

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA POTABILIZAR  
AGUA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DESASTRES AMBIENTALES

SANDRA LILIANA RAMIREZ HERRERA  
JOSE LUIS PINZÓN BARRERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2010

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA POTABILIZAR  
AGUA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DESASTRES AMBIENTALES

SANDRA LILIANA RAMIREZ HERRERA  
JOSE LUIS PINZÓN BARRERA

Tesis de Grado como requisito para optar al título de  
Diseñadores Industriales

Director  
D.I JUAN CARLOS MORENO MUÑOZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA

2010

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos expresar nuestra sincera gratitud, a Dios y a todas las personas que de alguna u otra forma ayudaron en el desarrollo de este proyecto.

Agradecemos a nuestros padres, a nuestro director de proyecto Juan Carlos Moreno Muñoz y a nuestros amigos, por su apoyo incondicional.

A la doctora Carolina Guzmán Luna por brindarnos su conocimiento y su tiempo; Y sobre todo, por ayudarnos a ver la luz cuando todo parecía perdido, y por último, a nuestro asesor Edison Uriel Rodríguez y en general a Tecnoparque Nodo Bucaramanga, por prestarnos sus instalaciones, tecnología y colaboración en la fabricación del modelo funcional.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	31
1. TÍTULO	32
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	33
2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO	33
2.2 ALCANCES DEL PROYECTO	33
2.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	34
2.3.1 Objetivo General	34
2.3.2 Objetivo Específico	34
2.4 JUSTIFICACIÓN	34
3 MARCO TEÓRICO	36
3.1 DESASTRES NATURALES	36

3.2 DAMNIFICADOS	39
3.3 AGUA	45
3.3.1 Agua lluvia	48
3.3.2 Aguas superficiales	51
3.3.3 Aguas subterráneas	52
3.4 CONTAMINANTES EN EL AGUA	52
3.5 DESINFECTANTES EN EMERGENCIAS	60
3.5.1 Físicos	60
3.5.1.1 Calor	60
3.5.1.2 Radiación	61
3.5.1.3 Filtración	62
3.5.1.4 Energía solar	62
3.5.2 Químicos	63
3.5.2.1 Lejía (cloro líquido, blanqueador)	63
3.5.2.2 Hipoclorito de Calcio Granular	64

3.5.2.3	Tabletas de cloro	64
3.5.2.4	Tintura de Yodo	65
3.5.2.5	Tabletas de Yodo	65
3.6	DISEÑO CENTRADO EN EL HUMANO	66
3.6.1	Fase Escuchar (HEAR)	67
3.6.1.1	Identificar el desafío de diseño	67
3.6.1.2	Reconocimiento del conocimiento existente	67
3.6.1.3	Identificar a las personas con las que se va a hablar	67
3.6.1.4	Escoger métodos de investigación	68
3.6.1.5	Desarrollar la aproximación de la entrevista	68
3.6.2	Fase Crear (CREATE)	68
3.6.2.1	Desarrollar el enfoque	69
3.6.2.2	Compartir Historias	69
3.6.2.3	Identificar patrones	69
3.6.2.4	Crear áreas de oportunidad	69

3.6.2.5 Brainstorming o lluvia de ideas	70
3.6.2.6 Hacer las ideas reales	70
3.6.2.7 Retroalimentación.	70
3.6.3 Fase Entregar (DELIVER)	70
3.6.3.1 Desarrollo de un modelo sostenible de ingresos	70
3.6.3.2 Identificar las capacidades que se requieren para desarrollar la solución	71
3.6.3.3 Planear el proceso de producción de la solución	71
3.6.3.4 Crear una línea de tiempo de implementación	71
3.6.3.5 Planear mini-pilotos e interacción	71
3.6.3.6 Crear un plan de aprendizaje	71
4. USUARIOS	73
5. REQUERIMIENTOS	76
5.1 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN	76

5.2 REQUERIMIENTOS DE USO	76
5.3 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	77
5.4 REQUERIMIENTOS FORMALES	77
5.5 RESTRICCIONES	78
6. BRAINSTORMING O LLUVIA DE IDEAS	79
6.1 FECHA DE REALIZACIÓN	79
6.2 OBJETIVO DEL EVENTO	79
6.3 PARTICIPANTES	79
6.4 DESARROLLO DEL EVENTO	80
6.5 CONCLUSIONES DEL BRAINSTORMING	81
7. ALTERNATIVAS	82
7.1 ALTERNATIVA 1	82
7.2 ALTERNATIVA 2	83
7.3 ALTERNATIVA 3	85

7.4 ALTERNATIVA 4	86
7.5 ALTERNATIVA 5	87
7.6 ALTERNATIVA 6	88
7.7 ALTERNATIVA 7	88
7.8 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	90
7.9 PROTOTIPADO DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	92
7.9.1 Prototipo de alternativa 3 o alternativa de recolección de lluvia	92
7.9.2 Prototipo de alternativa 5 o alternativa de recolección de lluvia y agua estancada	93
7.9.3 Prototipo de alternativa 7 o alternativa de recolección de agua estancada	93
7.10 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS CON LOS USUARIOS	95
7.10.1 Secuencia de escenarios	95
7.10.2 Desarrollo de las secuencias de escenarios	96
7.10.3 Conclusiones de la evolución de las alternativas con los usuarios	102
8. EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA	103

8.1 FUNCIONAMIENTO DE ALTERNATIVA	103
8.1.1 Válvula de paso de agua con rosca	104
8.1.2 Tapa con boquilla	105
8.1.3 Filtro microbiológico y de carbono	106
8.1.4 Ensamble de filtros	106
8.1.5 Ensamble filtro de sedimentos	106
8.1.6 Filtro de sedimentos	107
8.1.7 Tapa posterior del filtro de sedimentos	107
8.1.8 Contenedor aislante de agua contaminada	108
8.1.9 Estructura externa	108
8.2 ANALISIS FORMAL DE LA MOLECULA DEL AGUA	109
8.3 EVOLUCIÓN FORMAL DE LA ALTERNATIVA FINAL	114
8.4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO FUNCIONAL.	124
8.5 DESARROLLO DE LA IMAGEN GRAFICA PARA LA ALTERNATIVA FINAL	127

9. ERGONOMÍA	131
9.1 ANALISIS DEL MANEJO DE CARGAS	131
9.1.1 Constante de carga (LC)	132
9.1.2 Factor de distancia horizontal (HM)	132
9.1.3 Factor de altura (VM)	133
9.1.4 Factor de desplazamiento vertical (DM)	135
9.1.5 Factor de asimetría (AM)	136
9.1.6 Factor de frecuencia (FM)	136
9.1.7 Factor de agarre (CM)	139
9.1.7.1 Agarre bueno	139
9.1.7.2 Agarre regular	140
9.1.7.3 Agarre Malo	140
9.1.8 Índice de levantamiento simple (IL)	140
10. FILTRO	143

10.1 PRUEBAS REALIZADAS CON EL MODELO	146
10.1.1 Muestra 1	146
10.1.2 Muestra 2	147
10.1.3 Muestra 3	149
10.1.4 Resultados de pruebas realizadas con el filtro	150
10.2 RE-DISEÑO DEL FILTRO	152
11. MATERIALES	157
11.1 ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)	157
11.2 POLICLORURO DE VINILO (PVC)	161
11.3 POLIURETANO TERMOPLÁSTICO (TPU)	163
11.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN	165
12. CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS NO PROTOTIPADAS	166
13. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN	172

14. CONCLUSIONES	179
BIBLIOGRAFÍA	180
ANEXOS	185

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Contaminantes, niveles y posibles efectos de la salud	54
Tabla 2. Dosis de cloro para la desinfección de emergencia	63
Tabla 3. Evaluación de alternativas	90
Tabla 4. Información recolectada por el método de Secuencia de escenarios	100
Tabla 5. Factor de frecuencia (FM)	138
Tabla 6. Factor de agarre (CM)	139
Tabla 7. Informe de resultados bacteriológicos.	151
Tabla 8. Informe final de resultados bacteriológicos con nuevo filtro.	156
Tabla 9. Propiedades mecánicas y térmicas del ABS	161

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Disposición molecular del agua en sus diferentes estados	46
Figura 2. precipitaciones de agua en el mundo, primer semestre	49
Figura 3. precipitaciones de agua en el mundo, segundo semestre	56
Figura 4. Relación de tipo de pensamiento durante las fases del proceso de H-C-D	72
Figura 5. Diagrama de división del espectro de la población	75
Figura 6. Diagrama de la alternativa 1	83
Figura 7. Diagrama de la alternativa 2	84
Figura 8. Diagrama de la alternativa 3	85
Figura 9. Diagrama de la alternativa 4	86
Figura 10. Diagrama de la alternativa 5 (izquierda) y la alternativa 6 (derecha)	87
Figura 11. Diagrama de la alternativa 7	89

Figura 12. Prototipos de alternativa 3 (izquierda) y 5 (derecha)	93
Figura 13. Prototipo de alternativa 7 o alternativa de recolección de agua estancada	94
Figura 14. Formato de recolección de información de secuencia de escenarios	97
Figura 15. Secuencia de escenarios alternativa 1 (Estancada)	98
Figura 16. Secuencia de escenarios alternativa 2 (Lluvia - Estancada)	98
Figura 17. Secuencia de escenarios alternativa 3 (Lluvia)	99
Figura 18. Fotografía de la ejecución de secuencia de escenarios	99
Figura 19. Despiece	104
Figura 20. Detalle válvula de paso de agua con rosca	105
Figura 21. Detalle ensamble de Válvula de paso de agua con la tapa con boquilla	105
Figura 22. Detalle tapa con boquilla	106
Figura 23. Detalle de ensamble de filtros	107
Figura 24. Detalle de filtro de sedimentos con tapa y ensamble	108
Figura 25. Contenedor aislante de agua contaminada y estructura externa	109

Figura 26. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a pensamientos negativos.	110
Figura 27. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a pensamientos positivos	111
Figura 28. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a oraciones por monjes en el Tíbet	111
Figura 29. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a música clásica	112
Figura 30. Geometrización de la fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a música clásica	113
Figura 31. Extracción geométrica del cristal de agua	113
Figura 32. Geometrización de la distribución de la molécula y la estructura molecular del agua	114
Figura 33. Bocetación de la evolución de la alternativa	115
Figura 34. Posibles transiciones de forma	116
Figura 35. Boceto alternativa final	117
Figura 36. Acercamiento boceto alternativa final	118
Figura 37. Render de alternativa final junto con re-diseño del filtro.	119

Figura 38. Guía rápida de funcionamiento del sistema aQa.	120
Figura 39. Explosión del sistema aQa.	121
Figura 40. Guía rápida de Armado del sistema aQa.	122
Figura 41. Sistema aQa en entorno de desastre.	123
Figura 42. Sistema aQa siendo usado en entorno de desastre.	124
Figura 43. Prototipado de piezas en impresora 3D.	125
Figura 44. Piezas Prototipadas por la impresora 3D.	126
Figura 45. Propuestas logotipo.	127
Figura 46. Logotipo aQa.	128
Figura 47. Construcción del logotipo	129
Figura 48. Area de seguridad del logotipo	130
Figura 49. Distancia horizontal (H) para hallar el factor de distancia horizontal	133
Figura 50. Altura de las manos respecto al suelo (V), para hallar el factor de altura	134
Figura 51. Desplazamiento vertical (D), para hallar el factor de desplazamiento vertical	135

Figura 52. Funcionamiento de Aquamira Microbiological Filter	144
Figura 53. Render de filtro microbiológico Aquamira	145
Figura 54. Zona de recolección muestra de agua “1”.	147
Figura 55. Fuente de recolección muestra de agua “1”.	148
Figura 56. Recolección y procesado de la muestra de agua “1”.	148
Figura 57. Zona de recolección muestra de agua “3”.	149
Figura 58. Recolección y procesado de la muestra de agua “3”.	150
Figura 59. Boceto del re-diseño del filtro.	153
Figura 60. Propuesta filtro	153
Figura 61. Vista de corte del re-diseño del filtro.	154
Figura 62. Marcas de seguridad en el re-diseño del filtro.	155
Figura 63. Representación cadena de ABS	157
Figura 64. Representación molecular del Acrilonitrilo	159
Figura 65. Representación molecular del Butadieno	159
Figura 66. Representación molecular del Estireno	160

Figura 67. Representación molecular del PVC	162
Figura 68. Representación de la cadena polimérica del TPU	165
Figura 69. Pieza de Hidrofílico de Vinil Polisilossano en molde.	166
Figura 70. Piezas en Hidrofílico de Vinil Polisilossano.	167
Figura 71. Planos de empaque de seguridad.	167
Figura 72. Planos de tensores en Hidrofílico de Vinil Polisilossano.	168
Figura 73. Bases en Polimetilmetacrilato del Pre-filtro.	169
Figura 74. Pre-filtro armado.	169
Figura 75. Construcción cuerpo principal.	170
Figura 76. Modelo Funcional terminado.	171
Figura 77. Vista en corte del sistema.	173
Figura 78. Guía rápida de funcionamiento para pruebas con usuarios.	174
Figura 79. Imágenes de la verificación.	175
Figura 80. Imágenes de la validación.	176
Figura 81. Continuación imágenes de la validación.	177

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resumen y conclusiones del laboratorio de química orgánica de EMPA, acerca de las migraciones orgánicas de las botellas de PET al agua al ser expuestas al sol.	186
Anexo B. Informe de resultados bacteriológicos 1.	188
Anexo C. Informe de resultados bacteriológicos 2.	189
Anexo D. Informe de resultados bacteriológicos Re-diseño de filtro.	190
Anexo E. Manual de usuario.	191
Anexo F. Planos de piezas.	204

## GLOSARIO

**AGUA CRUDA:** es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.

**AGUA PARA CONSUMO HUMANO:** es aquella que se utiliza en bebida directa y preparación de alimentos para consumo.

**AGUA POTABLE:** es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.

**AGUA SEGURA:** es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas en el presente decreto, puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.

**BIOFILM o Una biopelícula:** es un ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas. Este tipo de conformación microbiana ocurre cuando las células planctónicas se adhieren a una superficie o sustrato, formando una comunidad, que se caracteriza por la excreción de una matriz extracelular adhesiva protectora.

**DISENTERÍA:** es una enfermedad infecciosa asociada a dolor abdominal, fiebre, diarrea, e inflamación y ulceración de la boca.

**EFLUENTE:** es cualquier líquido que procede de una planta industrial.

ESCHERICHIA COLO, (E-COLI): Bacilo aerobio gram-negativo que no produce esporas, pertenece a la familia de los enterobacteriáceas y se caracteriza por poseer las enzimas b - Galactosidasa y b - gluoroanidasa. Se desarrolla a 44 °C y 0.5 °C en medios complejos, fermenta la lactosa liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptófano y no produce oxidasa.

ESCORRENTÍA: es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida dependiendo la pendiente del terreno.

GRUPO COLIFORME: es el que comprende todas las bacterias gram-Negativas en forma bacilar que fermenta la lactosa a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un plazo de 24 a 48 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la b galactosidasa.

INDICE COLIFORME: es la cantidad estimada de microorganismos de grupo coliforme presente en cien centímetros cúbicos (100 cm<sup>3</sup>) de agua, cuyo resultado se expresa en términos de número más probable (NMP) por el método de los tubos múltiples y por el número de microorganismos en el método del filtro por membrana.

INDOL: es un compuesto orgánico heterocíclico, con estructura bicíclica que consiste en un anillo de seis miembros (benceno) unido a otro de cinco miembros (pirrol).

LÁBIL: es que resbala o se desliza fácilmente.

LIXIVIADO: es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos.

PERCOLADO: líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, la humedad de la basura y la descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos.

PERMAFROST: en geología, se denomina permafrost, permagel o permacongelamiento a la capa de hielo permanentemente congelado en los niveles superficiales del suelo de las regiones muy frías o periglaciares.

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA POTABILIZAR AGUA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DESASTRES AMBIENTALES\*

**AUTORES:** PINZÓN BARRERA, Jose Luis\*\*  
RAMIREZ HERRERA, Sandra Liliana\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Agua, Potable, Emergencias, Desastres, Ambientales, Damnificados.

## DESCRIPCIÓN

El clima del planeta está cambiando. En el siglo pasado, las temperaturas globales han aumentado 0,7 grados y siguen en aumento, el número de personas afectadas y los daños causados por desastres naturales han sido sin precedentes; Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los desplazados ambientales es la falta de agua potable.

Utilizando la metodología de Diseño Centrado en el Humano (HCD por sus siglas en inglés) planteada por la consultoría global de diseño IDEO, especialmente creada para ayudar a mejorar la vida de las personas y comunidades que más lo necesitan, con soluciones innovadoras, factibles y viables en todos los aspectos. Se investigó, analizó y se plantearon siete alternativas posibles, que posteriormente fueron evaluadas de acuerdo a su viabilidad.

Al concluir la evaluación de las alternativas, se siguió trabajando con tres alternativas, que fueron prototipadas y evaluadas con los posibles usuarios, por medio del método de secuencia de escenarios. Finalizada las pruebas con los usuarios, una de las alternativas fue seleccionada. Se procedió a realizar los ajustes necesarios, y se realizó un proceso de diseño de detalles para poder fabricar el modelo funcional.

Con la propuesta final se busca brindar autonomía a los desplazados ambientales después de una catástrofe para acelerar su recuperación, especialmente a los jóvenes-adultos que son las personas que no tienen un papel específico ni una ayuda apropiada en esta situación. La propuesta cuenta con un sistema de filtración y la implementación del método de desinfección solar (SODIS).

---

\* Proyecto de grago

\*\* Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Dirigido por el Diseñador Industrial Juan Carlos Moreno Muñoz.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PORTABLE DRINKING WATER TREATMENT SYSTEM FOR EMERGENCIES AND ENVIRONMENTAL DISASTERS.\*

**AUTHORS:** PINZÓN BARRERRA, Jose Luis\*\*  
RAMIREZ HERRERA, Sandra Liliana\*\*

**KEY WORDS:** Water, Drinking water, Emergency, Disaster, Environment, Disaster refugee.

## DESCRIPTION

The Earth's climate is changing. In the past century, global temperatures have risen by 0.7 degrees and continue to increase, the number of people affected and damage caused by natural disasters have been unprecedented; One of the main problems faced by environmental refugees is the lack of potable water.

The problem was investigated and analyzed using the methodology of Human-Centered Design (HCD), developed by the global design consultancy IDEO, specially created to help improve the lives of individuals and communities most in need with innovative, feasible and viable solutions in all aspects. Seven alternatives raised, which were then evaluated according to their viability.

At the conclusion of the evaluation of alternatives, three possible options were left to continue working with, which were prototyped and tested with potential users, by the method of sequence of scenarios. Once the user testing stage was complete, one of the choices was selected, thus proceeding to make the necessary adjustments, and carry out a process of detail designing to be able to make the functional model.

The final proposal seeks to provide autonomy to the environmentally displaced after a disaster to speed up their recovery, especially to the young adults who are the people who neither have a specific role nor appropriate assistance in this situation. The proposal has a filtration system and the implementation of the method of solar disinfection (SODIS).

---

\* Graduation Project

\*\* Faculty of Physical-Mechanical. School of Industrial Design. Directed by the Industrial Designer Juan Carlos Moreno Muñoz.

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos naturales no son algo nuevo, han existido desde el principio de los tiempos, pero debido a diferentes causas como el aumento de población, se han convertido en amenazas naturales y con las condiciones adecuadas se pueden convertir en desastres naturales.

Todos los desastres naturales dejan damnificados, gran cantidad de gente se ve afectada por las secuelas de una catástrofe. Dichos sujetos experimentan un evento estresante e inesperado. Aunque presentan síntomas de estrés físico o psicológico, no se consideran enfermos. Entre los damnificados ambientales pueden incluirse personas de todas las edades, clases socioeconómicas y grupos étnicos o raciales, ya que las catástrofes afectan en forma indiscriminada a la población del área que sufre el impacto.

Con el desarrollo de este proyecto se busca brindar autonomía a los damnificados ambientales para acelerar su recuperación, apoyar en la respuesta inmediata a las entidades encargadas, suplir la necesidad de agua potable a los damnificados y facilitar los medios para que el desplazado ambiental, pase a ser un miembro activo en su recuperación y la de su comunidad.

Al concluir este proyecto, se obtendrá un modelo funcional, diseñado siguiendo la metodología de Diseño Centrado en el Humano, que está especialmente planteada para el diseño de proyectos que buscan ayudar a las comunidades más necesitadas.

## 1. TÍTULO

Diseño y construcción de un sistema portátil para potabilizar agua en situaciones de emergencia y desastres ambientales.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en diseñar y elaborar un sistema portátil de potabilización de agua, mediante el uso de la metodología de Diseño Centrado en el Humano, para brindar autonomía a los damnificados ambientales y así acelerar su recuperación.

### **2.2 ALCANCES DEL PROYECTO**

Este proyecto nace a partir de la necesidad, de apoyar a las personas de bajos recursos, que sufren las inclemencias de la naturaleza, así como también, la indiferencia por parte del gobierno y la sociedad en general. Con este proyecto se quiere mitigar en lo posible, el sufrimiento o padecimiento de los desplazados ambientales, mejorar su recuperación, haciendo que este se convierta en un miembro activo en la catástrofe, pero de igual modo, ayudar la acción de las ONGs u organismos, para que puedan prestar una respuesta más eficiente.

Al concluir este proyecto, se llegara a un modelo funcional, el cual se podrá seguir desarrollando para convertirse en un producto; que por costos, tiempo, materiales, procesos y financiación, no se puede alcanzar al terminar el proyecto. Pero se dejara planteado el proyecto para que alguna organización lo apadrine.

## **2.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS**

**2.3.1 Objetivo General.** Diseñar y construir un sistema portátil para potabilizar agua en situaciones de emergencia y desastres naturales.

### **2.3.2 Objetivos Específicos.**

- Brindar autonomía a los desplazados ambientales después de una catástrofe para acelerar su recuperación.
- Apoyar en la respuesta inmediata a las entidades encargadas después de un desastre natural.
- Brindar una forma eficiente a los desplazados ambientales de suplir la necesidad de agua potable.
- Facilitar los medios para que el desplazado ambiental, pase a ser un miembro activo en su recuperación y la de su comunidad.
- Mitigar la necesidad de agua potable de los desplazados ambientales.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN**

Con este proyecto se quiere generar un impacto social, mejorando el bienestar de las personas después de un desastre natural, no solo del país, sino de la humanidad. Se habla de un después, ya que, analizando la realidad económica de

la población damnificada; Se sale de las manos trabajar medidas preventivas, ya que son asuntos geográficos, políticos y económicos.

Afrontando un “Después” de la catástrofe, se quiere reducir la carga de las Organizaciones No Gubernamentales, dándole autonomía a los desplazados en las áreas de alimentación, para acelerar su recuperación emocional. Y así, logren salir de esta situación en menor tiempo. De esta manera, las ONG se pueden enfocar en otras labores, como búsqueda y rescate, primeros auxilios, entre otras.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 DESASTRES NATURALES

Los fenómenos naturales han existido desde los principios de la Tierra, y han ayudado con su transformación y crecimiento, un claro ejemplo de esto, es la formación de islas por las erupciones volcánicas en el océano. Pero en los últimos centenares de años, debido a diferentes causas como el aumento de población y altos costos de vida, se ha hablado de las amenazas naturales. Esto se debe a los asentamientos de personas, en estos lugares donde ha ocurrido, o pueden ocurrir estos fenómenos naturales.

