

DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE APREVECHAMIENTO DE AGUA  
LLUVIA COMO FUENTE COMPLEMENTARIA PARA EL AHORRO DEL  
AGUA POTABLE.

BYRON FERNANDO CAICEDO ARTEAGA  
HERCTOR ALBERTO GONZALES CORTES

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2013

DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE APREVECHAMIENTO DE AGUA  
LLUVIA COMO FUENTE COMPLEMENTARIA PARA EL AHORRO DEL  
AGUA POTABLE

BYRON FERNANDO CAICEDO ARTEAGA  
HECTOR ALBERTO GONZALES CORTES

*Trabajo de grado para optar al título de Diseñador industrial*

*Asesora:*  
ESPECIALISTA ELIZABETH POLO VILLOTA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2013

*“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores”*

*Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.*

*Nota de aceptación*

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
*Firma Presidente del jurado*

\_\_\_\_\_  
*Jurado*

\_\_\_\_\_  
*Jurado*

*Pasto, Noviembre de 2013*

## DEDICATORIA

*Finalizando una de las etapas de mi vida, mi formación como profesional de pregrado, quiero manifestar mis más sinceros agradecimientos a quienes activamente apoyaron en el desarrollo de esta tesis.*

*A mi familia, porque sé que han buscado mi bienestar con la formación de buenos valores, a mis padres por ser los bastiones permanentes, Gracias por estar allí siempre.*

*A mis hermanos por el apoyo incondicional, especialmente a Paulo Andrés y Juan Carlos, (Q.M.P.D.) ¡Un triunfo dedicado por su existencia!*

*A mis amigos, por la confianza y el apoyo incondicional.*

*Héctor Gonzales Cortes.*

*Con mucho cariño dedico estas líneas a todos los seres humanos que han contribuido desde todos los ámbitos en el desarrollo de este gran trabajo, es un honor para mí mencionar a las personas que más amo en este mundo las cuales me han impulsado a ser una mejor persona.*

*Gracias totales a mi padre y mi madre por aguantarme todos los traspasos, gracias al amor de mi vida por ayudarme incondicionalmente en el desarrollo de esta obra y muchas gracias a todos los que directa o indirectamente contribuyeron con un granito de arena para generar un mejor futuro para las generaciones futuras, para todas las bellas personas que hicieron posible este trabajo muchísimas gracias por todo el conocimiento y dedicación prestados,*

*Solo me resta citar a un viejo maestro y su célebre frase "felices trazos"*

*Bob Ross R.I.P.*

*Byron Caicedo Arteaga.*

## RESUMEN

Amigo lector, al hacer un recorrido sobre las consignas del presente trabajo puede evidenciar las actividades realizadas en cuanto a una ardua labor en el los ámbitos investigativos y proyectuales, así como también el desarrollo de iniciativas sostenibles con el medio ambiente, siendo este el caso de un estudio realizado con el objetivo de la proposición de alternativas que propendan por el cuidado y contribución hacia soluciones que lleven a las generaciones venideras a disfrutar de un mejor futuro.

Por consiguiente es preciso afirmar que se han aplicado los conocimientos adquiridos en la academia y con la ayuda de las herramientas creativas de nuestra época se desarrollaron modelos, prototipos y experiencias en las cuales por medio de la observación se concretó una muy buena alternativa de diseño industrial en cuanto al diseño medioambiental logrando de esta manera un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa hacia la contribución con el medio ambiente para minimizar el uso de agua potable en la ciudad de San Juan de Pasto.

**PALABRAS CLAVE.**

Agua, lluvia, contenedores, captación, recolección, ahorro.

## ABSTRACT

*Dear reader, to take a tour on the slogans of this work may reveal activities in terms of hard work in research and projective fields, as well as sustainable development initiatives with the environment, which is the case of a study with the aim of proposing alternatives which foster care and contribute to solutions with future generations to enjoy a better future.*

*Therefore it must be said that have applied the knowledge gained in academia and with the help of the creative tools of our age models were developed, prototypes and experiences in which by means of observation was completed a very good alternative industrial design in terms of environmental design thus achieving a system of rainwater harvesting as an alternative towards the contribution of the environment to minimize the use of potable water in the city of San Juan de Pasto.*

## KEYWORDS

*Water, rain, containers, capturing, collecting, saving.*



## CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
INTRODUCCION .....	14
1. ETAPA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1.1 Planteamiento del problema. ....	16
1.1.2 Formulación del problema: .....	19
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivos específicos: .....	19
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	20
1.4 MARCO HISTORICO.....	24
1.5 MARCO REFERENCIAL.....	27
1.6 MARCO TEÓRICO.....	37
1.7 MARCO CONCEPTUAL.....	39
1.8 MARCO CONTEXTUAL .....	45
1.9 MARCO LEGAL .....	46
1.10 METODOLOGÍA.....	48
1.10.1 Enfoque. ....	48
1.10.2 Tipo de investigación. ....	52
1.10.3 Población. ....	52
1.11 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
2. ETAPA PROYECTUAL .....	55
2.1 OBJETIVOS DE DISEÑO .....	55
2.1.1. Objetivo general de diseño.....	55

2.1.2.	Objetivos específicos de diseño: .....	55
2.2	ANÁLISIS DE TIPOLOGÍAS.....	56
2.3	RECOMENDACIONES ARROJADAS POR ESTUDIO DE TIPOLOGÍAS ...	64
2.4	PLANTEAMIENTO DE DISEÑO.....	65
2.5	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	73
2.5	DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO .....	78
2.7	ALTERNATIVA DEFINIDA.....	83
2.7.1	Función técnica: .....	95
2.7.2	Función práctica. ....	103
2.7.3	Estético y simbólico.....	104
2.7.4	Costos de fabricación.....	106
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA .....	110
	ANEXOS .....	111

## LISTA DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura N° 1 Tanque purificador de agua LIFESAVER JERRYCAN .....	29
Figura N° 2 Presentación final del embotellamiento del agua lluvia en la planta MAWÜNRAINWATER .....	33
Figura N° 3 Esquema de funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua Lluvia en “HealtyHouse”, Toronto, Canadá. ....	34
Figura N° 4 Cubiertas de Alkosto Venecia en Bogotá.....	36
Figura N° 5 Distribución Mundial del Agua en la Tierra. ....	40
Figura N° 6 Método Sodis. ....	57
Figura N° 7 Diseño MBURA. ....	58
Figura N° 8 Diseño LIFE SACK. ....	59
Figura N° 9 Diseño WATERCONE.....	60
Figura N° 10 Diseño RAINPOD.....	61
Figura N° 11 Diseño HYDROLEAF.....	61
Figura N° 12 Diseño PETAL DROPS.....	62
Figura N° 13 Diseño RAIN WATER. ....	63
Figura N° 14 Diseño RELEAF. ....	63
Figura N° 15 Diseño PARAGUAS APAGA TU SED. ....	64
Figura N° 16 FILTRO DE CARTUCHOS. ....	69
Figura N° 17 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	70
Figura N° 18 MANGUERA CON DISPOSITIVO ENROLLABLE. ....	71
Figura N° 19 Propuesta Metodológica Para el Desarrollo de Proyectos de Diseño Industrial. Esquema B. ....	72
Figura N° 20 MEDIDAS ANTROPOMETRICAS.....	77
Figura N° 21. ....	78
Figura N° 22 .....	79
Figura N° 23 .....	81

Figura N° 24 .....	82
Figura N° 25 .....	83
Figura N° 26 .....	84
Figura N° 27 .....	86
Figura N° 28 .....	87
Figura N° 29 .....	88
Figura N° 30 .....	88
Figura N° 31 .....	89
Figura N° 32 .....	90
Figura N° 33 .....	91
Figura N° 34 PROCESO DE DISEÑO.....	93
Figura N° 35 PROTOTIPO TRIDIMENCIONAL .....	94
Figura N° 36 SECUENCIA DE USO Y EL FLUJO DEL AGUA.....	97
Figura N° 37 .....	99
Figura N° 38 .....	100
Figura N° 39 .....	101
Figura N° 40 .....	102
Figura N° 41 RESULTADOS DE L ANALISISDE CAMPO.....	103
Figura N° 42 LOGO DEL PROYECTO.....	105
Figura N° 43 .....	106

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. TORRES LOS PINOS.....	112
Anexo B. ANIALISIS DE CAMPO.....	114
Anexo C. ENCUESTA DIRIGIDA.....	116
Anexo D. RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA LLUVIA.....	118
Anexo E. CANTIDAD DE VHCULOS EN LA CIUDAD DE PASTO.....	119

## INTRODUCCION

Teniendo en cuenta el contexto en el que se encuentra el planeta en la actualidad, con los problemas de auto sostenibilidad y renovación de recursos, problemas que se evidencian con el mal manejo al medio ambiente que le ha dado el ser humano. Se piensa en una solución alternativa que permita contribuir de alguna manera al impacto causado por la mano del hombre.

De esta manera y evidenciando la escases de agua potable de algunos sectores en el planeta, se plantea una propuesta de diseño denominada "JALLU" como paso importante a la concientización de la población en lo que respecta al desperdicio de agua. Vemos como en muchas actividades cotidianas se alcanza un considerable desperdicio de dicho elemento no renovable, cuestión que de la misma manera contribuye con la escases.

Lo que se busca con la implementación de dicho proyecto es alcanzar un objetivo principal basado en el diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como fuente de abastecimiento en conjuntos residenciales, que contribuya al buen manejo del medio ambiente en la ciudad de San Juan de Pasto.

Para la consecución de la propuesta final se recurre al estudio y análisis de tipologías encontradas a lo largo del planeta de las cuales se

*destacan elementos que sirven de base para la fase de iniciación de diseño.*

## 1. ETAPA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

*1.1.1 Planteamiento del problema.* El planeta atraviesa un proceso crítico de transformación ambiental por causa de los innumerables fenómenos climáticos con efectos devastadores que perjudican a todos los seres vivos, uno de estos efectos es la escases de agua que hoy en día se vive y cada vez es más evidente en algunos países del mundo, este contexto en gran parte se debe al efecto del calentamiento global que modifica el clima derritiendo porciones de hielo polar que aumentan la magnitud y frecuencia de las lluvias, por el incremento de la evaporación de agua originando tormentas y huracanes que son más frecuentes y devastadores; esos cambios recaen sobre los ecosistemas haciendo que a través de la evaporación la tierra se seque y desplacé la flora y fauna para dar lugar a amplias zonas desérticas.

La contaminación es un efecto adicional que afecta directamente a la disminución de los caudales de agua, a través de sustancias químicas orgánicas como el petróleo, plásticos, fungicidas y detergentes; sustancias químicas como los ácidos y metales tóxicos; sustancias radioactivas que generan defectos congénitos y el cáncer; desechos orgánicos que roban el oxígeno del agua para que las bacterias puedan lograr su descomposición y emitir CO<sub>2</sub>; desechos inorgánicos de descomposición lenta que causan



el mismo efecto. Todos estos elementos naturales y químicos son arrastrados o arrojados directamente en los ríos que desembocan en los lagos y en el mar, expandiendo la contaminación por los múltiples espacios de desarrollo vital del hombre.

Se observa entonces como esta problemática afecta a los diversos países que se ven envueltos en disputas por este preciado líquido. Es por eso que cada administración local se encarga de extraer y manejar las aguas a su manera para lograr su distribución a cada sector poblado esto ha hecho que esta se convierta en un negocio rentable para el sector productivo de la economía, razón por la cual el acceso al agua es restringido para sectores con bajos recursos financieros, obligando a que esta población se abastezca de fuentes primarias como lagos y ríos, enfrentándose a graves problemas de salubridad por la contaminación y los efectos que recaen sobre dichas aguas.

*“(…) los sistemas municipales se abastecen de fuentes externas como son los ríos, los cuales son entubados y desviados a la ciudad, en este caso ya que el agua que se entuba no se devuelve limpia a la naturaleza, sino como agua residual contaminada, se incide cada día más en el problema de escasez de fuentes de agua limpia”<sup>21</sup>*

---

<sup>21</sup>ADLER, Ilán. CARMONA, Gabriela. BOJALIL, José Antonio. Manual de captación de aguas lluvias para centros urbanos. International Renewable Resources Institute. México, 2008. Pág. 5.

La problemática se vuelve cada vez más amplia, y persiste la idea de la extracción de miles de litros de agua que desconsideradamente es usada para las diversas necesidades de consumo, riego, recreación, etc.

Bajo este panorama se concluye que para seguir disfrutando el recurso hídrico con las mejores condiciones de cantidad y calidad es necesario buscar métodos y emplear el conocimiento de las diferentes áreas profesionales que puedan ayudar a mejorar nuestra cultura social hacia el uso racional de agua y así preservar este elemento vital, manejando la implementación de un sistema que abastezca a la población en general, a través de la recolección y purificación de aguas lluvias, esto trae consigo un sinfín de aplicaciones e implicaciones de tipo económico, ambiental y de desarrollo sostenible y sustentable.

Por lo tanto se plantea una propuesta de diseño que se basa en la implementación de un sistema que capte, purifique y almacene el agua lluvia, ubicado en las zonas verde de los conjuntos residenciales, con el fin de brindar a la comunidad la facilidad de adquirir este tipo de agua purificada útil para estas zonas, por eso se hace necesario aplicar unas soluciones sostenibles no sólo desde el punto de vista técnico y económico, sino también desde los puntos de vista social y ambiental pues los recursos naturales son nuestra mayor riqueza y la mejor herencia que podemos dejar a las futuras generaciones.

### **1.1.2 Formulación del problema:**

*¿Cómo se podrían identificar las condiciones funcionales y estético-formales bajo las cuales se lleva a cabo el diseño del sistema de captación, purificación y almacenamiento de agua lluvia como fuente alternativa de abastecimiento en los conjuntos residenciales de la ciudad de Pasto, con el fin de generar conciencia sobre el uso racional del agua para contribuir al cuidado y preservación del medio ambiente?*

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

*1.2.1 Objetivo general. Diseñar un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como fuente de abastecimiento alternativo en zonas verdes de los conjuntos residenciales, que propenda por el desarrollo sostenible de la ciudad de San Juan de Pasto.*

### **1.2.2 Objetivos específicos:**

- Referenciar la problemática mundial a lo largo de la historia antigua y moderna sobre el uso, consumo y métodos empleados para la captación de agua lluvia.*
- Conocer el porcentaje pluviométrico en la ciudad de San Juan de Pasto.*

- Identificar las condiciones actuales de la población a la que va dirigido el proyecto a través de la implementación de encuestas realizada con fines socio-demográficos.
- Identificar los mecanismos o elementos funcionales que permiten captar, almacenar y purificar el agua lluvia para el uso residencial.
- Proponer el diseño de un sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua lluvia.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Una de las grandes preocupaciones que ha surgido para la humanidad en el marco de la existencia del mundo es la desaparición de los mismos como entes figurativos y principales del planeta, dicha preocupación se hace cada día más evidente con la aparición de procesos globalizadores y modernizantes para una sociedad cambiante que atiende a estados de transformación y desarrollo en todos los campos de la ciencia, tecnología, construcción, etc.

Todos estos factores transformadores de la naturaleza, hacen que el planeta atraviese por una situación ambiental de carácter crítico a causa de las grandes multinacionales, micros empresas, las pequeñas y grandes fábricas, recintos comerciales, las ciudades en desarrollo y la sociedad en general que son fieles contribuyentes al desperdicio de recursos no renovables que provee el planeta. Esto, por la falta de una conciencia

social hacia el medio ambiente, conciencia que desaparece por el consumo masivo de productos innecesarios que contaminan las fuentes hídricas de todo el planeta; una visión consumista de las grandes empresas que les crea progreso y riqueza; visión en donde no cabe la idea de producir elementos no contaminantes con materiales reciclables y sumamente necesarios para la vida cotidiana.

En la ciudad de San Juan de Pasto se generan necesidades para satisfacer cada día mayores demandas de bienes y servicios para la ciudadanía ya que está en un continuo cambio social-ambiental que se preocupa por la preservación del agua potable y la tarea de generar una nueva cultura social, dicha preocupación hace que profesionales en el cuidado del medio ambiente propongan soluciones innovadoras que sean implementadas para la captación de agua lluvia usada en las actividades del hogar como lavado de vajilla, lavado de ropa, duchas, sanitarios y otros que se muestran en la Guía de Diseño de Captación de Agua Lluvia, donde se expresa que la captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola.

*“En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para*

*consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento<sup>22</sup>*

*Sin embargo no queda por fuera la idea de la implementación del agua lluvia recolectada para el uso en otro tipo de aplicaciones como el riego de plantas, lavado de carro, limpieza de pisos y el logro de la potabilización de la misma.*

*A razón de esto, que el interés en el cuidado y el mantenimiento del agua potable es importante para generar un vínculo entre el sujeto cognitivo y una realidad que no es ajena a la población en la que se presente un total desabastecimiento de agua potable, caso que es evidente en regiones apartadas del departamento en las que el consumo de agua no es de calidad y eficiente; por lo tanto se pretende dar paso a una nueva alternativa innovadora que cumpla con los requerimientos de diseño para que sea capaz de captar y purificar el agua pluvial para consumo humano de manera útil y lograr el máximo aprovechamiento del recurso que es vital para todas las especies, y en este caso para la especie humana.*

*Es tal la importancia de este líquido para la humanidad que su búsqueda y obtención es esencial para las comunidades porque*

---

<sup>2</sup> Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). Guía para captación del Agua Lluvia. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Lima, Perú. Enero de 2011. Pág. 3

representa una solución para abastecer en cantidad, calidad y con bajo costo a las poblaciones rurales, periurbanas y urbanas que sufren carencia de este líquido, el cual puede ser utilizado de una manera óptima y funcional para un mejor aprovechamiento en zonas urbanas de la ciudad de Pasto, por lo tanto este proyecto trae consigo una solución innovadora, transferible a la industria y económicamente viable.

