

ESTUDIO DESCRIPTIVO DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS
LLUVIAS PARA LA UNIDAD DE SALUD COMPENSAR SALITRE.

EDWARD D. BENITES TORRES
EFREN AVENDAÑO OVIEDO
SERGIO ANDRES INFANTE RAMOS

UNIVERSIDAD EAN
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.
2020

CONTENIDO

RESUMEN	5
Palabras clave	5
INTRODUCCIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
Formulación Del Problema	7
ANÁLISIS PESTEL.....	7
Político	7
Económico	8
Socio – Cultural.....	8
Tecnológico.....	9
Ecológico	10
Legislativo	10
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.	11
MARCO TEÓRICO.....	11
MARCO CONCEPTUAL.....	11
Precipitación	13
Sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.	14
Utilización del agua	14
Planeación de proyectos.....	15
Captación:.....	16
¿Qué es el agua?.....	16
¿Qué son las infraestructuras sostenibles?	17

MARCO INSTITUCIONAL	17
Historia Compensar	17
Política Corporativa de Gestión.....	18
Compromiso ambiental	18
MARCO LEGAL.....	19
Ley 21 de 1982	19
Ley 100 de 1993	19
Ley 789 de 2002	19
Ley 373 de 1997	19
Proyecto de ley 48 de 2017.	20
Legislación internacional.....	20
METODOLOGIA.....	20
Enfoque	20
Alcance.....	21
Diseño	21
Contexto:	21
• Universo.....	21
• Población	21
• Muestra	21
Hipótesis.....	21
Instrumentos.....	22
Variables.....	22
ANÁLISIS DE RESULTADOS	22
CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Precipitación mensual y anual promedio en el Jardín Botánico y en el Universidad Nacional.	22
Tabla 2: Coeficientes de escorrentía por materiales y superficies	24
Tabla 3: Oferta de agua por mes.	26
Tabla 4: Oferta de agua por mes corregida.....	26
Tabla 5: Consumo Per Cápita de Agua Potable Colombia	27
Tabla 6: Demanda acumulada	29
Tabla 7: Oferta acumulada.....	30
Tabla 8: Ahorro de agua	31
Tabla 9: Presupuesto solicitado para proyecto Aprovechamiento de aguas lluvias.....	34
Tabla 10: Relación costo beneficio del proyecto.....	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Precipitaciones promedio por mes	23
Ilustración 2: Dimensiones de la sede Salud de Compensar calle 26	25
Ilustración 3: Distribución de estratos en el sector Salitre	28
Ilustración 4: Cronograma del proyecto	33
Ilustración 5: Flujo de caja	34

RESUMEN

En el siglo XXI, la humanidad ha develado un auténtico interés por encontrar formas sostenibles de conservar su estilo de vida a través de tecnologías que contribuyen a la optimización en el consumo de recursos energéticos. A partir de estas experiencias y cambios ambientales se centra la atención en la conservación del agua, recurso indispensable para la existencia de las especies en el planeta. El aprovechamiento de aguas pluviales consiste en utilizar las cubiertas de los edificios como captadores; de este modo, el agua se recoge mediante canaletas, canalones o sumideros en un techo, tejado o una terraza, y se conduce a través de bajantes, para almacenarse finalmente en un depósito.

El propósito de esta investigación está enfocado en evaluar la viabilidad de un proyecto de esta naturaleza, en las instalaciones de la unidad de salud Compensar salitre determinado la relación costo/beneficio, además de llevar a cabo la etapa preliminar de planeación.

Palabras clave: Captación de aguas lluvias, precipitación, consumo per cápita, gestión ambiental, sostenibilidad, cronograma, planeación.

INTRODUCCIÓN

La dinámica medioambiental en la última década está provocando que todos los países y organizaciones a nivel mundial reestructuren sus proyecciones y modifiquen sus hábitos de producción y consumo, siendo el control del uso de los recursos naturales una prioridad sin precedentes. Esta perspectiva motiva a la búsqueda de alternativas para el uso eficiente de dichos recursos, considerando el agua como uno de los más vitales y aún, más abundantes en nuestro planeta; por ende, se pretende realizar una revisión sobre las tecnologías existentes para la captación de aguas lluvias y se busca elaborar un modelo que permita estimar el nivel de ahorro al que llevaría la implementación de dicho sistema en una edificación definida.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Salud Compensar Salitre no cuenta actualmente con un sistema de captación de aguas lluvias por lo que todos los sistemas sanitarios usan agua potable, considerando que el edificio tiene 7 pisos y aproximadamente 10 unidades sanitarias por piso, teniendo en cuenta el cumplimiento del programa regional y municipal para el uso eficiente y ahorro de agua impulsa a COMPENSAR a implementar la captación y utilización de aguas lluvias, el uso de este recurso de manera eficiente conlleva a que se genere un ahorro importante, aunque el costo de la inversión inicial no siempre permite ver sus ventajas, es solo haciendo un análisis evolutivo de los consumos de agua donde se puede percibir el incentivo económico. Debido a la riqueza hídrica de Colombia la población aún no percibe los efectos del cambio climático, pero si se está creando conciencia por el cuidado y buen uso del agua. Consciente de ello, la Caja de Compensación Familiar Compensar ha asumido desde siempre un compromiso medioambiental que se traduce en la administración responsable de sus residuos y recursos. La tecnología nos permite desarrollar sistemas de recolección y distribución de agua de diversas maneras que son eficientes para el uso de grandes superficies con monitores y sensores que presurizan la red, es por estas razones que la implementación de un sistema de reutilización de aguas genera un impacto positivo no solo en la sociedad sino también en el medio ambiente debido a que se reducen los desperdicios de un recurso no renovable y se hace de manera más eficiente.

Formulación Del Problema

¿Un sistema de captación de agua lluvia permite disponer del suficiente recurso hídrico para abastecer el consumo de agua de las unidades sanitarias de la entidad de Salud Compensar Salitre?

ANÁLISIS PESTEL

Político

Ley 373 de 1997: artículo 1. 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. (Justicia, 1997).

Al llevarse a cabo el desarrollo del proyecto, se estaría dando cumplimiento con la ley anteriormente mencionada y adicionalmente, aportaría a la caja de compensación familiar Compensar, reconocimiento al cumplimiento de las políticas de sostenibilidad ambiental.

Económico

Del mejor uso y gestión del agua depende el incremento de la calidad de vida de las personas, pero la actividad económica ligada al agua no suele reportar ganancias o rentabilidad directa a ningún agente económico, pues se trata de un recurso que representa un derecho básico de la humanidad. Sin embargo, las externalidades positivas que puede generar a la población y a la economía una eficiente gestión del agua suelen ser más rentables que los costos que genera el manejo del recurso. (Economía, 2016).

A través de propuestas sobre el uso eficiente del agua, las empresas obtienen un importante ahorro puesto que en algunas ocasiones se tiene que realizar una importante inversión en la modificación de la infraestructura para implementar nuevos sistemas de optimización, la inversión se verá retornada en poco tiempo.

Uso eficiente de los recursos: se trabajan actividades enfocadas en la disminución del consumo de agua y energía. En efecto, las sedes de Compensar cuentan con dispositivos que favorecen el bajo consumo de estos recursos, lo que ha permitido ahorros por más de 200 millones de pesos al año. (Compensar, 2020).

Socio – Cultural

Si bien Colombia apenas empieza a ver los trágicos efectos del Calentamiento Global, con la pérdida de miles de hectáreas de bosques que le aportan oxígeno al planeta, es determinante tomar conciencia y enfrentar los desafíos que suponen algunos de los aspectos que afectan en mayor medida al medio ambiente: la deforestación, el consumo elevado de energía y la escasez de agua, entre otras. Sin duda, un deber de todos, por lo que gobierno, empresas y ciudadanos están llamados a emprender acciones responsables que reduzcan el impacto y promuevan la sostenibilidad ambiental.

Consciente de ello, la Caja de Compensación Familiar Compensar ha asumido desde siempre un compromiso medioambiental que se traduce en la administración responsable de sus residuos y recursos, en una gestión que abarca tres componentes: agua, biodiversidad y energía; implementando además programas de ahorro en sus sedes y hoteles, e incentivando entre sus colaboradores, usuarios y proveedores la adopción de prácticas amigables con el planeta a través de su programa “Con la Cabeza en la Tierra”. Solo por mencionar un ejemplo, para el caso de este último grupo, la Caja diseñó hace varios años un modelo de compras que garantiza la adquisición de insumos atendiendo a los requisitos y tendencias ambientales. Adicionalmente, desde hace más de ocho años se adhirió a la Red Pacto Global y, de manera voluntaria, cada año reporta su gestión en materia económica, social y ambiental bajo la metodología GRI, Global Reporting Initiative.

