

Estrategias de aprovechamiento del recurso hídrico a través de la educación ambiental como herramienta para la gestión de proyectos ambientales en el Liceo Académico Jean Piaget

Daniela Idarraga & Alejandra Jiménez.

Noviembre 2016.

**Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Proyecto de grado**

Página de aceptación

Firma presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Facatativá, Noviembre de 2016

Dedicatoria

Queremos dedicarle este trabajo a Dios que nos ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto, a nuestros Padres por estar ahí cuando más los necesitamos, por su ayuda y constante cooperación, por su amor, trabajo y sacrificios, gracias a ustedes hemos logrado llegar a este punto; y a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido para que nuestros sueños y metas se hagan realidad.

Daniela, Alejandra.

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por habernos dado la oportunidad de vivir, la fuerza y la fe para iniciar este camino y así mismo creer que todo lo imposible se hace posible; a nuestras familias por apoyarnos de forma incondicional a pesar de las adversidades, por ser una ayuda inigualable e impulsarnos a seguir nuestros sueños y a culminar este proyecto; a nuestro director de tesis Víctor Eduardo Banoy Herrera por su total apoyo y esfuerzos para que todo esto se hiciera posible; al Ingeniero Sneyder Alexis Pava Sánchez, por su apoyo y ayuda incondicional en los momentos más importantes y determinantes de este proceso; por último, a la Licenciada Nidia Consuelo Alba Jiménez quien nos abrió las puertas de tan maravillosa institución para iniciar nuestro proyecto de grado e iniciar con la construcción de tan anhelado propósito.

Daniela, Alejandra

Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema	22
2. Justificación.....	24
3. Objetivos.....	26
3.1. Objetivo general	26
3.2. Objetivos específicos.....	26
4. Marco referencial.....	27
4.1. Marco teórico	27
4.2. Marco conceptual:	29
4.3. Marco legal.....	30
4.4. Antecedentes de la captación de agua pluvial.....	31
4.5. Antecedentes de la educación ambiental.....	33
5. Descripción del área de influencia.....	36
5.1. Generalidades del Municipio de Guaduas Cundinamarca	36
5.1.1. Límites del municipio	37
5.1.2. Características principales	37
5.1.3. Climatología.....	37
5.1.4. Hidrografía	39
5.1.5. Economía	39
5.1.6. Educación.....	39

5.2.	Generalidades de la institución educativa	41
6.	Metodología.....	44
6.1.	Levantamiento de la información.....	46
6.2.	Estrategias de sensibilización a la comunidad	46
6.3.	Metodología para el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias.....	50
6.3.1.	Determinación de la cantidad total de agua de lluvia disponible.....	50
6.3.2.	Definición del área de influencia.	50
6.3.3.	Determinación del volumen de agua que se puede captar	50
6.3.4.	Determinación del Volumen necesario del depósito o tanque de almacenamiento.	51
6.3.5.	Cálculos del Interceptor primario y del Potencial ahorro de agua.....	51
6.3.6.	Diseño del sistema de conducción del agua captada	51
6.3.7.	Red de Distribución.	51
6.3.8.	Sistema de Bombeo.....	52
6.4.	Establecer el potencial de aprovechamiento del agua	52
7.	Diseño obras de ingeniería	53
7.1.	Sistema de recolección de aguas lluvias	53
7.1.1.	Determinación de la cantidad total de agua de lluvia disponible.....	55
7.1.2.	Definición del área de influencia.	59
7.1.3.	Determinación del Volumen necesario del depósito o tanque de almacenamiento.	66
7.1.4.	Cálculos del Interceptor primario y del Potencial ahorro de agua.....	69

7.1.5.	Diseño del sistema de conducción del agua captada	70
7.1.6.	Red de Distribución.	76
7.1.7.	Sistema de Bombeo.....	78
7.1.8.	Costos.....	82
7.1.9.	Viabilidad.....	84
7.1.10.	Análisis Económico.	85
7.2.	Cerca de contención	86
8.	Cronograma de actividades	87
9.	Resultados y análisis de resultados.....	89
10.	Conclusiones	97
11.	Recomendaciones	99

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama..... 43

Lista de gráficos

Gráfico 1. Precipitación Estación Guaduas (2000-2013).....	57
Gráfico 2. Volumen de agua disponible.....	92
Gráfico 3. Potencial de ahorro de agua potable	92

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del Municipio dentro del departamento de Cundinamarca 36

Ilustración 2. Distribución de canaletas dentro de la institución .. **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de tablas

Tabla 1. Características principales del Municipio.....	37
Tabla 2. Cobertura educativa a nivel Municipal.....	40
Tabla 3. Actividades asociadas a los objetivos.....	45
Tabla 4. Aportes de la educación ambiental.....	46
Tabla 5. Objetivo de las actividades planteadas.....	47
Tabla 6. Estación Meteorológica de Guaduas.....	56
Tabla 7. Promedio mensual precipitación Guaduas (2000-2013).....	56
Tabla 8. Precipitación Disponible Mensual.....	57
Tabla 9. Agua disponible mensual por m2 en el Techo del Liceo Académico Jean Piaget.....	59
Tabla 10. Medidas de elaboración de productos ETERNIT certificados bajo normas ISO.....	61
Tabla 11. Características del área de captación.....	61
Tabla 12. Exceso o déficit de agua lluvia y ahorros mensuales.....	65
Tabla 13. Oferta vs Demanda Acumulada.....	67
Tabla 14. Valores mensuales de precipitación máxima 24 horas (mm).....	71
Tabla 15. Datos necesarios para el cálculo del dimensionamiento de la canaleta.....	71
Tabla 16. Resultados de las dimensiones de la canaleta.....	73
Tabla 17. Dimensiones de la canaleta.....	76
Tabla 18. Dimensiones de la tubería.....	79
Tabla 19. Altura real del Tanque.....	77
Tabla 20. Costos.....	82
Tabla 21. Viabilidad de implementación.....	84
Tabla 22. Calificación técnica del diseño según viabilidad.....	85
Tabla 23. Análisis económico del diseño.....	85

Lista de anexos

Anexo 1. Plano cubierta o tejado	100
Anexo 2. Distribución de canaletas dentro de la institución	101
Anexo 3 Malla de contención	102
Anexo 4. Evaluación talleres de sensibilización	102

Glosario

Conciencia ambiental: Es la adquisición de saberes que nos permiten entender cómo influyen las acciones de cada día en el medio ambiente y cómo esto afecta el futuro de nuestro espacio, es decir, asimilar y comprender el impacto que genera el ser humano en el entorno.

Desarrollo: Es el proceso de evolución de la sociedad frente a las diversas situaciones que se presentan, generando un aprovechamiento adecuado de todos y cada uno de los recursos, permitiendo así satisfacer las necesidades y sobrellevar los inconvenientes venideros.

Educación ambiental: Es educación sobre cómo continuar el desarrollo al mismo tiempo que se protege, preserva y conserva los sistemas de soporte vital del planeta. Esta es la idea detrás del concepto de desarrollo sostenible. (Sebasto, 1997)

Impacto ambiental: Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. (naturales, 2015)

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

sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas(Ministerio de Medioambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, s.f.)

Restauración ambiental: En un sitio determinado se caracteriza los riesgos existentes como no tolerables, entonces se tiene que intervenir el sitio para reducir los niveles de los tóxicos hasta el punto de que no signifiquen peligro para la salud pública. A este proceso de limpieza ambiental se le da el nombre de restauración, remediación o corrección ambiental. El término restauración se usa cuando los tóxicos que se van a eliminar provienen de contaminación del medio y el término remediación es más amplio, incluye los procesos de eliminación de tóxicos naturales(The University of Arizona, 2004).

Sustentabilidad: Es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno. Dentro de la disciplina ecológica, la sustentabilidad se refiere a los sistemas biológicos que pueden conservar la diversidad y la productividad a lo largo del tiempo. Por otra parte, como decíamos al principio, está ligada al equilibrio de cualquier especie en particular con los recursos que se encuentran en su entorno(Argentina, 2016).

Autogestión: Es el manejo de la empresa, entidad u objeto en todas sus dimensiones, por parte de sus asociados. Es una forma particular de establecer las relaciones de propietario- gestor – asociado y por ende una relación armónica entre capital, trabajo, recursos y producción. La autogestión se relaciona de manera directa con la concepción de desarrollo, seguimiento y evaluación de los procesos que se generan atinentes al ordenamiento, orientación y práctica que se le imprime a los

recursos disponibles, con el fin de propiciar bienestar a todas las personas que persiguen intereses afines y adelantan esfuerzos conjuntos(Tomás, s.f.).

Sistematización: Instrumento pedagógico en los proyectos de desarrollo sustentable; es la modalidad de investigación educativa, en el marco del concepto de experiencia, construcción de significados y saber. La sistematización se define como un desafío de aprendizaje que se ubica en el plano de discusión epistemológica, pero al tiempo situada como una modalidad especial de investigación educativa(Ministerio de Educación Nacional, Colombia Aprende, s.f.).

Gestión ambiental: Se concibe como el conjunto de herramientas desarrolladas con miras a atender los aspectos ambientales del entorno, con el fin de mitigar, prevenir, compensar y controlar los impactos de las actividades y servicios de la Institución sobre el ambiente, desde el análisis permanente de las decisiones individuales y colectivas, así como de sus competencias, roles y responsabilidades(Colombia, 2015).

Sostenibilidad: Es la capacidad de permanecer. Cualidad por la que un elemento, sistema o proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo. Capacidad por la que un elemento resiste, aguanta, permanece. La sostenibilidad de un sistema puede representarse mediante una función no decreciente de valuación de las salidas o productos del sistema analizado que son de interés. Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades(CEPAL, s.f.).

Biodiversidad: El término (biodiversidad) es una contracción de la expresión (diversidad biológica). Refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de una especie, entre especies distintas y entre ecosistemas(UNESCO, s.f.).

Agua dulce: Agua no salada, como la que se encuentra en lagos, ríos y arroyos pero no en los océanos. Toda agua dulce tiene su origen en la precipitación de vapor de agua atmosférico que, o bien llega directamente a los lagos, los ríos y las aguas subterráneas, o bien lo hace por el derretimiento de la nieve o del hielo(UNESCO, s.f.).

Estrategias ambientales: La estrategia ambiental descansa en las experiencias desarrolladas por ambos organismos en materia de planificación y gestión del medio ambiente urbano, y está prestando apoyo a municipios y ciudades en la preparación de evaluaciones ambientales urbanas sobre la base del Programa GEO Ciudades del PNUMA y su metodología de evaluación del medio ambiente urbano, contribuyendo a fortalecer la capacidad nacional y local de vigilar y monitorear el estado del medio ambiente urbano de forma continua(PNUMA, 2009).

PRAE: Son proyectos que incorporan la problemática ambiental local al quehacer de las instituciones educativas, teniendo en cuenta su dinámica natural y socio-cultural de contexto. Dicha incorporación tiene el carácter transversal e interdisciplinario propio de las necesidades de la comprensión de la visión sistémica del ambiente y de la formación integral requerida para la comprensión y la participación en la transformación de realidades ambientales locales, regionales y/o nacionales(Ministerio de Educación Nacional, ABC de los Proyectos Educativos Escolares, 2005).

Deforestación: La deforestación conlleva una drástica disminución en el suministro de agua a escala local y nacional. Asimismo, rompe el equilibrio climático a nivel regional e incluso planetario, lo cual exacerba la amenaza que representa el cambio climático global (México, 2013).

Resumen

Los problemas asociados al recurso hídrico, como lo son la contaminación por residuos sólidos y vertimientos, la invasión de las rondas y el uso excesivo e inadecuado del mismo, así como la demanda generada, afectan la calidad de vida de las comunidades, limitando el acceso al recurso, por lo cual, se da el establecimiento de estrategias de aprovechamiento del recurso hídrico a través de la educación ambiental como herramienta para la gestión de proyectos ambientales en el cual, se realizó en primera instancia la recolección de información, para luego llevar a cabo la identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales teniendo en cuenta para la solución de esto una matriz, que da como resultado una idea para establecer las estrategias y proyectos para el control operacional para la mitigación de los impactos encontrados. A su vez se plantea el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias basado en los principios teóricos y prácticos de la ingeniería ambiental, presentando los cálculos correspondientes al diseño, los cuales se basan principalmente en las precipitaciones registradas en la estación meteorológica correspondiente al Municipio de Guaduas Cundinamarca, donde se encuentra ubicado el Liceo Académico Jean Piaget, y el área útil de tejado dentro de la institución, que se toma como el área de captación del agua lluvia, así mismo, se establecen los costos aproximados de la implementación y la viabilidad de la misma, con la idea de establecer los beneficios ambientales y económicos que trae consigo el proyecto.

Por medio de la ejecución del diseño, se obtienen impactos positivos sobre la comunidad educativa, ya que se presenta una disminución significativa en los costos del consumo de agua potable, teniendo en cuenta que se suple la demanda con el agua lluvia que es captada y almacenada; a su vez, por medio de las estrategias de participación, se incrementa en los usuarios

del agua la conciencia y el conocimiento sobre la importancia de conservar y hacer uso sostenible del recurso hídrico, así como, de abolir prácticas y hábitos de consumo no sostenibles del agua.

Introducción

Desde la antigüedad, el agua se ha percibido como un recurso inagotable, presentando diversos usos como el recreativo, industrial, minero, agrícola; no obstante, estos usos se han limitado a un aprovechamiento de aguas subterráneas dejando de lado otras alternativas de obtención de agua, como lo es la recolección del agua lluvia, que se presenta como una fuente gratuita y sostenible para el aprovechamiento del recurso. Sin embargo, debido a la escasez del agua en la actualidad, se le ha dado mayor importancia al aprovechamiento de aguas lluvias para diversas actividades, principalmente para uso doméstico.

Teniendo en cuenta las problemáticas sociales que se presentan actualmente en torno al medio ambiente y los recursos naturales, se generan diversas alternativas de investigación encaminadas a la solución a corto, mediano y largo plazo de dichos inconvenientes, involucrando de forma directa a la comunidad, por medio de la educación ambiental como un proceso continuo y permanente, conducente a educar, orientar y desarrollar valores estratégicos que logren prevenir y resolver los problemas ambientales del presente y futuro.

El acceso al agua debe ser garantizado a todas y cada una de las personas, con la idea de garantizar que se suplan las necesidades básicas relacionadas con el uso personal o doméstico, en donde prima el bien general sobre el particular, es por ello, que por medio de las diferentes estrategias de aprovechamiento del recurso hídrico dentro de Liceo Académico Jean Piaget se asegura que la comunidad educativa cuente con un acceso continuo al agua, manteniendo la calidad de vida de los estudiantes.

Por lo anterior, para darle solución a la problemática asociada a la escasez del recurso hídrico, y dar un uso eficiente al mismo, se plantea el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias con el fin de aprovechar al máximo las aguas provenientes de la atmósfera como una alternativa sostenible de ahorro dentro del Liceo Académico Jean Piaget, utilizando los principios básicos de ingeniería como lo son la climatología, mecánica de fluidos e hidráulica, combinado con los objetivos de la educación ambiental (una educación basada en la pedagogía de la acción para la participación); lo anterior, ligado de forma directa a la educación ambiental, la cual permite la asimilación de las realidades ambientales, incentivando la participación como un esquema de gestión comunitaria hacia el uso y manejo responsable de agua, como una estrategia que se orienta a incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven a los usuarios del agua a que hagan parte de la gestión integral del recurso hídrico.

1. Planteamiento del problema

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

En el departamento de Cundinamarca, en la región del Bajo Magdalena, a la que pertenece el Municipio de Guaduas se evidencian una serie de problemáticas tales como deforestación, prácticas agrícolas y la ampliación de la frontera urbana, causando contaminación de las cuencas hídricas, pérdida de la flora y fauna nativa de la región, fragmentación del hábitat; a su vez, se presenta una problemática de gran importancia como lo es la escasez y contaminación del recurso hídrico, teniendo en cuenta que en la actualidad aún se considera el agua como un recurso renovable e inagotable, siendo esta una mala concepción, conlleva a que se dé un uso inadecuado del mismo, otro factor relevante que afecta la calidad del agua es la contaminación por residuos sólidos o vertimientos lo que disminuye la disponibilidad de la misma.

En la actualidad, la oferta de agua está afectada por los procesos de degradación de las cuencas, con la disminución progresiva de la regulación natural del régimen hidrológico que hace más prolongados los periodos de estiaje y mayores las crecientes. Es por ello, que se no se puede suplir de forma eficiente la demanda que se presenta, siendo esta cada vez más creciente y la oferta cada vez más nula.

Los grandes asentamientos humanos y los polos de desarrollo industrial, agrícola, pecuario e hidroenergético en el país, se han dado en regiones donde la oferta hídrica es menos favorable, lo que ha generado presiones sobre el recurso y señales preocupantes por los problemas de disponibilidad de agua en algunos municipios. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

La planificación y ejecución de alternativas ambientales sostenibles que propenden por el cuidado de tan preciado recurso en una intervención debidamente planificada en corto, mediano y largo plazo por medio de la implementación de obras de ingeniería.

Por lo tanto, los proyectos ambientales se consolidan como una propuesta para contribuir a identificar y precisar el tipo de formación ambiental de la comunidad del Liceo Académico Jean Piaget, procurando su desarrollo, de acuerdo con su propia concepción de vida y estableciendo nuevas líneas de acción encaminadas a la resolución de las problemáticas ambientales que se presentan en el área objeto de estudio.

