUMULADA	VOLUMEN ALMAC.
	Ppi	Di	Ai	A'i	Aai	Dai	Vi
	mm/mes	m3/mes	m3/m	m3/mes	m3	m3	m3
Enero	8,27	1800	7,47	5,92	4,74	1800	-1794,07
Febrero	9,53	1800	8,57	6,83	11,57	3600	-1793,16
Marzo	0	1800	0	0	11,57	5400	-1800
Abril	24,27	1800	21,73	17,394	28,98	7200	-1782,60
Mayo	62	1800	55,52	44,44	73,49	9000	-1755,55
Junio	53	1800	47,48	37,99	111,40	10800	-1762,00
Julio	15,67	1800	14,07	11,24	122,64	12600	-1788,76
Agosto	61,33	1800	54,97	43,96	166,59	14400	-1756,03
Septiembre	141,46	1800	126,75	101,43	268,00	16200	-1698,59
Octubre	276,12	1800	247,43	197,93	465,92	18000	-1602,07
Noviembre	125,27	1800	112,28	89,79	555,71	19800	-1710,20
Diciembre	77,27	1800	69,23	55,38	611,10	21600	-1744,61

Fuente: Autora, 2019

Los volúmenes obtenidos conducen a diferencias negativas en todos los meses del año, esto se debe a que la demanda es mayor que la oferta de agua por lo que no satisface las necesidades de la población. En esta zona del país se presentan pocas precipitaciones durante los meses del año lo que se puede evidenciar en los promedios. Se propone un diseño de recolección de agua lluvia basado en tanque de almacenamiento, canaletas y bajantes comerciales, con diámetros y volúmenes establecidos como se establece en la tabla 26.

Tabla 25 Parametros de diseño de SCALL

PARÁMETROS	UNIDADES
Volumen de tanque de almacenamiento	2 m ³
Interceptor de primeras aguas lluvia	1 m ³
Pendiente de canaleta por cada metro lineal	0,7 cm
Bajadas	Cada 10 m

Fuente: Autora, 2019

El área de captación es de 560 m², que corresponde al techo del dormitorio de las niñas de la institución. En la lustración 12, se muestra la ubicacion y dirección del flujo del agua lluvia captada.

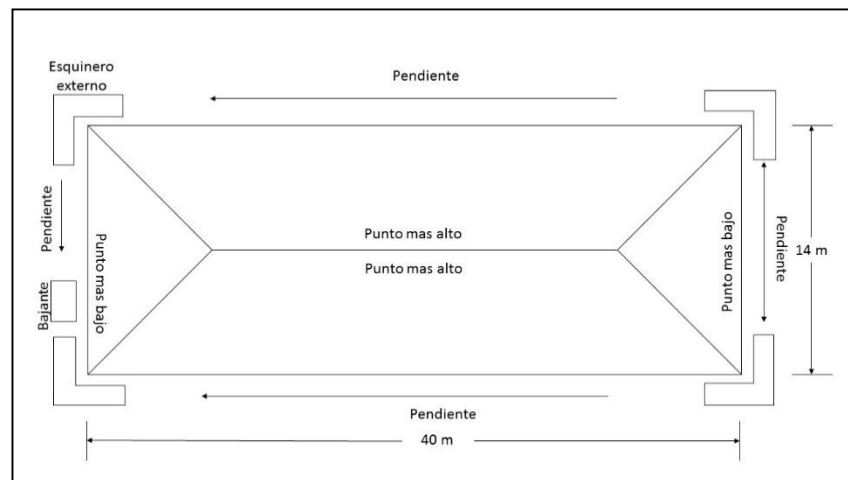


Ilustración 12 Area de captación de aguas lluvias

Fuente: Autora, 2019

El sistema de canaletas y bajantes de techo se muestra en la ilustración 13, es prefabricada y de fácil instalación. Cuenta con diferentes accesorios que permite amoldarse a cualquier superficie o área de captación de techo.

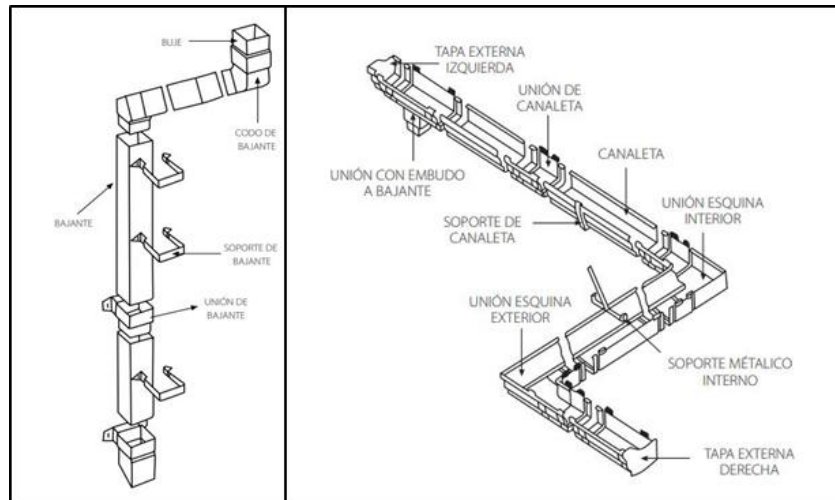


Ilustración 13 Sistema de canaletas y bajantes de techo

Fuente: (Eternit, 2016)

El sistema interceptor de primeras aguas, se encarga de captar las primeras aguas lluvias que provienen del lavado del área de captación, con el fin de evitar la contaminación del tanque de almacenamiento de agua. Su estructura y partes se muestra en la ilustración 14.

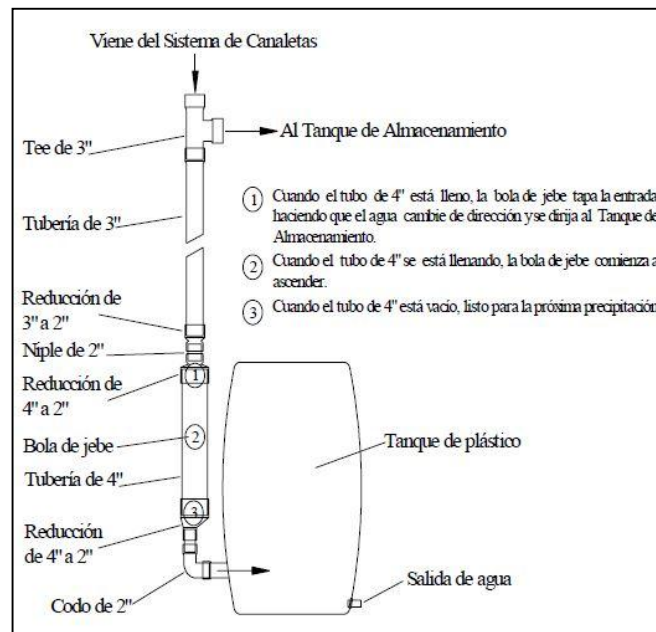


Ilustración 14 Sistema de recolector de primeras aguas lluvia

Fuente: (Eternit, 2016)

6.2. FORMULACION DEL MODELO EDUCATIVO QUE INVOLUCRA EL USO EFICIENTE DEL AGUA PARA COMUNIDADES EDUCATIVAS WAYUU

El modelo educativo propuesto se enfoca en cuatro ejes de aprendizaje; capacitación técnica, laboratorios prácticos, desarrollo de talleres de revisión de conceptos y fomento de habilidades de expresión oral y escrita. Los estudiantes del grado decimo de la institución educativa Cabo de La Vela, pertenecientes a comunidades indígenas Wayuu de la Alta Guajira, fueron el grupo de estudio piloto para comprender el comportamiento académico de la posible implementación a futuro del modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua.

6.2.1. Diseño de encuestas de caracterización y test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua

Se desarrolló una encuesta para la caracterización del uso del agua que le dan los estudiantes de décimo grado en la institución y en su vivienda. Se clasificó y dividió en cuatro secciones (Anexo 14):

- Identificación: En esta parte se puede apreciar el perfil del estudiante, sus datos personales más básicos, como su nombre y apellido, número de identificación, género y otros.
- Vivienda: Se caracteriza la vivienda, si realiza algún trabajo o negocio que genere ingresos económicos, cuánto tiempo tarda en ir de su casa al colegio y que medio de transporte utiliza.
- Saneamiento básico: En este punto se le pregunta de dónde obtiene el agua de consumo, con qué frecuencia lo obtiene y si tiene un costo. Si cuenta con servicio sanitario.
- Institución: Se les pregunta sobre la el uso que le dan al agua dentro de la institución.
- Educación: Por último, se les pregunta si en la institución los orientan sobre el uso eficiente del agua.

Para establecer el nivel educativo de los estudiantes, se aplicó un test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua, teniendo en cuenta que fuese corto y específico en las preguntas. Se realizaron 20 preguntas, 12 de ellas fueron diseñadas con única respuesta donde los estudiantes debían clasificar de 0 a 5, siendo 0 muy poco y 5 muy alto (Anexo 15). La temática tratada en el test corresponde las siguientes áreas:

Ciclo y distribución del agua, tipos de agua, contaminación del agua, tratamientos del agua potable y residual, reúso del agua residual tratada y uso eficiente de agua.

6.2.2. Caracterización sobre el uso del agua en la institución y en sus viviendas

Los resultados de la caracterización sobre el uso de la agua en la institución y en las viviendas de los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la Vela, se muestran a continuación:



Fotografía 10 Aplicación de la encuesta de caracterización a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la Vela

Fuente: UNAL, Cabo de la Vela, 2018

A continuación, se presentarán los resultados más relevantes de la caracterización:

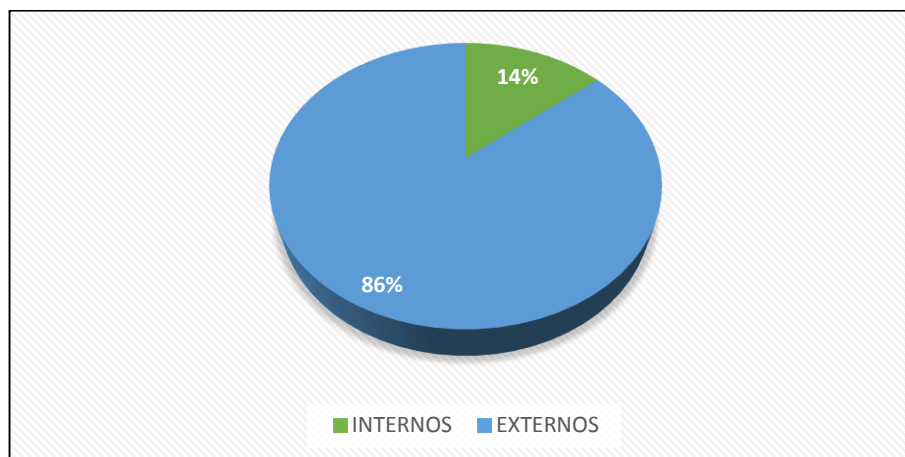


Gráfico 8 Distribución porcentual sobre la modalidad escolar en el Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

Como se puede apreciar en el grafico 8, un 86% de los estudiantes de décimo grado tienen una modalidad escolar de externos y tan solo el 14% se encuentran como estudiantes internos. Alojándose en las instalaciones del centro educativo.

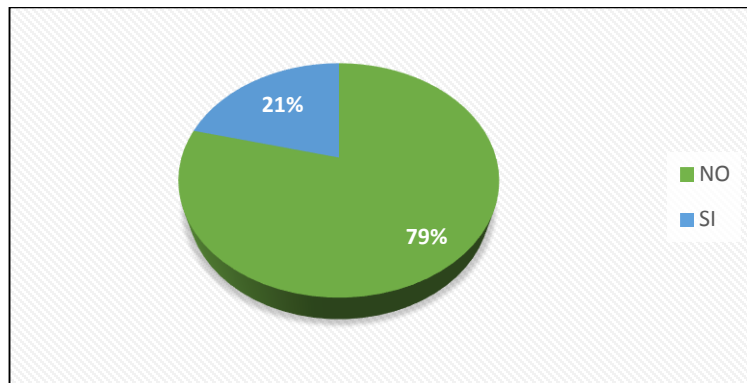


Gráfico 9 Distribución porcentual sobre la falta de agua dentro de la institución Cabo de la Vela
Fuente: Autora, 2018

En el grafico 9, se muestran los resultados a la pregunta sobre la falta de agua en la institución. El 21% de los estudiantes contestaron que sí existe la falta de agua dentro de la institución, se ve la relación con la cantidad de estudiantes internos esto se da porque, quienes realmente conocen las necesidades en esta institución son los estudiantes internos quienes utilizan el agua para sus necesidades básicas diarias.

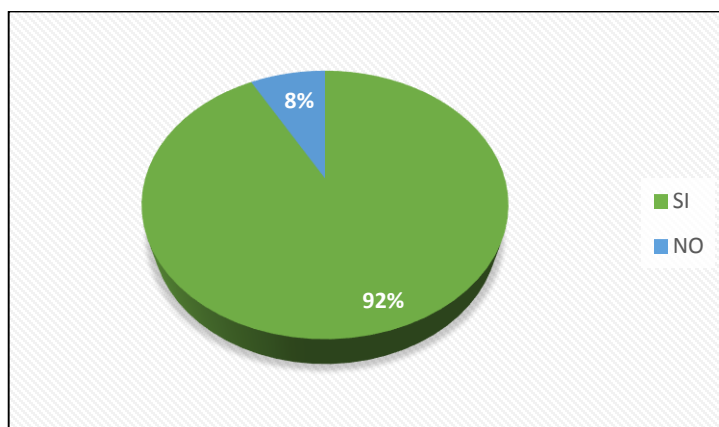


Gráfico 10 Distribución porcentual sobre la percepción de los estudiantes, con respecto a la presencia de temas relacionados con la importancia del agua en las cátedras de los docentes
Fuente: Autora, 2018

En el grafico 10, se muestra que un 92% de los estudiantes consideran que el agua tiene gran importancia debido a que sus docentes le hablan de ello, y solo un 8% indica que no sabe la importancia del agua.

