

Formulación del programa de uso eficiente y ahorro del agua para el Centro Recreacional La
Rochela.

Katherine Andrea Orozco Ceballos
Andrea Valencia López

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental
2019

Formulación del programa de uso eficiente y ahorro del agua para el Centro Recreacional La
Rochela.

Katherine Andrea Orozco Ceballos
Andrea Valencia López

Trabajo presentado para optar el título profesional en Ingeniería Ambiental

Asesor
Carlos Mario Duque Chaves
Ingeniero Ambiental M.Sc.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente ECAAPMA

Ingeniería Ambiental
2019

Resumen

CONFA posee agua potable en todas sus sedes, en la Ciudad de Manizales este insumo es suministrado por Aguas de Manizales y en los municipios por la empresa Empocaldas, pero últimamente en temas de consumo los costos han aumentado significativa, por lo anterior se formula un programa de ahorro y uso eficiente de agua, que lo que quiere es que los colaboradores y usuarios utilicen este recurso adecuadamente, sin desperdiciar el líquido, adicional se formulan una propuesta de aprovechamiento de agua lluvia para evitar el alto consumo de agua potable en el Centro Vacacional La Rochela, el cual está ubicado en el municipio de Palestina.

Se formulara un programa de educación para toda la población que integra la organización y sus sedes, adicional se trabajara de la mano del área de mantenimiento para enfocar el programa a la reducción de pérdidas teniendo en cuenta los lineamientos de mantenimiento.

Por último se enuncian unos indicadores de control y seguimiento para verificar la efectividad del programa y el cumplimiento a la normatividad legal aplicable vigente.

Abstract

CONFA has drinking water in all its parts, in the City of Manizales, this input is supplied by Aguas de Manizales and in the municipalities by Empocaldas, but it is in the consumption issues. Efficient use of water, what he wants is for collaborators and users to use this resource in question, without wasting the liquid, in addition a water use proposal is formulated to avoid the high consumption of drinking water in the La Rochela resort, which is located in the municipality of Palestine.

An education program was formulated for the entire population that integrates the organization and its headquarters, in addition to work in the hand of the maintenance area to focus the program on the reduction of losses taking into account the maintenance guidelines.

Finally, some control and monitoring indicators are stated to verify the operation and compliance with the current applicable legal regulations.

Contenido

1. Introducción	9
2. Planteamiento del Problema	11
3. Justificación	14
4. Objetivos	16
4.1. Objetivo General	16
4.2. Objetivos Específicos	16
5. Antecedentes	17
6. Marco Teórico	21
6.1. Marco Conceptual	25
6.2. Marco Geográfico	28
7. Marco Normativo	31
8. Marco Metodológico	34
8.1 Diagnóstico del Recurso Hídrico	34
8.1.1. Visitas para revisar el uso actual del agua y los costos	34
8.1.2. Definición de Dispositivos y equipos hídricos	35
8.1.3. Información de Consumos	35
8.2. Evaluar las actividades actuales de uso y consumo de agua	36
8.3. Identificar alternativas y acciones encaminadas al ahorro y uso eficiente del agua	36
8.3.1. Identificar Oportunidades de mejora.	36
8.3.1.1. <i>Tecnologías de ahorro y optimización.</i>	36
8.3.1.2. <i>Sistema de Recolección de Aguas Lluvias SCAPT</i>	37
8.3.1.2.1 <i>Factibilidad.</i>	38
8.3.1.2.1.1 <i>Factor Técnico.</i>	38
8.3.1.2.1.2 <i>Factor Económico</i>	38
8.3.1.2.1.3 <i>Factor Social</i>	39
8.3.1.3. <i>Diseño.</i>	40
8.3.1.3.1. <i>Captación.</i>	41
8.3.1.3.2. <i>Recolección.</i>	41
8.3.1.3.3. <i>Interceptor.</i>	41
8.3.1.3.4. <i>Almacenamiento.</i>	42
8.3.1.3.5. <i>Red de Distribución y Sistema de bombeo.</i>	42

8.3.1.4. <i>Información de Pluviometría</i>	42
8.3.1.5. <i>Modelo de Cálculos</i>	43
9. Resultados.	44
9.1 Descripción de procesos	44
9.1.1. Planta de Tratamiento de Agua Potable.	46
9.1.2. Planta de Tratamiento de Agua Residuales	48
9.2. Dispositivos utilizados	50
9.3. Histórico Consumos	54
9.3.1. Consumos de agua	54
9.3.2. Consumos Per Cápita	55
9.4. Acciones, alternativas y Estrategias.	57
9.4.1. Descripción de Mejoras en los dispositivos.	57
9.4.2. Aprovechamiento de agua lluvia.	57
<i>9.4.2.1 Información de Pluviometría.</i>	57
10. Conclusiones.	62
11. Recomendaciones.	65
12. Anexos	67
13. Bibliografía.	88

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos técnicos del pozo.	30
Tabla 2. Caracterización Ambiental	44
Tabla 3. Consumos de agua por año.	54
Tabla 4. Consumos per cápita por año	56
Tabla 5. Información base de la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros.	58
Tabla 6. Meses secos y húmedos de la zona cafetera Colombiana. Probabilidad de las cantidades de lluvia a un nivel de 0,75.	59
Tabla 7. Información Pluviómetro	60

Índice de Figuras

Figura 1. Cuantificación del agua a nivel mundial	22
Figura 2. Mapa Centro Recreacional La Rochela	29
Figura 3. Esquema Sistema SCAPT	40
Figura 4. Planta de tratamiento de agua potable	47
Figura 5. Planta de tratamiento de agua residual.	50
Figura 6. Inventario de Dispositivos	51
Figura 7. Tipos de Dispositivos.	52
Figura 8. Fotografías de dispositivos utilizados	53

Índice de Anexos

Anexo 1. Información concesión de agua	67
Anexo 2. Inventario de dispositivos	68
Anexo 3. Consumos de agua por sector en m^3	78
Anexo 4. Caracterización de los dispositivos	79
Anexo 5. Matriz DOFA	82
Anexo 6. Alternativas de mejoras	83
Anexo 7. Presupuesto SCAPT	87

1. Introducción

El agua es el recurso más importante del mundo; pues las plantas, los animales y el ser humano dependen de su existencia; pero las aguas dulces existentes, que pueden usarse de forma económicamente viable y sin generar grandes impactos negativos en el ambiente, son menores al 1% del agua total del planeta. Por otro lado, el crecimiento demográfico, el aumento del régimen de demanda y la contaminación del líquido, han disminuido el volumen per cápita disponible. Esta disminución de consumo de agua obliga a la sociedad, para la protección de los patrones de vida, aplicar criterios de conservación y de uso sustentable del agua. Es por ello que los gobiernos crean normatividades entorno al ahorro y uso eficiente del agua, con el fin de contribuir al manejo adecuado de este recurso, garantizando su disponibilidad y vida del planeta en general. (Martínez y Fernández, 2009).

Los centros recreacional son escenarios de vida natural, donde sus visitantes pueden disfrutar de actividades como: uso de piscinas, alojamiento, zona de camping, sendero ecológico, restaurante, lago de pesca, atracciones acuáticas, entre otros y que tienen una relación directa con el uso, manejo y aprovechamiento del agua.

Si bien, la mejor manera de seguir disfrutando de este recurso con las mejores condiciones de calidad y disponibilidad, implica realizar un programa del uso eficiente del agua así como también la incorporación de actividades, acciones y estrategias encaminadas a fomentar una cultura ambiental de preservación y cuidado a los recursos naturales.

Por lo anterior se proponen estrategias encaminadas a la formulación de un programa de uso eficiente y ahorro de agua para el Centro Recreacional La Rochela, el cual es un medio que promueve el uso sostenible del recurso y minimiza los costos ocasionados por los altos

consumos, así mismo contribuye a la mitigación y prevención de los aspectos e impactos negativos relacionados con los bienes y servicios otorgados al público en general.

Es importante enfatizar que dentro de la formulación del programa, se dan algunas estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua, entre ellas, la alternativa de recolección de aguas lluvias para uso en riego y actividades domésticas del centro recreacional.

2. Planteamiento del Problema

El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor. (Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo, 2015)

El informe de las naciones unidas sobre el recurso hídrico en el mundo del año 2015, expresa su preocupación por el crecimiento demográfico y las consecuencias que este trae, tales como el alto consumo de los recursos naturales disponibles en el mundo, donde el más afectado es el recurso hídrico, el cual es aprovechado inadecuadamente, perjudicando su disponibilidad para los años futuros.

Un manejo integral del agua incluye acciones encaminadas a la oferta, la demanda, la calidad, los usos y el manejo de las vertientes. Ante el crecimiento de las poblaciones y de las actividades industriales, se deben ejecutar actividades de planeación y ejecución que permitan mejorar el aprovechamiento que se tiene del recurso hídrico desde la captación hasta los vertimientos.

Colombia es un país con potencial hídrico, lo que contribuye a que las grandes ciudades cuenten con abastecimiento de agua potable de buena calidad, sin embargo y aún en el siglo XXI hay lugares donde no se cuenta con este recurso y otros donde su disponibilidad es intermitente.

El alto consumo de agua ocasiona que la demanda esté por debajo de la oferta y así mismo la capacidad de recuperación se minimiza, ocasionando escasez del recurso. A pesar de que las personas pagan una factura donde se ven efectuados los costos del recurso y de su operación de potabilización, esto no garantiza que el agua siempre vaya a estar disponible para ellos, es por eso, que el gobierno Colombiano con sus entes de control establecen normas, leyes y reglamentos para minimizar el consumo de agua y garantizar su disponibilidad por más años y además aumentar la cobertura del servicio.

Lo anterior nos abre una idea de lo que es el consumo de agua en el contexto global, sin embargo el aspecto local no es diferente al anterior, pues no estamos lejos de tener una problemática de abastecimiento, si bien es claro, Caldas es uno de los municipios más afortunados y donde la mayoría de sus habitantes cuentan con agua potable, pero no estamos exentos del derroche y desperdicio del recurso, en especial en sectores como la agricultura, donde este factor es el más utilizado para las zonas de riego, en especial es las zonas cálidas.

El centro recreacional La Rochela tiene como objetivo, brindar a las familias un lugar de diversión, ambiente y comodidad. En éste centro recreacional, se cuenta con cabañas y apartamentos para el alojamiento, lago de pesca, canchas, y piscinas en las que se efectúan diferentes actividades, allí se presenta un alto consumo de agua, que se da por el riego y mantenimiento de las zonas verdes, las cuales se deben de mantener hidratadas para los usuarios, pero no solo las actividades de riego son las que más consumen agua en el centro recreacional, otro aspecto relevante es el llenado de piscinas y aseo de las áreas sociales, las cuales se deben de mantener limpias para garantizar la prestación del servicio.

Por estas actividades, el centro recreacional la rochela ha arrojado altas cifras de consumo de agua, por ejemplo en el año 2013 se registró un consumo de aproximadamente 24.240 m³ anuales, aumentando para el año 2014 a 71.835m³, y fue solo hasta el año 2017 que se presentó una disminución del consumo de 285,04% aproximadamente.

Dichos aumentos se debían a la recurrencia de los visitantes al lugar, pero también a la falta de optimización o implementación de otras tecnologías para preservar el recurso. En el año 2017 disminuyen las cifras por la implementación de baños ahorradores y otras tecnologías que permitieron que los altos consumos disminuyeran.

Actualmente, en lo recurrido de este año se ha tenido un consumo de 29.987m³ aproximadamente, pero a pesar de que se tiene una gran diferencia al año 2013, aun es necesario disminuir la cantidad de consumo e implementar otros recursos para que este indicador siga disminuyendo y se siga preservando el recurso.

Una vez analizadas las cifras de consumo de este recurso vital para el ser humano, se observa la necesidad de formular el programa de ahorro y uso eficiente de agua, para el centro recreacional, con el objetivo de minimizar el consumo y optimizar el recursos por medio de estrategias y alternativas más amigables ambiental y económicamente.

3. Justificación

Con el paso del tiempo, se ha evidenciado la necesidad de preservar el recurso hídrico y a causa de ello se han creado nuevas tecnologías para el ahorro y uso eficiente del agua. Con la implementación de las nuevas tecnologías que son amigables con el medio ambiente, se obtiene además un ahorro monetario que puede ser invertido en otros proyectos ambientales y/o sociales requeridos por la organización.

El uso sostenible o sustentable del agua sería aquel que permite al hombre de hoy aprovechar el recurso sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacer lo mismo. Para ello es fundamental indicar el tipo de uso al nivel de calidad del agua, por ejemplo, no tiene sentido utilizar agua potable para regar un cultivo, lavar pisos, etc.