2. Justificación

El diseño del sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias se plantea a partir de los elementos de diseño, y se busca principalmente mitigar los problemas en torno al uso y acceso del recurso hídrico, como lo es la escasez del mismo; la cual se presenta por diversas causas, entre ellas tenemos las extensas temporadas secas, y el incremento de la demanda, la cual supera la oferta hídrica, teniendo en cuenta que el Municipio cuenta con una única fuente de abastecimiento como lo es el Río San Francisco, el cual presenta bajas condiciones de regulación y alta vulnerabilidad, ya que se ve afectado por intervenciones antrópicas que alteran el cauce y disminuyen el caudal del mismo; generando una mejoría en la calidad de vida de la comunidad educativa, convirtiéndose en un proyecto base que puede ser implementado en las demás instituciones o viviendas del municipio, además se busca que el trabajo que a continuación se presenta, sirva como fuente de investigación y como una propuesta para el abastecimiento parcial de agua en zonas donde el recurso es escaso, brindando una alternativa sostenible de obtención del recurso hídrico.

El enfoque principal se da en utilizar el potencial de la ingeniería ambiental en la resolución de problemáticas, por medio de la metodología de proyectos estableciendo herramientas, habilidades, y finalmente soluciones integradas al problema evaluado. Por otro lado, enlazando la educación ambiental, con el objeto de generar en la comunidad la construcción de actitudes y valores de responsabilidad y respeto hacia todas las formas de vida, implicando un cambio de comportamiento de los individuos y la sociedad frente a su medio, permite consolidar en la escuela la oportunidad de construir conocimiento y potenciar la capacidad de la comunidad en la sistematización del saber que circula en la institución educativa estableciendo estrategias que permiten llevar a cabo la solución de las problemáticas contextuales de orden ambiental.

Por medio de la planificación de alternativas sostenibles que permiten la disminución de los impactos generados, se contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad educativa, teniendo en cuenta que se conciben procesos integrales que mitigan las problemáticas encontradas en torno al recurso hídrico principalmente (Contaminación de fuentes hídricas y escasez del recurso) por medio de la participación activa de la comunidad de forma permanente y sistemática, logrando la inclusión de una conciencia sociocultural ambientalista.

Es por ello, que el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias se presenta como una estrategia eficiente para el uso y aprovechamiento del recurso, ya que permite disminuir el consumo de agua potable en la institución educativa (la cual se presenta como un punto de alta demanda del recurso, teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes que allí concurren), permitiendo así disminuir los gastos asociados a estos consumos, y así dar una gestión integral al recurso hídrico.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Estructurar alternativas sostenibles para el uso eficiente y ahorro del agua en el Liceo Académico Jean Piaget

3.2. Objetivos específicos

1. Identificar y calificar los aspectos e impactos que perturban principalmente a la comunidad educativa en términos ambientales.
2. Desarrollar estrategias de educación ambiental que permitan la sensibilización, prevención y mitigación de los problemas ambientales.
3. Diseñar un sistema de recolección de aguas lluvias como alternativa para usos no potables
4. Establecer el potencial de aprovechamiento del agua, basados en la disminución del consumo de agua potable y la reducción de los costos del mismo

4. Marco referencial

4.1. Marco teórico

El Municipio de Guaduas, ubicado en la provincia del Bajo Magdalena, dentro de la zona urbana del mismo, se encuentra ubicado el Liceo Académico Jean Piaget, institución educativa de carácter privado que tiene como prioridad el cuidado del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales, es por ello que se inicia la búsqueda de actividades, que direccionadas por criterios de ingeniería y educación ambiental, propendan por la disminución de las problemáticas que aquejan a la comunidad educativa y que ponen en riesgo la calidad de vida de los mismos. Teniendo en cuenta que una de las problemáticas más relevantes es la escasez del recurso hídrico, se plantea el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias con la idea de optimizar al máximo el uso y aprovechamiento del recurso hídrico garantizando el acceso al mismo.

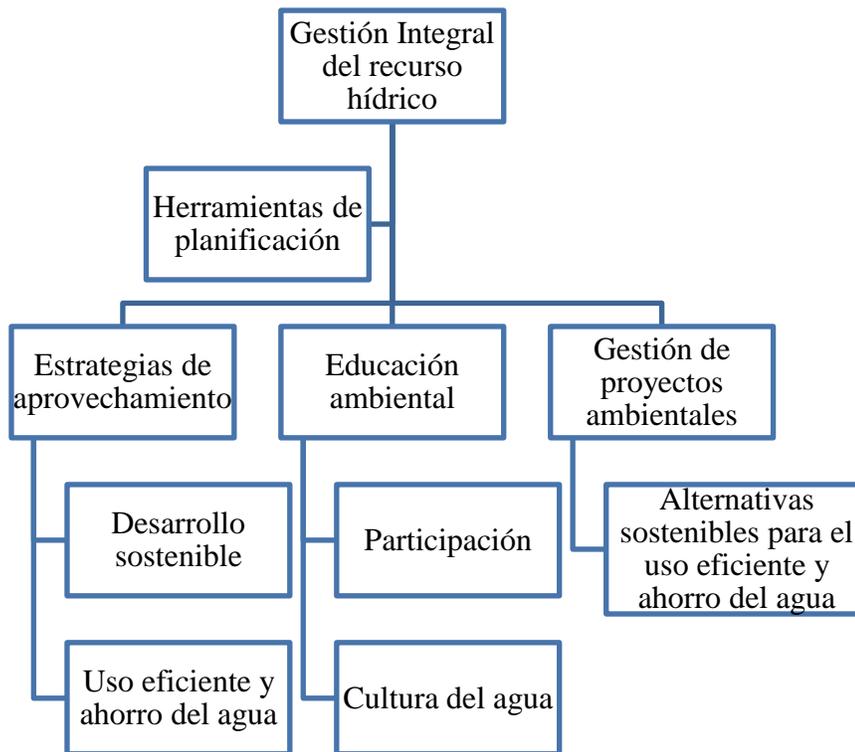
Es por ello, que para abordar esta problemática, se tienen en cuenta conocimientos y proyectos existentes, que abordan desde la misma perspectiva el uso eficiente y ahorro del agua; Natalia Palacio Castañeda plantea una “Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la Institución Educativa María Auxiliadora De Caldas, Antioquia” en donde se presenta la ingeniería conceptual de una propuesta de diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable en usos tales como la descarga de sanitarios, el lavado de zonas comunes, entre otros. Además se presenta un análisis de la viabilidad técnica y económica de dicho aprovechamiento, en dicha institución. (Palacio Castañeda, Universidad de Antioquia, 2010); Por otro lado, tenemos a Mónica Uribe y Juan Carlos Amaya, quienes esbozan el “Diseño de un sistema de recirculación de aguas lluvias para Vivienda” que permita captar y tratar según las necesidades el agua lluvia de un edificio para su posterior aprovechamiento en sanitarios y riego. (Uribe & Amaya, 2007).

Javier Alberto Sanabria y Freddy Antonio Pérez plantean el “Diseño de un sistema de captación de aguas lluvias para la utilización eficiente del recurso, en el estadio 1° de marzo de la Universidad Industrial de Santander” basados en la búsqueda de una mejora significativa al aprovechamiento de agua lluvia, para utilizarla en un sistema de riego por aspersión en el estadio 1° de marzo, utilizando la ingeniería conceptual de una propuesta de diseño de un tanque de almacenamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable.(Sanabria Cala & Perez Garcia, 2012)

María Cristina Pérez y John Jairo Rubio, en su proyecto de grado, tienen como idea principal la “Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias” con el objetivo de realizar un análisis respecto a los alcances y las limitaciones de los proyectos de sistemas de Aprovechamiento de Aguas lluvias, ya que en la actualidad se vienen enfrentando tiempos difíciles en materia ambiental y gran parte de esta problemática está relacionada agua. Por ello la escasez de éste recurso y la parte de saneamiento es una problemática que va creciendo cada día más a nivel global. (Reyes & Rubio, 2014)

A nivel internacional, más específicamente en México, se han desarrollado proyectos enfocados en el ahorro del agua, es por ello que se trae a colación el trabajo de grado realizado por Beatriz García Villegas llamado “Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica”

4.2. Marco conceptual:



Fuente: Basado en la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

4.3. Marco legal

Teniendo en cuenta que en Colombia el agua se ha visto como un recurso natural inagotable, no se cuenta con un marco legal robusto que reglamente el uso y cuidado del recurso hídrico.

4.3.1. Gestión del recurso hídrico

- El manejo del recurso hídrico está reglamentado principalmente por la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, la cual que establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitan hacer uso eficiente del recurso y preservarlo como una riqueza natural para el bienestar de las generaciones futuras de Colombianos.
- Mediante la Constitución política de Colombia se hace referencia a que el estado debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con el fin de garantizar el desarrollo sostenible, su conservación y restauración pertinente.
- A partir del Decreto 1794 de 1984 se reglamentan los usos del agua y residuos líquidos y establece los usos que se le dan al recurso dependiendo de la calidad del mismo.
- El desarrollo sostenible, se define como aquel que conduce el crecimiento económico, la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales, a partir de la Ley 99 de 1993, donde a su vez se menciona la gestión, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

4.3.2. Estrategias de aprovechamiento del recurso hídrico

- Las reglamentaciones correspondientes a la instalación de sistemas de distribución de agua dentro de una edificación se establecen en la norma Icontec 1500, con la idea de que el sistema sea capaz de suministrar cantidades suficientes a presiones y velocidades adecuadas que permitan el correcto funcionamiento de todo el sistema.
- El establecimiento de los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al sector de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias se encuentran consignadas en el RAS (Reglamento técnico del sector de agua potable), documento base para la planeación de estrategias ambientales.

4.3.3. Educación ambiental

- Por medio de la Política nacional de educación ambiental SINA se establece que el análisis de situaciones y la solución de problemas de carácter ambiental requiere de un espíritu crítico y reflexivo fundamentado en la razón y la argumentación de los hechos. La inclusión de la educación ambiental en el desarrollo territorial y la institucionalización de la política Nacional de Educación Ambiental se da a partir de la Ley 1549 de 2012 en donde se define la Educación Ambiental como un proceso dinámico y participativo, orientado a la formación de personas críticas y reflexivas, con capacidades para comprender las problemáticas ambientales de sus contextos (locales, regionales y nacionales).
- Por medio de la Ley 373 de 1997 Establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, el cual engloba entre sus principios, la realización de campañas educativas para concientizar a la comunidad acerca del uso racional del agua y la adopción de técnicas y tecnologías que contribuyan a la preservación, ahorro y conservación del recurso hídrico.

4.4. Antecedentes de la captación de agua pluvial

Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente y algunos pueblos ocuparon zonas áridas o semiáridas del planeta, el desarrollo de formas de captación de agua de lluvia comenzó como

alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico. En el Oriente, actual Jericó, antes del surgimiento de las primeras ciudades en el período, anterior a 8000 a 4000 a.c., en el Valle del Río Jordán se establecieron grandes comunidades para desarrollar una arquitectura en sus construcciones de piedra. En estos primeros sitios habitados estuvo el origen del trigo y la cebada, cuya característica fue el crítico índice de precipitación de 300 mm/año, justo lo necesario para la agricultura, aunque menos fueron las planicies aluviales y oasis donde era posible el establecimiento de cultivos. Pero el área cultivada del Oriente estuvo restringida a la presencia de lluvias y nacimientos de agua natural (UNEP, 2000). Arqueólogos encontraron un sofisticado sistema de colección y almacenaje de aguas de lluvia en la isla de Creta, mientras trabajaban en la reconstrucción del Palacio de Knossos (1700 a.c.). En Yemen donde las lluvias son escasas, se encuentran edificaciones (templos y sitios de oración) que fueron construidas antes del año 1.000 a.c., que cuentan con patios y terrazas utilizadas para captar y almacenar agua de lluvia (Ballen S, et al; 2006). En el desierto de Negev, Israel, en cuyas laderas se colectaba y conducía la escasa precipitación de los pequeños lomeríos hasta un recipiente construido con arcilla, el cual funcionaba como filtro de basuras y sedimentos que el agua arrastraba a su paso; posteriormente el líquido caía en cisternas de capacidades de 200 a 300 m³, donde se almacenaba para ser utilizado por el ganado y en las labores domésticas. Probablemente la cisterna más grande en el mundo se encuentra en Estambul, construida bajo César Justiniano (527-565 DC), que medía 140x70 metros, pudiendo almacenar 80 mil metros cúbicos de agua. Y existe otra cisterna en el mismo lugar llamada Binbirdik, con una capacidad de 50 mil metros cúbicos y construida bajo César Constantino (329-337 DC), (Ballen S, et al; 2006). En Balaton, en Hungría, en la era del emperador Galerio (305-311 años d.c.); utilizaron la captación y almacenamiento del agua de lluvia proveniente de los techos y patios de las casas. Los sistemas de captación de agua de lluvia eran

considerados al diseñar y construir las casahabitación, complementandolas con la construcción de cisternas para el almacenamiento de agua con fines de uso doméstico (UNEP,2000). En Loess Plateau, en la provincia de Gansu, en China, existían pozos y jarras para la captación de agua de lluvia desde hace más de 2000 años.(García Villegas, 2013)

En la actualidad, en América del Sur, más específicamente en Brasil, muchas ONG y organizaciones ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. En la región noroeste de Brasil de clima semiárido, en promedio anual de lluvia varía desde 200 hasta 1.000 mm. Las comunidades nativas tradicionalmente han recogido agua lluvia en pozos excavados a mano en rocas, pero este sistema no logra satisfacer las necesidades de la población, por ello una ONG y el gobierno de Brasil iniciaron un proyecto para construir un millón de tanques para la recolección de agua lluvia en un periodo de 5 años, para beneficiar a 5 millones de personas. La mayoría de estos tanques fueron hechos con estructuras de concreto prefabricado o concreto reforzado con mallas de alambre. (Ballén et al., 2006)(García Villegas, 2013)

4.5. Antecedentes de la educación ambiental

A nivel nacional, a partir de la elaboración del Plan Nacional de Educación Ambiental se han venido presentando estrategias basadas en el conocimiento y aceptación de las realidades, enfatizando principalmente en las problemáticas ambientales y en la búsqueda de soluciones para las mismas; lo anterior, con el fin de fortalecer las acciones que permiten el mejoramiento de la calidad de vida. Es por ello, que la educación ambiental debe ser reconocida y valorada como la estrategia fundamental de cambio entendida como un discurso crítico de la cultura y de la

educación convencional, y como posibilitadora de transformaciones profundas de la realidad ambiental nacional (Ministerio del medio ambiente & Ministerio de educación nacional, 2002).

Inicialmente, en la constitución política de Colombia se establecen y suscitan parámetros a cerca de la educación ambiental, de forma clara, y es allí donde se resalta el progreso de adquisición de una conciencia más amplia sobre lo que conlleva el manejo del medio ambiente y la promoción de una cultura responsable.

Por otro lado, a través del CONPES 2541, se sitúa a la Educación Ambiental como una de las estrategias fundamentales para reducir las tendencias de deterioro ambiental y para el desarrollo de una nueva concepción en la relación sociedad - naturaleza.

Posteriormente, por medio de la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio de Medio Ambiente, el cual, de la mano del ministerio de educación establece diversos mecanismos para la adopción de planes de estudio enfocados en la educación ambiental, lo anterior con la idea de generar impactos positivos en la construcción de una cultura ambiental integral.

Partiendo del Plan Nacional de Desarrollo se enfatiza en la necesidad de formar una sociedad participativa, solidaria y comprometida con la conservación de las culturas protectoras de la parte social, ecológica y humana de una sociedad.

A partir de la Política Nacional de Educación Ambiental, se definen estrategias que propenden por la creación de culturas del desarrollo en pro del mejoramiento de la calidad de vida, por medio de una gestión ambiental sostenible.

Por medio de la Política Ambiental del Plan de Desarrollo “Cambio para construir la paz”, el Ministerio del Medio Ambiente diseña y pone en ejecución el Proyecto Colectivo Ambiental, el cual se posiciona como su carta de navegación. Este proyecto privilegia los instrumentos y

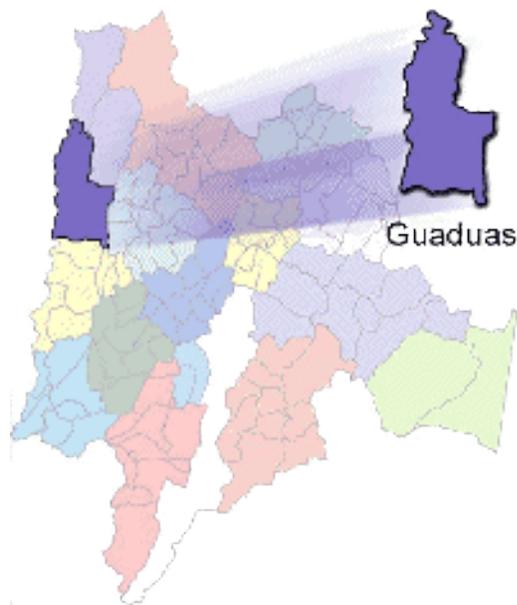
acciones dirigidos a fomentar entre los ciudadanos la ética, la responsabilidad, el conocimiento y la capacidad para enfrentar colectivamente, la solución de los problemas ambientales, dándole vital importancia a la participación y la Educación Ambiental (Ministerio del medio ambiente & Ministerio de educación nacional, 2002).

5. Descripción del área de influencia

5.1. Generalidades del Municipio de Guaduas Cundinamarca

El Municipio de Guaduas se encuentra ubicado al noroccidente del Departamento de Cundinamarca, con una distancia a Santa fe de Bogotá por carretera de 114 kilómetros vía Sasaima y 117 kilómetros vía la Vega. Su territorio tiene un área de 757 kilómetros cuadrados y limita por el norte con Puerto Salgar, por el oriente con Caparrapi, Útica, Quebrada negra y Villeta, por el sur con Vianí y Chaguaní y por el occidente con los Departamentos de Caldas y Tolima. Dentro de su territorio están las inspecciones de, Guaduoero, La Paz y Puerto Bogotá.