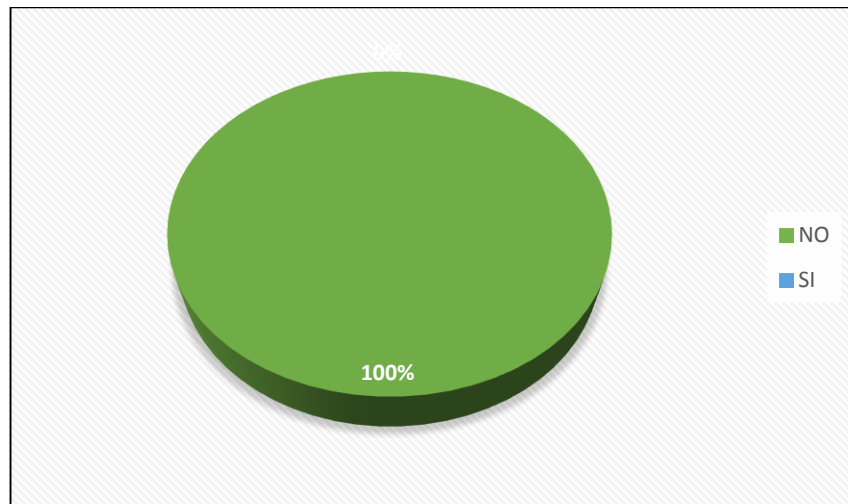


Gráfico 11 Distribución porcentual, sobre la realización ferias del agua en la institución Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

En el grafico 11, se observa que el 100% de los estudiantes, afirman que no se realizan ferias del agua. Es importante afianzar los conocimientos teóricos de los estudiantes por medio de actividades de aprendizaje donde participen activamente, que les permita desarrollar habilidades como confianza, trabajo en grupo, responsabilidad, producir sus propias ideas y cultura investigativa.

6.2.3. Test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua.

Los resultados del test de conocimiento aplicado a los estudiantes antes de la aplicación de las capacitaciones piloto de modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua.



Fotografía 11 Aplicación de test de conocimiento sobre el agua a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la Vela

Fuente: UNAL, Cabo de la Vela, 2018

A continuación, se muestran los resultados más relevantes de la investigación.

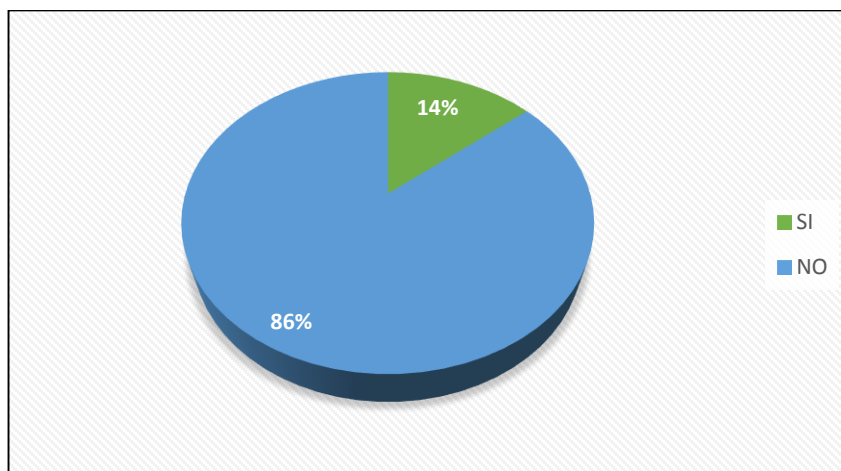


Gráfico 12 Distribución porcentual sobre algún tipo de conocimientos acerca del ciclo del agua

Fuente: Autora, 2018

En el grafico 12, se muestra que el 86% de los estudiantes de décimo grado afirman que tienen poco conocimiento sobre el ciclo del agua. Los resultados sugieren que es de vital importancia generar más estrategias pedagógicas para el

desarrollo de cultura investigativa como estrategia de para solucionar el problema de bajo rendimiento educativo en los jóvenes wayuu.

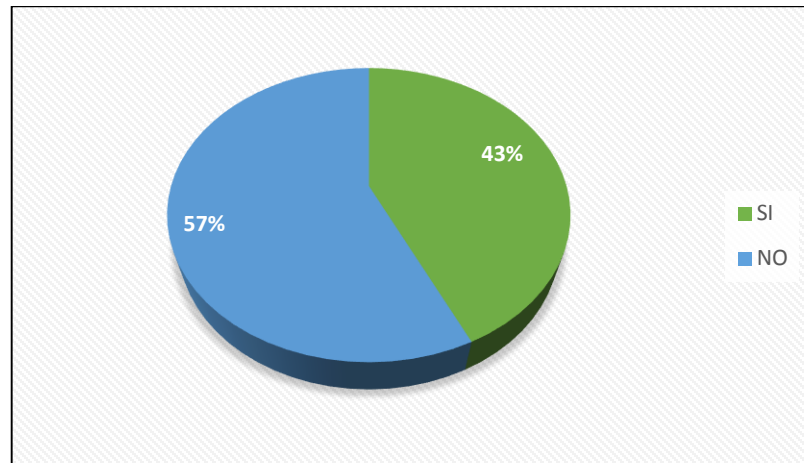


Gráfico 13 Distribución porcentual de estudiantes que reciben catedra sobre tratamiento de agua potable

Fuente: Autora, 2018

Un 57% de los estudiantes afirman que los profesores le dan catedra de tratamiento de agua potable.

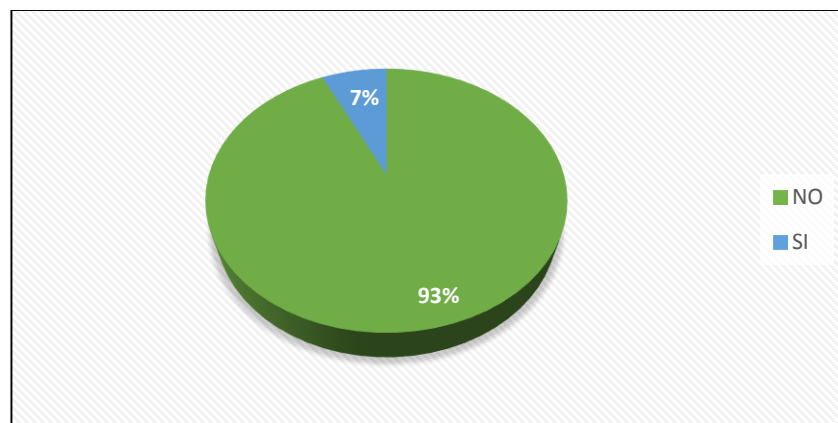


Gráfico 14 ¿los profesores te dan catedra sobre tratamiento de agua residual?

Fuente: Autora, 2018

Se puede apreciar en el grafico 14, que un 93% de los estudiantes no reciben cátedra sobre tratamiento de agua residual. Es notable la diferencia entre los conocimientos que tienen sobre el tratamiento de agua potable y residual, esto se debe a que le dan mayor importancia al uso del agua potable porque es utilizada

para las necesidades básicas diarias. Lo contrario al agua residual una vez utilizado se desecha sin tener conciencia de la contaminación ambiental que provoca. Las aguas residuales que no se tratan adecuadamente llevan una peligrosa carga de bacterias infecciosas, virus, parásitos que ponen en riesgo la salud pública.

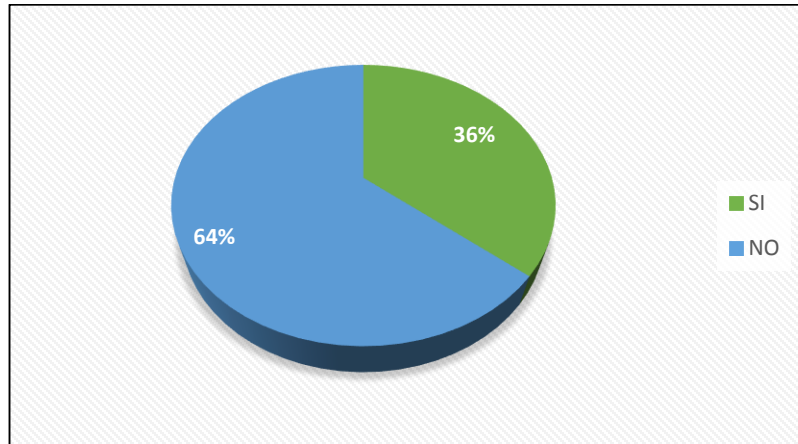


Gráfico 15 Distribución porcentual de estudiantes que afirma saber a dónde va el agua residual generada en la institución

Fuente: Autora, 2018

El grafico 15, indica que un 64% de los estudiantes no sabe a dónde va el agua residual generada en la institución, esto tiene relación con lo que se logra apreciar en el grafico 14, ya que tienen poco conocimiento sobre el tema de tratamiento del agua residual, en la temática de sus materias no reciben clases sobre este tema y así mismo dentro de la institución no contaban con un sistema de tratamiento de agua residual se vertía directamente al subsuelo sin ningún tipo de aprovechamiento o mitigación de impactos negativos.

6.2.4. Capacitaciones del modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua a estudiantes de grado decimo de la Institución educativa Cabo de La Vela.

Al inicio de cada clase se daba una introducción del tema haciendo relación con su entorno, se agrupaban los estudiantes en forma de media luna con respecto al

tablero, se les incentivaba a la participar con sus propios conocimientos, al finalizar la clase se realizan quiz oral o escrito para verificar si los estudiantes entendieron la clase, integrar lo que se está dando a nivel nacional y mundial sobre el tema dado, relacionar cada clase con la anterior como secuencia aclarar dudas, utilizar apoyo didáctico en la clase para que los estudiantes se motiven y lograr que aprendan, para los exámenes plantear situaciones o problemas que se presentan en su entorno, esto con el objetivo de hacerles sentir que son capaces de lograr soluciones de la vida real a partir de los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

Estas fueron las buenas prácticas para presentar la información a los estudiantes en las capacitaciones de manera que se mostraran participativos, con muchas expectativas dado que algunos de los temas eran totalmente nuevos para ellos, les fuera fácil el aprendizaje para poderlo aplicar en situaciones que se presenten en sus comunidades. Los temas planteados fueron:

Taller N° 1 ciclo del agua y distribución del agua en el mundo, taller N° 2 tipos de agua, taller N° 3 contaminación hídrica, taller N° 4 tratamiento de agua potable y agua residual, taller N° 5 reusó de agua residual, taller N° 6 uso eficiente y ahorro del agua y taller N° 7 cálculo de caudal por método volumétrico.



Fotografía 12 Taller N° 4 Tratamiento de agua residual. Sub tema: Biofiltro, estudiantes de décimo grado

Fuente: UNAL, Cabo de la Vela, 2018

En la fotografía 12, se muestra a los estudiantes de décimo grado participando del laboratorio realizado en clase sobre el funcionamiento de un biofiltro elaborado con una botella plástica reciclada esta se compone por un lecho filtrante, se observa que el agua gris disminuye notablemente su color después del proceso.



Fotografía 13 Taller N° 6 Uso eficiente y ahorro del agua, estudiantes de décimo grado y tutora Ing. Tyanee Bonivento

Fuente: UNAL, Cabo de la Vela, 2018

En la fotografía 13, se aprecia las carteleras elaboradas por los estudiantes de décimo grado donde exponen sus ideas sobre el uso eficiente del agua, estimulando el trabajo en equipo y la capacidad de comunicación escrita.

6.2.5. Plan académico del modelo educativo

Se diseñó el plan de área para Ciencias y Tecnologías Ambientales del agua, basado en los temas relacionados con el uso eficiente del agua y Decreto 1850 de 2002 estipuladas por el Ministerio de Educación quien regula la carga horaria de los estudiantes y docentes.

Tabla 26 Plan de Área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua

CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES DEL AGUA							
GRADO:	Decimo		Horas dirigidas:	1	Institución Etnoeducativa Cabo de la Vela		
DOCENTE:	Tayanee Bonivento Deluque		Horas prácticas:	2	Municipio de Uribia, La Guajira		
UNIDAD 1	10 semanas	UNIDAD 2	9 semanas	UNIDAD 3	10 semanas	UNIDAD 4	11 semanas
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Explico las generalidades del agua y su importancia como fuente de vida	Relaciono diferencias y similitudes de los procesos de tratamiento del Agua potable y residual		Identifico las buenas prácticas del Uso Eficiente del Agua y el reúso del agua		Aplico las diferentes Tecnologías Sostenibles del agua basadas en la naturaleza e hidráulicas	
El Agua				Uso Eficiente del Agua		Soluciones basadas en la	
Ciclo del Agua		Potabilización del Agua		Buenas Prácticas del Uso del Agua		Naturaleza	
Distribución del Agua		Tratamiento de Agua Residual		en tu escuela		Soluciones hidráulicas	
Tipos de Agua				Buenas Prácticas del Uso del Agua			
Usos del Agua				en tu hogar			
Contaminación del Agua				Reúso del Agua			

Fuente: Autora, 2019

Se presenta el plan de área de ciencias y tecnologías ambientales del agua detallado por unidad.