Se desarrollan asesorías en temas ambientales a empresas aliadas, por medio de lo cual se mantiene un relacionamiento de responsabilidad corporativa, gastos compartidos y compromiso empresarial. (Compensar, 2020).

Tecnológico

Además de las medidas que cotidianamente podemos adoptar para no derrochar agua la tecnología pone a nuestra disposición una serie de equipamientos que tienen como objetivo el ahorro de agua. (Consumer, 2003)

Compensar, durante su trayectoria en el uso eficiente de los recursos a optado por implementar nuevas tecnologías a través de equipos que promueven el ahorro y brindan un uso eficiente del agua. Dentro de estos tenemos:

Los reductores o limitadores de caudal: Su función es reducir el caudal de agua que sale de los grifos. Esta reducción se logra bloqueando físicamente la apertura del grifo, mediante un sistema que mezcla aire con el agua que el grifo expulsa o a través de una válvula que limita la presión de salida del agua. Estos aparatos ahorran entre un 30 y un 45 por ciento de líquido.

Los perlizadores: Se denominan así porque uno de sus efectos es que el agua salga en forma de gotas grandes o "perlas". Esto es así porque mezclan aire con el agua. Su único inconveniente es que si se colocan en los flexos de las duchas provocan una sensación de baja presión.

Los limitadores de descarga de cisternas: Son unos dispositivos que limitan la cantidad de agua que se vierte al tirar de la cadena de una cisterna de váter. Se han popularizado y

actualmente pueden encontrarse integrados en cisternas de último modelo. Normalmente disponen de un mando que posibilita hacer una descarga "normal" (como si no estuviera instalado) o limitada.

Los limitadores de llenado de cisternas: Son muy parecidos a los anteriores. Su principio se basa en obturar la cisterna para que no se llene en su total capacidad.

De igual forma, Henry Salinas señala que, de forma constante se introducen nuevas acciones, que “actualmente en las sedes de Compensar se continúa realizando el cambio de iluminación convencional a LED, y que en el ciclo de alojamiento se cuenta con el uso de energía renovable a través de paneles solares”. (Compensar, 2020).

Ecológico

Las condiciones ecológicas Pueden afectar la calidad y cantidad del agua, y viceversa. Dado que los orígenes y los mecanismos de estas interacciones no siempre se comprenden bien, estos cambios también son difíciles de predecir. Sin embargo, la certeza de que se producirá un cambio ambiental sugiere la necesidad de sistemas flexibles de gestión y asignación de agua para las poblaciones.

A través de estrategia de sostenibilidad que se realiza por medio del diagnóstico, evaluación, seguimiento, informes y envío de comunicaciones orientadas a celebraciones ambientales, tips de acciones sostenibles, ferias, entre otros, con el fin de promover la coherencia entre nuestras acciones y nuestro postulado de bienestar integral, que involucra, por supuesto, la conservación de los recursos naturales.

Legislativo

Ley 373 de 1997: artículo 17. Sanciones. Las entidades ambientales dentro de su correspondiente jurisdicción en ejercicio de las facultades policivas otorgadas por el artículo 83 de la ley 99 de 1993, aplicarán las sanciones establecidas por el artículo 85 de esta ley, a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua, a los gerentes o directores o representantes legales se les aplicarán las sanciones disciplinarias establecidas en la Ley 200 de 1995 y en sus decretos reglamentarios. (Justicia, 1997).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General.

Describir un análisis de factibilidad y la etapa preliminar de planeación y costos de un proyecto de aprovechamiento de aguas lluvias en la Unidad de Salud Compensar Salitre.

Objetivos Específicos.

- Realizar un review sobre la actualidad de los sistemas de captación de aguas lluvias, los análisis de factibilidad y el desarrollo de la planeación de proyectos.
- Definir la metodología más apropiada para llevar a cabo las fases de factibilidad y planeación de un proyecto de captación y aprovechamiento de aguas lluvias en el edificio de la sede de Compensar ya mencionada.
- Establecer los entregables, las actividades y el cronograma correspondientes al proyecto de implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de aguas lluvias.
- Realizar un estudio de costos y presupuestos sobre las actividades y recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

MARCO TEÓRICO

MARCO CONCEPTUAL

La reutilización de aguas lluvias es indispensable para evitar gastos excesivos de agua tratada apta para el consumo humano, considerando que el porcentaje de agua dulce potable es bajo con relación al agua total del planeta, siendo apenas un 2,5 % agua dulce y el 70 % de ésta se encuentra congelada en los glaciares, se debe considerar también lo necesaria que ésta es para el desarrollo de futuras generaciones y la preservación de la vida en el planeta. Además del anterior aspecto el cual es muy importante, la implementación de este sistema en las instalaciones, a corto o mediano plazo, permite ahorrar dinero en el pago de cuentas por el consumo de este recurso.

El aumento de la población junto con el desarrollo de la industria ha originado serios problemas en el medio ambiente. El uso desmedido de los recursos naturales acompañado de la contaminación generada al usarlos causa efectos negativos nefastos para el medio ambiente, es

por esto por lo que es importante implementar sistemas para la reutilización de los recursos de manera adecuada. La humanidad ha doblado esfuerzos en la búsqueda de soluciones encontrando diversas maneras de fomentar un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

En la actualidad, muchos países han eliminado los sistemas de captación de aguas lluvias que fueron tradicionales desde la antigua Jordania, el imperio romano e incluso la sociedad maya y que eran muy útiles para garantizar la recolección de agua en época de lluvias y su posterior uso en épocas de sequía, la gradual eliminación de estos sistemas se debió a su reemplazo por métodos más sofisticados como la captación de aguas subterráneas o el bombeo directo de lagunas, ríos u otras fuentes hídricas, sin embargo la problemática actual en el ámbito climático ha revivido la importancia de los sistemas de captación de aguas lluvias debido a su simplicidad y eficiencia.

Se estima que alrededor de 100 millones de personas en el mundo dependen parcial o totalmente de estos sistemas, principalmente en las áreas rurales. Los materiales más utilizados en las cisternas han sido el polietileno, cemento, cal, tela-cemento, bambú y materiales locales (Anaya,1998). Entre los proyectos implementados en la actualidad podemos encontrar Tailandia, en donde se construyeron tanques de hormigón reforzado con bambú conectados a cada casa, sistema también usado en Kenya y Singapur. En Bangladesh se han instalado alrededor de 1000 sistemas de captación de agua lluvia por parte de ONGs (Duran et al., 2010). En Japón se implementaron sistemas conocidos como “Ronjinson” en el distrito de Mukojim, que llevan agua lluvia desde el techo hasta un pozo subterráneo para almacenarla y posteriormente emplearla a través de bombas, en la actualidad en algunas partes de India estos sistemas son obligatorios (Anaya, 2009). En China se ha implementado el proyecto llamado “1.2.1” por medio del cual el gobierno ayuda a cada familia a construir áreas de captación de aguas lluvias con dos tanques de almacenamiento, esto ha permitido abastecer a millones de personas y cabezas de ganado (Anaya, 2009).

La ingeniera Angie Correa en su proyecto DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS COMO ALTERNATIVA DE AHORRO DE AGUA POTABLE (Correa, 2014) nos explica como “debido a la escasez de agua potable y la

necesidad de obtener agua para el beneficio humano se plantea una nueva alternativa para abastecer a la comunidad por medio de la captación de agua lluvia, este es un método fácil ya que se puede emplear en lugares donde hay precipitación media y donde no se dispone de una buena cantidad de agua apta para el consumo humano; es este caso se pretende implementar este proyecto con el fin de disminuir la utilización de agua potable en actividades donde no es vital su utilización”. Las tecnologías para el aprovechamiento del agua lluvia encajan muy bien dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible, ya que contribuyen al uso racional del agua y los recursos teniendo un gran segmento de mercado con una alta rentabilidad.

Precipitación

“Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de estudios concernientes al uso y control del agua.” (Aparicio, 1992, pág. 113)

Se conoce como el fenómeno de precipitación a la caída de agua ya sea en forma líquida (lluvia) o sólida (granizo y nieve), este fenómeno se presenta cuando el vapor de agua y las microgotas suspendidas en la atmósfera en forma de nubes, gracias a las corrientes de viento ascendentes provocadas por los cambios de presión debidos a la convección, se condensan debido a la disminución de la temperatura y a la aglomeración alrededor de centros de condensación (gotas de lluvia) las cuales adquieren mayor peso y tienden a caer.