Ilustración 1. Ubicación del Municipio dentro del departamento de Cundinamarca



Fuente: Sitio web del Municipio

5.1.1. Límites del municipio

Al norte con Puerto Salgar y Caparrapí; al Oriente con Caparrapí, Utica Quebrada Negra y Villeta; al Sur con Vianí, Chaguaní y San Juan de Río-Seco; al Occidente con el Río de la Magdalena que la separa de los Departamentos del Tolima y Caldas. Se une con la Capital de la Republica, por una excelente carretera de 114 kilómetros, que hace parte de la autopista Bogotá-Medellín.

5.1.2. Características principales

Tabla 1. Características principales del Municipio

Extensión total	756.872635 Km2
Extensión área urbana	750.594607 Km2
Extensión área rural	6.278028 Km2
Altitud de la cabecera municipal	992 m.s.n.m
Temperatura media	23.5° C
Distancia de referencia	114 Km de Bogotá

Fuente: Sitio web Alcaldía de Guaduas

5.1.3. Climatología

Guaduas presenta un clima variable debido presenta un clima cálido seco, con una altitud de 992 m.s.n.m y una temperatura promedio de 23.5° C, la otra franja altitudinal mayor a 1000 m.s.n.m. se puede clasificar como clima medio seco. (Alcaldia Municipal Guaduas Cundinamarca, 2015)

Representa una potencia en recursos naturales a nivel del departamento de Cundinamarca, ya que cuenta con gran variedad de fuentes hídricas y zonas boscosas; por su variedad en altitud a lo largo del territorio presenta dos tipos de pisos térmicos, cálido y medio; a su vez, según la clasificación de zonas de vida de Holdrige, el Municipio se clasifica como bh-PM Bosque húmedo premontano y bs-T Bosque seco tropical (Organization of American States, s.f.)

Precipitación:

La distribución temporal de la precipitación es de tipo bimodal, con un descenso considerable de los niveles durante los meses de Junio y Agosto, la primera temporada lluviosa comienza en Marzo y se extiende hasta Mayo, época en la cual el comportamiento es prolongado y homogéneo con valores que oscilan entre los 115 y 185 mm; se presentan nuevamente lluvias durante los meses de Septiembre y Noviembre cuyos registros varían entre 109 y 222 mm. Los períodos secos van de Diciembre a Febrero y de Junio hasta Agosto, los cuales se caracterizan por una disminución pronunciada de la precipitación, teniendo estos últimos meses los registros más bajos en 37 mm.(Alcaldía Municipal Guaduas Cundinamarca, 2015)

Brillo Solar:

El número de horas de brillo solar se halla influenciado en la zona por la precipitación de los diferentes meses del año. El registro heliográfico muestra que el período seco es de mayor insolación, consecuente con el mes de Julio y el período de transición de Diciembre – Enero. Por su parte, la temporada húmeda (Marzo-Mayo, Septiembre-Noviembre) se caracteriza por presentar los valores más bajos, con un promedio de 150 horas.(Alcaldía Municipal Guaduas Cundinamarca, 2015)

Caracterización climática: En el municipio Guaduas prevalecen los pisos térmicos Cálido y templado, según los datos aportados por las estaciones más cercanas a la región, las cuales pertenecen a temperaturas entre 23 y 28 °C y precipitaciones que varían entre 1485mm y 2088 mm.(Alcaldía Municipal Guaduas Cundinamarca, 2015)

5.1.4. Hidrografía

El área del municipio de Guaduas hace parte de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande de la Magdalena, Subcuenca Río Seco de las Palmas y la Cuenca del Río Negro, Subcuenca Río Guaduoero. Se cuenta con un total de 12 micro subcuencas las cuales se encuentran redistribuidas a lo largo del municipio.(Alcaldía Municipal Guaduas Cundinamarca, 2015)

5.1.5. Economía

Depende Básicamente de la Ganadería, Agricultura, la explotación del Petróleo, Sobresale la Piscicultura, la Avicultura, cultivos de Café, caña de azúcar, plátano, maíz, yuca, algodón fríjol, cacao, legumbres, hortalizas y frutas.

En el 85% de las veredas del municipio, se presenta la actividad ganadera, mientras que el café aparece en el 70% de ellas, le sigue la caña panelera que hace su aparición en el 65% de ellas.

5.1.6. Educación

El municipio cuenta con 13 instituciones educativas aproximadamente de las cuales 4 son pertenecientes al sector público y 9 al sector privado, y se encuentran ubicadas en la zona urbana

y rural del municipio, teniendo en cuenta que algunas de estas instituciones cuentan con sedes o subsedes a lo largo de todo el territorio municipal.

Algunas instituciones cuentan con programas educativos enfocados hacia la conservación y preservación del medio ambiente, por medio de temas como lo son el reciclaje, el uso eficiente y ahorro del agua, la preservación de la fauna y flora, etc. Sin embargo, no se cuenta con espacios de realización de Proyectos Ambientales Escolares articulados, que propendan por la acción-participación de las comunidades.

Tabla 2. Cobertura educativa a nivel Municipal

Educación - Total municipio					
Total Municipio	Preescolar	Básica primaria	Básica secundaria	Media	Total
No. Habitantes en edad escolar	239,00	2.209,00	1.854,00	1.286,00	5.588,00
%	4,28	39,53	33,18	23,01	100%
Cupos disponibles por nivel	125,00	125,00	30,00	10,00	290,00
%	43,10	43,10	10,34	3,45	
No. de alumnos matriculados en edad escolar	347,00	1.709,00	1.854,00	1.286,00	5.196,00
%	6,68	32,89	35,68	24,75	

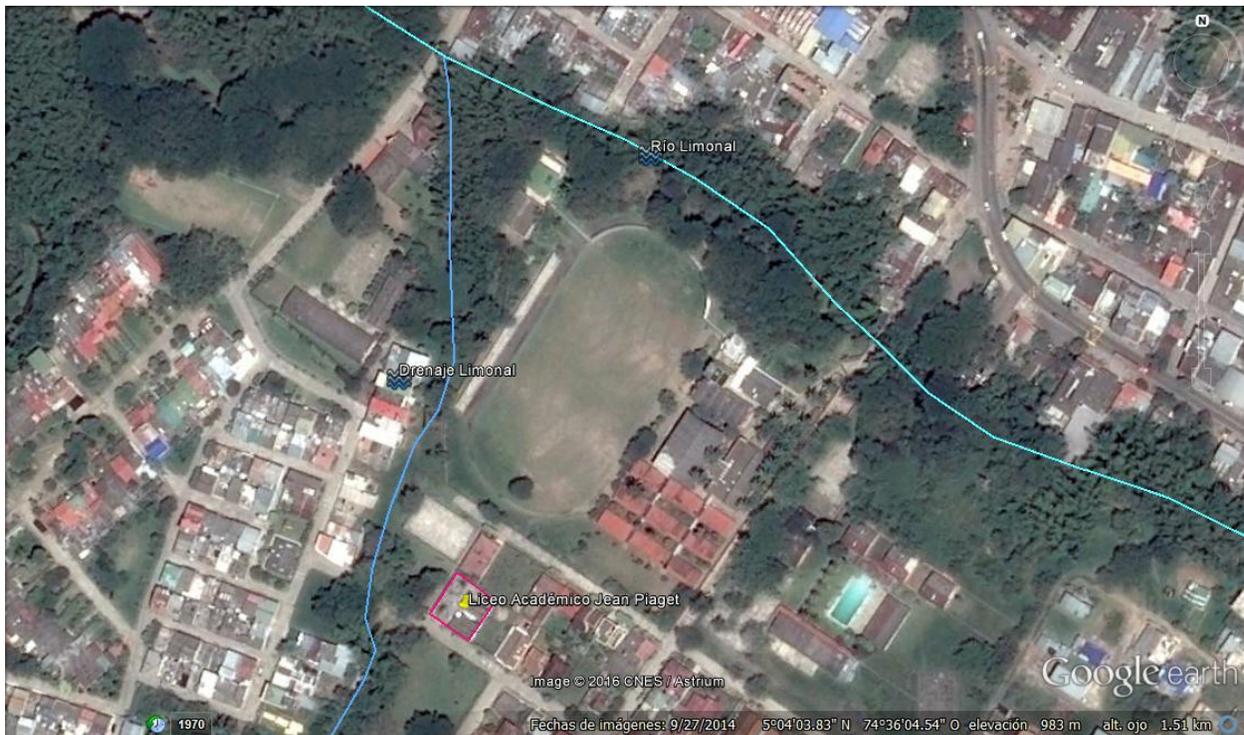
Fuente: Sitio web Alcaldía de Guaduas

5.2. Generalidades de la institución educativa

Nombre: Liceo Académico Jean Piaget

Dirección: Calle 5 sur N° 9-82 Barrio Villa de Guaduas

Número de estudiantes:259



Fuente: Google Earth. Modificado por autores

Ubicado en el Barrio Villa de Guaduas, del Municipio de Guaduas, Cundinamarca, Colombia.

Por su ubicación, el Liceo Académico Jean Piaget se encuentra en un punto estratégico, teniendo como área de influencia tres barrios principales, que son: Barrio Villa de Guaduas, Benjamín Herrera y Los Choferes. Se encuentra rodeado de una pequeña zona boscosa y así mismo en sus cercanías pasan dos cuerpos hídricos (Drenaje Limonal y Río Limonal).

La institución cuenta con estudiantes de diversos barrios y veredas del municipio, es por ello que su accionar influye de forma positiva en una gran parte del territorio, y es de vital importancia brindar una educación integral con conocimientos que puedan ser aplicados en los lugares de residencia de los estudiantes permitiendo extender su área de influencia a una gran parte del Municipio.

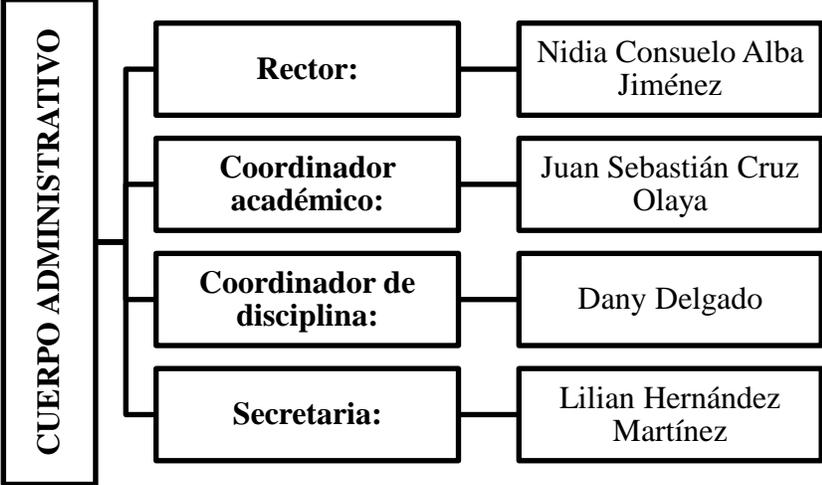
Misión

El Liceo Académico Jean Piaget es una institución educativa que ofrece un servicio educativo de calidad centrada en los valores propios de la región, la identidad cultural y el desarrollo académico. Es consciente que el futuro de un pueblo se garantiza en la medida en que se generan procesos de formación pedagógica y científica acorde con el progreso cultural y las necesidades propias de nuestro país(Liceo).

Visión

El Liceo Académico Jean Piaget pretende ser un destacado centro de estudios académicos que brinde una comprensión apropiada de los fenómenos de la sociedad, con la finalidad de formar estudiantes con la capacidad de proponer alternativas de solución a los problemas tanto del entorno urbano como rural. Ya que, su modelo pedagógico centrado en la mediación del aprendizaje significativo y de los procesos de comprensión lectora y la resolución de problemas con una modalidad académica con profundización en ciencias básicas en la educación media permitirá generar en sus estudiantes una actitud reflexiva y crítica(Liceo).

Figura 1. Organigrama



6. Metodología

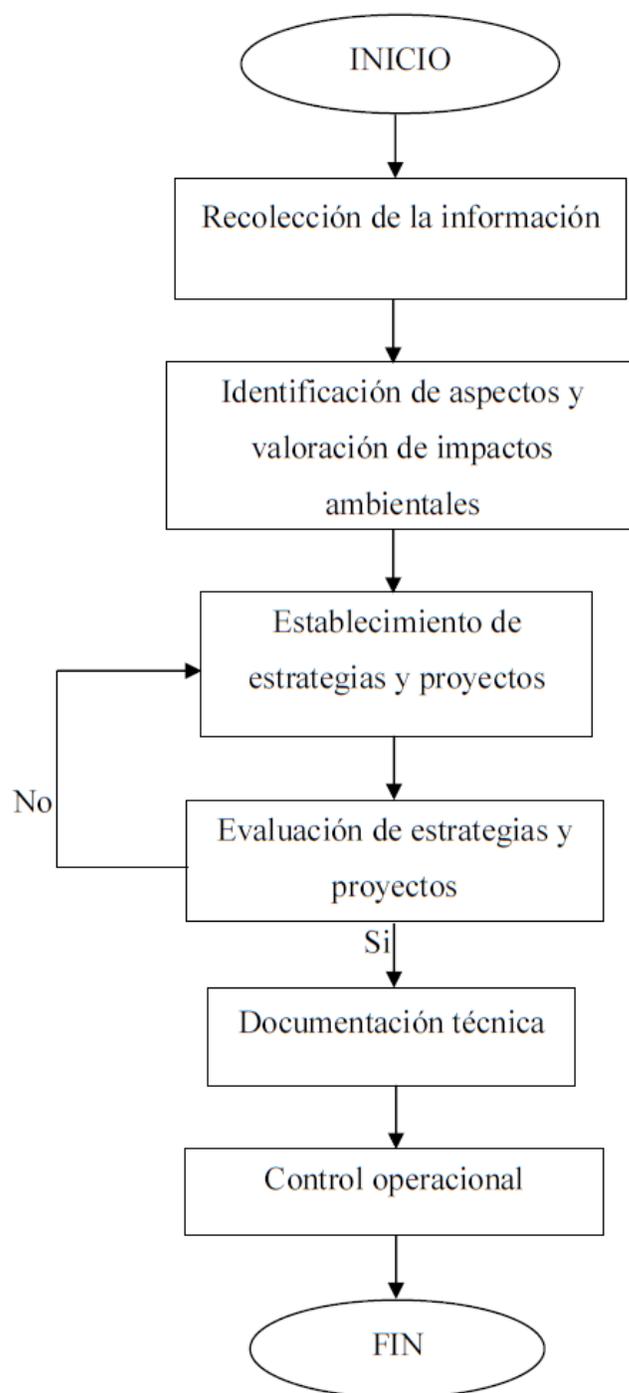


Tabla 3. Actividades asociadas a los objetivos

No.	Objetivo específico	Actividades asociadas
1	Identificar los aspectos e impactos que perturban principalmente a la comunidad educativa en términos ambientales.	Levantamiento de información por medio de la matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales
2	Desarrollar estrategias que permitan la solución, prevención, sensibilización, y humanización de los problemas ambientales.	Capacitaciones enfocadas en las problemáticas ambientales, sus causas y efectos. (Valoración de las mismas por medio de evaluaciones, con el fin de determinar el nivel de aprendizaje que se presentó)
3	Diseñar un sistema de recolección de aguas lluvias como alternativa para usos no potables	Levantamiento de datos para la realización de los cálculos pertinentes al diseño (Áreas, precipitación, longitudes)
4	Establecer el potencial de aprovechamiento del agua, basados en la disminución del consumo de agua	Determinación del agua lluvia que puede ser captada y aprovechada

potable y la reducción de los costos del mismo	Determinación de los costos de implementación
--	---

6.1. Levantamiento de la información

Para el levantamiento inicial de la información de implementó el uso de la matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales, que fue establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente la cual permite identificar los aspectos y valorar los impactos ambientales de acuerdo a los procesos y actividades que éstas desarrollan y que generan o pueden generar alguna afectación positiva o negativa al ambiente. Lo cual permite establecer la prioridades de la gestión ambiental dentro de la institución, y así mismo, definir los objetivos, metas, indicadores y estrategias que permiten solucionar las problemáticas encontradas.

6.2. Estrategias de sensibilización a la comunidad

Por medio de la educación ambiental, se establecen las diversas actividades encaminadas a fortalecer en la comunidad la cultura ambiental, que permite asimilar las realidades ambientales y proponer acciones encaminadas a la solución de los problemas ambientales encontrados.

Tabla 4. Aportes de la educación ambiental

Dimensiones	Áreas	Noveno	Décimo	Undécimo
Comunicativa	Participación activa	Adquisición de conocimientos y aptitudes enfocadas a procesos interdisciplinarios.		