Es la proyección de diseño industrial al emplear conocimientos adquiridos en la academia para desarrollar y crear una alternativa que sea sustentable y eficiente en el momento de almacenar y purificar el agua lluvia, todo esto con el fin de alcanzar un beneficio económico ya que el agua de lluvia es gratis y la única inversión que hay que realizar es en la captación y el tratamiento, inversión que se amortizaría en un corto tiempo, obteniendo un beneficio en la reducción en los costos en los servicios de acueducto; beneficio que se vería reflejado en la necesidad de implementar este líquido en las labores domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas; por lo tanto es importante mantener esta naturaleza hídrica para que los bosques puedan reducir los efectos de las inundaciones y las sequías, prevenir la erosión del suelo, los deslizamientos de tierras y mantener así la temperatura natural del planeta.

*El fin es evitar en gran medida el consumo de agua potable por medio de la aplicación de nuevos conceptos y variantes tomadas de tipologías ya existentes.*

*Se pretende generar mejoras al sintetizarlas de manera versátil en cuanto a su uso primordial en captación y aplicaciones subordinadas como la filtración de este recurso importante para su conservación.*

#### **1.4 MARCO HISTORICO**

##### **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

*La actividad de recolección de aguas de lluvia era muy bien conocida por comunidades en épocas de antaño, sin embargo estas prácticas tradicionales y utilitarias van perdiendo su trascendencia en la medida del auge técnico y tecnológico por el que atraviesa el planeta constantemente. Actualmente son las administraciones locales las que se encargan del manejo de las aguas y de su distribución a cada sector poblado.*

*El manejo que se le ha dado al agua potable ha hecho que esta se convierta en un negocio rentable para el sector productivo de la economía, razón por la cual el acceso a este vital medio es restringido para sectores con bajos recursos financieros, obligando a esta población a*



abastecerse de fuentes primarias como lagos y ríos y enfrentándose a graves problemas de salubridad por el mal manejo de dichas aguas.

*“En general los sistemas municipales o estatales se abastecen por medio de pozos de agua subterránea debajo de las ciudades. Esto, afecta al subsuelo por la falta de recarga suficiente, ya que la extracción es mucho mayor a la recarga (...) A esto se añade el problema de la antigüedad de las tuberías de drenaje, que cuando por el tiempo se rompen descargan aguas negras al subsuelo contaminando los mantos freáticos. Por lo tanto el agua que se extrae del subsuelo se encuentra cada vez más honda y más contaminada, con lo que su extracción y tratamiento se haga más costosa. También los sistemas municipales se abastecen de fuentes externas como son los ríos, los cuales son entubados y desviados a la ciudad, en este caso ya que el agua que se entuba no se devuelve limpia a la naturaleza, sino como agua residual contaminada, se incide cada día más en el problema de escasez de fuentes de agua limpia”<sup>3</sup>*

La implementación de un sistema que trate de abastecer a la población en general con la recolección de aguas lluvias trae consigo un sinfín de retos e implicaciones de tipo ambiental, económico y de desarrollo sostenible y sustentable.

---

<sup>3</sup> *Ibíd.*, Pág., 5.

*El tema del agua potable, su baja disponibilidad y accesibilidad en la actualidad es una problemática trascendental para la supervivencia de la continua y creciente población urbana, sobre todo remitiéndonos a las poblaciones que no cuentan con un sistema integrado de infraestructuras requeridas para la obtención de este líquido.*

*Con una perspectiva sustentada en la factibilidad de un proyecto de este tipo se propende porque la implementación de estos sistemas brinde a la comunidad la facilidad de la adquisición del agua para de la misma manera contribuir a la renovación de un recurso que está en riesgo de desaparición.*

*Es importante que se genere en la ciudadanía una nueva cultura de concienciación en el marco del ahorro y busque del mismo modo que se adapten en la viviendas sistemas individuales y/o colectivos de recolección de aguas lluvias, independientemente de si cuentan o no con un servicio de agua potable.*

*Así mismo esa conciencia generada en la población infiere en la ayuda que se pueda brindar a sectores apartados a los que no llega este servicio, estos beneficios de tipo social se encuentran latentes pero no dejan de ser importantes para el mejor desarrollo de la ciudad.*

Un reto importante de la implementación del proyecto es la parte comunitaria que propende por una distribución equitativa del agua además de crear en las personas una conciencia en cuanto a la importancia del buen manejo del agua.

Finalmente se ve la necesidad de desafiar un pensamiento de indiferencia en cuanto a un sistema que en muchos casos se puede catalogar de dispendioso e innecesario, dar a conocer a la población la relevancia en la inversión de un bien que brinda, además de estabilidad al ecosistema, una significativa disminución monetaria a la hora de cancelar por un servicio de agua.

## **1.5 MARCO REFERENCIAL**

### **ANTECEDENTES DE PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA EN DIFERENTES LUGARES DEL MUNDO**

La escases de agua potable es un fenómeno crítico que afecta a todo el mundo y ha sido objeto de estudio de muchos pensadores que han tratado de manejar esta situación logrando la implementación de sistemas de captación de agua lluvia que se ven reflejados y puestos en marcha a lo largo del planeta, en cada una de las estrategias de los países y organizaciones privadas, para el abastecimiento.

*A continuación se busca referenciar las diferentes opciones que manejan los países del mundo en cuanto a este contexto y que en parte hacen alusión al texto denominado: "Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia", presentado en el marco del Seminario Iberoamericano de Abastecimiento Urbano de Agua.*

*Se observa un problema focalizado en las regiones del continente africano, existe aquí una alta concentración de pobreza que imposibilita una buena estructuración de los procesos de avance y aun cuando los procesos tecnológicos se han visto motivados en los últimos años, es innegable el atraso de este continente en la construcción y operación de sistemas de agua potable, la escases del agua es el problema más grave de esta región del planeta. Se ven por lo tanto procesos subdesarrollados que no logran el mejoramiento del abastecimiento de agua potable.*

*En este continente se observa que debido a los altos costos que presentan este tipo de planes " Uno de los proyectos adelantados es el de 'Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia de Muy Bajo Costo' el cual se desarrolló con el concurso de varias organizaciones Africanas y el apoyo de Development Technology Unit Inglaterra'<sup>4</sup>*

*Con este tipo de inversiones se busca que los sistemas sean asequibles a la población en general ya que se desarrollan con productos de bajo costo*

---

<sup>4</sup> BALLEEN, José Alejandro. GALARZA, Miguel Ángel. ORTIZ, Rafael Orlando. Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. VI SEREA. Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento Urbano de Agua. Joao Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junio de 2006. Pág. 5.

que pueden ser encontrados dentro de la región, esto teniendo en cuenta que la mayor parte de los sistemas que se observan son de tipo artesanal.

Un ejemplo específico en este continente es el denominado LIFESAVER JERRYCAN, dispositivo portátil creado por el ingeniero Michael Pritchard y que logra la eliminación de las bacterias e impurezas que puede contener el agua no limpia, para el proceso de potabilización en este contenedor se introduce el agua sucia por un lado, esta atraviesa una especie de filtros escalonados que retienen las partículas contaminantes que lo atraviesan y permiten que del otro lado se obtenga agua apta para el consumo humano.

**Figura N° 1** Tanque purificador de agua LIFESAVER JERRYCAN



**FUENTE:** <http://www.lifesaversystems.com>

En el continente asiático: La India es otro de los países que han optado por los sistemas de captación de agua lluvia, debido a la insatisfacción total de los servicios básicos a toda su población, es de conocimiento el llamado monzón en el que se dan 100 horas de lluvia al año en las que se logra captar y almacenar agua para el resto del año.

Bangladesh se ve beneficiada por este tipo de recolección ya que suministra agua a las poblaciones con presencia de contaminación.

*“Desde 1977, cerca de 1.000 sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron instalados en el país por la ONG Forum for Drinking Water Supply & Sanitation. Existen varios tipos de tanques utilizados para el almacenamiento de agua lluvia en Bangladesh: tanques de concreto reforzado, tanques de mampostería, cisternas y tanques subterráneos, estos tienen un costo que varía entre US\$ 50 y US\$ 150. El agua lluvia almacenada se usa para beber y cocinar, esta es aceptada como segura y cada vez es más utilizada por los usuarios locales.”<sup>5</sup>*

Singapur que también presenta escases de recursos naturales busca alternativas de abastecimiento utilizando los techos de los edificios para captar aguas lluvias que son almacenadas en contenedores separados del agua potable para utilizarse en diferentes actividades.

Tokio presenta un singular método para la recolección del agua lluvia llamado “‘Ronjinson’, se les encuentra la vía pública del distrito de Mukojim. Está instalación recibe el agua lluvia del techo de la casa, la cual es almacenada en un pozo subterráneo, para extraer el agua se utiliza una bomba manual, el agua colectada es utilizada para el riego

---

<sup>5</sup> Ibíd. Pág. 5

*de jardines, aseo de fachadas y pisos, combatir incendios y como agua de consumo en situaciones de emergencia.’<sup>6</sup>*

*En centro América específicamente en el Estado de Guanajuato existe un importante proyecto desarrollado por el ingeniero Hugo Velasco Molina denominado “Agua y Vida”, a partir de ese planteamiento se han desarrollado diferentes proyectos para captar agua lluvia, como por ejemplo una obra “construida a las afueras del municipio y se llamó “Techo – Cuenca” y consta de dos cubiertas con pendiente que se unen en una canal la cual está conectada a una tubería que conduce el agua a un deposito con capacidad para almacenar 285.000 litros de agua ubicado dentro del municipio, que se ha denominado ‘Casa del Agua y Vida’ donde se distribuye agua potable a las familias que la necesiten.’<sup>7</sup>*

*Encontramos un referente importante en Valdivia, Chile, lugar en el que se encuentra MAWÜNRAINWATER, una de las 5 plantas encargadas del procesamiento de agua lluvia para la comercialización.*

*“La idea surge de un grupo de jóvenes valdivianos que tomaron la decisión instalar plantas situadas en medio de un entorno preservado y libre de contaminación, el cual es ideal para realizar la captación a través de techos en policarbonato de 600 metros cuadrado de superficie*

---

<sup>6</sup> *Ibíd.* Pág. 6

<sup>7</sup> *Ibíd.* Pág. 6

*que captan y recolecta el agua lluvia a través de canaletas de acero inoxidable que depositan el agua lluvia en tanques con capacidad de 25.000 litros, ubicadas en planta embotelladora el cual se filtra para retener las partículas físicas, para su proceso embotellando un producto puro, fresco que cumple con los más exigentes estándares de calidad, con el fin de abrir el comercio en EEUU y Europa.’<sup>8</sup>*

---

<sup>8</sup> <http://www.rawunwater.cl> 15 Diciembre 2012



Figura N° 2 Presentación final del embotellamiento del agua lluvia en la planta MAWÜNRAINWATER



FUENTE: <http://www.lifesaversystems.com>

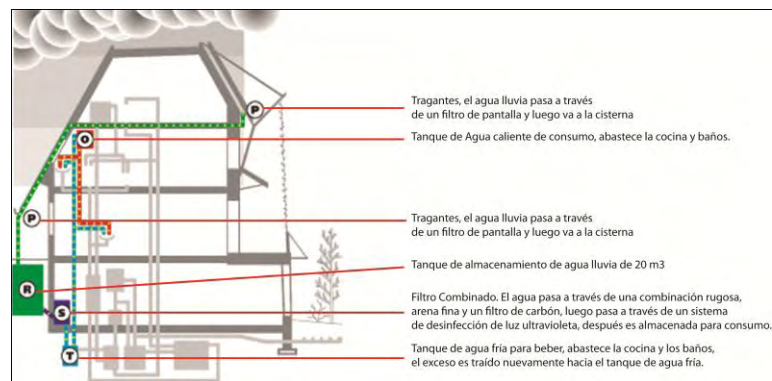
Estados Unidos es uno de los países en el que existen compañías especializadas en la construcción de este tipo de sistemas alcanzando un gran impacto en la población que usan estos sistemas para su uso en el hogar, la industria o la realización de actividades de tipo agrícola.

Un ejemplo significativo es la denominada: "HEALTHY HOUSE" es una casa familiar de tres habitaciones con un área de 158 m<sup>2</sup> ubicada en Riverdale área metropolitana de Toronto, Canadá. Esta edificación es totalmente autosuficiente, no depende del sistema de acueducto municipal. (...)El agua para consumo humano se suministra por medio de un sistema de canales que conducen el agua lluvia hacia un tanque de almacenamiento donde se le adiciona cal, esta es utilizada para reducir la acidez del agua y darle un sabor fresco, posteriormente el agua pasa a través de un filtro de arena fina y carbón activado para remover todas

las impurezas y por último es sometida a un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta.<sup>9</sup>

El esquema de la casa se presenta en el siguiente gráfico:

Figura N° 3 Esquema de funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua lluvia en “HealtyHouse”, Toronto, Canadá.



FUENTE: <http://www.cmhc-schl.gc.ca/popup/hhtoronto/suppl.htm>. Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. Pág. 9

En el continente Europeo se han introducido los sistemas de captación de agua lluvia en Berlín “como parte de un re-desarrollo urbano a gran escala, DaimlerChrysler Potsdamer Platz, con el fin de controlar las inundaciones, utilizar racionalmente el agua de la ciudad y crear un mejor micro clima. El agua lluvia cae en las cubiertas de 19 edificios (32.000 m<sup>2</sup>), se recoge y almacena en un tanque subterráneo de 3500

<sup>9</sup> Ibíd. Pág. 7

*m<sup>3</sup>. Esta agua es usada para la descarga de inodoros, el riego de zonas verdes (incluyendo techos verdes) y llenar un estanque artificial.’<sup>10</sup>*

*Australia, continente con una densidad poblacional menor, hace uso de muchas opciones de recolección de aguas lluvias, esto debido a la complejidad de la obtención del recurso y a que muchos sectores no presentan acceso al mismo. “En 1994 el Australian Bureau of Statistics (Oficina Australiana de Estadística) realizó un estudio mostrando que el 30.4% de los hogares australianos ubicados en las zonas rurales y el 6.5% de los hogares en las ciudades utilizan algún sistema de aprovechamiento de agua lluvia, también se indica en el estudio que el 13% de las casas donde se ha implementado un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, el agua se utiliza para beber y cocinar.’<sup>11</sup>*

*Para el caso de Colombia, país en el que es innegable la riqueza hídrica, se denota una baja en la implementación de sistemas de captación de agua lluvia, ya que se presenta una facilidad para acceder a este suministro.*

*Sin embargo se pueden observar métodos rústicos de recolección de agua en regiones que no cuentan con acceso al servicio y en personas que*

---

<sup>10</sup> *Ibíd.* Pág. 9.

<sup>11</sup> *Ibíd.* Pág. 10

toman conciencia de la situación global del contexto; hay que tener en cuenta que existen regiones en las que el servicio tiene un valor elevado y es necesaria la recolección de estas aguas para actividades que no impliquen el consumo, esto debido a la baja calidad del producto.

Se encuentra en Colombia unos ejemplos significativos de recolección de aguas lluvias en centros comerciales y establecimientos educativos como es el caso de los almacenes Alkosto de Venecia en Bogotá que cuenta con una cubierta que capta cerca de 4.820 m<sup>3</sup> de agua lluvia al año y que satisface la demanda de agua del edificio en un 75%. Y el de Alkosto en Villavicencio con una cubierta de 1.061 m<sup>2</sup> que capta agua y la almacena en un contenedor de 150m<sup>3</sup>.<sup>12</sup>

Figura N° 4 Cubiertas de Alkosto Venecia en Bogotá



FUENTE: [http:// www.construdata.com](http://www.construdata.com)

---

<sup>12</sup> Ibíd. Pág. 10

La conclusión a la que nos llevan este tipo de referentes en todo el mundo, es a lograr el mejoramiento, adaptación, y conjugación de ideas en el planteamiento de la propuesta a diseñar.

Se muestra aquí, como en regiones apartadas logran una captación rústica y de pronto no apta para el consumo humano, y como otras zonas con mayor tecnificación logran sistemas grandes pero con manejo de elevados costos. Todo esto nos conduce al replanteamiento de las ideas de diseño, a la reconstrucción de una idea unificada con el fin de crear accesibilidad a la población en general, logrando un sistema que abarque algunas características con costos un poco menos elevados y que permitan la aplicación de este método en la región.

## **1.6 MARCO TEÓRICO**

Con respecto a los componentes de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia hay variedad de propuestas pero todos coinciden en elementos básicos:

- a. Captación
- b. Recolección
- c. Almacenamiento
- d. Red de distribución de agua lluvia (sistema de bombeo).

La conjugación armónica de los componentes mencionados donde el Diseñador Industrial centra su labor, combina de manera funcional los aspectos técnicos teniendo en cuenta el respeto con el medio ambiente; se habla entonces del eco diseño básico para el desarrollo de este tipo de proyectos donde al diseñarse un producto se busca reducir al máximo efectos no deseados o perjudiciales sobre el medio ambiente.

Según Capuz R. y Ferrer G. el *Desing for Enviroment* o Diseño respetuoso con el medio ambiente o eco-diseño es una de las metodologías que más aceptación tiene tanto en la parte de la industria como de la administración, ya que es en el diseño cuando más eficazmente se puede introducir mejoras medioambientales en los productos y procesos industriales, unido a la política de "quien contamina paga" que hace recaer la responsabilidad del impacto medio ambiental sobre el productor, ha centrado la atención en el eco-diseño que se ha introducido en la práctica habitual de los grades equipos de diseño.