Tabla 27 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 1

DOCENTE	Tayanee Jasai Bonivento Deluque		Grado	Decimo	
AREA	Ciencias ambientales	ASIGNATURA	Ciencias y tecnologías ambientales del agua		
UNIDAD 1	Generalidades del agua		SEMANAS	10	
El agua	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
	El agua y su importancia	Reconoce el significado del agua y su importancia	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Estructura molecular del agua	Identifica la estructura molecular del agua		2 horas	
	Cambio climático y el agua	Comprende la relación que existe entre el cambio climático y el agua		2 horas	
Ciclo hidrológico	Contenido	Indicador	Competencias	Tiempo	Criterios de evaluación
	Ciclo del agua	Establece relación entre ciclos cerrados y abiertos	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Laboratorio del ciclo del agua	Adquiere conocimiento científico a partir de la experiencia		2 horas	
REFUERZO	El agua y ciclo Hidrológico	Afianzar los conocimientos		2 horas	

Continuación de la tabla 27

	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Distribución del agua	Distribución del agua en el mundo	Reconoce la distribución del agua en el mundo	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 Horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Disponibilidad del agua	Diferencia la disponibilidad de agua en el mundo y su región		1 Hora	
	Escasez del agua	Describe el concepto de escasez del agua		1 Hora	
	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Tipos del agua	Según su estado en la naturaleza	Diferencia los diferentes estados del agua	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	1 Hora	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Según su cantidad de sales	Diferencia los tipos de agua según su cantidad de sales disueltas		1 Hora	
	Según su tratamiento	Clasifica el tipo de agua según su tratamiento		1 Hora	
REFUERZO	Distribución y tipos de agua	Afianza conocimientos		2 Horas	

Continuación de la tabla 27

	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Usos del Agua	Consumo Agrícola	Describe el uso de agua agrícola	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	1 Hora	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Consumo industrial	Describe el uso del agua industrial		1 Hora	
	Consumo domestica	Describe el uso del agua domestica		1 Hora	
	Contenido	Indicador	Competencias	Tiempo	Criterios de evaluación
Contaminación del agua	Origen	Establece diferencia entre origen antropogénico y natural	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	1 Hora	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Efectos	Identifica cada uno de los efectos que produce la contaminación hídrica		1 Hora	
	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Componentes del Agua	Agua Potable	Describe los componentes del agua potable	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	1 Hora	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Agua Residual	Describe los componentes del agua residual		1 Hora	
REFUERZO	Uso, contaminación y componentes del agua	Afianza conocimientos		2 Horas	

Fuente: Autora, 2019

Tabla 28 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 2

UNIDAD 2	TRATAMIENTO DE AGUA		SEMANAS	9	
	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Introducción de tratamiento de agua	Tratamiento de agua potable	Reconoce el concepto de tratamiento de agua potable	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	1 hora	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Tratamiento de agua residual	Reconoce el concepto de tratamiento de agua residual		1 hora	
	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Procesos del tratamiento de agua potable convencional	Pretratamiento	Identifica el proceso de pretratamiento	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Coagulación y floculación	Reconoce y diferencia los procesos de coagulación y floculación en el PTAP		2 horas	
	Sedimentación	Identifica el proceso de remoción de partículas mediante sedimentación		2 horas	
	Filtración	Reconoce el proceso de separación de partícula por medio poroso		2 horas	
	Desinfección	Reconoce los diferentes tipos de desinfección		2 horas	

Continuación de la tabla 28

	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Procesos del tratamiento de agua potable no convencional	Osmosis inversa	Conoce y diferencia el proceso de purificación por osmosis inversa	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Desalación solar	Identifica las características necesarias para que se dé la desalación solar		2 horas	
Refuerzo	Introducción y procesos del tratamiento de agua	Afianza conocimientos		2 horas	
	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Procesos de tratamiento de agua residual	Tratamiento primario	Identifica los procesos involucrados en el tratamiento primario	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Tratamiento secundario	Identifica los procesos involucrados en el tratamiento secundario		2 horas	
	Tratamiento terciario	Identifica los procesos involucrados en el tratamiento terciario		2 horas	
	Desinfección	Identifica los procesos involucrados en la desinfección		2 horas	
Refuerzo	Procesos de tratamiento de agua residual	Afianza conocimientos		1 hora	

Fuente: Autora, 2019

Tabla 29 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 3

UNIDAD 3	USO EFICIENTE DEL AGUA		SEMANAS	10	
Uso eficiente del agua	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
	Introducción al uso eficiente del agua	Describir que es y la importancia del uso eficiente del agua	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Oferta de agua	Conocer y estimar la oferta de agua		2 horas	
	Demanda de agua	Conocer y estimar la demanda de agua		2 horas	
Refuerzo	Uso eficiente del agua	Afianzar conocimientos	2 horas		
Técnicas del uso eficiente del agua	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
	Recirculación	Reconoce el significado y la técnica de recirculación	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Reúso	Reconoce el significado y la técnica de reúso		2 horas	
	Reducción de consumo	Reconoce el significado y la técnica de reducción de consumo		2 horas	
	Regulación de tarifa	Reconoce el significado y la técnica de regulación de tarifa		2 horas	
	Detención y reparación de fugas	Reconoce el significado y la técnica de detención y reparación de fugas		2 horas	
Refuerzo	Técnicas del uso eficiente del agua	Afianzar conocimientos	2 horas		

Continuación de la tabla 29

	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
Buenas practicas	Manejo del uso eficiente en el hogar	Define, conoce y aplica el uso eficiente en el hogar	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	2 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda y debates
	Manejo del uso eficiente en la institución	Define, conoce y aplica el uso eficiente en la institución		2 horas	
	Manejo de registros	Realiza registros de consumo de agua		2 horas	
	Foro	Realiza, aplica y describe las buenas prácticas de uso eficiente del agua en un foro		2 horas	
Refuerzo	Buenas practicas	Afianzar conocimientos		2 horas	

Fuente: Autora, 2019

Tabla 30 Plan de área de Ciencias y Tecnologías Ambientales del Agua detallado unidad 4

Unidad 4	TECNOLOGIA SUSTENTABLE DEL AGUA		SEMANAS		10
Soluciones basadas en la naturaleza	CONTENIDO	INDICADOR	COMPETENCIAS	TIEMPO	CRITERIOS DE EVALUACION
	Introducción a las soluciones basadas en la naturaleza	Conoce la definición de soluciones basadas en la naturaleza	Comunicativa Analítica Interpretativa Resolución de problemas Propositiva	3 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda, debates y prácticas en campo
	Acuaponía	Conoce y describe el sistema de producción		3 horas	
	Techos verdes	Conoce y describe la técnica sostenible de techos verdes en edificaciones		3 horas	
	Humedades artificiales y naturales	Conoce y describe las ventajas de aplicar humedades artificiales y naturales		3 horas	
	Franjas de vegetación en laderas	Conoce y describe los beneficios y aplicación de franjas de vegetación en laderas de los ríos		3 horas	
	Atrapa niebla	Reconoce el sistema de captación de gotas de agua		3 horas	
	Tecnologías tradicionales indígenas y campesinas	Identifica y reconoce las tecnologías indígenas y campesinas		3 horas	
Refuerzo	Soluciones basadas en la naturaleza	Afianzar conocimientos			

Continuación de la tabla 30

	CONTENIDO	COMPETENCIAS	INDICADORES	TIEMPO	EVALUACION
Soluciones hidráulicas	Biofiltros	Reconoce el proceso y beneficios de la implementación de biofiltros	Comunicativa analítica interpretativa resolución de problemas propositiva	3 horas	Aplicación de talleres escritos, quiz, participación en mesa redonda, debates y prácticas en campo
	Sistema de captación de aguas lluvias	Reconoce el proceso y beneficios de la implementación de sistemas de captación de aguas lluvias		3 horas	
	Tornillo de Arquímedes (hidroeléctrica)	Reconoce el proceso y beneficios de la implementación del tornillo de Arquímedes		3 horas	
Refuerzo	Soluciones hidráulicas	Afianzar conocimientos		2 horas	

Fuente: Autora, 2019

Se desarrollo basado en la temática del uso eficiente del agua y la infraestructura hidráulica para la recuperación de aguas grises y lluvias diseñada, con el fin de afianzar los conocimientos de los estudiantes e incentivar a la cultura investigativa y de resolución de problemas de impacto ambiental, económico, social y educativo.

6.3. EVALUACION EL EFECTO DEL MODELO EDUCATIVO QUE INVOLUCRA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA INSTITUCIÓN ETNOEDUCATIVA CABO DE LA VELA

Para determinar el efecto de las capacitaciones que se realizaron como plan piloto del modelo educativo en los estudiantes de decimo grado de institución etnoeducativa Cabo de la Vela, se aplicó el mismo test de conocimiento al finalizar las actividades. Esto permitió desarrollar un modelo de comparación estadística a partir del conjunto de datos obtenidos del test realizado antes y después de las capacitaciones, midiendo la cantidad de respuestas correctas, se realizaron comparaciones de los resultados de las pruebas simulacros de Preicfes en tres momentos; antes, durante y después de la implementación. Debido a que las muestras son pareadas, se aplicó una prueba t de Student a dos colas o medias α 0.025. Por medio de la cual se analizó la diferencia de medias antes y después de la implementación.

6.3.1. Análisis estadístico del test inicial y final realizado a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la vela

Se tomaron muestra pareadas a resultados del test inicial y final, se agruparon en:

Cuadro 8 Distribución de datos agrupados del test de conocimiento inicial y final

<i>n</i>	TEST INICIAL	TEST FINAL
1	4	16
2	10	18
3	9	19
4	8	18
5	12	17
6	9	18
7	12	19
8	7	18
9	6	20
10	11	19
11	14	20
12	7	20

Fuente: Autora, 2019

Los datos fueron analizados por medio del programa estadístico Statistix 8.0, aplicando la prueba t de Student a dos colas o medias (α 0.025), Los resultados se muestran a continuación:

El promedio inicial y final de los resultados de los estudiantes fue 9,7 y 18,5 respectivamente. El valor t calculado fue de -11,74. Los análisis denotan que la media del test realizado al inicio del proyecto fue menor que la media del test aplicado después de la implementación del modelo educativo.

Cuadro 9 Distribución de desviación estándar del test de conocimiento inicial y final

TEST	SD
Inicial	2,8749
Final	1,2432

Fuente: Autora, 2019

Previamente obtenido el valor t se procedió a ver en la tabla de valores críticos de t con alfa de 0.025 y a 11 grados de libertad (2.201). El valor absoluto de t es menor que el valor crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, encontrando una diferencia significativa entre los test. Los datos iniciales fueron menos homogéneos que los finales, teniendo una dispersión muy alta en contraste con la desviación estándar de la prueba final.

6.3.2. Análisis estadístico de los simulacros de Preicfes realizado a los estudiantes de décimo grado de la institución Cabo de la vela

Los datos obtenidos fueron tomados en tres tiempos de la implementación antes durante y después. Se midió la cantidad de respuestas correctas en las áreas de lenguaje, matemáticas y biología. Estos resultados fueron expresados en porcentaje para facilitar su análisis, que fue realizado por medio de la herramienta estadística Statistix 8.0, aplicando la prueba t de Student a dos colas o medias (α 0.025).

6.3.2.1. *Area de lenguaje.*

Se muestran los datos promedio de los resultados de los simulacros en el área de lenguaje aplicado a los estudiantes de décimo grado:

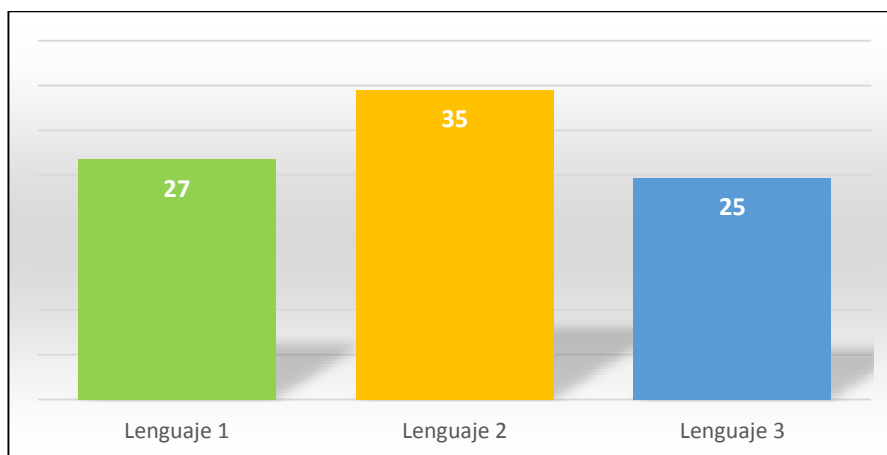


Gráfico 16 Distribución de la media los simulacros de Preicfes realizado antes, durante y después del modelo educativo en el área Lenguaje

Fuente: Autora, 2019

Se puede apreciar en gráfico 16, que el promedio del simulacro número 2 en el área de lenguaje fue más alto que el inicial y final. Sin embargo, la desviación estándar de lenguaje 3 es menor en comparación a lenguaje 1. Lo que indica que hay mayor homogeneidad en los resultados de la prueba de lenguaje 3. Se puede inferir que un número mayor de estudiantes se aproximó a obtener una mejor calificación en el área de lenguaje en el último simulacro.