De acuerdo con Javier Sánchez de la Universidad de Salamanca existen tres tipos de precipitación de acuerdo según su origen:

- **Ciclónicas:** que son provocadas por los frentes asociados a una borrasca o ciclón. La mayor parte del volumen de la precipitación recogido en una cuenca se debe a este tipo de precipitaciones.
- **Convección:** se producen por el ascenso de bolsas de aire caliente; son las tormentas de verano.
- **Orográficas:** se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa.

Sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.

El sistema básico de captación de aguas lluvias está compuesto por (Correa A., 2014):

- **Captación:** es donde por medio de la superficie de los techos de los edificios de las instalaciones, con una pendiente adecuada, abra un escurrimiento del agua hacia la recolección.
- **Recolección:** por medio de canaletas y bajantes, en los bordes o embebidos en los techos o las cubiertas, según sea el caso y el tipo apropiado de estas para su óptima conducción del fluido a la siguiente etapa.
- **Colector primario:** a este llegaran las aguas inicialmente, para tener una fase asentamiento de las impurezas que puedan venir desde la captación y del sistema de recolección y conducción, para luego proceder a una segunda conducción hacia un almacenamiento adecuado.
- **Almacenamiento:** el agua recolectada llegara a un almacenamiento adecuado con especificaciones técnicas óptimas en cuanto a sus materiales de construcción y su pre-dimensionamiento, después de un cálculo realizado de caudales, áreas aferentes e intensidad de lluvias en la zona de localización de las edificaciones.
- **Red de distribución interna:** se considera una conexión tipo by pass, para la red sanitaria existente, sin intervenir en la red de suministro normal de la acometida de la empresa de acueducto respectiva, ni a las redes internas ya existentes. Esto debido a que se prevé que se pueda decidir a discreción la fuente del suministro del agua, por factores como demanda y/o volumen de almacenamiento real.

Utilización del agua

Las propiedades físicas y químicas del agua de lluvia son generalmente superiores a las que presentan fuentes de agua subterránea que pueden ser más duras debido a los minerales que se encuentran en el subsuelo. El agua de lluvia es en teoría pura, sin embargo, al caer se escurre a

través de superficies arrastrando contaminantes que pueden ser tóxicos. (hidropluviales.com, 2020) Por ejemplo, en estudios realizados por Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha comprobado que, en algunos techos tanto de zonas urbanas como rurales, se han registrado valores altos en plomo que se puede atribuir a la composición de los materiales con los que han sido elaborados. También algunos análisis han detectado niveles altos de coliformes totales y coliformes fecales, contaminación que puede ser producida por el excremento de las aves, roedores, etc.

Además, en zonas urbanas con alto nivel de polución en el aire, la situación empeora ya que la atmósfera se contamina de los elementos como: 79% de nitrógeno, 21% de oxígeno y en menor cantidad otros gases o contaminantes naturales y/o producto de la actividad humana. A esto hay que sumarle que en las ciudades las superficies por las que escurre como calles o techos tienen niveles más altos de químicos, hidrocarburos, basuras y otros contaminantes.

Por esta razón, si se quiere aprovechar el recurso pluvial en zonas urbanas, se recomienda que el líquido pase por un proceso que retire sedimentos y grasas primero y si se quiere una mayor calidad puede pasar por un proceso de filtrado que retire a mayor profundidad los contaminantes. Una vez se ha pasado por este proceso el agua debe ser almacenada en un lugar seguro y bien sellado.

Sin embargo, si se quiere utilizar para consumo humano se recomienda que pase por un proceso de potabilización. Además, en algunas ciudades se ha registrado lluvia con un alto nivel de acidez, resultado de la contaminación de la atmósfera por las emanaciones industriales y de los vehículos, en estas situaciones se debe revisar la calidad del aire.

Planeación de proyectos.

- **Guía PMBOK:** es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute, que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas. (Institute, 2017)

- **Análisis de factibilidad:** es una herramienta que se utiliza para guiar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, esta herramienta se utiliza en la última fase

pre-operativa de formulación del proyecto y sirve para identificar las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión.

- **Planeación del proyecto:** La planeación forma parte de la gestión de proyectos, la cual se vale de cronogramas tales como diagramas de Gantt para el progreso dentro del entorno del proyecto. Es el proceso para cuantificar el tiempo y recursos que un proyecto costará.

Captación:

Se denomina captación al acto y el resultado de captar. Este verbo, por su parte, puede hacer referencia a seducir o cautivar a alguien o a percibir o recibir algo.

En algunos contextos, a la recolección de agua se la conoce como captación. Existen varios sistemas de captación del agua de lluvia, que apuntan a recolectar y almacenar dicha agua para luego darle un uso. Los aljibes son dispositivos creados con este fin.

A la estructura construida con la finalidad de derivar un curso de agua y aprovechar su caudal se la llama captación o bocatoma. Con estas estructuras se puede generar energía eléctrica u obtener agua potable, por citar dos posibilidades.

La bocatoma es una estructura hidráulica (concepto que también se conoce como infraestructura u obra hidráulica); esto significa que el elemento primordial de esta construcción es el agua. En este caso en particular, su objetivo es llevar a cabo la derivación de parte del agua que se encuentre disponible en un curso de agua (como puede ser un canal, un arroyo o un río), un lago o incluso el océano. (concepto, 2020)

¿Qué es el agua?

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71%) de la superficie del planeta Tierra. Además, es una sustancia bastante común en el Sistema solar y el universo, aunque en forma de vapor (su forma gaseosa) o de hielo (su forma sólida).

En nuestro planeta, el agua se encuentra contenida en los mares y océanos (96,5%), en los glaciares y casquetes polares (1,74%), depósitos acuíferos y permafrost (1,72%) y del resto (0,04%) repartido entre lagos, humedad de los suelos, vapor atmosférico, embalses, ríos y en el cuerpo mismo de los seres vivos.

El agua es indispensable para la vida como la conocemos, y en su interior tuvieron lugar las primeras formas de vida del mundo. También ha ocupado un lugar central en el imaginario de las civilizaciones humanas, por lo general atribuida a alguna deidad o como el mítico diluvio con que los dioses arrasan a las culturas descarriadas. También se la consideró uno de los cuatro elementos de la naturaleza.

Por otro lado, el agua del planeta se encuentra sometida a un ciclo natural conocido como el ciclo hídrico o hidrológico, en el que las aguas líquidas se evaporan por acción del sol y ascienden a la atmósfera en forma gaseosa, luego se condensan en las nubes y vuelven a precipitarse al suelo como lluvia. Este circuito es vital para la estabilidad climática y biológica del planeta. (Concepto.de, 2020)

¿Qué son las infraestructuras sostenibles?

El concepto de infraestructuras sostenibles hace referencia a los equipamientos y sistemas destinados a prestar servicios esenciales para la ciudadanía —carreteras, puentes, torres de telefonía, centrales hidroeléctricas, etc.— que cumplen con principios de sostenibilidad en todos los sentidos. Esto significa que estas infraestructuras son respetuosas con el medio ambiente de principio a fin y, además, lo son en términos económicos, financieros, sociales e institucionales. El crecimiento exponencial de las zonas urbanas, sobre todo en los países emergentes, ha destapado la importancia de las infraestructuras sostenibles al ser más eficientes, productivas y ecológicas. Asimismo, como sostiene el Banco Mundial, estas instalaciones resultan más rentables ya que proporcionan servicios más confiables, resisten mejor los fenómenos climáticos extremos y amortiguan el impacto de las amenazas naturales en las personas y la economía. (Iberdrola, 2020)

MARCO INSTITUCIONAL

Historia Compensar

El 15 de noviembre de 1978 se funda Compensar como una iniciativa de la Fundación Círculo de Obreros, fundación que a su vez fue creada en el año 1911 por un sacerdote jesuita.

De acuerdo con la página corporativa de Compensar, más específicamente en el apartado de Filosofía organizacional y política de gestión se menciona la Política Corporativa de Gestión versión 2018-03-01 que dice literalmente:

Política Corporativa de Gestión

“En Compensar la protección social es nuestro campo de acción; comprendemos que la transparencia, el accionar preventivo y la construcción colectiva con nuestros grupos de interés son determinantes para lograr la sostenibilidad y buscar la transformación social y la prosperidad colectiva de la sociedad a la que servimos. Todas nuestras acciones reflejan un compromiso con los requisitos legales, la mejora continua y el desempeño social, económico y ambiental.” (corporativo.compensar.com, 2018).