Estos autores resaltan además que las exigencias no se limitan al proceso de fabricación, sino que lo trascienden: logística quiere un diseño que facilite el embalaje y almacenamiento, y el servicio post-venta pretende reducción de las averías y la simplificación de las operaciones de mantenimiento. Resaltan además que la primera metodología moderna de diseño de productos y procesos cuyo objetivo fuera la reducción del impacto medioambiental fue el denominado "Diseño y Fabricación

respetuosos con el Medio Ambiente' cuya principal novedad fue reconocer que durante el ciclo de vida completo del producto necesariamente aparecerían efectos perjudiciales para el entorno, posteriormente se han presentado múltiples variantes a esta metodología que en resumen afirman que son los diseñadores quienes deben asegurar que el impacto medioambiental de los productos sea analizado, reducido y no transferido a otros actores.

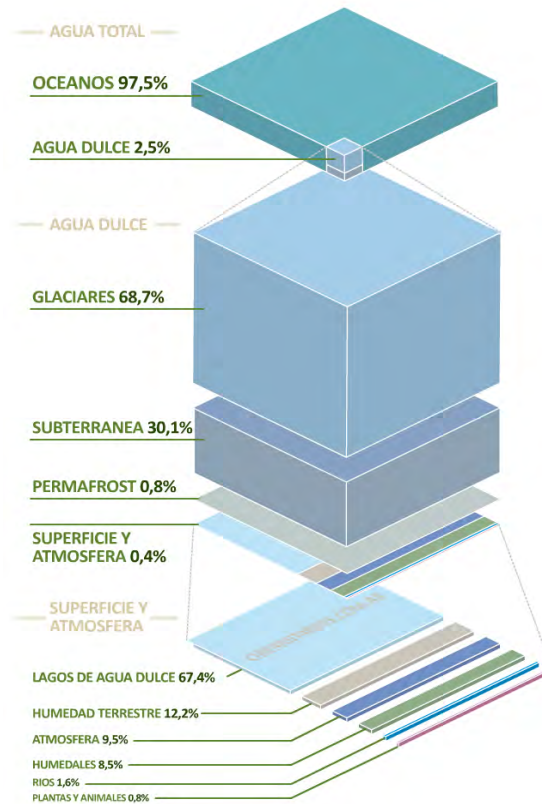
### 1.7 MARCO CONCEPTUAL

*Agua:* "Del latín aqua, el agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Es un líquido inodoro, insípido e incoloro, también puede hallarse en estado sólido cuando se conoce como hielo o en estado gaseoso o vapor".<sup>13</sup>La siguiente gráfica muestra la distribución del agua en la tierra.

---

<sup>13</sup> En línea: [www.definicion.de/agua](http://www.definicion.de/agua) 23 de abril de 2013.

Figura N° 5 Distribución Mundial del Agua en la Tierra.



Fuente: <http://educasitios.educ.ar>

*Agua salada.* “Es el agua del mar, el agua que tiene un alto contenido en sal debido a la contracción de distintas sales minerales que se encuentran disueltas en el agua”<sup>14</sup>

*Agua dulce.* “Es agua que contiene cantidades mínimas de sales disueltas, distinguiéndose del agua de mar. Toda agua dulce procede en origen de la precipitación de vapor de agua atmosférico que o bien llega

<sup>14</sup> En línea: [www.ecologiahoy.com](http://www.ecologiahoy.com) 23 abril 2013.



directamente de los lagos, los ríos y las aguas subterráneas, o bien lo hace por derretimiento de la nieve o hielo”.<sup>15</sup>

**Agua potable:** “Es el agua dulce sometida a un proceso de potabilización, quedando lista para el consumo humano como consecuencia del equilibrado valor que le imprimirán sus minerales(...) Para llevar a cabo la potabilización es necesario realizar un análisis físico químico y bacteriológico de la fuente a tratar para elegir la mejor técnica”<sup>16</sup>

**Lluvia.** Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial y el IDEAM (Colombia) la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre, no sería lluvia sino rocío y si el diámetro es menor sería llovizna. La lluvia se mide en milímetros al año, menos de 200 son pocos, entre 200 y 500 son escasos, entre 500 y 1.000 son normales, entre 1.000 y 2.000 son abundantes y más de 2.000 son muchas.

**Aguas residuales.** Son fluidos residuales que se descargan en el sistema de alcantarillado y proviene del agua usada en el hogar, de la comunidad, la granja o industria, este tipo de agua contiene materia orgánica disuelta y basura.

---

<sup>15</sup> En línea: [www.greenfacts.org](http://www.greenfacts.org) 23 abril 2013.

<sup>16</sup> En línea: [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com) 23 abril 2013.

*Aguas grises.* “Aguas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa, loza y el baño de las personas. Son distintas a las aguas negras contaminadas con desechos del inodoro. Las aguas grises pueden ser reutilizadas mediante la instalación de un sistema de cañerías que se recuperen y dirijan esas aguas hacia algún depósito donde son depuradas para su posterior utilización en el llenado de cisternas o para riego y limpieza de exteriores”<sup>17</sup>

*Precipitación.* “Hace referencia a la caída de agua sólida o líquida como consecuencia de la condensación del vapor sobre la superficie terrestre. Dentro de este se incluyen además fenómenos como nieve, lluvia, granizo, llovizna y aguanieve. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar el punto en que se precipitan por la fuerza de gravedad.”<sup>18</sup>

*Captación.* “Es la superficie destinada para la recolección del agua lluvia. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección. Los materiales empleados para los techos pueden ser las tejas de arcilla,

---

<sup>17</sup> En línea: [www.veoverde.com](http://www.veoverde.com) 23 abril 2013.

<sup>18</sup> En línea: [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com) 20 junio 2013.

madera, paja, cemento, lonas, entre otros'.<sup>19</sup> Para obtener la cantidad de agua captada se aplica la siguiente fórmula:

**Conducción.** Al hablar de conducción nos referimos a los canales que van sujetas a los bordes del techo que guían el agua lluvia para acumularse antes de caer al suelo.

**Bajantes.** Es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos y suelen ser elaborados con materiales muy diversos. Las dimensiones de los bajantes dependen de la intensidad de las precipitaciones de la zona, en la tabla siguiente puede apreciarse los dimensionamientos.

**Interceptor.** Se hace referencia a un dispositivo que impida que ingresen materiales contaminantes al tanque destinado para el almacenamiento.

**Almacenamiento.** Es un contenedor que acumula el volumen de agua lluvia, el cual debe ser impermeable, resistente y con una abertura para permitir la limpieza y el mantenimiento del contenedor así mismo debe tener un sistema de rebose con mayas para evitar el ingreso de objetos e insectos.

**Tratamiento.** Hace referencia a los procesos físico-químicos que se pueden emplear en el tratamiento y desinfección del agua. En esta

---

<sup>19</sup> PALACIO, Natalia. 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. Universidad de Antioquia. Escuela Ambiental. Medellín 2010. Pág. 23

categoría se encuentran opciones como las que se muestran a continuación:

- **Ozonificación.** Es un sistema que destruye los microorganismos en poco tiempo, el Ozono actúa sobre el agua potable eliminando por oxidación los elementos nocivos para la salud como son virus, bacterias, hongos, además de eliminar metales, los cuales pueden ser filtrados y eliminados del agua.<sup>20</sup>
- **Luz ultravioleta.** Los purificadores de agua por medio de luz ultravioleta (UV) destruyen más del 99.9% de bacterias, virus y gérmenes patógenos que se encuentran en el agua. Ningún otro medio de desinfección es tan efectivo como la luz UV. No cambia las propiedades del agua ni afecta a quien la usa o bebe.<sup>21</sup>
- **Sedimentación.** Es el proceso mediante el cual se asientan los sólidos suspendidos en un fluido, bajo la acción de la gravedad.<sup>22</sup>
- **Cloración.** “La cloración o desinfección del agua se logra mediante la adición de hipoclorito de sodio al 5% (Conocido comúnmente como cloro) al agua, el cuál elimina la mayoría de las bacterias, hongos, virus, esporas y algas presentes en el agua (...) La cloración

---

<sup>20</sup> Lluvialtl. Sistemas de potabilización y purificación del agua de lluvia. Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente. Pág. 121

<sup>21</sup> En línea: [www.living-water.org.com/luz\\_ultravioleta\\_esterilizacion](http://www.living-water.org.com/luz_ultravioleta_esterilizacion)

<sup>22</sup> PEREZ, Jorge Arturo. Tratamiento de aguas. Universidad Nacional. Facultad de minas.

generalmente se hace en los tanques cisternas en donde se almacena el agua en el inicio del proceso<sup>23</sup>

- **Método SODIS.** “Es una solución simple, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el tratamiento de agua para consumo humano a nivel doméstico (...) Usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades (...) Se llena el agua contaminada en botellas de plástico transparente, las cuales se exponen a la luz solar durante seis horas. La exposición destruye los patógenos<sup>24</sup>”

## 1.8 MARCO CONTEXTUAL

La problemática sobre el inadecuado uso y escases del agua permitió que la exploración se realice a nivel mundial, para obtener datos a fondo sobre dicho contexto que aqueja a las sociedades, teniendo en cuenta estos datos, es necesario centrarse geográficamente en el Departamento de Nariño, en la zona urbana del municipio de Pasto en el que se desarrolló la investigación con formatos de encuestas, esto con el fin de lograr la implementación del sistema en la ciudad, brindando el acceso del producto a la población en general.

---

<sup>23</sup> En línea: [www.living-water.org](http://www.living-water.org) 23 abril 2013.

<sup>24</sup> Guía de aplicación. Desinfección Solar del Agua. SODIS

## **1.9 MARCO LEGAL**

*Frente a los recursos naturales en primera instancia se tiene como soporte legal la Constitución Política de Colombia.*

*Título 1, Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.*

### **Capítulo 3. DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE**

*Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. 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.*

*Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.*

- **Leyes y Decretos:**

*Ley 9 de 1979. Código Sanitario Nacional. Sienta las bases en materia sanitaria, regulando sobre salud pública y defensa del medio ambiente, mediante la regulación de tres áreas claramente definidas: saneamiento ambiental, atención a las personas y control sanitario. Esta ley establece en doce títulos una serie de principios en materia de salud de la comunidad como son: la salud es un bien de interés público, todas las personas tienen derecho a vivir en un ambiente sano y a la prestación de los servicios de salud, las normas de salud son de orden público y todos tienen derecho a velar por su salud y por la de su familia, además organizó e institucionalizó la operatividad y funcionalidad del Sistema Nacional de Salud. El Art. 69 establece que toda agua para consumo humano debe ser potable cualquiera que sea su procedencia*

*Decreto 1594 de 1984. Reglamenta la Ley 9 de 1979 y el Decreto 2811 de 1974, con relación a los criterios de calidad del recurso hídrico de acuerdo con su destinación (Art. 38 y 39); criterios de calidad de vertimientos líquidos a un cuerpo de agua (Art. 72) y de vertimiento a un alcantarillado público (Art 73). Además establece que las personas naturales o jurídicas que recolecten, transporten y dispongan residuos líquidos provenientes de terceros, deberán cumplir con las normas de vertimientos y obtener el permiso correspondiente (Art. 113).*

*Ley 373 de 1997. Establece el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua.*

*Decreto 3100 de 2003. Reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y deroga el Decreto 901 de 1997. Dentro de sus artículos destacables se tienen, los relacionados con: Parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT sobre los cuales se cobrará la tarifa mínima de la tasa retributivas (Art 5); la obligatoriedad en el pago de la tasa retributiva de todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales y que generan consecuencia nociva, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 3100 de 2003 (Art. 18); es de anotar que cuando el usuario vierte a una red de alcantarillado, la autoridad Ambiental competente cobrará la tasa únicamente a la entidad que presta dicho servicio, sin perjuicio de lo consagrado en el artículo 113 del decreto 1594 de 1984.*

## **1.10 METODOLOGÍA**

**1.10.1 Enfoque.** Lo que respecta a la metodología utilizada en la implementación del proyecto de investigación, nos remitimos específicamente a los enfoques de tipo descriptivo – explicativo. “A juicio de muchos investigadores, la descripción y la explicación se hallan



*estrechamente ligadas y se transforman dialécticamente una en otra. Sin describir los hechos es imposible explicarlos.’’<sup>25</sup>*

*En la etapa proyectual de diseño se busca lograr un carácter descriptivo de aspectos relevantes del producto a desarrollar, aspectos del contexto en el que instalará la propuesta, características en cuanto a la utilización de materiales, se habla además de aspectos comparativos remitiéndose a propuestas planteadas con anterioridad evidenciando de esa forma una descripción de relaciones entre el objeto de diseño con otros objetos existentes. En la fase descriptiva se emplean elementos gráficos con los que se da cuenta del proceso investigativo.*

*Cuando se habla de la investigación descriptiva es necesario mencionar el carácter subjetivo que se imprime a la propuesta de diseño. “(...) en la descripción subjetiva (...) prima la versión personal de la realidad y de la información’<sup>26</sup> ; en diseño es necesario recurrir a la visión personal de los desarrolladores en el momento de recurrir a procesos proyectuales.*

*En relación a lo explicativo que no solo se remite a la palabra en sí, si no a la utilización del contexto causal se puede evidenciar que dicha propuesta parte de una causa, que sería el aumento en el desperdicio de agua que conlleva a la escases de este recurso, y un efecto directo que hace alusión a la disminución del desperdicio de agua recurriendo a la implementación de una alternativa de diseño.*

---

<sup>25</sup> CERDA, Hugo. Los elementos de la investigación. Editorial El Búho. Bogotá D.C. 1991, pág. 72

<sup>26</sup> *Ibíd.* Pág 75

Se buscó además extraer y conocer información de los tipos de sistemas de captación, sus diferentes métodos y variaciones de los componentes a lo largo de la historia con el propósito de hacer uso de los elementos más representativos teniendo en cuenta las funciones estéticas, formales, simbólicas y funcionales, así como también el ciclo de vida de dichos precedentes para respectivamente acoplarlos de manera versátil, posteriormente se incursionará en el entorno socio-cultural con el objetivo de concienciar a la población en cuanto a la importancia de la implementación de sistemas de captación de aguas lluvias y el buen uso del agua en diversos entornos, conduciéndonos al ahorro en el consumo del recurso y la implementación de sistemas que lo permitan. Se pretende unificar el sentido de pertenencia hacia la conservación del vital recurso para generar una nueva perspectiva en el campo del diseño y la interdisciplinariedad de facultades como la arquitectura y la ingeniería con el propósito de generar una iniciativa de gran relevancia en la convergencia de soluciones prácticas aplicables a las zonas de esparcimiento.

De acuerdo con los pasos de este método de investigación es preciso determinar ¿hacia dónde va el diseño? estableciendo de esta manera un concepto de diseño con la información compilada aunada a la innovación y con ayuda de la creatividad la cual se ve reflejada en la fusión y orden de sistemas ubicados de manera consecuente y lógica en las áreas de esparcimiento y recreación de los conjuntos residenciales.

Teniendo claridad y definición del proyecto se describe las etapas de diseño como son: elaboración de alternativas, selección de alternativas, desarrollo y elaboración de prototipos, simulaciones, pruebas, observaciones y materialización del prototipo final por medio de una pre-visualización virtual en 3D.

Se parte del con el objetivo de minimizar el consumo de agua potable mediante la innovación de los subsistemas llevándonos hacia la conjugación de la relación hombre-entorno y la contribución con el medio ambiente mediante la reducción de consumo de agua potable en los diferentes espacios de esparcimiento.

Ya definido el proyecto que vamos a realizar, quién y cómo se llevará cabalidad, se describirá el proceso de diseño industrial remitiéndonos al planteamiento de la "Propuesta Metodológica para el Desarrollo de Proyectos de Diseño Industrial (Esquema B)"<sup>27</sup> de Gerardo Rodríguez, obteniendo propuestas de diseño y realización de prototipos de sistemas de captación de agua lluvia. Es preciso mencionar que se ha tenido en cuenta factores de resistencia y durabilidad de los materiales que se emplearon, en consecuencia de estos factores es muy importante mencionar que debe haber equilibrio entre la durabilidad, seguridad, viabilidad y efectividad considerando las dinámicas y disposiciones del mercado actual.

---

<sup>27</sup> RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual del Diseñador Industrial. Pág. 27, 28.

**1.10.2 Tipo de investigación.** El tipo de investigación realizada es de carácter cuantitativo debido a que los estudios realizados proveen datos numéricos y estadísticos para de esta manera comprender factores que inciden directamente en el planteamiento de diseño como la precipitación de agua en los periodos del año, relación entre el volumen de la precipitación de agua lluvia y el área de captación y capacidad de inversión del sistema, con el fin de generar alternativas y soluciones al problema abordado.

**1.10.3 Población.** La implementación del sistemas de captación de agua lluvia está enfocada para los habitantes de los estratos 3 y 4 de la ciudad de San Juan de Pasto. Se proyecta de esta manera ya que dicho sistema puede aportar a este sector, un espacio de relajación, comunicación, concientización y un aporte medio ambiental.

Se toman como referencia las proyecciones del DANE para el 2013, teniendo en cuenta que los rangos de edad a los que está dirigido el proyecto corresponden a personas entre los 8 y 49 años y que se encuentren en estratos 3 y 4.

De esta manera se establece que la población entre 8 y 49 años es de 228.805 habitantes de los cuales solo 89.233 se encuentran en el estrato 3 y 4. Dicha población corresponde al 39% del total.