Se dice que el agua tiene “calidad” cuando sus propiedades físicas, químicas y biológicas la hacen apta para un uso concreto. Según la finalidad del recurso, las normas nacionales e internacionales establecen estándares de calidad específicos, con los requisitos que ha de cumplir el agua que va a ser utilizada para un fin concreto, por ejemplo en el caso del centro recreacional para consumo humano, doméstico y recreacional.

El uso del recurso hídrico en el Centro Recreacional La Rochela, ha ocasionado un incremento en los costos de facturación, además ha aumentado los problemas de abastecimiento de agua, a causa de los fenómenos del niño y la niña. Con base a esta problemática se requiere tener un programa de ahorro y uso eficiente de agua que contribuya a reducir los costos, garantizar el abastecimiento de este recurso para todos sus servicios y clientes que visitan este lugar.

Adicionalmente se abarcaría el cumplimiento a toda la normatividad aplicable para la organización en temas ambientales, temas de turismo sostenible y responsabilidad social

empresarial, implementando tecnologías de ahorro de agua y un sistema recolector de aguas lluvias que puede ser utilizado para sistemas de riego, bombeo de sanitarios y otras actividades.

En el Centro Recreacional La Rochela, el recurso hídrico es un tema de vital importancia y es de allí que nace la necesidad de formular un programa de ahorro y uso eficiente del agua, que permite realizar un análisis técnico de aquellas actividades en las que se utiliza este recurso para poder planificar e implementar tecnologías, estrategias y herramientas que permitan mejorar el uso del agua.

Dentro de las prioridades del centro recreacional siempre está la satisfacción de sus clientes y colaboradores, es por eso que se enfoca en prestar un mejor servicio, por lo tanto ha incorporado planes para garantizar la atención al cliente que incluye mejorar su parte ambiental, implementando tecnologías para moderar el uso de los recursos naturales y mitigar el impacto que generan al medio ambiente.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Formular el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el Centro Recreacional la Rochela.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico en las instalaciones del centro recreacional La Rochela, con el fin de validar los consumos de agua, los usos de las tecnologías implementadas y los equipos utilizados en diferentes áreas y labores, entre otros.
- Evaluar las actividades actuales de uso y consumo con el fin de determinar las áreas de mayor y menor consumo.
- Identificar alternativas o acciones encaminadas al ahorro y uso eficiente del agua.

5. Antecedentes

A pesar de que el 70% de la superficie terrestre está cubierta por mares y océanos, el agua es un recurso escaso puesto que se calcula que el agua dulce representa menos del 3% del total. De ese porcentaje sólo está disponible 1/3 para consumo humano, pues el resto se encuentra congelado en glaciares y casquetes polares, así que nos queda el 1%. Dentro de éste, los lagos, embalses y ríos solamente suponen la centésima parte, y juntos componen la mayor parte de las reservas de las que se abastecen los seres humanos, por lo que sólo el 0,01% del agua del planeta queda disponible, con garantías, para nuestro consumo y se estima que actualmente ya se ha explotado la mitad. (Curso Gestión de aguas y control de vertidos, Aulafacil.com, 2019)

En la actualidad el hombre ha sobrepasado los límites para consumir el recurso y es por esto que las cifras muestran que es poca la cantidad de agua dulce que queda apta para el consumo humano y para suplir sus necesidades.

Aunque se muestra un alto porcentaje sobre el total de agua en el mundo, esta se encuentra en los mares y no puede ser aprovechada por el hombre, sus componentes naturales no permiten que se tenga en la actualidad un tratamiento económicamente viable, para que se pueda potabilizar y aprovechar para uso en las actividades indispensables para el hombre.

El agua es un recurso natural básico, patrimonio común de todos los seres humanos. Es evidente que este recurso es totalmente imprescindible para el hombre, que está compuesto en un 70% por este compuesto y que además lo utiliza todos los días de su vida (para su ingesta, higiene personal, riego...). Esta necesidad de agua es extensible al resto de seres vivos, por lo que puede deducirse que sin agua no existiría vida en la Tierra, y particularmente ha permitido al hombre extenderse por amplios territorios, ya que la presencia de agua en la capa más superficial

del planeta es bastante generalizada (con excepción de las zonas más secas o desérticas). (Curso Gestión de aguas y control de vertidos, Aulafacil.com, 2019)

Los seres vivos requieren de agua para su supervivencia, es por esto que se dice que si el agua deja de existir probablemente el hombre también, Es una afirmación que no va muy lejos de la realidad, actualmente se presentan muchas epidemias y enfermedades causales de ingerir el líquido contaminado, no siendo suficiente se ha visto afectado por otros fenómenos como el calentamiento global, gracias a esto se han presentado oleadas de calor que hacen que el líquido se evapore y se presenten fuertes sequías, trayendo como consecuencia incendios forestales y la muerte de muchos seres vivos.

La disponibilidad del agua en el mundo ha tenido una reducción del 60% debido a factores que afectan la calidad del recurso hídrico, tales como: la gestión deficiente, los conflictos crecientes entre comunidades y entes gubernamentales y uso no coordinado del recurso hídrico, lo que ocasiona además variaciones climáticas, discontinuidad del ciclo del agua, pérdida de la calidad del agua, entre otros que ocasionan graves impactos ambientales y problemas de salud pública. (Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2015)

En Colombia algunos entes gubernamentales, se aprovechan del poder que tienen y realizan actividades que trae grandes consecuencias para las personas de bajos recursos. Existen ciudades y municipios en los que se desvían los ríos para ser aprovechado en actividades industriales y dejan a la comunidad sin este líquido vital, no obstante cuando realizan los vertimientos, estos no presentan una descontaminación. La comunidad no solamente queda sin el recurso hídrico, sino que a la poca que tiene acceso, presenta altos niveles de contaminación.

Todo esto se convierte en un problema social porque se presentan altos niveles de desnutrición, enfermedades y epidemias causando incluso la muerte de muchos.

Es por lo anterior que el gobierno nacional creó una Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, donde se establecen unos objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años, con la cual se quiere garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz.

Basándonos en lo anterior y teniendo en cuenta que el Centro Recreacional La Rochela tiene establecido dentro de sus metas llegar a ser un lugar sostenible y amigable con el medio ambiente, se ha diseñado una política ambiental encaminada a la protección y preservación del medio ambiente desde todas sus operaciones, es por eso que se basa en la normatividad para dar cumplimiento a sus objetivos, por lo anterior es importante el cumplimiento a la Norma Técnica Sectorial Colombiana 002, “la cual rige a todos los establecimientos de alojamiento de Hospedaje en temas de sostenibilidad” y es fundamental tener en cuenta los criterios de la Ley 373 de 1997 “Por la cual se establece el programa para el ahorro y uso eficiente del agua”, adicional a muchas otras normatividades que el gobierno Colombiano ha emitido para regular el uso y ahorro de agua en el País, incluyendo la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el año 2010 y la cual estableció una línea base para el cumplimiento de metas, objetivos y estrategias orientadas a un tiempo de 12 años con el fin de identificar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país y así enfocar los lineamiento al cumplimiento del Decreto - Ley 2811 de 1974 “Código Nacional de Recursos Naturales Renovables”.

Queriendo avanzar en la recolección de la información, en el año 2018 se expidió el Decreto 1090 y la Resolución 1257 y adicionalmente el ministerio del medio ambiente emitió la guía para el uso eficiente y ahorro del agua, orientando a las personas y empresas en el uso sostenible y

responsable de este recurso. Desde la emisión de estos documentos y teniendo en cuenta la normatividad anterior y los compromisos adquiridos por el país para preservar y cuidar el agua, el gobierno, las empresas y las personas en general trabajan para el logro de los objetivos articulando además los ODS, los cuales han sido un pilar importante para la toma de acciones y decisiones medioambientales en el país.

Teniendo en cuenta que lo que se quiere lograr es generar un impacto positivo dado a la sostenibilidad del país y del mundo en general, El Centro Recreacional La Rochela empieza a dar sus primeros pasos desde la creación de una política ambiental, la cual nos indica que el Centro Recreacional “trabaja por ser responsable con el medio ambiente, controlando los aspectos e impactos ambientales significativos en el área de influencia.

El centro recreacional trabaja día a día para proteger el medio ambiente de los impactos que puedan generar nuestras operaciones. Es por ello que se comprometen a dar cumplimiento a los requisitos aplicables, a prevenir la contaminación, a cuidar la biodiversidad de los ecosistemas que nos rodean, a promover el uso responsable de los recursos naturales y a contribuir a la mitigación del cambio climático a través de prácticas coherentes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible”.

Adicionalmente el Centro Recreacional está articulando sus procesos y operaciones con la Norma Técnica Sectorial 002 , para garantizar el cumplimiento de la misma se han implementado actividades, para lograr el registro y monitoreo del consumo de agua mensual, adicional se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, se desarrollan labores de mantenimiento preventivo a todos los equipos y redes de agua y se analiza periódicamente la calidad del agua del centro recreacional.

6. Marco Teórico

La escasez y el uso abusivo del agua dulce plantean una creciente y seria amenaza para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. La salud y el bienestar humano, la seguridad alimentaria, el desarrollo industrial y los ecosistemas de que dependen se hallan todos en peligro, a no ser que la gestión de los recursos hídricos y el manejo de los suelos se efectúen en el presente decenio y aún más adelante de forma más eficaz que hasta ahora. (Declaración de Dublín, 1992: Párr. 1)

Es de allí de donde parte uno de los problemas de la escasez del agua y su uso excesivo que provoca grandes efectos en la actualidad y que a futuro permite describir una gran problemática ambiental por la falta de este recurso.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2.500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua. (UNESCO, 2012)

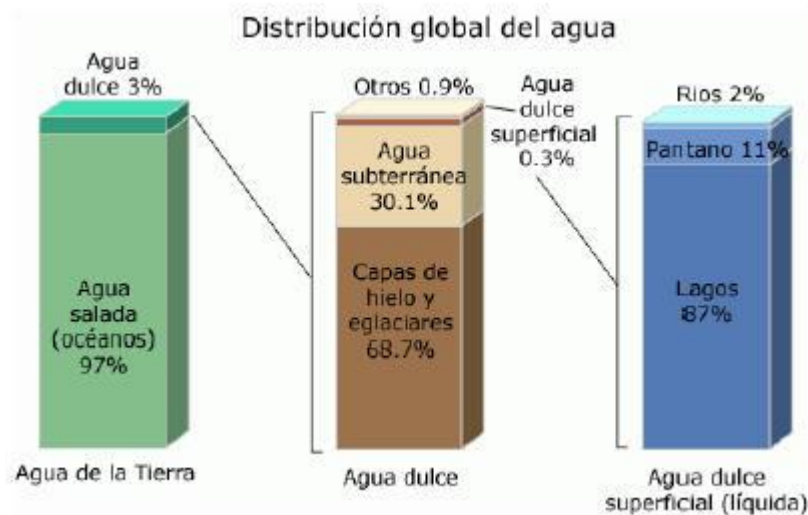
El agua es un recurso vital en el que el hombre se ve involucrado en cada acción u actividad que requiera realizar y aun así no toma conciencia sobre la importancia que tiene preservarlo y cuidarlo. No obstante se siguen presentando cifras de crecimiento de la población, aumentando la problemática por la contaminación y escasez del recurso.

Es por esto que se crean y emplean nuevas tecnologías para la extracción del agua subterránea para suplir las necesidades del ser humano e incluso se han empleado técnicas para recolectar agua lluvia, tratarla y poderla reutilizar en diferentes actividades. Otro ejemplo son los experimentos que se han realizado en diferentes lugares del mundo para tratar el agua salada del

mar y convertirla en agua dulce- potable para poderla implementar en diferentes actividades y suplir las necesidades.

A continuación se muestran las estadísticas en cuanto al abastecimiento del agua en el mundo, según el centro Panamericano de Ingeniería Sanitarias y Ciencias Ambientales (Figura 1).

Figura 1. Cuantificación del agua a nivel mundial



Fuente. Artículo El Agua. Adaptado por CEPIS 2005

Todo estos experimentos e implementación de nuevas técnicas, surge de la carencia para suplir las necesidades básicas, mejorar la calidad de vida y “prometer un buen futuro para las próximas generaciones.

Aunque, si bien es un buen comienzo implementar otras clases de tecnologías, hay un déficit que se denota y es la falta de conciencia, ya que existen diferentes formas y/o actividades en las que el ser humano puede empezar a emplear para retardar los efectos y disminuir el riesgo de escases.