Estas amenazas, con el tiempo y condiciones adecuadas, pueden dar lugar a los llamados, desastres naturales, Un evento peligroso que causa fatalidades y/o serios daños, más allá de las capacidades de la sociedad a responder.

Desde algunos pueblos primitivos hasta ciertas comunidades actuales, los fenómenos naturales han sido atribuidos a los dioses. El mismo término, desastre, proviene de los vocablos latinos *des*, que significa lo contrario y *astre*, que equivale a estrella o astro. Así, denotaría un suceso adverso producido por los astros o las estrellas.

Podríamos intentar nombrar interminables acontecimientos catastróficos, a través de la historia de la humanidad, pero solo tomando una pequeña muestra de lo

transcurrido de este año (4 meses), se puede ver la frecuencia, e impacto con la que estos fenómenos afectan la vida de las personas.

- Enero 26, Inundaciones en Cuzco, Perú, dejando 8 muertos y miles de damnificados.
- Febrero 12, Terremoto en Haití de 7.0 grados en la escala de Richter, 300.000 muertos y 300.000 heridos, dejando sin hogar a un millón de personas.
- Febrero 21, Inundaciones en Portugal, como consecuencia, se produjo un deslizamiento de lodo y rocas, que mataron a 42 personas y más de 120 resultaron heridas.
- Febrero 26, Terremoto en Okinawa con magnitud 7, se registró al sur de Japón, Afortunadamente no hubo muertos que lamentar, sólo algunos heridos y daños económicos mínimos.
- Febrero 27, Tsunami y Terremoto en Chile, considerado como el segundo más fuerte en la historia del país y uno de los cinco más fuerte registrados a nivel mundial con 8.8 grados en la escala de Richter. Las víctimas fatales llegan a un total de 486 fallecidos, cerca de 500 mil viviendas están con daño severo y se estiman un total de 2 millones de damnificados.

- Febrero 28, Tormenta “Xynthia” en Europa, la costa atlántica de Francia fue azotada por la tormenta, que dejó más de 50 muertos y por lo menos nueve desaparecidos. Mientras que cinco personas murieron en Alemania, tres en España, una en Bélgica y una en Portugal.
- Marzo 3, Olas gigantes de 10 metros en el Mediterráneo.
- Marzo 4, Terremoto en Taiwán de 6.4 grados de magnitud, como consecuencia centenares de escuelas desplomadas, no habiendo víctimas mortales que lamentar, sólo 13 personas heridas en su mayoría niños.
- Abril 14, alerta de erupción de volcán, Islandia, 800 vecinos de la zona han cambiado sus hogares por centros de la Cruz Roja, como “medida preventiva”, tras detectarse varios pequeños terremotos y emisiones de gas.
- Abril 25, Tornado en Mississippi, 10 personas muertas y centenares de casas destruidas.

Todos los desastres naturales, traen consigo muchas consecuencias en común, una de éstas, son los desplazados ambientales. Se denomina Refugiado o Desplazado Ambiental, a las personas que se ven obligadas a abandonar sus hogares, ya sea, por que han quedado destruidos o son de gran peligro. En la actualidad hay aproximadamente entre 20 a 25 millones de personas en el mundo

en las que se las puede clasificar como refugiados ambientales según el ACNUR (Alto comisionado de las Naciones Unidas) y en pocos años podría duplicarse.

Existen Organismo No Gubernamentales (ONG), que ayudan a los desplazados ambientales, después de las catástrofes, brindando: refugio, comida, agua, primeros auxilios, ropa, medicamentos, entre otras cosas. Aunque es claro que el agua es imprescindible para el ser humano, en estas situaciones no es fácil tener acceso a este elemento, en el mejor de los casos, cuando las ONG brindan ayuda, se deben realizar filas interminables para obtenerla, pues se entregan a determinadas horas y de manera limitada.

### **3.2 DAMNIFICADOS**

Los especialistas definen *amenaza* como el peligro externo que pone en riesgo a una comunidad, puede ser la cercanía a un río, la presencia de un volcán, la inestabilidad geológica, etcétera. Y *vulnerabilidad* la definen como la fragilidad social que determina el grado en el cual la comunidad puede verse afectada, como la pobreza, construcciones inadecuadas, desnutrición y deficiencia de los servicios de salud, entre otros.

El *riesgo* es la resultante de la combinación de estas dos variables. La amenaza por sí misma no constituye un desastre pues para desencadenarlo se necesita el curso de la vulnerabilidad. La amenaza solo sirve para poner al descubierto las vulnerabilidades de una comunidad, pues una amenaza se convierte en riesgo sólo cuando se conjuga con una fragilidad del entorno en amenazado.

Las víctimas y las zonas afectadas por desastres no son fruto del azar sino de variables, de subdesarrollo e inequidad económica y social. Cada año, cientos de miles de personas están expuestas a la fuerza devastadora de huracanes, volcanes, terremotos e inundaciones, cuyo impacto pudo ser prevenido o mitigado en el 90% de los casos.

Es el caso de Haití y Chile, dos países latinoamericanos que en febrero del 2010 fueron azotados por poderosos terremotos, de 7.0 y 8.8 grados en la escala de Richter respectivamente. Siendo el terremoto de Haití de menor grado, causó más daños y cientos de miles más de muertes. Esto comprueba que la prevención y las vulnerabilidad de las sociedades son esenciales para las consecuencias de una catástrofe.

Sin embargo, todos los desastres naturales dejan damnificados, ya sean desplazados o no, una gran cantidad de gente se ve afectada por las secuelas de una catástrofe, ya sea que tenga que desplazarse a otros sitios o no. Dichos sujetos experimentan un evento estresante e inesperado. Por lo común, se supone que la mayoría han venido funcionando adecuadamente antes de la catástrofe pero su capacidad de resolución de problemas se ve limitada por el estrés de la situación. Aunque los damnificados presenten síntomas de estrés físico o psicológico, no se consideran enfermos. Entre los damnificados de un desastre pueden incluirse personas de todas las edades, clases socioeconómicas y grupos étnicos o raciales, ya que las catástrofes afectan en forma indiscriminada a la población del área que sufre el impacto.

Los ancianos son un grupo que, en general, suele tener dificultades para enfrentar los desastres y sus consecuencias. Es usual que queden aislados de sus sistemas de apoyo y vivan solos. Como resultado de esto, con frecuencia tienen miedo de buscar ayuda. Los problemas típicos en este grupo después de catástrofes son la depresión y sensación de impotencia. Es desafortunado que una respuesta común en algunos ancianos sea la falta de interés en la reconstrucción de su vida.

Los niños también son un grupo en riesgo especial, ya que es usual que no tengan la capacidad para comprender ni racionalizar lo que ha ocurrido. Por consiguiente, suelen padecer problemas emocionales o de conducta en el hogar o la escuela. Quizá los trastornos más prominentes que se han señalado después de desastres son las fobias, trastornos del sueño, pérdida de interés en la escuela y conducta "difícil".

Quienes tienen antecedentes de enfermedades mentales pueden requerir atención especial. El estrés que acompaña a una situación de esta naturaleza hace que sean frecuentes las recaídas en esta población, como resultado de estrés adicional o de las dificultades en la obtención regular de medicamentos.

Por último, otro grupo en riesgo, que se debe considerar, abarca las personas que estaban experimentando algunas crisis vitales, al momento del desastre. Entre los miembros de este grupo estarían, por ejemplo, personas que enviudaron o se divorciaron en fecha reciente, así como los sometidos a cirugía mayor con poca antelación. Estos damnificados suelen tener vulnerabilidad especial al estrés generado por un desastre natural.

Raquel E. Cohen y Frederick L. Ahearn, expertos en el campo profesional de asistencia y ayuda a sobrevivientes de desastres, definen las etapas o fases de un desastre y como se ve afectado un damnificado. Así:

#### FASE PREIMPACTO:

Esta fase abarca etapas que preceden al desastre mismo, incluidas las de amenaza y advertencia. Una amenaza es un peligro general y a largo plazo constituido por la posible calamidad, que hace que ciertas áreas y sus habitantes estén en mayor riesgo que otros. Un ejemplo podría ser la amenaza de un terremoto para los habitantes del estado de California que viven a lo largo de la falla de San Andrés, o para los residentes de la porción central del estado de Michigan, que están expuestos a la posibilidad de un terremoto o a la de un tornado. Una advertencia puede ser vaga y general, como una alerta de inundación, o específica, como una orden de evacuación inmediata. Un fenómeno interesante, y usualmente infortunado, es que la población en general hace caso omiso en forma sistemática de las amenazas y advertencias. Algunas personas tienen miedo de actuar en forma precipitada y parecer tontas, mientras que otras rehusan a prestar oídos a la amenaza o advertencia, como una manera de defensa contra algo que no quisieran que ocurriera.

## FASE DE IMPACTO

Esta fase es el periodo en que la comunidad se ve afectada por el desastre y el periodo subsecuente, en que se organizan las actividades de ayuda. Los investigadores han indicado que durante esta fase el miedo es la emoción predominante, conforme las víctimas buscan seguridad para sí mismas y sus familias. El pánico es inusual y sólo ocurre cuando el escape es imposible. Las actividades que tienen lugar poco después del desastre se han señalado como parte de la así llamada "fase heroica" en que los damnificados actúan en forma heroica para salvarse y salvar a otros, y es usual la conducta altruista. Las primeras actividades de ayuda con frecuencia corresponden a los propios damnificados, que ayudan a sus vecinos y otros. Algunos autores emplean el término "rescate" para describir algunas de estas actividades, así como el de "inventario" para referirse a la evaluación de los daños materiales y humanos.

## FASE POST-IMPACTO

Esta fase comienza varias semanas después de ocurrido el desastre y suele incluir las actividades continuadas de ayuda, así como la evaluación de los tipos de problemas que suelen experimentar los individuos. Los elementos de esta fase han sido llamados "de remedio y recuperación"; incluyen las acciones emprendidas para aliviar la situación y facilitar la recuperación individual y familiar. Algunos autores han hecho referencia a dos elementos adicionales, los denominados de "luna de miel" y "desilusión", respectivamente. El primero es el periodo que ocurre poco

después del desastre y dura hasta varios meses después, en que los damnificados muestran energía considerable en la reconstrucción de sus vidas. Durante él, hay la necesidad de ventilar sentimientos y compartir experiencias con otros. El apoyo organizado y considerable se brinda a los damnificados en esta fase para ayudarlos a enfrentar sus problemas. La desilusión surge cuando se interrumpe este apoyo organizado, los damnificados enfrentan dificultades considerables en la resolución de sus problemas o es evidente que sus vidas se han modificado en forma permanente.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> COHEN, Raquel E. y Ahearn, Frederick L. Manual de la atención de salud mental para víctimas de desastres. México. Offset Reboán,S.A. 1990. 88 p.

### 3.3 AGUA

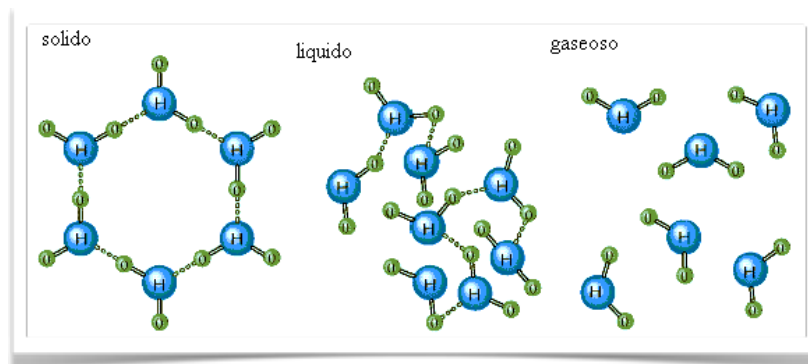
El agua es una sustancia esencial para la supervivencia de todas las formas de vida que se conocen, cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre, localizada principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total; Los glaciares y casquetes polares tienen el 1,74%, los depósitos subterráneos, los permafrost y los glaciares continentales, suponen el 1,72% y el 0,04% restante se reparte entre lagos, la humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. Según Baroni y sus colegas<sup>2</sup>, se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce se consume en la agricultura, el 20% lo absorbe la industria empleándola en refrigeración, transporte y disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo domestico absorbe el 10% restante.

El agua es un compuesto que químicamente está representado por la fórmula H<sub>2</sub>O, la organización de sus moléculas, cambia dependiendo del estado en que se encuentre, como se muestra en la figura 1. El agua no es pura en su estado natural dado que contiene pequeñas cantidades de sales minerales disueltas y otras sustancias o elementos que contribuyen a darle sabor. El agua al ser el medio líquido universal para la materia viva, es propensa a la contaminación por organismos vivos, que producen enfermedades al hombre. La materia extraña puede ser materia inerte, como compuestos de plomo o mercurio, o materia viva, como los microorganismos. La contaminación del agua es la adición a la misma de materia extraña indeseable que deteriora su calidad.

---

<sup>2</sup> BARONI, L.; Cenci, L.; Tettamanti, M.; Berati, M. (2007). Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. *European Journal of Clinical Nutrition* 61: p. 279–286

**Figura 1. Disposición molecular del agua en sus diferentes estados.**



Fuente: [http://potritomontes.blogspot.com/2009\\_06\\_01\\_archive.html](http://potritomontes.blogspot.com/2009_06_01_archive.html)

La desinfección del agua, se refiere a la desactivación de organismos de causan enfermedades, mientras que la esterilización, hace referencia a la desactivación de todos los microorganismos presentes en el agua. Los mecanismos para la desactivación pueden afectar la pared celular, a los componentes internos de la célula o a la actividad enzimática.

En la actualidad, se conocen bastante bien los procesos y fenómenos implicados en la desinfección del agua, que en definitiva, se dirigen a destruir o inactivar los organismos perjudiciales para la salud. La desinfección no implica necesariamente la destrucción completa de todos los organismos vivos, es decir, los procesos de desinfección no siempre acaban en el punto de esterilización (la esterilización se centra, casi exclusivamente, a la práctica médica). Los organismos productores de enfermedades, incluyen bacterias, una gran variedad de virus, protozoos intestinales y algunos microorganismos. Otros organismos, que podemos considerar más bien molestos, desde el punto de vista estético, que de causantes de enfermedades, son también afectados en los procesos de desinfección.

Con respecto a la desinfección, algunos de los organismos mencionados, incrementan su resistencia al desinfectante al encontrarse rodeados o incrustados en materiales en suspensión, como algas o cualquier otro material. Si en el agua hay presencia de materia orgánica y otras sustancias oxidables, quedará disminuida la cantidad de desinfectante disponible para realizar la desinfección.

En el caso de tratamiento de agua potable, es necesario eliminar toda posibilidad de que esta sea portadora de enfermedades muy graves del tipo del cólera, tifus, hepatitis B, y otras como la disentería y todas las afecciones intestinales.

En la actualidad, se presenta un grave desequilibrio, en la cantidad de agua del planeta. La mala utilización de ésta, a hecho que el ciclo natural del agua se rompa; El riego excesivo a los cultivos, la manutención de campos en zonas desérticas, la explotación minera, acumulación de desechos industriales en las fuentes hídricas, y el mal tratamiento de desecho de aguas negras, son unos de los causantes, de esta ruptura del ciclo. La escasez de agua es cada vez mayor.

En medio oriente, las personas buscan, desesperadamente las aguas subterráneas, las cuales también se están agotando, haciendo que cada vez caben más profundo, para poder encontrarla y contar con ésta. Tratándose de agua fosilizada, de millones de años, no es una fuente renovable, o muy poco, como para unas cuantas generaciones, puedan volver a contar con ella. Los terrenos áridos no retienen agua, en las zonas donde se precipita la lluvia.

5000 personas, mueren diariamente por causa de agua insalubre, 1000 millones de hombres no tienen acceso al agua potable. Y podría haber más de 200 millones de desplazados ambientales, antes del año 2050, según la ONU<sup>3</sup>; Sumado a esto, cifras alarmantes muestran los excesos del hombre, y su mala utilización de tan preciado liquido. El 70% del agua potable del planeta es utilizada en la ganadería y agricultura excesiva, 13.000 litros de agua se necesitan para obtener 1 kg de carne de res. 1000 litros de agua por persona al día, es utilizada en las vegas.

Según estos datos, y sí el hombre, no modifica su comportamiento, antes del año 2025, la escasez de agua afectara a más de 2.000 millones de personas de todo el mundo.

**3.3.1 Agua lluvia.** El agua de lluvia, es un recurso que históricamente en Colombia, desempeño un papel muy importante, hasta el siglo XIX. Debido a que, a principios del siglo XX, las canalizaciones de agua, empezaron a irrumpir de forma masiva en ciudades, pueblos y villas, el agua de lluvia pasó a un segundo plano, y reservado casi exclusivamente, a situaciones muy especiales.

En los últimos años, en el norte de Europa, a pesar de disponer y contar con modernos sistemas de canalización y potabilización de agua, ha vuelto a cobrar importancia la recolección de agua de lluvia. Alemania, por citar un claro ejemplo, comenzó a subvencionar este tipo de iniciativas, desde la reunificación, y centenares de miles de viviendas alemanas, disfrutan actualmente de estos

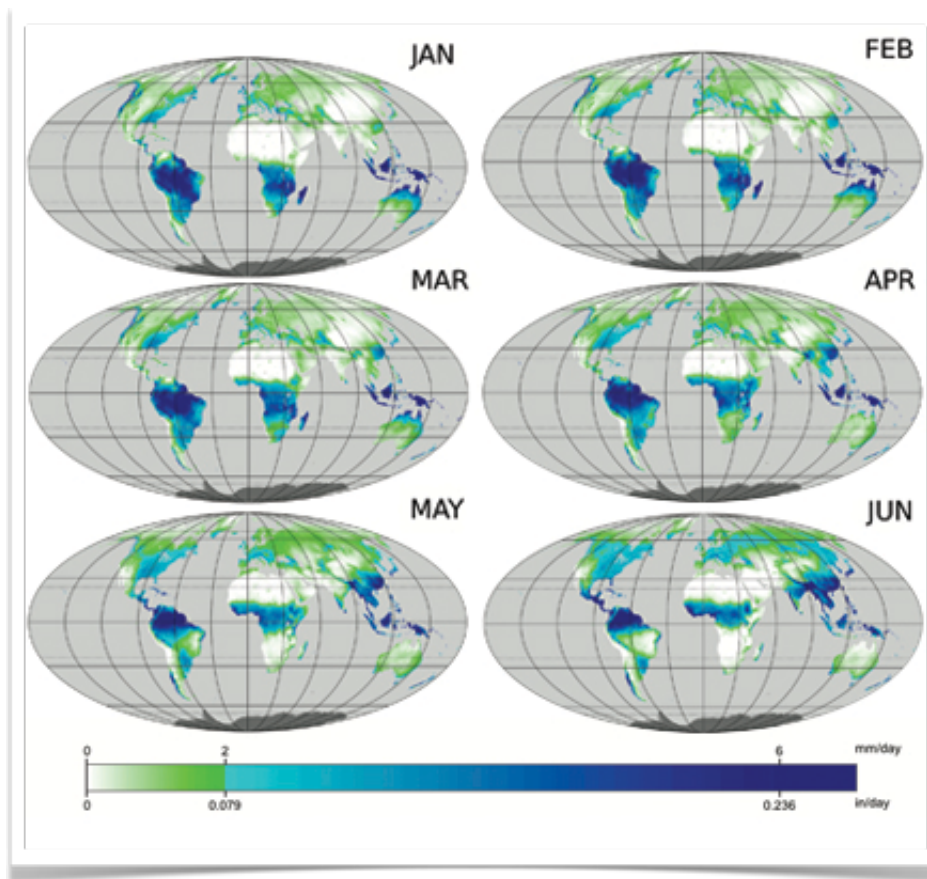
---

<sup>3</sup> Organización de las Naciones Unidas. Organización internacional, fundada en 1945 tras la Segunda Guerra Mundial por 51 países, que se comprometieron a mantener la paz y la seguridad internacionales, desarrollar relaciones amistosas entre las naciones y promover el progreso social, mejores niveles de vida y los derechos humanos

equipos. Esto a pesar de la escasa tradición de recolección de agua lluvia, de estos países respecto a Colombia.

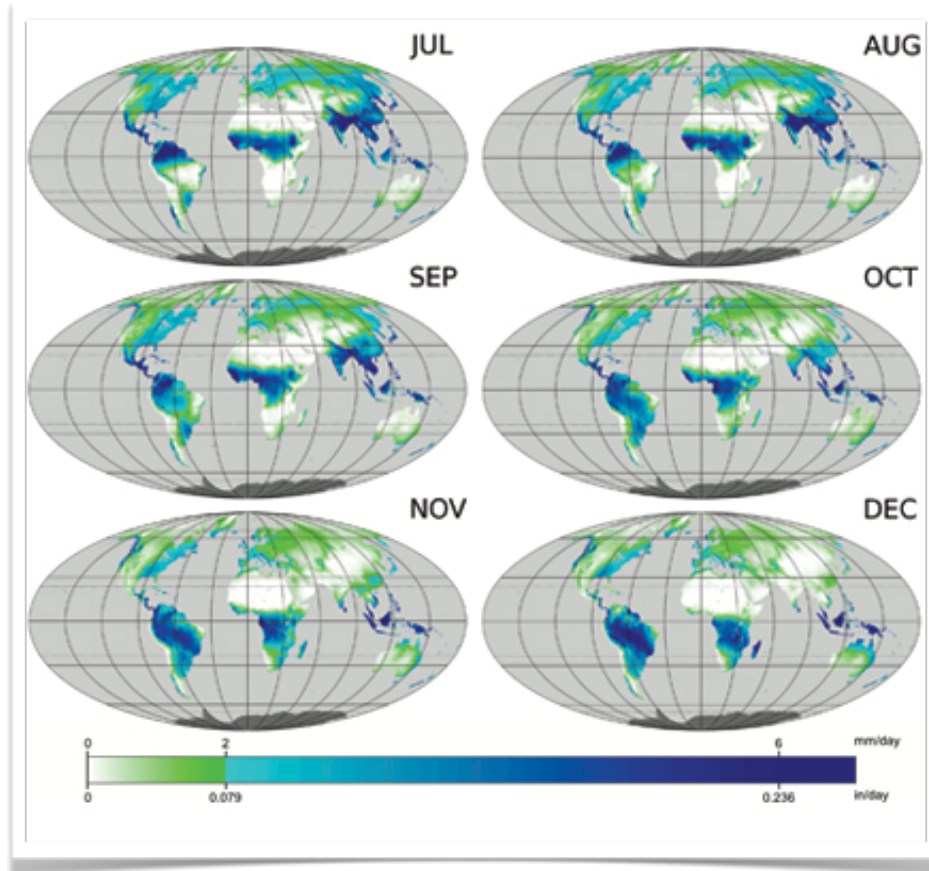
Aproximadamente en nuestro país la media de lluvia anual supera los 2000 litros por metro cuadrado. Comparado con países europeos como España, que su media de lluvia anual, no supera los 600 litros por metro cuadrado, siendo éste, uno de los países, con mayor precipitación de agua en Europa. La figura 2 y 3, se referencia, las precipitaciones de agua por mes, en el mundo.

**Figura 2. Precipitaciones de agua en el mundo, primer semestre.**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:MeanMonthlyP.gif>

**Figura 3. Precipitaciones de agua en el mundo, segundo semestre.**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:MeanMonthlyP.gif>

La determinación de los valores precipitados, se efectúa con instrumentos especializados y estandarizados. Registrando los valores en horarios preestablecidos, con la finalidad de que los valores indicados para localidades diferentes, sean científicamente comparables. Los instrumentos más frecuentemente, utilizados para la medición de la lluvia y el granizo, son los pluviómetros y pluviógrafos, estos últimos, se utilizan para determinar las precipitaciones pluviales de corta duración y alta intensidad. Estos instrumentos

deben ser instalados en locales apropiados, donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas.