Compromiso ambiental

Así mismo, en la política de gestión ambiental del plan de gestión corporativo se hace la siguiente mención:

“En la gestión Ambiental, nuestro compromiso con:

- La incentivación de los colaboradores y usuarios en prácticas ambientales, orientadas al uso racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para la prestación sostenible de cada uno de los servicios.
- La implementación de buenas prácticas tendientes a la eliminación, mitigación y control de los riesgos críticos identificados.
- Promover el desarrollo de programas, iniciativas o sellos ambientales, a través de la cultura organizacional e implementación de tecnologías limpias que aporten valor, en el marco del programa Con la Cabeza en la Tierra, trascendiendo a los grupos de interés que sean pertinentes.

Han incluso modelado y adelantado una iniciativa que han denominado “Compensar con la Cabeza en la Tierra” que fomenta el respeto por el medio ambiente en los procesos internos de la organización. Por eso, requiere un fuerte componente de formación y divulgación entre los colaboradores, proveedores y usuarios.

MARCO LEGAL.

Actualmente Compensar está regido por tres Leyes de la República de Colombia:

Ley 21 de 1982

Por la cual se modifica el régimen del Subsidio Familiar y se dictan otras disposiciones

Ley 100 de 1993

Sistema de seguridad social integral.

La Seguridad Social Integral es el conjunto de instituciones, normas y procedimientos, de que disponen la persona y la comunidad para gozar de una calidad de vida, mediante el cumplimiento progresivo de los planes y programas que el Estado y la sociedad desarrollen para proporcionar la cobertura integral de las contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la capacidad económica, de los habitantes del territorio nacional, con el fin de lograr el bienestar individual y la integración de la comunidad.

Ley 789 de 2002

Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del Código Sustantivo de Trabajo.

Ley 373 de 1997

El aprovechamiento de las aguas lluvias se encuentra regulado en la ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. En dicha ley se menciona: “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 del 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”. Específicamente la ley contiene un artículo, el número 5, que reglamenta el “reuso obligatorio del agua”, y en que se menciona “las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias

cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socioeconómico y las normas de calidad ambiental.

Proyecto de ley 48 de 2017.

En el año 2017 se radicó en el senado de la república un proyecto de ley que pretende “dictar las normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones”.

Legislación internacional

La OMS adoptó una guía conocida como “Guidelines for drinking water quality. Fourth edition. World Health Organization”, dicho documento es utilizado por países desarrollados como países en vías de desarrollo. El documento establece las bases mínimas condiciones para el establecimiento de legislaciones y estándares de seguridad hídrica, la guía tiene un apartado especial en el que se refiere al agua de lluvia específicamente en el punto 6.2 “Application of the guidelines in specific circumstances”, donde reconocen que los sistemas de recolección de aguas lluvias son cada vez más usados. (Guidelines for Drinking water Quality, 2017)

La ONU en el documento “La visión del agua potable, el saneamiento y la higiene en los hogares para 2030” propone cumplir las siguientes metas por parte de los gobiernos nacionales, a) De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos. b) Proporción de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura. c) Mejorar la accesibilidad a poblaciones vulnerables.

METODOLOGIA

Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, se centra en la recolección de datos y cifras históricas para la evaluación de variables que permitan determinar la factibilidad de implementar un sistema de recolección de aguas lluvias en la unidad de salud Compensar Salitre.

Alcance

El alcance de la investigación es de carácter descriptivo, se pretende caracterizar cada una de las variables de tipo operacional sin llegar a establecer correlaciones entre ellas, para finalmente comprobar la hipótesis planteada y confirmar su validez.

Diseño

El diseño de esta investigación corresponde a una de carácter no experimental de tipo transversal ya que la información recolectada se obtiene en un periodo corto y no se continuará evaluando a lo largo del tiempo.

Contexto:

- **Universo**

El universo de esta investigación está conformado por aquellos proyectos que desarrollan, estudian e implementan sistemas de captación de aguas lluvias para uso interno, sea cual sea la tecnología que usen.

- **Población**

La población a la cual le apunta la investigación es aquel grupo de estructuras ubicadas en la ciudad de Bogotá que utilizan sistemas de captación de aguas lluvias, y aquellos proyectos que se encuentran en estudio o en curso para implementar uno de dichos sistemas.

- **Muestra**

El tipo de muestreo es de carácter casual o incidental dirigiendo la atención del estudio en aquellos datos o características que nos permiten medir y analizar sobre todo las variables pertinentes a la dinámica hídrica en el edificio de Compensar de salud en el sector Salitre en Bogotá.

Hipótesis

Las condiciones meteorológicas de la ciudad de Bogotá, más específicamente la precipitación anual en la región, y las políticas favorables en la gestión ambiental de la organización

Compensar permiten la implementación exitosa de un sistema de captación de aguas lluvias con el fin de disminuir el uso de agua del acueducto para usos diferentes al consumo.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para recolectar los datos asociados a esta investigación son en primera y mayor medida el sondeo o indagación en artículos y papers científicos, y en segunda medida la entrevista individual.

Variables

Las variables seleccionadas y estructuradas son fundamentalmente de tipo numéricas continuas en su mayoría y algunas pocas de tipo numéricas discretas, ambas clasificaciones son de tipo operacional, permiten la evaluación y procesamiento de datos primarios para realizar un posterior análisis.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la información obtenida del estudio del IDEAM sobre los valores de precipitación en Bogotá entre los años 1971 y 2000 extraemos los valores para los sectores más cercanos a la sede de salud de Compensar Salitre, que en este caso corresponden al Jardín Botánico y la Universidad Nacional:

TABLA PRECIPITACIÓN ANUAL (Litros/m ²)													
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<i>Jardín Botánico</i>	43	62	90	119	120	57	45	51	79	112	117	64	959
<i>Universidad Nacional</i>	57	70	93	117	118	53	39	48	74	126	129	76	1000
Promedio precipitación mensual	50	66	91,5	118	119	55	42	49,5	77	119	123	70	979,5
Promedio precipitación anual	81,625												

Tabla 1: Precipitación mensual y anual promedio en el Jardín Botánico y en el Universidad Nacional.

Fuente: Elaboración propia.

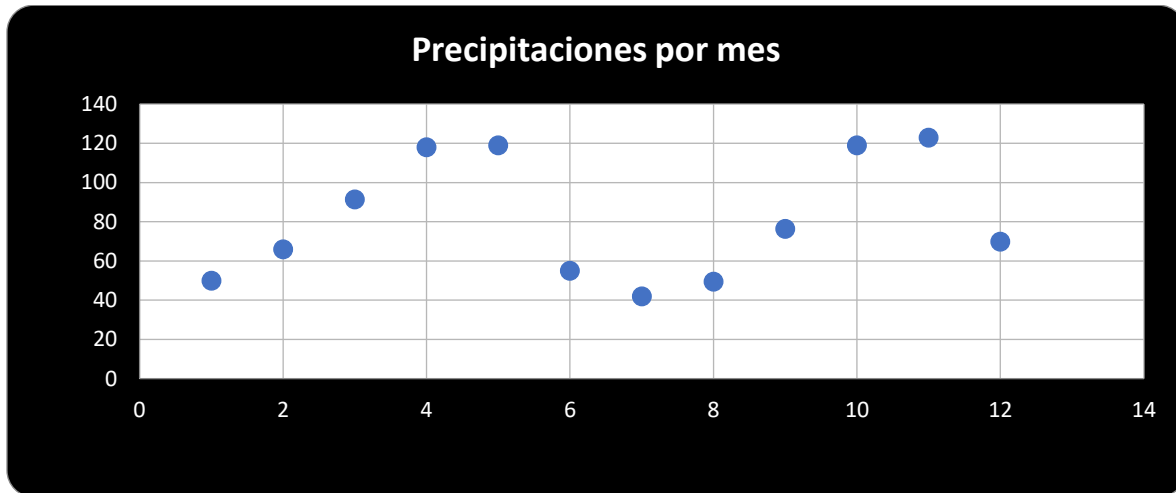


Ilustración 1: Precipitaciones promedio por mes

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de la oferta de agua en el mes se deben tener en cuenta varios factores hidrológicos que se resumen en la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{Pp_i * C_e * A_c}{1000} \text{ (Correa A, 2014)}$$

Dónde

A_i = oferta del agua en el mes (m³)

Pp_i = precipitación promedio mensual (L/m²)

C_e = coeficiente de escorrentía

A_c = área de captación (m²)

De acuerdo con Chow, V.T, (1988), los coeficientes de escorrentía para diferentes materiales y superficies se reflejan en la siguiente tabla:

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Zonas urbanas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Zonas rurales							
Campos de cultivo							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales, prados, dehesas							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques, montes arbolados							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58
Nota: Los valores de esta tabla son los utilizados en la ciudad de Austin (Texas, USA) para determinar caudales punta por el método racional en su término municipal.							