El manejo integral del agua comprende acciones relacionadas con la oferta, la demanda, la calidad, los usos realizados, el manejo de los vertimientos y la prevención de riesgos. Ante el

crecimiento de la población y de los asentamientos urbanos los recursos naturales, especialmente el agua, necesitan actividades planeadas y coordinadas que permitan mejorar el aprovechamiento que se realiza desde la captación hasta los vertimientos. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y Universidad Nacional de Colombia, 2015)

Es necesario realizar una planificación sobre la población y las actividades que realizan como fuente principal de sustento para implementar herramientas y actividades para el aprovechamiento del recurso hídrico.

Colombia basa su accionar en los 4 principio rectores, formulados como recomendaciones en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, Irlanda, del 26 al 31 de enero de 1992, y los cuales se relacionan a continuación:

- Principio N° 1 El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- Principio N° 2 El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles
- Principio N° 3 La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua
- Principio N° 4 El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocerle como un bien económico

Es por lo anterior, que mundial y localmente se busca frecuentemente la utilización de estrategias, para minimizar el impacto ocasionado por los altos consumos de agua, son de gran utilidad para todas las empresas e industrias en general, no solo buscar y arreglar las fugas en tubería, realizar cambios a tecnologías ahorradoras, sino además implementar acciones y

actividades que contribuyan diariamente con el cumplimiento de metas y objetivos encaminadas al ahorro y preservación del agua, es con base a esto que una de las estrategias implementadas a nivel mundial es la recolección y reutilización de aguas lluvias para diferentes actividades.

Desde sus principios el hombre opta por aprovechar el agua superficial como su principal alternativa de abastecimiento para su sustento, pero en el mantenimiento de los cultivos es donde surge la idea de aplicar el agua lluvia para riego, pues al enfrentarse a la falta de abastecimiento de agua y ver perder o deteriorar sus cultivos, el hombre empieza a buscar e implementar nuevas alternativas y estrategias para suplir esta necesidad y no tener futuras pérdidas económicas.

A nivel nacional el gobierno propone una alternativa de manejo racional del agua a través de la Ley 373 de 1997, la cual establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua como una obligación dentro de los planes ambientales regionales y municipales, por lo tanto en Colombia, los sistemas de captación de agua lluvia se han considerado como alternativas para suministrar agua en las zonas urbanas y rurales que pueden sufrir desabastecimiento a causa de la contaminación de los afluentes hídricos y la presión en las cuencas hidrográficas.

Actualmente esta tecnología también se ha utilizado para uso de consumo humano en zonas áridas - semiáridas y urbanizaciones que no cuentan con sistema de agua potable o que por su ubicación no se cuenta con acueducto o sistema potabilizador, sin embargo ha sido un poco limitado por temas económicos, pues no todas las personas cuentan con los recursos para abarcar el sistema, crear el área de captación y garantizar el almacenamiento, teniendo en cuenta que la dotación mínima por día es de 20 litros de agua por familia, los cuales abastecen las necesidades básicas.

Para poder implementar el sistema se debe interceptar, coleccionar y almacenar en tanques diseñados para su recolección, posterior tratamiento (si se requiere) y uso. El costo del sistema

puede variar según sea el tamaño del tanque de almacenamiento, los canales y tuberías, la bomba y el sistema de almacenamiento.

En Colombia también existen lugares de tipo institucional en el que se ha implementado el sistema de captación de aguas lluvias como por ejemplo almacén Alkosto ubicado en la ciudad de Bogotá donde se implementó el sistema en el techo para almacenar aproximadamente 4.820m³ de agua lluvia anual en el que se satisface el 75% de la población que labora en el edificio.

6.1. Marco Conceptual

- **Abastecimiento:** Conjunto de instalaciones para la captación de agua, conducción, tratamiento de potabilización de la misma, almacenamiento, transporte y distribución del agua de consumo humano hasta las acometidas de los consumidores, con la dotación y calidad previstas en esta disposición. (Real Academia Española, 2014)
- **Agua:** Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Fórm. H₂O). (Real Academia Española, 2014)
- **Agua Dulce:** agua de la superficie terrestre, y especialmente la potable, por contraposición a la del mar. (Real Academia Española, 2014)
- **Agua Potable:** Agua apta para el consumo humano. (Real Academia Española, 2014)
- **Aguas pluviales:** Aguas de lluvias que pueden ser utilizadas por el propietario de una finca mientras discurren por ella. (Real Academia Española, 2014)

- ***Aguas Subterráneas:*** Aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo. (Real Academia Española, 2014)
- ***Aguas Superficiales:*** Aguas que se incluyen dentro de las continentales, excepto las subterráneas. También forman parte de las superficiales las aguas de transición y las aguas costeras, y, en lo que se refiere al estado químico, también las aguas territoriales. (Real Academia Española, 2014)
- ***Ahorro:*** Evitar un gasto o consumo mayor. (Real Academia Española, 2014)
- ***Captar:*** Recoger convenientemente las aguas de uno o más manantiales. (Real Academia Española, 2014)
- ***Contaminación Hídrica:*** la acción y efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el medio hídrico que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores, con la salud humana o con los ecosistemas acuáticos o terrestres directamente asociados a los acuáticos; causen daños a los bienes y deterioren o dificulten el disfrute y los usos del medio ambiente. (Real Academia Española, 2014)
- ***Consumo:*** Consumo de agua que se produce al beber, cocinar preparar alimentos y realizar la higiene personal, y es el componente fundamental del uso de abastecimiento de la población. (Real Academia Española, 2014)
- ***Demanda:*** Volumen de agua, en cantidad y calidad, que los ciudadanos o usuarios están dispuestos a adquirir o desean recibir de la correspondiente entidad suministradora para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. (Real Academia Española, 2014)

- ***Demanda de agua:*** Volumen de agua, en cantidad y calidad, que los ciudadanos o los usuarios están dispuestos a adquirir o desean recibir de la correspondiente entidad suministradora para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. La cuantificación de este volumen será función de factores como el precio de los servicios, el nivel de renta, el tipo de actividad, la tecnología u otros. (Real Academia Española, 2014)
- ***Filtración:*** Hacer pasar un fluido por un filtro. (Real Academia Española, 2014)
- ***Floculación:*** Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general por la adición de algún agente. (Real Academia Española, 2014)
- ***Mantenimiento:*** Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente. (Real Academia Española, 2014)
- ***Pluviómetro:*** Aparato que sirve para medir la cantidad de lluvia que cae en un lugar y tiempo dados. (Real Academia Española, 2014)
- ***Preservar:*** Proteger, resguardar anticipadamente a alguien o algo, de algún daño o peligro. (Real Academia Española, 2014)
- ***Programa de Uso Eficiente Y Ahorro del Agua:*** Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. (Samper, P. E., Ley 373 del 1997)

- **Recursos naturales:** Conjunto de los componentes de la naturaleza susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan un valor actual o potencial, tales como el paisaje natural, las aguas superficiales y subterráneas, el suelo, el subsuelo y las tierras, la biodiversidad, la geo diversidad, los recursos genéticos y los ecosistemas que dan soporte a la vida, los hidrocarburos, los recursos hidroenergéticos, eólicos, solares, geotérmicos y similares, la atmósfera y el espectro radioeléctrico, o los minerales, las rocas y otros recursos geológicos renovables y no renovables. (Real Academia Española, 2014)
- **Sistema:** Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (Real Academia Española, 2014)
- **Uso eficiente del agua:** Expresión que utiliza el ordenamiento jurídico para denostar el abuso en la utilización del recurso y para calificar positivamente, en sentido contrario, a las políticas que suponen ahorro de agua. (Real Academia Española, 2014)

6.2. Marco Geográfico

El centro recreacional La Rochela está ubicado a 32 Km de Manizales, con una temperatura promedio de 27°C y una altura de 1000 metros sobre el nivel del mar, ofrece a sus visitantes escenarios naturales que invita a compartir en grupo diferentes experiencias, alojamiento en cabañas, apartamentos o zona de camping, áreas sociales y zonas verdes, además cuenta con varios atractivos como entre los que pueden estar el lago de pesca, lago de canoas, lago decorativo, piscinas para adultos y niños, sauna, turco, salón de juegos, sala de spinning, sala de juegos, vivero, toboganes, canchas de futbol, cancha de tejo, cancha de baloncesto y/o voleibol, adicional se tienen salas de conferencia y áreas sociales como restaurantes y mini mercados. Así

mismo el centro vacacional ha tenido una gran trayectoria durante muchos años, es de gran importancia para los colaboradores, afiliados y beneficiarios.

Este lugar ha implementado una política ambiental enfocada al logro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y al cumplimiento de la normatividad legal aplicable, por lo anterior es importante formular una propuesta que garantice el control de aspectos e impactos ambientales y de cumplimiento a lo establecido anteriormente, previniendo la contaminación, cuidar la biodiversidad y haciendo uso responsable de los recursos naturales.

Figura 2. Mapa Centro Recreacional La Rochela



Fuente. Google. (2018). [Mapa del Centro Recreacional La Rochela, Palestina, Caldas, Colombia en Google earth].

El Centro Recreacional La Rochela presta servicios recreativos y el agua es utilizada para actividades que requieren consumo humano y doméstico, el agua distribuida en el centro

recreacional es captada de un pozo subterráneo a través de una bomba sumergible tipo lapicero y es transportada por una tubería de PVC de 3” de diámetro hacia una planta potabilizadora.

El agua potable es almacenada en un tanque principal de $250 m^3$ de capacidad y de allí se distribuye a dos tanques de almacenamiento secundarios de $230 m^3$, tiene una concesión de aguas superficiales para derivar un pozo profundo para un caudal de 1.878 l/s, discriminados de la siguiente forma: 0,978 l/s para consumo doméstico, 0,8 l/s para riego y 0,10 l/s para recreación.

Tabla 1. Datos técnicos del pozo.

Ítem	Especificaciones Técnicas
Tipo de Pozo	Pozo Profundo
Profundidad del pozo	90m
Diámetro del Pozo	8”
Material de Construcción del Pozo	Acero al carbón Revestimiento en camisa de acero al carbón de 3 m en la parte superior, diámetro 10”
Equipo de Bombeo	Marca UP PUMPS Modelo: 5522 Voltios: 220 V Potencia: 7.5 HP, 60 HZ Diámetro de tubería de descarga: 3”
Profundidad de la bomba de succión	69.70m
Resultados parámetros hidráulicos: Junio 16 de 2011	Nivel Estático 6.30m Nivel Dinámico: 63.6m Caudal 5.6 lt/seg

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional

7. Marco Normativo

- **Decreto 1594 de 1984:** Por el cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos.
- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991:** por lo cual se reglamenta los derechos colectivos y del ambiente.

Artículo 79. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. A través de este artículo se reconoce el derecho de todas las personas de disfrutar de un ambiente sano.

Artículo 98 numeral 8. Es deber de la persona y del ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

- **Ley 373 de 1997.** Por la cual se establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Artículo 10. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico

- **Decreto 3102 de 1997.** Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
- **Resolución 151 de 2001.** Expedida por la comisión reguladora de agua potable (CRA) cuyo objetivo principal es unificar las normas que la comisión ha expedido.
- **Decreto 3100 de 2003.** Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras

determinaciones.

- **Resolución 2115 de 2007.** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- **Ley 1209 de 2008.** Por medio de la cual se establecen normas de seguridad en piscinas.
- **Decreto 2171 de 2009.** Por medio del cual se señalan medidas aplicables a las piscinas y estructuras similares de uso colectivo y de propiedad privada uninhabitacional y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 3930 de 2010.** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 1618 de 2010.** por la cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2171 de 2009.
- **Decreto 4728 de 2010.** Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
- **Resolución 367 de 2012.** Por la cual se otorga una concesión de aguas subterráneas y el correspondiente permiso de vertimiento.
- **Resolución 1207 de 2014.** Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
- **Resolución 631 de 2015.** Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 2715 de 2015.** Por el cual se reglamenta la Ley 1209 de 2008.

- ***Decreto 1090 de 2018***. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones

8. Marco Metodológico

8.1 Diagnóstico del Recurso Hídrico

Con el fin de determinar la oferta y la demanda del recurso hídrico en el Centro Recreacional La Rochela, se plantean alternativas para buscar y organizar toda la información referente a las instalaciones que demandan agua en las actividades recreativas y domésticas.

Para darle cumplimiento a este ítem, se emplearon listas de chequeo y métodos de observación que nos facilitaron la obtención de la información necesaria para formular el programa de ahorro y uso eficiente de agua para el centro recreacional.