### **1.11 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

*De la investigación que se realizó a la población de San Juan de Pasto y con el análisis de los resultados arrojados por la encuesta, se puede concluir lo siguiente:*

*En el ámbito demográfico podemos ver que la población está distribuida de manera casi equitativa en cuanto al género pues vemos que el masculino cuenta con un 49,85% y el femenino con el 50,15% diferencia que no es muy notoria, de la misma manera podemos ver que la mayoría de la población que se encuestó se encuentra en el rango de edad de 21 a 30 años con un 36,27%. En lo que respecta a la ocupación de la población encontramos que la mayoría representada en un 65,85% son trabajadoras.*

*Con respecto al ámbito Vivienda vemos que la mayor parte de la población encuestada se encuentra en el estrato 3 y que el 63,93% habitan viviendas de tipo casa que en su mayoría son arrendadas o casas familiares.*

*En cuanto al componente Económico vemos que las personas pagan en su mayoría una factura que está entre los 20.000 y 40.000 pesos, sin embargo esta población no haría una gran inversión en el pago de un*

sistema que les permita ahorrar dinero en el mismo pago, vemos que la población solo está dispuesta a pagar entre 100.000 y 400.000 pesos.

Se puede ver reflejada una preocupación de la mayor parte población encuestada por la realización de actividades en su trabajo que ayuden a disminuir el gasto y desperdicio de agua potable.

Asimismo vemos como la gente tiene mayor conciencia cuando se trata del gasto de agua en su hogar, pues la mayoría trata de realizar actividades que influyan en la reducción del consumo de agua, sin embargo hay actividades como el lavado de manos o el tiempo en la ducha que llevan un tiempo mayor y por lo tanto un mayor gasto.

La mayoría de las personas objeto de esta investigación no han captado agua lluvia, solo el 35,57% lo ha hecho y en su mayoría la ha usado para las actividades domésticas como limpieza de pisos, riego de jardines, lavado de carros y mascotas, riego de sanitarios y lavado de ropa. De la misma forma la gente es consciente del impacto que genera el desperdicio de agua tanto en el ecosistema como en su economía y creen en la pertinencia de la implementación de un sistema de captación de agua lluvia

En los anexos del documento se adjunta el estudio completo con las encuestas y los resultados gráficos arrojados por los mismos.

## 2. ETAPA PROYECTUAL

### 2.1 OBJETIVOS DE DISEÑO

2.1.1. *Objetivo general de diseño:* Diseñar un sistema de captación, purificación, almacenamiento y dosificación de agua lluvia como fuente complementaria de abastecimiento con el propósito de beneficiar a los habitantes de conjuntos residenciales de la ciudad de San Juan de Pasto.

#### 2.1.2. *Objetivos específicos de diseño:*

- a) *Determinar los parámetros técnicos para el desarrollo del sistema de captación, purificación, almacenamiento y dosificación de agua lluvia.*
- b) *Utilizar dispositivos existentes en el mercado para el proceso de captación, purificación, almacenamiento y dosificación implementados al diseño del sistema de agua lluvia.*
- c) *Diseñar un sistema eficiente teniendo en cuenta aspectos funcionales, estéticos y formales que se adapten a las condiciones del entorno urbano.*
- d) *Establecer un entorno virtual que demuestre sus características estructurales, estético-formales y de funcionamiento, del sistema de captación de agua lluvia.*
- e) *Elaborar un prototipo que permita observar las características formal-estéticas del sistema de captación de aguas lluvias.*

## 2.2 ANALISIS DE TIPOLOGIAS

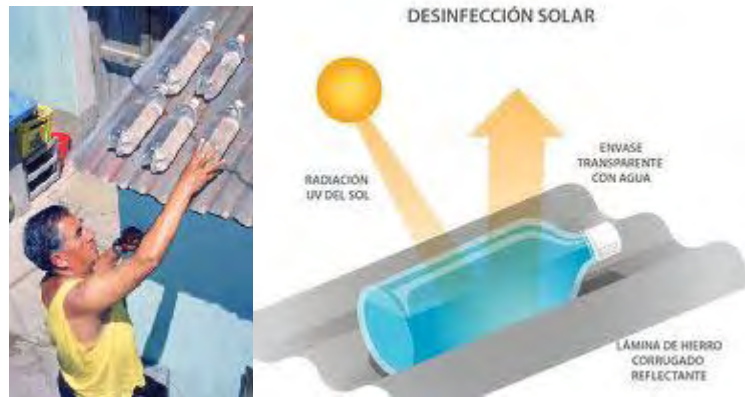
*En la etapa de investigación para su consecución, se han encontrado diversos autores que describen y complementan las diferentes alternativas y métodos de captación, purificación y almacenamiento como técnicas fáciles para el proceso de descontaminación del agua lluvia, que se pueden usar de forma económica y sencilla y que sirven como referentes en el planteamiento de diseño.*

- **MÉTODO SODIS**

*Es una técnica de purificación de agua muy asequible, económica y muy sencilla de aplicar, ya que no necesita que alcance una temperatura para la purificación por lo tanto se introduce agua dentro de un envase plástico PET o vidrio transparente y exponerlo a los rayos UV del sol que es el principal factor de purificación durante un periodo de 6 horas, estos rayos eliminan los gérmenes que producen enfermedades. A través de programas gubernamentales y fundaciones, estos conocimientos se ha visto implementados en distintos países en desarrollo y emergentes que no poseen agua potable de buena calidad.*



Figura N° 6 Método Sodis.



Partiendo de este método se han creado sistemas de captación, almacenamiento y purificación del agua de una manera simple que sirva para el consumo humano, estos proyectos son muy interesantes e innovadores y se deben fabricar para lograr un impacto en las comunidades pobres en el mundo en desarrollo.

- **METODO DE FILTRACION POR ARENA**

Este método consiste en hacer fluir el agua a través de un sistema que contiene diferentes elementos naturales como la grava, gravilla, arena fina, carbón activado, malla fina y algodón, estos cumplen la función de retener partículas contaminantes disueltas en el agua, logrando así la extracción de agua limpia.

- **MVURA**

El Diseñador industrial Julie Frost galardonado al Premio de Bronce de diseño de Australia por presentar a "Mvura Purificador de agua", que se basa en el transporte del agua, purificación y almacenamiento para beneficiar a los hogares de las zonas rurales de África, su técnica es pasteurizar 15 litros de agua con la ayuda de los rayos solares UV, para mata las bacterias, este dispositivo se puede transportar sobre la cabeza y tiene la función de desplegarse para maximizar la absorción de los rayos solares UV y purificar el agua en menor tiempo.

Figura N° 7 Diseño MBURA.



- **LIFE SACK**

Pensado para ayudar a la población del tercer mundo, tres diseñadores industriales, Jung Park, Myeong Lee, Youl Lee, crearon un dispositivo

ingenioso llamado "LIFE SACK (Saco de Vida)" está fabricado en PET en forma de un costal, soporta un peso de 35 Kilos y cumple una doble función como contenedor de granos de alimentos básicos que son enviados a las comunidades que sufren hambre y sed, este costal después de ser usado tiene la función de contener agua y purificarla a través de filtros incorporados en la partes inferior dentro del costal en el que retiene las partículas o bacterias, al mismo tiempo se aprovechan los rayos solares para purificar el agua a través del método Sodis.

Figura N° 8 Diseño LIFE SACK.



- WATERCONE

El diseñador industrial de la BMW Stephan Agustín invento un dispositivo simple y barato y está fabricado en policarbonato, consiste en depositar agua salada sobre un recipiente que se adapta al cono y con ayuda de los rayos solares se calienta el agua salada, haciendo que se condensarse en las paredes del cono y caiga alrededor del borde de la base, su capacidad es de 1.5 litros de agua pura obtenida en un lapso de 24 horas y está diseñada para las comunidades que no tienen acceso al

agua potable en regiones áridas, como en los desiertos o para los pescadores en alta mar; este dispositivo puede purificar cualquier tipo de agua a través del método de evaporación, dependiendo del calor solar.

Figura N° 9 Diseño WATERCONE.



- RAINPOD

Es un prototipo que aún no ha sido materializado, su función es la de captar y utilizar el agua de lluvia para llenar un depósito a través de una cubierta con una amplia superficie de recolección, una de sus funciones de este dispositivo es la de plegarse para reducir espacio y así ser fácil el transportar, posee otra función diseñada para el riego de jardines ya que al ser almacenada el agua en su contenedor, por fuerza de gravedad se obtiene la presión suficiente para que la irrigación no tenga ninguna dificultad y sin algún tipo de ayuda mecánica.

Figura N° 10 Diseño RAINPOD.



- **HYDROLEAF**

Es un sistema implementado como paradero de buses que puede purificar el agua lluvia y trabaja con la energía solar, su función principal es la de recolectar agua de lluvia a través la cubierta haciendo que este líquido pase hacia el colector logrando la purificación de 60 litros de agua lluvia en su interior, a través de un dispensador se puede dosificar el agua en vasos o botellas, la cubierta esta tapizada por celdas solares que absorben la energía solar para ser empleada en bombillas que iluminen los paraderos de buses durante la noche.

Figura N° 11 Diseño HYDROLEAF.



- **PETAL DROPS**

*Es un pequeño, simple, práctico y ecológico embudo en forma de flor que está fabricado en una bio-resina extraída de los residuos de maíz y trigo, este objeto se adapta a la mayoría de las botellas de plástico, la idea es dejar la botella al aire libre con el embudo durante el tiempo de lluvia hasta que se haya llenado por completo para poder ser empleado para el riego de plantas.*

**Figura N° 12 Diseño PETAL DROPS.**



- **RAIN WATER**

*Es un dispositivo usado para captar el agua de lluvia de una vivienda común, a través del techo que es donde se adaptan a los bajantes del agua y se conecta a las botellas plásticas transparentes, que es donde se almacena el agua lluvia se usa el método SODIS para lograr la purificación.*

Figura N° 13 Diseño RAIN WATER.



- **RELEAF**

Un equipo de diseño Suizo fabrico en aluminio lacado termoeléctrico, un elemento para los jardines, el cual se puede adaptar a los maceteros, tiene la forma de una hoja y funciona de tal manera que capta y canaliza el agua de lluvia hacia las raíces de la planta.

Figura N° 14 Diseño RELEAF.



- **EL PARAGUAS APAGARÁ TU SED**

Esta sombrilla fue rediseñada con el propósito de captar agua de lluvia a través de la parte superior la cual tiene una hendidura que capta y

direcciona el agua lluvia para ser almacenada en el mango que tiene forma de botella, con el fin de ser consumida al instante.

Figura N° 15 Diseño PARAGUAS APAGA TU SED.



### 2.3 RECOMENDACIONES ARROJADAS POR ESTUDIO DE TIPOLOGIAS

El anterior análisis permite definir a cada tipología ciertas características que se acogen para partir de las necesidades de los usuarios y el entorno de esparcimiento del conjunto residencial. Para fines de la propuesta se requiere delimitar las particularidades del elemento a diseñar, partiendo de unas necesidades puntuales de un consumidor en particular, para establecer las variables de los diferentes sistemas y dispositivos técnicos, funcionales, estéticos y formales proyectados en un sistema que se adapte a las inclemencias del tiempo, para demostrar un producto eficaz capaz de solventar las necesidades



*limpieza vehículos u otras actividades que requieran zonas urbanas en los conjuntos residenciales de la ciudad de Pasto.*

## **2.4 PLANTEAMIENTO DE DISEÑO**

*De acuerdo con la compilación y análisis de los datos de la investigación se generó la creación de una identidad corporativa denominada, “JALLU, Una solución para un futuro sostenible”. JALLU es el significado de Lluvia en la lengua aborígen AYMARA que habitó en distintos países de Latino América, la razón por la cual se toma este nombre como identidad para el proyecto, es porque todas las comunidades indígenas a lo largo de su historia han dejado muchas enseñanzas sobre nuestro planeta debido a que las comunidades indígenas tienen una relación diferente con la naturaleza basándose en el cuidado y la preservación de los recursos y la biodiversidad de plantas y animales para lograr un equilibrio ambiental.*

*Para el diseño y construcción de la cubierta del sistema de agua lluvia se deben tener en cuenta datos pluviométricos demostrados a través de una investigación realizada en las instalaciones del laboratorio de Digestibilidad del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño en el año 2012, el cual menciona un nivel de precipitación anual de 1180 mm.<sup>28</sup> Es preciso mencionar este volumen de pluviosidad ya que infiriere en el desarrollo de sistema de captación*

---

<sup>28</sup> CESAR Izquierdo, DIANA Salazar, coeficientes de digestibilidad del hidrolizado de viseras de cachama blanca, utilizado como fuente de proteínas en la alimentación de alevinos de cachama blanca (*piaractus brachypomus*, cuvier 1818) mediante el método de óxido crómico Cr2O3 y acuarios metabólicos. Pág.38

de agua lluvia para determinar la cantidad de agua recolectada acatando las dimensiones de la superficie de captación y almacenamiento.

Teniendo claridad sobre los datos analizados, es preciso mencionar los resultados de pureza del agua lluvia obtenidos por los Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, así como también se tiene en cuenta los resultados logrados por la observación de campo en el lavautos del barrio Morasurco, arrojando datos que especifican la cantidad de agua empleada para el lavado de cada vehículo, por último se aplicó una encuesta de con el objetivo de conocer el grado de aceptación sobre el uso del agua lluvia y la implementación de esta para la limpieza de los vehículos dentro de las residencias de propiedad horizontal, estos datos analizados sirven como aporte para definir el fin de la investigación del proyecto "JALLU" el cual sirvió para enfocar nuestro producto hacia un fin sostenible y ecológico.

En relación a lo mencionado anteriormente se puede establecer que este sistema cuenta con una independencia y versatilidad que le permite ser implementado a cualquier contexto que lo requiera. Es por eso que el fin del proyecto JALLU, es crear expectativas dentro de la arquitectura e ingeniería para que se puedan implementar este tipo de sistemas a gran escala con el fin de crear grandes superficies el cual puedan captar la

mayor cantidad de agua lluvia para satisfacer múltiples necesidades para cualquier contexto.

Por tanto es necesario establecer algunos requerimientos que establecerá los lineamientos generales que estará compuesto el sistema de agua lluvia, a continuación se menciona directamente un conjunto de elementos y herramientas apropiadas que se emplearon en la definición del prototipo considerando los parámetros determinantes en el diseño como es la durabilidad, practicidad y eficiencia del sistema en general, reducción de costos en la fabricación, implementación y bajo requerimiento de energía; siguiendo este orden lógico de ideas se menciona los componentes y sus características que hacen posible el correcto funcionamiento del sistema:

- **Área de captación**

Siendo la primera superficie de contacto del agua lluvia y teniendo en cuenta una dimensión, su estructura y una superficie impermeable, se plantea una cubierta en forma de pentagonal y cónica el cual atrapa el agua lluvia para conducirla al centro de la cubierta para el proceso de conducción. Una característica de la cubierta consiste en que sus cinco partes que lo conforman se anclan a la estructura central, siendo ligeras y desmontables, permitiendo un fácil acceso al centro de la cubierta para su mantenimiento.

*C*: Cantidad de agua lluvia.

*N<sub>p</sub>*: Nivel de pluviosidad.

*A<sub>c</sub>*: Área de captación.

$$C = N_p \times A_c$$

*Fórmula para calcular la cantidad de agua lluvia a captar, según el área de captación.*

- **Conducción.**

En este punto se hace uso de la unión de los tubos en PVC y con sus respectivos sistemas los cuales cuentan con una dimensión de 2 pulgadas tipo presión, tienen características resistentes y sus componentes de fabricados son aptos para la conducción de aguas limpias.

- **Filtración.**

Un primer filtro o rejilla granada se utilizara en el centro de la cubierta para retener partículas grandes y evitar que se obstruya el flujo del agua hacia el contenedor.

Un segundo filtro se adaptara en la base del dosificador cerca a la motobomba este tipo de micro-filtración es un proceso de separación física, la micro-filtración tiene la misión de eliminar los sólidos disueltos en el líquido, la turbidez, microorganismos y todas las bacterias, la calidad de la micro-filtración se determina de 0.1 a 30 micras, a menor número mayor calidad y pureza del agua, este dispositivo de filtración contiene un Cartuchos filtrantes de malla

lavable que cumple la función de suprimir las partículas en suspensión, arena, óxido y partículas diversas; Carbón activo que cumple con decolorar y depurar las sustancias químicas disueltas en el agua, eliminando olores y sabores; Poli-fosfatos al contacto con el agua, evitan la precipitación de la cal y sus efectos.

Figura N° 16 FILTRO DE CARTUCHOS.



- *Almacenamiento*

Posteriormente se almacena en un tanque contenedor el cual es apto para que el agua parcialmente purificada, este contenedor se ubica bajo tierra para evitar que sea un obstáculo y un elemento estéticamente inadecuado. Este componente del sistema tiene las siguientes características:

- Tapa o compuerta de acceso, (1 persona)
- Fabricado en polietileno de media densidad.
- Excelente resistencia a los golpes y al agrietamiento.
- Resistente a la corrosión.