Ética	Educación ambiental	Fortalecimiento de la cultura ambiental.
Social	Participación ciudadana	Integración de las comunidades por medio de la educación acción participativa.
Cultural	Educación ambiental	Fomentar la adquisición de nuevos conocimientos que permitan la generación de cambios en las costumbres de las comunidades
Tecnológica	Ciencias naturales	Inclusión de proyectos ambientales encaminados a las actividades sostenibles en pro del bienestar del medio ambiente y los recursos naturales
Ingeniería	Formulación de proyectos	de Diseño de obras de ingeniería para el aprovechamiento del recurso hídrico

Fuente: Autores

Tabla 5. Objetivo de las actividades planteadas

Actividad	Objetivos
Capacitación invernadero	Conocer la problemática que tiene el fenómeno en la atmosfera teniendo en cuenta que es natural y el exceso de los gases genera contaminación, y así mismo crear una reflexión teniendo en cuenta la parte local estudiantil haciendo parte del

		problema y de sus alternativas de solución, esto con el fin de hacer cumplir uno de los objetivos del proyecto.
Capacitación global	calentamiento	Propiciar conocimiento en los estudiantes de grado once con el fin de incentivar su colaboración con el medio ambiente y generando una conciencia activa en ellos para que hagan parte del problema y así mismo de la solución.
Capacitación	residuos sólidos	Instruir a los estudiantes en cuanto a terminología, clasificación y procesos de los residuos sólidos a nivel general e institucional, como instrumento al avance de la descendencia de una conciencia ambiental activa hacia el manejo de los residuos sólidos.
Retroalimentación de las capacitaciones	de las	Evaluar a los estudiantes con el fin de determinar si se logró inculcar conocimientos en las capacitaciones anteriores para poder seguir con el proceso según lo estipulado en uno de los objetivos del proyecto.
Limpieza	Drenaje Limonal	Propiciar espacios en los estudiantes de manera experimental para que se den cuenta del dalo que se genera a la institución y así implantar una generación de la conciencia ambiental.
Capacitación ambiental	restauración	Identificar el conocimiento que tienen acerca de la restauración ambiental y si mismo ver la problemática a nivel local, teniendo en cuenta el estado en el que se encuentra el Liceo Académico Jean Piaget.

Capacitación hídrica	contaminación	Instruir a los estudiantes acerca de la importancia de los cuerpos de agua y sensibilizar el grado de impacto que genera la contaminación hídrica a los ecosistemas.
Capacitación	normatividad	Identificar las partes bióticas y abióticas que están afectadas en el territorio nacional regional y local con el fin de argumentarse en la legislación para determinar las mejores soluciones que se pueden plantear en caso de impacto negativo al ambiente.
Capacitación ambiental	impacto	Implementar en los estudiantes del Liceo Académico Jean Piaget una idea del significado e importancia del deterioro del ambiente en la localidad en la que se encuentren, generando conciencia e incentivando a que los estudiantes propicien soluciones para mejorar el ambiente.
Capacitación ahorro del agua	uso eficiente y	Incentivar a los estudiantes de la problemática que esté creciendo desmedidamente en la actualidad, se pretende optimizar el mal uso de los cuerpos de agua y aportar con el mejoramiento de esta misma. Desarrollar en los estudiantes, docentes y administrativos, una cultura ecológica para la protección y mejoramiento del medio ambiente a través del conocimiento, desarrollo de actividades y valores enfocados en el cuidado del agua.

6.3. Metodología para el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias

Para la elaboración del diseño se realizó previamente el levantamiento de la información pertinente, como lo son el número de estudiantes, profesores y empleados que conforman la institución, y el área total de captación correspondientes al área total del tejado)

Teniendo en cuenta los lineamientos técnicos del diseño se establecen los puntos a desarrollar:

6.3.1. Determinación de la cantidad total de agua de lluvia disponible.

Se debe considerar la cantidad total de agua disponible, producto de la precipitación total mensual y su relación con la superficie del techo, con el fin de determinar el potencial de captación de aguas lluvias que tiene la institución; Estos datos son obtenidos de la base de datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) donde se lleva un registro de las precipitaciones correspondientes a la estación meteorológica de Guaduas.

6.3.2. Definición del área de influencia.

El área de influencia se establece como el área total de la institución (Largo x Ancho) teniendo en cuenta las medidas tomadas en el levantamiento de la información.

Así mismo, se establece el área de captación real, el cual corresponde al área total del tejado dentro de la institución.

6.3.3. Determinación del volumen de agua que se puede captar

Teniendo en cuenta el área de captación y los datos de precipitación por cada metro cuadrado se establece:

- Agua neta que puede ser captada y recirculada como agua lluvia para cada mes
- Cálculo de Exceso o Déficit de agua lluvia disponible en el área de influencia

Se determina el consumo de agua diaria que se demanda teniendo en cuenta la cantidad de sanitarios ubicados dentro de la institución

6.3.4. Determinación del Volumen necesario del depósito o tanque de almacenamiento.

Para determinar el volumen que debe tener el depósito se debe tener en cuenta la cantidad de agua correspondiente a la oferta acumulada y demanda acumulada, para determinar la diferencia de agua, es decir el exceso.

6.3.5. Cálculos del Interceptor primario y del Potencial ahorro de agua.

- Cálculo del Interceptor de primeras Aguas: Se toman como base los parámetros establecidos en la metodología del CEPIS
- Potencial de ahorro de Agua Potable: Se determina de acuerdo a la cantidad de agua que puede ser recolectada y la cantidad de agua demandada por la comunidad estudiantil.

6.3.6. Diseño del sistema de conducción del agua captada

- Canaleta de recolección: Determinar las dimensiones de la canaleta a partir de expresiones matemáticas encontradas en el capítulo 4 del documento Diseño de Sistema de Captación del Agua Lluvia, del “Manual de Captación Agua Lluvia” por (CRITCHLEY, 2007).
- Tubería circular bajante (caída libre inducida): Los cálculos para el diseño de la tubería circular bajante se basa en la fórmula de Manning para geometrías circulares.

6.3.7. Red de Distribución.

Se establece de acuerdo a la longitud del tejado en los tramos correspondientes partiendo del área de captación, hasta el interceptor de primeras aguas y el tanque de almacenamiento.

6.3.8. Sistema de Bombeo.

Para establecer el sistema de bombeo es necesario tener en cuenta:

- Equipo de presión de agua
- Potencial del motor de la bomba
- Costos de Bombeo

6.4. Establecer el potencial de aprovechamiento del agua

Para determinar el potencial de aprovechamiento del agua se establecen dos puntos clave, la cantidad de agua lluvia que puede ser captada y aprovechada y los costos de implementación y la viabilidad de la misma.

Teniendo en cuenta la oferta acumulada y la demanda acumulada se puede establecer si es óptima o no la implementación del diseño, ya que se determina si la cantidad de agua que es captada puede suplir las necesidades dentro de la institución.

Para establecer los costos de implementación y la viabilidad de la misma, se tienen en cuenta todos y cada uno de los materiales que deben ser usados para su implementación y el costo de los mismos, a su vez, se evalúa el potencial de ahorro de agua, y la disminución de los costos que esto genera dentro de la institución, por otro lado, se tienen en cuenta las ventajas y desventajas, y se otorga una calificación técnica del diseño para determinar su viabilidad.

7. Diseño obras de ingeniería

7.1. Sistema de recolección de aguas lluvias

El Liceo Académico Jean Piaget está ubicado en el sur del Municipio de Guaduas, cerca de la avenida principal, y pertenece al estrato socio-económico Comercial. Es una institución fundada en el año 1987 y en la actualidad cuenta con 259 estudiantes y 28 personas entre profesores y empleados de planta.

La institución cuenta con servicios básicos de acueducto, alcantarillado y aseo, los cuales son prestados por la ESP Aguas del Capira S.A y son pagados por el Liceo Académico Jean Piaget. En promedio, la institución consume 54 de agua potable al mes, la cual tiene un costo aproximado de \$192.060, de acuerdo con las facturas de la empresa prestadora del servicio.

La captación y aprovechamiento de las aguas lluvias es una técnica de la ingeniería que como tal tiene sus ventajas y desventajas.

Entre las muchas razones que se han expresado anteriormente, los principales beneficios que se obtienen de almacenar y utilizar el agua lluvia, son los siguientes¹:

- Algunos sistemas no requieren de energía para operar
- El agua lluvia es gratis, los únicos costos son los de recolección, almacenamiento y distribución.
- Alta calidad físico-química del agua lluvia

¹ NATALIA PALACIOS [En Línea] <
<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluviaAlternativaAhorroAguaPotableInstitucionEducativaMariaAuxiliadoraCaldas.pdf>> [Citado en 28 de abril de 2016]

- Facilidad en la construcción pues se pueden utilizar materiales de la zona, además implica bajas frecuencias de mantenimiento.
- El uso final del agua recolectada está situado cerca de la fuente, eliminando la necesidad de sistemas de distribución complejos y costosos.
- El agua lluvia no entra en contacto con el suelo y las rocas donde se disuelven las sales y minerales, por lo tanto es suave y puede reducir significativamente la cantidad de jabones y detergentes para la limpieza.
- La recolección y utilización del agua lluvia reduce los costos pagados a las empresas prestadoras del servicio debido a la disminución de los consumos de agua potable.
- Es una tecnología que se está utilizando por ser económica, social y ambientalmente aceptable.

Las principales desventajas que presenta la utilización de las aguas lluvias son:

- Los altos costos iniciales de construcción del sistema (especialmente del tanque de almacenamiento), lo que puede volverlo inaccesible para algunas poblaciones.

Teniendo en cuenta estas especificaciones se da la claridad del porque es necesaria la implementación de la recolección de aguas lluvias en el Liceo Académico Jean Piaget en el municipio de Guaduas – Cundinamarca.

A continuación, se enumeran y desarrollan paso a paso los criterios de diseño y los respectivos cálculos a considerar para el diseño de un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias en el Liceo Académico Jean Piaget:

7.1.1. Determinación de la cantidad total de agua de lluvia disponible.

Se debe considerar la cantidad total de agua disponible, producto de la precipitación total mensual y su relación con la superficie del techo. Éstas determinan el valor potencial de captación de aguas pluviales. Por lo general, se produce una pérdida causada principalmente por evaporación (sol), fuga (superficie cubierta), desbordamiento (agua lluvia que “rebota” a través de los canales) y transporte (canalones y tuberías). Las condiciones climáticas locales son el punto de partida para esta parte y por ende la viabilidad de construcción del sistema (eficiencia).

De acuerdo con (Abdulla, 2006), citado en el trabajo de grado de la ingeniera Natalia Castañeda de la Universidad de Antioquia, la mayoría de diseñadores asumen un valor del 20% anual en pérdidas a causa de la evaporación, la textura del material del techo, a las pérdidas en las canaletas y el almacenamiento, así el porcentaje eficiencia del sistema de captación, de esta manera se afecta el volumen de la oferta disponible por ese porcentaje.

A continuación, se justifican dichas pérdidas a través del análisis temporal del régimen de lluvias en general en Guaduas y en la Cuenca del Río Negro, se tomó para el período 2000-2013, para ello se tuvo en cuenta espacialmente la estación meteorológica más cercana, la cual se caracteriza en la siguiente tabla:

Tabla 6. Estación Meteorológica de Guaduas.

Estación 2306517 Guaduas						
Latitud	Longitud	Categoría	Elevación	Código	Entidad	Ubicación
1015420 N	942300 W	Climatológica	1.000 m	2306517	CAR	Municipio
		Principal				de Guaduas

Fuente: Estación Meteorológica representativa del Área de Estudio (CAR, 2013) y adaptado por autores.

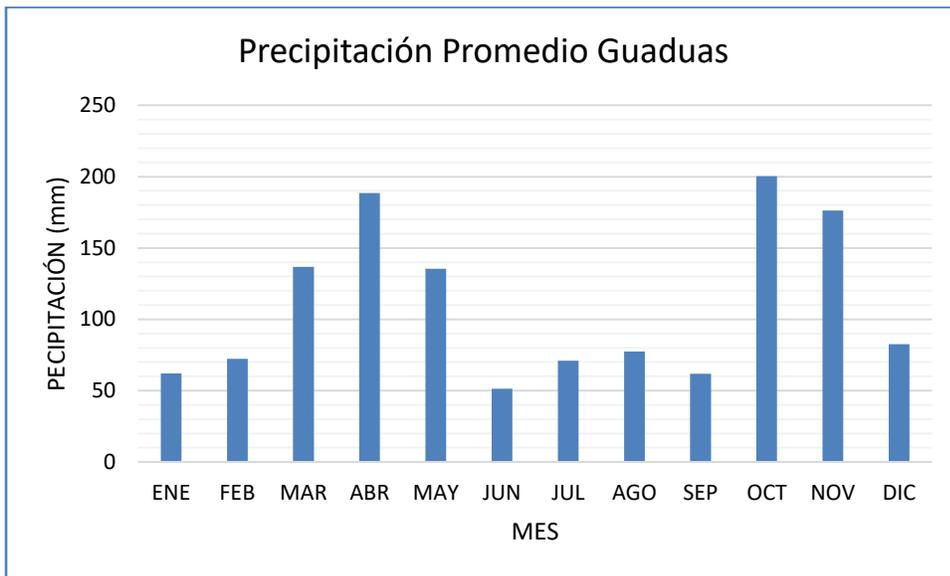
Las dos temporadas de lluvia en el país se presentan por el desplazamiento que efectúa en sentido norte-sur-norte, la Zona de Confluencia Intertropical durante el año. Otros aspectos de carácter local, como son: los efectos de calentamientos y advección de masas húmedas que penetran en la zona, además del factor orográfico, desempeñan una importante influencia en el comportamiento de las lluvias en Bogotá y en el área de estudio. A continuación se muestran los registros históricos de lluvias para la estación meteorológica del área de estudio:

Tabla 7. Promedio mensual precipitación Guaduas (2000-2013)

Promedios mensual de precipitación en mm (2000-2013)												
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Guaduas	62,10	72,35	136,80	188,59	135,50	51,43	70,96	77,57	61,80	200,41	176,16	82,49

Fuente: (CAR, 2013) y adaptado por autores.

Gráfico 1. Precipitación Estación Guaduas (2000-2013).



Fuente: Autores.

Como se puede observar en la gráfica anterior, en la zona del municipio de Guaduas, principalmente se representa una distribución de carácter bimodal, con dos temporadas de lluvias bastante marcadas y dos relativamente bajas o secas. El primer período lluvioso, lo definen los meses de marzo, abril y mayo, el segundo período lluvioso se presentan entre los meses de octubre y noviembre.

Ahora se va a determinar el agua que en promedio mensual está disponible para ser utilizada en la estrategia de recirculación:

Tabla 8. Precipitación Disponible Mensual.

Mes	Promedio Precipitación mensual (mm)	20% pérdidas (mm)	Agua disponible mensual (mm)
Ene	62,10	12,42	49,68
Feb	72,35	14,47	57,88

Mar	136,80	27,36	109,44
Abr	188,59	37,72	150,87
May	135,50	27,10	108,40
Jun	51,43	10,29	41,14
Jul	70,96	14,19	56,77
Ago	77,57	15,51	62,05
Sep	61,80	12,36	49,44
Oct	200,41	40,08	160,33
Nov	176,16	35,23	140,93
Dic	82,49	16,50	65,99

Fuente: Autores

Ahora se va a pasar el agua disponible en unidades apropiadas como lo es el metro cúbico m^3 para analizar más adelante el ahorro, teniendo en cuenta que los milímetros de agua lluvia están en función de $1 m^2$ que registra el pluviómetro, por ejemplo para el mes de Enero:

$$Agua\ disponible\ por\ lluvia = 49,68 \frac{mm}{mes} * \frac{1 L}{1 mm\ lluvia} * \frac{1 m^3}{1000 L}$$

Agua disponible por lluvia = 0,04968 m^3 /mes Por cada m^2 de área del techo.

Entonces, en la siguiente tabla se muestra el agua disponible mensualmente en promedio por cada metro cuadrado de área del techo de captación:

Tabla 9. Agua disponible mensual por m² en el Techo del Liceo Académico Jean Piaget.

Mes	Agua disponible (m ³ /mes) de lluvia por cada m ² área del techo
Ene	0,04968
Feb	0,05788
Mar	0,10944
Abr	0,15087
May	0,10840
Jun	0,04114
Jul	0,05677
Ago	0,06205
Sep	0,04944
Oct	0,16033
Nov	0,14093
Dic	0,06599

Fuente: Autores

7.1.2. Definición del área de influencia.

El área de influencia del área de captación total de aguas lluvias está determinada por la planta física del Liceo Académico Jean Piaget, se estima de acuerdo a las medidas del ancho y largo de dicha estructura, con medidas in situ (Ver **Anexo I. Plano cubierta o tejado**):

Largo total: 25,8 m y Ancho total: 25,8 m

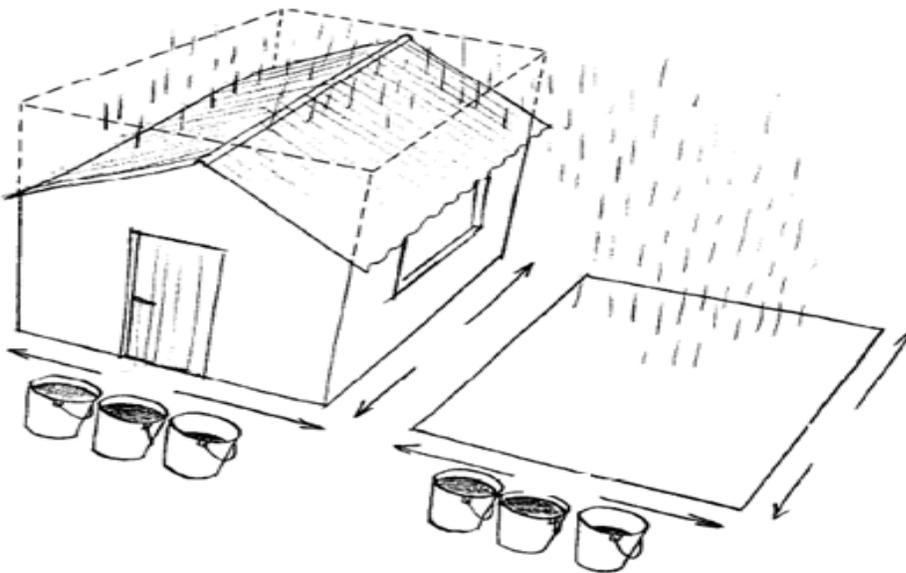
$$\text{Área de captación parcial} = 665,64 \text{ m}^2$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el patio del Liceo hay un área descubierta (Largo: 6,8 m y Ancho: 14,8 m), esta se debe restar de 100,64 m² al área de captación parcial.

$$\text{Área de captación real} = 565 \text{ m}^2$$

La cantidad de agua de lluvia dependiente del área de captación para un techo inclinado, según Worm y Hattum, es el área del plano horizontal que se debe medir, como lo muestra la siguiente figura:

Figura 2. Área del plan horizontal de la cubierta para el cálculo del área de captación.