8.1.1. Visitas para revisar el uso actual del agua y los costos

En el primer trimestre del proyecto ,se realizó una visita cada 15 días al centro recreacional la rochela y en el segundo trimestre una visita cada mes, estas inspecciones se realizaron con el fin de identificar los procesos y sus componentes, conocer las áreas donde se utiliza agua en sus operaciones, los aspectos e impactos ambientales relacionados con el recurso hídrico, las generalidad de la obtención del recurso para el centro recreacional (anexo 1.), los métodos utilizados actualmente para el tratamiento de agua y sus controles, lo anterior, teniendo en cuenta lo registrado en los recorridos y en la información que el centro recreacional pasa a sus áreas internas y a los entes gubernamentales como la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS.

Para la obtención de esta información utilizamos el método de observación y documentos generales de la organización, los cuales contribuyeron a ampliar la información y conocer los procesos desde el punto de visto teórico – técnico hasta el punto de vista práctico u operacional.

8.1.2. Definición de Dispositivos y equipos hídricos

Por medio de una lista de chequeo (anexo 2) se realizó el diligenciamiento del inventario de equipos, redes y demás elementos que se interrelacionan con el recurso hídrico.

Este inventario se hizo con el fin de conocer la cantidad de instalaciones que requieren agua y cuales son de tipo convencional y cuales de tipo ahorradoras, adicional en que sector están ubicados y así verificar donde se pueden sugerir mejoras tanto infraestructurales como operacionales.

También se caracterizaron las áreas de mayor y menor consumo, realizando un análisis respectivo de las causas, lo cual nos ayuda a formular estrategias encaminadas al uso eficiente del recurso hídrico en el centro recreacional.

8.1.3. Información de Consumos

Teniendo en cuenta la información observada en los medidores y en los registros de consumo diligenciados por el personal del centro recreacional, se obtuvieron los datos de consumo desde el año 2013 al 2019-I, analizando los años de mayor y menor consumo de agua, para obtener información de las posibles causas asociadas a estas variaciones.

Con los datos obtenidos de los consumos de agua y de las visitas al centro recreacional, se pueden sacar los consumos percapita por año y revisar las variaciones presentadas.

Para la obtención de esta información se utilizó cámara fotográfica y anexo 3.

8.2. Evaluar las actividades actuales de uso y consumo de agua

Durante los recorridos que se realizaron a todo el centro recreacional la rochela, se identificaron las actividades que necesitan agua para sus operaciones, así mismo, se identificaron los equipos y elementos que actualmente utilizan agua dentro de la organización, para esta verificación se utilizó el método de observación y se evidencio por medio de registro fotográfico, estas inspecciones están registradas en el anexo 4.

8.3. Identificar alternativas y acciones encaminadas al ahorro y uso eficiente del agua

8.3.1. Identificar Oportunidades de mejora.

Para la identificación de oportunidades de mejor se utilizó la matriz DOFA (anexo 5). Al identificar y desarrollar los puntos de la matriz, formulamos estrategias encaminadas al ahorro y uso eficiente de agua, las cuales veremos a continuación.

8.3.1.1. Tecnologías de ahorro y optimización.

Al realizar la identificación de todos los equipos utilizados, se debe de analizar la tecnología utilizada y los gastos o ahorros que estas puedan ocasionar para la organización y con base en ello, se proponen alternativas de arreglo o cambio de equipos más amigables con el medio ambiente.

Para esta inspección se utilizó el método de observación y se evidencio por medio de registro fotográfico, las cuales están registradas en el anexo 6, además se obtuvieron documentos de los

equipos, como fichas técnicas e informes mantenimientos los que ayudaron a corroborar información.

8.3.1.2. Sistema de Recolección de Aguas Lluvias SCAPT

Un Sistema de Recolección de Aguas en Techos, va enfocado en el uso de aguas lluvias, garantizando así el aprovechamiento y reutilización del recurso para actividades que no requieran agua potable, como por ejemplo actividades industriales, riego de plantas y cultivos, lavado de baños e instalaciones en general, entre otras. El agua de lluvia recolectada, distribuida y almacenada en tanques para su posterior uso. Para las actividades domésticas y de recreación se utiliza el techo como medio de captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos).

Este modelo es de gran beneficio para la optimización del recurso hídrico, además minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados para riego y mantenimiento de áreas verdes, lo que beneficiaría al centro recreacional en este tipo de actividades.

Sin embargo para su implementación se deben de realizar análisis para verificar la viabilidad del sistema, con el fin que cumpla con los objetivos propuestos.

Es de tener en cuenta que al recolectar las aguas lluvias, las tuberías de distribución deben de realizarse por sistemas independientes al de las demás aguas, pues si son descargadas al mismo sistema, puede causar contaminación al agua y esta ya no sería apta para ser utilizada en usos domésticos, ni en riego.

8.3.1.2.1 Factibilidad.

En el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es necesario considerar los factores técnicos, económicos y sociales.

8.3.1.2.1.1 Factor Técnico.

- Oferta de agua; este factor está relacionado directamente con la precipitación pluvial durante el año y con las variaciones estacionales de la misma, por lo anterior, en el Centro Recreacional la Rochela se instaló un pluviómetro en un lugar estratégico, con el fin de medir la precipitación de la lluvia y revisar la viabilidad y disponibilidad del recurso.

Adicionalmente se tienen datos de los patrones de lluvia del sector desde el año 2.011, esta información nos puede apoyar las bases técnicas de precipitación de la zona y contribuir con la búsqueda de factibilidad de la estrategia.

- Demanda de agua; la demanda depende de las necesidades del centro recreacional La Rochela en temas de riego y actividades domésticas, estas necesidades pueden variar por las temporadas del año y eventos que se presenten en el transcurso del mismo, además por la visita de usuarios a los diferentes sectores del centro recreacional, sea como alojados o pasadía, los cuales utilizan los servicios de baños, piscinas, restaurante y demás.

8.3.1.2.1.2 Factor Económico

El factor económico va directamente relacionado con la inversión que se debe de realizar para las adecuaciones del Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos, la formulación del proyecto está recomendado para realizar el sistema de recolección en el restaurante las iguanas, lo anterior, teniendo en cuenta la pendiente que los techos tienen, sin embargo, es indispensable realizar adecuaciones estructurales para la tubería, tanque de almacenamiento y demás mejoras que garanticen el funcionamiento del sistema. En el anexo 7 podemos visualizar una presupuesto para realizar línea base de inversión.

Cabe aclarar que este sistema está formulado para abastecer actividades de riego y domésticas, por lo tanto no se necesitan inversiones en temas de tratamiento de agua, sin embargo esta alternativa queda abierta para la empresa en el momento que lo consideren necesario, es por lo anterior, que se sugiere realizar este sistema cerca de la planta potabilizadora, minimizando los costos de infraestructura si se requiere el tratamiento.

Adicionalmente es indispensable crear un presupuesto para los mantenimientos del sistema, que abarque las limpiezas, cambios de estructuras, mejoramientos y demás, con el fin que se garantice la oferta y demanda del recurso.

8.3.1.2.1.3 Factor Social

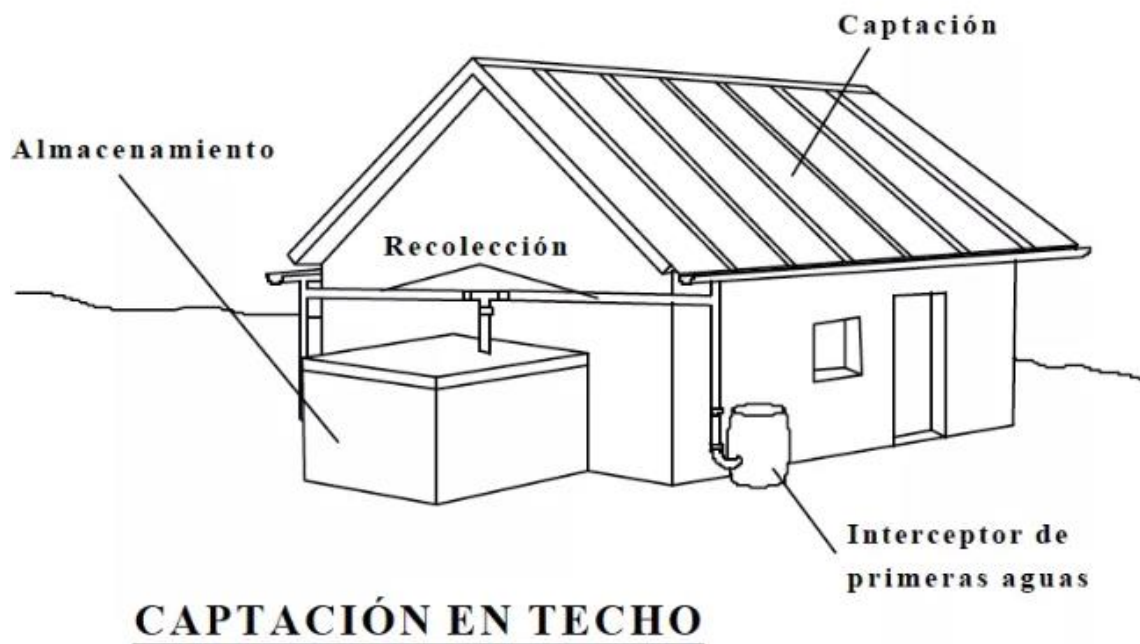
Este factor se asocia a los hábitos y a las costumbres que pueden tener los empleados o los visitantes del lugar y lo consiente que sean en el ámbito ambiental y de sostenibilidad. Influye también realizar una socialización con la organización sobre las ventajas y desventajas que trae el sistema además de los usos que este puede tener.

Una vez expuestas las razones y los análisis previos del sistema, es importante dar a conocer a la importancia de la participación de los empleados en la implementación del sistema y tener en cuenta sus ideas e iniciativas.

8.3.1.3. *Diseño.*

El sistema de captación de aguas lluvias se compone por los elementos de captación, recolección y conducción, interceptor y almacenamiento.

Figura 3. Esquema Sistema SCAPT



Fuente. (UNATSABAR, 2001)

8.3.1.3.1. Captación.

La captación se emplea para recoger el agua lluvia, el cual debe estar construido en tejas de arcilla, con un coeficiente de escurrida entre el 0.80 y 0.90, adicionalmente debe contar con una pendiente mayor al 5%, teniendo en cuenta estas características, se verifica si el techo es apto o no para la instalación del sistema, lo que garantiza el drenaje del agua lluvia y facilita el traslado de ésta hasta el sistema de recolección. En caso que no sea apto se debe buscar otro lugar o construir el techo con las características requeridas para el adecuado funcionamiento del sistema.

8.3.1.3.2. Recolección.

Para lograr el objetivo y recolectar el agua se deben instalar o adecuar canaletas que deben ir en los bordes del techo cuyo fin es poder acumular el agua conducirla por las canaletas hasta el tanque recolector. El material que se debe emplear para esta actividad debe cumplir con unos requisitos específicos, debe ser liviano y con fácil conectividad para reducir las posibles fugas.

8.3.1.3.3. Interceptor.

Su función es impedir que las primeras aguas que pueden contener material que se encuentran en el techo no pasen al sistema de recolección y así mitigar la contaminación del agua lluvia. Para implementar este equipo es necesario saber el volumen de agua que se requiere para lavar el techo y este se estima en un litro por m² de cubierta o techo.

8.3.1.3.4. Almacenamiento.

Se refiere a la obra o dispositivo implementado para almacenar el agua recolectada. Este equipo debe contener diferentes especificaciones que permitan la durabilidad y efectividad.

8.3.1.3.5. Red de Distribución y Sistema de bombeo.

La red de distribución debe de ir paralela pero separada de la red de suministro de agua potable, para esto se debe tener en cuenta el tanque de almacenamiento y los puntos donde se quiere distribuir el agua lluvia, en este caso, para uso en riego y actividades domésticas como lavado de pisos y paredes, y si es posible vaciado de agua. Pero la red de agua potable existente seguirá prestando suministrando el agua, en caso en que el caudal no alcance o se tengan paros del suministro de agua lluvia por mantenimientos u otros temas.

El sistema de bombeo deber estar diseñado de acuerdo al caudal requerido para las actividades donde se va a utilizar agua lluvia, es recomendable utilizar una bomba de succión negativa, por lo que la bomba debe estar menos de 50 cm del fondo del tanque para evitar el arrastre de material sedimentado.