- *Liviano y fácil de instalar.*
- *Se puede interconectar para permitir soluciones colectivas.*
- *Dimensiones por capacidad:*

*Tanque de 1000 Lts. (1 metro cubico)*

*Tanque de 2000 Lts. (1m de alto x 1m de ancho x 2m de largo)*

*Tanque de 3000 Lts. (1m de alto x 1m de ancho x 3m de largo)*

**Figura N° 17 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.**



- *Dosificación*

*Para hacer uso del agua lluvia procesada es necesario un componente donde se instalé una manguera con una pistola pulverizadora con diferentes tipos de boquillas que se ajustan para dar tres tipos de chorro, este dispositivo expulsa en un minuto 5 galones (19 Lts.) de agua lluvia en un minuto, mientras que la manguera sin este dispositivo expulsa 8 galones (30.4 Lts.) de agua por minuto. Esta presión del agua sirve para*

*lavar o limpiar, esto permite que se economice agua lluvia y reduzca el tiempo de lavado de los automóviles.*

**Figura N° 18 MANGUERA CON DISPOSITIVO ENROLLABLE.**



*La realización de este proyecto básicamente se fundamentó en la “Propuesta Metodológica para el Desarrollo de Proyectos de Diseño Industrial (Esquema B)”<sup>29</sup> donde nos muestra los procesos y etapas de elaboración del proyecto que se emplearán.*

---

<sup>29</sup> RODRÍGUEZ Gerardo. Manual del Diseñador Industrial. Pág. 27- 28

*Figura N° 19 Propuesta Metodológica Para el Desarrollo de Proyectos de Diseño Industrial. Esquema B.*

FASES	ETAPAS	ACTIVIDADES	TÉCNICAS
2. Proyección o desarrollo proyectual	2.1 Elaboración de alternativas	2.1 Determinación de las estructuras y funciones claves o neurálgicas a las que hay que encontrar solución y a la vez determinar todo el sistema.  Elaboración de conceptos de diseño.	2.1 Bocetos, croquis (blanco y negro) Técnicas varias para el desarrollo de la inventiva; Brainstorming, analogía, sinéctica, caja de zwicky.  Maquetas y modelos a escala. Grafos estructural y/o funcional.
	2.2 Exámen y selección de alternativas o conceptod de diseño.	2.2 Confrontación de alternativas desarrolladas con los requerimientos y el criterio de especialistas para la selección de las alternativa más factible a ser desarrollada.	2.2 Ecuestas y entrevistas Martíz de evaluación de alternativas.  Lámina de presentación blanco y negro o colores neutros de la o las alternativas seleccionadas para si presentación y aprobación al cliente.  Presentación al cliente.
	2.3 Desarrollo de la alternativa seleccionada.	2.3 Precisión material, formal, estructural, funcional del concepto de diseño seleccionado.  Ejemplo: . Dimensiones de piezas . Determinación de materiales y procesos productivos . Determinacion de acabados superficiales.	2.3 Modelos de volumen, funcionales, estructurales, ergonómicos, de presentación.  Láminas de presentación a color (ilustraciones y renderings) Planos de presentación monea, despiece, cortes y detalles. Dimensiones generales.
	2.4 Construcción de prototipo	2.4 Elaboración de un modelo tridimensional escala 1.1 con los materiales definitivos, más no es así en cuanto a su proceso productivo.	2.4 Procesos productivos varios en: Madera Metal Plástico Cerámica
	2.5 Pruebas y observaciones al prototipo	2.5 Pruebas de uso, estructurales, funcionales, ergonómicas, de percepción formal.	2.5 Someter al prototipo a una serie de experimentos que nos permitan localizar sus fallas.



## 2.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

- Satisfacer la necesidad de lavado de vehículos y otras actividades dentro de las zonas comunes del sector residencial.
- Canalizar el agua lluvia proveniente de otras cubiertas para re-direccionarla hacia el componente de almacenamiento del sistema "JALLU" y captar la máxima cantidad de agua lluvia, con el fin de ampliar y cubrir la demanda de uso.
- El sistema de agua lluvia debe fabricarse con materiales resistentes a la corrosión y adecuados para el manejo de aguas lluvias.
- Implementar materiales anticorrosivos como cemento, metal, lona y PVC.
- Los elementos que conforman el sistema deben ser asequibles y prácticos para su mantenimiento.
- El sistema debe impedir el acceso de elementos e impurezas dentro del contenedor para evitar la contaminación del agua lluvia ya procesada.
- El componente de almacenamiento deberá permanecer bajo tierra y tendrá una capacidad de 1000 Lts.
- Se adaptara una motobomba para extraer el agua lluvia.
- Se adaptara un componente de dosificación ya establecido en el mercado.
- Crear un espacio que genere un interés hacia la comunicación y convivencia ciudadana partiendo de un entorno agradable y acogedor.

- Impedir que el sistema como tal se vuelva un obstáculo para los habitantes.
- El sistema debe implementarse en zonas verde del sector.
- Implementar materiales u objetos que no alteren la calidad del agua lluvia captada.
- Usar materiales con mecanismos para un fácil mantenimiento.
- Crear texturas visuales, táctiles y formas que causen sensaciones de confort a los usuarios.
- Implementar colores que se contextualicen con el entorno urbano y los colores de la imagen que identifica el proyecto.
- Permitir a los usuarios el fácil acceso del agua lluvia captada a través de contenedores que hacen parte del sistema.
- Implementar el dispositivo de dosificación cerca de las zonas donde parquean los vehículos.
- Implementación de un elemento que permita el reboso del agua dentro del componente de almacenamiento.

Según el manual de diseño industrial por Gerardo Rodríguez, se establece así los requerimientos específicos para el diseño del sistema de captación, purificación, almacenamiento y dosificación de agua lluvia, el cual debe cumplir con la mayoría de requerimientos para el desarrollo de la propuesta.

### *Requerimientos de uso:*

- *Despliegue de las membranas de la cubierta que captan agua lluvia.*
- *Adecuación de asientos fijos e independientes en torno a la estructura central del sistema*
- *Filtración por medio de un filtro obtenido en el mercado el cumple con la función de detener partículas para lograr una limpieza del agua lluvia.*
- *Extracción del agua lluvia por medio de una motobomba.*
- *Canalización del agua lluvia por medio de una manguera.*
- *Adaptación de una pistola pulverizadora para ahorrar agua lluvia y disminuir el tiempo de uso de lavado.*

### *Requerimientos Formales:*

- *Los componentes del sistema de captación, filtración, almacenamiento y dosificación estarán delineadas por formas orgánicas para adecuarse al entorno natural y urbano donde se instalara el sistema.*
- *Se implementará texturas táctiles y visuales para delimitar las partes y superficies que componen el sistema.*
- *Se implementaran delimitaciones de los elementos de manipulación de las partes que componen el sistema.*

- *Conformar una superficie para que la cubierta evacue el agua lluvia de manera rápida y eficiente.*

#### *Requerimientos Funcionales:*

- *La cubierta debe permanecer tensionada hacia el centro para permitir una eficiente captación y concentración del agua lluvia.*
- *El filtro debe tener la cantidad correcta de elementos naturales para lograr la limpieza de partículas que contienen el agua lluvia.*
- *El componente de almacenamiento tendrá el espacio suficiente para albergar la cantidad de agua lluvia suficiente para lavar varios vehículos.*
- *La motobomba debe funcionar de manera eficiente durante la extracción del agua lluvia.*
- *La pistola pulverizadora debe tener los diferentes tipos de boquilla que se ajustan para generar presión sobre el agua y así ahorrar agua lluvia.*

#### *Requerimientos Estructurales:*

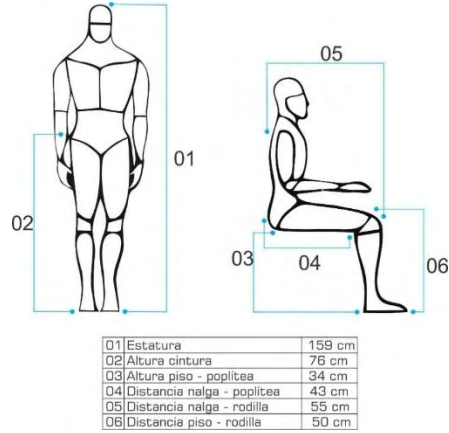
- *El sistema se mantendrá estático e inmóvil.*
- *La estructura de la cubierta y la estructura central de conducción deben estar unidos en una sola pieza que se aferraran en la tierra para mantener la estabilidad y rigidez ya que el sistema estará sometido a un ambiente externo.*

- Los asientos se fabricaran en cemento ya tiene características de resistencia, mantenimiento y durabilidad.
- El componente de almacenamiento se mantendrá bajo tierra para mantener la seguridad y estética del entorno.

**Requerimientos Antropométricos:**

- Se determinara las dimensiones del sistema de captación, purificación, almacenamiento y dosificación de agua lluvia para coincidir con las mediciones técnicas que expresan las dimensiones del cuerpo humano.

**Figura N° 20 MEDIDAS ANTROPOMETRICAS.**



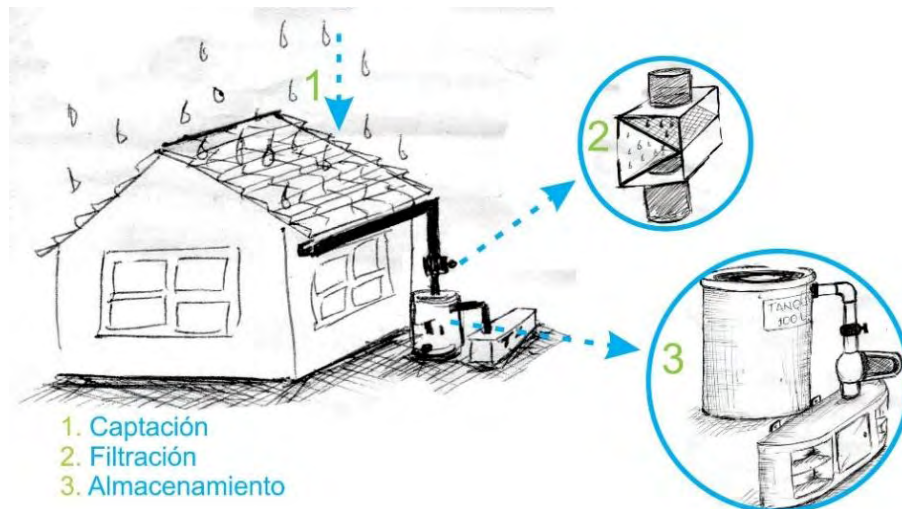
## 2.6 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

2.6.1 Evaluación de alternativas. Para la evaluación de alternativas se tuvo en cuenta las características formales y funcionales en las cuales se describen como ventajas y desventajas para así obtener una conclusión y seleccionar la alternativa de diseño apropiada.

A continuación evaluaremos 5 alternativas de diseño.

Alternativa 1. En este boceto se plantea la idea primaria en el cual se descubrió lo siguiente.

Figura N° 21.

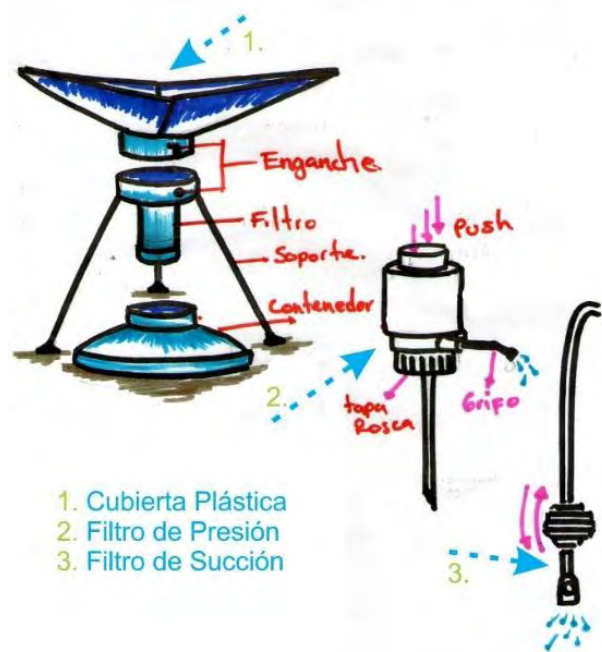


- **Ventajas:** En esta alternativa se definió los componentes de captación, filtración y almacenamiento, que son la parte fundamental para el desarrollo del sistema de agua lluvia.

- *Desventajas:* Gracias a la investigación realizada se obtuvo información negativa acerca del compuesto del material del techo en eternit, el cual contiene fibras que podrían desarrollar cáncer si es mezclada con el agua lluvia para el consumo humano.

*Alternativa 2.* En esta propuesta se mantienen los componentes principales del sistema evaluados en la alternativa 1.

Figura N° 22



- *Ventajas:* En esta propuesta se desarrolla una cubierta plástica que consiente en captar el agua lluvia directamente, este tipo de material permite minimizar la captación de algunas impurezas en el momento de almacenar el agua.

- En esta alternativa se analizó los diferentes métodos de filtración, llegando a concluir en la implementación de filtros de arena por ser un método fácil, útil y práctico para filtrar agua lluvia con bajos niveles de impurezas.
- En esta propuesta también se plantea la idea de incluir un dispositivo de dosificación para la extracción del agua lluvia almacenada en el contenedor.
- **Desventajas:** En este boceto se plantea un diseño simple y compacto el cual permite que los componentes de captación, purificación y almacenamiento se despiquen para ser guardados en temporadas de clima seco.

*Alternativa 3.* Ya definidos los componentes y dispositivos del sistema, en esta etapa, la alternativa es planteada para la implementación de las formas y sus funciones.



Figura N° 23

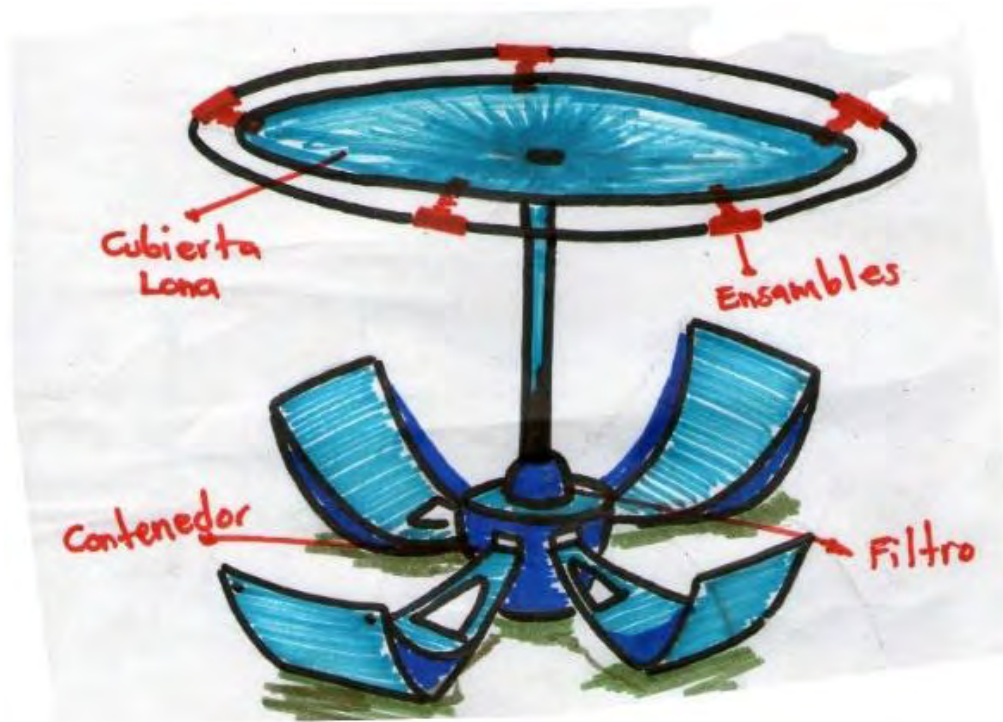


- *Ventajas:* Se definen los tipos de materiales como Aluminio, Lona, PVC Y Fibra de vidrio aptos para la inclemencia del tiempo.
- *Desventajas:* Esta propuesta se plantea la modularidad para adoptar una forma básica, esta idea es inestable para el desarrollo ya que el sistema como tal se implementara en zonas verdes de los condominios, permaneciendo expuesta a un uso constante por los usuarios y las inclemencias del tiempo.
- Los ángulos y vértices pronunciados de esta propuesta generan un objeto pesado incoherente al entorno natural.

*Alternativa 4.* El desarrollo de una nueva propuesta nace a raíz de la mezcla de conceptos, es así como se pieza en los usuarios para

brindarles un espacio de descanso, reunión, comunicación y confort sensorial al estar rodeados de un entorno natural.

Figura N° 24



Alternativa 5. De acuerdo a ciertas características preestablecidas se desarrolló una alternativa tridimensional donde se analiza cada uno de los componentes de acuerdo a la función, la estética, la forma, las dimensiones y estructura del sistema.

Figura N° 25



## 2.7 ALTERNATIVA DEFINIDA

*Analizadas cada una de las alternativas, se plantea un modelo donde se unifican criterios técnicos, estéticos, formales, funcionales y estructurales; de acuerdo a estos criterios se planteó cuatro componentes principales que están unidos para generar la estructura del sistema de agua lluvia, a continuación se describe de manera consecuente el desarrollo y las características del sistemas.*

- USO Y MEDICIÓN DEL AGUA LLUVIA.

De acuerdo a la experimentación obtenida del análisis de campo, se consiguió datos que influyeron en el desarrollo del proyecto, a continuación se muestra el uso e implementación del agua lluvia en donde se puede solventar la necesidad en dos actividades residenciales.

Figura N° 26

FLUJO DEL AGUA CON MANGUERA, SIN DISPOSITIVO		
TIEMPO	LITROS	
1 Min.	30 Lts.	
FLUJO DEL AGUA CON LA PISTOLA PULVERIZADORA		
1 Min.	19 Lts.	
OBSERVACION DE CAMPO, GASTO DE AGUA EN EL LAVADO DE VEHÍCULOS		
TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO TOTAL DE LAVADO	CANTIDAD DE AGUA EMPLEADA
Camioneta	5 Minutos	150 Lts.
Auto familiar	4 Minutos	120 Lts.
OBSERVACIÓN DE CAMPO, CONSUMO DE AGUA LA EN LIMPIEZA EN ZONAS COMUNES		
SITIO	CANTIDAD / TIEMPO	GASTO TOTAL
Limpieza de pisos, paredes, azoteas, etc.	60 m <sup>2</sup>	10 Lts.

Estos datos explican la cantidad de agua que fluye a través de las tuberías de agua potable, el cual se logra obtener datos numéricos

realizando un ensayo donde se analiza al tiempo Vs. el flujo del agua para conseguir una cuantía en litros, el cual sirven para calcular el gasto de agua en la limpieza de vehículos y otras actividades. Ver cuadro en anexos.

- RESULTADOS DE PUREZA DEL AGUA LLUVIA.