Fuente: Rainwater harvesting for domestic use.

Sin embargo se debe tener en cuenta la ondulación de las tejas y el procedimiento para hallar el área para cada teja tiene las siguientes dimensiones:

Tabla 10. Medidas de elaboración de productos ETERNIT certificados bajo normas ISO.

Medida	Valor (metros)
Largo real	3,05
Largo útil (área de traslape)	2,91
Ancho real	0,92
Ancho útil (área de traslape)	0,873

Fuente: ETERNIT.

Las anteriores consideraciones teniendo en cuenta que el techo es a dos aguas y está conformado por una cubierta inclinada con dos faldones de pendiente aproximada del 26% (15°), posee un área útil según la tabla anterior (Medidas de elaboración de productos ETERNIT certificados bajo normas ISO) es de 2,54 m², el área total útil del techo es de 665,64 m². Sin embargo, por efecto del desbordamiento y fuga de las gotas de agua se asume un coeficiente de escorrentía (K=0,8) para hallar el área neta de captación, así:

$$\text{Área de Captación neta} = K * \text{Área de captación Total}$$

$$\text{Área de Captación neta} = 0,8 * 565 \text{ m}^2 = 452 \text{ m}^2$$

Tabla 11. Características del área de captación.

Material	Asbesto cemento
----------	-----------------

Área de captación neta (m²)	452
Coefficiente de escorrentía	0,8
Características	Dos aguas, dos faldones, cubierta inclinada, pendiente de 26% (15°). Teja ondulada 1000 Eternit número 10.

Fuente: Autores. Datos de características puntuales del tejado: Teja ondulada perfil 7P. Guía maestra: Constructor.

Ahora se va a calcular el agua neta que puede ser captada y recirculada como agua lluvia para cada mes y se va a determinar en qué meses hay déficit para suplir el agua de los sanitarios y meses de exceso, mediante la siguiente ecuación, por ejemplo para el mes de Enero y Octubre (Tiempo seco y de lluvia):

Caudal Agua lluvia disponible neta (Tiempo seco – Mes enero)

$$= (\text{Área de captación neta} * \text{Agua disponible por lluvia})$$

$$\text{Agua lluvia disponible neta} = \left(452 \text{ m}^2 * 0,04968 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{m}^2} \right)$$

$$\text{Agua lluvia disponible neta} = 22,46 \frac{\text{m}^3}{\text{mes Enero}}$$

Caudal Agua lluvia disponible neta (Tiempo de lluvia – Mes Octubre)

$$= (\text{Área de captación neta} * \text{Agua disponible por lluvia})$$

$$\text{Agua lluvia disponible neta} = \left(452 \text{ m}^2 * 0,16033 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{m}^2} \right)$$

$$\text{Agua lluvia disponible neta} = 72,47 \frac{m^3}{\text{mes Octubre}}$$

Exceso o Déficit = Lluvia disponible neta mensual – Agua Total agua sanitarios

Para proceder con el cálculo de Exceso o Déficit de agua lluvia disponible en el área de influencia, se hizo de cada uno de los baños en las locaciones del Liceo Académico Jean Piaget, se pudo contabilizar un total de 11 baños (7 en el primer piso y 4 en el segundo piso) que son de uso permanente y sobre los cuales se basan los cálculos:

Datos:

- Se conoce que en la parte operativa y administrativa laboran alrededor de 259 estudiantes y 28 personas entre docentes y empleados de planta, para un total de 287; de los cuales se estima que cada uno ingresa aproximadamente de una vez al día en promedio para hacer uso de los sanitarios.
- Según la referencia de los sanitarios, estos presentan un consumo de descarga de 6 Litros

Ahora, se calcula el consumo de agua diaria que se demanda así:

Mediante la siguiente ecuación general:

$$\text{Agua consumida en sanitarios} = (6 L * \#estudiantes y trabajadores * \#uso per capita)$$

$$\text{Agua consumida en sanitarios} = (6 L * 287 * 1) = 1.722 L/día$$

$$\text{Agua consumida en sanitarios mensual} = 1.722 \frac{L}{día} * \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ Mes laboral}}$$

$$\text{Total agua consumida en sanitarios} = 34.440 L/mes$$

- Cálculo del costo que significaría un consumo máximo de agua en los 11 sanitarios en caso de que se cumple con la estimación anteriormente mencionada, por lo tanto, Es importante convertir las unidades de Litros gastados en unidades de m³; unidad que es la que se reporta registrada en términos de costos en los recibos que otorga La empresa de acueducto y alcantarillado E.S.P. Aguas de Capira S.A, que para el caso del Liceo Jean Piaget por ser uso comercial el costo por m³ de agua es de \$ 1.122 pesos incluyendo un subsidio del 50% a los usuarios domésticos de estratos 1 y 2 quedando finalmente en \$1.683.

$$\text{Total agua en sanitarios} = 34.440 \frac{L}{mes} * \frac{1 m^3}{1.000 L} = 34,44 m^3/mes$$

$$\text{Costo de consumo en sanitarios} = 34,44 \frac{m^3}{mes} * \$1.683 = 55.963 \$/mes$$

$$\text{Costo de consumo en sanitarios} = 55.963 \frac{\$}{mes} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 695.550 \$/año$$

Exceso o Déficit = Lluvia disponible neta mensual – Agua Total agua sanitarios

$$\text{Exceso o Déficit mes de Enero} = 22,46 \frac{m^3}{\text{mes Enero}} - 34,44 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

$$\text{Exceso o Déficit agua mes de Enero} = -11,98 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro mes de Enero} = 22,46 \frac{m^3}{\text{mes}} * \$ 1.683 = 37.792,37 \$/\text{mes}$$

Ahora, en la siguiente tabla se muestran los resultados de los cálculos de las anteriores ecuaciones:

Tabla 12. Exceso o déficit de agua lluvia y ahorros mensuales.

Mes	Agua disponible (m³/mes) de lluvia por cada m² área del techo	Agua lluvia disponible neta (m³/mes)	Exceso o Déficit agua lluvia (m³/mes)	Ahorro
Ene	0,04968	22,46	-11,98	\$37.792,37
Feb	0,05788	26,16	-8,28	\$44.027,48
Mar	0,10944	49,47	15,03	\$83.252,76
Abr	0,15087	68,19	33,75	\$114.771,76
May	0,10840	49,00	14,56	\$82.461,61
Jun	0,04114	18,60	-15,84	\$31.297,24
Jul	0,05677	25,66	-8,78	\$43.186,54
Ago	0,06205	28,05	-6,39	\$47.204,96
Sep	0,04944	22,35	-12,09	\$37.609,80

Oct	0,16033	72,47	38,03	\$121.963,06
Nov	0,14093	63,70	29,26	\$107.207,12
Dic	0,06599	29,83	-4,61	\$50.202,57
Promedio		39,66	Promedio	\$66.748,11

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la anterior tabla, se puede analizar que para los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto, septiembre y diciembre va a existir un déficit en la oferta de agua lluvia respecto a la demanda de agua para los sanitarios, por ende, para completar esta demanda debe ser suplido con agua potable del acueducto.

Sin embargo, mensualmente se estima que se va a generar un ahorro en el consumo de agua potable en promedio mensual de aproximadamente \$ 66.748,11 pesos, por ende esta opción podría ser beneficiosa ya que hay una reducción de costos en la operatividad del Liceo Académico Jean Piaget.

7.1.3. Determinación del Volumen necesario del depósito o tanque de almacenamiento.

Se van a analizar dos métodos para hallar el volumen apropiado del tanque:

Según (PALACIOS, 2010), para conocer el volumen necesario de almacenamiento se debe encontrar la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada para cada mes, de ésta manera el mayor valor de diferencia será el volumen del tanque adoptado. Si las diferencias dan valores negativos, quiere decir que las áreas de captación no son suficientes para satisfacer la demanda.

Tabla 13. Oferta vs Demanda Acumulada.

Mes	Demanda (m ³ /mes)	Demanda acumulada (m ³ /mes)	Oferta de lluvia (m ³ /mes)	Oferta de lluvia acumulada (m ³ /mes)	Volumen (m ³ /mes) = (Oferta acumulada - Demanda acumulada)	Volumen de diseño (m ³ /mes) = (Oferta- Demanda)
Ene	34,44	34,44	22,46	26,45	-7,99	-11,98
Feb	34,44	68,88	26,16	52,61	-16,27	-8,28
Mar	34,44	103,32	49,47	102,08	-1,24	15,03
Abr	34,44	137,76	68,19	170,27	32,51	33,75
May	34,44	172,2	49,00	219,27	47,07	14,56
Jun	34,44	206,64	18,60	237,86	31,22	-15,84
Jul	34,44	241,08	25,66	263,53	22,45	-8,78
Ago	34,44	275,52	28,05	291,57	16,05	-6,39
Sep	34,44	309,96	22,35	313,92	3,96	-12,09
Oct	34,44	344,4	72,47	386,39	41,99	38,03
Nov	34,44	378,84	63,70	450,09	71,25	29,26
Dic	34,44	413,28	29,83	479,92	66,64	-4,61

Fuente: Autores

A partir de lo que sugiere (Abdulla, 2006), se debe tener cuidado al momento de determinar el volumen de la estructura de captación (tanque), teniendo en cuenta que si bien se debe procurar

por no dejar un almacenamiento excesivo que pueda generar sobrepresión tampoco se debe aumentar en un porcentaje mayor al 10% el tamaño de la estructura.

Para determinar el volumen del tanque para este caso, se puede hacer tomando el valor máximo de agua lluvia neta disponible que puede ser captada en el mes de octubre ($38,03 \text{ m}^3/\text{mes}$), ahora pasando este volumen a litros y a captación diaria, la capacidad del tanque de almacenamiento de aguas lluvias:

$$\text{Volumen tanque de almacenamiento} = [38,03 \text{ m}^3 + (38,03 \text{ m}^3 * 10\%)] = 41,83 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Volumen tanque de almacenamiento} = 41,83 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 41.830 \frac{\text{L}}{\text{mes}}$$

Entonces, según los anteriores cálculos y para efectos de construcción, se requiere un tanque con capacidad para almacenar 50.000 Litros.

Entonces, según los anteriores cálculos, se requiere un tanque con capacidad para almacenar 50.000 L (50 m^3), garantizando así una eficiencia de almacenamiento del exceso mensual y acumulado cuando se presenten las temporadas de lluvia más conocida como Fenómeno de la niña (En los meses de Marzo, Abril, Mayo, Octubre y Noviembre), y así mismo, prestar un servicio continuo de agua cuando se presente el tiempo seco conocido como fenómeno del niño (En los meses de Enero, Febrero, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Diciembre). Adicionalmente, de acuerdo con los parámetros ya mencionados, tendrá una profundidad útil de agua de 2.0m para evitar sobrepresiones, por lo tanto las dimensiones del tanque rectangular serían 4.0m ancho x 6.2 m largo x 2.0m profundidad, más 0.3m de borde libre sobre el nivel del agua.

7.1.4. Cálculos del Interceptor primario y del Potencial ahorro de agua.

7.1.4.1. Cálculo del Interceptor de primeras Aguas:

Éste elemento permite recolectar las primeras aguas lluvias que caen y lavan el techo, por lo tanto es necesario desviarlas para no ser almacenadas en el tanque. Su diseño, de acuerdo con los parámetros establecidos en la metodología del CEPIS citado por (PALACIOS, 2010), y ésta establece que se requiere un litro de agua lluvia para lavar un metro cuadrado del techo, es decir que el volumen del tanque interceptor se calcula de la siguiente manera:

$$V_{int} = \left[1 \frac{L}{m^2} * A_{techo} \right] / 1000$$

Dónde:

V_{int} = Volumen del Interceptor (m^3)

A_{techo} = Área del techo a Captar (m^2)

Ahora calculando el tanque interceptor (ayuda también a sedimentar partículas de suciedad que provengan del techo o las canaletas de conducción):

$$V_{int} = \frac{\left[1 \frac{L}{m^2} * 452 m^2 \right]}{1000} = 0,452 m^3$$

El tanque interceptor va a tener 5.000 Litros para ser comprado comercialmente.

7.1.4.2. Potencial de ahorro de Agua Potable:

Según (PALACIOS, 2010), el potencial de ahorro de agua potable se determina de acuerdo con el volumen de agua lluvia posible de ser recolectada y la demanda existente, en un mes, como se expresa en la siguiente ecuación de (Ghisi, Lapolli y Martini):

$$PPWS = 100 * \frac{VR}{PWD}$$

Dónde:

PPWS: Potencial de Ahorro de Agua Potable (por sus siglas en inglés) (%)

VR: Volumen mensual de agua lluvia que puede ser recolectado (m³/mes)

PWD: Demanda mensual de agua potable (m³/mes).

A partir de la Tabla de exceso o déficit de agua lluvia y ahorros mensuales, si se saca el promedio al agua de lluvia neta disponible se podría decir que VR sería de 39,66 m³/mes y revisando la tabla siguiente de Oferta vs Demanda Acumulada se puede saber que la demanda mensual de agua potable por los sanitarios es “constante” (34,44 m³/mes).

$$PPWS = 100 * \frac{39,66}{34,44} = 115,15 \%$$

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que hay un potencial de ahorro promedio durante el año de 115,15 % de agua potable.

Consideraciones de conducción

7.1.5. Diseño del sistema de conducción del agua captada

7.1.5.1. Canaleta de recolección:

Se hace necesario el cálculo de una canaleta para la recolección y conducción de los escurrimientos generados por el agua lluvia en el techo. Para ello, se determinaron las dimensiones de la canaleta a partir de expresiones matemáticas encontradas en el capítulo 4 del documento Diseño de Sistema de Captación del Agua Lluvia, del “Manual de Captación Agua Lluvia” por (CRITCHLEY, 2007).

A continuación se mostrarán los resultados generados a partir de consideraciones previas:

$$Largo\ neto = \frac{\text{Área\ neta\ captación}}{\text{Ancho\ techo}} = \frac{452\ m^2}{25,8\ m} = 17,51\ m$$

La precipitación se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 14. Valores mensuales de precipitación máxima 24 horas (mm)

Promedios mensual de precipitación en mm (2000-2013)													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Precipitación	57,50	73,00	60,40	86,20	86,30	57,40	37,80	62,00	30,40	150,00	88,90	53,00	
(mm)													
Año	de	2008	2011	2007	2010	2005	2004	2007	2005	2002	2008	2012	2004
Ocurrencia													

Fuente: Estación meteorológica CAR, 2013.

Tabla 15. Datos necesarios para el cálculo del dimensionamiento de la canaleta.

Parámetro	Longitud
Longitud del cauce (m)	17,51
Superficie de captación (m ²)	452
Pendiente (%)	2
Precipitación máxima registrada (mm)	150
Velocidad del flujo en la canaleta (m/s)	0,9

Fuente: Autores.

(La velocidad de flujo en la canaleta es asumida inicialmente según El Manual de Captación de agua lluvia de BIOTU para mantener el estado de flujo en laminar.)

Posteriormente se desarrollaron una serie de ecuaciones para establecer el caudal máximo de precipitación (caudal de diseño), valor necesario para la estimación de las dimensiones de la canaleta. Las ecuaciones empleadas fueron:

- A. Tiempo de concertación (t_c), mediante la fórmula de Kirpich; para determinar el tiempo que se concentra en el área de captación:

$$t_c = 0,000325 \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right)$$

Donde, L= Longitud del cauce (m); S= Pendiente (m).

- B. Tiempo máximo de escurrimiento (t_p), tiempo que tarda en escurrir el agua de la superficie de captación:

$$t_p = 2 * \sqrt[2]{t_c} 0,6 * t_c$$

- C. Tiempo de concentración de caudal máximo (t_b):

$$t_b = 2,76 * t_p$$

- D. Caudal máximo (Caudal de diseño) (Q_p):

$$Q_p = \frac{0,278 * P * A}{t_p}$$

Donde, P= Precipitación máxima registrada (mm); A= Superficie de captación (Km²)

E. Área de la canaleta, mediante la fórmula de continuidad, asumiendo una velocidad de 0,9 m/s para pendientes de 2-4% y de esta manera no alterar el flujo laminar (A):

$$Q_p = A * V \rightarrow A = \frac{Q_p}{V}$$

De acuerdo a los anteriores cálculos los resultados obtenidos fueron:

Tabla 16. Resultados de las dimensiones de la canaleta.

Parámetro	Valor
t_c (h)	0,013
t_p (h)	0,0023
t_b (h)	0,0063
Q_p (m³/s)	0,0983
A (m²)	0,109

Fuente: Autores

Para determinar el ancho de la canaleta se empleó la Ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

Donde:

Q: Caudal de diseño

Rh= Radio hidráulico

S: Pendiente del canal

A= Área´ mojada

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Tomando una pendiente del 2% y un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,01 para PVC RDE 41.