8.3.1.4. Información de Pluviometría

Se debe obtener información de la precipitación de la zona, estos datos se pueden tener de las estaciones del IDEAM e instalando equipos y/o herramientas destinadas a esta actividad. Para el centro recreacional la rochela, se suministraron datos de estaciones de precipitación del IDEAM y Cenicafe, adicional se instalo un pluviómetro, al cual se le realiza seguimiento diariamente.

8.3.1.5. Modelo de Cálculos

Para determinar el volumen de almacenamiento y demás elementos del diseño, se debe calcular la cantidad de agua que es capaz de recolectarse, adicional calcular la precipitación promedio mensual, la demanda total al igual que la acumulada, la oferta total y la oferta acumulada.

Cabe aclarar que estos cálculos se pueden realizar bajo la guía de diseño para captación de agua lluvia, emitida por la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) de Lima, Perú en el año 2001. Sin embargo la organización puede utilizar otra guía u otros métodos para los cálculos del diseño e implementación del Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos SCAPT.

9. Resultados.

9.1 Descripción de procesos

Dentro del diagnóstico se realizó la identificación de las actividades que generan demanda de agua, el análisis de esto se realizó teniendo como una revisión ambiental inicial, donde se caracterizaron los aspectos ambientales más significativos del centro, sus riesgos, sus impactos y los controles o acciones a implementar para minimizar o evitar el impacto.

En la tabla 4 podemos visualizar lo identificado.

Tabla 2. *Caracterización Ambiental*

Aspectos Ambientales	Suceso/Evento/ (Riesgos)	Impacto	Controles/ Acciones
Captación de aguas subterráneas o superficiales	Mala calidad química y física del agua	Agotamiento de los recursos hídricos	Cumplimiento de las acciones según concesiones de aguas.
Consumo de agua	Escape de agua por tuberías o problemas en las redes hídricas	Agotamiento del recurso	Diseño del programa de ahorro y uso eficiente del agua Programa de Mantenimiento preventivo y correctivo

Calidad del agua	Enfermedades en las personas Perdida de fauna y flora	Reducción de afectación al ambiente	Análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas
Generación vertimiento de aguas residuales	Funcionamiento inadecuado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Contaminación hídrica y sanciones ambientales	Cumplimiento normatividad de vertimientos, según concesiones de aguas
Generación de lodos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Disminución o aumento en el porcentaje de lodos	Contaminación hídrica	Cumplimiento cronograma de mantenimiento
Uso que productos químicos para tratamiento de aguas (piscinas, PTAR, PTAP)	Derrame químico al suelo/agua	Reducción de afectación al ambiente	Seguimiento contrato insumos

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

Adicionalmente el centro recreacional la rochela, cuenta con unos sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual, a continuación se relacionan los componentes de cada sistema y los controles de verificación de los mismos.

9.1.1. Planta de Tratamiento de Agua Potable.

El Centro Recreacional la Rochela cuenta con una planta de tratamiento de agua potable, lo anterior debido a que la cantidad, continuidad y calidad del agua potable para consumo humano y recreación depende de varios factores como: el caudal, la calidad de agua, los sistemas de conducción, el tratamiento y procedimientos que se aplican para la potabilización del agua, el estado de las instalaciones físicas y de los equipos, la disponibilidad de recursos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento, la disponibilidad y el grado de capacitación del personal que opera la planta de tratamiento, además del compromiso administrativo.

El sistema de tratamiento de agua potable del centro recreacional es del tipo convencional, con captación de agua subterránea a través de un sistema de bombeo, el sistema fue implementado para un caudal de 6,0 litros/seg y está constituido por las etapas de captación (Canaleta Parshall), sistema de medición y control de caudal, unidad de tratamiento físico-químico (floculador tipo Alabama y sedimentador de placas tipo acelerado), sistema de filtración, desinfección y almacenamiento de agua tratada. Adicionalmente se cuenta con un tanque de almacenamiento adicional con capacidad $250 m^3$, equipo hidroneumático para la distribución, sistema de dosificación de productos químicos y lecho de lodos de secado.

Los mantenimientos de la Planta de tratamiento se realizan semestralmente, en este mantenimiento se realizan las siguientes actividades: revisión general del sistema y realización

de posibles adecuaciones, verificación de los equipos de bombeo, lavado de tanques de almacenamiento, extracción de lodos, limpieza de las unidades de floculación y sedimentación, limpieza de filtros, lavado de los tanques de almacenamiento si se requiere; además diariamente se realiza verificación entrada a la canaleta Parshall y funcionamiento del sistema de bombeo, verificación del nivel de lodos en el floculador y el sedimentador, verificación del funcionamiento del sistema de bombeo de los filtros, verificación de la presión manométrica de operación del sistema del filtro de arena; mensualmente se hace verificación de los caudales de dosificación de las bombas dosificadoras de Policloruro de Aluminio e hipoclorito de sodio y verificación del nivel de arena en el filtro y reposición del volumen si se requiere.

Figura 4. Planta de tratamiento de agua potable



Fuente. Fotografía propia, 2019

9.1.2. Planta de Tratamiento de Agua Residuales

El tratamiento de aguas residuales constituye una medida de control ambiental que permite disminuir el impacto generado por el vertimiento a cuerpos de agua.

Para el logro de este objetivo se debe contar con obras de infraestructura adecuada al tipo de agua a tratar y con el personal idóneo para llevar a cabo la operación, manejo y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, con base en procedimientos unificados que permitan garantizar un funcionamiento óptimo de la planta, evitando interrupciones debidas a fallas de cualquiera de los equipos, procesos u operaciones, asociadas a deficiencias de operación o mantenimiento.

El Centro Vacacional Rochela, en la prestación de sus servicios recreativos, genera aguas residuales domésticas, las cuales son sometidas a tratamiento de depuración mediante un sistema de lodos activados tipo aireación extendida. Es por eso que se cuenta con una planta de tratamiento de agua residual, la cual es de tipo de aireación extendida y cuenta con: tanque de recuperación, tanque de aireación, clarificador y lecho de secado.

El sistema de lodos activados, tipo aeración extendida se basa en la digestión de la materia orgánica, causante de la contaminación en las aguas residuales, por medio de microorganismos denominados "Bacterias Aeróbicas" con nutrientes solubles, vitaminas, y enzimas, además de cepas de microorganismos específicos para cada tipo de desechos, las cuales transforman la materia orgánica en gas carbónico, agua y un residuo sólido estabilizado, acelerando la velocidad de formación de la biomasa y optimizando el tratamiento. Estos microorganismo, en el medio adecuado, con el oxígeno cuidadosamente controlado y el alimento apropiado para su crecimiento y propagación, se multiplican rápidamente dando lugar a la formación de un manto de lodos (Biomasa). Este mecanismo favorece la velocidad de estabilización del sistema de

tratamiento. Cabe aclarar que el tipo de microorganismo, la dosificación y la frecuencia de adición estarán definidos por el caudal a tratar y la carga contaminante.

El sistema de tratamiento existente está constituido por tres plantas, dos de ellas ubicadas en paralelo con idénticas características, denominadas Plantas 1 y 2 reciben el 75% del caudal a tratar, y una planta adicional, denominada Planta 3, la cual recibe el caudal restante. El caudal es distribuido a través de una cámara de repartición de flujo. Los lodos generados en las tres plantas son estabilizados a través de un único lecho de secado de lodos.

Diariamente se debe de realizar revisión de la operación mecánica y eléctrica del sistema, verificación de redes, verificación de difusores de aire, verificación organoléptica del agua, retiro de sobrenadantes y natas, limpieza de baffles, revisión de que las líneas de retorno de lodos y desnatación estén funcionando adecuadamente, verificación de la tensión de las correas del blower, medición de pH y oxígeno disuelto en tanque de aireación, inspección sensorial, verificación en ambos filtros que no haya arrastre de partículas del lecho por el filtrado, inspección visual del funcionamiento hidráulico y mecánico de las unidades que componen el sistema, gestión de lodos y diligenciamiento de registros.

Semanalmente se debe de realizar adición de microorganismos especializados, medición de nivel de lodos (porcentaje máximo 50%), raspado de tolvas del clarificador, revisión del estado del pozo de bombeo y cámara de salida.

Mensualmente se realiza revisión de aceite del blower, revisión del filtro de aire del soplador y reemplazarlo cuando se evidencie deteriorado, limpieza manual del pozo y cámara de salida.

Y semestralmente se debe de realizar los mantenimientos generales al sistema de distribución de aire, al tablero eléctrico, a los equipos electromecánicos y se debe realizar medición de calidad de agua de salida.

Figura 5. Planta de tratamiento de agua residual.



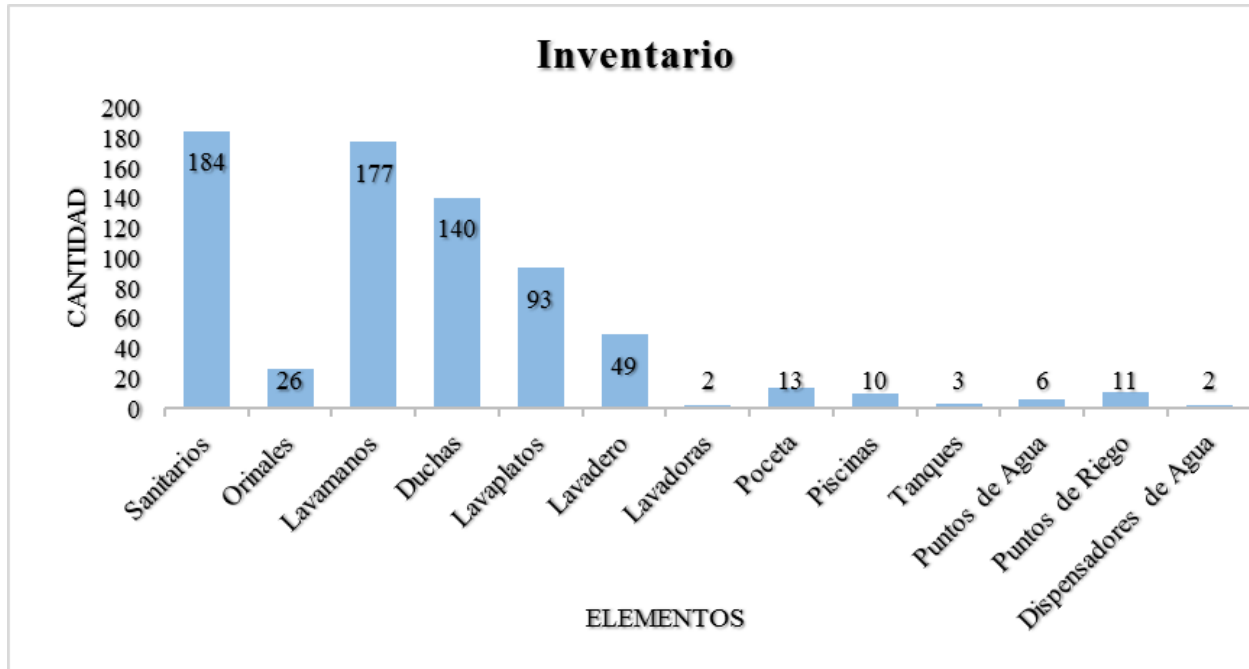
Fuente. Fotografía propia, 2019

9.2. Dispositivos utilizados

Con técnicas de observación, visitas de campo, listas de chequeo e instrumentos como registros fotográficos, video y demás, se realizó el inventario de dispositivos hídricos de las instalaciones para estimar su clase y tipo.

En total evidenciamos 716 elementos hídricos en el centro recreacional, los cuales están descritos en la tabla 6 y diligenciados en la lista de chequeo anexo 1.