La precipitación pluvial, se mide en milímetros, que equivalen al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie de 1 metro cuadrado, plana e impermeable.

El agua de lluvia presenta una serie de características ventajosas. Por una parte, es un agua extremadamente limpia, en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles. Por otra parte, es un recurso esencialmente gratuito e independiente totalmente de las compañías suministradoras habituales. Además, Precisa de una infraestructura bastante sencilla para su captación, almacenamiento y distribución

Al caer el agua de lluvia, las primeras gotas, arrastran partículas de polvo y gases presentes en la atmósfera, contaminando esta agua. Normalmente, después de unos minutos, el agua lluvia se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para las necesidades básicas. Sin embargo, en áreas donde la contaminación atmosférica (generalmente muy industrializada) presenta cierto grado de contaminación grave y otras impurezas, que no las hacen seguras para el consumo humano.

**3.3.2 Aguas superficiales.** Están sujetas a contaminación por parte del hombre y sus actividades diarias. Estas aguas se deben proteger para evitar que sean un

medio de transporte de agentes causantes de enfermedades. Para su utilización es necesario tratarlas.

**3.3.3 Aguas subterráneas.** Son las aguas que se filtran en el terreno. Generalmente, su calidad es mejor que la de las superficiales, ya que el agua, al ir pasando por las diferentes capas de la tierra, se va filtrando, haciéndola más pura y libre de materia orgánica y bacterias.

### **3.4 CONTAMINANTES EN EL AGUA**

La contaminación en el agua, se puede dividir en dos grandes categorías: microbiológica y química. La contaminación microbiológica provoca efectos agudos (enfermedades infecciosas como cólera, tifus, malaria, fiebre amarilla, síntomas gastrointestinales, etc.).

La contaminación química, se puede asociar a efectos crónicos como el cáncer, efectos neurológicos o efectos reproductivos. Los contaminantes químicos, se pueden clasificar en grandes grupos como metales, nitratos, pesticidas isótopos radiactivos, flúor, asbesto, y los subproductos de la cloración, generados en el proceso de desinfección, para eliminar la contaminación microbiológica.

En la siguiente tabla (tabla 1), se muestran los niveles de contaminantes mínimas, sus posibles efectos a la salud y la fuente de contaminación común. Según, El Reglamento Nacional Primario de Agua Potable (estándar primario o NPDWR por

sus siglas en ingles), que son los estándares aplicables legalmente en los sistemas públicos de agua, estos protegen la calidad del agua potable mediante la limitación de los niveles de contaminantes específicos que pueden afectar negativamente a la salud pública, que se sabe, que existen o pueden existir en el agua.

**Nota:**

1. MNMC: Meta del Nivel Máximo del Contaminante, es el nivel de un contaminante en el agua potable, por debajo del cual no se conocen, o no se esperan riesgos para la salud. Los MNMC, permiten contar con un margen de seguridad y no son objetivos de salud pública obligatorios.
2. Legionarios: La enfermedad de los Legionarios se produce cuando las personas susceptibles inhalan un aerosol que contiene Legionella, no cuando se bebe el agua que contiene Legionella.

**Tabla 1. Contaminantes, niveles y posibles efectos de la salud.**

Contaminante	MNMC <sup>1</sup> (mg/l)	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
<b>Químicos Inorgánicos</b>			
Antimonio	0,006	Aumento de colesterol en sangre; descenso de azúcar en sangre (aumento de colesterolhemia; hipoglucemia).	Efluentes de refinerías de petróleo; retardadores de fuego; cerámicas; productos electrónicos; soldaduras.
Arsénico	0	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales; agua con residuos de fabricación de vidrios y productos electrónicos.
Asbesto (fibras >10 micrómetros)	7 millones de fibras por litro (MFL)	Alto riesgo de desarrollar pólipos intestinales benignos.	Deterioro de cemento amiantado en cañerías principales de agua; erosión de depósitos naturales.
Bario	2	Aumento de presión arterial.	Aguas con residuos de perforaciones; efluentes de refinerías de metales; erosión de depósitos naturales.
Berilio	0,004	Lesiones intestinales.	Efluentes de refinerías de metales y fabricas que emplean carbón; efluentes de industrias eléctricas.
Cadmio	0,1	Lesiones renales.	Corrosión de tubos galvanizados; erosión de depósitos naturales; efluentes de refinerías de metales; líquido de escorrentía de baterías usadas y de pinturas.
Cromo	0,3	Dermatitis alérgica	Efluentes de fábricas de acero y papel; erosión de depósitos naturales.
Cobre	1,3	A corto plazo: Molestias gastrointestinales. A largo plazo: lesiones hepáticas o renales.	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales; percolado de conservantes de madera
Cianuro	0,2	Lesiones del sistema nervioso o problemas de tiroides	Efluentes de fábricas de acero y metales; efluentes de fábricas de plásticos y fertilizantes.
Flúor	4,0	Enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea) Los niños podrían sufrir de dientes manchados.	Aditivo para aguas para tener dientes fuertes; erosión de depósitos naturales; efluentes de fábricas de fertilizantes y aluminio.
Plomo	0	Bebés y niños: retardo en el desarrollo mental, déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: Trastornos renales; hipertensión.	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales.

**Tabla 1. (Continuación)**

<b>Contaminante</b>	<b>MNMC<sup>1</sup> (mg/l)</b>	<b>Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC</b>	<b>Fuentes de contaminación comunes en agua potable</b>
Mercurio	0,002	Lesiones renales.	Erosión de depósitos naturales; efluentes de refinерías y fábricas; tierra de cultivos
Nitrato	10	Bebés: dificultad respiratoria y síndrome de bebé cianótico (azul). Puede causar la muerte si no es tratado.	Aguas con fertilizantes; percolado de tanques sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales.
Selenio	0,05	Caída de cabello o de uñas; adormecimiento de dedos de manos y pies; problemas circulatorios.	Efluentes de refinерías de petróleo; erosión de depósitos naturales; efluentes de minas.
Talio	0,0005	Caída de cabello; alteración de la sangre; trastornos renales; intestinales o hepáticos.	Percolado de plantas procesadoras de minerales; efluentes de fábricas de vidrio.
<b>Químicos Orgánicos</b>			
Acrilamida	0	Trastornos sanguíneos o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Se agrega al agua durante tratamiento de efluentes y de agua de alcantarillado.
Alaclor	0	Trastornos oculares; hepáticos, renales o esplénicos; anemia; alto riesgo de cáncer.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Atrazina	0,003	Trastornos cardiovasculares o del sistema reproductor.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Benceno	0	Anemia; trombocitopenia; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas; percolado de tanques de almacenamiento de combustible y de vertederos para residuos.
Benzo(a)pireno	0	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Percolado de revestimientos de tanques de almacenamiento de agua y líneas de distribución.
Carbofurano	0,04	Trastornos sanguíneos o del sistema nervioso; o del sistema reproductor.	Percolado de productos fumigados en cultivos de arroz y alfalfa.
Tetracloruro de carbono	0	Trastornos hepáticos, alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicas y otras actividades industriales.
Clordano	0	Trastornos hepáticos, o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Residuos de termiticidas prohibidos.
Clorobenceno	0,1	Trastornos hepáticos o renales	Efluentes de plantas químicas y de fabricación de agroquímicos.

**Tabla 1. (Continuación)**

<b>Contaminante</b>	<b>MNMC<sup>1</sup> (mg/l)</b>	<b>Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC</b>	<b>Fuentes de contaminación comunes en agua potable</b>
2,4-D	0,07	Trastornos renales, hepáticos o de la glándula adrenal.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Dalapon	0,2	Pequeños cambio renales.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizados en servidumbres de paso.
1,2-Dibromo-3-cloropropano (DBCP)	0	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Percolado de productos fumigados de huertos y en campo de cultivo de soja, algodón y piña.
O-Diclorobenceno	0,6	Trastornos renales, hepáticos o circulatorios.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
P-Diclorobenceno	0,075	Anemia; lesiones hepáticas, renales o esplénicas; alteración de la sangre.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
1,2-Dicloroetano	0	Alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
1-1-Dicloroetileno	0,007	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Cis-1,2-Dicloroetileno	0,07	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Trans-1,2-Dicloroetileno	0,1	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Diclorometano	0	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicos y farmacéuticas.
1-2-Dicloropropano	0	Alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Adipato de di-(2-etilhexilo)	0,4	Efectos tóxicos generales o dificultades para la reproducción.	Efluentes de plantas químicos.
Ftalato de di-(2-etilhexilo)	0	Dificultades para la reproducción; trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicos y de fabricación de goma.
Dinoseb	0,007	Dificultades para la reproducción.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizados en soja y vegetales.
Dioxina (2,3,7,8-TCDD)	0	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	
Diquat	0,02	Cataratas	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.

**Tabla 1. (Continuación)**

<b>Contaminante</b>	<b>MNMC<sup>1</sup> (mg/l)</b>	<b>Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC</b>	<b>Fuentes de contaminación comunes en agua potable</b>
Endotal	0,1	Trastornos estomacales e intestinales.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Endrina	0,002	Trastornos hepáticos.	Residuo de insecticidas prohibidos.
Epiclorohidrina	0	Alto riesgo de cáncer y a largo plazo, trastornos estomacales.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial; impurezas de algunos productos químicos usados en el tratamiento de aguas.
Etilbenceno	0,7	Trastornos hepáticos o renales.	Efluentes de refinerías de petróleo.
Dibromuro de etileno	0	Trastornos hepáticos, estomacales, renales o del sistema reproductor; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de refinerías de petróleo.
Glifosato	0,7	Trastornos renales; dificultades para la reproducción.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Heptacloro	0	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer.	Residuo de termiticidas prohibidos.
Heptaclorepóxido	0	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer.	Descomposición de heptacloro.
Hexaclorobenceno	0	Trastornos hepáticos o renales; dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de refinerías de metales y plantas de agroquímicos.
Hexacloro-ciclopentadieno	0,05	Trastornos estomacales o renales.	Efluentes de plantas químicas.
Lindano	0,0002	Trastornos hepáticos o renales.	Percolado de insecticidas usados en ganado, madera, jardines.
Metaxicloro	0,04	Dificultades para la reproducción.	Percolado de insecticidas usados en frutas, vegetales, alfalfa y ganado.
Oxamil (Vidato)	0,2	Efectos leves sobre el sistema nervioso.	Percolado de insecticidas usados en manzanas, papas y tomates.
Bifenilos policlorados (PCB)	0	Cambios en la piel; problemas de la glándula timo; inmunodeficiencia dificultades para la reproducción o problemas en el sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Aguas de escorrentía de vertederos; aguas con residuos químicos.
Pentaclorofenol	0	Trastornos hepáticos o renales; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas de conservantes para madera
Picloram	0,5	Trastornos hepáticos.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.

**Tabla 1. (Continuación)**

<b>Contaminante</b>	<b>MNMC (mg/l)</b>	<b>Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC</b>	<b>Fuentes de contaminación comunes en agua potable</b>
Simazina	0,004	Problemas sanguíneos.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Estireno	0,1	Trastornos hepáticos, renales o circulatorios.	Efluentes de fábricas de goma y plásticos; lixiviados de vertederos.
Tetracloroetileno	0	Trastornos hepáticos, alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas y empresas de limpieza en seco.
Tolueno	1	Trastornos hepáticos, renales o del sistema nervioso.	Efluentes de refinерías de petróleo.
Trihalomatanos totales (TTHM)	0	Trastornos hepáticos, renales o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Subproducto de la desinfección del agua potable.
Toxafeno	0	Problemas renales, hepáticos o de tiroides; alto riesgo de cáncer.	Percolado de insecticidas usados en el algodón y ganado.
2,4,5-Tp (Silvex)	0,05	Trastornos hepáticos.	Residuos de herbicidas prohibidos.
1,2,4-Triclorobenceno	0,07	Cambios en glándula adrenales.	Efluentes de fábricas se textiles.
1,1,1-Tricloroetano	0,20	Problemas circulatorios, hepáticos o del sistema nervioso.	Efluentes de plantas para desgrasar metales y de otros tipos de plantas.
1,1,2-Tricloroetano	3	Problemas hepáticos, renales o del sistema inmunológico.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Tricloroetileno	0	Trastornos hepáticos, alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas para desgrasar metales y de otros tipos de plantas.
Cloruro de vinilo	0	Alto riesgo de cáncer.	Percolado de tuberías de PVC; efluentes de fábricas de plásticos.
Xileno	10	Lesiones del sistema nervioso.	
<b>Radionucleidos</b>			
Emisores de partículas beta y fotones.	0	Alto riesgo de cáncer.	Desintegración radiactiva de depósitos naturales y artificiales de ciertos minerales que son radiactivos.
Actividad bruta de partículas alfa	0	Alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales de ciertos minerales que son radiactivos.
Radio 226 y Radio 228 (combinados)	0	Alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales.

**Tabla 1. (Continuación)**

Contaminante	MNMC <sup>1</sup> (mg/l)	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el MNMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
<b>Microorganismos</b>			
Giardia lamblia	0	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, retortijones).	Desechos fecales humanos y animales.
Conteo de placas de bacterias heterotróficas (HPC)	N/A	El HPC no tiene efecto sobre la salud; es sólo un método analítico usado para medir la variedad de bacterias comúnmente encontradas en el agua. A menor concentración, mejor mantenido estará el sistema	Con el HPC se determinan las diversas bacterias que hay en forma natural en el medio ambiente.
Cryptosporidium	0	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, retortijones).	Es un parásito que se encuentra en lagos y ríos contaminados con aguas residuales y desechos animales.
Legionella	0	Enfermedad de los legionarios <sup>2</sup> , un tipo de neumonía.	Presentes naturalmente en el agua; se multiplica en los sistemas de calefacción.
Coliformes totales (incluye coliformes fecales y E. coli)	0	Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas.	Los coliformes se presentan naturalmente en el medio ambiente; Los coliformes fecales y la E. coli provienen de heces fecales de humanos o animales.
Turbidez	N/A	La turbidez es una medida del enturbiamiento del agua. Se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficacia de la filtración. Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos causantes de enfermedades.	Agua de escorrentía por el terreno.
Virus (entéricos)	0	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, retortijones).	Heces fecales de humanos y de animales.

Fuente: OCHOA BARAJAS, Herson Alexander. Desinfectantes y nuevas tecnologías utilizadas en el tratamiento del agua potable.

### **3.5 DESINFECTANTES EN EMERGENCIAS**

Se considera desinfectante ideal a aquel agente químico o físico que asegure la destrucción total de los microorganismos que se propone eliminar, afectando en lo menor posible, el agua a tratar, los seres vivos, los equipos que estarán en contacto con ésta, el ambiente y que se obtenga a un costo razonable.

#### **3.5.1 Físicos.**

**3.5.1.1 Calor.** Las células vegetativas mueren entre 60-70°C, mientras que las esporas requieren 120°C. A mayor temperatura más rápidamente mueren los microorganismos. Cuanto mayor es el tiempo de contacto, mayor es el número de microorganismos que mueren.

En el caso del agua potable, no hay enfermedades que se presenten por bacterias formadas por esporas, por lo que se considera una muy buena práctica hervir el agua durante unos minutos como método de potabilización

Hervir vigorosamente el agua durante un minuto, mata cualquier microorganismo presente en el agua que pueda causar enfermedades. El poco sabor que tiene el agua hervida puede mejorar cambiándola de un envase a otro varias veces, esto se conoce como aireación, dejándola reposar por varias horas o añadiendo una pizca de sal por cada litro de agua hervida.

**3.5.1.2 Radiación.** Cuanto más intensa es la radiación, más efectiva será la eliminación de microorganismos. Se pueden utilizar radiaciones ionizantes o no ionizantes. Las ionizantes como los rayos X y rayos Gama, son letales para los microorganismos, pero son difíciles de trabajar, debido a que son nocivas y costosas.

La luz ultravioleta (UV) es una radiación no ionizante y es el agente más común por su fácil y segura manipulación. Se trabaja fundamentalmente en 250 nm de longitud de onda. Es una solución perfecta para combatir las bacterias de la Legionella y otros microorganismos, se utiliza para desactivar inmediatamente los microorganismos.

La radiación aplicada a la desinfección, está en la zona de onda corta (UVC), consiguiéndose mediante fuentes artificiales de UV, generalmente son lámparas de mercurio de baja y media presión. La radiación origina una reacción fotoquímica que altera los compuestos moleculares esenciales en la función celular.

Una desventaja radica en que los sólidos en suspensión que protegen a los microorganismos de las radiaciones, las sustancias químicas que absorben radiaciones UV, reduciendo la cantidad de esta, influyen en la eficacia de la radiación UV en la potabilización del agua. La temperatura del agua también influye en la eficacia de la desinfección por radiación UV, la temperatura óptima de las lámparas suele ser de 40°C.

La principal ventaja de este método de desinfección es la no utilización de productos químicos, por lo que no genera subproductos indeseables, ni origina sabores ni olores, y a su vez es compatible con otros procesos de desinfección.

**3.5.1.3 Filtración.** El uso de filtros absolutos, resulta útil en el caso de presencia de compuestos lábiles en el medio, además todos los procesos de desinfección son menos eficaces en agua turbia. Existen filtros microbiológicos, que debido a su fino diámetro, pueden filtrar microorganismos patógenos.

**3.5.1.4 Energía solar.** El método SODIS, es un método de tratamiento para eliminar los patógenos causantes de enfermedades hídricas, es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua dependiendo únicamente de la energía solar. Consiste en llenar botellas transparentes de PET con agua y exponerlas a plena luz solar durante seis horas aproximadamente, así el agua se desinfecta mediante la radiación UV y el calor emitidos por el Sol. Los rayos UV-A de la luz del sol mata virus, bacterias y parásitos (Cryptosporidium y Giardia)

Una de las limitaciones de esta práctica, es que para que sea efectiva se requiere agua relativamente limpia, con una turbiedad muy baja, además depende del clima, el tiempo de exposición de seis horas es con cielo despejado o hasta 50% cubierto o nublado, con cielo 100% nublado son necesarios dos días consecutivos. El método SODIS es reconocido y recomendado por la Organización mundial de la salud, UNICEF y la Cruz Roja. En el anexo A se encuentra el resumen y conclusiones del análisis realizado por el laboratorio de química orgánica EMPA<sup>4</sup>, acerca de las migraciones orgánicas de las botellas de PET hacia el agua.

---

<sup>4</sup> Laboratorio Federal Suizo para la investigación y pruebas de materiales. Dübendorf, Suiza. 2003.

**3.5.2 Químicos.** Los productos químicos que se utilizan comúnmente en caso de emergencia son el cloro y el yodo. Estos son eficaces para proteger contra la Giardia pero no para controlar el Cryptosporidium. Por consiguiente se utiliza solamente para desinfectar agua de pozos profundos, ya q por lo general no contienen estos microorganismos. Estos desinfectantes tienen mayor efecto en agua templada.

**3.5.2.1 Lejía (cloro líquido, blanqueador).** El blanqueador normal que se utiliza en el hogar contiene un compuesto de cloro que desinfecta el agua. El procedimiento consiste en buscar en la etiqueta el porcentaje de cloro que contiene, y según este porcentaje, aplicar la cantidad que se especifica en la tabla 2 por cada litro de agua.

**Tabla 2. Dosis de cloro para la desinfección de emergencia.**

Contenido de Cloro	Gotas por Litro de Agua Limpia
1%	10
4-6%	2
7-10%	1

Fuente: OCHOA BARAJAS, Herson Alexander. Desinfectantes y nuevas tecnologías utilizadas en el tratamiento del agua potable.

Si no se conoce la concentración del contenido de cloro, añada diez gotas por litro de agua. Duplique la cantidad de cloro si el agua es turbia o con color.

El agua tratada debe mezclarse bien y dejar reposar durante 30 minutos. El agua deberá tener un ligero olor a cloro, de no ser así, se debe repetir la dosis y permitir al agua reposar otros 30 min. Si el agua tratada tiene un fuerte olor a cloro, dejar reposar durante varias horas al aire o cambiar de envase repetidamente para consumir. Si al repetir la dosis, el agua aún no tiene olor a cloro, debe desecharse y buscar otra fuente de agua.

**3.5.2.2 Hipoclorito de Calcio Granular.** Añadir y disolver una cucharadita llena (aproximadamente 7 gr ó 1/4 de onza) de hipoclorito de calcio granular de buena calidad por cada 2 galones de agua (7.5 litros). La mezcla producirá una solución de cloro de aproximadamente 500 mg/l, ya que el hipoclorito de calcio tiene un contenido de cloro igual al 70% de su peso. Para desinfectar agua, se añade la solución de cloro a razón de una parte de la solución de cloro por cada 100 partes de agua a tratar. Para eliminar el olor a cloro, si éste no se desea, airear el agua como se ha descrito anteriormente.

**3.5.2.3 Tabletas de cloro.** Las tabletas de cloro con la dosis necesaria para desinfectar el agua potable se pueden conseguir ya preparadas para su venta. Estas tabletas se pueden conseguir en farmacias y/o tiendas de artículos de deporte. Se deben utilizar según indique instrucciones del fabricante.

**3.5.2.4 Tintura de Yodo.** El yodo común que se utiliza en el hogar por motivos medicinales se puede utilizar para desinfectar el agua. Añadir cinco gotas al 2% de tintura de yodo por cada litro de agua limpia. Para el agua turbia, añadir diez gotas y dejar reposar la solución durante 30 minutos.

**3.5.2.5 Tabletas de Yodo.** Las tabletas de yodo preparadas para la venta contienen la dosis necesaria para desinfectar el agua potable y se pueden adquirir en farmacias o tiendas de artículos deportivos. Se deben utilizar según indicaciones del fabricante.

### 3.6 DISEÑO CENTRADO EN EL HUMANO

El Diseño centrado en el Humano o HCD, por sus siglas en ingles (Human Centered Design), ha sido utilizado por años, por compañías y organizaciones para llegar a soluciones innovadoras. La herramienta HCD fue desarrollada por IDEO<sup>5</sup> con la colaboración de The Bill & Melinda Gates Foundation<sup>6</sup>, junto con otras organizaciones sin animo de lucro; para mejorar las vidas de las comunidades de Africa, Asia, y América Latina.

La herramienta HCD, ayuda a los equipos y voluntarios de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), a entender las necesidades de las personas, encontrar soluciones innovadoras para enfrentar a estas necesidades, y entregar soluciones sostenibles. El HCD es un proceso usado por décadas para crear nuevas soluciones por corporaciones multinacionales, y así, mejorar las vidas de millones de personas, como es el caso del Sistema de Donación de Sangre de la Cruz Roja.

La razón por la cual se llama “Centrado en el Humano” es por que empieza con las personas para las cuales se va a diseñar, examinando sus necesidades, sueños y comportamientos; Se busca escuchar y entender lo que estas personas desean. Una vez que se ha identificado un rango de lo que es Deseable, se empiezan a proponer soluciones, teniendo en cuenta, la viabilidad económica y técnica.

---

<sup>5</sup> IDEO, consultoría global de diseño, fundada en 1991 y dirigida por David Kelley, Tim Brown y Bill Moggridge.

<sup>6</sup> Fundación sin animo de lucro encabezada por Bill Gates co-fundador de la empresa Microsoft y su esposa Mellinda Gates.