Según el resultado de la muestra de agua lluvia entregado por los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño, demuestran que el agua lluvia contiene microorganismos que pueden afectar la salud, por lo tanto se concluye que este tipo de agua no es apta para consumo humano; por se concluye que el agua lluvia se implementara en la limpieza de vehículos y otras las actividades que requieran este tipo de agua. Resultados de análisis Ver en anexos.

- RESULTADO APLICACIÓN DE ENCUESTAS

**Objetivo:** Grado De Aceptación Del Sistema De Agua Lluvia Para El Lavado De Vehículo.

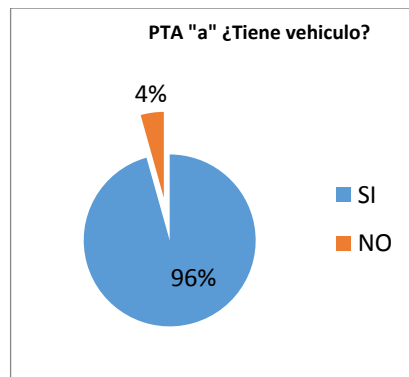
A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de aplicar la encuesta a los habitantes del conjunto residencial Torres los Pinos, lo cual es muy importante para el presente estudio ya que con ello se demuestra la viabilidad del proyecto JALLU que cumple con las expectativas y las necesidades en cuanto al uso del agua lluvia en las actividades de limpieza entre otros.

A continuación se describen los resultados de la encuesta:

*Pregunta 1. ¿Tiene vehículo?*

*De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 96% tiene vehículo y el 4% no tiene, ello demuestra la importancia de implementar un sistema de agua lluvia para la limpieza del mismo.*

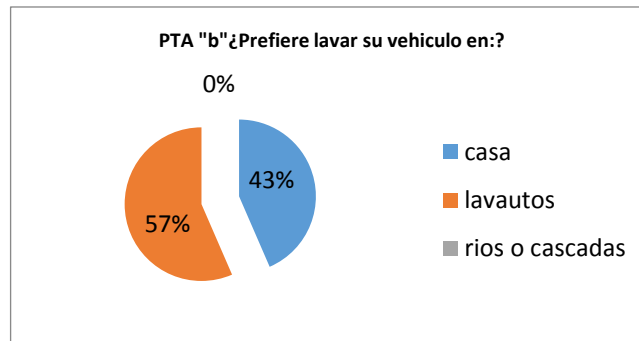
**Figura N° 27**



*Pregunta 2. ¿Prefiere lavar su vehículo?*

*De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 57% de los encuestados prefieren lavar su vehículo en el lavautos y el 43% lo prefiere lavar en la casa, esta información es muy importante para nuestro proyecto ya que se evidencia el uso de agua potable para el lavado de autos, esto se ve reflejado en el incremento del servicio de agua y por ende en su pago, de igual manera no están contribuyendo en protección el medio ambiente. Al implementar nuestro sistema JALLU, en los conjuntos residenciales, se estaría cubriendo la necesidad que tiene el 43% de lavar sus autos en la casa pero usando el agua lluvia, lo cual ahorraría el consumo de agua potable, costos y se contribuye con el medio ambiente.*

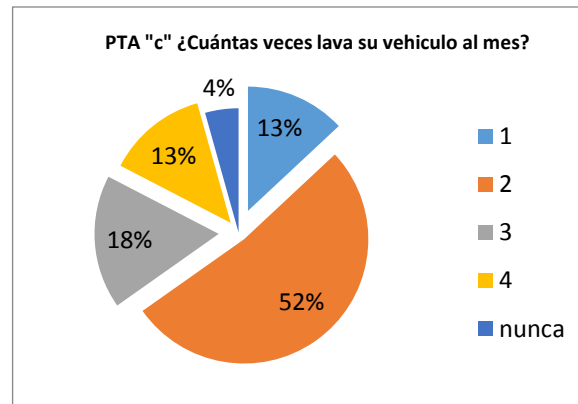
Figura N° 28



Pregunta 3. ¿Cuántas veces lava su vehículo al mes?

De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 52% lavan su vehículo dos veces al mes, el 18% lo lavan tres veces al mes, el 13% lo lavan cuatro veces y en el mismo porcentaje lo lavan una sola vez al mes. Con esta información suministrada se logró conocer la cantidad de agua lluvia que se requiere recolectar al mes, por lo tanto se cubriría la demanda de agua lluvia para la limpieza de los vehículos.

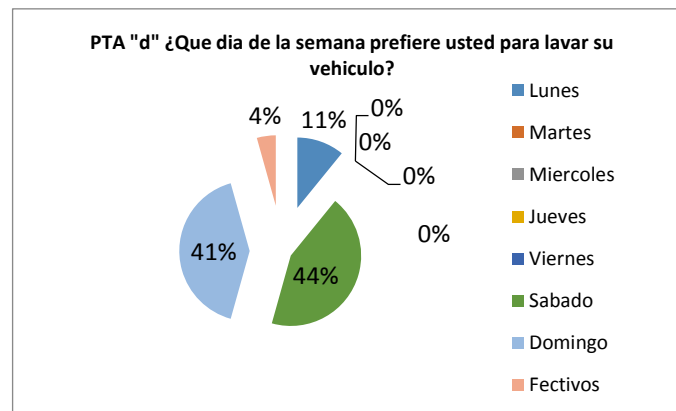
Figura N° 29



Pregunta 4. ¿Qué día de la semana prefiere usted para lavar su vehículo?

De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 44% lavan su vehículo el día sábado, el 41% lo lavan los domingos el 11% el lunes y el 4% los festivos, esta información sería tenida en cuenta para determinar el día de mayor gasto del agua lluvia.

Figura N° 30

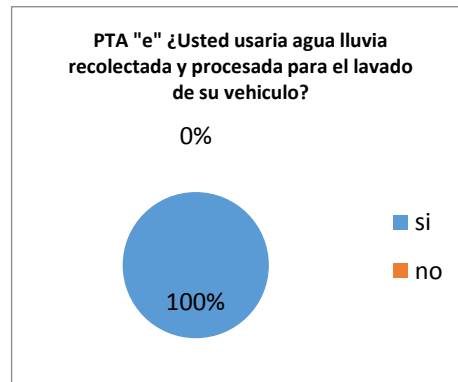


Pregunta 5. ¿Usted usaría agua lluvia recolectada y procesada para el lavado de su vehículo?



De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 100% usarían el agua lluvia para el lavado de sus vehículos, con estas respuestas se confirma la viabilidad que tiene nuestro sistema JALLU.

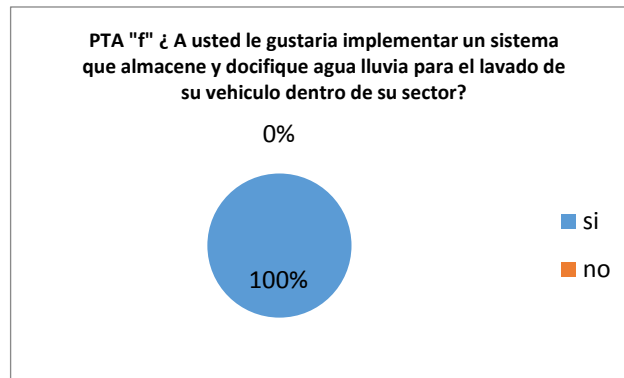
Figura N° 31



Pregunta 6. ¿A usted le gustaría implementar un sistema que almacene y dosifique agua lluvia para el lavado de su vehículo dentro de su sector?

De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 100% están de acuerdo en que se implemente un sistema de agua lluvia que la almacene y dosifique, con esta respuesta se confirmaría la viabilidad que tiene nuestro sistema JALLU, justificando el ahorro del agua potable, los costos y la contribución en mantener el medio ambiente.

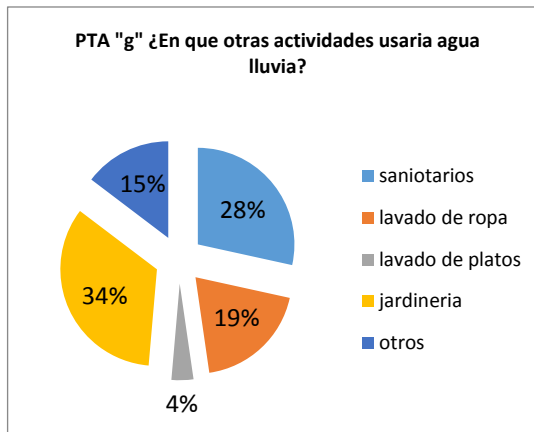
Figura N° 32



Pregunta 7. ¿En qué otras actividades usarían agua lluvia?

De las 92 encuestas aplicadas respondieron que el 34% les gustaría usar el agua lluvia para la jardinería, el 28% la usarían para los sanitarios, el 19% para el lavado de ropa, el 15% limpieza de pisos, y zonas comunes y 4% la usarían para el lavado platos, con estos datos se confirma nuevamente la disposición y necesidad que tienen los habitantes de usar el de agua lluvia, con el fin disminuir el consumo de agua potable, los costos y en general contribuir con el medio ambiente.

Figura N° 33



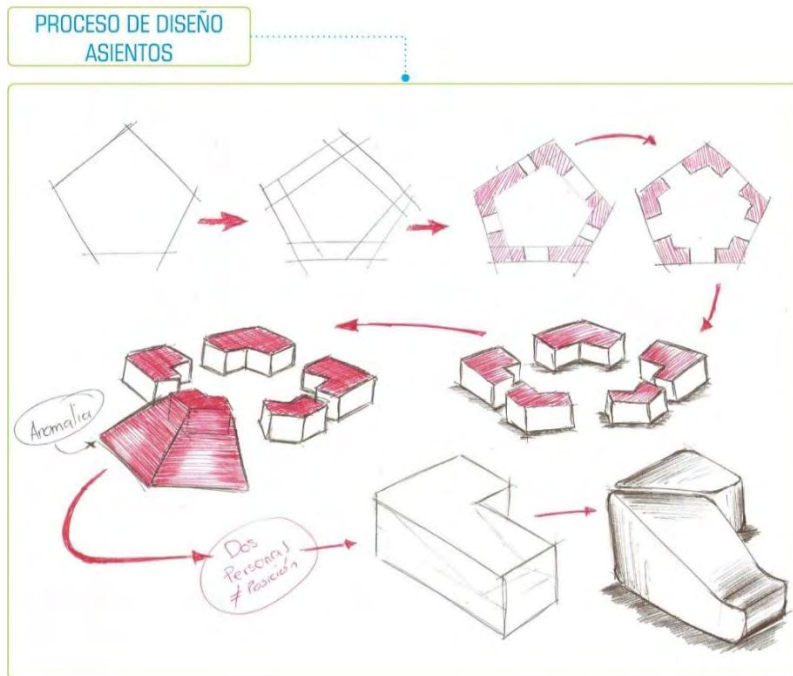
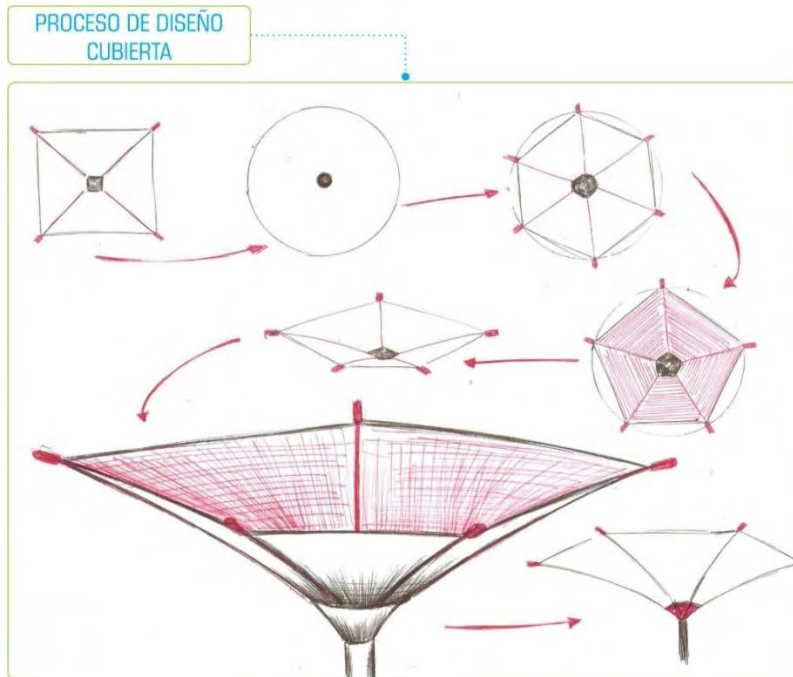
- **CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.**

- *La cubierta seccionada en cinco membranas compuestas de fibra de poliéster protegida por una capa de polímero impermeabilizante el cual garantizar la resistencia y estabilidad de la cubierta, este componente adopta una forma cónica sujeta por una estructura de cinco tubos de aluminio que adoptan la misma forma, este componente del sistema cumple con la función de captar y concentrar el agua lluvia de modo eficiente hacia el centro del sistema.*
- *El conducto ubicado en el centro, forma la columna del sistema, este componente está fabricado en hierro para soportar la estructura de la cubierta; dentro de este conducto se ubica el tubo de PVC (de presión) el cual es apto para conducir agua*

Lluvia limpia que se capta a través de la cubierta cónica, así mismo este conducto de aluminio contiene en su interior un filtro que esta ensamblado al tubo de PVC para que el agua lluvia captada pase por los elementos del filtro, retenga partículas e impurezas para que se almacene agua lluvia limpia lista para suplir cualquier necesidad.

- El componente de almacenamiento se ubicara bajo tierra estará fabricado en PET denso, este componente cumple con la función de almacenar 2000 litros el agua lluvia filtrada, para cumplir con las necesidades de limpieza de varios vehículos del conjunto residencial, allí mismo se adaptara un dispositivo de reboso para cuando el tanque sobrepase el límite de capacidad.
- SKETCH, SISTEMA JALLU.

Figura N° 34 ROCESO DE DISEÑO



- **DISEÑO 3D, SISTEMA JALLU.**

Bajo el proceso de diseño, los criterios, análisis y observaciones realizados, se concretó cada una de los componentes del sistema y se digitalizaron para presentar una visión que se acerca a la realidad a través de un render tridimensional para demostrar la unión de los componentes y la conexión con el entorno.

**Figura N° .35 PROTOTIPO TRIDIMENCIONAL.**



### *2.7.1 Función técnica:*

- *A través de los componentes de captación, filtración, almacenamiento y dosificación se unifican para lograr un fin que es la limpieza de vehículos dentro de los conjuntos residenciales.*
- *Siendo un sistema llamativo y urbano, se presta para ser un sitio de encuentro social y un espacio de descanso que consta de unos módulos confortables para sentarse.*

### *Mantenimiento:*

- *El dispositivo de filtración contiene un cartucho filtrante de malla lavable que cumple la función de suprimir las partículas en suspensión, arena, óxido y partículas diversas. Estos cartuchos son intercambiables y pueden ser adquiridos en el mercado.*
- *La cubierta del sistema permite fácil reemplazo de este material en caso de desgaste o de rompimiento, ya que está cubierta de fibra de poliéster tiene en sus extremos enganches que se encaja en los tubos que forman la estructura de la cubierta, en este componente también se encuentra una rejilla o mallas cóncava el cual tiene la función de filtrar partículas grandes y evitar que el agua lluvia se estanque por algún objeto que pueda causar problemas o taponamientos, así mismo se realizaron unas perforaciones en los tubos que sostiene la tela que*

forma la cubierta, con el fin de evacuar el agua lluvia en caso de tormentas.

- El contenedor por sus dimensiones tiene una compuerta con el espacio suficiente para que una persona pueda entrar para realizar el mantenimiento y la aplicación de cloro para evitar que el agua lluvia captada no produzca ningún tipo de microorganismo.

### **Ergonomía:**

- Para el diseño del sistema de agua lluvia, se tuvo en cuenta el público con percentil 5 conformado por las edades desde los 8 a los 49 años, que son quienes definen las dimensiones del mobiliario urbano, teniendo en cuenta La Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico. De acuerdo a lo anterior se plantean las siguientes medidas para lograr un confort anatómico para este tipo de población.

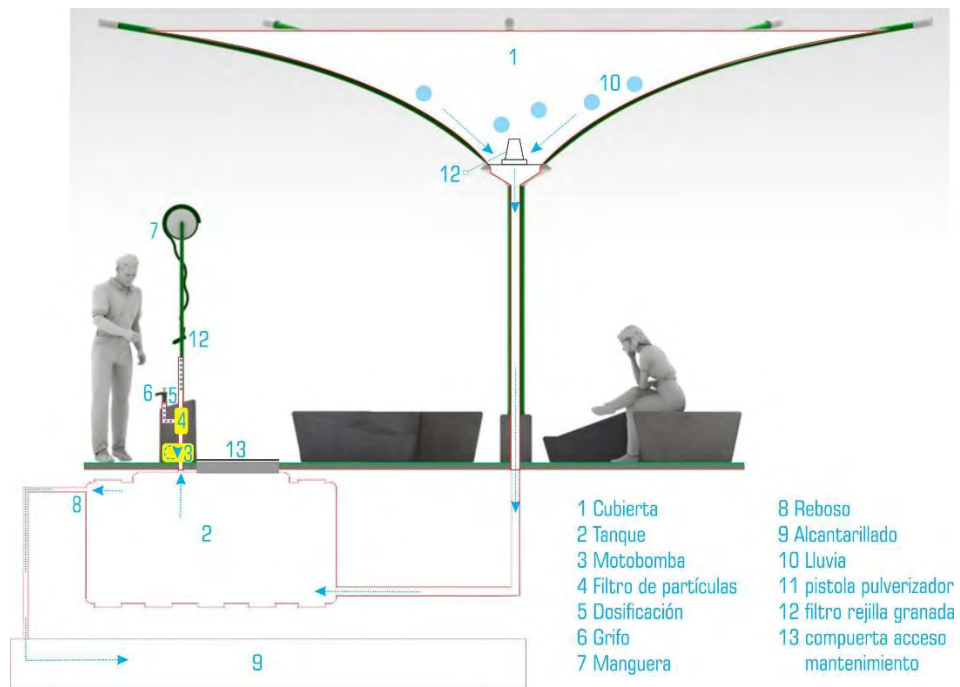
### **Secuencia de uso:**

- El sistema de aprovechamiento de agua lluvia inicia su proceso desde que cae libre del cielo para ser captada por la cubierta cónica de fibra de poliéster, el cual por su forma ayuda a concentrar el agua lluvia para dirigirla hacia un dispositivo que retiene las partículas grandes que puedan obstruir el flujo del agua que se dirige hacia el



conducto interno de PVC, haciendo uso de este dispositivo de filtración, el agua lluvia libre de fragmentos de basura es captada en el contenedor bajo tierra el cual almacena el agua lluvia procesada que es expulsada y dirigida con ayuda de una motobomba hacia un filtro fino donde retiene partículas que se encuentran en el agua lluvia, finalizando el proceso el agua lluvia se distribuye por medio de una manguera que puede ser desenrollada para lograr cualquier alcance y dosificar el agua para satisfacer la necesidad de limpieza para varios vehículos, en general este sistema también provee de unos elementos de descanso que son atractivos para el usuario, generando en ellos una satisfacción de confort y descanso.