Figura 6. Inventario de Dispositivos

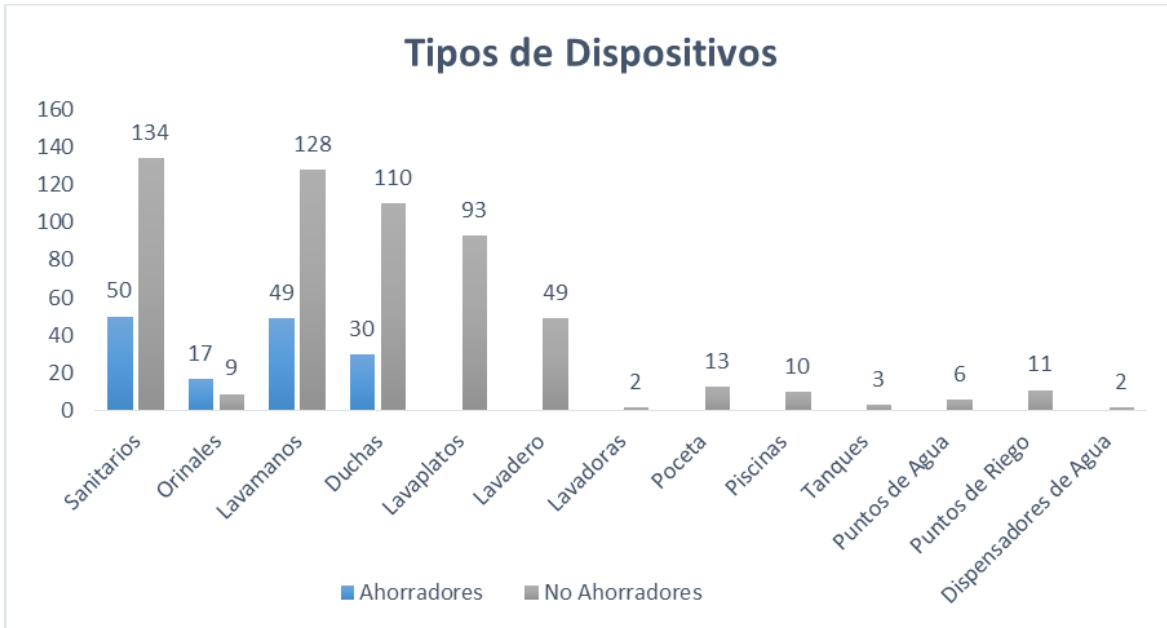


Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional

Es importante aclarar que el centro recreacional cuenta con 58 cabañas, 36 apartamentos, de los cuales solo 24 cuentan con cocineta, una zona camping con una capacidad para 30 carpas, 1 restaurante principal, 1 restaurante secundario y una zona de snacks.

Por ser un centro recreacional se deben de mantener sus atracciones acuáticas en perfecto estado, así como sus zonas verdes y comunes, es por lo anterior que se evidencian los datos anteriores.

Figura 7. Tipos de Dispositivos.



Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional

Durante el recorrido realizado a todo el centro recreacional, se pudo evidenciar que el 20% de los dispositivos son de tipo ahorrador, lo que indica que se está trabajando por la optimización del recurso hídrico, es importante recalcar que estos elementos nos observamos en las áreas nuevas, lo que indica que se está teniendo en cuenta las valoraciones ambientales y el cambio de tecnologías para las nuevas construcciones y proyectos dentro del centro recreacional.

Figura 8. Fotografías de dispositivos utilizados



Fuente. Collage realizado con fotografías propias, 2019

9.3. Histórico Consumos

9.3.1. Consumos de agua

El Centro Recreacional La Rochela cuenta con medidores en diferentes sectores para verificar los datos de consumo (anexo 3) y así validar los lugares donde se presentan aumentos o disminución para realizar seguimientos y crear planes de acción de ser necesario.

Desde el año 2012 el Centro Recreacional La Rochela empieza a realizar medición del pozo profundo, teniendo en cuenta que Corpocaldas otorgó concesión de aguas subterráneas y el respectivo permiso de vertimiento.

Tabla 3. *Consumos de agua por año.*

Consumo en m ³ año 2013	Consumo en m ³ año 2014	Consumo en m ³ año 2015	Consumo en m ³ año 2016	Consumo en m ³ año 2017	Consumo en m ³ año 2018	Consumo en m ³ año 2019 (I Sem)
24.240	71.835	81.349	77.358	43.331	36.867	29.987

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

La tabla presenta mayor aumento de agua en los años 2014, 2015 y 2016, esto se presenta porque para esos años no se tenía ninguna medida para ahorro de agua, es decir, todos los dispositivos eran convencionales o tradicionales, no se tenía ningún tipo de tecnología, adicional no se tenía conteo de las fugas de los baños, de las piscinas y demás. Es por eso que para el año

2017 se realizaron unas adecuaciones de infraestructura, donde se construyeron 24 apartamentos con tecnología de ahorro: a las duchas se le instalaron aspersores, se instalaron luminarias tipo LED y grifería tipo ahorrador.

Con estos cambios en infraestructura y otras remodelaciones en restaurante y zonas sociales se pudo obtener un ahorro de agua para el año 2017 y 2018. Cabe aclarar que el centro recreacional la rochela es muy apetecido por lo manizalitas para pasar sus vacaciones o fines de semana, es por eso que las temporadas altas se dan siempre los días sábados y domingos, semana santa, Julio y Octubre; sin embargo en el II Semestre del año 2018 y I Semestre del año 2019 se han realizado muchos eventos entre semana lo que hecho el centro recreacional mantenga con su capacidad en un 80%, por eso se evidencia aumento del consumo de agua para el I semestre del año en curso, por temas de aperturas de más piscinas, preparación de más alimentos en el restaurante, aumento en el lavado de sábanas cobijas y sumando a esto los consumos de este recurso en las cabañas y apartamentos que se requiere para el alojamiento de los usuarios y colaboradores cuando es el caso.

9.3.2. Consumos Per Cápita

Teniendo en cuenta los consumos en m^3 y los usuarios registrados entre el II Semestre del año 2013 y I Semestre de 2019, podemos obtener el valor de consumo per cápita, es decir, cuánta agua es consumiendo un usuario en el centro recreacional, cabe aclarar que dentro de estos datos están incluidos todos los consumos: humano, recreativo y doméstico.

A continuación se relaciona el dato per cápita por año.

Tabla 4. *Consumos per cápita por año*

Año	2013 (II Sem)	2014	2015	2016	2017	2018	2019 (I Sem)
Consumo en m^3	21.240	71.835	81.349	77.358	43.331	36.867	29.987
Usuarios	103.416	180.326	231.690	215.404	227.388	229.824	111.333
Per Cápita	0,205	0,398	0,351	0,359	0,173	0,160	0,269

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

En la tabla del consumo per cápita, se puede observar que entre el año 2013 y el año 2015 hubo un incremento muy significativo del 51% aproximadamente.

Esto se da porque en el año 2015 se da un aumento en las visitas al centro recreacional, esto se puede dar porque para este año se realizó una construcción de 24 apartamentos, la cual se inauguró ese mismo año y conto con la presencia muchas personas que visitaron las instalaciones, adicionalmente ese año los apartamentos tuvieron un alojamiento el 100% del año.

Para el año 2016 se presentó una estabilidad que empezó a reducir un 36% aproximadamente para los años 2017, 2018 y 2019.

Aunque se tuvo un incremento de usuarios la reducción del consumo se dio por el empleo de nuevas tecnologías que optimizaron los procesos y lograron ahorro del recurso.

Es allí donde se nota la importancia del uso de las tecnologías que ayudan a ahorrar, además de la sensibilización ambiental que hay en el lugar para motivar a las personas a ahorrar agua y preservarla.

9.4. Acciones, alternativas y Estrategias.

9.4.1. Descripción de Mejoras en los dispositivos.

De acuerdo a la matriz DOFA desarrollada (anexo xx), evidenciamos que una de las oportunidades es el cambio de tecnología de tradicional a tecnología ahorrativa en los equipos hídricos de la organización, esto con el fin de minimizar los consumos y garantizar el uso eficiente del recurso.

En el anexo 6 podemos evidenciar los cambios sugeridos.

9.4.2. Aprovechamiento de agua lluvia.

Con el fin de minimizar los costos en facturación por consumo de agua, se sugiere implementar un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, más conocido como (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos – SCAPT).

Para la implementación de este sistema, es necesario conocer información base de la pluviometría de la zona, es por lo anterior, que a continuación de plantean los resultados de búsqueda de información.

9.4.2.1 Información de Pluviometría.

Para obtener la información de precipitación de la lluvia en el centro recreacional la rochela, se instaló un pluviómetro desde el mes de Septiembre de 2018, con el fin de verificar y analizar los m^3 de agua que pueden caer en el centro recreacional por motivo de lluvia.

Adicionalmente para completar la información de precipitación, se verificaron documentos

del IDEAM y Cenicafe, los cuales contienen información sobre la estación de Santaguada en el Municipio de Palestina en el departamento de Caldas.

Se analizó la información de distribución de la lluvia de la zona en estudio (Santaguada - Rochela) del banco de datos climáticos obtenidos por la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros, operada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café-Cenicafé.

Tabla 5. Información base de la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros.

Estación	Municipio	Latitud Norte		Longitud Oeste		Altitud metros	Período		Años	Lluvia media mm
		°	'	°	'		Inicio	Final		
Denicafé	Chinchiná	5	0	75	36	1.310	1942	2010	68	2.561
La Divisa	Chinchiná	4	59	75	36	1.590	1992	2010	18	2.845
La Francia	Chinchiná	4	59	75	41	1.267	1977	2010	33	2.647
La Romelia	Chinchiná	4	58	75	40	1.335	1994	2010	16	2.670
La Sierra	Chinchiná	4	59	75	38	1.440	1988	2010	22	2.735
Moravo	Chinchiná	5	1	75	43	1.146	1996	2010	14	2.833
Naranjal	Chinchiná	4	58	75	39	1.381	1956	2010	54	2.782
El Recreo	Palestina	5	2	75	39	1.430	1970	2010	40	2.628
Granja Luiker	Palestina	5	4	75	41	1.031	1964	2010	46	2.255
La Argentina	Palestina	5	2	75	41	1.354	1986	2010	24	2.614
La Margarita	Palestina	5	2	75	37	1.436	2000	2010	10	2.521
La Palma	Palestina	5	1	75	41	1.165	1987	2010	23	2.784
Santaguada	Palestina	5	4	75	40	1.026	1964	2010	46	2.290

Fuente. Jaramillo Robledo, A., Ramírez Builes, V. H., Arcila Pulgarín, J. (2011). Patrones de Distribución de Lluvia en la zona Cafetera. Avances Técnicos Cenicafe, Pág. 4.

Teniendo en cuenta las cantidades de lluvia mensual para períodos de observación superiores a 10 años, se estimaron las cantidades de lluvia probable con una probabilidad de 0,75 de acuerdo con la función Gamma.

“Cuando se estima una probabilidad de 0,75 significa que durante 3 años, de 4 analizados, se debe esperar una cantidad de lluvia igual o superior al valor estimado”. (Robledo, Ramírez Builes y Arcila, 2011).

Tabla 6. *Meses secos y húmedos de la zona cafetera Colombiana. Probabilidad de las cantidades de lluvia a un nivel de 0,75.*

Departamento /Estación	Municipio	Altitud (m)	Lluvia, mm Probabilidad 0,75											
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cenicafé	Chinchiná	1.310	105	106	150	207	208	137	113	121	145	228	197	134
La Divisa	Chinchiná	1.590	136	139	183	208	215	152	144	141	183	217	225	148
La Francia	Chinchiná	1.267	93	104	176	213	221	173	164	133	136	199	189	122
La Romelia	Chinchiná	1.335	108	121	174	203	207	158	151	126	147	196	212	140
La Sierra	Chinchiná	1.440	114	115	165	201	201	143	160	139	174	195	242	149
Moravo	Chinchiná	1.146	99	109	182	223	233	184	164	136	156	210	237	147
Naranjal	Chinchiná	1.381	110	115	160	228	237	167	144	148	159	226	213	131
El Recreo	Palestina	1.430	110	91	135	227	212	157	134	132	190	194	210	115
Granja Luker	Palestina	1.031	68	82	117	163	197	136	106	127	153	177	168	100
La Argentina	Palestina	1.354	91	111	155	211	206	151	157	131	169	186	202	126
La Margarita	Palestina	1.436	99	109	147	166	232	147	137	98	135	190	227	133
La Palma	Palestina	1.165	90	127	172	214	233	170	161	146	160	210	230	125
Santágueda	Palestina	1.026	66	84	124	183	203	140	108	117	150	174	170	105

Fuente. Jaramillo Robledo, A., Ramírez Builes, V. H., Arcila Pulgarín, J. (2011). Patrones de Distribución de Lluvia en la zona Cafetera. Avances Técnicos Cenicafe, Pág. 10

Los cambios en la temperatura superficial del Océano Pacífico alteran los patrones y las cantidades de precipitación en la zona cafetera, dicha alteración no se presenta para todos los meses del año, sino únicamente para los meses considerados “secos” o de menor lluvia, y que no están bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Si las condiciones de temperatura del Océano Pacífico indican condiciones de El Niño, disminuye la precipitación, lo que significa que los meses “secos” tienden a ser más secos; pero si las condiciones del Océano Pacífico presentan condiciones de La Niña, aumenta la precipitación, lo que significa que los meses “secos” tienden a ser lluviosos. (Robledo, Ramírez Builes y Arcila, 2011).