El proceso de Diseño Centrado en el Humano, empieza con un desafío específico de diseño, y atraviesa tres fases principales: Escuchar, Crear y Entregar (o Hear, Create, Deliver en Inglés). Este proceso mueve a los equipos de diseño de observaciones concretas acerca de la gente, hacia el pensamiento abstracto para descubrir temas y entender las observaciones previas. Y de regreso a un pensamiento concreto para entregar soluciones tangibles.

**3.6.1 Fase Escuchar (HEAR).** Durante esta fase, el equipo de diseño recolecta historias e inspiración de la gente, para poder entender sus necesidades, esperanzas y aspiraciones. Esta fase, consta de los pasos mencionados a continuación.

**3.6.1.1 Identificar el desafío de diseño.** El desafío de diseño es la base para el HCD, ya que guía las preguntas que se harán en el trabajo de campo, además de, las oportunidades y soluciones que se desarrollarán, más adelante.

**3.6.1.2 Reconocimiento del conocimiento existente.** Es probable que ya se tenga un conocimiento previo acerca del tema, documentar este conocimiento, hace que las investigaciones se centren en lo que aún, no se sabe.

**3.6.1.3 Identificar a las personas con las que se va a hablar.** Para que la investigación llegue a inspirar nuevas oportunidades, es mejor encontrar a personas que representen los “extremos”. Los participantes extremos ayudan a descubrir y articular comportamientos, deseos y necesidades para el resto de la

población, pero son más fáciles de observar e identificar, ya que estos sienten los efectos más fuertes que los demás.

Al incluir las dos esquinas del espectro, así como también, algunas personas en el medio, se tiene un amplio rango de comportamientos, creencias y perspectivas; Así sea un pequeño número de participantes.

**3.6.1.4 Escoger métodos de investigación.** Diseñar la investigación es importante no solo para entender a los individuos, si no también, para enmarcar los comportamientos de los individuos con el contexto, o con la comunidad que los rodea; Por lo tanto, se deben emplear tantos métodos como sea necesario.

**3.6.1.5 Desarrollar la aproximación de la entrevista.** Entrevistar es el arte que balancea, ambos, la necesidad de obtener información relevante de los usuarios; así como también, comprometerse con ellos como un curioso y empático amigo. Desarrollar la estrategia para las entrevistas es clave para mantener este balance.

**3.6.2 Fase Crear (CREATE).** Para convertir la investigación en soluciones del mundo real, se lleva acabo un proceso de síntesis e interpretación. Para esto se requiere reducir, filtrar la información y traducir los puntos claves acerca de las realidades de hoy, en oportunidades para el futuro. Está es la fase más abstracta del proceso, cuando las necesidades concretas de los individuos son transformadas en puntos claves acerca de una gran población. Esta fase, consta de los pasos mencionados a continuación.

**3.6.2.1 Desarrollar el enfoque.** Crear, se trata de desarrollar un entendimiento profundo y traducirlo en innovación. Existen muchas formas de hacerlo, pero las más comunes son el enfoque participativo (trabajando con miembros de la comunidad en el equipo de diseño), o el enfoque empático (siempre pensando en el bienestar de la comunidad, sin la necesidad de tener miembros de ésta, en el equipo de diseño). Otras veces, se usan una combinación de enfoques, la clave es escoger el apropiado, dependiendo del desafío.

**3.6.2.2 Compartir Historias.** Se trata de transformar las historias que se recolectaron, en datos e información, que puedan ser usados para inspirar oportunidades, ideas y soluciones. Las historias son útiles por que tratan eventos específicos, no datos generales, y proveen detalles concretos que ayudan a imaginar soluciones de problemas particulares.

**3.6.2.3 Identificar patrones.** Encontrar los patrones, temas y grandes relaciones entre la información, es lo que le da sentido a la investigación. Este proceso puede ser desordenado y difícil, pero al final muy gratificante; ya que dirige al equipo de diseño hacia soluciones reales.

**3.6.2.4 Crear áreas de oportunidad.** Una vez que se han sacado los temas y patrones, se puede empezar a crear áreas de oportunidad. Un área de oportunidad, no es una solución, en cambio, sugiere más de una solución y permite al equipo de diseño crear muchas soluciones.

**3.6.2.5 Brainstorming o lluvia de ideas.** La practica de generar cantidades de soluciones no practicas, muchas veces, brota ideas relevantes y razonables. Puede requerir generar 100 ideas (muchas torpes o imposibles) para poder encontrar esas tres soluciones inspiradoras.

**3.6.2.6 Hacer las ideas reales.** Con el prototipado, se trata de construir para pensar, es decir, crear la solución para que pueda ser comunicada a otros y mejorar la idea. El prototipado permite hacer las ideas tangibles; Rápida y económicamente, para que sean probadas y evaluadas por otros, antes de aferrarse a estas.

**3.6.2.7 Retroalimentación.** Después de que las soluciones se han generado, es momento llevarlas a los participantes para recolectar retroalimentación.

**3.6.3 Fase Entregar (DELIVER).** Una vez que el equipo de diseño ha creado muchas soluciones deseables, es el momento de considerar como hacerlas viables, económica y tecnológicamente. La fase entregar mueve las ideas principales hacia la implementación, desafiando al equipo a crear los elementos necesarios para hacer la solución exitosa, y encontrar el impacto de la solución.

**3.6.3.1 Desarrollo de un modelo sostenible de ingresos.** El éxito a largo plazo de la solución, depende de la planeación de las ganancias que se puedan generar con la oferta sobre el tiempo. Debe permitir que el valor de la solución propuesto por el consumidor final sea el punto de referencia al momento de diseñar los sistemas de soporte alrededor de la solución.

**3.6.3.2 Identificar las capacidades que se requieren para desarrollar la solución.** Las capacidades de la organización y socios, ayudan a informarse acerca de la viabilidad tecnológica de la solución. Un desafío para el equipo de diseño, es identificar tantos modelos de entrega como se posible, utilizando diferentes socios y canales de producción, para encontrar el más viable.

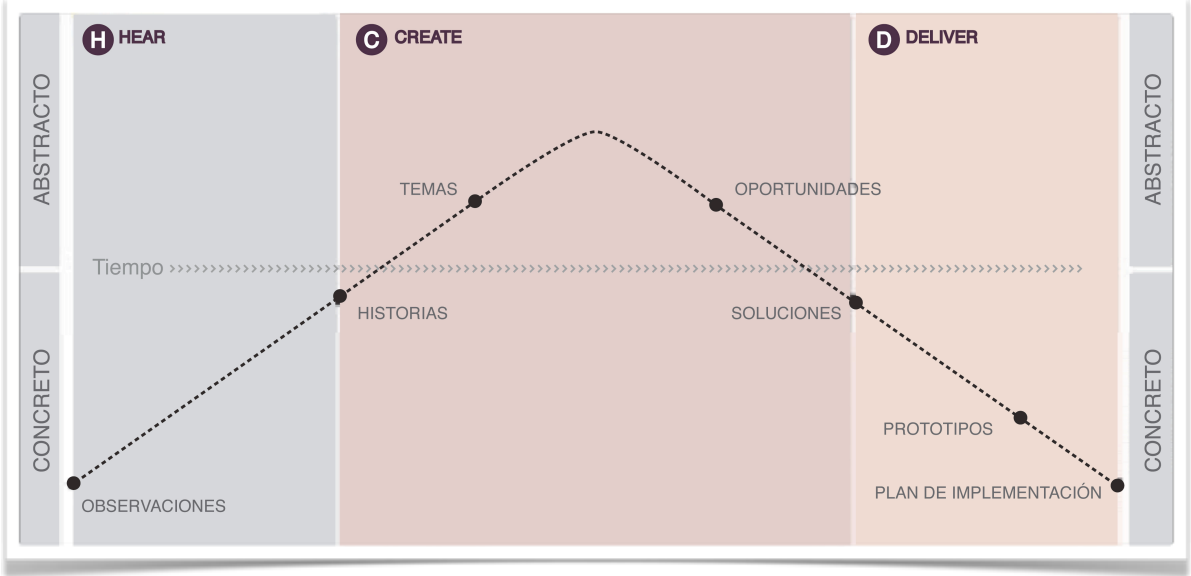
**3.6.3.3 Planear el proceso de producción de la solución.** Para entender como la solución se va a mover y va a hacer crecer la organización, debe hacer un diagrama de procesos para cada solución, y preguntarse, si cada solución va dirigida hacia sus actuales consumidores, o si la solución se expande hacia un nuevo grupo de consumidores.

**3.6.3.4 Crear una línea de tiempo de implementación.** Trabajar con fechas límite y líneas de tiempo, mejora la organización y evita retrasos en la línea de producción.

**3.6.3.5 Planear mini-pilotos e interacción.** Realizar pruebas con los usuarios con modelos de la línea de producción antes del lanzamiento, ayuda a mantener las ideas vivas, y a realizar pequeños ajustes de ser necesarios.

**3.6.3.6 Crear un plan de aprendizaje.** Con el diseño e implementación de nuevas soluciones es importante continuar aprendiendo durante todo el proceso; aún después de haber salido al mercado.

**Figura 4. Relación de tipo de pensamiento durante las fases del proceso de H-C-D.**



Fuente: Elaborado por IDEO

En la figura 4, se observa la clase de pensamiento que se utiliza en las diferentes fases, que puede ser concreto o abstracto. También, se puede observar la transición del tipo de pensamiento, de acuerdo a las actividades que se desarrollen.

#### 4. USUARIOS

Como ya se había mencionado, cualquier persona puede quedar en el status de damnificado, o de desplazado ambiental, sin importar su nivel social o educacional. Pero cabe aclarar, que hay comunidades, que viven en constante riesgo de convertirse en damnificados, por cumplir ciertas variables, anteriormente mencionadas.

En los grupos de damnificados ambientales, existen algunas personas, que sufren más que otros, lo que depende de varios factores relacionados. Como por ejemplo; Son particularmente susceptibles a las reacciones físicas y psicológicas ante un desastre, quienes son vulnerables como resultado de vivencias traumáticas previas; Los que están en riesgo, a causa de enfermedades recientes; Aquellos que, experimentan estrés y pérdidas graves; Quienes pierden sus sistemas de apoyo social y psicológico; y los que carecen de habilidades para la resolución de problemas.

Esto define diferentes tipos o grupos de damnificados, los cuales servirán para definir el universo al cual se diseña. Algunos de estos, ya han sido mencionados en capítulos anteriores; como es el caso de los niños, ancianos o las personas que han enviudado recientemente. Sin embargo, existe un grupo de damnificados poco tenido en cuenta, éste es un grupo que sufre consecuencias post-traumáticas, debido a los cambios, tanto de la etapa de impacto, como de la post-impacto.

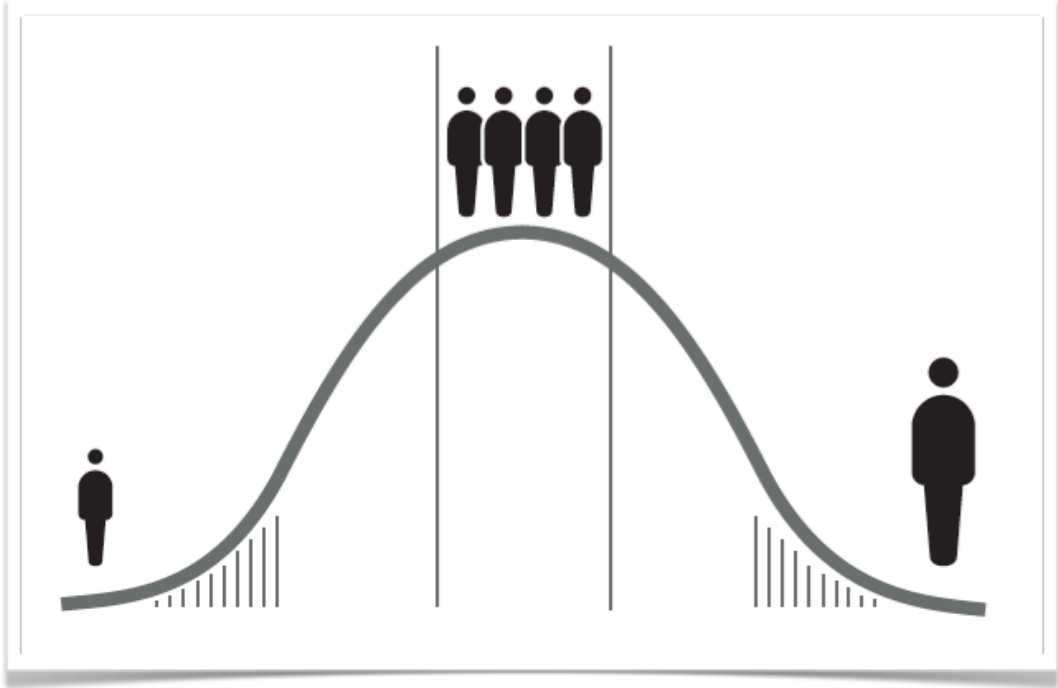
Es la población joven-adulta (pubertad), en la cual se encuentra, entre dos tipos de damnificados, entre la población menor (niños) y la población adulta, a raíz de esto, la desmotivación de estas personas jóvenes, la falta de vinculación a actividades importantes, que sobresalgan entre la comunidad afectada; y la falta de atención, por no estar en la población menor. Los jóvenes tienden a ser marginados, lo cual en un futuro, se manifiesta en conductas violentas, desobedientes, baja autoestima, depresión, incluso drogadicción y actividades de coyuntura social (pandillas, etc.).

Como lo define la metodología utilizada, las personas, que se encuentran en los extremos del espectro, se pueden encontrar como se ve afectada el resto de la población, solo que, como los extremos son los que mayormente, se ven afectados, se pueden observar e identificar, los efectos y consecuencias mucho mas fácil, que en otros miembros de la población.

Por lo tanto, se trabajará principalmente, con la población joven-adulta y anciana, ya que en este caso, ellos serian los extremos del espectro. Sin embargo, también se trabajará con algunas personas que se encuentren entre los extremos, para lograr desentrañar y encontrar las necesidades de la mayoría de personas, sin utilizar un número mayor de participantes.

No se trabajara con la población menor, ya que, puede haber algunas actividades, que no sean aptas para la edad, como puede ser la búsqueda y recolección, o la utilización del fuego.

**Figura 5. Diagrama de división del espectro de la población.**



Fuente: Elaborado por IDEO

## **5. REQUERIMIENTOS**

### **5.1 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN**

- Debe desinfectar el agua para el consumo humano.
- Debe satisfacer el consumo de agua potable de bebida de 4 personas por recolección diaria. Seis litros.
- Debe eliminar el *Cryptosporidium* y la *Giardia*.
- Debe potabilizar un litro de agua en un mínimo de 30 minutos sin contar la recolección, ni la aireación.
- Debe eliminar la turbidez del agua en un 80% mínimo.
- El agua debe alcanzar un estado de desinfección y no, necesariamente de esterilización.
- Debe poder potabilizar y almacenar un mínimo de un litro de agua.
- Los métodos de desinfección utilizados deben ser compatibles unos con otros.

### **5.2 REQUERIMIENTOS DE USO**

- El periodo de funcionamiento, sin cambios, ni repuestos debe ser mínimo de 7 días.
- El proceso de desinfección debe ser un método de ayuda en la recuperación de los damnificados.
- El proceso de desinfección debe poder realizarse por personas analfabetas.
- Debe ser de un mantenimiento rápido y efectivo.

- Debe poder limpiarse en un tiempo máximo de 5 minutos, por una persona sin limitaciones físicas, ni mentales.
- Debe permitir la recolección y el transporte del agua.
- Debe poderlo utilizar personas diestras y zurdas.
- Debe generar autonomía para que los damnificados puedan recolectar y potabilizar el agua.
- Debe utilizar de manera razonable la fuerza necesaria para poder operar.
- Debe poder ser usado eficaz y confortablemente con un mínimo de fatiga.
- Debe poseer una relación antropométrica y ergonómica con el usuario.

### **5.3 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES**

- Debe pesar menos de 2 kilos sin agua.
- Debe ser resistente a las inclemencias del clima.
- Debe ser resistente a un impacto de caída libre desde una altura de 1.5 metros.
- Los materiales deben ser asépticos y ser apreciados de esta manera.
- Debe tener el menor número de piezas separadas posibles.
- Debe mantenerse estable en una superficie plana.

### **5.4 REQUERIMIENTOS FORMALES**

- Debe haber analogías entre función, texturas y formas.
- Debe existir coherencia formal entre sus piezas.
- Debe denotar que es un artículo de emergencia.

- Debe generar seguridad al usuario de que el agua se puede consumir

## **5.5 RESTRICCIONES**

- No debe generar efectos adversos en la salud de las personas al consumir el agua.
- No debe cambiar la composición química del agua.
- La desinfección no debe generar subproductos que atenten contra la salud a corto ni a largo plazo de las personas.
- No debe presentar materiales rugosos que estén en contacto con el agua.
- No debe presentar materiales tóxicos, ni que reaccionen negativamente con los procedimientos de desinfección.
- No debe tener ranuras, ni agujeros difíciles de limpiar, donde puedan crecer y/o depositar sedimentos y microorganismos.

## **6. BRAINSTORMING O LLUVIA DE IDEAS**

Se dividió el proceso de Brainstorming o lluvia de ideas, en dos etapas, la primera etapa se realizo con 7 integrantes de diferentes áreas profesionales, la segunda tapa se realizo con los dos integrantes del grupo de diseño (Sandra Ramírez, Jose Luis Pinzón).

### **6.1 FECHA DE REALIZACIÓN**

La primera etapa del Brainstorming se realizo en las horas de la tarde del 6 de junio de 2010; La segunda etapa se realizo el 7 de junio del 2010.

### **6.2 OBJETIVO DEL EVENTO**

Generar diferentes ideas para abordar los problemas de diseño

### **6.3 PARTICIPANTES**

- Sandra Ramírez. Estudiante Diseño Industrial (Moderadora)
- Jose Luis Pinzón. Estudiante Diseño Industrial (Toma registro)
- Irma Susana Rincón. Publicista
- Nathalia Suárez Díaz. Medico General

- Juan David Rodríguez Hernández. Diseñador Gráfico
- Silvia Ximena Ramírez Herrera. Medico Veterinario y Zootecnista
- Nathalia Granados Sáenz. Ingeniera Industrial

#### **6.4 DESARROLLO DEL EVENTO**

En la primera etapa (6 de junio de 2010), se realizo con una audiencia de 7 personas de diferentes áreas profesionales, por ende, puntos de vistas diferentes a la hora de abordar un problema. Se realizaron dos actividades iníciales buscando que el grupo llegara a un estado ideal, en el cual se sintiera cómodo aportando ideas, sin importar que tan brillantes fueran.

La sesión de brainstorming se inicia moderada por Sandra Ramírez, pidiendo a los participantes que piensen que se encuentran después de un desastre natural, para ir tratando puntos específicos como lo son; la recolección de agua, la búsqueda de la misma entre otras, dando como única restricción el PROHIBIDO PROHIBIR, todas las ideas son aceptadas por insignificantes o imposibles que parezcan, dadas en un tiempo máximo de 3 minutos por tema tratado.

La segunda etapa, realizada por los 2 integrantes del proyecto, Sandra Ramírez y Jose Luis Pinzón, tiene como objetivo analizar el brainstorming obtenido anteriormente, para tomar de él, las ideas o conceptos más interesantes para generar una serie de alternativas.

## **6.5 CONCLUSIONES DEL BRAINSTORMING**

Se toma como exitosa la actividad, por la cantidad de resultados obtenidos y por la calidad de los mismos, a partir de dicha actividad, el equipo de diseño analiza y evalúa la lluvia de ideas, tomando y desechando según su criterio, para llegar a una serie de alternativas que cumplan con los requerimientos y restricciones definidos anteriormente.

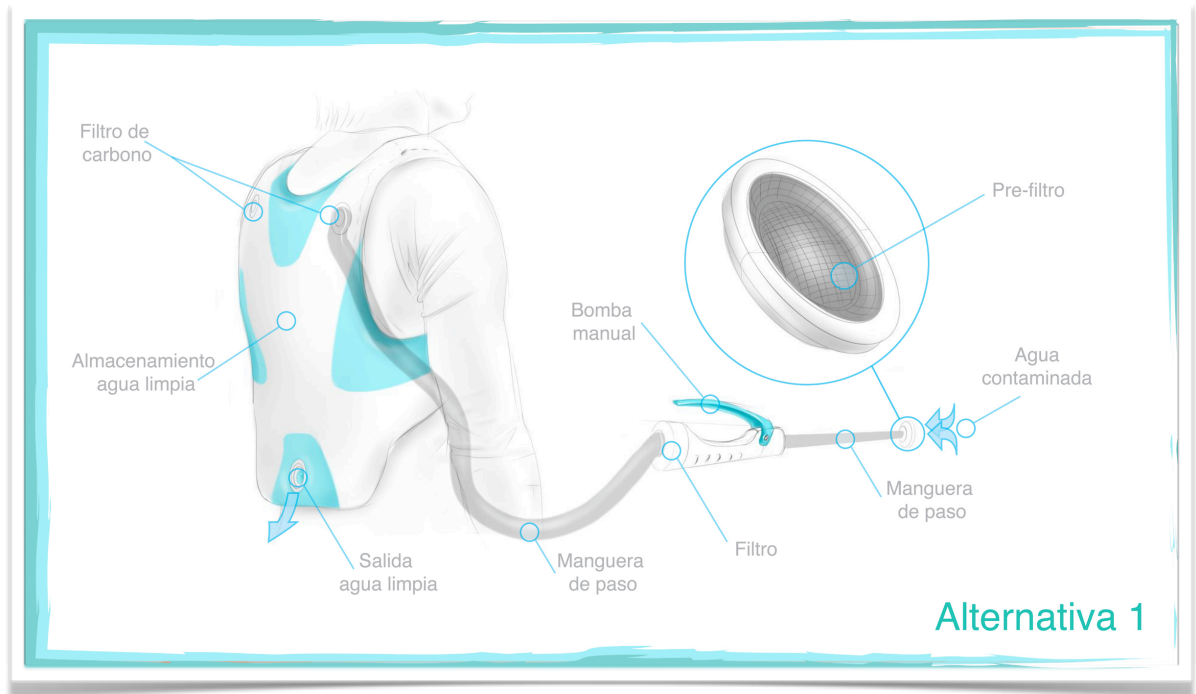
## **7. ALTERNATIVAS**

A partir de la sección de Brainstorming con los usuarios, se plantean un grupo de alternativas posibles para la solución del problema, para después ser evaluadas y seleccionadas por su viabilidad.

### **7.1 ALTERNATIVA 1**

Esta alternativa consta de un maletín de almacenamiento para el agua limpia, un sistema de bombeo para desplazar el agua de la fuente a través de un pre-filtro, para eliminar desechos de mayor tamaño que puedan obstaculizar el paso del agua durante los procesos a continuar. Un filtro para eliminar microorganismos y cualquier otra partículas de menor tamaño, y antes de la entrada al maletín, un filtro de carbono libre, para eliminar partículas metálicas o químicas que se encuentre en el agua y puedan afectar la salud del usuario, a corto o largo plazo.