Tabla 31 Resultados de los datos del valor T para cada muestra pareada en el área de Lenguaje L1vsL2, L1vsL3 y L2vsL3

VALOR T REFERENTE (2.160)	LENGUAJE 1	LENGUAJE 2	LENGUAJE 3
Lenguaje 1	NA	-2.15	0.66
Lenguaje 2	-2.15	NA	2,84
Lenguaje 3	0.66	2,84	NA

Fuente: Autora, 2019

Se encontraron diferencias significativas entre los resultados de la prueba de lenguaje 2 y la prueba de lenguaje 3, siendo mayores los resultados de la prueba número 2.

6.3.2.2. *Area de matemáticas.*

Se muestran los datos promedio de los resultados de los simulacros en el área de matemáticas aplicado a los estudiantes de décimo grado:

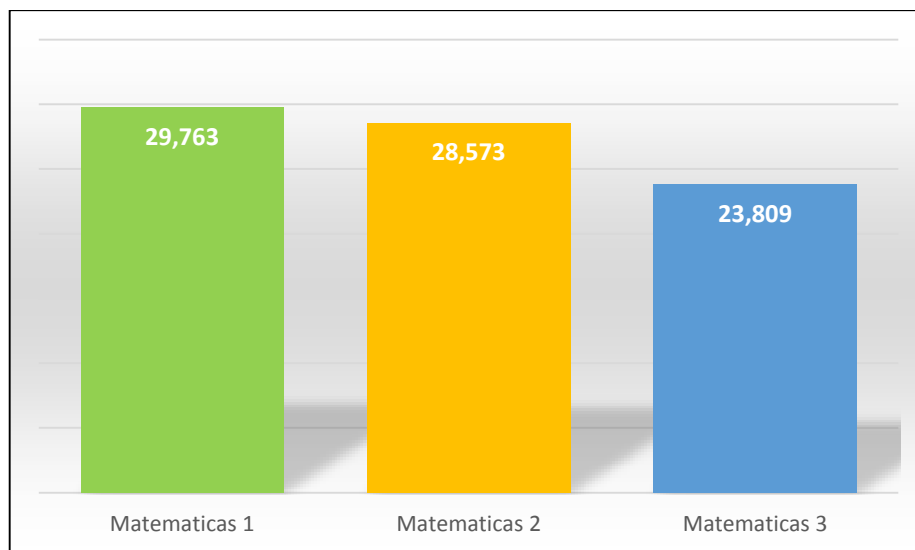


Gráfico 17 Distribución de la media los simulacros de Preicfes realizado antes, durante y después del modelo educativo en el área Matemáticas

El gráfico 17, se observa que el mayor número de respuestas correctas por parte de los estudiantes en el área de matemáticas fue obtenido durante el primer simulacro. Sin embargo, el aumento de la homogeneidad en el último simulacro respecto al iniciar ya que la desviación estándar disminuyo de 16.894 inicial a 9.8642 final. Esto puede indicar que pese a que el promedio no presento alguna diferencia significativa mediante los estadísticos T, los resultados de las pruebas son más cercanos a la media, disminuyendo la cantidad de estudiantes con bajos resultados.

6.3.2.3. *Área de biología*

Se muestran los datos promedio de los resultados de los simulacros en el área de matemáticas aplicado a los estudiantes de décimo grado:

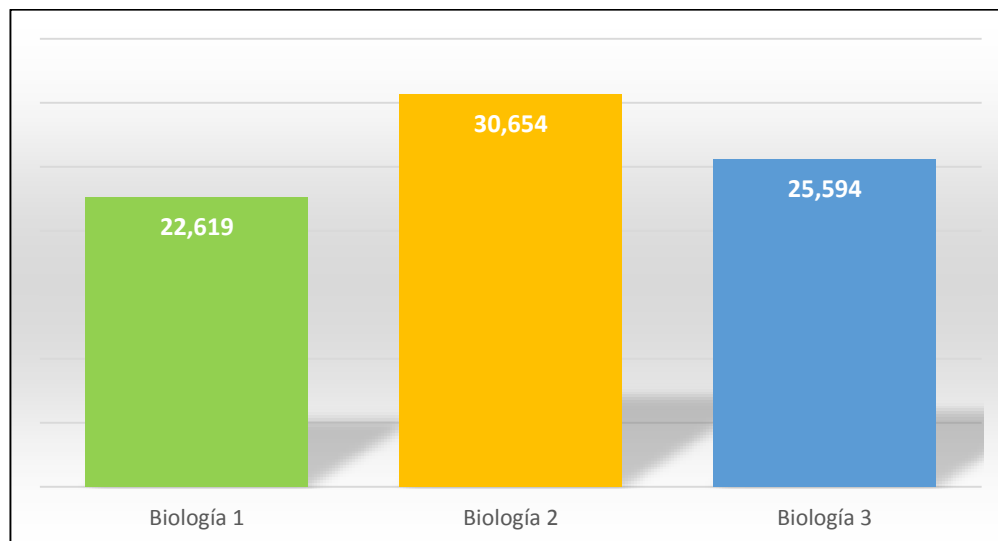


Gráfico 18 Distribución de la media los simulacros de Preicfes realizado antes, durante y después del modelo educativo en el área Biología

Fuente: Autora, 2019

El promedio del simulacro de biología 2 fue mayor que el de biología 3, siendo el simulacro inicial el más bajo de los tres realizados como se puede observar en el gráfico 18. Sin embargo, la desviación estándar de biología 3 fue menor que las demás, indicando que hubo una mayor homogeneidad en este simulacro, lo más probable es que los estudiantes que tenían menos cantidad de respuestas acertadas aumentaron notablemente en grupo. No se presentaron diferencias significativas.

6.3.2.4. *Totales de las áreas*

Se muestran los promedios obtenidos en las áreas evaluadas antes, durante y después de las capacitaciones realizadas a los estudiantes de decimo grado de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela.

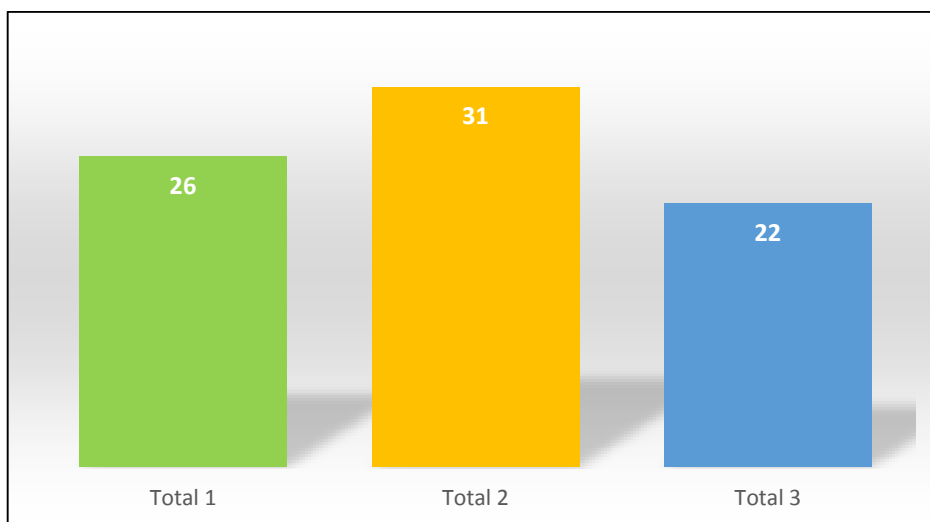


Gráfico 19 Distribución de las medias totales obtenidas de los simulacros de Preicfes en las áreas de Lenguaje, Matemáticas y Biología realizado antes, durante y después de las capacitaciones

Fuente: Autora, 2019

Los mejores resultados de los simulacros, fueron realizados durante el periodo de las capacitaciones del modelo educativo, pero bajaron su rendimiento en el simulacro final. Esto puede ser explicado debido a que durante la realización de la prueba número 2. Los estudiantes se encontraban desarrollando activamente los talleres de acompañamiento y estaban expuestos a estimulación educativa constante. En contraste, la prueba número 3 se realizó tiempo después de haber finalizado los talleres y las capacitaciones.

Se encontró diferencia significativa, entre los resultados totales de la prueba número 1 y la prueba número 2. Resaltando la importancia del desarrollo e implementación de modelos educativos prácticos, sobre los desempeños académicos. Sin embargo la diferencia significativa encontrada entre la prueba número 2 y la prueba número 3, se puede explicar cómo consecuencia de la finalización del proceso académico y la poca exposición a entornos prácticos. Sumado a la culminación de los ciclos educativos que se presentaban durante el desarrollo de la última prueba. Es importante aclarar que las condiciones climáticas de la institución educativa, no son las mejores para ofrecer entornos académicos amigables y que en algunos casos los estudiantes tienen que recorrer

grandes distancias desde sus hogares para recibir clases. Las temperaturas, al ser muy altas generan una sensación de cansancio en las personas, lo que puede entorpecer los procesos educativos y distorsionar las proyecciones de estudio en el futuro.

Con base en los resultados, se puede sugerir la implementación de metodologías teórico-prácticas, en las instituciones educativas de las comunidades Wayuu desde el inicio del calendario escolar. Permitiendo de esta manera el desarrollo de habilidades académicas en los estudiantes y fomentando el espíritu investigativo y científico en pro del desarrollo de la comunidad. La continuidad de las actividades, se convierte en un factor limitante en el proceso de formación académica. Por tal motivo es importante garantizar los espacios necesarios, para una adecuada formación.

7. CONCLUSIONES

- La escasez de agua para esta institución Etnoeducativa, dificulta el desarrollo de sus actividades y necesidades básicas diarias.
- La falta de mantenimiento e inversión en infraestructura para satisfacer las necesidades básicas hídricas de la institución educativa Cabo de la Vela, limita el cumplimiento de las actividades diarias.
- El desconocimiento de la situación actual del recurso hídrico a nivel mundial por parte de los estudiantes, influye directamente en el uso eficiente del agua.
- La calidad del agua potable de la institución no es apta para el consumo humano, esta se contamina en el proceso de almacenamiento y en el llenado manual de tanques.
- Es deficiente la cultura ambiental que se brinda en la institución por parte de los docentes, los estudiantes afirman que no realizan actividades como ferias del agua que son importantes para el desarrollo académico de los estudiantes donde pueden interactuar entre cursos y varios temas sobre el agua, la importancia de su gestión y uso eficiente del mismo.
- Los estudiantes en la encuesta de caracterización sobre la pregunta si recibían cátedra de temas como tratamiento de agua potable y residual, afirmaron en su mayoría que desconocían en su totalidad sobre su contenido y desarrollo del mismo.
- Se debe implementar temáticas que abarquen la solución de los escasos de agua potable que se vive en estas zonas rurales por medio de la educación y formación en sistemas amigables, sostenibles, eficientes y asequibles como sistemas de recuperación de aguas residuales por medio de lechos filtrantes y sistemas captación de aguas lluvias.
- El 86% de los estudiantes de décimo grado afirman que la forma en que los profesores le dictan sus clases es lo que los motiva a asistir, esto indica,

que si se brinda una educación de calidad aumentaría la cobertura impactando positivamente en su calidad de vida y la de sus comunidades.

- Por medio del el reusó de aguas residuales tratadas generadas en esta institución. Se deja de contaminar el suelo y se utiliza para riego de la huerta integral, garantizando la seguridad alimentaria dentro de la institución.
- Por medio de un sistema de captación de aguas lluvias se puede obtener agua para consumo humano y riego de cultivo.
- Mediante el diseño de captación de agua lluvia teórico que se hizo se pudo llegar a la conclusión que la demanda es mayor que oferta (precipitaciones mensuales en la zona), por lo que se debe utilizar otra forma de abastecimiento de agua para consumo humano y riego.
- Integrar estas temáticas a la educación tradicional genera en los estudiantes una mayor capacidad de interpretación y solución de problemas ambientales.
- La articulación del sistema de recirculación de agua residual con la huerta integral podrá fortalecer la seguridad alimentaria en la institución.
- Los resultados totales de la prueba de simulacro número 1 y número 2, se encontró diferencia significativa. Resaltando la importancia del desarrollo e implementación de modelos educativos prácticos, sobre los desempeños académicos. Sin embargo, la diferencia significativa encontrada entre la prueba número 2 y la prueba número 3, se puede explicar cómo consecuencia de la finalización del proceso académico y la poca exposición a entornos prácticos. Sumado a la culminación de los ciclos educativos que se presentaban durante el desarrollo de la última prueba.
- El promedio inicial y final de los resultados de los estudiantes fue 9,7 y 18,5 respectivamente. Los análisis denotan que la media del test realizado al inicio del proyecto fue menor que la media del test aplicado después de la implementación del modelo educativo.

8. RECOMENDACIONES

- Fomentar el uso eficiente del agua dentro de la institución, por medio de campañas o ferias del agua.
- Incluir el área de ciencias y tecnologías ambientales donde se puede ver el contenido del uso eficiente del agua como educación transversal afianzando conocimientos en materias como biología, física, química, matemática, ética y valores, los temas que involucran el uso eficiente del agua.
- Generar programa de ahorro y uso eficiente del agua en la institución.
- Utilizar infraestructura agrícola y ambiental como el sistema de recuperación de aguas residuales, sistema de captación de aguas lluvias y huerta integral, para realizar clases prácticas como tipos de agua, contaminación hídrica, tratamiento de agua residual, medición de caudal. Así los estudiantes generan sus propios conocimientos por medio de la observación y aplicación.
- Fortalecer la educación ambiental para que la comunidad estudiantil tome conciencia de la realidad en el mundo sobre el agua y sus generalidades.
- Implementar el reusó de aguas residuales en la institución y en comunidades indígenas para evitar la contaminación hídrica, y darle un uso eficiente para riego y consumo humano.
- Capacitar a los docentes en educación transversal.
- Mejorar la calidad del agua para consumo humano mediante capacitaciones y aplicación de tecnologías ambientales sostenibles.
- Gestionar proyectos en pro de la educación de calidad y cubrir las necesidades básicas diarias en la institución.