Las variaciones temporales de la lluvia pueden ser compensadas por las variaciones en la altitud; en la zona cafetera se presentan franjas altitudinales, en donde ocurre la máxima cantidad

de lluvia entre los 1.300 y 1.600 m de altitud, a partir de las cuales disminuye la precipitación hacia las zonas altas y hacia las bajas.

Las regiones cafeteras secas se ven favorecidas durante los eventos de La Niña, por incremento de las lluvias; igualmente, las regiones húmedas son favorecidas en los eventos de El Niño, por disminución de la lluvia y aumento en el brillo solar. (Robledo, Ramírez Builes y Arcila, 2011).

La información del Centro Recreacional La Rochela confirma los estudios realizados previamente por las entidades ya mencionadas.

Tabla 7. *Información Pluviómetro*

Mes	Medida de Llenado en Pul	Medida de Llenado en Cm3
Septiembre 2018	33	541
Octubre 2018	35	578
Noviembre 2018	17	197
Diciembre 2018	12	141
Enero 2019	33	541
Febrero 2019	30	366
Marzo 2019	41	625
Abril 2019	32	489

Mayo 2019	53	821
Junio 2019	10	210
Julio 2019	14	270

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

Teniendo en cuenta los datos anteriores y la información teórica y técnica de los documentos referenciados, encontramos que el Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos – SCAPT, es viable para la organización y fomentará el ahorro y uso eficiente del agua.

10. Conclusiones.

- El hombre debe entender la importancia que tiene el recurso hídrico en el mundo y debe empezar a implementar actividades y tecnologías que permitan preservar este recurso.
- Un PUEEA, permite tener un diagnóstico sobre las actividades que se realizan y permite identificar oportunidades de mejora para alcanzar los objetivos propuestos, además de preservar el recurso hídrico.
- Al centro recreacional la rochela al implementar un PUEEA y las tecnologías que puede implementar para un ahorro y un uso eficiente del agua, será una institución reconocida por sus usuarios y que amerita reconocimientos por preocuparse por el cuidado del medio ambiente, pero sobre todo por realizar actividades en pro del recurso hídrico.
- En Colombia hace falta más conciencia, y que las instituciones en las que su materia prima es un recurso natural, se implementen programas para el ahorro y uso eficiente del agua, además de otros programas medio ambientales que permiten optimizar los procesos y preservar el medio ambiente que nos rodea.
- El PUEEA es un instrumento que al aplicarlo permite que la institución reduzca costos y que al implementar nuevas tecnologías se minimicen los impactos ambientales que se presentan en la institución.
- Desde el punto de vista económico, para implementar las tecnologías que se recomiendan en la formulación, son estrategias viables, con una inversión de bajo costo que permitirá reducir los consumos de agua y por ende minimizar los valores de facturación.
- Según el diagnóstico de recurso hídrico realizado al centro recreacional la rochela, se puede concluir que sus actividades y operaciones en las que se generan vertimiento no ocasionan impactos ambientales significativos sobre los cuerpos de agua, pues se cuenta con una

planta de tratamiento de agua residual, la cual permite disminuir las cargas contaminantes del afluente.

- La implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente, permite que el centro recreacional sea un punto de referencia ambiental y social para otras entidades y obtener reconocimientos a nivel local, nacional e internacional.
- La optimización de los procesos, crea un impacto positivo en la sociedad, favoreciendo al centro recreacional en el crecimiento de su índice ocupacional, logrando aumento de visitantes tanto de pasadía como de alojamiento.
- Al implementar el programa de ahorro y uso eficiente de agua se puede superar las metas de ahorro internas que se tienen planteadas, con el fin de aumentar sus porcentajes de cumplimiento con la normatividad.
- Este programa contribuye a la implementación de la NTC 002 “Establecimiento de alojamiento y hospedaje (EAH). Requisitos de sostenibilidad, la cual tiene como un prerequisite la gestión integral del agua, garantizando su cuidado y preservación.
- Aunque en la zona hay estaciones del IDEAM y Cenicafé que miden la precipitación del agua lluvia, es importante complementar esta información con las mediciones de pluviometría que se realizan en el centro recreacional, es por lo anterior, que su medición debe de ser constata y veras.
- Aunque se tienen buenos indicadores de pluviometría en la zona, es importante tener en cuenta que este lugar se encuentra a bajos niveles sobre el nivel del mar y por ende se presentan unas fuertes oleadas de calor, lo que puede ocasionar sequía, sin embargo se pueden crear mejoras en el sistema de almacenamiento y si llegase a desabastecerse se utilizara los sistemas actuales de agua potable. Pero se debe de tener en cuenta que el uso

de la tecnología SCAPT permite reducir el consumo de otras fuentes alternas antes del desabastecimiento.

- Se evidencia que la organización ha venido desarrollando actividades e implementando tecnologías en pro del medio ambiente.

11. Recomendaciones.

- Se recomienda implementar este programa de ahorro y uso eficiente de agua, lo cual permite ahorros significativos en los consumos y costos del centro recreacional, adicional causa un impacto positivo al medio ambiente, contribuyendo con la preservación y cuidado de los recursos naturales, en especial del recurso hídrico, orientado a los objetivos del desarrollo sostenible y al cumplimiento de la normatividad legal aplicable.
- Se recomienda continuar midiendo los factores asociados al agua y convertirlos en indicadores, es importante medir: Volumen de agua ahorrada en $\frac{m^3}{mes}$, Valor del consumo mensual agua en m^3 y en dinero, número de actividades, capacitación o campañas realizadas al mes, consumo per cápita, entre otros.
- Es importante implementar no solo el programa de ahorro y uso eficiente de agua, sino además seguir realizando estudios y buscar alternativas de ahorro para lograr la mejora continua del sistema y de la organización en general, logrando así el cumplimiento con los objetivos de desarrollo sostenible.
- Es importante suministrar más herramientas para la medición de pluviometría del lugar, esto, con la finalidad de garantizar las mediciones y evitar el desabastecimiento del recurso por falta de caudal.
- Se recomienda que todos los equipos que se utilizan para las mediciones hídricas, estén calibrados y se les realice el adecuado mantenimiento, con el fin de evitar errores en las mediciones.
- Es importante realizar revisiones y mantenimientos frecuentes a todos los sistemas, garantizando así la optimización del servicio y detección de posibles fugas.

- Se recomienda utilizar como referencia la guía de diseño para captación de agua lluvia, emitida por la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) de Lima, Perú en el año 2001, para los cálculos necesarios para el diseño e implementación del SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos).
- Se sugiere aumentar las capacitaciones, talleres, charlas y/o campañas ambientales enfocadas al recurso hídrico en el centro recreacional, que involucre a los colaboradores y a los usuarios, creando conciencia en el uso eficiente del recurso y conocimiento de los sistemas.

12. Anexos

Anexo 1. Información concesión de agua

Información Sobre el Suministro de Agua						
Acueducto urbano <input checked="" type="checkbox"/>	Acueducto rural <input type="checkbox"/>	Nacimiento <input type="checkbox"/>	Quebrada <input type="checkbox"/>	Río <input type="checkbox"/>	Otro:	
Tratada <input type="checkbox"/>	Cruda <input type="checkbox"/>	Concesión: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Resol. No: 367		Fecha: 31/07/2012	
Fuente abastecedora			Caudal Otorgado (l/s)	Uso domestico	Uso Riego	Uso Recreación
Pozo de Aguas Subterráneas			1.878	0,978	0,8	0,10

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

Anexo 2. Inventario de dispositivos

Área	# De Baños	Sanitarios		Orinales	Lavamanos		Duchas		Lavaplatos	Lavaderos	Lavadoras	Pocetas	Piscinas	Tanques	Puntos De Agua Para Riego (Llaves, Mangueras)	Puntos De Riego (Aspersión)	Dispensadores De Agua
		A	N.A		A	N.A	A	N.A									
Cabaña Almendros 1	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña Almendros 2	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña 1	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña 2	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña 3	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña 4	1 Unisex		1			1		1	1								
Cabaña 5	1 Unisex		1			1		1	1								

abaña 6	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 7	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 8	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 9	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 10	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 11	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 12	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 13	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 14	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 15	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 16	1 Unise x	1			1		1	1	1							

Cabaña 17	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 18	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 19	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 20	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 21	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 22	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 23	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 24	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 25	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 26	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 27	1 Unise x	1			1		1	1	1							

Cabaña 28	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 29	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 30	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 31	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 32	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 33	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 34	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 35	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 36	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 37	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 38	1 Unise x	1			1		1	1	1							

Cabaña 39	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 40	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 41	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 42	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 43	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Cabaña 44	1 Unise x	1			1		1	1	1							
Apartame nto 113	1 Unise x	1			1		1									
Apartame nto 114	1 Unise x	1			1		1									
Apartame nto 115	1 Unise x	1			1		1									
Apartame nto 116	1 Unise x	1			1		1									
Apartame nto 117	1 Unise x	1			1		1									

Apartamento 118	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 213	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 214	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 215	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 216	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 217	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 218	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 219	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 220	1 Unisex		1			1		1									
Apartamento 15	1 Unisex		1			1		1									
Apartamentos	1 Unisex	1			1		1		1								

chambacu 101																	
Apartame ntos chambacu 102	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 103	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 104	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 105	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 106	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 107	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 108	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos	1 Unise x	1			1		1		1								

chambacu 109																	
Apartame ntos chambacu 110	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 111	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 112	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 201	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 202	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 203	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 204	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos	1 Unise x	1			1		1		1								

chambacu 205																	
Apartame ntos chambacu 206	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 207	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 208	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 209	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 210	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 211	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame ntos chambacu 212	1 Unise x	1			1		1		1								
Apartame nto Junta	1 Unise x		1			1		1	1								

Área social Chambacu	Hombre	2		1	2											
	Mujer	4			4						1					
Cocineta AYB Chambacu								1								
Palmas	Hombre		1	2		3										
	Mujer		3			4										
Sala de Conferencia	Hombre		4	1												
	Mujer		4													
Recepción 2	Hombre	2		2	2			1								
	Mujer	3			5			1								
Antigua recepción 2	Hombre		1	3		2										
	Mujer		3			3										
Portería																
Baños terraza	Hombre	3		2	4											
	Mujer	5			5											
	Niños	3		2	3											
	Duchas							6								
Las Iguanas	Hombre	1	1	3												
	Mujer	2	1													
Restaurante								2								
Cocina								6								

Cuarto de Residuos										2					
Complementarios		9		9	11										
Lavandería							1	2							
Chambacu		5		5	5	1	1					4	5		
Tanques de almacenamiento											3				
Camping		8		4	6	10	2						3		
Administración	Unisex	1		1											2
Piscinas					8					10					
Cocineta Edificio						4									
Sala de Juegos		7	3	6											
Sauna y Turno	Unisex	2	1	2					1						
Vestiers Palmas	Hombres	6	6	10	8										
	Mujeres	9		8	8										
Baños Terraza	Unisex														
Lago de Pesca							1		1			2	3		
	Hombres	4		4											

Restaurant e almendros	Mujeres		4			4											
Vestier empleados almendros	Hombres		2			3		2									
Lavandería publica										2							
TOTAL		50	134	26	49	128	30	110	93	49	2	13	10	3	6	11	2


Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.





Anexo 3. Consumos de agua por sector en m^3

Sector	2018							2019						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Piscina N°1	188	255	354	141	122	189	373	434	242	215	242	142	346	475
Piscina N°2	256	285	386	139	368	95	233	326	190	317	267	113	228	457
Piscina N°3	278	155	308	92	210	44	229	187	74	86	125	95	159	170
Piscina N°8	50	39	46	23	19	6	45	77	54	49	74	3	29	49
Supermer- cado	22	23	20	15	26	8	34	32	16	55	20	11	32	25
Finca vecina	0	15	83	19	0	0	110	149	0	45	0	0	0	27
Barco	450	346	493	135	133	100	341	267	381	101	178	15	201	186
Piscina N°4	460	673	591	514	242	569	494	722	464	473	0	0	0	235
Piscina N°5	65	71	57	57	25	90	28	60	36	90	21	12	62	28
Piscina N°6	416	385	344	238	142	245	358	472	342	487	346	489	345	192
Piscina N°7	264	352	519	276	192	157	71	428	219	286	85	80	272	349
Piscina N°9	333	370	305	285	172	560	0	0	0	0	0	0	118	250
Lavandería	102	99	112	0	45	110	94	116	60	80	87	0	82	93

Fuente. Elaboración propia, a partir de la información del centro recreacional.