**Figura 6. Diagrama de la alternativa 1.**



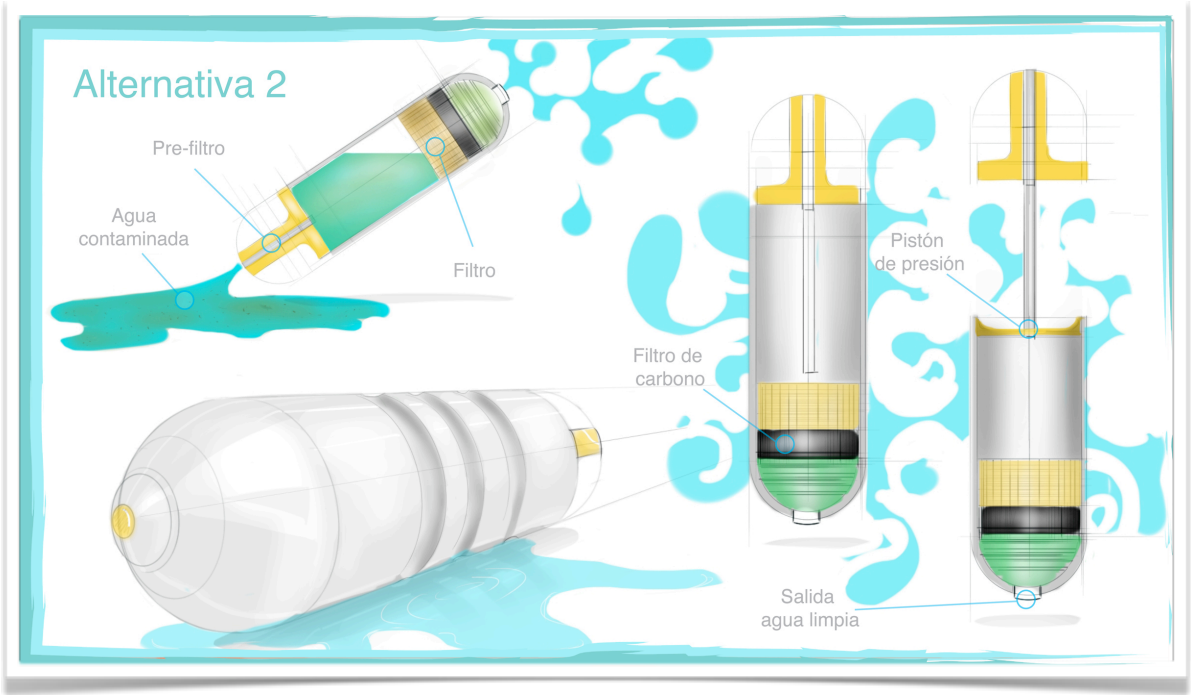
Fuente: Elaborado por los autores.

## 7.2 ALTERNATIVA 2

Consta de un cuerpo principal cilíndrico para recolecta el agua por absorción por medio de un emboló, (principio de jeringa), donde al ser utilizado recoge el agua sucia o contaminada de posos, charcos y pequeñas acumulaciones de agua, con capacidad máxima de 2 litros.

El agua es conducida hacia una salida, al presionar el embolo hacia adentro del cilindro, obligando al agua a pasar atreves de los filtros cerámicos y carbono, para limpiarla.

**Figura 7. Diagrama de la alternativa 2.**

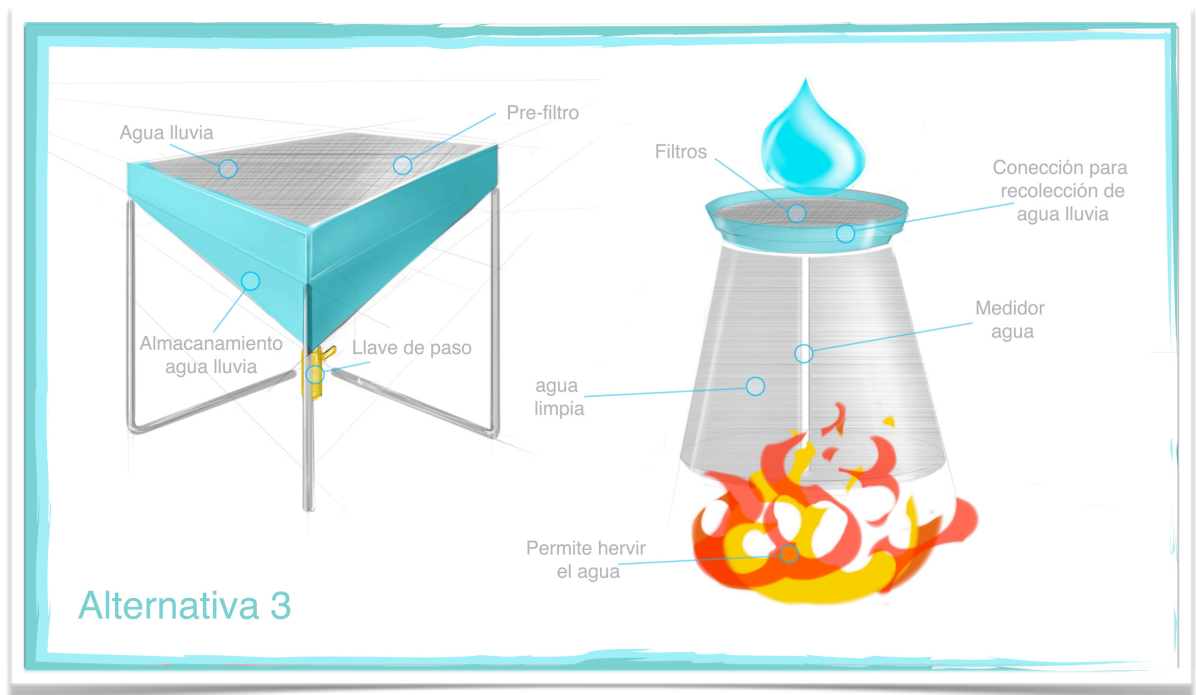


Fuente: Elaborado por los autores.

### 7.3 ALTERNATIVA 3

Esta alternativa se centra en la recolección de agua de lluvia para el consumo, consta de una estructura recolectora, un sistema que permite el paso o el cierre de agua, para cuando se desee sacar el agua para filtrarla y para posteriormente hervirla.

**Figura 8. Diagrama de la alternativa 3.**

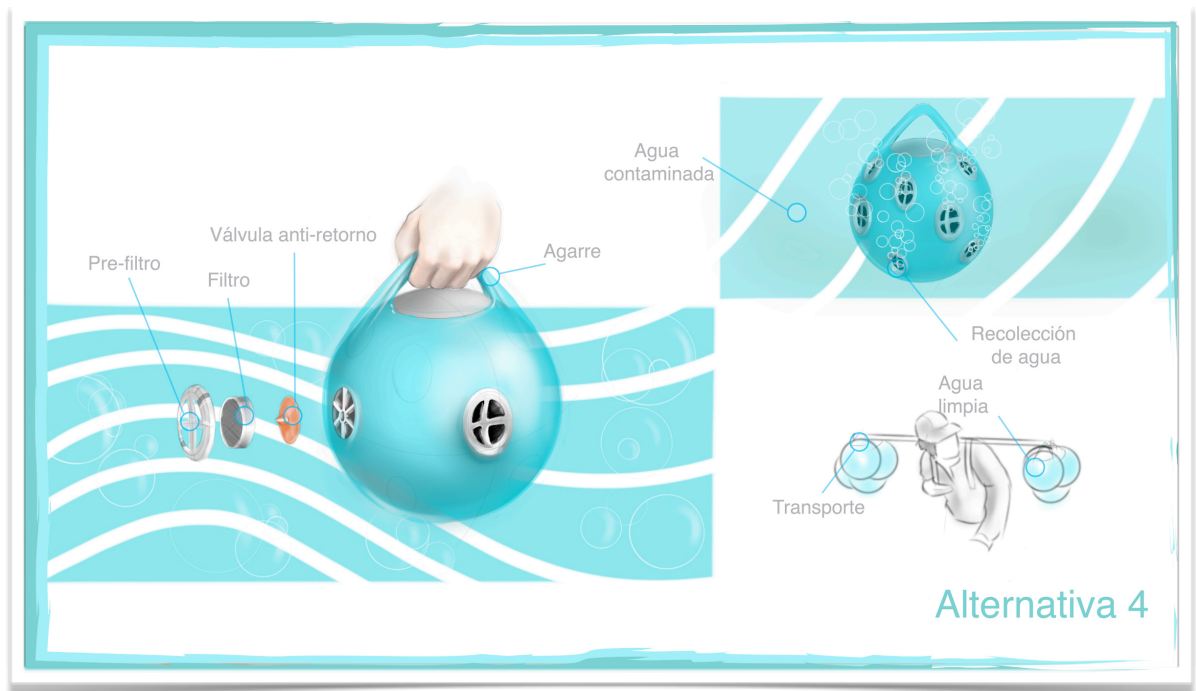


Fuente: Elaborado por los autores.

## 7.4 ALTERNATIVA 4

La recolección se realiza por inmersión, el cuerpo principal es una esfera para aprovechar la presión ejercida por el agua al momento de ser sumergida, los pre-filtros y filtros, están localizados en la parte exterior de la esfera, y se encuentra alrededor de toda esta, permitiendo la entrada y filtración del agua a medida que se va llenando, las válvulas anti-retorno actúan aprovechando la presión interna del agua en el recipiente, bloqueando la salida de la misma, al sacar la esfera del agua.

Figura 9. Diagrama de la alternativa 4.

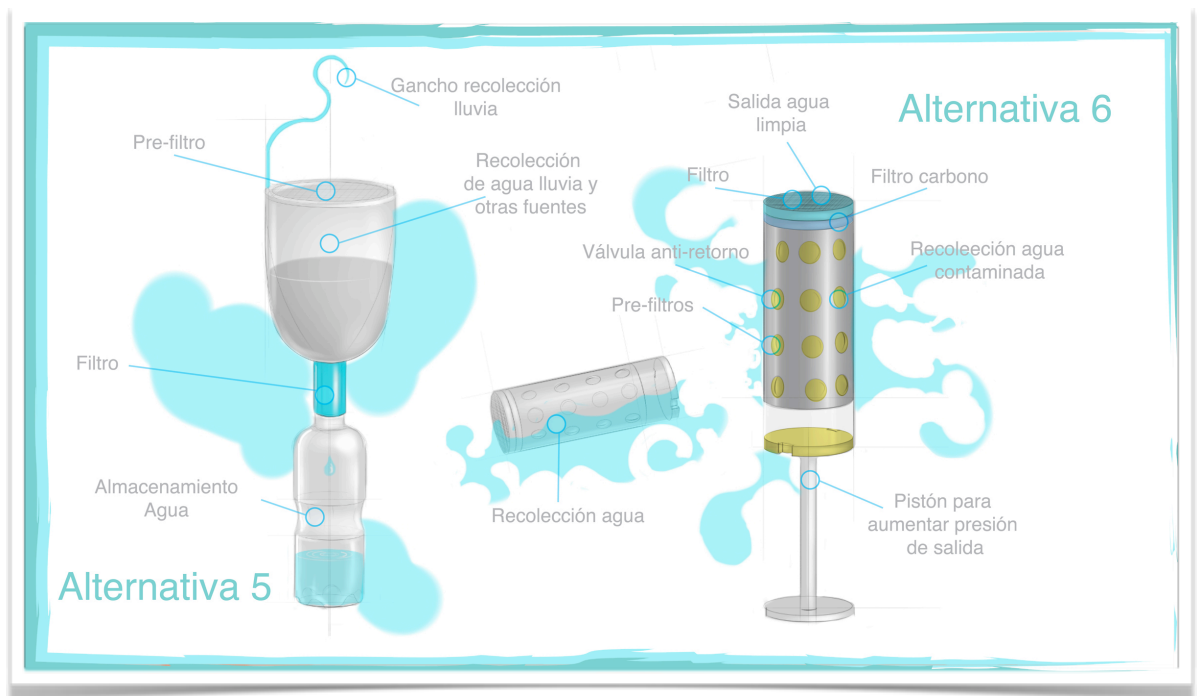


Fuente: Elaborado por los autores.

## 7.5 ALTERNATIVA 5

La alternativa cinco esta compuesta, por una bolsa de recolección que permite versatilidad en la fuente de recolección, puede recolectar agua de lluvia, agua en movimiento como ríos y agua estancada, como lagos o charcos. Después de la recolección, se procede a la filtración, colgando la bolsa y uniéndola al recipiente donde se depositara el agua filtrada.

**Figura 10. Diagrama de la alternativa 5 (izquierda) y la alternativa 6 (derecha).**



Fuente: Elaborado por los autores.

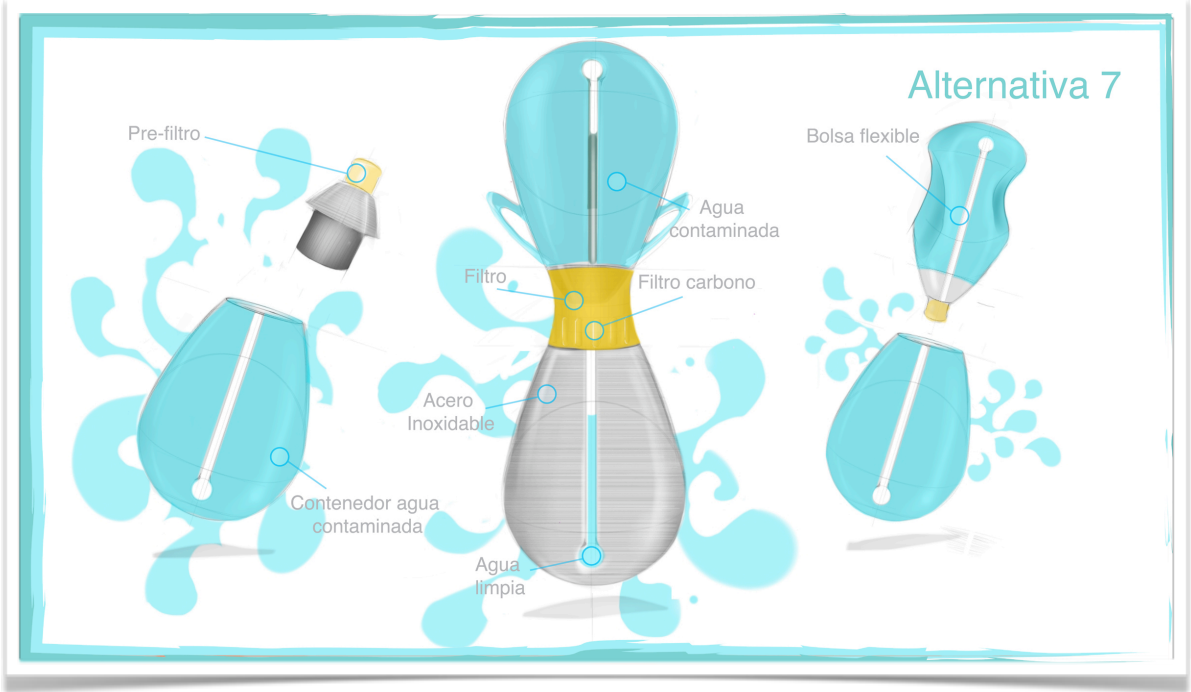
## **7.6 ALTERNATIVA 6**

Se compone de un contenedor principal, en forma de cilindro, con perforaciones en los diferentes ejes para que entre el agua a través de un pre-filtro. El contenedor se sumerge en el agua contaminada hasta llenarse y después se retira; Las válvulas anti-retorno, evitan que el agua se salga por las perforaciones. Para filtrar el agua se saca un pistón que se encuentra en la parte inferior y se presiona para que el agua salga filtrada por la parte contraria.

## **7.7 ALTERNATIVA 7**

Esta alternativa esta compuesta de dos recipientes, uno de recolección y otro para almacenar y hervir el agua ya filtrada. Una vez recolectada el agua, los dos recipientes se unen, a través de un racor con los filtros, para que el agua pase de uno al otro, gracias a la gravedad. El recipiente de recolección, tiene la posibilidad de presionarse para acelerar el proceso y el otro recipiente soporta el fuego para poder hervir el agua en él.

Figura 11. Diagrama de la alternativa 7.



Fuente: Elaborado por los autores.

## 7.8 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de las siete alternativas se realiza para escoger las tres alternativas más viables, para continuar con la realización de prototipos de funcionamiento para poder evaluarlas con los usuario. La siguiente tabla muestra los criterios de evaluación y la puntuación de cada alternativa.

**Tabla 3. Evaluación de alternativas.**

Criterios de evaluación	Alternativa						
	1	2	3	4	5	6	7
Número de piezas	13	8	7	21	6	23	5
Fuentes de recolección (Lluvia, Movimiento, estancada) <sup>1</sup>	1	2	2	1	0	1	1
Número de pasos para purificar el agua	4	4	3	3	2	3	3
Número de partes difíciles de limpiar	4	3	1	7	1	17	1
Número de mecanismos	3	3	1	7	0	18	0
Número de filtros	3	3	3	13	3	19	3
Total	28	23	17	52	12	81	13

Fuente: Elaborado por los autores.

**Nota:**

1. Al ser la evaluación mejor al tener menor puntuación, y ser tres fuentes de recolección consideradas, se suma el número de fuentes que no cumple.

Al evaluar las alternativas, los resultados arrojados, son a favor de las alternativas 3, 5 y 7 ya que obtuvieron los menores puntajes.

## **7.9 PROTOTIPADO DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS**

Las alternativas seleccionadas anteriormente, se construyen para poder comunicarlas y evaluarlas con los usuarios y así, evolucionarlas. Estos modelos se realizan para verificar el entendimiento y la reacción de los usuarios frente a éstas, más no, el funcionamiento y efectividad de las alternativas. Como se describió anteriormente, la idea de los prototipos es comunicar ideas de una manera rápida y económica.

**7.9.1 Prototipo de alternativa 3 o alternativa de recolección de lluvia.** Este prototipo (izquierda de la figura 12) permite recolectar hasta 40 litros de agua de lluvia para ser filtrada. Se realizó con una estructura, una bolsa plástica y un dispositivo para la salida de agua.

**Figura 12. Prototipos de alternativa 3 (izquierda) y 5 (derecha).**



Fuente: Elaborado por los autores.

**7.9.2 Prototipo de alternativa 5 o alternativa de recolección de lluvia y agua estancada.** Este modelo (derecha figura 12) posee la versatilidad de recolectar agua de lluvia o agua de lugares estancados, alcanza a recolectar hasta 8 litros de agua, está construido con una bolsa para la recolección, un colador para el pre-filtrado, un sistema de paso y flujo del agua, y un envase de recolección.

**7.9.3 Prototipo de alternativa 7 o alternativa de recolección de agua estancada.** Esta construido con dos botellas plásticas unidas por las tapas, representando el filtro. Con esta alternativa, solo se puede recolectar agua de lugares estancados y alcanza a recolectar 2 litros de agua.

**Figura 13. Prototipo de alternativa 7 o alternativa de recolección de agua estancada.**



Fuente: Elaborado por los autores.

## 7.10 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS CON LOS USUARIOS

Una vez construidos los prototipos, se procede a evaluar las alternativas con los posibles usuarios. Se busca evaluar el entendimiento de las alternativas, y la aceptación por parte de los usuarios. Así como también, el “Porque” de esta aceptación. Para lograrlo se desarrollan secuencias de escenarios explicados a continuación.

**7.10.1 Secuencia de escenarios.** Los escenarios son caracterizaciones de los usuarios y sus tareas en un contexto específico y ofrecen representaciones concretas de un usuario trabajando con un sistema para conseguir un objetivo específico. El propósito de la construcción de un escenario es generar los requerimientos del usuario final y las metas de usabilidad en las etapas tempranas del ciclo de desarrollo.

Este método se basa en la presentación de secuencias de imágenes que demuestran la relación entre eventos individuales y acciones dentro de un sistema. La constitución de estas representaciones en una secuencia proporciona mucha información, mostrando las posibles estructuras, funcionalidad y opciones en un sistema.

La presentación de escenarios constituye un mecanismo para la exploración de las opciones para los requerimientos de usuario mediante una representación estática que puede ser mostrada a usuarios potenciales o miembros del equipo de diseño. Esto puede resultar en una selección y refinamiento de los requerimientos.




Se pueden obtener respuestas sobre la funcionalidad del sistema, así como sobre el estilo y modos de funcionamiento, en etapas tempranas del proceso de desarrollo, cuando los cambios pueden ser más fácilmente implementados. La situación es muy similar a la del prototipado, representándose, además, la gestión y resultados de las funcionalidad del mismo.

**7.10.2 Desarrollo de las secuencias de escenarios.** Para el desarrollo de la prueba, se cuenta con una mesa, dos sillas enfrentadas, (una para el participante y la otra para la persona que esta realizando la prueba) se busca quedar al mismo nivel de participante, para que éste no se sienta intimidado.

Una vez que el participante ha aceptado realizar la prueba, se procede a sentarse. Se le explica el contexto en el que se encontraría al utilizar las alternativas (desastre natural), y se le pide que organice las tarjetas con las imágenes, según el orden que el creé que se utilizaría. Posteriormente, se le pide que explique como se utilizaría, de acuerdo a como lo organiza. Sí, en la organización de las tarjetas, quedo alguna mal, se corrige y se explica como es en realidad, para proceder con la siguiente.

Realizada la actividad con las diferentes alternativas, se le pregunta al usuario, que al estar en esa situación con cual de las tres preferiría contar y porque. Toda la información es consignada en el formato que se muestra en la figura 14.

**Figura 14. Formato de recolección de información de secuencia de escenarios.**

Edad:	Ocupación:	Sexo:			
• Organización alternativa 1 (Estancada):					
1	2	3	4	5	6
Explicación:					
• Organización alternativa 2 (lluvia - estancada)					
1	2	3	4	5	
Explicación:					
• Organización alternativa 3 (lluvia):					
1	2				
Explicación:					
• Cual le parece mejor: 1 - 2 - 3 Porque:					

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 15. Secuencia de escenarios alternativa 1 (Estancada).



Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 16. Secuencia de escenarios alternativa 2 (Lluvia - Estancada).



Fuente: Elaborado por los autores.

**Figura 17. Secuencia de escenarios alternativa 3 (Lluvia).**



Fuente: Elaborado por los autores.

**Figura 18. Fotografía de la ejecución de secuencia de escenarios.**



Fuente: Elaborado por los autores.

La información recolectada de la secuencia de escenarios, se encuentra tabulada en la tabla 4.