Figura N° 36 SECUENCIA DE USO Y EL FLUJO DEL AGUA



## *Planos técnicos*

- *Materiales*

- *fibra de poliéster de un grosor de 2 mm, protegida por una capa de polímero para garantizar la impermeabilidad, resistencia y estabilidad de la cubierta.*
- *PVC (de presión 3") apto para conducir aguas limpias.*
- *Rejilla granada para primer filtro residuos grandes.*
- *Filtro purificador de agua de cartuchos intercambiables, adquirido en el mercado.*
- *Tubulares en de hierro de 6" y 2" para la fabricación del esqueleto del sistema.*
- *Cemento para la fabricación de los asientos.*

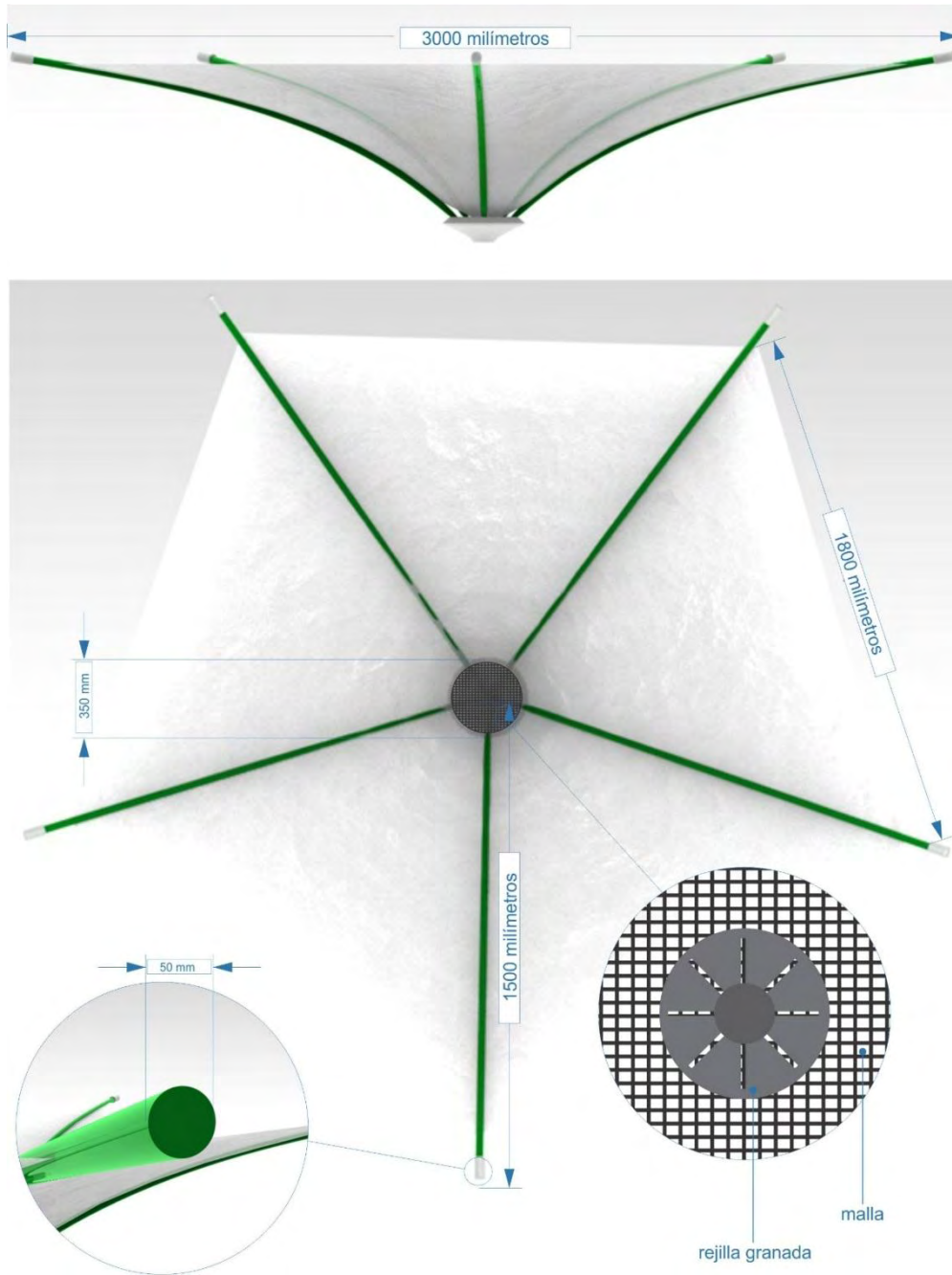
- *Especificaciones*

*El sistema JALLU está compuesto por cuatro componentes los cuales tiene que estar unidos para permitir un buen funcionamiento de las partes, el sistema fin de este sistema es captar, canalizar, almacenar, filtrar y dosificar agua lluvia, para darle un uso que en este caso está enfocada para la limpieza de los vehículos entre otras actividades para lo cual lo requiera la comunidad.*

*A continuación mostraremos cada uno de los componentes del sistema para tener en cuenta las dimensiones y las características de mismo.*

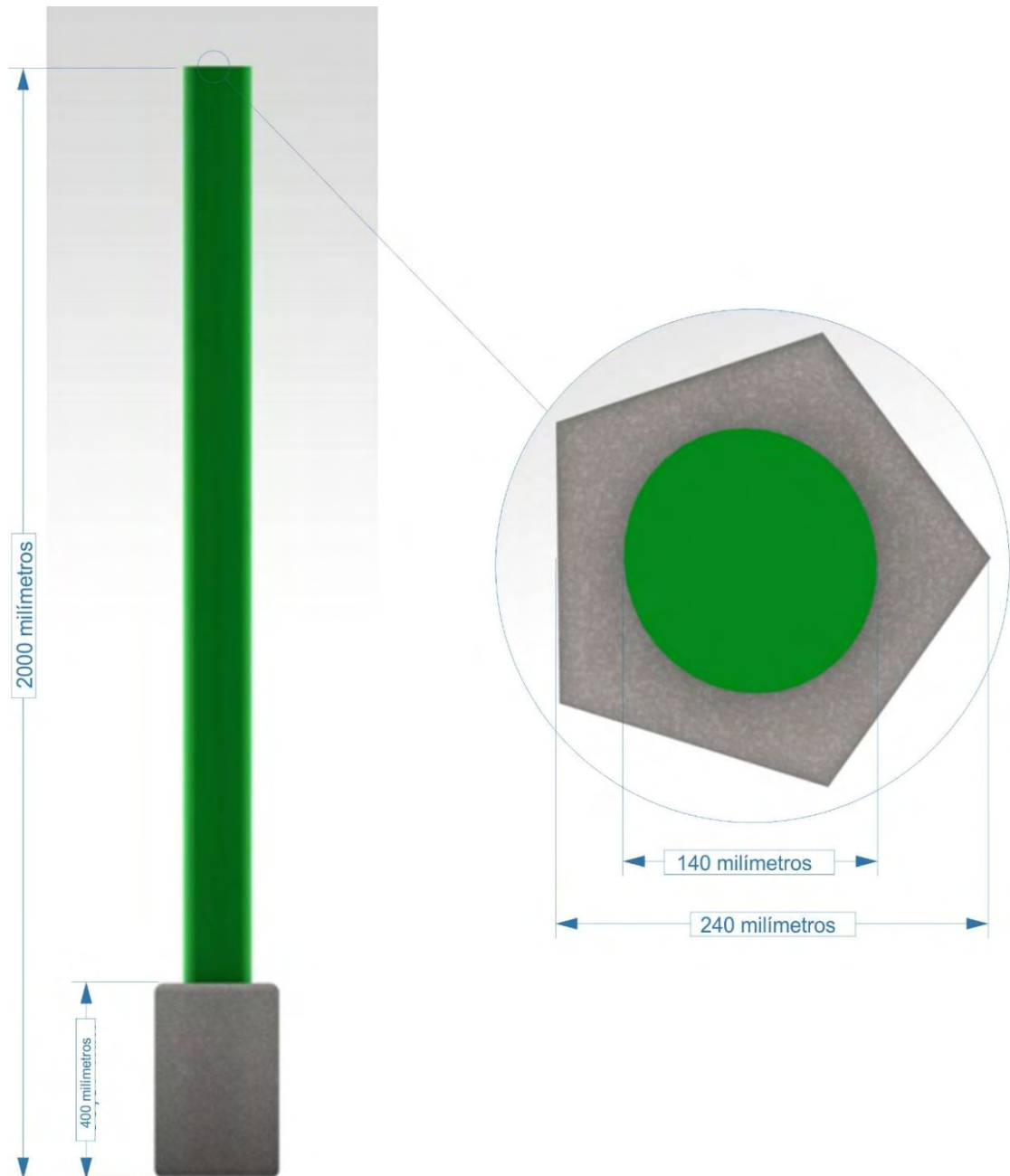
- CUBIERTA.

Figura N° 37



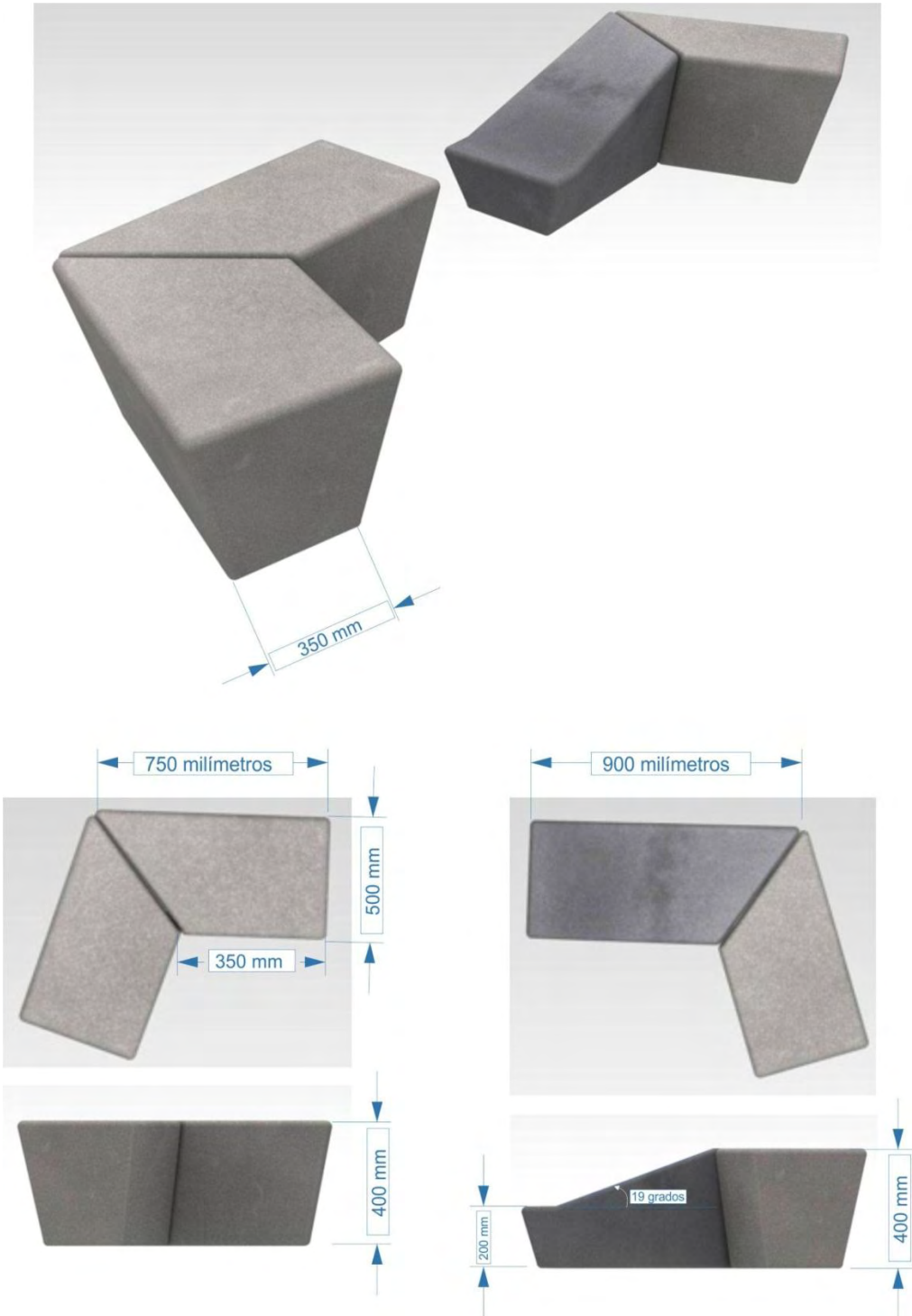
- BAJANTE.

Figura N° 38



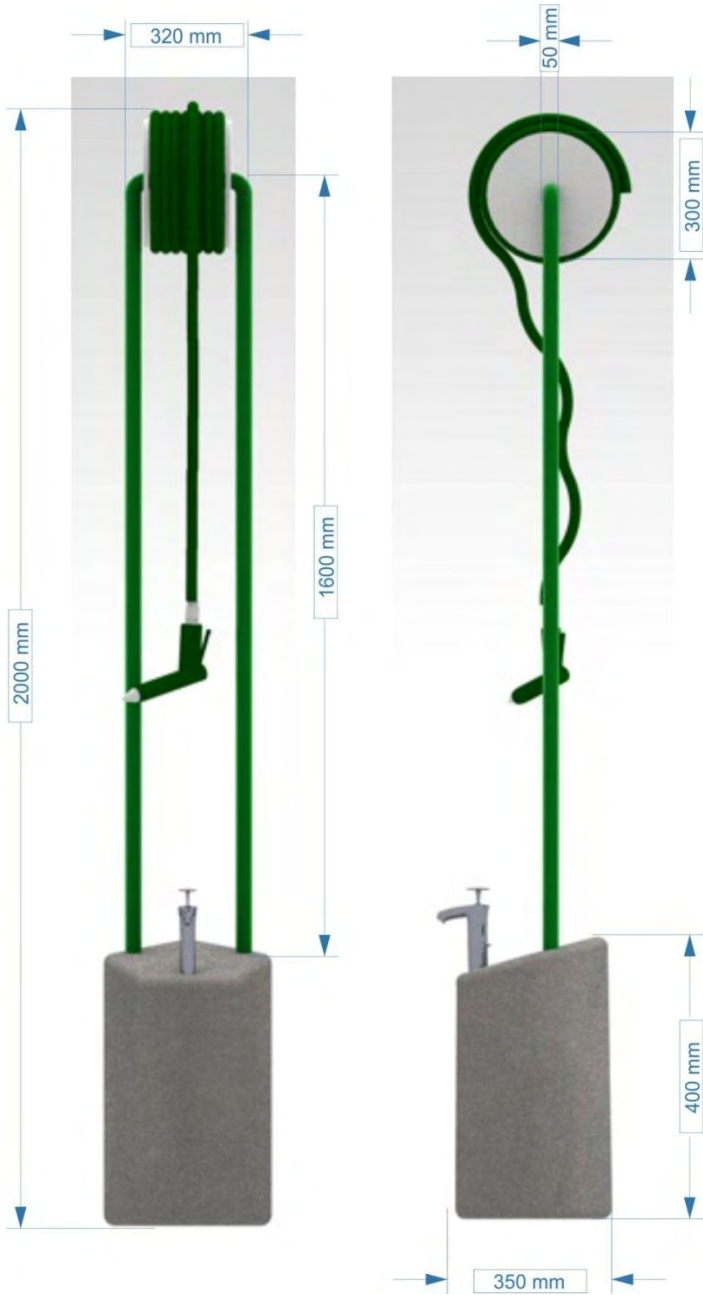
- ASIENTOS.

Figura N° 39



• DISPENSADOR.

Figura N° 40



2.7.2 *Función práctica.* El análisis de campo sobre el uso del agua lluvia se pueden ver en la tabla que a continuación muestra la cantidad de agua captada en un periodo de tiempo y las necesidades que solventa en la limpieza de vehículos y otras actividades que se tuvieron en cuenta de acuerdo a los resultados de las encuestas.