BIBLIOGRAFIA

- 2030 WRG. (2013). 2030 Water Resources Group . Ampliamos nuestras fronteras. Alianzas en aras de la seguridad hídrica para las personas, el crecimiento y el medioambiente. Informe anual de 2013. Washington, D.C.
- Amazon. (2019). Amazon . Retrieved from https://www.amazon.com/?tag=googleglobalp-20&hvadid=338848051340&hvpos=1t1&hvnetw=g&hvrnd=6335795473375657754&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=e&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvl ocphy=1029436&hvtargid=kwd-10573980&ref=pd_sl_7nnedyywlk_e
- Asociación WayuuAraurayu. (2017). Asociación Wayuu Araurayu. Retrieved from <http://wayuuaraurayu.org/nosotros/>
- Breña , J. L. (2014). Modelos Educativos. Conocimientoswed.net.
- Carrera , A. (2016). Diseño de Sistema de Bombeo Fotovoltaico para Riego en Bahir Dar (Etiopía). Universitat Jaume I. . Castellón de la Plana.
- Casillas , M., & Santini, L. (2009). Universidad Intercultural: Modelo Educativo. Mexico D.F.
- Climate-data.org. (2019). Clima de Uribia, La Guajira. Retrieved from <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/la-guajira/uribia-716337/>
- Comisión Nacional del Agua. (2011). Estadísticas del agua en México, edición 2011. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Congreso de Colombia . (1997, Junio 11). Ley 373 de 1997 Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. . Bogota D.C., COLOMBIA. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf
- CONPES. (2018). Consejo Nacional de Política Económica y Social. Estrategia para el desarrollo integral del departamento de la guajira y sus pueblos indígenas. Bogotá, D.C.

- Consejo Municipal Uribia, La Guajira. (2004). PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL 2004 - 2007 ACUERDO MUNICIPAL No. 010 DE 2004 (31 DE MAYO). Uribia.
- CONTCEPI. (2010). Comisión nacional de trabajo y concertación de la educación para los pueblos indígenas. "perfil del sistema educativo indígena propio" SEIP. Bogotá D.C.
- ERDM-SOLAR. (2017). Ficha Tecnica Panel solar Policristalino. Veracruz. Retrieved from http://calculationsolar.com/pdfs/Calculationsolar_module_ERDMSOLAR_160P6415.pdf
- Eternit. (2016). Ficha tecnica de tanques plásticos. Retrieved from <https://www.eternit.com.co/documents/32456/170778/FICHA+TECNICA+TANQUES+PLASTICOS.pdf/7ce436b6-e3ca-4580-8368-9c26dbab10ac>
- FAO. (1997). FAO. Capítulo 7 - Estimaciones a partir de modelos. Cálculo de la escorrentía. Retrieved from <http://www.fao.org/3/T0848S/t0848s00.htm#Contents>
- FAO. (2011). Producción de Hortalizas . Bolivia. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf>
- FAO. (2016). Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura. AQUASTAT. Retrieved from http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm
- Gobernación de La Guajira. (2016). Plan de desarrollo para La Guajira. Un tiempo nuevo 2017-2019.
- ICFES. (2012). Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. Estudios sobre la calidad de la educacion en Colombia. Bogotá, D.C.
- IDEAM. (2000). CLIMATOLOGÍA TRIMESTRAL DE COLOMBIA .
- IDEAM. (2019). Solicitud de información 2019. Bogotá D.C.
- Lopez, H. (2010). Monografias. Establecimiento y operación de un modelo de granja integral. Retrieved from <https://www.monografias.com/trabajos96/establecimiento-y-operacion->

modelo-granja-integral/establecimiento-y-operacion-modelo-granja-integral.shtml

- Martin, I., Salcedo, R., & Font, R. (2011). MECÁNICA DE FLUIDOS. Tema 4: Transporte cantidad movimiento sólido-fluido. USA. Retrieved from https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/9/tema4_flujo%20externo.pdf
- Merkel, A. (n.d.). Clima Municipio de Uribia - La Guajira - Colombia. Retrieved Febrero 05, 2019, from Climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/la-guajira/uribia-716337/>
- MinAgricultura. (1984). Ministerio de Agricultura. Decreto No. 1594 del 26 de junio de 1984. Bogotá D.C.
- MinAmbiente. (2014). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 1207 de 2014 (Julio 25) Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. Bogotá, D.C.
- MinAmbiente. (2007). Ministerio de la protección social y ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución 2115 de 22 de junio 2007. Bogotá D.C.
- MinAmbiente. (2019, Enero 07). SIAC. Sistema de Información Ambiental para Colombia. Retrieved from <http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Agua/Oferta/ofertaAgua.xhtml>
- MinAmbiente, & MinEducación. (2002). Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional. Política nacional de educación ambiental. SINA. BOGOTÁ, D.C.
- MinEducación. (2002). Portafolio de modelos educativos. Bogotá D.C.
- MinEducación. (2005). Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Educación Ambiental Construir educación y país. ALTABLERÓ.
- MinEducación. (2018). Ministerio de Educación de Colombia. Retrieved from <https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-89266.html>

- MinProtecciónSocial. (2007). Decreto N° 1575 del 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá D.C.
- MinProtecciónSocial, & MinAmbiente. (2007). Resolución N° 2115 del 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano . Bogotá D.C.
- MinVivienda. (2017). Resolución 0330 de 2017. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Bogota D.C.
- Molina , V. A., & Tabare, J. F. (2014). Educación Propia. Resistencia al modelo de homogeneización de los pueblos indígenas de Colombia. . POLIS. Revista Latinoamericana, 21.
- MTDEW. (2009). Mesa técnica departamental de etnoeducación wayuu comités municipales de apoyo a la etnoeducación. Proyecto etnoeducativo de la nación wayuu. Anaa Akua'ipa. Bogotá D.C.
- Norma OS.020. (n.d.). PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Retrieved from https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.020.pdf
- OPS/CEPIS. (2003). Especificaciones tecnicas para el diseño de trampa de grasa. Lima. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/xv.pdf>
- OPS/CEPIS. (2004). GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA. Lima.
- OPS/CEPIS. (2005). GUÍA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS . Lima.
- Tünnermann , C. (2008). Modelos educativos y academicos. Nicaragua: Comercial La Prensa, S. A.
- UNAL. (2018). Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://unal.edu.co/>

- UNESCO. (2018). USGS. El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través del programa Agua y Educación para las Américas, y el Servicio Geológico de los Estados Unidos. Retrieved from <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- UTADEO. (2018). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Retrieved from <https://www.utadeo.edu.co/es/link/descubre-la-universidad/2/mision-y-vision>
- WWAP. (2018). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París: UNESCO.

ANEXOS

ANEXO 1



CENTRO DE BIO-SISTEMAS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Identificación sitio de muestra: Institución Educativa Cabo de la Vela-Agua Residual	Fecha de recolección de la muestra: Octubre 02/2018
Municipio: Uribe	Fecha de recepción: Octubre 05/2018
	Fecha de entrega de resultado: Octubre 10/2018
Vereda: Cabo de la Vela	Código interno de muestra: 212-01
Tipo de fuente de muestra: Registro	Uso del agua: Duchas

Análisis: recuento de hongos, nemátodos y bacterias fitopatógenas, bacterias Aerobios Mesófilas, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli*.

Metodología: Se realizó diluciones seriadas en base 10, siembra en medios de cultivo e incubación a 25°C por 5 a 10 días para hongos y 24 a 48 horas para bacterias y recuento en placa. Para el recuento de Coliformes Totales, fecales y *E.coli* se incubó por 30° a 24 a 48 horas. Para el recuento de nemátodos se utilizó el método de Baermann funnel, y la identificación se realizó por medio de clave taxonómica.

Los resultados están dados por Unidades Formadoras de Colonia por 100 ml (UFC/ml).

Tabla 1. Análisis microbiológico de agua.

Coliformes Totales	Coliformes Fecales	<i>E.coli</i>	A. Mesófilos
$4,4 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	8×10^1	$1,8 \times 10^1$

Tabla 2. Análisis fitopatológico de agua.

Bacterias	Hongos	Nemátodos
Negativo	Negativo	Negativo

Valores permitidos

Valores	MICROORGANISMOS			
	Hongos fitopatógenos	Bacterias fitopatógenas	Coliformes totales	Coliformes Fecales <i>E.coli</i>
Valor normal mínimo de uso agrícola	Ausencia	Ausencia	5×10^3	2×10^3
Valor normal mínimo de consumo humano	Ausencia	Ausencia	0	0



Chía, Cundinamarca, Colombia. Tel: 2427030/ 8650127Ext. 2417
E-mail: microbiologia.lab@utadeo.edu.co

Anexo 1 Resultados de laboratorio microbiológico del agua residual proveniente de las duchas de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela

Fuente: UTADAO, 2018

ANEXO 2



CENTRO DE BIO-SISTEMAS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Identificación sitio de muestra: Institución Educativa Cabo de la Vela-Agua Potable	Fecha de recolección de la muestra: Octubre 02/2018
Municipio: Uribia	Fecha de recepción: Octubre 05/2018
	Fecha de entrega de resultado: Octubre 10/2018
Vereda: Cabo de la Vela	Código interno de muestra: 212-02
Tipo de fuente de muestra: Alberca	Uso del agua: Consumo-Aseo

Análisis: recuento de hongos, nemátodos y bacterias fitopatógenas, bacterias Aerobios Mesófilas, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli*.

Metodología: Se realizó diluciones seriadas en base 10, siembra en medios de cultivo e incubación a 25°C por 5 a 10 días para hongos y 24 a 48 horas para bacterias y recuento en placa. Para el recuento de Coliformes Totales, fecales y *E.coli* se incubó por 30° a 24 a 48 horas. Para el recuento de nemátodos se utilizó el método de Baermann funnel, y la identificación se realizó por medio de clave taxonómica.

Los resultados están dados por Unidades Formadoras de Colonia por 100 ml (UFC/ml).

Tabla 1. Análisis microbiológico de agua.

Coliformes Totales	Coliformes Fecales	<i>E.coli</i>	A. Mesófilos
1,3 x 10 ⁴	6 x 10 ²	0	7,4 x 10 ⁵

Tabla 2. Análisis fitopatológico de agua.

Bacterias	Hongos	Nemátodos
Negativo	Negativo	Negativo

Valores permitidos

Valores	MICROORGANISMOS			
	Hongos fitopatógenos	Bacterias fitopatógenas	Coliformes totales	Coliformes Fecales <i>E.coli</i>
Valor normal mínimo de uso agrícola	Ausencia	Ausencia	5 x 10 ³	2 x 10 ³
Valor normal mínimo de consumo humano	Ausencia	Ausencia	0	0



Chía, Cundinamarca, Colombia. Tel: 2427030/ 8650127Ext. 2417
E-mail: microbiologia.lab@utadeo.edu.co

Anexo 2 Resultados de laboratorio microbiológico del agua potable de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela
Fuente: UTADEO, 2018

ANEXO 3

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS		VIGENCIA	
			14-01-18	
			VERSION: 2	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO No 1295-1		ODS No. 1295-1 Códigos: 0327-1295-1
---------------------------------------	--	--

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE: TAYANEE JASAI BONIVENTO DELUQUE	NIT/ C.C. 1065820194
CONTACTO/CARGO: TAYANEE JASAI BONIVENTO	DIRECCIÓN: Diré calle 23D # 1-c 13 Claudia Catalina
DEPARTAMENTO: La Guajira	MUNICIPIO: Riohacha la Guajira
TELÉFONO: 3123116890	

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	Laboratorio
0327-1294-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA CRUDA	INSTITUCION EDUCATIVA CABO DE LA VELA	FECHA DE MUESTREO	2018-10-02 HORA: 6:15 AM
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-10-02 HORA: 04:20 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-10-02
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-10-12
				FECHA DE REPORTE	2018-10-12

N.A. No aplica N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0327-1294-1
DBO5	SM 5210 Y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electro Membrana	Mg/L	No Aplica	0,20	2,00	183
DQO	SM 5220 D/Flujo Cerrado Colorimétrico	Mg O ₂ /L	No Aplica	7,0	25,0	286
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D/Gravimétrico- secado 103° C - 105°C	Mg/L	No Aplica	No Aplica	6,0	176
Aceites y Grasas	SM 5220 D/Extracción Soxhlet	Mg/L	No Aplica	3,0	<10,0	14

LDM: Límite de detención del método es la menor cantidad del medurado que puede ser detectada en la matriz sujeta a ensayo
LCM: Límite de cuantificación del método; en la menor cantidad a partir de la cual se puede determinar el medurado con exactitud y precisión aceptadas bajo las condiciones del laboratorio, en la matriz sujeta a ensayo.