**Tabla 4. Información recolectada por el método de Secuencia de escenarios.**

Edad	Ocupación	Sexo	# de errores alternativa			Preferencia			Razón
			1	2	3	1	2	3	
27	Ing. Electrónico	M		2			1		Versatilidad
25	Estudiante	M						1	Fácil, Menos pasos
20	Estudiante	F						1	No ensamblajes,
27	Docente	M		2			1		2 opciones
51	Odontóloga	F	3				1		Menos pasos y versatilidad
23	Estudiante	M	1			1		1	Cantidad
23	Estudiante	M		2			1		2 opciones
20	Estudiante	F				1		1	Rápida, menos pasos, mayor cantidad. Llave y se estanca
23	Estudiante	M					1		2 opciones
77	Ama de casa	F	2					1	Siempre llueve
16	Estudiante	M						1	Menos pasos
35	Ama de casa	F	3				1	1	Funcionalidad
46	Tendero	M		3		1			Menos espacio
29	Ingeniero	M					1	1	+ agua almacenada
62	Conductor	M	4	2			1		Cualquier lugar
51	Cargador	M	2				1	1	Traslado de agua
58	Mensajera	F	2				1		versátil
48	Oficios varios	F	3	2				1	+ fácil
15	Estudiante	M		1		1			No siempre llueve
75	Jubilado	F	3	1			1		Mas posibilidades

**Tabla 4. (Continuación)**

Edad	Ocupación	Sexo	# de errores alternativa			Preferencia			Razón
			1	2	3	1	2	3	
61	Comerciante	M	1	1			1		Más fuentes de agua
63	Mecánico	M	2					1	Menos pasos
19	Técnico	F		1			1		Más fuentes de agua
17	Bachiller	F						1	Menos pasos
28	Empleada domestica	F	2	1			1		Versatilidad
53	Ama de Casa	F		1			1	1	Facilidad
18	Oficios varios	M	1			1			Siempre se estanca
25	Empleado	M	1					1	Facilidad
65	Conductor	F	1	1		1			Versatilidad
51	Auxiliar odont.	F		1			1		Mas posibilidades
16	Estudiante	M						1	Facilidad
61	Abogado	F					1		Más fuentes de agua
30	Constructor	M	1	1				1	Facilidad
27	Celador	M	1				1		Mas posibilidades
63	Constructor	M	2				1		Más fuentes de agua
15	Estudiante	F				1			Mas Fácil
24	Vendedora	F		1				1	Facilidad
20	Estudiante	M	1	1				1	Facilidad
20	Jardinero	M	1				1		Más fuentes de agua
61	Piscinero	M		1		1			Facilidad
62	Secretaria	F	1			1			Siempre se estanca
65	Mecánico	M	1	1			1		Versatilidad
79	Jubilado	F	2					1	Facilidad
80	Jubilado	M		1				1	Facilidad
63	Ama de Casa	F					1		Mas fuentes de agua
20	Vendedor	F	1				1	1	Mas fuentes de agua
19	Técnico	M	1	1				1	Facilidad
17	Estudiante	F				1			Versatilidad

**Tabla 4. (Continuación)**

Edad	Ocupación	Sexo	# de errores			Preferencia			Razón
			1	2	3	1	2	3	
61	Comerciante	M	1	1				1	Facilidad
64	Ama de Casa	F		1			1		Mas fuentes de agua
16	Estudiante	F					1		Mas fuentes de agua
18	Desempleado	M					1		Versatilidad
81	Jubilado	F	2	1		1			Siempre se estanca
15	Estudiante	M	1	1				1	Mayor cantidad
61	Celador	M		1				1	Menos Pasos
65	Vendedor	F	1	1			1		Fácil Traslado
16	Estudiante	M	1			1			Ocupa menos espa.
62	Conductor	M	2	1				1	Siempre llueve
17	Estudiante	F	3				1		Cualquier lugar
78	Jubilado	M	2				1		Versatilidad
18	Oficios varios	M	3	2				1	Facilidad
	TOTALES		59	37	0	12	29	27	

Fuente: Elaborado por los autores.

### **7.10.3 Conclusiones de la evaluación de las alternativas con los usuarios.**

Después de comunicar, probar y analizar, la prueba de secuencia de escenarios de las alternativas prototipadas, con 61 usuarios potenciales. Se continuara trabajando con la alternativa 2, ya que, a pesar de tener una preferencia parecida por los usuarios, que la alternativa 3, posee la versatilidad de poder recolectar agua estancada y de lluvia. Al hablar de supervivencia después de una catástrofe, ésta cualidad sería una ventaja indiscutible para lograrlo.

Hay que tener en cuenta que la escogencia de la alternativa 3 por los usuarios, se debió principalmente al número reducido de pasos, Lo cual también influyo en que los usuarios no tuvieran errores al momento de ordenarlas.

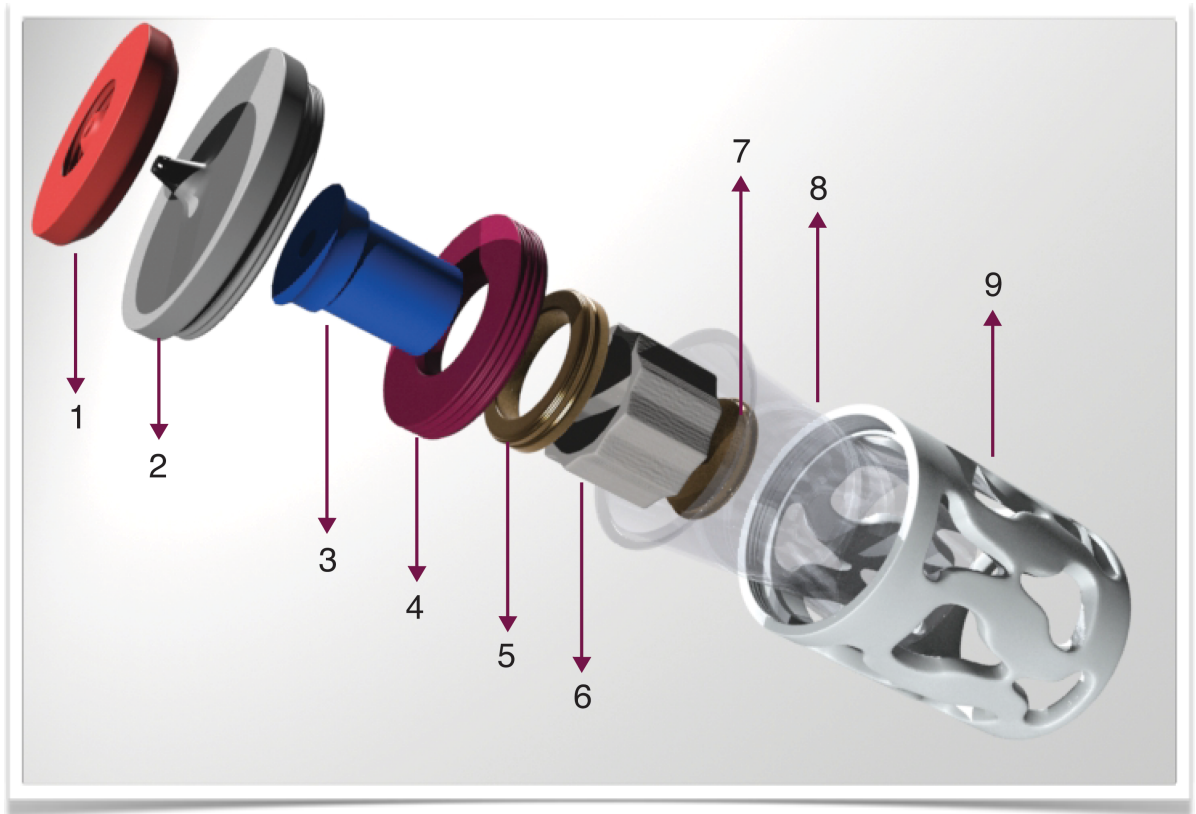
## **8. EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA**

### **8.1 FUNCIONAMIENTO DE ALTERNATIVA**

El desarrollo de la propuesta final, está basado en el funcionamiento descrito a continuación. La forma de las piezas varia un poco en la propuesta final, pero su función y principio es el mismo. La siguiente lista, enumera las piezas que se encuentran referenciadas en el despiece de la figura 19.

1. Válvula de paso de agua con rosca.
2. Tapa con boquilla
3. Filtro microbiológico y de carbono
4. Ensamblajes filtros
5. Ensamble filtro de sedimentos
6. Filtro de sedimentos
7. Tapa posterior del filtro de sedimentos
8. Contenedor aislante de agua contaminada
9. Estructura externa

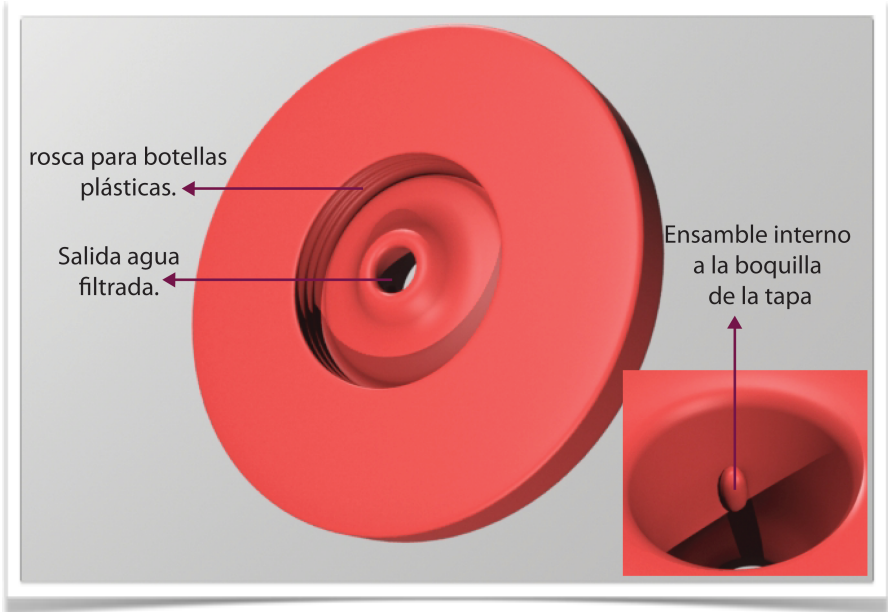
**Figura 19. Despiece.**



Fuente: Elaborado por los autores.

**8.1.1 Válvula de paso de agua con rosca.** Ésta permite el control del paso del agua, por medio de una geometría interna cónica. Al mismo tiempo, la rosca permite el ensamble de botellas plásticas de gaseosa comunes de cualquier tamaño, para el almacenamiento del agua filtrada.

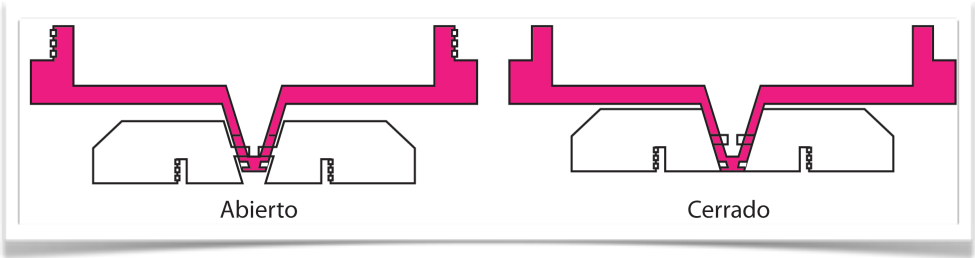
**Figura 20. Detalle válvula de paso de agua con rosca.**



Fuente: Elaborado por los autores.

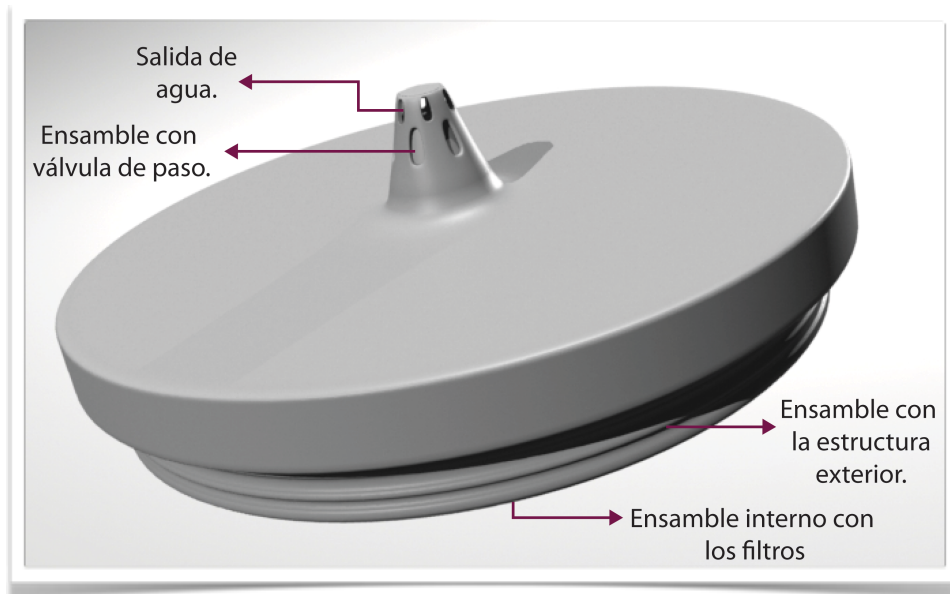
**8.1.2 Tapa con boquilla.** Su unión con la válvula de paso permite el paso del fluido. Además, se ensambla con la estructura externa y con la pieza que ensambla filtros.

**Figura 21. Detalle ensamble de Válvula de paso de agua con la tapa con boquilla.**



Fuente: Elaborado por los autores.

**Figura 22. Detalle tapa con boquilla.**



Fuente: Elaborado por los autores.

**8.1.3 Filtro microbiológico y de carbono.** Es el encargado de eliminar la mayor cantidad de microorganismos patógenos que se encuentren en el agua, así como también, elimina metales perjudiciales para el hombre. Mas adelante, se especificará con detalle acerca del filtro.

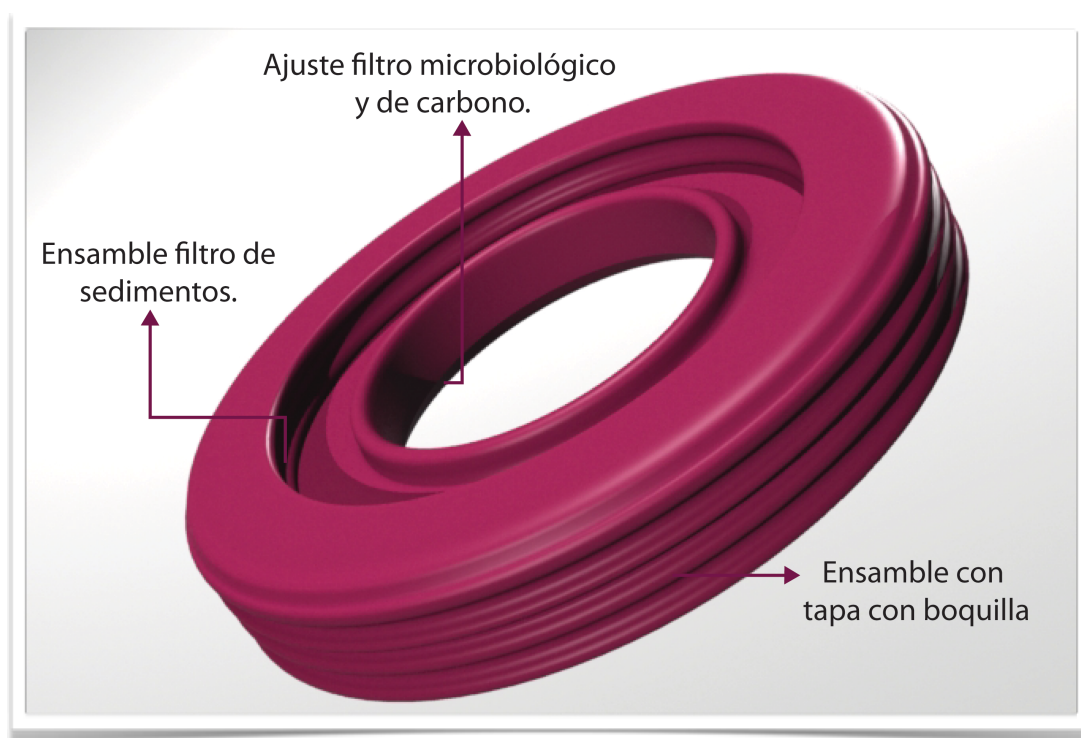
**8.1.4 Ensamble de filtros.** Evita que el agua que no ha pasado por los filtros salga por la boquilla y permite el ensamblaje con la tapa con boquilla. Además, permite que los filtros se puedan sacar fácilmente sin tener que desarmar todo el elemento.

**8.1.5 Ensamble filtro de sedimentos.** Permite ajustar el filtro de sedimentos al ensamblaje de filtros y evita que pase el agua sin ser filtrada, así como también, ayuda a que el filtro de sedimentos mantenga su forma.

**8.1.6 Filtro de sedimentos.** Evita el paso de partículas que puedan afectar el funcionamiento del filtro microbiológico y mejora la calidad del agua.

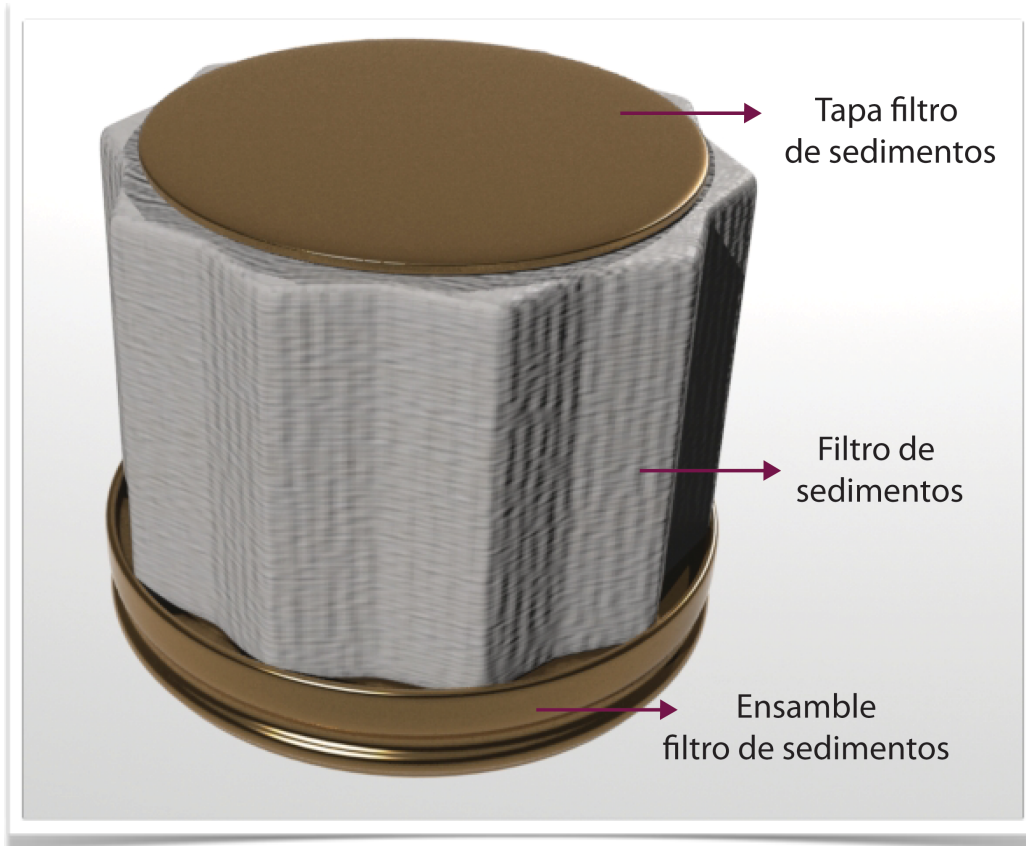
**8.1.7 Tapa posterior del filtro de sedimentos.** Al igual, que el ensamble del filtro de sedimentos evita que el agua que no a sido filtrada pase y ayuda a mantener la forma del filtro.

**Figura 23. Detalle de ensamble de filtros.**



Fuente: Elaborado por los autores.

**Figura 24. Detalle de filtro de sedimentos con tapa y ensamble.**

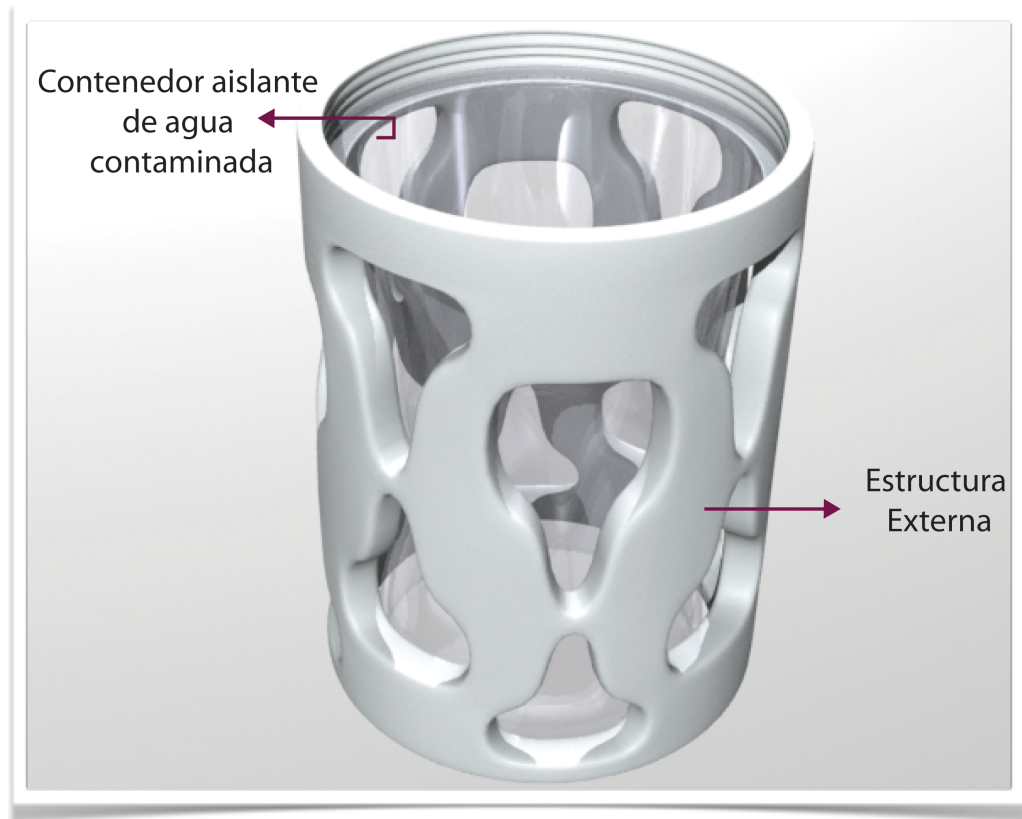


Fuente: Elaborado por los autores.

**8.1.8 Contenedor aislante de agua contaminada.** Al ser translucido permite ver la calidad del agua recolectada y como va bajando el nivel del agua. Al mismo tiempo permite la recolección del agua contaminada y evita filtraciones.

**8.1.9 Estructura externa.** Facilita la manipulación del volumen de agua, al igual que la recolección del agua y permite el ensamble con la tapa con boquilla.

**Figura 25. Contenedor aislante de agua contaminada y estructura externa.**



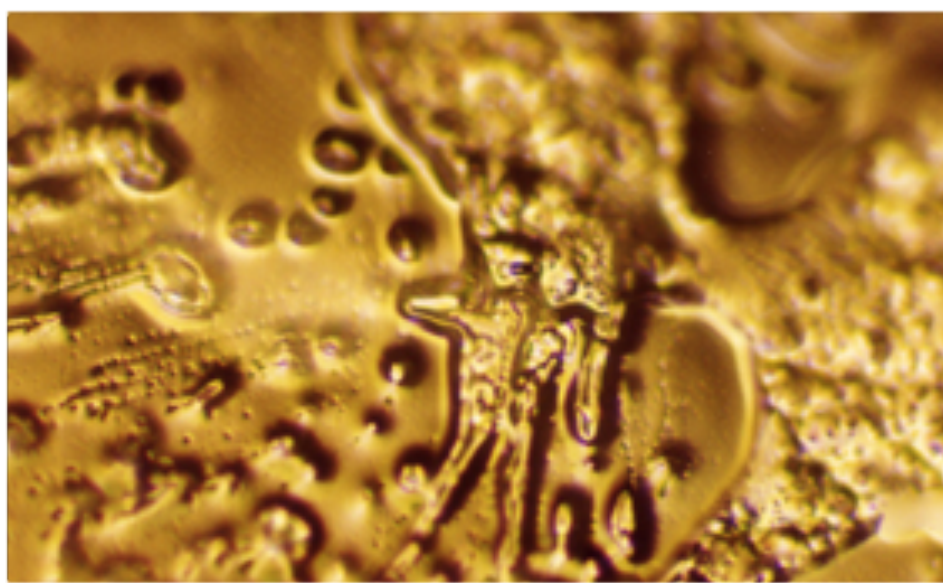
Fuente: Elaborado por los autores.