A los parámetros de Rh y A, se tuvo en cuenta las relaciones hidráulicas necesarias para obtener la geometría más eficiente. Según (VEN TE CHOW, 2000), para una sección de canal rectangular las relaciones hidráulicas más Eficientes son:

$$Rh = \frac{b}{4} \text{ y } A = \frac{b}{2}$$

Donde:

Rh: Radio hidráulico

A: Área

B: Ancho del canal.

Reemplazando se obtiene la siguiente ecuación, a partir de la cual se realiza el método de prueba y error hasta igualar la ecuación:

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{b}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * (S)^{\frac{1}{2}} * \frac{b}{2}$$

$$0,0983 = \frac{1}{0,01} * \left(\frac{0,0336}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * (0,02)^{\frac{1}{2}} * \frac{0,0336}{2}$$

Una vez determinado el ancho más eficiente, se procede a determinar la profundidad de flujo dentro del canal y la altura total del mismo tomando, como recomendado por (VEN TE CHOW, 2000), un borde libre de entre 30-40% del total a través de la siguiente formula:

$$y = \frac{b}{2} = \frac{0,0366}{2} = 0,0168, \quad Y = y + 40\% = 0,0168 + 40\% = 0,0235$$

Donde, y: Profundidad de flujo; Y: altura de la canaleta.

Posteriormente, teniendo en cuenta que se debe mantener un flujo subcrítico, es decir un flujo de corriente lenta, se emplea como criterio matemático el número de Froude, que permite evaluar el tipo de flujo a partir de la siguiente formula:

$$\text{Fr: } \sqrt{\frac{Q^2 \times T}{g A^3}}$$

$$\text{Fr: } \sqrt{\frac{0,0983^2 \times 0,00672}{9,8 * 0,0168^3}}$$

Dónde:

Fr: Número de froude

Q: caudal de diseño

T: ancho superficial libre

g: Aceleración de la gravedad

A: área mojada.

Las dimensiones de la canaleta más eficiente luego de realizar el anterior tratamiento de los datos son las siguientes:

Tabla 17. Dimensiones de la canaleta

Dimensión	Valor
Longitud del cauce (m)	17,51
Ancho de la canal (m)	0,0336
Profundidad de flujo (m)	0,0168
Altura de la canal (m)	0,0235
Froude > 1 (Supercrítico)	1,18

Entonces, se recomienda utilizar mínimo una canaleta de 2 pulgadas, ya que esta es la más cercana comercialmente, pero se debe contemplar una de mayor ancho como la de 3 pulgadas.

7.1.6. Red de Distribución.

Inicialmente, cuando ocurra la precipitación se debe tener en cuenta el recorrido hacia el interceptor primario, teniendo en cuenta los faldones del área de captación del Liceo, partiendo de una canaleta de longitud total de 25,8 metros en la fachada, conectándose luego por un accesorio a otra canaleta de 25,8 metros de largo y esta a su vez de otra de igual dimensión (para un total de 77,4 m lineales) rodeando la institución con dirección hacia el patio central donde se localiza la bajante de 5,3 m de altura la cual se conecta con el interceptor primario.

En el tramo de 28,5 m de la zona posterior donde se ubica el patio central, se une una canaleta ubicada en el patio central de 27,7 m de trayectoria lineal de los 11 m (restando 14,8 m para conectarse con la bajante del interceptor). Para identificar la localización de las canaletas ver el plano de las canaletas (Ver *Anexo 2. Distribución de canaletas dentro de la institución*)

Finalmente, se determina que se deben considerar $27,7 \text{ m} + 77,4 \text{ m} = 105,1$ metros lineales de la canaleta.

La red de distribución de agua captada de las lluvias, se va a direccionar teniendo en cuenta la ubicación de los tanques elevados existentes, en ese orden de ideas los tramos de distribución deben cumplir con las necesidades de presión (es decir todos los inodoros funcionen correctamente), para ello se debe tener en cuenta que la presión del inodoro es de 3,4 metro columna de agua (m.c.a.) y su relación es proporcional con la altura del tanque de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 18. Altura real del Tanque

P	(m.c.a.)	Altura	Ajuste	altura	Altura	real
Aparato		del	tanque (+ 7 m)		tanque	
(inodoro)		tanque				
3,4		3,4	11,4		12 metros	

Fuente: Tomado de (CUALLA, 2002).

Es importante resaltar que el interceptor primario se ubicará en el patio del primer piso del Liceo, por lo tanto, se debe estimar una bomba que alcance los 12 metros de altura, para completar la altura real.

Una vez almacenada el agua en el interceptor primario de 5000 L, esta se debe bombear hacia el tanque de almacenamiento 2000 L, luego la conducción de los tramos hacia los 11 inodoros, se debe determinar con mayo un plomero los arreglos respectivos de acuerdo a la red de distribución construida actualmente para realizar la conducción de las aguas lluvias captadas.

7.1.6.1. Tubería circular bajante (caída libre inducida):

De igual manera que el diseño de la canaleta, el diseño de la tubería circular bajante se basa en la fórmula de Manning para geometrías circulares y, en (VEN TE CHOW, 2000) para una sección circular, cuyas relaciones hidráulicas reemplazadas directamente sobre la forma base de la fórmula de Manning son:

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{do}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right) \right)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{do^2}{8} (\theta - \sin \theta) \right)$$

Donde:

θ : Angulo en radianes

do: Diámetro de la tubería

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

S: Pendiente de la tubería.

Para elegir la sección de mayor eficiencia, se tomó la relación R_h/R_o igual al 80%, es decir, según lo recomendado por (VEN TE CHOW, 2000), un 80% del área total del diámetro del canal. Seguidamente se determinó el valor del ángulo empleando la gráfica de relaciones de sección de canal circular, reemplazando en la ecuación anterior a partir de la cual se realiza el método de prueba y error hasta igualar la ecuación.

Teniendo En cuenta una pendiente de 90° (150%) y el mismo coeficiente de rugosidad de Manning de 0,01 para PVC RDE 41; las dimensiones de la tubería más eficiente serían:

Tabla 19. Dimensiones de la tubería

Dimensión	Valor
Longitud del cauce (m)	0,6
θ (rad)	4,523
Profundidad de flujo (m)	0,0168
Diámetro del canal (m – in)	0,033 – 3
Froude<1 subcrítico	0,97
Velocidad (m/s)	0,692
Altura de la bajante al interceptor primario (m)	5,3

Fuente: VEN TE CHOW, 2000

De esta manera se tiene un canal que aunque puede soportar un caudal mayor al caudal de diseño, permite mantener la velocidad en el rango preestablecido, evitar la ocurrencia de represamiento a la entrada del canal por ocurrencia de fenómenos de precipitación extremos, generar el fenómeno de caída hidráulica (aireación) y mantener el estado de flujo.

7.1.7. Sistema de Bombeo.

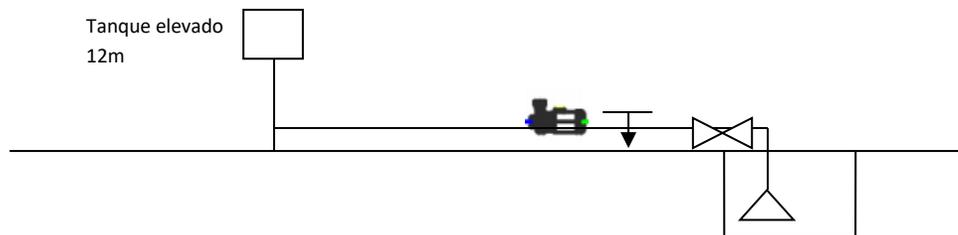
7.1.7.1. Equipo de presión de agua

Inicialmente se determinan las Unidades de Hunter necesarias para el sistema, como en total son 11 sanitarios se multiplica por las unidades para éste aparato:

11 inodoros x 3UH= 33 UH

Sin embargo, se aproxima a la unidad más cercana por encima para evitar pérdidas de presión en la práctica. Es decir que se trabaja con 60 UH, que de acuerdo a las tablas de diseño le corresponde un Caudal de 2,02 l/s (equivalente a con una tubería de 1 1/2 pulgadas y una velocidad de succión de 1,77 m/s.

Figura 2. Bombeo desde tanque enterrado a tanque elevado.



Fuente: Autores

7.1.7.2. Potencia del motor de la bomba.

Según lo documentado por (PALACIOS, 2010), para hallar la potencia del motor de la bomba es necesario primero hallar la densidad relativa del agua, de la siguiente manera:

Sí el valor de la eficiencia de la bomba ($\eta = 50\%$) y se tiene en cuenta que el tanque interceptor de primeras aguas se localizaría a nivel del piso y según los cálculos anteriores se requiere elevar el tanque a 12 m, por lo tanto esta equivale a la altura real de bombeo. La potencia del motor se halla entonces, de la siguiente manera:

$$P = \left[\frac{g * Qi * Hd}{\frac{\eta}{100} * 75} \right]$$

Donde:

P: Potencia del motor (HP)

G: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Qi: Caudal en la impulsión (l/s)

Hd: Altura dinámica total (m)

η: Eficiencia de la bomba (%)

$$P = \left[\frac{9,81 * 0,7 * 12}{\frac{50}{100} * 75} \right] = 2,19 \cong 3 \text{ HP}$$

Esto quiere decir, que se requiere una bomba de 3 caballos de fuerza.

7.1.7.3. Costos de Bombeo

Para calcular los costos por bombeo se debe tener en cuenta la potencia de la bomba a emplear que para este caso es de 3 HP así como la cantidad de Kw/h que consume la misma, que corresponde a 2,24 Kw/h. después se necesita saber el valor en pesos de un Kw/h (\$ 467,21 según EEC Julio 2016) para eso nos basaremos en el siguiente tabla que maneja La Empresa de Energía de Cundinamarca para saber los valores de acuerdo a la clasificación en la que está el Liceo.

Entonces como ya se sabe que por hora la bomba a emplear consume 2.238 Kw y que esta operara de día en un lapso de 1 hora se calcula el valor en cuanto a consumo energético de la siguiente manera:

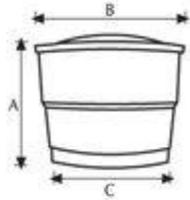
$$\begin{aligned} \$ET &= 2,24 \frac{\text{Kw}}{\text{hora}} * \frac{467.21 \text{ Pesos}}{\text{hora}} = 1.032,55 \text{ peso} \frac{\text{Kw}}{\text{Hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{1 \text{ dia lab}} * \frac{25 \text{ dias lab}}{1 \text{ mes}} \\ &= \$25.814 \frac{\text{Kw}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$ 309.768 \end{aligned}$$

Anualmente el bombeo cuesta según la tabla anterior, si se estima que la bomba se prenda 1 hora por día cuando haya llovido.

7.1.8. Costos

Una vez analizados y definidos los componentes del sistema se evaluaron los costos que implica el mismo.

Tabla 20. Costos

Materiales	Descripción	Foto	Precio
	Se requiere de un tanque enterrado de 50 m ³ con dimensiones:		\$4.125.000
Tanque de almacenamiento	Alto: 2 m Largo: 6.2 m Ancho: 4m		
	Se requiere un tanque con capacidad de 5000 litros. Las dimensiones del mismo son:		\$1.599.900
Interceptor primario	Alto: 174 cm Diámetro B: 228 cm Diámetro C: 174 cm Peso: 113,6 Kg		

	Se requiere de un tanque de distribución de		\$ 0
Tanque Elevado	2000 L (se dispone de este tanque en la institución)		
	Se requiere de una unión universal ubicada		\$2.450
Unión Universo	entre la bomba y el cheq con el fin de poder hacer mantenimiento.		
	Se requiere de un Registro con el fin de		\$16.900
Registro	tener control sobre el suministro del agua a almacenar en el interceptor primario.		
	Se requiere bomba para que suministre el		\$2.678.900
Bomba	agua desde el interceptor primario al tanque que se encuentra elevado esta debe ser de 3 Hp		
Costos de bombeo	Costo de bombeo año.		\$ 309.768
	La institución cuenta con las canaletas ya instaladas		\$0
Canaletas			
	Bajante de 9 metros lineales.		\$169.000
Bajante			
Total			\$8.901.918

Fuente: Elaboración propia de precios en www.homecenter.com.co

7.1.9. Viabilidad.

Tabla 21. Viabilidad de implementación

Viabilidad	Ventajas	Desventajas	Calificación
Técnica	Se aprovecha el desplazamiento del agua por gravedad con previo bombeo. <hr/> La bomba de presión no requiere potencias elevadas (3 HP).	La disponibilidad de agua lluvia no es constante y por ende el funcionamiento depende mucho de este factor externo, limitando el sistema de captación.	2
Económica	Disminución de costos en pago de recibo de agua potable y alcantarillado. Los costos de implementación inicial son elevados comparados con el potencial de ahorro de agua potable (115,15%), lo cual justifica la inversión.	Requiere de energía para operar y esto genera un aumento en el recibo de la luz.	1
Ambiental	No se generan flujos de residuos contaminantes durante la implementación de la tecnología.	- Por su origen el agua puede contener un alto	3

Se aprovecha el recurso hídrico ya contenido de sales que es gratuito y fácil de mantener. disueltas.

Relativamente Limpio.

Se fomenta una cultura de conservación y uso eficiente del agua.

Disminución del agua que ingresa al drenaje o alcantarillado.

Tabla 22. Calificación técnica del diseño según viabilidad

Calificación	
3	Cumple con todos los requerimientos técnicos, económicos y ambientales
2	Cumple con algunos los requerimientos técnicos, económicos y ambientales
1	No cumple con todos los requerimientos técnicos, económicos y ambientales

7.1.10. Análisis Económico.

Tabla 23. Análisis económico del diseño

Nombre de Tecnología	Costo de Implementación (año)	de Ahorro (año)	Tiempo de Retorno de la Inversión (año)
Sistema de Captación de Aguas Lluvias	\$ 8.901.918	\$800.978	11 años y 1 mes

7.2. Cerca de contención

En cercanías al Liceo Académico Jean Piaget se encuentra ubicado un puente en el cual pasa un drenaje perteneciente al Río Limonal llamado Drenaje Limonal, este es un cuerpo hídrico de gran importancia, ya que los efectos negativos pertenecientes al mismo repercuten de forma directa en los otros cuerpos hídricos del municipio ya que desemboca en el Río Limonal y este a su vez desemboca en el Río San Francisco, cuerpo hídrico principal del municipio, por lo cual se tuvo la iniciativa de hacer un diseño de ingeniería, el cual cuenta con una cerca con acero galvanizado con una medida de 45 m² en cuanto a su abertura y en cuanto al largo de 15 metros por el lado derecho y 15 metros por el lado izquierdo con una altura de 3 metros por ambos lados y como base ocho tubos de dos pulgadas con altura de 3 metros ; esto se hace con el fin de que se mitigue la contaminación hídrica y paisajística, debido a que los residuos son botados directamente al drenaje y ronda de ella misma. Al hacer el diseño en el seguimiento del proyecto solo se tendrá en cuenta la implementación ya que se cuenta con la mejor estrategia ingenieril y amigable con el ambiente.

(Ver

Anexo 3 Malla de **contención**)

8. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	SEMANA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Levantamiento de la información	█										
Capacitación efecto invernadero		█									
Capacitación calentamiento global		█									
Capacitación residuos sólidos			█								
Retroalimentación de las capacitaciones			█								
Limpieza Drenaje Limonal				█							
Capacitación restauración ambiental					█						
Capacitación contaminación hídrica					█						
Elaboración silla ecológica						█					

Capacitación normatividad	
Capacitación impacto ambiental	
Reciclaje de residuos aprovechables	
Capacitación uso eficiente y ahorro del agua	
Elaboración punto ecológico	
Diseño obras de ingeniería	

9. Resultados y análisis de resultados

Tabla 24. Matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales

Aspecto ambiental asociado	Impacto ambiental	Tipo de impacto (signo)	Importancia del impacto	Control operacional
Consumos de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo (-)	6250 (moderada)	Diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias
Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio)	Contaminación del recurso suelo	Negativo	5 (Baja)	Charlas de sensibilización
Generación de residuos no aprovechables	Contaminación del recurso agua	Negativo	6250 (moderada)	Diseño e implementación de barreras de contención y jornadas de limpieza de la ronda hídrica

A partir de la aplicación de la Matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales se pudieron establecer los impactos generados sobre el medio ambiente, y a su vez determinar las medidas correctivas para dar una solución a corto, mediano y largo plazo.

Las charlas y sensibilizaciones han promovido la adquisición de nuevas técnicas y actitudes frente a las problemáticas ambientales que afectan la calidad de vida de las personas, consiguiendo así, que la información sea bien recibida y aplicada tanto dentro del plantel educativo como en los hogares, partiendo del cambio de acciones en nuestro diario vivir.

Por medio de la educación ambiental se logró que los estudiantes del Liceo Académico Jean Piaget del Municipio de Guaduas se apropien de la problemática que se están viviendo actualmente para que así mismo se estén generando alternativas para buscar un desarrollo sostenible, que se encuentren encaminadas a la protección del cuerpo de agua que pasa por las limitaciones de la institución y así mismo el buen uso del recurso hídrico.

Aparte se busca desarrollar nuevos conocimientos a los estudiantes los cuales contribuyan al punto de llegar a un fortalecimiento de una cultura ambiental, donde esta permita a la interacción responsable (individuo- entorno).

La educación ambiental para la sostenibilidad enlaza la importancia y aplicabilidad de la misma a la ingeniería permitiendo la adquisición de saberes experienciales que pueden ser aplicados a la ejecución de proyectos y estrategias encaminadas a la resolución de problemáticas ambientales, para el caso, el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias, con el fin de disminuir la escasez de agua en la temporada de sequía en la institución educativa.