Tabla 2: Coeficientes de escorrentía por materiales y superficies

Fuente: Chow V. T. (1988). Applied hydrology.

De dicha tabla, podemos extraer los valores correspondientes al material de tejado de la sede, considerando un período de retorno de dos años, el valor del coeficiente sería **0,75**.

Para la determinación del área total de la sede de salud de Compensar Salitre usamos la herramienta de medición de Google Maps sobre la imagen satelital del edificio para posteriormente dividirlo polígonos que faciliten la determinación del área total.

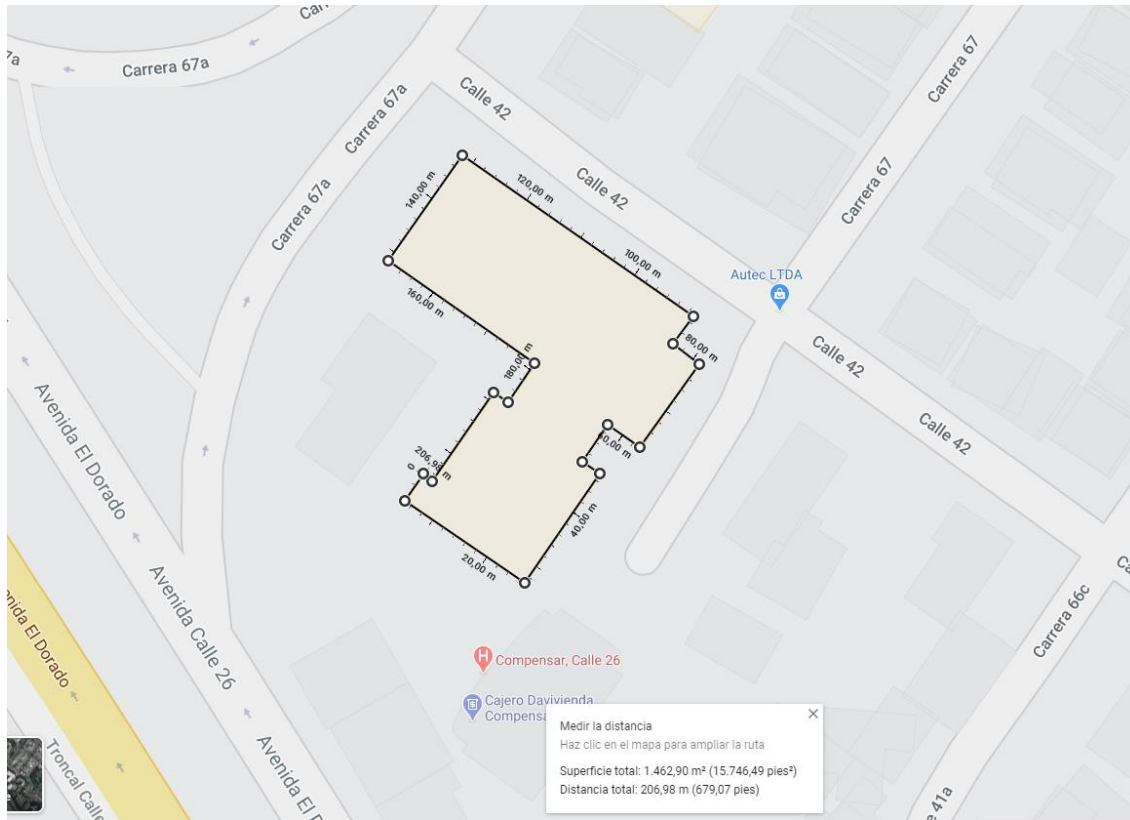


Ilustración 2: Dimensiones de la sede Salud de Compensar calle 26

Fuente: Google Maps

Polígonos:

1. $43,21\text{m} \times 19,75\text{m} = 856,39\text{m}^2$
2. $27,3\text{m} \times 21,74\text{m} = 593,50\text{m}^2$
3. $5,0\text{m} \times 15,75\text{m} = 78,75\text{m}^2$
4. $2,65\text{m} \times 20,0\text{m} = 53,0\text{m}^2$
5. $3,27\text{m} \times 20,0\text{m} = 65,4\text{m}^2$
6. $4,0\text{m} \times 17,9\text{m} = 71,6\text{m}^2$

Sumando las áreas de dichos polígonos obtenemos un área total de **1715,64m²** como superficie de captación para las aguas lluvias.

Retomando la ecuación para la determinación de la oferta mensual tomamos los valores previamente obtenidos y los reemplazamos para establecer el resultado del mes de enero:

$$A_{ene} = \frac{50L/m^2 * 0,75 * 1715,64m^2}{1000} = 64,33m^3$$

Aplicando la misma ecuación para todos los meses obtenemos los datos de la siguiente de la tabla:

OFERTA DE AGUA POR MES (m3)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Oferta de agua													
Ai	64	85	118	152	153	71	54,04	63,69	98	153	158	90,1	1260,35

Tabla 3: Oferta de agua por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Es pertinente aplicar la siguiente ecuación que considera las pérdidas debidas a la evaporación, textura del material del techo, perdidas en canaletas y en el almacenamiento y a la ineficiencia del sistema de captación, entre otras razones, esto permite sobredimensionar el sistema de almacenamiento y tener un dato más certero sobre el valor de la oferta real. (Palacio, 2010)

$$A'_i = A_i - \left(A_i * \frac{0,2}{12}\right) \text{(Correa A, 2014)}$$

Donde:

A'i = oferta de agua en el mes "i" teniendo en cuenta las pérdidas (m3)

Ai = oferta de agua en el mes "i" (m3)

Para el mes de enero el resultado sería el siguiente:

$$A'_{ene} = 64,33m^3 - \left(64,33m^3 * \frac{0,2}{12}\right) = 63,25m^3$$

Aplicando la ecuación a todos los meses del año obtenemos los siguientes resultados:

OFERTA DE AGUA POR MES CORREGIDA (m3)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Oferta de							53,1					88,	
agua Ai	63,26	84	116	149	151	70	4	62,63	97	151	156	6	1239,35

Tabla 4: Oferta de agua por mes corregida

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la demanda, de acuerdo con un informe realizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en el año 2015, el consumo promedio por suscriptor en m³ cada mes discriminado por climas, ciudades y estratos para el año 2014 equivale a las cifras mostradas en la siguiente tabla:

Clima	Ciudad	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Promedio 1 a 3	Promedio 1 a 6
Clima Frio	Bogotá	12,05	10,77	9,77	9,59	10,41	10,45
	Manizales	12,63	13,18	13,57	11,77	13,32	12,86
	Tunja	11,75	11,87	10,83	9,15	11,30	10,82
	Pastq	10,85	12,24	10,98	11,94	11,48	11,54
	Promedio	11,98	10,93	10,01	9,75	10,59	10,60
Clima Templado	Medellín	12,19	12,60	12,52	12,76	12,52	12,90
	Ibagué	16,60	15,51	15,24	14,72	15,59	15,84
	Pereira	12,85	12,81	12,69	11,75	12,78	12,71
	Armenia	12,56	12,39	13,24	12,67	12,77	12,73
	Popayán	11,56	13,06	14,19	14,47	13,08	13,38
	Promedio	12,84	13,05	12,97	12,93	12,99	13,22
Clima Cálido	Cali	15,48	15,70	14,94	14,00	15,32	15,48
	Bucaramanga	17,56	17,42	16,18	14,57	16,82	15,92
	Cúcuta	16,35	15,45	15,54	18,38	15,75	16,18
	Neiva	13,21	14,78	15,07	17,97	14,43	14,81
	Barranquilla	13,41	14,55	16,04	17,73	14,51	15,53
	Cartagena	13,03	15,00	16,25	19,02	14,36	15,02
	Montería	13,44	15,70	15,81	18,25	14,18	14,60
	Promedio	14,26	15,38	15,45	15,73	15,03	15,44

Clima	Ciudad	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Promedio 1 a 3	Promedio 1 a 6
Clima Frio	Bogotá	12,05	10,77	9,77	9,59	10,41	10,45
	Manizales	12,63	13,18	13,57	11,77	13,32	12,86
	Tunja	11,75	11,87	10,83	9,15	11,30	10,82
	Pastq	10,85	12,24	10,98	11,94	11,48	11,54
	Promedio	11,98	10,93	10,01	9,75	10,59	10,60
Clima Templado	Medellín	12,19	12,60	12,52	12,76	12,52	12,90
	Ibagué	16,60	15,51	15,24	14,72	15,59	15,84
	Pereira	12,85	12,81	12,69	11,75	12,78	12,71
	Armenia	12,56	12,39	13,24	12,67	12,77	12,73
	Popayán	11,56	13,06	14,19	14,47	13,08	13,38
	Promedio	12,84	13,05	12,97	12,93	12,99	13,22
Clima Cálido	Cali	15,48	15,70	14,94	14,00	15,32	15,48
	Bucaramanga	17,56	17,42	16,18	14,57	16,82	15,92
	Cúcuta	16,35	15,45	15,54	18,38	15,75	16,18
	Neiva	13,21	14,78	15,07	17,97	14,43	14,81
	Barranquilla	13,41	14,55	16,04	17,73	14,51	15,53
	Cartagena	13,03	15,00	16,25	19,02	14,36	15,02
	Montería	13,44	15,70	15,81	18,25	14,18	14,60
	Promedio	14,26	15,38	15,45	15,73	15,03	15,44

Tabla 5: Consumo Per Cápita de Agua Potable Colombia

Fuente: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. 2015.