Anexo 4. Caracterización de los dispositivos

Descripción	Imagen
<p>Sanitarios: Actualmente el centro recreacional la rochela cuenta con 184 sanitarios, de los cuales 50 son ahorradores y 134 no ahorradores.</p> <p>Los inodoros tradicionales o convencionales funcionan mediante la evacuación de volúmenes de agua ubicados en un rango que va desde los 12 litros por descarga, lo que significa un consumo de 80lt a 100lt diarios por persona.</p> <p>Los inodoros ahorradores o de bajo consumo que funciona con 6lt por descarga pueden reducirlo a 30lt por persona, o los más eficientes pueden llegar a descargar hasta 3 litros solamente. (Fundación Aquae, 2017)</p>	 <p>Tipo Convencional.</p> <p>Fuente: Elaboración Propia</p>
<p>Orinales: En el centro recreacional hay 17 orinales tradicionales y se tienen 9 orinales ahorradores o secos, los cuales utilizan un cartucho en gel para limpiar y desinfectar el orinal.</p>	

	<p>Tipo Convencional. Tipo Ahorrador.</p> <p>Fuente: El Elaboración Propia</p> <p>Fuente: El Elaboración Propia</p>
<p>Duchas: El centro recreacional cuenta con 140 duchas, de las cuales 30 son ahorradoras y 110 no ahorradoras, sin embargo, cabe aclarar que aunque se tengan instaladas duchas con sistema ahorrador de agua, estas no cuentan con sensores que permitan que se cierren después de cierto tiempo o cuando no hay personas en el lugar.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Tipo Convencional. Tipo Ahorrador.</p> <p>Fuente: El Elaboración Propia</p> <p>Fuente: El Elaboración Propia</p>
<p>Llaves de Lavamanos: Actualmente el centro recreacional ha optado por implementar lavamanos con llaves tipo ahorradoras en las nuevas construcciones, sin embargo de 89 llaves existentes, solo el 19% cuentan con esta tecnología.</p> <p>Tipo Push: Sistema operado bajo presión, permite que el agua pase cuando se oprime la llave, se cierra automáticamente.</p> <p>Tipo Convencional: Sistema operado manualmente, requiere que se abra la perilla para permitir el paso del agua sin</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Tipo Push.</p> <p>Fuente el Elaboración Propia</p>  <p>Tipo Convencional.</p> </div>

<p>ningún control, se debe de cerrar la perilla para bloquear el paso del recurso.</p>	<p>Fuente: Elaboración Propia</p>
<p>Puntos de Agua: En La Rochela se tienen puntos de agua para riego, a este sistema se le adecua mangueras o sistema de riego por aspersión que se activan con cierta frecuencia para mantenimiento las zonas verdes. Sin embargo no se tienen controles establecidos para estos sistemas, algunas veces se presentan fugas, goteos o simplemente no se controlan las frecuencias de riego por mangueras.</p>	 <p>Fuente: Elaboración Propia</p>
<p>Dispensadores de Agua: Estos equipos son automatizados, con una leve presión en sus botones se puede tener el agua que se quiere sin desperdicios, pero si los usuarios y/o colaboradores no lo utilizan adecuadamente no solo generan despilfarro de líquidos, sino además puede causar averías en los botones y ocasionar fugas constantes.</p>	 <p>Fuente: Elaboración Propia</p>
<p>Lavadoras: En el Centro Recreacional hay 2 lavadoras tipo Industrial, las cuales mantienen encendidas de 5 a 8 horas diarias y trata de mantener la carga completa del equipo con el fin de optimizar recursos.</p>	 <p>Fuente: Elaboración Propia</p>




Anexo 5. Matriz DOFA



<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de conciencia ambiental en cuanto al uso eficiente del recurso hídrico, tanto de colaboradores como de usuarios. • No hay sensores de paro de flujo hídrico en ningún equipo de la organización, todos tienen un sistema manual. • Algunos equipos son muy antiguos y no son eficientes. • No hay micro medidores ni herramientas que faciliten y alerten la detección de fugas. • El presupuesto para mejoras en los sistemas es limitado. • No hay estrategias de uso de agua lluvia. • Altos costos de facturación por aumento en consumos de agua. 	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de consumo de recurso hídrico de agua potable, proveniente de Planta de tratamiento de agua potable. • Infraestructura adecuada para implementar nuevas estrategias de ahorro y uso eficiente de agua. • Cumplimiento con la normatividad legal aplicable. • Cambio de tecnologías tradicionales y convencionales a tecnologías ahorrativas y amigables con el medio ambiente. • Implementación de nuevas estrategias de uso de agua, como utilización de agua lluvia. • Creación de conciencia en los colaboradores y usuarios del centro recreacional. • Disminución en costos de facturación.
<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay equipos y herramientas con tecnologías ahorradoras, que optimizan el recurso y minimizan los impactos por altos consumos. • La organización cuenta con profesionales en las diferentes disciplinas que pueden contribuir con las estrategias de ahorro de agua. 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sequias por fenómenos naturales o efectos del cambio climático. • Incumplimiento a las metas de ahorro.

<ul style="list-style-type: none"> • El centro recreacional cuenta con programas de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar daños en los equipos • Implementación efectiva del programa de ahorro y uso eficiente de agua en el centro recreacional. • La organización cuenta con una política ambiental encaminada al cuidado y preservación de los recursos naturales. 	
---	--

Anexo 6. Alternativas de mejoras

Aspecto	Imagen
<p>Sanitarios: Es indispensable realizar el cambio de tecnología de los dispositivos no ahorradores a ahorradores, con el fin de estandarizar el inventario y lograr un mayor control y seguimiento de los ahorros que se quieren lograr.</p> <p>Sin embargo, es importante considerar que cuando se quiere reemplazar las unidades es importante considerar los siguientes factores: reemplazar los sanitarios de mayor uso, escoger el sanitario más apropiado según su frecuencia de uso, entre otros factores importantes para no realizar una mal inversión.</p> <p>También es importante y recomendable</p>	 <p>Tipo Ahorrador Fuente: Corona</p>

<p>realizar mantenimientos periódicos a los sistemas para evitar fugas y daños que ocasionen perdidas en la optimización del recurso.</p>	
<p>Orinales: Es importante la instalación de sensores y un temporizador de modo que éstos no puedan ser vaciados con una frecuencia menor a 2 minutos.</p>	 <p>Tipo Ahorrador con sensor Fuente: Corona</p>   <p>Tipo Ahorrador con fluxómetro Fuente: Corona</p>

<p>Duchas: Es recomendable instalar un reductor de caudal o un cabezal ahorrador con el fin de optimizar el recurso. Adicional es recomendable utilizar sensores de movimiento para evitar desperdicio de agua.</p>	 <p>Reductor de Caudal Fuente: Aguaflux</p>
<p>Llaves de Lavamanos: Es indispensable implementar tecnologías de ahorro en todas las llaves de lavamanos del centro recreacional, adicional es recomendable instalar aireadores, lo que permite reducir el flujo de agua y tener un ahorro hasta del 70%.</p>	 <p>Aireadores Fuente: Grival</p>
<p>Dispensadores de Agua: Se debe contar con un cronograma para la revisión y mantenimiento de estos equipos, con el fin de reducir y minimizar el riesgo de pérdida de agua.</p>	<p>N.A</p>
<p>Lavadoras: Continuar con la operación de lavado con carga completa con el fin de optimizar recursos y evitar desperdicios.</p>	<p>N.A</p>

<p>Detección de fugas en las instalaciones:</p> <p>Es importante realizar revisión de tuberías, sanitarios y demás elementos hidráulicos, con el fin de detectar fallas, hay técnicas recomendadas para realizar esta labor, tales como, uso de colorantes, que permiten verificar con precisión el área de fuga, con el fin de garantizar la reparación.</p>	<p>N.A</p>
<p>Reúso del agua: La idea de la reutilización del agua, convierte el gasto en tratamiento en una inversión productiva, pues en lugar de desechar el agua residual, es posible retornar al proceso una fracción del agua tratada para que sea condicionada apropiadamente para su reutilización. Uso en inodoros.</p>	<div data-bbox="862 751 1117 1094" data-label="Image"> </div> <p>Fuente: Ingeniería Romín</p>
<p>Comunicación y educación: Es indispensable contar con un programa de capacitación, con el fin de crear conciencia y sensibilización para todos los colaboradores acerca del uso eficiente y ahorro de agua y la importancia de protegerla y preservarla.</p>	<p>N.A</p>

Anexo 7. Presupuesto SCAPT

Ítem	Costo
Tanques de almacenamiento	\$2.300.000
Interceptor de primeras aguas con filtro 40L	\$580.000
Sistema de recolección y conducción	\$2.000.000
Red de distribución	\$3.000.000
Mantenimiento de sistema	\$500.000
Operación sistema de bombeo	\$5.000.000
TOTAL	\$13.380.000

13. Bibliografía.

Almamater, Carder, Cortolima, CVC, Corpocaldas, CRQ. (2006). Agenda para el desarrollo sostenible de la ecorregión eje cafetero – Colombia 2007 – 2019.

Alice, F., Koncagul, E., Connor, R., y Hunziker, D. (2015). Agua para un mundo Sostenible.

Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015. UNESCO

2015. Recuperado de:

http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2013). Diagnóstico Ambiental de Caldas Plan de acción 2013 – 2015. Recuperado de:

http://pdpmagdalenacentro.org/Diagnostico_del_Plan_de_Accion_2013-2015.pdf

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y Universidad Nacional. (2015). Guía de planeación del programa de uso eficiente y ahorro del agua, Sector productivo, Bogotá: CAR y UNAL.

DANE, IDEAM. Bogotá, D.C., 2015. Hacia la construcción de la cuenta del agua a nivel

nacional. Bogotá 2015. Este documento fue posible gracias a los resultados provenientes

del trabajo interinstitucional del Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios

Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS),

Departamento Nacional de Planeación (DNP), El Departamento Administrativo Nacional

de Estadística (DANE) y la Contraloría General de la Republica (CGR); en el marco de la

iniciativa WAVES (Contabilidad de la Riqueza y Valoración de los Servicios

Ecosistémicos, por sus siglas en inglés) liderada por el Banco Mundial. Recuperado de:

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/PI-Hacia-la->

[construcci%C3%B3n-de-la-Cuenta-del-Agua-Nacional.pdf](#)

Declaración de Dublín e Informe de la Conferencia, Organización Meteorológica Mundial,
Ginebra – Suiza, 1992

Fundación Aequae. (2017). Ahorrar agua en el inodoro. <https://www.fundacionaqua.org/wiki-aqua/sostenibilidad/ahorrar-agua-en-el-inodoro/>.

Global Water Partnership (GWP). Manejo Integrado de Recursos Hídricos. Comité de Consejo Técnico –tac. Estocolmo, Suecia. 2.000.

Gonzalez L., F.A.. (2012). Hidroclimatología del Departamento de Caldas. Agosto 2018, de Universidad Nacional de Colombia Sitio web:

<http://bdigital.unal.edu.co/46014/1/9789587751024.pdf>

IDEAM, Reporte de avance del Estudio Nacional del Agua ENA 2018. Bogotá, D.C., 2018.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Recuperado de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/24277/76321271/Cartilla+ENA+2018+WEB+actualizada.pdf/ba353c39-b15d-4a76-8ed4-3814c4c35239>

Jaramillo Robledo, A., Ramírez Builes, V. H., Arcila Pulgarín, J. (2011). Patrones de Distribución de Lluvia en la zona Cafetera. Avances Técnicos Cenicafé.

Ley 373 de 1997. Uso eficiente y ahorro del agua. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, Colombia, 11 de Junio de 1997. Sitio web:

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf

Martínez M, MR., Fernández R, D. S., (2009). Estimación de las demandas de consumo de agua. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.

Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible: agua limpia y saneamiento.

Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 002. Establecimiento de alojamiento y hospedaje

(EAH) – Requisitos de Sostenibilidad. Bogotá, Colombia, 10 de Julio de 2006. Sitio Web:

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/Otros/NTC/2006/NTSTS_002_2006.pdf

Ramírez B., V. H.; Jaramillo R., A. (2009). Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la

lluvia, en la región andina central de Colombia. *Cenicafé*.60 (2): 161-172.

Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española (Edición 23 Actualización

2018). Consultado en <https://www.rae.es/>

Silva Silva, D.G., Guerrero Erazo, J., Ocampo Cruz, A. M. (2012). Eficiencia en el consumo de

agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 11, núm. 21, pp.

23-38. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/750/75025842003.pdf>

Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). (2001). Guía de

diseño para captación de agua lluvia. Lima, Perú. Recuperado de:

<http://www.aguasinfronterass.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>