Nota: los resultados solo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de los resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin aprobación por escrito del laboratorio. LABORATORIOS BIOINDALAMB se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 507-02
PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Dirección Calle 8A Nº 22 – 80 Valledupar. TEL.5700657, CEL. 3166954067. www.bioindalamb.com
E – mail. pedrojosefragoso@gmail.com, bioindallab@gmail.com



Scanned with
CamScanner

Anexo 3 Resultados de laboratorio físico químico del agua residual de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela

Fuente: Bioindalamb Laboratorios, 2018

ANEXO 4

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS		VIGENCIA	
			14-01-18	
			VERSION: 2	PAG: 2

REPORTE DE ENSAYO
 No 1295-2

ODS No.	1295-2
Códigos:	0327-1295-2

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	TAYANEE JASAI BONIVENTO DELUQUE	NIT/ C.C.	1065820194
CONTACTO/CARGO:	TAYANEE JASAI BONIVENTO	DIRECCIÓN	Diré calle 23D # 1-c 13 Claudia Catalina
DEPARTAMENTO:	La Guajira	MUNICIPIO:	Riohacha la Guajira
		TELÉFONO:	3123116890

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	Laboratorio	
0327-1294-2	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA CRUDA	INSTITUCION EDUCATIVA CABO DE LA VELA	FECHA DE MUESTREO	2018-10-02	HORA: 6:15 AM
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-10-02	HORA: 04:20 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-10-02	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-10-12	
				FECHA DE REPORTE	2018-10-12	

N.A. No aplica N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS **FISICO-QUIMICOS** ☒ **MICROBIOLÓGICOS** ☐

ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0327-1294-2
Fosforo Total	SM 4500PBE - Fotométrico	Mg P/L	No Aplica	0,50	1,00	0,22
Nitrógeno Total	SM 4500-NORG B/ SM4500-NH3 B,C - Volumetrico	Mg N/L	No Aplica	7,0	25,0	0,56
Potencial De Hidrogeno	SM 4500 HB	Unidad de pH	No Aplica	No Aplica	No Aplica	7,8

LDM: Límite de detención del método es la menor cantidad del mensurado que puede ser detectada en la matriz sujeta a ensayo
 LCM: Límite de cuantificación del método; en la menor cantidad a partir de la cual se puede determinar el mensurado con exactitud y precisión aceptadas bajo las condiciones del laboratorio, en la matriz sujeta a ensayo.

Nota: los resultados solo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de los resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin aprobación por escrito del laboratorio. LABORATORIOS BIOINDALAMB se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIÓLOGO MSc, PhD
 TP: 507-02
PEDRO JOSE FRAGOSO C.
 Bacteriólogo MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos.

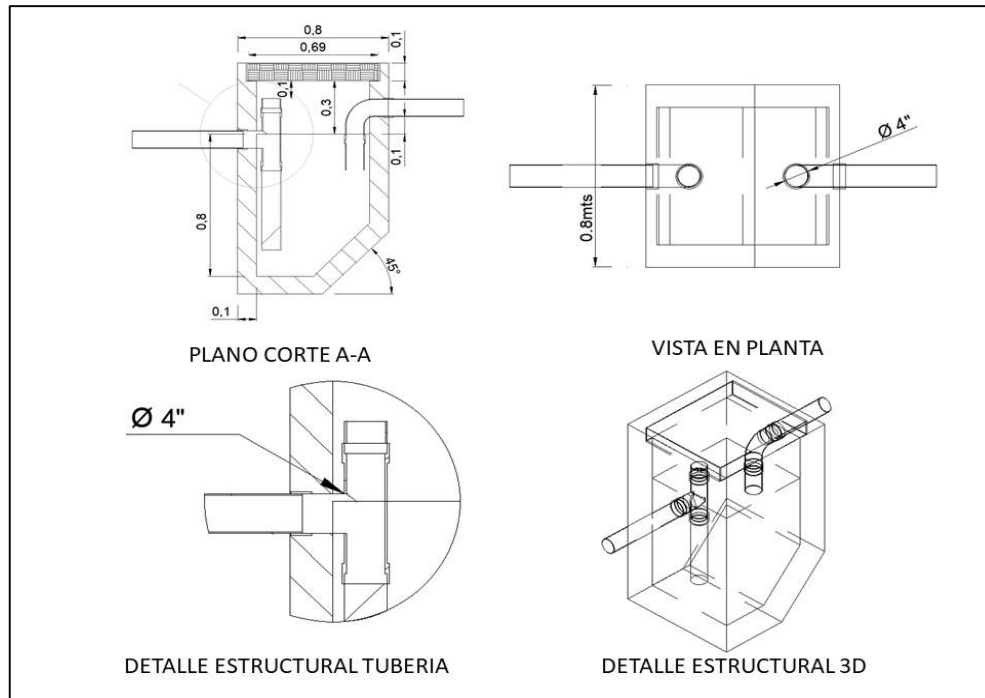
Dirección Calle 8A N° 22 – 80 Valledupar. TEL.5700657, CEL. 3166954067. www.bioindalamb.com
 E-mail. pedrojosefragoso@gmail.com, bioindallab@gmail.com



Scanned with
CamScanner

Anexo 4 Continuación de los resultados de laboratorio físico químico del agua residual de la institución etnoeducativa Cabo de la Vela
 Fuente: Bioindalamb Laboratorios, 2018

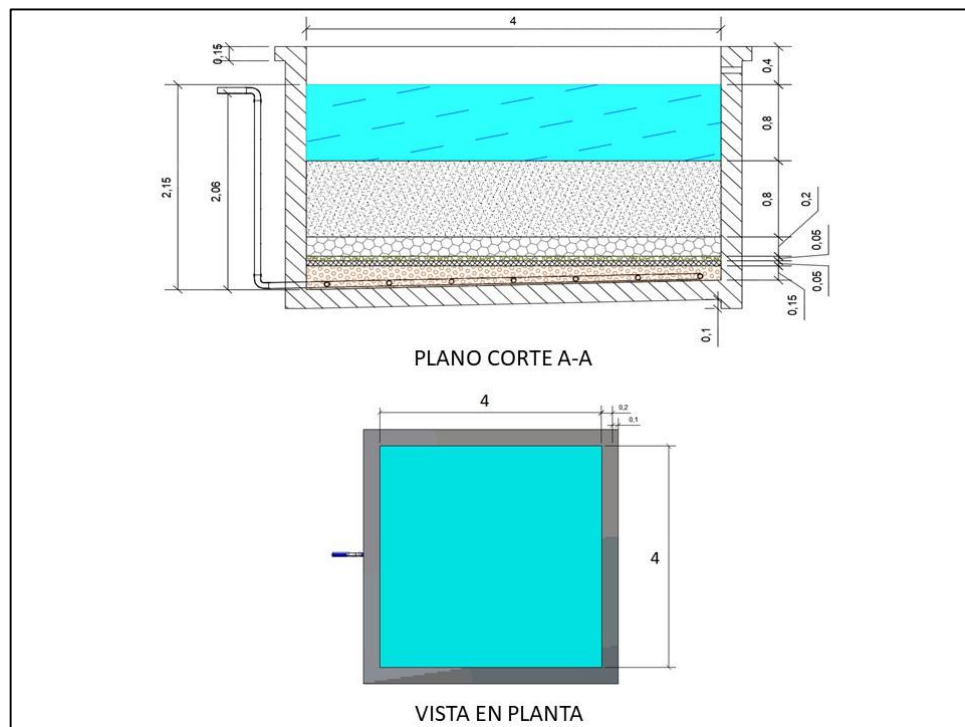
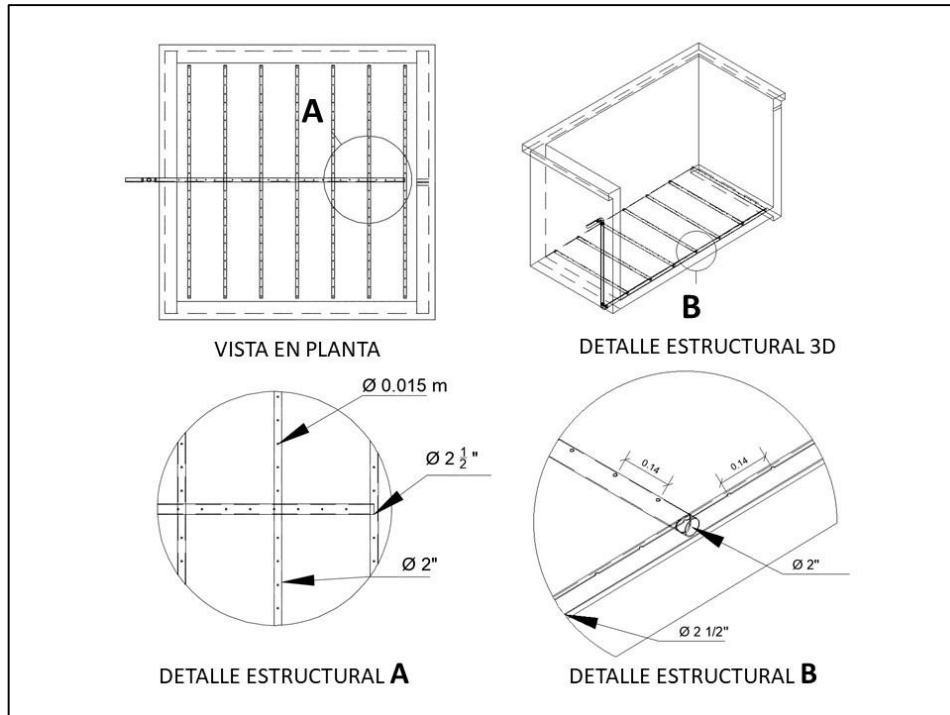
ANEXO 5