Basados en la importancia de la educación ambiental en la ejecución de proyectos en un área objeto de estudio, se establece que la misma se presenta como una herramienta vital para el óptimo desarrollo de los mismos, con la idea de que la comunidad asimila las realidades sociales combinando el análisis de los problemas y las soluciones integrales concatenando la teoría con la práctica.

Por medio de la aplicación de conocimientos de ingeniería ambiental, se logró realizar el diseño de un sistema de captación de aguas, esto con el fin de mitigar la problemática encontrada, como

lo es la escasez del recurso hídrico la mayor parte del año en el Municipio, la cual afecta de forma directa a la institución.

Las obras de ingeniería permiten mitigar y disminuir los impactos y efectos generados de forma antrópica, causando así cambios en la calidad de vida de las personas afectadas por dichos eventos.

Teniendo en cuenta la relación de la precipitación de la zona y el consumo de agua dentro de la institución se puede establecer que el diseño es óptimo de implementar ya que las temporadas secas (fenómeno del niño) se han incrementado y por ello se ha aumentado la escases de recurso hídrico, por lo cual el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias impactan de forma significativa, mitigando la problemática presentada.

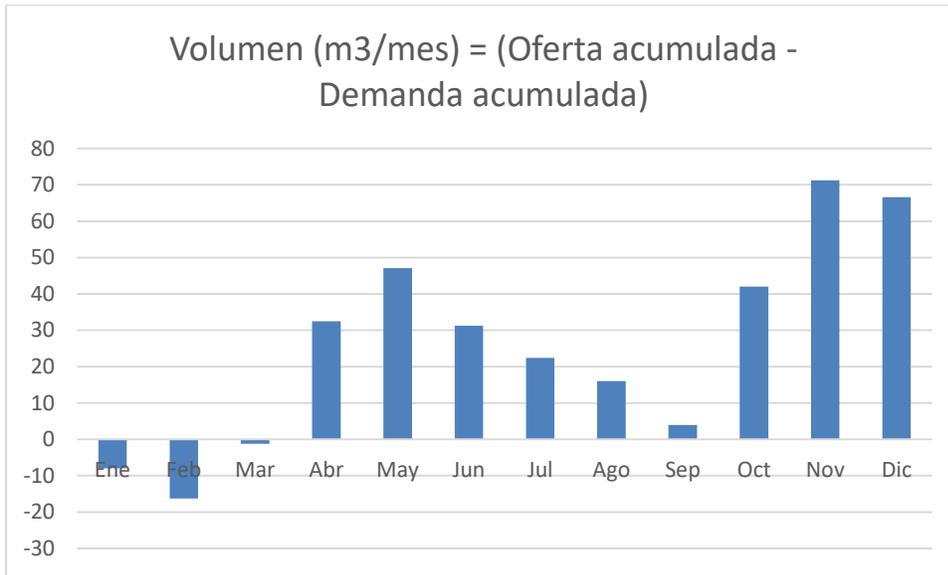
La ingeniería ambiental permite la integración del modelamiento a escala en conjunto con la realidad debido a que el sistema de recolección de aguas lluvias se estableció con el fin de que se implementara en la institución teniendo el objetivo de mitigar , corregir y ahorrar una de las problemáticas que más afectan la calidad de vida.

Se obtuvo los resultados esperados teniendo en cuenta que el diseño del sistema de recolección de aguas lluvias en conjugación con la educación ambiental generara una nueva perspectiva en la visión de la institución y así mismo el de la educación y cultura de los estudiantes y miembros del Liceo Académico Jean Piaget.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 14 , de los 12 meses del año, únicamente durante tres meses (enero, febrero y marzo) la demanda acumulada es mayor a la oferta acumulada, así los resultados del volumen de agua disponible dan valores negativos, por tal razón durante dichos meses se utilizará toda el agua lluvia ofertada y se cubrirá la demanda faltante con agua potable; sin embargo en los nueve (9) meses restantes se observa que la oferta acumulada es mucho mayor

que la demanda acumulada , lo que indica en primera instancia que el proyecto es viable para un ahorro alto de agua potable.

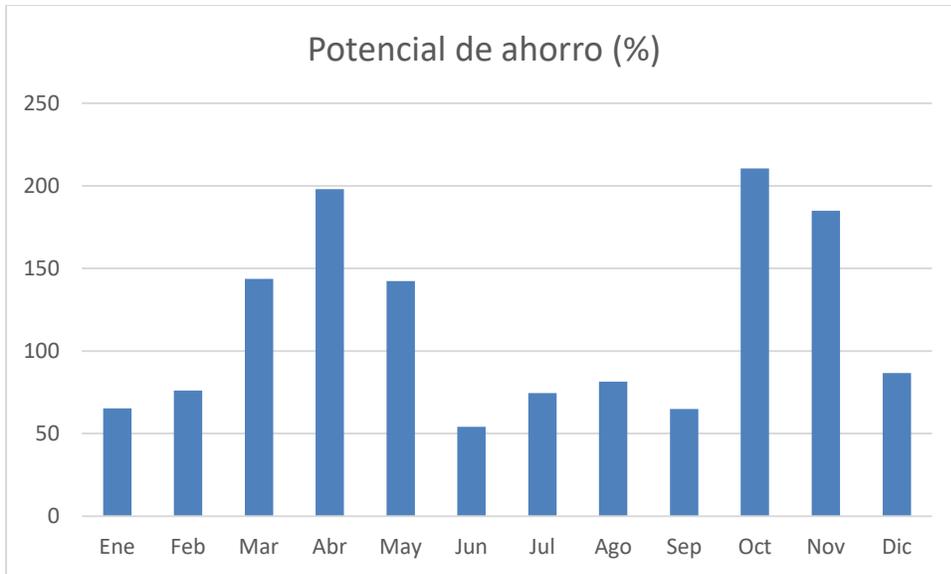
Gráfico 2. Volumen de agua disponible



Teniendo en cuenta la Tabla 12. Exceso o déficit de agua lluvia y ahorros mensuales. Durante siete (7) meses del año existe un déficit en la oferta de agua lluvia sin embargo se va a generar un ahorro mensual en el consumo de agua potable y así mismo disminuye los costos de operación

El potencial de ahorro de agua potable indica que porcentaje de la demanda será cubierto con el agua lluvia. Teniendo en cuenta los resultados durante nueve meses la demanda estará cubierta por el agua lluvia, así en algunos meses la demanda sea mayor a la oferta esta será cubierta por los excesos, como en los cuales quedan acumulados para utilizarse en los meses de déficit.

Gráfico 3. Potencial de ahorro de agua potable



Considerando que en promedio la Institución paga \$2'304.720 de pesos anuales por el servicio de acueducto , para la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias, se debe hacer una inversión inicial alta, de acuerdo con la Tabla 21, por lo tanto para implementar el sistema, la inversión inicial se recuperaría en 12 años y seis meses aproximadamente.

Por medio de la aplicación del formato de evaluación de los talleres de sensibilización aplicados a los 50 estudiantes tomados como muestra, se obtuvo:

Pregunta 1: En general los talleres les parecieron

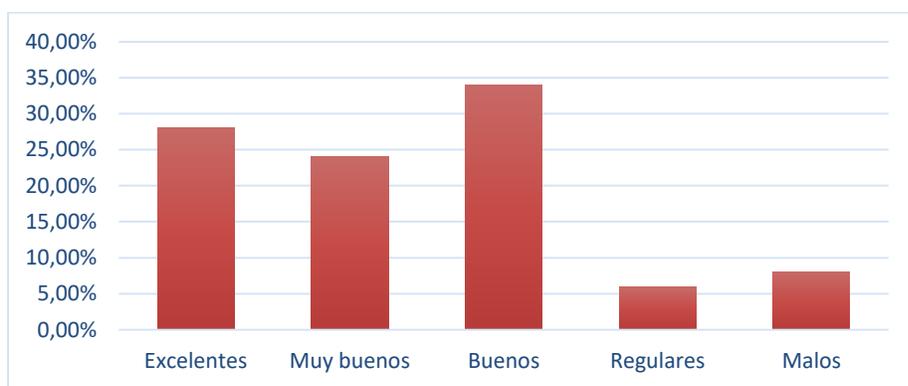
	Excelentes	Muy buenos	Buenos	Regulares	Malos	TOTAL
Total respuestas	14	12	17	3	4	50
Porcentaje	28,00%	24,00%	34,00%	6,00%	8,00%	100,00%

N° de pregunta	Por favor califique las siguientes aseveraciones	Totalmente de acuerdo		Parcialmente de acuerdo		Parcialmente en desacuerdo		Totalmente en desacuerdo		Total %
2	Los talleres fueron muy útiles.	20	40%	25	50%	3	6%	2	4%	100%
3	La información fue fácil de entender	23	46%	19	38%	5	10%	3	6%	100%
4	Los integrantes del equipo interdisciplinario mostraron dominio en los temas	23	46%	18	36%	4	8%	5	10%	100%
5	Los integrantes del equipo interdisciplinario utilizaron técnicas de enseñanza adecuadas	15	30%	18	36%	9	18%	8	16%	100%
6	Adquirió conocimientos valiosos en los talleres	23	46%	15	30%	8	16%	4	8%	100%
7	Aplicará sus conocimientos adquiridos a la gestión comunitaria.	21	42%	14	28%	10	20%	5	10%	100%

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación de los talleres de sensibilización, los mismos tuvieron un alto porcentaje de acogida, esto, porque los temas que se abarcaron son de interés general y de gran importancia en la actualidad ya que son la base de las problemáticas ambientales que se presentan en torno al medio ambiente y las actividades antrópicas.

Por medio de diagramas se pueden visualizar los resultados de una forma más clara.

Pregunta 1. En general los talleres le parecieron



Pregunta 2: Los talleres fueron muy útiles.

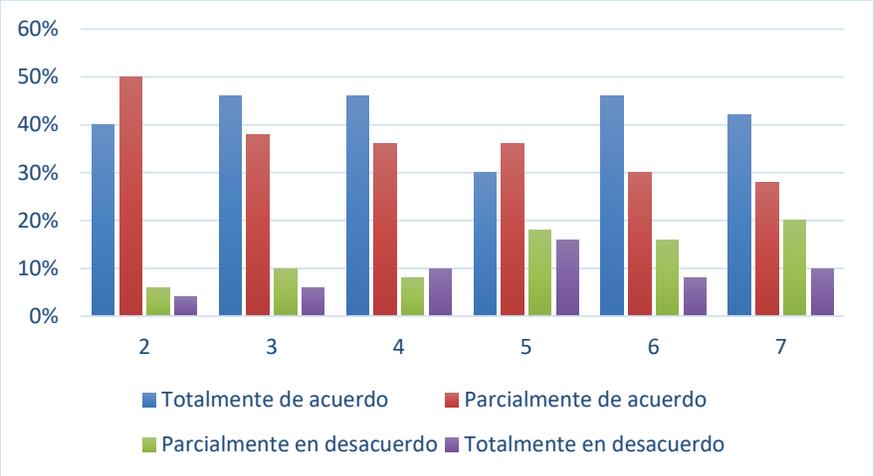
Pregunta 3: La información fue fácil de entender

Pregunta 4: Los integrantes del equipo interdisciplinario mostraron dominio en los temas

Pregunta 5: Los integrantes del equipo interdisciplinario utilizaron técnicas de enseñanza adecuadas

Pregunta 6: Adquirió conocimientos valiosos en los talleres

Pregunta 7: Aplicará sus conocimientos adquiridos a la gestión comunitaria.



10. Conclusiones

El proyecto ambiental en el Liceo Académico Jean Piaget del Municipio de Guaduas, es un buen instrumento, si en él se aplican criterios de transparencia, eficiencia, eficacia y efectividad y se utiliza para su construcción, la participación de la comunidad educativa, que permita apropiarse de las propuestas que pretenden solucionar problemas o necesidades ambientales del área de influencia de este Liceo Académico.

La educación ambiental se presenta como una herramienta base que permite contribuir a la comprensión de la realidad ambiental y de cómo se impacta sobre el ambiente con las actividades antrópicas. Es así, que la asimilación de una relación directa con el medio ambiente permite que se genere una participación activa por parte de la comunidad, y se propenda por dar solución a las problemáticas ambientales que se presenten.

Este proyecto es el punto de referencia para el diagnóstico de la educación ambiental como herramienta de la zona estudiantil, ya que enmarca las líneas de acción y las bases para desarrollar procesos educativos que fomentan el sentido de responsabilidad hacia la conservación y recuperación del recurso hídrico.

La educación ambiental como una herramienta para suscitar el desarrollo sostenible, debe establecer los impactos que se generan en el entorno teniendo en cuenta el factor educativo, social

y cultural, con la idea de implementar estrategias integrales orientadas a las prácticas sostenibles para mejorar la calidad de vida y hacer posible el bienestar individual y social.

Las estrategias de mitigación de impactos generadas a partir de los conocimientos y técnicas ingenieriles permiten optimizar la utilización de los recursos disponibles en nuestro municipio, previniendo problemas de contaminación o minimizando su impacto a través de estrategias investigativas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se establece que el diseño cumple a cabalidad con el objetivo del mismo, ya que es viable tanto técnica como ambiental y económicamente, siendo una estrategia sostenible para el uso eficiente y ahorro del agua dentro de la institución; sin embargo, implica una inversión inicial muy alta, lo que puede volverlo inaccesible si no se cuenta con la financiación pertinente.

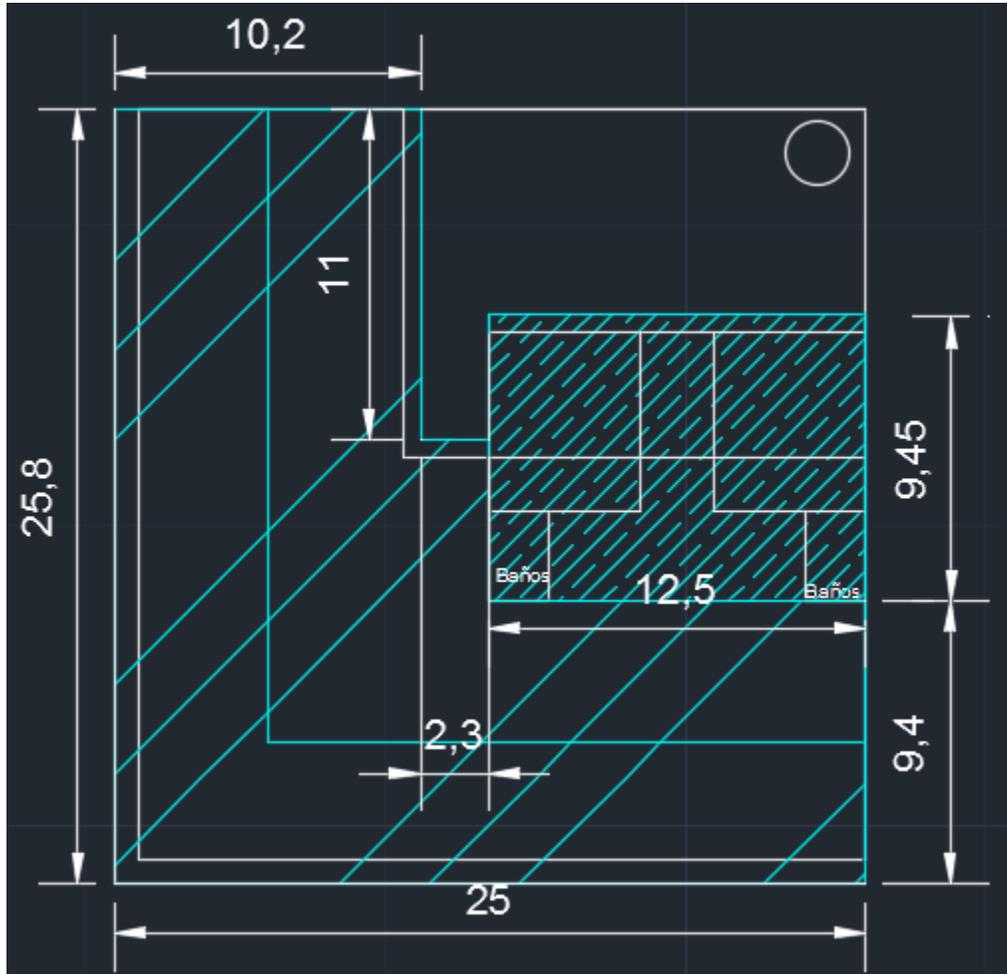
11. Recomendaciones

Se recomienda la adopción e implementación de las estrategias y actividades que promueven la participación de la comunidad en planes para el desarrollo sostenible en lo social, económico, político y ambiental de la región, con el fin de mitigar los problemas ambientales en pro del bienestar de la población.