## **8.2 ANALISIS FORMAL DE LA MOLECULA DEL AGUA**

Las estructuras moleculares de partículas, en este caso del agua, tienen la propiedad de cambiar su distribución y forma, según el estado en que se encuentre la materia (sólido, líquido o gaseoso). Para desarrollar la parte formal del producto, se parte del análisis de distintos aspectos del agua, para ser utilizados posteriormente en las diferentes partes del diseño final. Uno de los aspectos analizados, es como se ve y se comporta una gota de agua en estado sólido.

Masaru Emoto<sup>7</sup>, es un autor japonés conocido por sus controvertidas afirmaciones de que las palabras y pensamientos dirigidos hacia un volumen de agua a punto de congelar influirían sobre la forma de los cristales de hielo resultantes. Según Emoto, la apariencia estética de los cristales depende de si las palabras o pensamientos sean positivos o negativos. Si el agua que se congelaba se le enseñaban mensajes positivos o se ponía música clásica de fondo, la fotografía que se obtenía solía ser blanca, de un color puro y forma de estrella casi perfecta. Por el contrario, si se la exponía a mensajes negativos o música satánica las formas se volvían irregulares, violentas por decirlo de alguna manera, predominando los colores marrones.

**Figura 26. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a pensamientos negativos.**



Fuente: Estudio de Masaru Emoto en <http://www.masaru-emoto.net/>

---

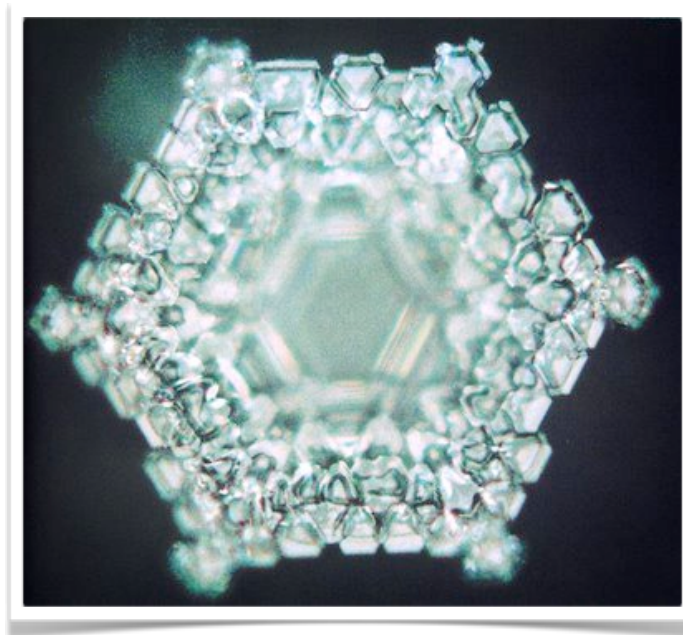
<sup>7</sup> Escritor japonés, nacido en Yokohama el 22 de julio de 1943, famoso por sus investigaciones acerca del comportamiento del agua según su entorno, publicadas en los volúmenes titulados *Messages from Water*.

**Figura 27. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a pensamientos positivos.**



Fuente: Estudio de Masaru Emoto en <http://www.masaru-emoto.net/>

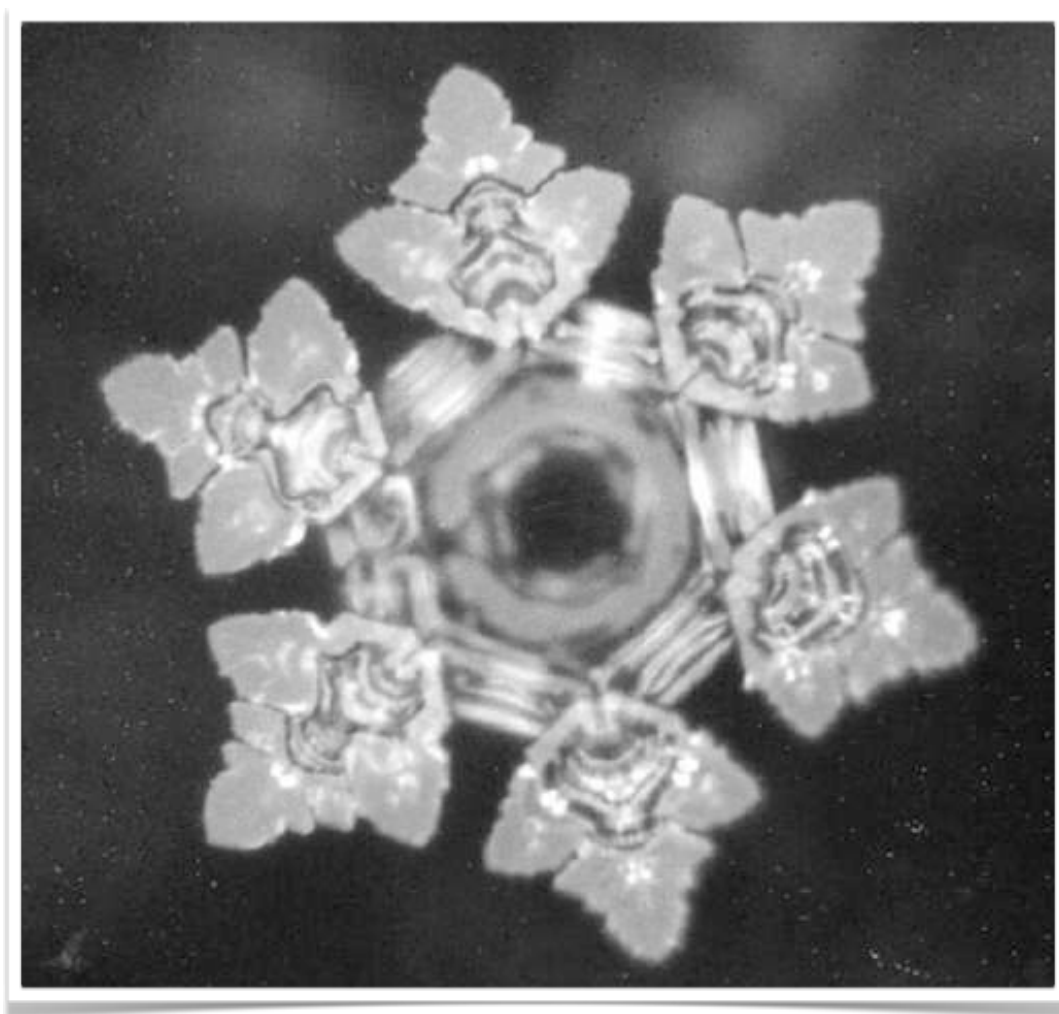
**Figura 28. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a oraciones por monjes en el Tíbet.**



Fuente: Estudio de Masaru Emoto en <http://www.masaru-emoto.net/>

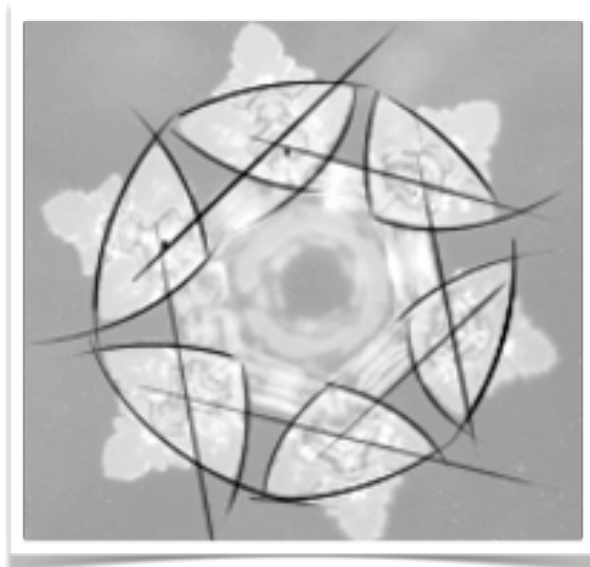
El cristal de agua que se analizará, es un volumen de agua que estuvo sometido a música clásica antes de su congelación. Y su imagen es la siguiente.

**Figura 29. Fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a música clásica.**



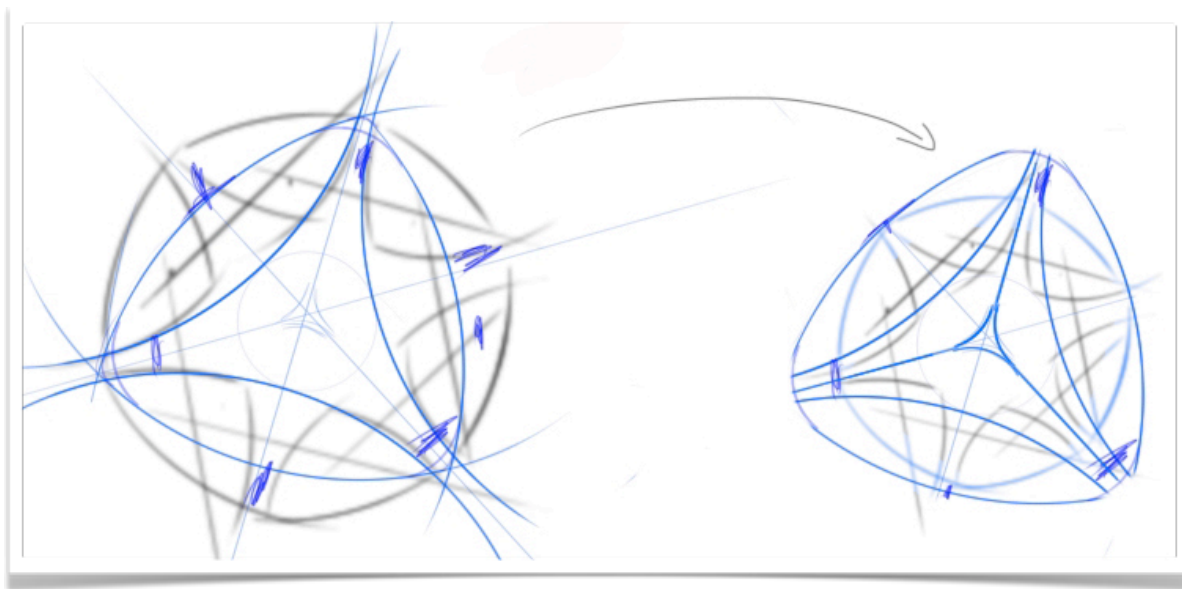
Fuente: Estudio de Masaru Emoto en <http://www.masaru-emoto.net/>

**Figura 30. Geometrización de la fotografía microscópica de un cristal de agua sometido a música clásica.**



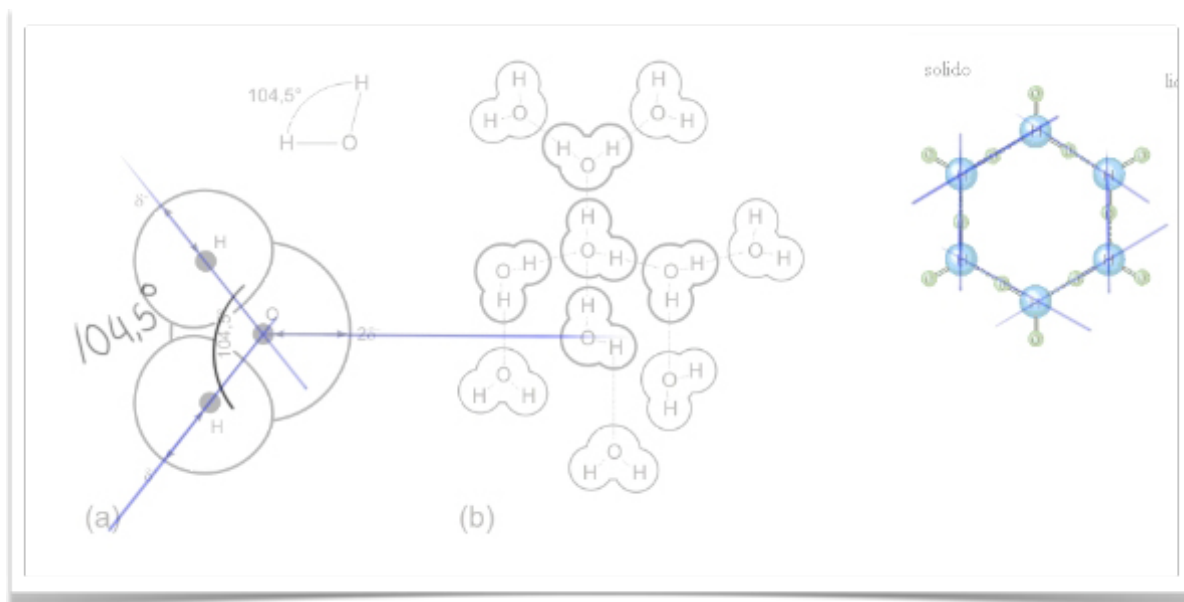
Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 31. Extracción geométrica del cristal de agua.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 32. Geometrización de la distribución de la molécula y la estructura molecular del agua.**



Fuente: Elaborada por los autores.

### 8.3 EVOLUCIÓN FORMAL DE LA ALTERNATIVA FINAL.

Para llegar a la alternativa final, se paso por diferentes propuestas de evolución de la misma alternativa seleccionada por las pruebas de secuencia de escenarios. En las siguientes imágenes se pueden ver algunas de ellas. De igual forma, con algunas transiciones de forma.

Figura 33. Bocetación de la evolución de la alternativa.



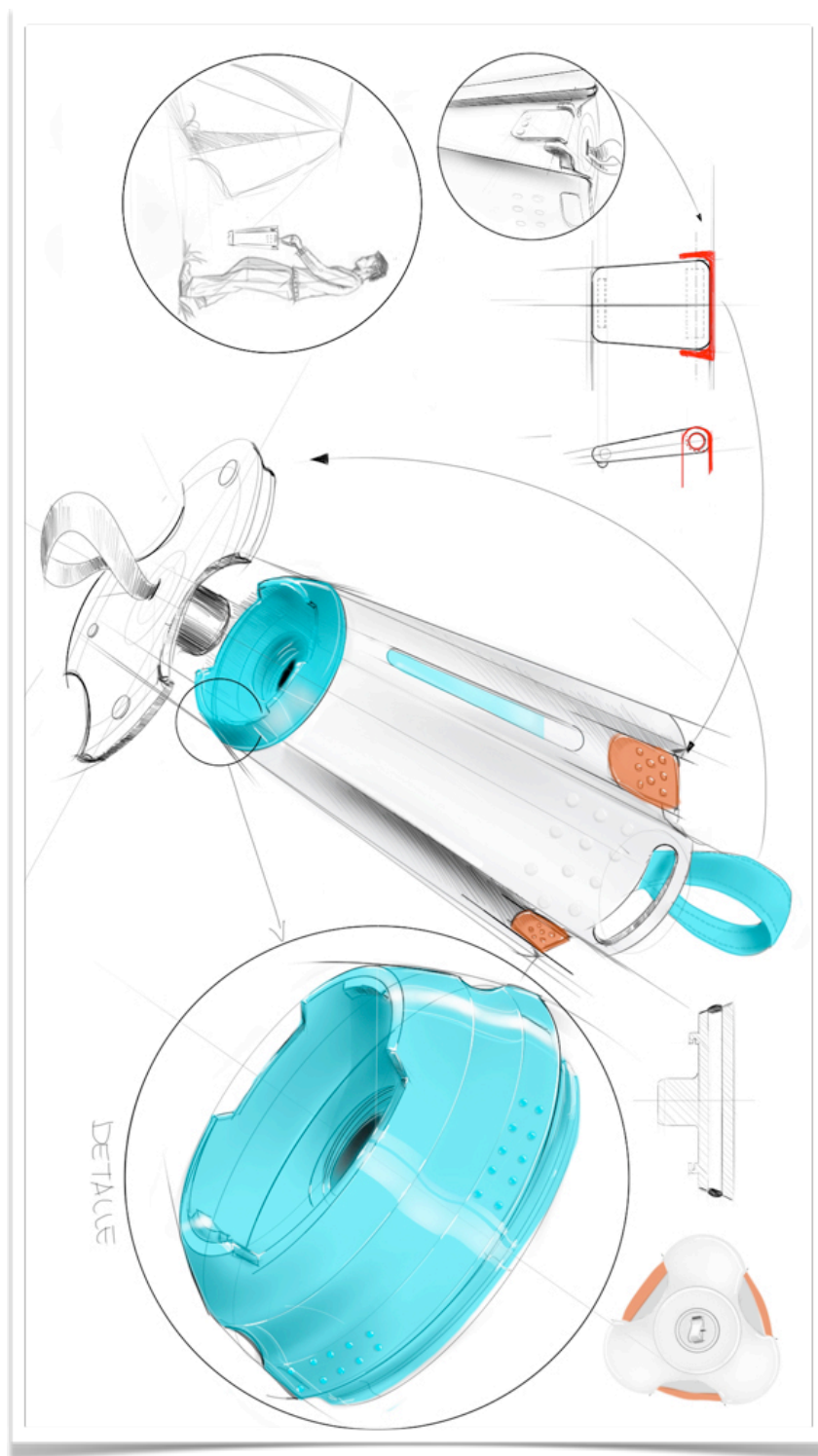
Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 34. Posibles transiciones de forma.**



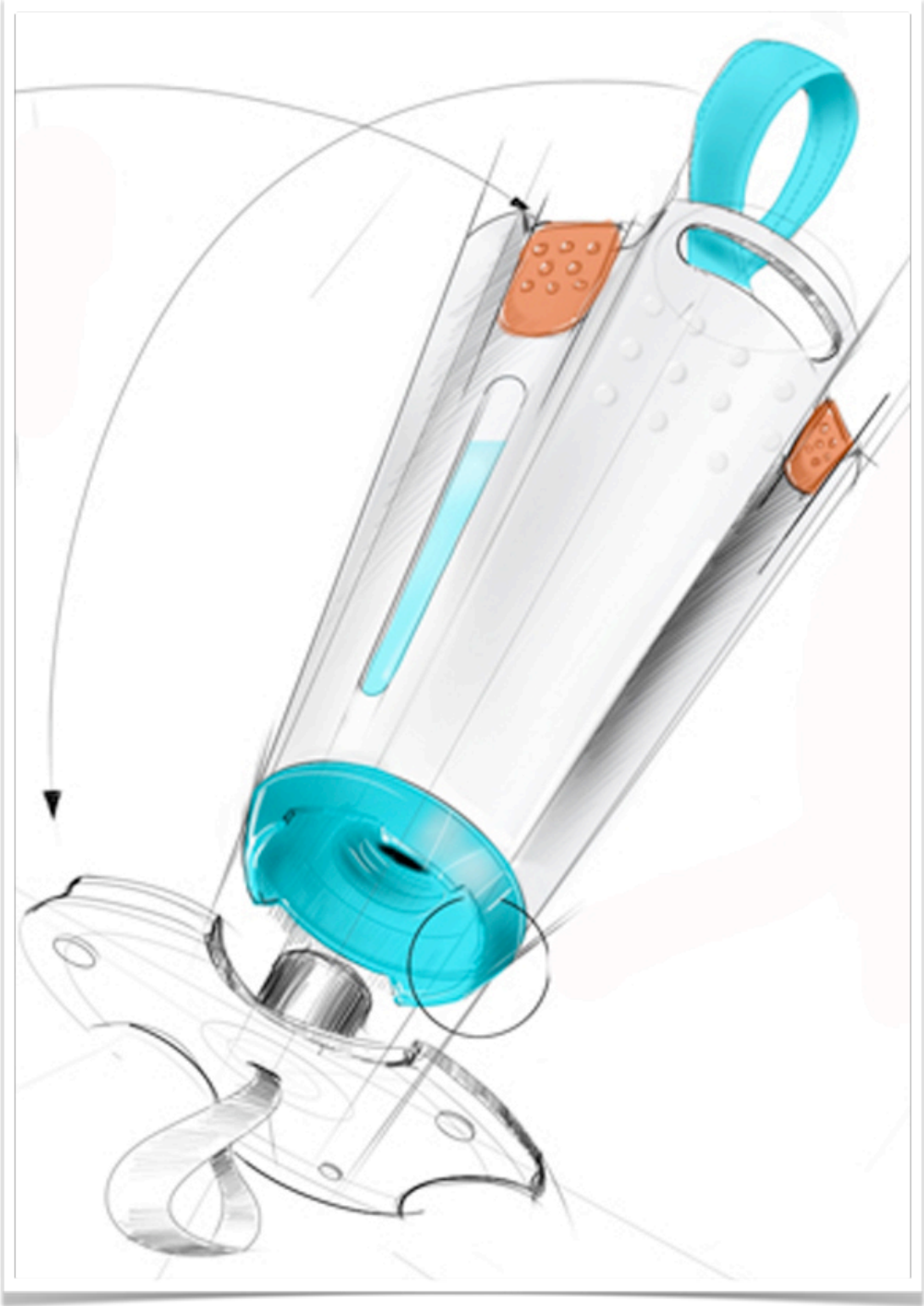
Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 35. Boceto alternativa final.



Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 36. Acercamiento boceto alternativa final.



Fuente: Elaborada por los autores.

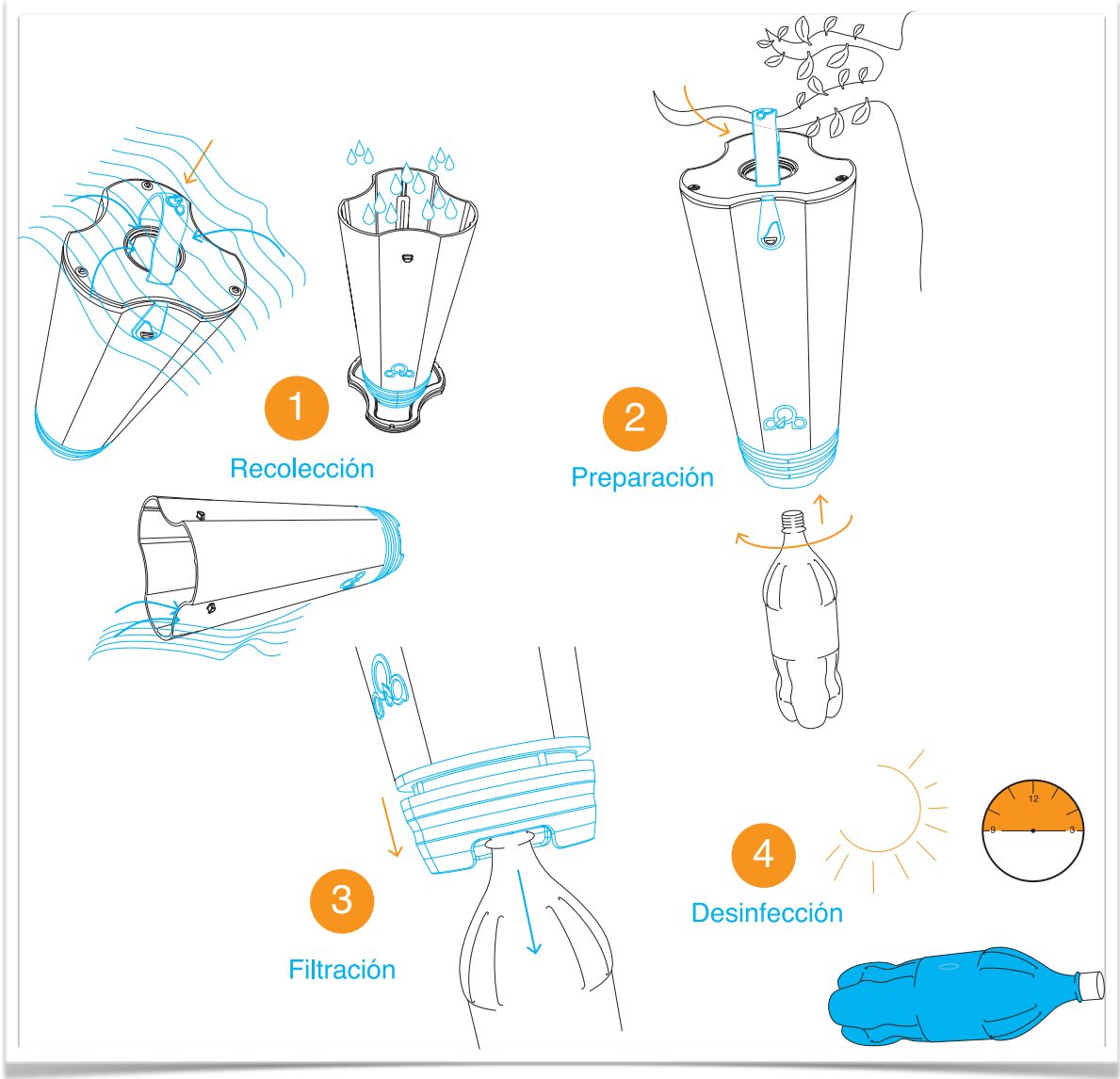
**Figura 37. Render de alternativa final junto con re-diseño del filtro.**



Fuente: Elaborada por los autores.