Figura N° 41 RESULTADOS DE L ANALISISDE CAMPO

AREA DE LA CUBIERTA DEL SISTEMA JALLU 4.85 m <sup>2</sup> (LAVADO DE VEHÍCULO)			
FLUJODE AGUA X MINUTO	GASTO DE AGUA X VEHICULO	AGUA LLUVIA CAPTADA EN 15 DIAS	SOLVENTA LA NECESIDAD DE:
19 Lts.	76 Lts.	238 Lts.	3 Vehículos
AREA DE LA CUBIERTA DEL SISTEMA JALLU + CUBIERTA PISCINA 116.9 m <sup>2</sup> (LAVADO DE VEHÍCULO)			
	76 Lts.	3.388Lts.	44 Vehículos
AREA DE LA CUBIERTA DEL SISTEMA JALLU 4.85 m <sup>2</sup> (LIMPIEZA DE ZONAS COMUNES)			
GASTO DE AGUA	AREA DE LIMPIEZA	AGUA LLUVIA CAPTADA EN 15 DIAS	SOLVENTA LA NECESIDAD DE:
10 Lts.	60 m <sup>2</sup>	238 Lts.	14.280 m <sup>2</sup>
AREA DE LA CUBIERTA DEL SISTEMA JALLU + CUBIERTA PISCINA 116.9 m <sup>2</sup> (LIMPIEZA DE ZONAS COMUNES)			
10 Lts.	60 m <sup>2</sup>	3.388 Lts.	14.280 m <sup>2</sup>

*Con estos datos establecidos por la recolección del agua lluvia, se puede manifestar que esta cantidad de agua lluvia usada en estas actividades contribuye a minimizar el uso del agua potable, así mismo se contribuye a un ahorro económico y a la preservación de las fuentes hídricas de las ciudad.*

*Ver tabla en anexos.*

### **2.7.3 Estético y simbólico.**

#### **Estabilidad**

*Para el diseño del mobiliario urbano o el sistema de agua lluvia se quiso destacar la importancia que tienen los objetos dentro del diseño por lo tanto se tuvo en cuenta el concepto de simetría para la aplicación en los diferentes componentes del sistema. Estas aplicaciones se realizaron para conseguir un equilibrio visual que transmita una sensación de orden y un factor estético de armonía a través del uso de líneas suaves.*

#### **Color**

*La identidad del proyecto JALLU se ve simbolizada a través de dos colores que fueron tomados e implementados en el sistema, cada color tiene un sentido y un significado, en este caso el color azul es semejanza de agua y es tomado por el enfoque que tiene el proyecto en cuanto al cuidado y*



preservación de este recurso hídrico, en cuanto al color verde se crea una impresión de confort, relajación ya que tiene una relación y una conexión con la naturaleza.

Figura N° 42 LOGO DEL PROYECTO



### Lúdico

Educar y concientizar a este segmento de personas que habitan en los conjuntos residenciales en donde se pretende realizar la implementación del proyecto JALLU, que tiene como fin estimular las acciones que se producen a través de la recreación. La idea es transmitir un conocimiento a través de la práctica para poder hacer entender a la comunidad de estas zonas sobre nuestras acciones cotidianas. Se deben construir modelos desde el hogar para llegar a un estado de respeto con el

medio ambiente y así preservar las fuentes hídricas de la ciudad y del planeta.

#### 2.7.4 Costos de fabricación.

Figura N° 43

<b>MATERIALES</b>	<b>GASTOS</b>
Fibra de poliéster impermeable.	\$ 180.000
Tubería de hierro estructural.	\$ 58.000
Cemento, Arena, Piedra .	\$ 115.000
Tubería de PVC.	\$ 49.200
Tanque de almacenamiento 1000 Lts.	\$ 500.000
Motobomba.	\$ 98.400
Filtro.	\$ 30.000
Grifo.	\$ 10.000
Manguera con dispositivo enrollable.	\$ 110.000
Mano de obra.	\$ 680.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.830.600</b>

El diseño del sistema JALLU, con sus características y su funcionalidad es asequible para estos sectores de la comunidad el cual le invierte un valor económico que en este caso se recupera a corto plazo, es por esto que el proyecto JALLU se centra en estas comunidades porque les interesa mantener unas zonas comunes agradables y cómodas para la convivencia residencial.

## CONCLUSIONES

*Se determina la población teniendo en cuenta las proyecciones del DANE para el 2013, en rangos determinados y estratos determinados.*

*Los procesos de selección del diseño, permiten atravesar por cuatro prototipos diversos con los que se logra la consecución del prototipo definitivo realizando una pertinente evaluación de ventajas y desventajas de los mismos.*

*La selección de materiales se logra con los comparativos determinados por prueba y error a lo largo de la etapa proyectual del diseño.*

*Se encontraron diversas dificultades en el diseño en lo que respecta a materiales, procesos de captación, selección de filtros, contenedores etc. Estas fueron superadas a lo largo de la investigación y en los procesos de selección.*

*El acercamiento al contexto de desperdicio de agua fue un paso fundamental en el proceso de planteamiento del problema de investigación, ya que este es el punto de partida de la propuesta realizada.*

*Las evaluaciones y análisis de prototipos permitieron un acercamiento a elementos esenciales en el diseño de la alternativa, así mismo estos prototipos constituyeron bases para la propuesta.*

*Se evaluaron los procesos y métodos más comunes utilizados en la potabilización del agua, esto permitió llegar a la escogencia de un filtro de uso comercial y de fácil accesibilidad.*

*Analizar el agua lluvia fue un paso importante ya que los resultados determinaron que no toda agua es apta para el consumo humano.*

*El resultado de la investigación del proyecto JALLU nos demuestra que el sistema es una herramienta alternativa que puede contribuir a la preservación del medio ambiente.*

## RECOMENDACIONES

*Gracias a la experimentación a pequeña escala realizada en la captación del agua lluvia, podemos concluir que el sistema JALLU puede ser un referente para realizar un proyecto a gran escala dentro de la ingeniería y la arquitectura, para cubrir todas las necesidades dentro de los áreas residenciales, casas o edificios de apartamentos y oficinas.*

## BIBLIOGRAFÍA

ADLER, Ilán. CARMONA, Gabriela. BOJALIL, José Antonio. Manual de captación de aguas Uvrias para centros urbanos. International Renewable Resources Institute. México, 2008.

Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). Guía para captación del Agua Uuvia. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Lima, Perú. Enero de 2011

BALLEN, José Alejandro. GALARZA, Miguel Ángel. ORTIZ, Rafael Orlando. Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua Uuvia. VI SEREA. Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento Urbano de Agua. Joao Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junio de 2006.

CARVAJAL, Lizardo. Metodología de la Investigación 11° Edición FAID

RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual del Diseñador Industrial. Ediciones G. Gili, S.A. 3ra Edición. Naucalpan, México

Revista AQUA VITAE Año 7, N°13. Cosmovisión Maya del Agua. Los Principios de una civilización ancestral dan luz a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico del siglo XXI. Editorial Satori. México, 2011.

PALACIO, Natalia. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua Uuvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la Institución Educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Universidad de Antioquia. Escuela Ambiental. Medellín 2010.

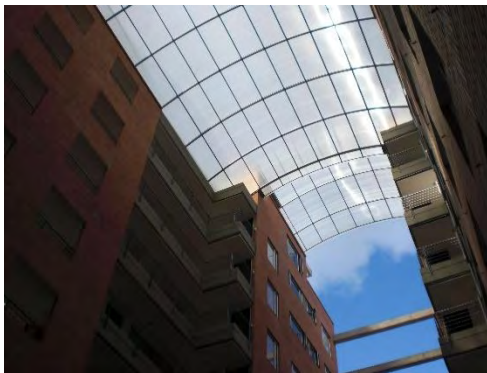
*ANEXOS*

### *Anexo A. TORRES LOS PINOS*

*Construcción vertical que residen 1.600 familias en 4 bloque de 8 pisos, con capacidad de 50 apartamentos por piso, esta zona residencial cumple con el artículo 247 que según el POT exige cumplir con el número de estacionamientos por familia residente, así como también exige que por cada 10 viviendas se establezca un cupo de parqueadero para los visitantes.*

#### *Cubierta del bloque*

*Superficie de 264 m<sup>2</sup>, Captación de 6.468 Lts. de agua lluvia por semana.*



*De la anterior observación se plantea la idea de hacer uso de agua lluvia para la limpieza de las zonas comunes como los pisos de los pasillos, ascensores y el riego de los jardines ornamentales que están dentro de los bloques.*





### *Área piscina*

*Según el análisis de observación realizado en las instalaciones de conjunto residencial, se establece la idea de usar la cubierta de la piscina como componente para la captación de agua lluvia, el cual tiene la superficie adecuada para captar y cubrir la necesidad en el lavado de vehículos.*



*Dimensiones: 7.70 cm. X 13.3 cm. = 112 m<sup>2</sup>.*

*Captación de agua lluvia 2.744 litros semanales.*

**Anexo B. ANIALISIS DE CAMPO**  
**EL USO DEL AGUA PARA EL LAVADO DE VEHÍCULOS**

Objetivo: Analizar el lavautos del barrio Morasurco para observar la cantidad de agua usada para el lavado de cada vehículo, con el fin de recolectar información que sirva como aporte para la investigación del proyecto "JALLU".

Observación Realizada el Día 20 de Agosto de 2013.

<b>EXPERIMENTACIÓN SOBRE EL FLUJO DEL AGUA AL LLENAR UN TANQUE CON MANGUERA</b>	
Tanque de 30 Lts.	Tiempo 1 Min.

<b>OBSERVACIÓN DEL LAVADO DE VEHÍCULOS CON MANGERA</b> 1er. LAVADO (Remoción de tierra)			
TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO DE INICIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO DE LAVADO
Camioneta	9:17	9:19	2 Minutos
Auto familiar	10:26	10:28	2 Minutos

<b>OBSERVACIÓN DEL LAVADO DE VEHÍCULOS CON MANGERA A PRESIÓN</b> 2do. LAVADO (Enjuague)			
TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO DE INICIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO DE LAVADO
Camioneta	9:33	9:36	3 Minutos
Auto familiar	10:40	10:43	2 Minutos

<b>RESULTADOS DE USO DEL AGUA PARA EL LAVADO DE LOS VEHÍCULOS</b>		
TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO TOTAL DE LAVADO	CANTIDAD DE AGUA EMPLEADA

<i>Camioneta</i>	<i>5 Minutos</i>	<i>150 Lts.</i>
<i>Auto familiar</i>	<i>4 Minutos</i>	<i>120 Lts.</i>

### BALANCE SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN EL HOGAR

*Observación Realizada el día domingo 18 de agosto de 2013.*

<b>OBSERVACIÓN SOBRE EL CONSUMO DOMESTICO DE AGUA</b>			
<b>SITIO</b>	<b>CANTIDAD / TIEMPO</b>	<b>LITROS</b>	<b>GASTO TOTAL</b>
<i>Limpieza de pisos</i>	<i>60 m2</i>	<i>10</i>	<i>10 Lts.</i>
<i>Riego de plantas</i>	<i>1 veces x semana (regadera)</i>	<i>5</i>	<i>5 Lts.</i>

## Anexo C. ENCUESTA DIRIGIDA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO - FACULTAD DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO

### ENCUESTA DIRIGIDA A Conjuntos Residenciales SECTOR Urbano - Pasto

Objetivo general: Conocer el grado de aceptación del uso del agua lluvia y la implementación en la limpieza de los vehículos.

#### ASPECTOS GENERALES

Marque con una x su respuesta.

a) Tiene vehículo?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

b) Prefiere lavar su vehículo en:

Casa \_\_\_ Lavautos \_\_\_ Ríos o cascadas \_\_\_

c) Cuantas veces lava su vehículo al mes?

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ Nunca \_\_\_

d) Que día de la semana prefiere usted para lavar su vehículo?

Lun. Mar. Mie. Jue. Vie. Sab. Dom. Festivos.

e) Usaría agua lluvia recolectada y procesada para el lavado de su vehículo?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

f) Le gustaría implementar un sistema que almacene y dosifique agua lluvia para el lavado de su vehículo dentro de su sector?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

g) En que otras actividades usaría el agua lluvia:

\_\_\_ Sanitarios

\_\_\_ Lavado de ropa

\_\_\_ Lavado de platos

\_\_\_ Jardinería

\_\_\_ Otros


cual \_\_\_\_\_

Que esperaría usted de un sistema que capte y procese el agua lluvia?

\_\_\_\_\_

*GRACIAS POR SU COLABORACIÓN*

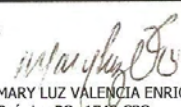

## Anexo D. RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA LLUVIA

 Universidad de Nariño	<b>SECCION DE LABORATORIOS</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Código: LBE-PRS-FR-26 Página: 1 Versión: 02 Vigente a partir de : 01/09/2010					
FECHA EMISION RESULTADOS: <b>2013-10-03</b>		REPORTE No: <b>LAO-R-193-13</b>					
<b>LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS</b>							
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS					
Solicitante: HÉCTOR GONZALES CORTEZ Dirección: MANZANA G2 CASA 11 NUEVA ARANDA Teléfono: 3006239132 nit: 1.085.246.569 e-mail: hlr.hector@gmail.com	Tipo de Muestra: <b>AGUA CRUDA</b> Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: NUEVA ARANDA CIUDAD DE PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: HÉCTOR GONZALES CORTEZ Fecha de Muestreo: 2013-09-18 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2013-09-18						
TIPO DE ANALIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO PARCIAL					
Código Muestra <b>LAQ-769-13</b>	Descripción MUESTRA TOMADA DE LOS TECHOS A TRAVÉS DE CANALES Y ALMACENADA EN UN CONTENEDOR PLÁSTICO. NUEVA ARANDA CIUDAD DE PASTO.						
FECHA DE EJECUCION DEL ENSAYO: 2013-07-18							
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	RESOLUCION 2115 DE 2007	INDICE RIESGO	CODIGO MUESTRA
					AGUA POTABLE	IRCA	LAQ-769-13
PH	ESTANDAR METODOS EDICION No 21 4500 - H	ELECTROMETRICA	PH	-	6,5-9,0	0	7,37
COLOR APARENTE AR	ESTANDAR METODOS EDICION No 21 2120 - C	COLORIMETRICA	LPC	8	15	6	63,9
TURBIDIDAD	ESTANDAR METODOS EDICION No 21 2130 - B	NEFELOMETRICA	NTU	-	2	15	19,5
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 21 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	-	NEGATIVO	15	1800
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 21 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	-	NEGATIVO	0	NEGATIVO
<b>"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, según Resolución No 42 de 25 de enero de 2011"</b>							
<b>OBSERVACIONES</b>							
El Índice de riesgo solo es aplicable para aguas que han pasado por un proceso de tratamiento para su potabilización (Resolución 2115 de 2007), a solicitud del usuario, se realiza el calculo del IRCA a las muestra de agua cruda.							
El Decreto 1594 de 1984, define características para uso del agua, sin embargo fue derogado por el decreto 3930 de 2010 a excepción del artículo 20 y 21.							
El IRCA por muestra: $IRCA (\%) = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$						<b>59,0</b>	
<b>OPINIONES E INTERPRETACIONES</b>							
Clasificación		IRCA por muestra		IRCA mensual			
IRCA (%)	Nivel de Riesgo	(Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)		(Acciones)			
35.1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.		Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.			
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME		NINGUNA					

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboro: MARY LUZ VALENZIA 2013/10/03  
 Revisó: MVE 2013-10-08

  
  
**Laboratorio de Analisis Quimico y Aguas**  
 Universidad de Narino  
 MARY LUZ VALENZIA ENRIQUEZ  
 Química PQ -1748 CPQ  
 Profesional Laboratorio de Aguas

*Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

## Anexo E. CANTIDAD DE VEHICULOS EN LA CIUDAD DE PASTO



### Secretaría De Tránsito Y Transporte Municipal De Pasto

N.I.T. 800223696  
Calle 18 No. 19 - 54  
Teléfono 7333309-14 e-Mail: stransitopasto@hotmail.com  
Report run on: August 12, 2013 11:23 AM

Clase	Año	0Bas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
AMBULANCIA		23			1	2	1	1		1	1	1	31
AUTOMOVIL		11,319	1,192	882	1,329	1,426	1,588	1,336	1,611	2,273	2,012	1,191	26,159
BUS		456	12	23	44	38	12	16	9	22	9	13	654
BUSETA		271	68	42	16	14	6	4		2	2	2	427
CAMION		907	52	44	111	120	30	35	35	62	58	41	1,495
CAMIONETA		2,652	328	354	530	604	326	260	246	473	653	440	6,866
CAMPERO		2,383	282	183	282	259	378	191	158	179	187	92	4,574
CUATRIMOTO				1	1		5	4	4			1	16
DOBLE TROQUE		12			1	2	2				1		18
MAQUINARIA AGRICOLA		3		1	1								5
MAQUINARIA INDUSTRIAL		1											1
MICROBUS		197	13	15	16	19	11	11	3	8	13	10	316
MINIBUS		11	2					2		1		1	17
MINIVAN					3	3						1	7
MOTOCARGUERO						1						3	4
MOTOCARRO		67			8	1		1	13	5			95
MOTOCICLETA		19,311	1,911	3,074	7,598	8,560	7,493	6,010	5,709	5,949	7,434	4,994	78,043
MOTOTRICICLO		3			1	3				1			8
TRACTO/CAMION		149	10	5	36	61	5	2	2	7	18	3	298
TRACTOMULA		57	1							1			59
TRACTOR		25					1						26
VAN		20	2				1			3	1	1	28
VOLQUETA		300	19	13	14	23	12	6	5	3	12	6	413
		<b>38,167</b>	<b>3,892</b>	<b>4,637</b>	<b>9,992</b>	<b>11,136</b>	<b>9,871</b>	<b>7,879</b>	<b>7,795</b>	<b>8,990</b>	<b>10,406</b>	<b>6,795</b>	<b>119,560</b>