Consultando información de la Secretaría Distrital de Planeación encontramos que la sede de Compensar el Salitre se encuentra en la localidad de Teusaquillo y que de acuerdo con su clasificación socioeconómica corresponde a un sector de estrato 4 (Figura 1).

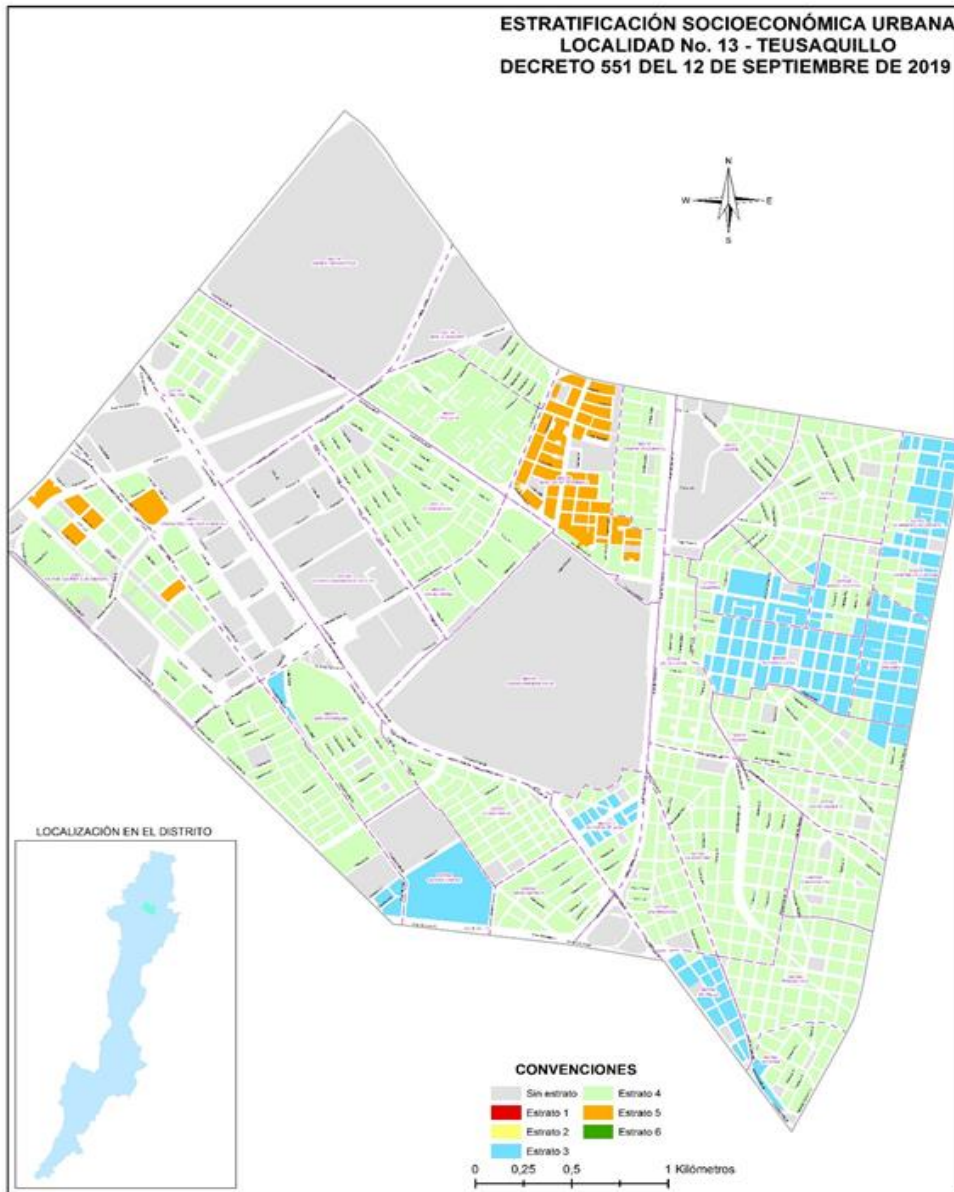


Ilustración 3: Distribución de estratos en el sector Salitre

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación.

Teniendo en cuenta ésta información podemos considerar que el consumo en la sede corresponde a 9,59m³/suscriptor/mes, cabe aclarar que ésta información surge de un estudio

realizado para el sector doméstico y que por lo tanto considera la demanda de total de agua por habitante en el sector residencial, pero para determinar la demanda únicamente para los sistemas sanitarios y para los lava escobas y lava traperos se debe multiplicar este valor por 20% y 5% respectivamente, porcentajes que fueron estimados por el Departamento Nacional de Planeación (Ballén, Gallarzar y Ortiz, 1991); por ende, el valor final del consumo de agua para sistemas sanitarios y de limpieza sería de alrededor de 2.4m³/suscriptor/mes.

Posteriormente procedemos a determinar la demanda acumulada por medio de la siguiente ecuación:

$$Da_i = Da_{(i-1)} + D_i \text{ (Correa A, 2014)}$$

Dónde:

Dai = demanda acumulada al mes “i” (m³)

Da (i-1) = demanda acumulada al mes anterior “i-1” (m³)

Di = demanda del mes “i” (m³)

Aplicando la ecuación en el mes de enero obtenemos el siguiente resultado:

$$Da_{ene} = 0m^3 + D_i$$

De nuevo, usando la ecuación para todos los meses obtenemos los siguientes datos:

DEMANDA ACUMULADA (m ³)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Demanda acumulada Dai(m ³)	2400	4800	7200	9600	12000	14400	16800	19200	21600	24000	26400	28800	28800

Tabla 6: Demanda acumulada

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la oferta acumulada aplicamos la siguiente ecuación:

$$Aa_i = Aa_{i-1} + A'_i \text{ (Correa A, 2014)}$$

Dónde:

Aai = oferta acumulada al mes “I” (m³)

Aa (i-1) = oferta acumulada al mes anterior “i-1” (m³)

A' = oferta del mes "i" teniendo en cuenta las pérdidas (m3)

Introduciendo los datos mes a mes obtenemos los siguientes datos de oferta acumulada:

OFERTA ACUMULADA(m3)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Oferta acumulada Dai(m3)	64,34	149	267	419	572	642,7	696,8	760,5	859	1012	1170	1260	7873

Tabla 7: Oferta acumulada

Fuente: Elaboración propia.

Relacionando el valor anual de la oferta y la demanda acumuladas se puede ver que, la oferta acumulada representa un 27,33% de la demanda total anual, por lo que se puede inferir que ese porcentaje representa el ahorro en el consumo de agua anual que puede representar este proyecto para la entidad.

Para determinar el volumen de almacenamiento se decidió tomar el valor del mes de mayor precipitación, en este caso, noviembre con 156m3, y se considera que un almacenamiento para dos días es suficiente para suplir la necesidad de la estructura en caso de recorte del suministro, por lo tanto:

$$V_A = A_{nov} * \frac{2}{30}$$

Donde:

V_A = Volumen del tanque de almacenamiento

A_{nov} = oferta del agua en el mes de noviembre (m3)

Por lo tanto:

$$V_A = 156m^3 * \frac{2}{30} = 10,4m^3$$

El volumen del tanque de almacenamiento será de 10,4m³.