Anexo 5 Plano del sistema hidraulico de la trampa de grasa

Fuente: Autora, 2019

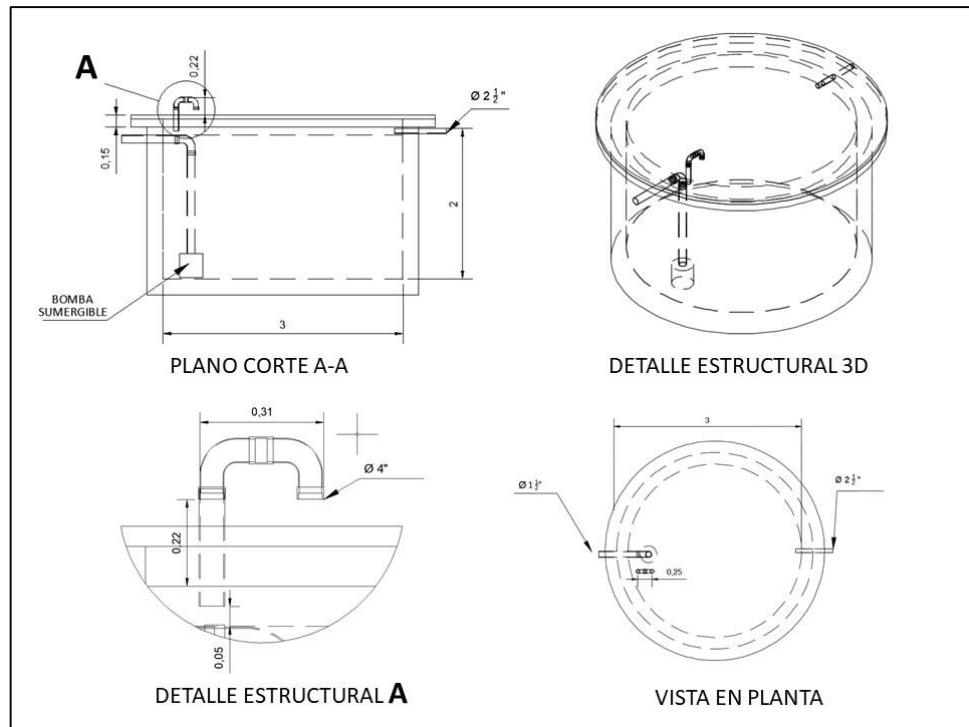
ANEXO 6



Anexo 6 Plano del sistema hidraulico del filtro lento

Fuente: Autora, 2019

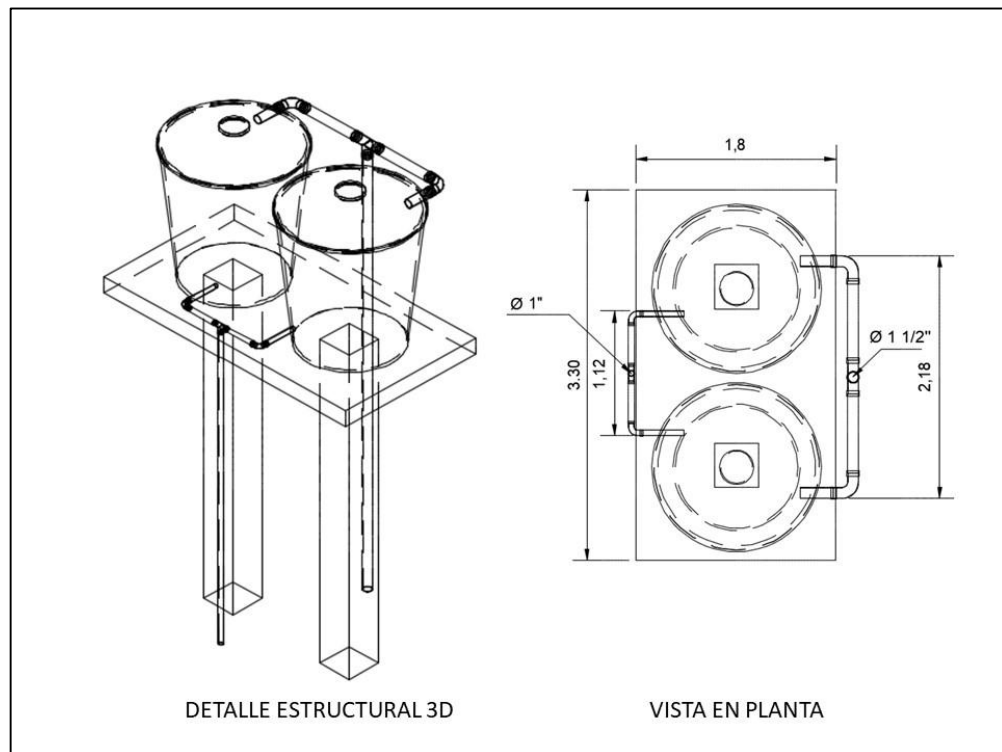
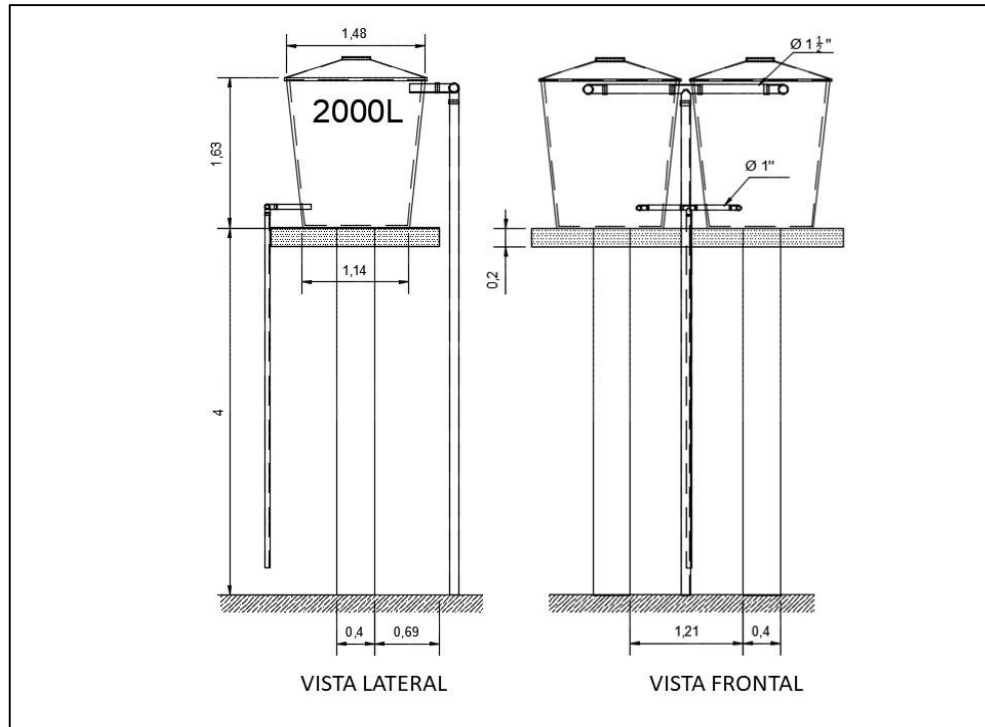
ANEXO 7



Anexo 7 Plano del sistema hidraulico del tanque de almacenamiento subterráneo

Fuente: Autora, 2019

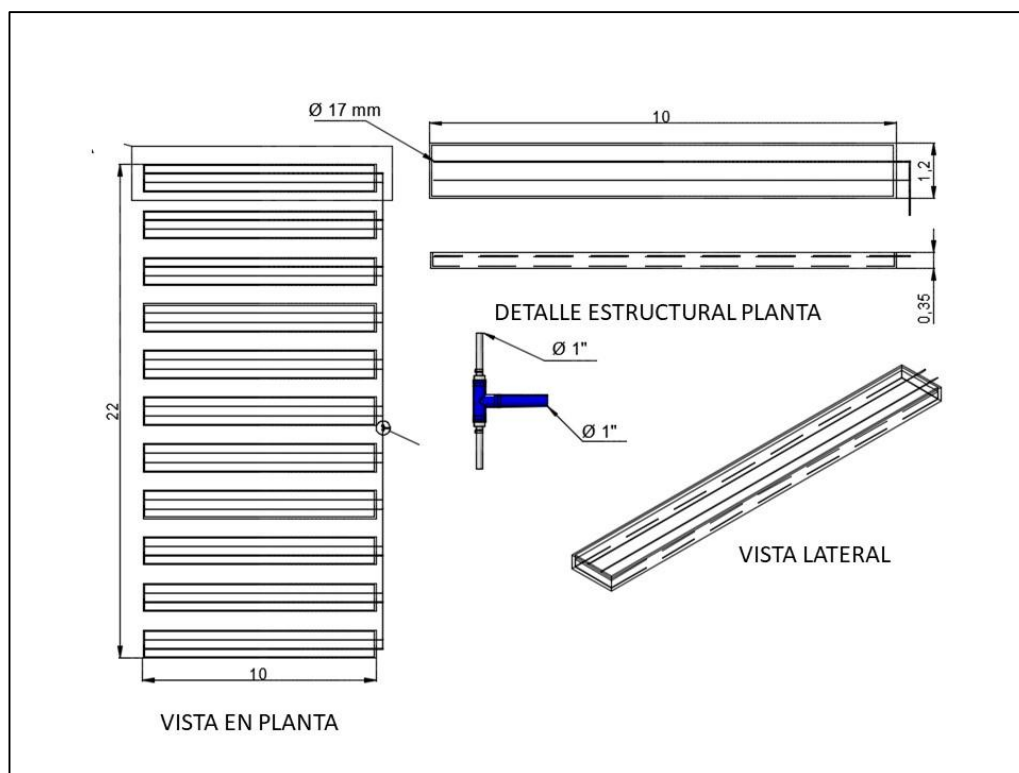
ANEXO 8



Anexo 8 Plano del sistema hidraulico del tanque de almacenamiento elevado 2

Fuente: Autora, 2019

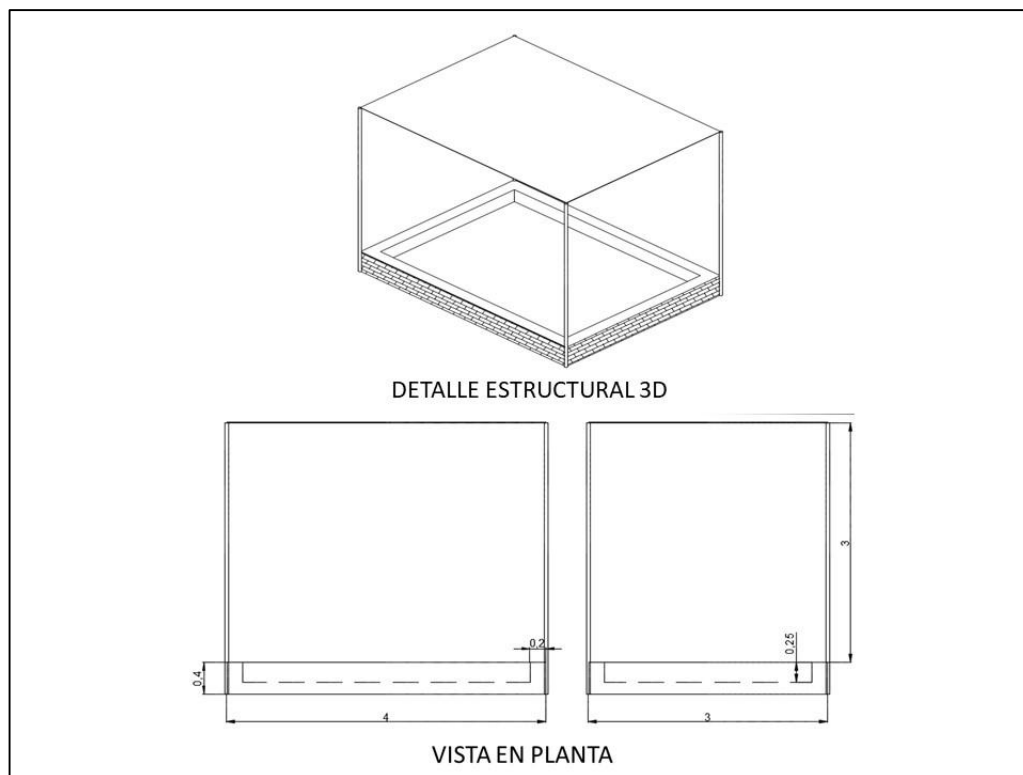
ANEXO 9



Anexo 9 Plano del sistema de riego en la huerta

Fuente: Autora, 2019

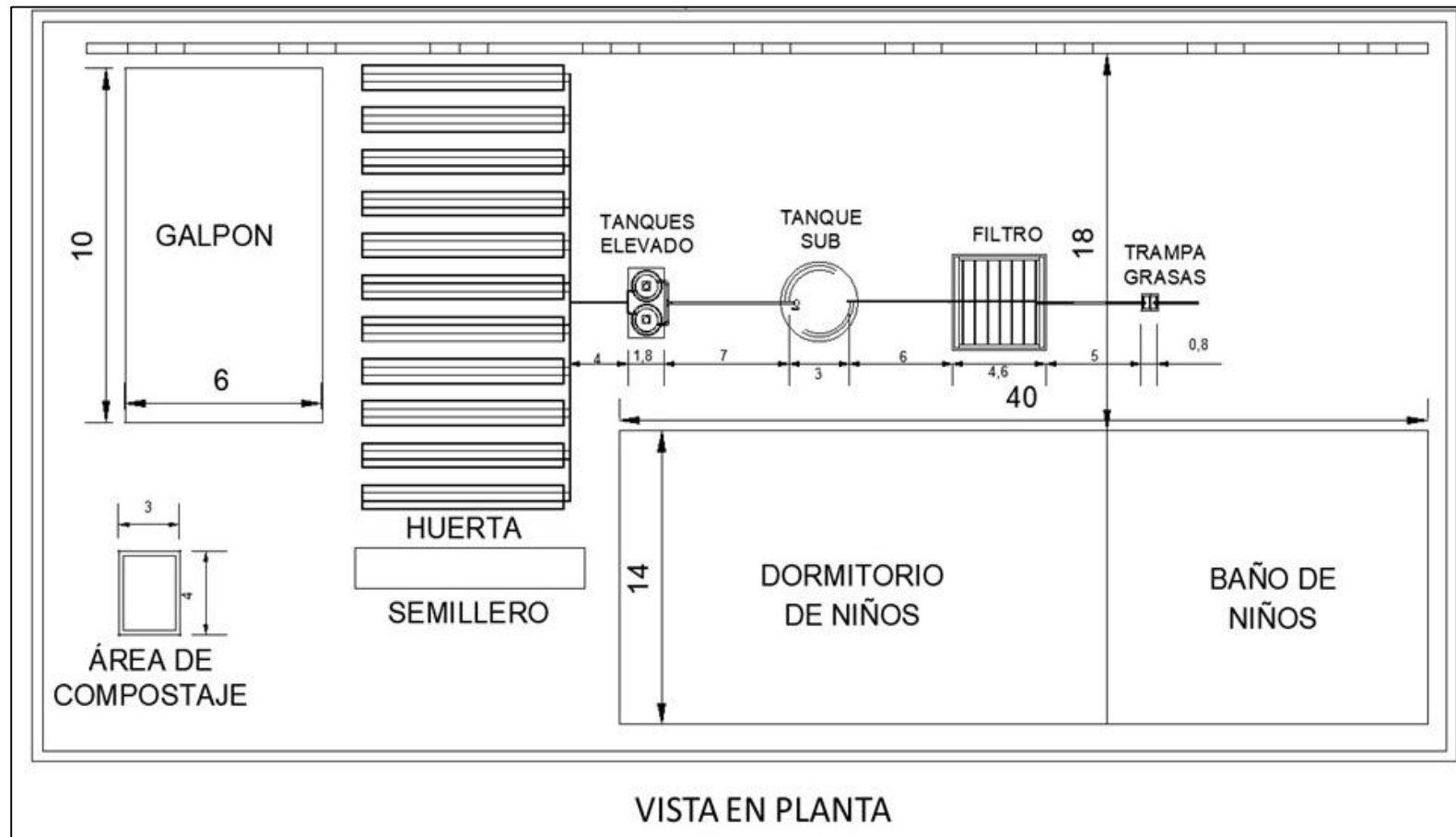
ANEXO 10



Anexo 10 Plan estructural del área de compostaje

Fuente: Autora, 2019

ANEXO 11



Anexo 11 Plano de los componentes del sistema de recuperación de aguas grises y huerta integral

Fuente: Autora, 2019

ANEXO 12

Anexo 12 Encuesta de caracterización para el diseño de un modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución Cabo de la Vela

DATOS GENERALES		
1. Identificación		
Nombres y Apellidos		
Tipo y número de identificación		
Genero	M	F
Comunidad a la que pertenece		
Municipio		
Estudiante interno o externo		
Cuántas personas viven en la vivienda		
2. Vivienda		
¿En su vivienda se realiza algún trabajo o negocio que genere ingresos económicos?		
Si	¿Cual?	no
¿Cuánto tiempo promedio se gasta y cuál es la forma más frecuente en que se hace el desplazamiento desde su vivienda a la escuela?: (puede señalar varias opciones)		
A pie		
Bicicleta		
Moto		
Carro		
Burro		
tiempo promedio		
3. Saneamiento básico		
¿De dónde toman principalmente el agua para consumir en la vivienda?		
Acueducto		
pozo		
jagüey		
Rio		
aguas lluvia		
carro tanque		
agua embotellada		
desalinizada		
¿Con que frecuencia tiene esta agua?		
Diario		