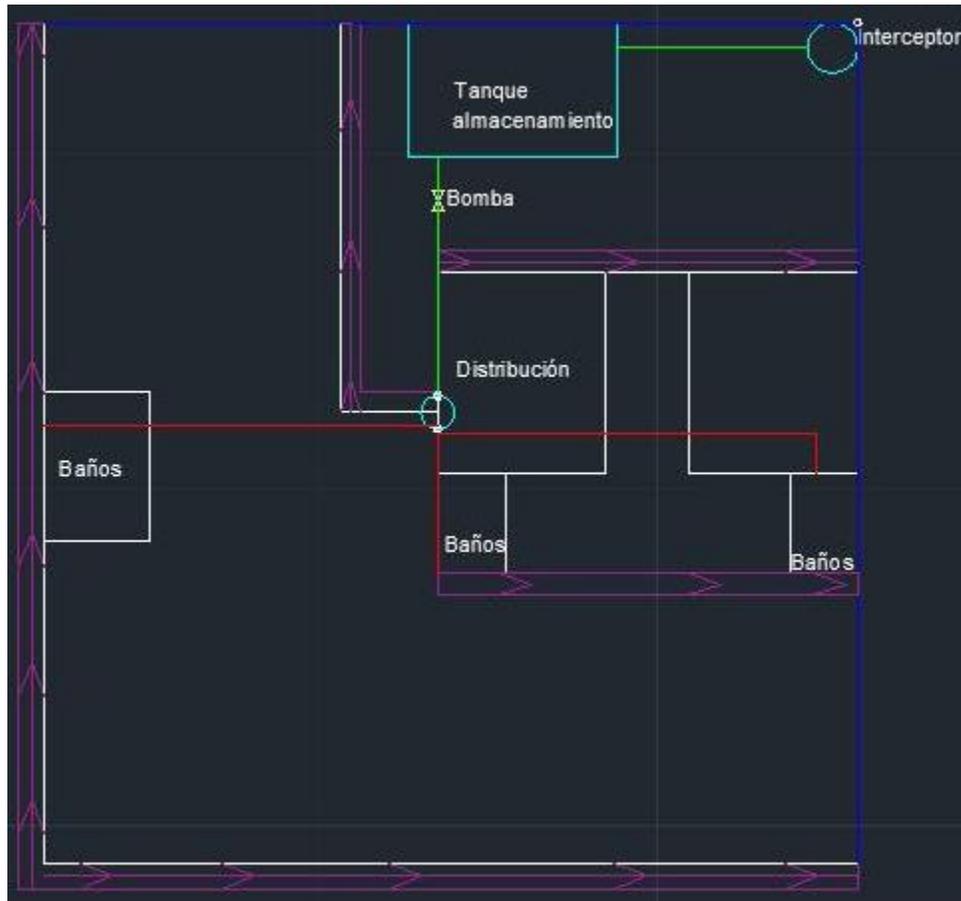
La aceptación y compromiso por parte de la institución para asumir los retos y superar las dificultades frente a lo que sucede en el entorno y como las mismas afectan la calidad de vida y pueden ser solucionadas puede ser usada como base para el diseño e implementación de diversos proyectos a corto mediano y largo plazo, los cuales pueden estar enfocados en la promoción de la cultura ambiental por medio de una educación integral.

Anexos

Anexo 1. Plano cubierta o tejado



Anexo 2. Distribución de canaletas dentro de la institución



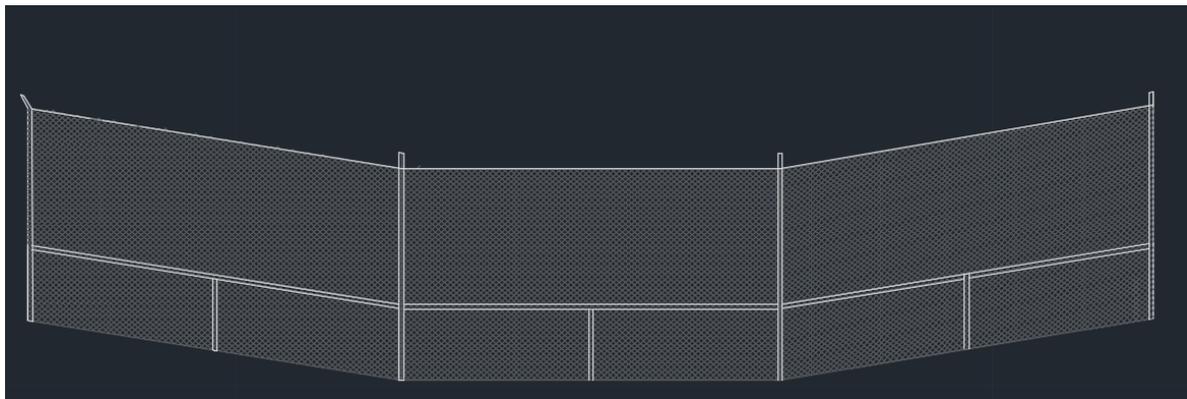
	Canaletas de recolección (Con la dirección del flujo)
	Tubería de repartición del agua hacia los sanitarios desde el tanque de distribución
	Tubería de recolección de agua lluvia proveniente de las canaletas (Conduce el agua hacía el interceptor de primeras aguas)
	Tubería de conducción (Primer tramo: conduce el agua desde el interceptor de primeras aguas hacía en almacenamiento) (Segundo tramo: conduce el agua desde el almacenamiento hacía el tanque de distribución)
	Bomba de impulsión (3 HP)

Anexo 3 Malla de contención

- Lugar donde se propone la instalación



- Malla de contención



Anexo 4. Evaluación talleres de sensibilización



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

FORMATO: EVALUACIÓN DE LOS TALLERES DE SENSIBILIZACIÓN

Fecha Evaluación: 29-08-2016

Institución: Jean Piaget

Curso: Orce

Nombre del Encuestado: Alejandra Montoya Identificación: 1006024937

Sus respuestas a las siguientes preguntas, y sugerencias nos ayudarán a mejorar la calidad de nuestros talleres. Por lo que le solicitamos llenar el presente formato de evaluación.

A las siguientes preguntas marque con una equis, según corresponda la opción (X):

1. En general, los talleres les parecieron:

Excelentes Muy buenos Buenos Regulares Malos

Por favor califique las siguientes aseveraciones:	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2. Los talleres fueron muy útiles.		X		
3. La información fue fácil de entender.	X			
4. Los integrantes del equipo interdisciplinario mostraron dominio en los temas.	X			
5. Los integrantes del equipo interdisciplinario utilizaron técnicas de enseñanza adecuada.		X		
6. Adquirió conocimientos valiosos en los talleres.	X			
7. Aplicará sus conocimientos adquiridos a la gestión comunitaria.		X		

8. Comentarios y sugerencias generales:

FIRMA: Alejandra Montoya



...MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN Y COMPROMISO...

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá - Cundinamarca
Teléfono (091)8672144-8673273-8732512/30 Telefax: 8732554 - 8677898 - 8673826
Línea Gratuita 018000976000
www.unicundi.edu.co E-mail: unicundi@mail.unicundi.edu.co
NIT: 890.680.062-2

BIBLIOGRAFÍA

- Muñoz, M. D. C. G. (1996). Principales tendencias y modelos de la Educación Ambiental en el sistema escolar. *Revista Iberoamericana de educación*, (11), 13-74.
- Villaverde, M. N. (1996). La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, (11), 75-102.
- Pérez Mesa, María Rocío, Porras Contreras, Yair Alexander, & Guzmán, Héctor Leonardo. (2013). Representaciones sociales de la educación ambiental y del campus universitario. Una mirada de los docentes en formación de la Universidad Pedagógica Nacional. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (34), 47-69. Recuperado en 08 de septiembre de 2015.
- Kolstad, C. D., Benoit, E., Janoson, A. M., Hammer, M., Folke, C., Costanza, R., & Maler, K. G. (2000). *Environmental economics* (No. P01 142). ISEE, Solomons, MD. (EUA).
- Guerrero, O. M. B. (2005). *El diálogo de saberes y la educación ambiental* (Vol. 7). Univ. Nacional de Colombia.
- Cuenca, R. E. (2006). ¿La bioética en la educación ambiental? ROBERTO E. CUENCA, ING. SANIT., MSc., EAP, E. BIOET. *Colombia Médica*, 37(4), 299-307.
- Duque-Aristizabal, A. (1999). Educación ambiental: una mirada desde Colombia. *Tópicos en educación ambiental*, 1(3), 7-15.
- Sauvé, L., Brunelle, R., & Berryman, T. (2006). Educar para el debate. Políticas nacionales y educación ambiental. *Trayectorias: revista de ciencias sociales de la Universidad Nacional de Nuevo León*, (20), 74-88.
- Freire, P. (1996). *Política y educación*. Siglo XXI.

- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., ... & Nanzhao, Z. (1997). La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. Unesco.
- Wilches, G. (2008). Brújula, bastón y lámpara para trasegar los caminos de la educación ambiental. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Muñoz, M. D. C. G. (1996). Principales tendencias y modelos de la Educación Ambiental en el sistema escolar. *Revista Iberoamericana de educación*, (11), 13-74.
- de Felice, J., Giordan, A., & Souchon, C. (1997). Enfoque interdisciplinar en educación ambiental (Vol. 14). Los libros de la Catarata.
- Novo, M., & Zaragoza, F. M. (2006). El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa. Pearson.
- Giordan, A., & Souchon, C. (1995). La educación ambiental: guía práctica.
- Sureda, J., & Negre, J. S. (1990). Guía de la educación ambiental: fuentes documentales y conceptos básicos (Vol. 12). Anthropos Editorial.
- Álvarez, P. (2004). Educación ambiental: propuestas para trabajar en la escuela (Vol. 30). Graó.

CIBERGRAFÍA

- Fernández-López, Juan Antonio, Fernández-Fidalgo, María, & Cieza, Alarcos. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la Clasificación Internacional del Funcionamiento (CIF). *Revista Española de Salud Pública*, 84(2), 169-184. Recuperado en 27 de mayo de 2016, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272010002200005&lng=es&tlng=es..

Argosy Medical Animation. (2007-2009). Visible body: Discover human anatomy. New York, EU.: Argosy Publishing. Recuperado de <http://www.visiblebody.com>

Amartya. Sustentabilidad. Recuperado de http://www.amartya.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=59

Caqueo, Alejandra; Úrzua, Alfonso. (2012)Scielo. Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/terpsicol/v30n1/art06.pdf>

Fernández-López, Juan Antonio, Fernández-Fidalgo, María, & Cieza, Alarcos. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la Clasificación Internacional del Funcionamiento (CIF). *Revista Española de Salud Pública*, 84(2), 169-184. Recuperado en 8 de septiembre de 2015, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272010002200005&lng=es&tlng=es.

Abdulla, A.-S. y. (2006). *Assessment of rainwater roof harvesting systems for household water supply in Jordan*.

Alcaldía Municipal Guaduas Cundinamarca. (Diciembre de 2015). Revisión y ajuste del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS. Guaduas, Colombia.

Argentina, A. (2016). *Amartya*. Obtenido de http://www.amartya.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=59

Causse, M. (2009). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181321553002.pdf>

CEPAL. (s.f.). *COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Obtenido de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-y-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemico>

Colombia, U. C. (2015). *Universidad cooperativa de Colombia*. Obtenido de <http://www.ucc.edu.co/institucion/paginas/gestion-ambiental.aspx>

Concepto.de. (2015). *Concepto.de*. Recuperado el 2016, de <http://concepto.de/territorio/>

Cortolima. (s.f.). *Corporación Autónoma Regional del Tolima*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2015, de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/cultura_ambiental/PRAE.pdf

CRITCHLEY, W. y. (2007). *Manual de Captación de Aguas Lluvias*. . Capítulo 4. Diseños de Sistemas de Captación de Aguas Lluvias.

CUALLA, L. (2002). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*.

Delpiano, E. (2005). *Unesco*. Recuperado el Julio de 2016, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162179s.pdf>

Fernández-López, J. A.-F. (2010). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272010002200005

Foladori, G., & González Gaudiano, E. (2001). *Academia Nacional de Educación Ambiental*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de ANEA: <http://www.anea.org.mx/Topicos/T%208/Paginas%2028%20-%2043.pdf>

García Villegas, B. (Enero de 2013). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 2016, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6137/Tesis.pdf?sequence=1>

Giménez, G. (2001). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. Recuperado el Agosto de 2016, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/pdf/747/74702202.pdf>

GreenFacts. (s.f.). *GreenFacts*. Recuperado el Mayo de 2016, de <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>

Greenpeace. (2016). *Greenpeace México*. Recuperado el 27 de Mayo de 2016, de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/La-deforestacion-y-sus-causas>

Herrero, J. (15 de Julio de 2016). *PNG Language Resources*. Obtenido de <http://pnglanguages.org/training/capacitar/antropologia/cultura.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Septiembre de 2015). 208III A3. Colombia.

L. A. (s.f.). Manual de convivencia 2016. 4. Guaduas, Cundinamarca, Colombia.

México, G. (4 de Julio de 2013). *Greenpeace México*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/La-deforestacion-y-sus-causas/>

Ministerio de Educación. (1994). *Ministerio de Educación*. Recuperado el Agosto de 2015, de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-104167_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (Junio de 2005). *Colombia Aprende*. Obtenido de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article-81637.html#h2_2

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Colombia Aprende*. Recuperado el 2016, de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/article-197148.html>

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Colombia Aprende*. Obtenido de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/article-197148.html>

Ministerio de Educación Nacional, & Ministerio del Medio Ambiente. (Julio de 2002). *Red Academia Bogotá*. Recuperado el 2016, de http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/col_privados/praes/marco_legal/Politica%20nacional%20de%20educacion%20ambiental.pdf

Ministerio de Educación Nacional, & Ministerio del Medio Ambiente. (5 de Julio de 2012). *Presidencia de la República*. Recuperado el 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley154905072012.pdf>

Ministerio de Medioambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (s.f.). *Secretaria distrital de ambiente*. Obtenido de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=d91edd59-c789-447f-8656-a812f1029f8f&groupId=10157

Ministerio del medio ambiente, & Ministerio de educación nacional. (22 de Julio de 2002). Obtenido de http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/col_privados/praes/marco_legal/Politica%20nacional%20de%20educacion%20ambiental.pdf

naturales, G. e. (2015). *Gestión en recursos naturales, Impacto ambiental* . Obtenido de <http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>

NU. CEPAL. (Mayo de 2003). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-y-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemico>

Organización de Estados Iberoamericanos. (s.f.). *Organización de Estados Iberoamericanos*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2015, de <http://www.ambiente.gov.ar/infotecaia/descargas/fofadori02.pdfpdfhtm>

Organization of American States. (s.f.). *Organization of American States*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/ch21.htm#TopOfPage>

Palacio Castañeda, N. (2010). *Universidad de Antioquia*. Recuperado el 2016, de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluviaAlternativaAhorroAguaPotableInstitucionEducativaMariaAuxiliadoraCaldas.pdf>

Palacio Castañeda, N. (2010). *Universidad de Antioquia*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluviaAlternativaAhorroAguaPotableInstitucionEducativaMariaAuxiliadoraCaldas.pdf>

PALACIOS, N. C. (2010). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE AGUA POTABLE, EN*

LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARÍA AUXILIADORA DE CALDAS, ANTIOQUIA.

Medellín: Universidad de Antioquia. Escuela Ambiental.

Palenque, A. S. (s.f.). *Sistema de documentación e información municipal*. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/fisico-biotico%20-%20san%20luis%20de%20palenque%20\(85%20pag%20-%202217%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/fisico-biotico%20-%20san%20luis%20de%20palenque%20(85%20pag%20-%202217%20kb).pdf)

PNUMA. (2009). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Recuperado el Julio de 2015, de <http://www.pnuma.org/deat1/ambientales.html>

PNUMA. (2009). *PROGRAMA PARA LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/deat1/ambientales.html>

Reyes, M. C., & Rubio, J. J. (2014). *Universidad Católica de Colombia*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>

Robell Raúl Ochoa Casal. (s.f.). Recuperado el 2016, de <http://www.monografias.com/trabajos10/edam/edam.shtml?relacionados>

Rojas, J. (s.f.). *Amauta International*. Recuperado el 27 de Mayo de 2016, de <http://amauta-international.com/iap.html>

Rojas, J. R. (s.f.). *Amauta internacional*. Obtenido de <http://amauta-international.com/iap.html>

Sanabria Cala, J. A., & Perez Garcia, F. A. (2012). *Universidad Industrial de Santander*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7551/2/145096.pdf>

Sebasto, S. (1997). *Educación ambiental en la Republica Dominicana*. Obtenido de <http://www.jmarcano.com/educa/njsmith.html>

Secretaría Distrital de Ambiente. (Junio de 2013). Diligenciamiento de la Matriz de Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales. Bogotá.

Tecnológico Nacional de México. (s.f.). *Tecnológico Nacional de México*. Obtenido de http://www.tesco.edu.mx/gem/DOC/PDF/tesco_pdf_tripticoInfo_IAM.pdf

The University of Arizona. (2004). *The University of Arizona*. Obtenido de <http://toxamb.pharmacy.arizona.edu/c1-2-12.html>

Tomás, U. S. (s.f.). *Universidad Santo Tomás*. Obtenido de http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_cooperacionydesarrollo_blancarestrep/autogestin.html

UNESCO. (2016). Obtenido de <http://www.unesco.org/new/es/santiago/education/education-for-sustainable-development/>

UNESCO. (s.f.). *Green Facts*. Obtenido de <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>

UNESCO, & PNUMA. (s.f.). *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2015, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000714/071480so.pdf>

Universidad Cooperativa de Colombia . (2015). *Universidad Cooperativa de Colombia* . Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de <http://www.ucc.edu.co/institucion/paginas/gestion-ambiental.aspx>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2011). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*.

Obtenido de

<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358014/curso%20sociologia%20ambiental%20-%20exefinal/glosario.html>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia;. (s.f.). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*.

Recuperado el Mayo de 2016, de

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/434202/2013_2/Contenido_en_Linea/leccin_1__definicion_de_comunidad_y_sociedad.html

Universidad Pontificia Bolivariana. (s.f.). Recuperado el Octubre de 2016, de

http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703_152904399_919/politica_educacion_amb.pdf

Universidad Santo Tomás. (s.f.). *Universidad Santo Tomás*. Recuperado el Junio de 2016, de

http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_cooperacionydesarrollo_blancarestrep/autogestin.html

Uribe, M., & Amaya, J. C. (2007). *Universidad de La Salle*. Obtenido de

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15390/T40.07%20U3d.pdf?sequence=1>

Zuñiga Palma, H. (2009). *Universidad distrital*. Recuperado el Julio de 2016, de

http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/elaboremos_un_estudio_de_impacto_ambiental.pdf