Ahorro de agua potable

El ahorro de agua potable mensual corresponderá a la cantidad de agua captada por el sistema Ai considerando las pérdidas A'i. Adicionalmente, establecemos un índice correspondiente a la proporción entre la cantidad de agua captada contra la cantidad de agua consumida del acueducto mes a mes:

$$H_i = \frac{A'_i}{C_i} * 100$$

Dónde:

Hi = porcentaje de agua captada versus agua consumida del acueducto (m3)

A'i = oferta del mes "i" teniendo en cuenta las pérdidas (m3)

Ci = Consumo de agua del acueducto al mes "i" (m3)

Aplicando esta ecuación mes a mes obtenemos la siguiente tabla:

AHORRO DE AGUA(m3)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Oferta acumulada Dai(m3)	18%	23%	32%	41%	42%	19%	15%	17%	27%	42%	43%	25%	28%

Tabla 8: Ahorro de agua

Fuente: Elaboración propia.

Con un ahorro relativo de 28% en el consumo anual, que equivale a 7873m³, con un precio actual de \$2688,51 por metro cúbico esto equivaldría a un ahorro en costos de consumo por \$21'166.639,23 cada año.

Número de proyectos de gestión ambiental aprobados en compensar

La variable “de viabilidad en proyectos de ahorro sostenible” busca analizar la efectividad que ha tenido la organización en cuanto a la implementación de proyectos de ahorro. Es clave para enfrentar de forma simultánea los siguientes retos:

- Ahorro económico a través de optimización de consumo recursos de energéticos.
- Fortalecer la gestión del riesgo climático.

Últimos proyectos sostenibles implementados por la caja de compensación Compensar:

- Proyecto implementación de Energías renovables = En estudio de viabilidad.
- Proyecto Ahorro de energía en iluminación (cambio de sistema fluorescente a led) = aprobado e Implementado
- Sistematización de iluminación = aprobado e Implementado
- Proyecto cambio de fluxómetros sanitarios manuales a fluxómetros eléctricos ahorradores = aprobado e Implementado
- Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales Ptar = aprobado e Implementado

Formulación:

Pp= Proyectos propuestos

Pa = Proyectos aprobados

%Ap = Porcentaje de proyectos aprobados

Fórmula: $Pa/Pp \cdot 100$

Desarrollo:

Pp = 5 Pa= 4

Formulación:

%Ap: $\frac{Pa}{Pp} \cdot 100 = 80\%$

Pp 5

La compañía presenta efectividad en el 80% de la implementación de proyectos sostenibles en búsqueda del ahorro de recursos energéticos. Hasta la fecha se ha tenido viabilidad en todos los proyectos ejecutados obtenido los resultados esperados y el retorno de dicha inversión en el tiempo estipulado.

Cronograma de proyecto.

En el cronograma se presenta el tiempo requerido para la implementación del proyecto que no excede los cuatro meses de construcción.

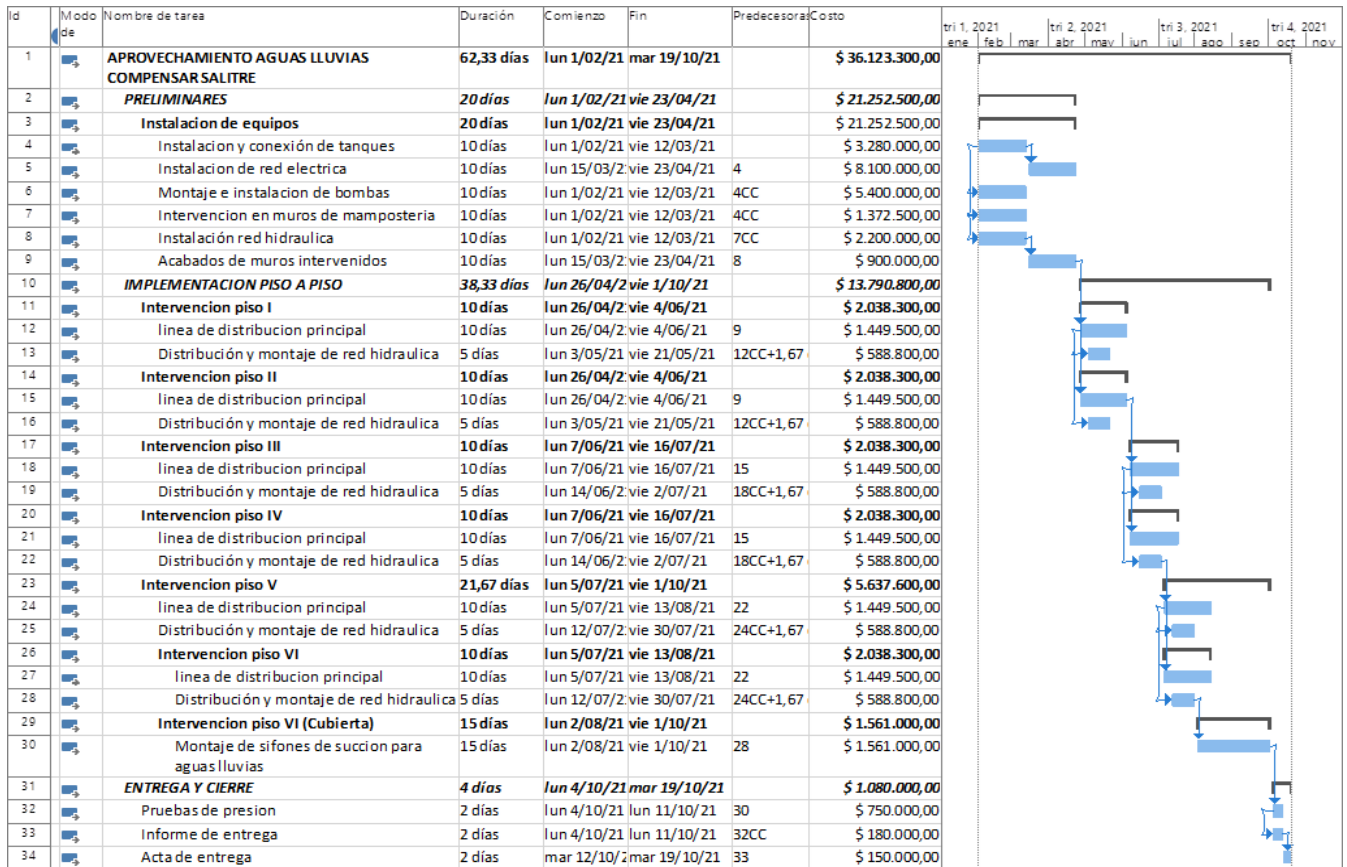


Ilustración 4: Cronograma del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Flujo de caja

El flujo de caja muestra los desembolsos que se deben realizar



Ilustración 5: Flujo de caja
Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO APROVECHAMIENTO AGUAS LLUVIAS COMPENSAR				
ACTIVIDAD	UN	CANTIDAD	VALOR UN	VALOR TOTAL
PRELIMINARES				\$ 21.252.500,00
Instalación de equipos				
Suministro Instalación y conexión de tanques	un	4	\$ 820.000,00	\$ 3.280.000,00
Suministro Instalación red eléctrica	ml	45	\$ 180.000,00	\$ 8.100.000,00
Montaje e instalación de bombas	un	3	\$ 1.800.000,00	\$ 5.400.000,00
Regateo de muro para tuberías	ml	45	\$ 30.500,00	\$ 1.372.500,00
Instalación red hidráulica	Gl	1	\$ 2.200.000,00	\$ 2.200.000,00
Resanes de áreas intervenidas	m2	20	\$ 45.000,00	\$ 900.000,00
IMPLEMENTACION PISO A PISO				\$ 14.348.300,00
Intervención piso 1				\$ 2.038.300,00
Línea de distribución principal	ml	65	\$ 22.300,00	\$ 1.449.500,00
Distribución y montaje de red hidráulica	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 2				\$ 2.149.800,00
línea de distribución principal	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
Distribución y montaje de red hidráulica	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 3				\$ 2.149.800,00
línea de distribución principal	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
Distribución y montaje de red hidráulica a sanitarios	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 4				\$ 2.149.800,00
línea de distribución principal	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
Distribución y montaje de red hidráulica a sanitarios	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 5				\$ 2.149.800,00
línea de distribución principal	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
Distribución y montaje de red hidráulica a sanitarios	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 6				\$ 2.149.800,00
línea de distribución principal	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
Distribución y montaje de red hidráulica a sanitarios	un	23	\$ 25.600,00	\$ 588.800,00
Intervención piso 7 (Cubierta)				\$ 1.561.000,00
Montaje de sifones de succión para red de suministro	ml	70	\$ 22.300,00	\$ 1.561.000,00
ENTREGA Y CIERRE				\$ 930.000,00
Pruebas de presión	Gl	1	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
Informe de entrega	un	1	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
VALOR TOTAL				\$ 36.530.800,00