Cada 3 días	
Semanal	
¿Tiene tarifa de agua?	
Si	
No	
¿En qué almacenan el agua para consumo humano?: (puede señalar varias opciones)	
Tanque con tapa	
Tanque sin tapa	
Alberca	
¿El servicio sanitario es?	
Inodoro conectado a pozo séptico	
No tiene servicio sanitario	
4. Institución	
¿Sufre de falta de agua en la institución?	
Si	
No	
¿Con que frecuencia se baña en la institución?	
Una vez en el día	
Dos veces al día	
No me baño	
¿Tiene bebederos en la institución?	
Si	
No	
Sí per a veces no hay agua	
¿La institución le brinda comida o refrigerio?	
Dos veces al día	
Tres veces al día	
no como en la institución	
¿Utilizas el laboratorio?	
Si	
No	
No hay	

¿Tienen cultivos dentro de la institución?	
Si	
No	
6. Educación	
¿Los profesores te hablan sobre la importancia del agua?	
Si	
No	
¿Los profesores te hablan sobre el uso y cuidado del agua?	
Si	
No	
¿Hacen feria del agua?	
Si	
No	
¿Son dinámicas las clases que dan los profesores?	
Si	
No	
Algunos	
Firma del encuestado	Firma del encuestador

Fuente: Autora, 2018

ANEXO 13

Anexo 13 Test de conocimiento sobre el uso eficiente del agua para el diseño de un modelo educativo que involucra el uso eficiente del agua en la institución Cabo de la Vela

Clasifique de 0 a 5, siendo 0 muy poco y 5 mucho. Marque con una x						
1. ¿Qué tanto sabes sobre el ciclo del agua?	0	1	2	3	4	5
2. ¿Conoces la distribución del agua en el Mundo?	0	1	2	3	4	5
3. ¿Te han hablado los profesores de los tipos de agua?	0	1	2	3	4	5
4. ¿Tienes conocimientos sobre la contaminación del agua?	0	1	2	3	4	5
5. ¿Los profesores te hablan sobre Tratamiento de Agua Potable?	0	1	2	3	4	5
6. ¿Los profesores te hablan sobre Tratamiento de Agua Residual?	0	1	2	3	4	5
7. ¿Sabes que es un biofiltro?	0	1	2	3	4	5
8. ¿Sabes que es demanda y oferta de agua?	0	1	2	3	4	5
9. Según tu opinión: ¿crees que el agua es un recurso limitado?	0	1	2	3	4	5
10. ¿Los profesores te hablan sobre el cuidado, uso eficiente adecuado del agua?	0	1	2	3	4	5
11. ¿Crees que es importante el cuidado del agua?	0	1	2	3	4	5
12. ¿Te dan clases de educación ambiental?	0	1	2	3	4	5
Preguntas de única o varias respuestas, marque con una x						
13. ¿Cuál es el principal proceso mediante el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso?						
Sublimación						
Condensación						
Precipitación						
Evaporación						
14. ¿En qué lugar comienza el ciclo del agua?						
En los océanos						
En las nubes						

En los ríos	
En ningún lado	
15. ¿Crees que todos los jóvenes en el mundo obtienen agua como tú?	
Si	
No	
16. ¿Sabes de donde viene el agua que bebes y utilizas para tus necesidades básicas, en la institución?	
Acueducto	
Pozo	
Jagüey	
Río	
Aguas lluvia	
Carro tanque	
Agua embotellada	
Desalinizada	
17. ¿Sabes a dónde va el agua que utilizas en la institución?	
Mar	
Suelo	
Rio	
No se	
18. ¿Cuántos litros de agua utilizas para bañarte al día en la Institución?	
10 litros	
15 litros	
20 litros	
No se baña en el colegio	
19. ¿Crees que malgastas el agua en el colegio?	
Si	
No	
20. ¿Qué te motiva venir a la Institución?	
Alimentación	
Forma en que dan las clases	
Amigos en la Institución	
Profesores	
Firma del encuestado	Firma del encuestador

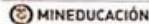
Fuente: Autora, 2018

ANEXO 14

							
LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA							
CIUDAD Y FECHA: Institucion Cabo de la Vela. 31/08/18							
OBJETIVO/TEMA: Aplicacion de caracterizacion y test de conocimientos sobre uso eficiente del agua.							
PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas							
No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Ana Carolina Go	1140.36477	estudiante	cabo de la vela			
2	Liliana Peralt		Estudiante	Cabo de la vela			
3	Kasia Gomez						
4	Esteban epieyo						esteban goel
5	Alexander Barlyga						Alex Barlyga
6	Juan Velazquez	1124358136					Juan Velazquez
7	Danielis Epieyo						Danielis Epieyo
8	Arnelberto Epieyo	1124365711					Arnelberto Epieyo
9	Esperanza pushona						Esperanza Pushona
10	Wailin Dolores						Wailin Dolores
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Aplicación de las encuestas de caracterización y test de conocimiento sobre uso eficiente del agua al grado decimo, Cabo de la Vela
Fuente: Autora, 2018

Scanned with CamScanner






LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIUDAD Y FECHA: Institucion Cabo de la vela, 31/08/18

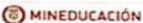
OBJETIVO/TEMA: Taller N°1 ciclo del agua.

PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas

No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Ana Gomez E	140364277	estudiante	cabo de la vela			<i>Ana Gomez</i>
2	Liana peralta						<i>Liana</i>
3	Kasia Gómez						<i>Kasia</i>
4	Esteban epayo						<i>esteban gael</i>
5	Daniel's epayo						<i>Dex Buziz</i>
6	Juan Velazquez	1124358136					<i>Juan de Dios...</i>
7	Adalberto epayo	1124365171					<i>Daniel's epayo</i>
8	Alexander burliza						<i>Adalberto Gomez E.</i>
9	Esperanza pustaina						<i>Esperanza Pustaina</i>
10	Nailin Buloreg						<i>Nailin Buloreg</i>
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Aplicación del taller N° 1 ciclo del agua agua al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018






LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIUDAD Y FECHA: Cabo de la Vela 12 Septiembre 2018
 OBJETIVO/TEMA: Taller Tipos de Agua. N° 2.
 PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas Unal

No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO/IP	FIRMA
1	<u>Liliana peralta Gutierrez</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>	<u>liliper@hotmail.com</u>	<u>311 3152225</u>	<u>Liliana peralta G</u>
2	<u>Esperanza pushiana</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>			<u>Esperanza pushiana</u>
3	<u>Kasia M. Gómez E.</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>311 4077452</u>	<u>Kasia</u>
4	<u>Danielis Espino</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>			<u>Danielis Espino</u>
5	<u>Wander D. Vela</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3106551978</u>	<u>Wander</u>
6	<u>Rafael Kanyu</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>			<u>Rafael</u>
7	<u>Adalberto Espino</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3225880381</u>	<u>Adalberto Espino</u>
8	<u>Esteban Del Espino</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3118768880</u>	<u>Esteban Del Espino</u>
9	<u>ARCADIO MENDOZA</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>			<u>Arcadio</u>
10	<u>Alfonso Ortiz</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3126074937</u>	<u>Alfonso</u>
11	<u>Jeidy Belén Velasquez</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3117889453</u>	<u>Jeidy</u>
12	<u>Luz Mary Iruana</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>3225347971</u>	<u>Luz Mary Iruana</u>
13	<u>Nailin Dolores Gómez</u>		<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>			<u>Nailin Dolores</u>
14	<u>Ana Carolina Gómez</u>	<u>1.124.364.271</u>	<u>Estudiante</u>	<u>Cabo de la vela</u>		<u>311 4077452</u>	<u>Ana Carolina G</u>
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

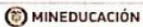
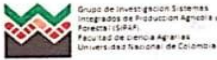
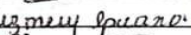
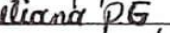
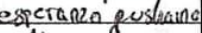
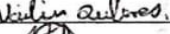
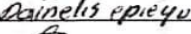
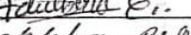
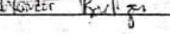
Aplicación de taller N° 2 tipos de agua al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA							
CIUDAD Y FECHA: 13/09/2018. Cabo de la Vela Institución.							
OBJETIVO/TEMA: Taller Contaminación hídrica N°3							
PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas							
No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Nailin Dolores G.	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela		321886832	Nailin Dolores
2	Luz Mary Ipuana	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela		3225397911	Luz Mary Ipuana
3	Adalberto Epineyo G.		Estudiante	Cabo de la Vela		3225350581	Adalberto Epineyo
4	Patricio Epineyo Ipuana	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela			Patricio Epineyo
5	Gabi Otero B.	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela		3146853745	Gabi Otero
6	Esteban Epineyo	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela		3186968880	Esteban Epineyo
7	Alexander Benitez		Estudiante	Cabo de la Vela		3126117992	Alexander Benitez
8	Juan de Dios V.	1124358136	Estudiante	Cabo de la Vela		3106559936	Juan de Dios
9	Danielis Epineyo	T.I	Estudiante	Cabo de la Vela			Danielis Epineyo
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

Aplicación del taller N° 3 contaminación hídrica agua al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

   							
LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA							
CIUDAD Y FECHA: Cabo de la Vela 02/10/18							
OBJETIVO/TEMA: Taller N°4 Tratamiento de agua potable y residual.							
PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas							
No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Ana Carolina Gómez	1.124.364.277.TI	Estudiante	Cabo de la vela	- - -	3114077452	
2	Luz May Ipuana	T.I	Estudiante	Cabo de la vela		322 5347977	
3	Iliriana Peralta G.	T.I	Estudiante	Cabo de la vela	ilipera@hotmail.com	3113152225	
4	Esperanza Pusthaino	T.I	Estudiante	Cabo de la vela		321 507870	
5	Nailin Golezo Gómez	T.I	Estudiante	Cabo de la vela		921 886 0372	
6	Kasia Milena Gómez	T.I	Estudiante	Cabo de la vela	kasiagomez@hotmail.com	3114077452	
7	Danielis carolina epieyu	T.I	Estudiante	Cabo de la vela	DB		
8	Gabi otero B.	T.I	Estudiante	Cabo de la vela	- - - -	3146853388	
9	Adalberto Espinazo	1.124.365.171	Estudiante	Cabo de la Vela		312580381	
10	Esteban J. Epieyu	T.I	Estudiante	Cabo de la vela.		312896888	
11	Alexander Barliza		Estudiante	Cabo de la vela.		3120514934	
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

Aplicación del taller N° 4 tratamiento de agua residual y potable agua al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018



LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIUDAD Y FECHA: 23/10/18. Cabo de la Vela

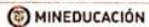
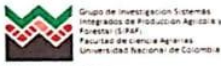
OBJETIVO/TEMA: taller N° 5, taller N° 6 y taller N° 7.

PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas

No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Carolina Gómez	1.124.364.232	Estudiante	Cabo de la Vela		311 4077452	Ana Gómez
2	Naphten Dolores		estudiante	Cabo de la Vela			Naphten Dolores
3	Esperanza Pabón		estudiante	Cabo de la Vela			Esperanza Pabón
4	Danielis Espino		Estudiante	Cabo de la Vela			Danielis Espino
5	Tina de Dios V.	1124358136	Estudiante	Cabo de la Vela		310663797	Tina de Dios
6	Esteban Espino		estudiante	Cabo de la Vela		312878888	Esteban Espino
7	Rafael K. Irujo		estudiante	Cabo de la Vela			Rafael K. Irujo
8	ARCADIO MENENDEZ		ESTUDIANTE	Cabo de la Vela			ARCADIO MENENDEZ
9	Liliana Peralta Cuervo		Estudiante	Cabo de la Vela	liliana@hotmail.com	3113152225	Liliana P.B.
10	Kasia N. Lora Gómez		Estudiante	Cabo de la Vela		3114077452	Kasia N. Lora Gómez
11	Jeidy Beltrán Valsosa		estudiante	Cabo de la Vela		3117885152	Jeidy Beltrán
12	Alexander Bruliza		estudiante	Cabo de la Vela		3126074737	Alexander Bruliza
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Aplicación de los talleres N° 5, 6 Y 7 al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

   							
LISTA DE ASISTENCIA: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NÚMERO 0896 DE 2018 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA							
CIUDAD Y FECHA: 25/10/18. OBJETIVO/TEMA: Aplicación del test de conocimiento al final de las capacitaciones sobre el uso eficiente del agua. PERSONA QUE CONVOCA O LIDERA LA REUNIÓN: las partes interesadas							
No	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	EMPRESA/DEPENDENCIA	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO/IP	FIRMA
1	Kassianela Gomez E		estudiante	Cabo de la vela		3114077452	
2	Ilana peralta Gutierrez	T.I	Estudiante	Cabo de la vela	ilpera@hotmail.com	3113153210	iliana peralta
3	Ara Carolina Gomez E.	T.I	Estudiante	Cabo de la vela		3114077452	Ara
4	Danielis carolina gomez		Estudiante	Cabo de la vela			Danielis Espinoza
5	Juan de Dios Verasquez	C.C	Estudiante	Cabo de la vela	jhptm		
6	AR CADIO MEN GUAL		ESTUDIANTE	CABO DE LA VELA			
7	Gabi Otero	T.I	ESTUDIANTE	CABO DE LA VELA		3146853345	Gabi
8	Esteban epifanio	T.I	Estudiante	Cabo de la vela			esteban epifanio
9	Adalberto Espinayo		Estudiante	Cabo de la Vela		3225880381	Adalberto E.
10	Rafael Espinayo		Estudiante				
11	Alexander San luis		Estudiante	Cabo de la vela			Alexander San luis
12	Wailin Dolores	T.I	estudiante	Cabo de la vela			Wailin Dolores
13	Jaidy Velasquez		Estudiante	Cabo de la vela		3117885153	Jaidy
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Aplicación del test de conocimiento al final de las capacitaciones sobre uso eficiente del agua al grado decimo, Cabo de la Vela

Fuente: Autora, 2018