Tabla 9: Presupuesto solicitado para proyecto Aprovechamiento de aguas lluvias
Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE LA INVERSIÓN											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-\$ 36.530.800	-\$ 36.530.800	-\$ 15.521.728	\$ 5.487.344	\$ 26.496.416	\$ 47.505.488	\$ 68.514.560	\$ 89.523.632	\$ 110.532.704	\$ 131.541.776	\$ 152.550.848
Ahorro		\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072	\$ 21.009.072
TOTALES	-\$ 36.530.800	-\$ 15.521.728	\$ 5.487.344	\$ 26.496.416	\$ 47.505.488	\$ 68.514.560	\$ 89.523.632	\$ 110.532.704	\$ 131.541.776	\$ 152.550.848	\$ 173.559.920

Descripción	M3 x Mes	Valor M3	Total
Consumo Actual	2400	\$ 2.668,51	\$ 6.404.424
Ahorro obtenido después de implementar el proyecto	656,08	\$ 2.668,51	\$ 1.750.756

Costo de implementación del proyecto	\$ 36.530.800
Retorno de la inversión (Meses)	20,87
tiempo estimado de vida de la infraestructura implementada (Meses)	120,00
Ahorro total del proyecto	\$ 173.559.925

Tabla 10: Relación costo beneficio del proyecto

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estimado de vida útil de la infraestructura hidráulica implementada es de 10 años (120 meses); A través de este sistema, la empresa lograra obtener el ahorro de la inversión en 20,87 meses. En los 99,13 meses restantes se logra obtener un ahorro monetario de \$173,559,925 lo cual garantiza que el proyecto es viable para su implementación.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

- El desarrollo de este proyecto refleja un ahorro de alrededor de \$21'009.072,23 cada año en el consumo de agua potable, que representa un ahorro relativo de 27,33% anual en el consumo de agua potable, aunado con el porcentaje de aprobación de proyectos de tipo ambiental en la organización Compensar que es de un 80% lo que se traduce en una alta probabilidad de aceptación de un proyecto bien estructurado, además, teniendo en cuenta que el retorno de la inversión se verá reflejado en tan solo 20,87 meses después de implementado el proyecto se puede concluir que el proyecto no solamente es factible si no también rentable ya que se logrará tener un ahorro en diez años equivalente a \$173,559,925 descontando el valor inicial de inversión, cuyo valor es significativo y puede inducir a la institución a impulsar el proyecto.
- Con base a los objetivos específicos se logró determinar que a través de estudios de proyectos de esta misma naturaleza estos han sido viables a las organizaciones que a la fecha los han implementado, al igual que la factibilidad de implementarlo en la sede de compensar salitre, puesto que se estructura el costeo y se determina el tiempo de ejecución que podría tener el proyecto al momento de ejecutarlo y la relevancia es mínima en cuanto al beneficio económico y social que se logra obtener.
- La implementación del proyecto no es fácil de costear inicialmente, sin embargo, si se programan mantenimientos anuales se prolongará la vida útil del proyecto en por lo menos 15 años. La implementación de esta tecnología genera un impacto positivo y visible en la sede, si se quiere aprovechar el recurso pluvial en zonas urbanas, se recomienda que el líquido pase por un proceso que retire sedimentos y grasas primero y si se quiere una mayor calidad puede pasar por un proceso de filtrado que retire a mayor profundidad los contaminantes.
- El aprovechamiento de las aguas lluvias se encuentra regulado en la ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua apalanca a Compensar en la formulación de sus proyectos ambientales ha obtenido una efectividad

del 80% en la viabilidad y desarrollo. Apostando en cada uno de sus programas el uso eficiente de los recursos en pro de contribuir con la conservación al medio ambiente estando en el mismo enfoque de las empresas colombianas que cada vez más apuntan a el ahorro del agua potable y del uso de las energías limpias.

- La metodología de investigación más apropiada correspondió a una de tipo no experimental de tipo transversal descriptivo, ya que se basó en valores históricos que se recopilaron en un mismo momento, que alimentaron variables de tipo operacional.
- El análisis de la demanda se basó en aproximaciones sustentadas en datos proporcionados por personal de la institución y por valores de consumo promedio justificados en el informe de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en el año 2015, esto debido a que no se pudo obtener la información certera de dicha información, por lo tanto, en la realidad pueden variar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulla, F.A., Al-Shareef, A. Assessment of rainwater roof harvesting systems for household water supply in Jordan. October, 2006.
- Anaya M. (1998). “Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y El Caribe. Manual Técnico”, Ed. Agencia de Cooperación Técnica IICA-México, México
- Anaya M. (2009). “Antecedentes de la captación del agua de lluvia”, Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia CIDECALLI - CP, Reporte DDCTS, México, septiembre.
- Aparicio, F. J. (1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Mexico: Limusa S.A.
- Bernal J., Rosero G., Cadena M., Montealegre M., Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales “IDEAM”, Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE. 2007.
- Captación agua lluvia, Hidropluviales. <https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>. Consultado 29/03/2020.
- Chow V. T. Maidment D.R. & Mays, L.W; 1988. Applied hydrology (498).mcgraw Hill. Nueva York.
- Concepto.de. (2020). Concepto de agua. Obtenido de <https://concepto.de/agua/>
- Concepto, S. (2020). Captacion. Obtenido de <https://significadoconcepto.com/captacion/>
- Consultado en https://www.compensar.com/responsabilidadsocial/gestion_ambiental.html
- Compensar, R. (2020). Compensar, compromiso permanente con la sostenibilidad ambiental. Obtenido de <https://www.revistacompensar.com/comenzando/compensar-y-su-compromiso-con-la-sostenibilidad/Consumer>. (30 de 04 de 2003). La tecnología al servicio del ahorro de agua.
- Correa A. Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería. Diseño de un sistema de captacion y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa de ahorro de agua potable en la universidad libre de colombia, sede Bosque popular, Bloque p y cafetería. Bogotá D.C. 2014.
- Duran P., Herrera L. Y Guido P. (2010). “Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable”, CONAMA10, Congreso Nacional del Medio Ambiente, México.

- Guidelines for Drinking water Quality. (2017). *FOURTH EDITION INCORPORATING THEN FIRST ADDENDUM*, 5-9.
- Iberdrola. (2020). Infraestructuras sostenibles, claves en la lucha contra el cambio climático. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/infraestructuras-sostenibles>
- Institute, P. M. (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) . Pennsylvania EEUU.
- Justicia, M. D. (11 de 06 de 1997). Ley 373 de 1997. Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?Id=1659018>
- Martínez J., Rodríguez J. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Modelo para evaluar la factibilidad de reutilización de aguas lluvias en edificaciones de diferentes usos y según la intensidad de lluvia de la zona. Bogotá. 2019.
- Obtenido de <https://www.consumer.es/medio-ambiente/la-tecnologia-al-servicio-del-ahorro-de-agua.html> Economía, A. (21 de 04 de 2016). La economía del agua o la economía sin agua. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/la-economia-del-agua-o-la-economia-sin-agua>.
- Ortiz W., Velandia W. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la universidad católica de colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua. Bogotá D.C. 2017.
- Palacio N. Universidad de Antioquia, Escuela ambiental. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa maría auxiliadora de caldas, Antioquia. Medellín. 2010.
- Parra A., Castillo D., Rojas J., Puerto C., Villalba N. Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2014-2017. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Departamento Nacional de Planeación DNP. 2018.
- Portafolio. (13 de 07 de 2017). Cuidar el agua, prioridad para el crecimiento de Colombia. Obtenido de :<https://www.portafolio.co/economia/cuidar-el-agua-prioridad-para-el-crecimiento-de-colombia-507712>

- Reyes M., Rubio J. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. Bogotá D.C. 2014.
- Santana M., Bonilla J., Castillo C. Rango de Consumo Básico, Documento de trabajo proyecto general. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Vivienda. 2015.
- World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking water quality. Fourth edition, incorporating the first addendum. 2017.

LINKS:

- https://www.compensar.com/responsabilidadsocial/gestion_ambiental.html
- <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/estratificacion/estratificacion-por-localidad>.
- <https://corporativo.compensar.com/nuestra-organizacion/>. Consultado 29/03/2020.
- https://www.compensar.com/responsabilidadsocial/gestion_ambiental.html. Consultado 29/03/2020.
- <https://corporativo.compensar.com/documents/filosofia-organizacional-politica-gestion.pdf>. Consultado 29/03/2020.
- <https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>
- Consultado 29/03/2020.
- <https://www.portafolio.co/negocios/compensar-con-la-cabeza-en-la-tierra-528684>. Consultado 29/03/2020.