La propuesta final es un volumen sencillo, inspirado en la molécula del agua y en su pureza, buscando siempre una óptima interacción del usuario y un excelente funcionamiento.

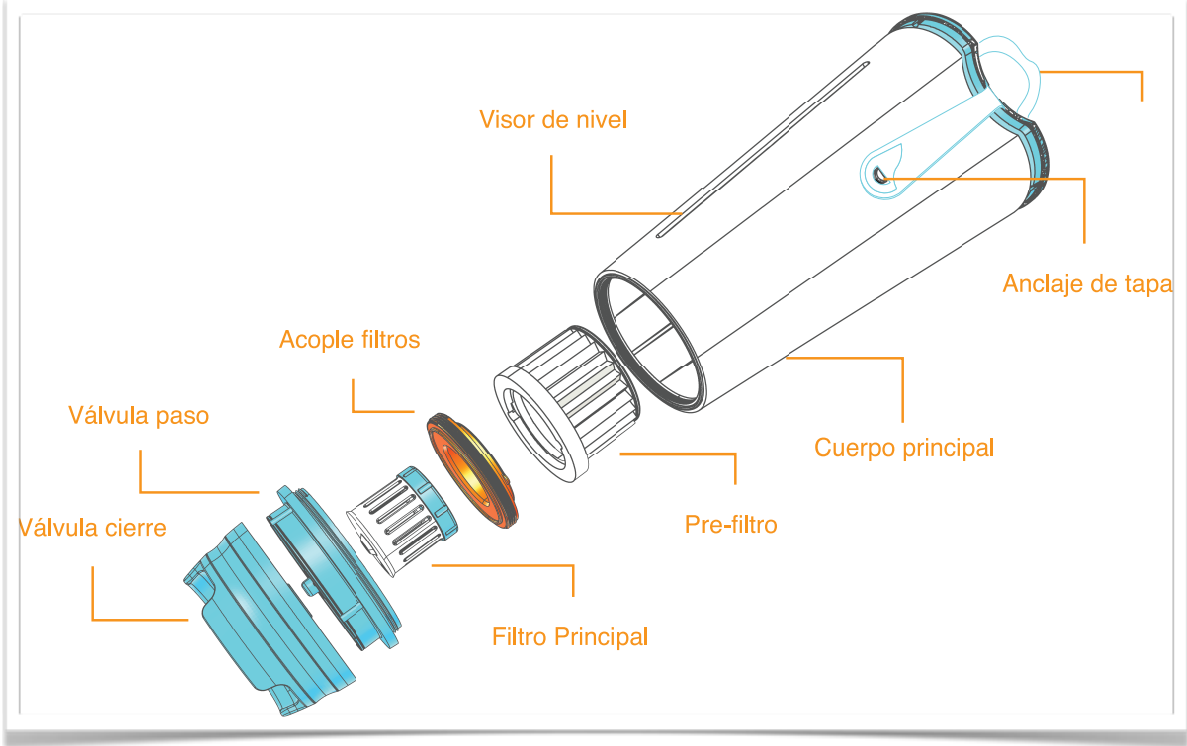
Figura 38. Guía rápida de funcionamiento del sistema aQa.



Fuente: Elaborada por los autores.

El sistema de potabilización aQa, puede recolectar agua de diferentes fuentes y consta de un proceso de filtrado de sedimentos, microorganismos, metales, y desinfección por radiación UV en solo cuatro pasos.

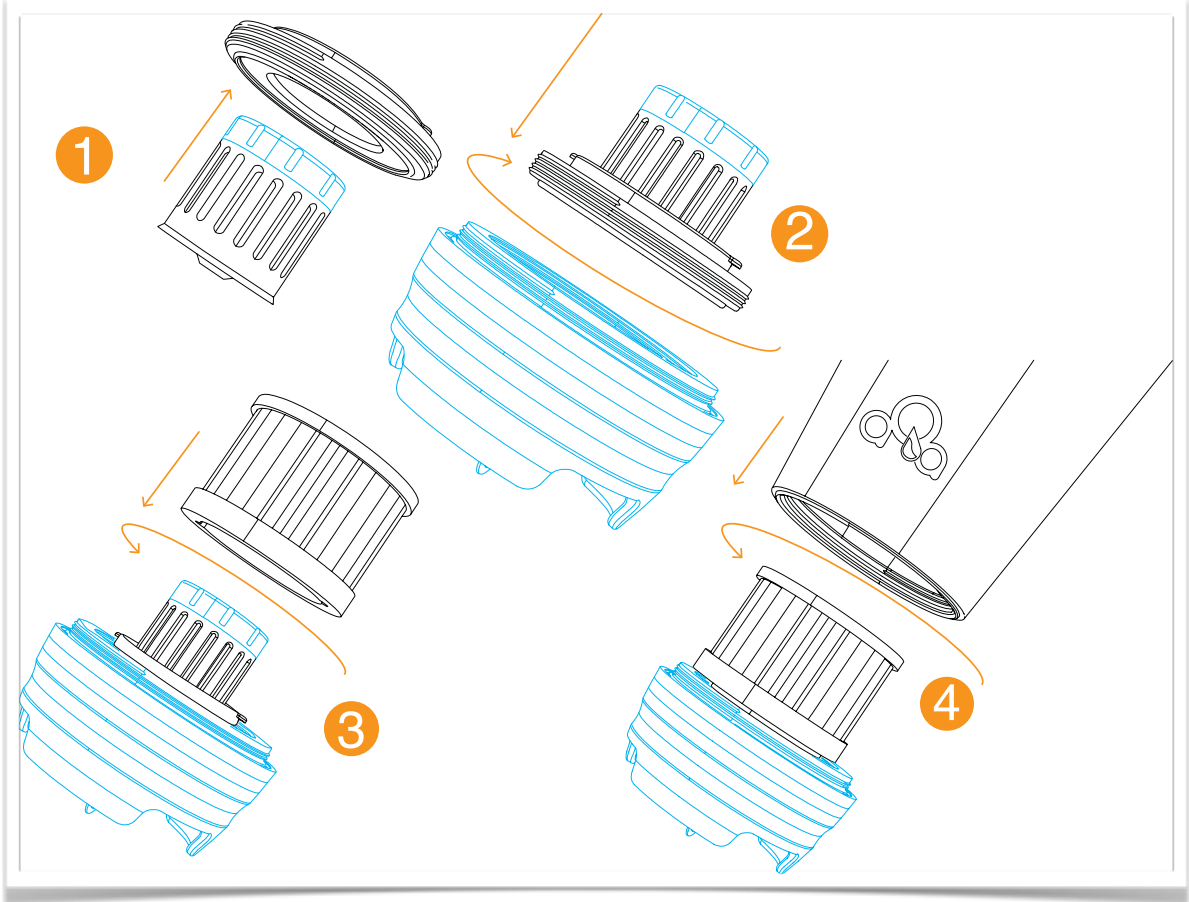
**Figura 39. Explosión del sistema aQa.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Las partes que conforman el sistema son las mismas descritas al principio de este capítulo, solo que su forma cambia para aumentar la precisión y evitar fugas de agua. Los planos de cada pieza se encuentran en los Anexos.

Figura 40. Guía rápida de Armado del sistema aQa.



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 41. Sistema aQa en entorno de desastre.**



Fuente: Elaborada por los autores.

En esta imagen y la siguiente, se puede apreciar la proporción del sistema de potabilización con el humano, en un ambiente de una catástrofe. y la interacción del dispositivo. Las imágenes son posibles interacciones ya que son fotomontajes, más adelante se documenta la interacción real.

**Figura 42. Sistema aQa siendo usado en entorno de desastre.**



Fuente: Elaborada por los autores

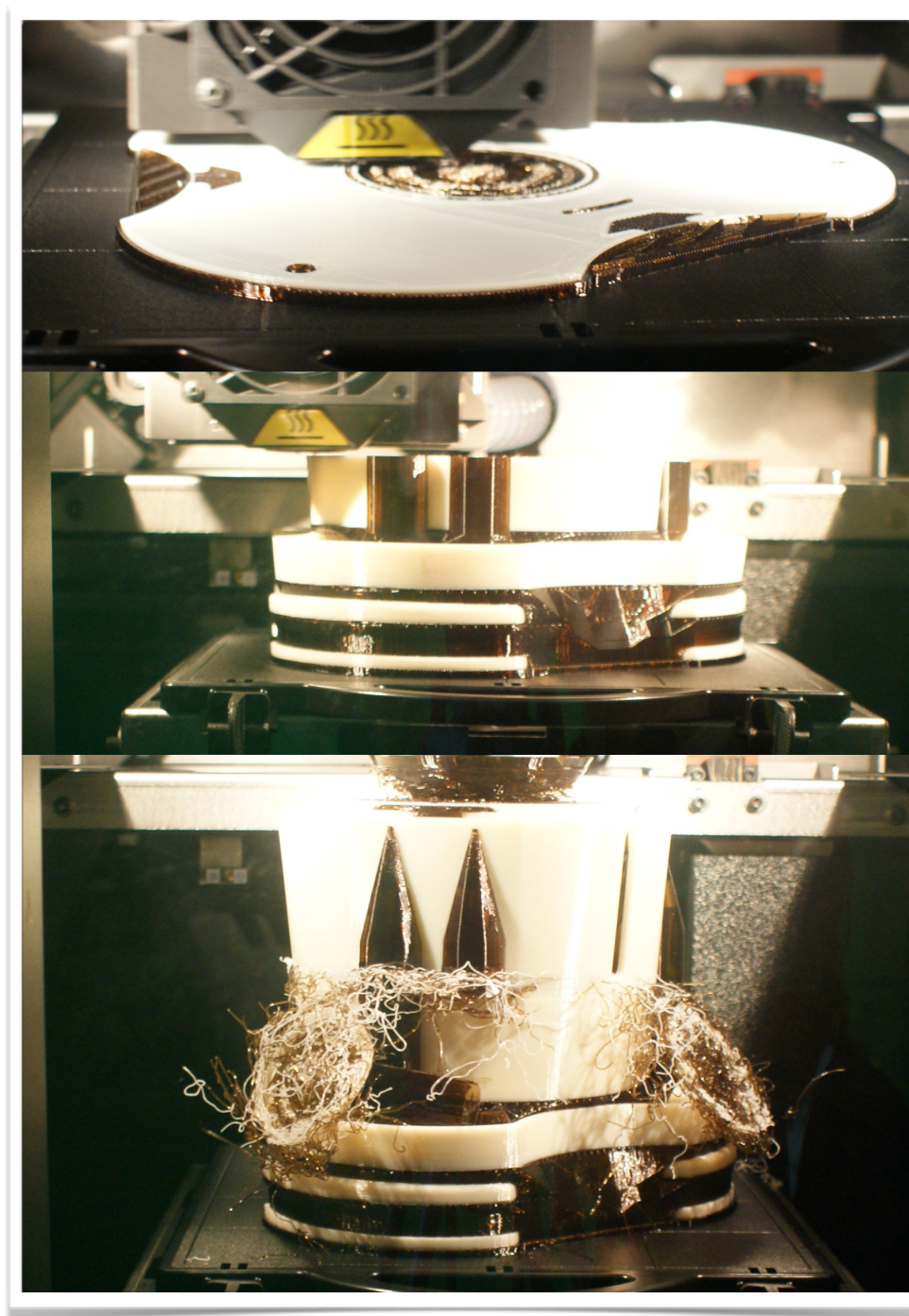
#### **8.4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO FUNCIONAL**

La mayor parte de las piezas, debido a su exactitud dimensional, fueron prototipadas en ABS en una impresora 3D cortesía de TecnoParque Colombia Nodo Bucaramanga<sup>8</sup>. El resto de las piezas fueron construidas a mano por los autores con diferentes materiales especificados más adelante.

---

<sup>8</sup> TecnoParque Colombia es una red liderada por el SENA que pone a disposición de todos los colombianos las herramientas, la asesoría, la infraestructura y los expertos necesarios para el desarrollo de nuevas iniciativas tecnológicas en los diferentes Nodos habilitados a nivel nacional.

**Figura 43. Prototipado de piezas en impresora 3D.**



Fuente: Fotografía tomada por Edison Uriel Rodriguez Cabeza.

**Figura 44. Piezas Prototipadas por la impresora 3D.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Una vez fuera de la impresora 3D, todas las piezas deben pasar por la máquina de lavado para retirar el material café que es el material de soporte y además separa las piezas.



Para determinar el nombre del producto, se busco una palabra corta que fuera fácil de recordar y que hiciera alusión al producto o a su función. Se pensó en la palabra JUYÁ, que en la cultura Wayúu es el dios de la lluvia pero no fue muy popular con los posibles usuarios. También se tubo en cuenta el nombre TAPE, por las iniciales de Tratamiento de Agua Potable de Emergencia. Finalmente, después de muchos otros posibles nombres, se opto por el nombre aQa, que proviene del latín *aqua* que significa agua, por ser corto, fácil de recordar, dar alusión al producto, entre otros factores. El logotipo que se seleccionó es el siguiente.

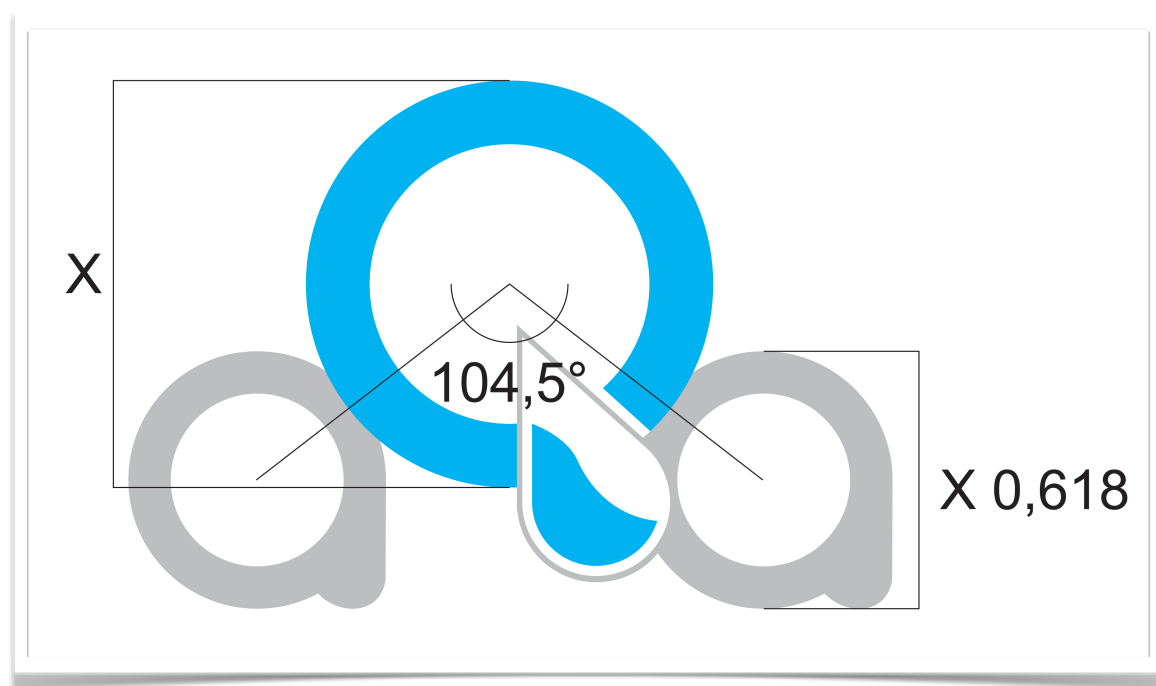
**Figura 46. Logotipo aQa.**



Fuente: Elaborada por los autores.

El logotipo al igual que el producto final, se desarrollo a partir del análisis del agua, los centros de los elementos se encuentran distribuidos en un ángulo de  $104,5^\circ$  al igual que la molécula del agua. El tamaño de las “a” es la proporción áurea de la “Q”, con esta diferencia de tamaño también se quiere dar alusión a un núcleo familiar. Los colores que se utilizan son cían al 90%, y gris al 30%. La tipografía que acompaña el logotipo es la Helvética Neue. La forma del asta curva de la Q, es una gota de agua que esta siendo llenada de agua, dando alusión al producto.

**Figura 47. Construcción del logotipo.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 48. Area de seguridad del logotipo.**



Fuente: Elaborada por los autores.

## 9. ERGONOMÍA

### 9.1 ANALISIS DEL MANEJO DE CARGAS

El manejo de carga, se analizara por medio del método de NIOSH 91<sup>9</sup> para la evaluación de riesgos derivados de la manipulación de cargas. La ecuación calcula el peso recomendado (RWL) para una actividad, a partir de una constante de carga y seis factores cuyos valores oscilan entre 0 y 1. El RWL es el peso de carga que la mayoría de trabajadores sanos pueden manipular, en un periodo de tiempo sin incrementar el riesgo de desarrollar patologías a nivel dorsolumbar.

Los factores a tener en cuenta son:

- Constante de carga (LC)
- Factor de distancia horizontal (HM)
- Factor de altura (VM)
- Factor de desplazamiento vertical (DM)
- Factor de asimetría (AM)
- Factor de frecuencia (FM)
- Factor de agarre o acoplamiento (CM)

---

<sup>9</sup> El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), desarrolló en 1981 una ecuación para el manejo de cargas en el trabajo. Esta ecuación se modifico en el año 1991 con el fin de introducir nuevos factores e introducir el concepto de indice de levantamiento.

La ecuación es la siguiente:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

**9.1.1 Constante de carga (LC).** Es el peso máximo recomendado para unas condiciones ideales de manipulación, considerando como tales, aquellas en las que la manipulación la carga se encuentra a 75 cm del suelo y la distancia desde el agarre al punto medio de los tobillos es de 25 cm, además, el agarre se realiza en condiciones óptimas, con asas o con los dedos doblados 90° sobre la palma. Cualquier condición que se separe de esta definición, implicará un mayor riesgo en la operación. La ecuación de 1991 fijó la constante de carga en 23 kg, modificando lo que se había establecido en 1981, que era de 40 kg.

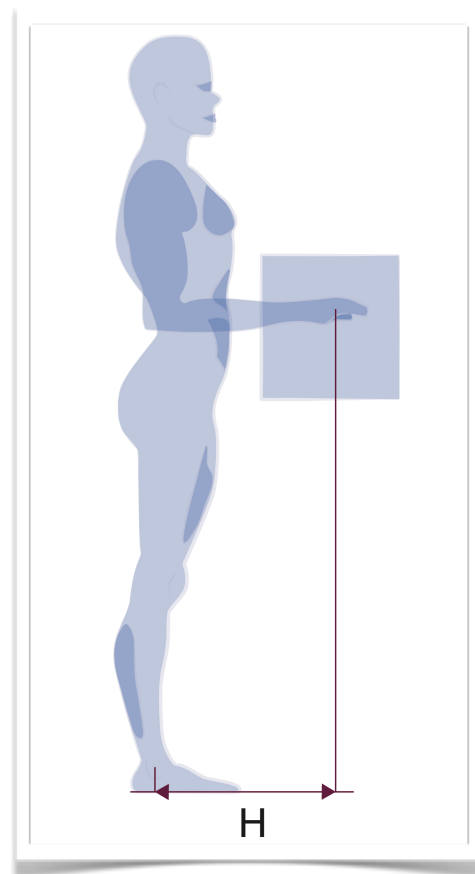
**9.1.2 Factor de distancia horizontal (HM).** Las fuerzas de compresión que aparecen a nivel lumbar, están directamente relacionadas con la distancia horizontal, entre la sujeción de la carga y este punto.

Para la definición de este factor, se toma como distancia horizontal (H), la proyección sobre el suelo, del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos. El factor HM se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} HM &= 1 && \text{si } H < 25 \text{ cm} \\ HM &= 25/H && \text{si } 25 \leq H \leq 63 \text{ cm} \\ HM &= 0 && \text{si } H > 63 \text{ cm} \end{aligned}$$

Se trabaja a con una distancia horizontal de 25 cm; por lo tanto el factor de distancia horizontal será de 1.

**Figura 49. Distancia horizontal (H) para hallar el factor de distancia horizontal.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**9.1.3 Factor de altura (VM).** La posición desde la que se manipula las cargas pueden representar un incremento del riesgo si obliga a manipular las cargas desde posiciones poco favorables (muy bajas o muy altas).

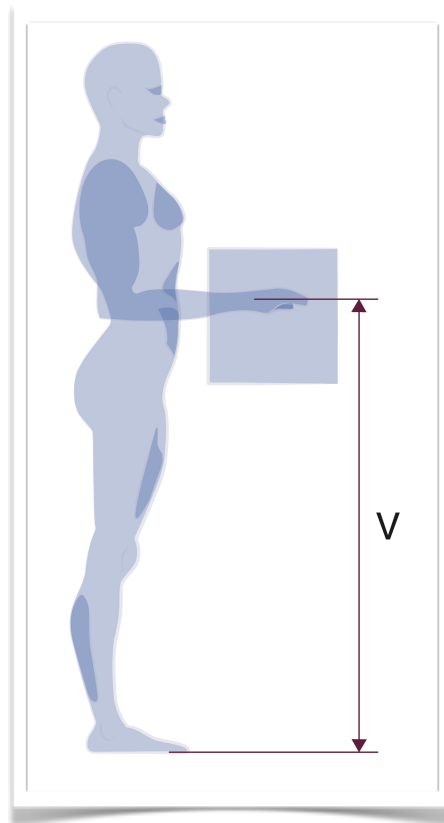
El valor de altura se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VM = 1 \quad \text{si } V = 75 \text{ cm}$$

$$VM = (1 - 0,003 |V - 75|) \quad \text{si } V \neq 75 \text{ cm}$$

Siendo,  $V$  la altura de las manos respecto al suelo. En este caso, la manipulación de la carga es de pie, por lo tanto  $V = 75 \text{ cm}$  y  $VM = 1$ .

**Figura 50. Altura de las manos respecto al suelo ( $V$ ), para hallar el factor de altura**

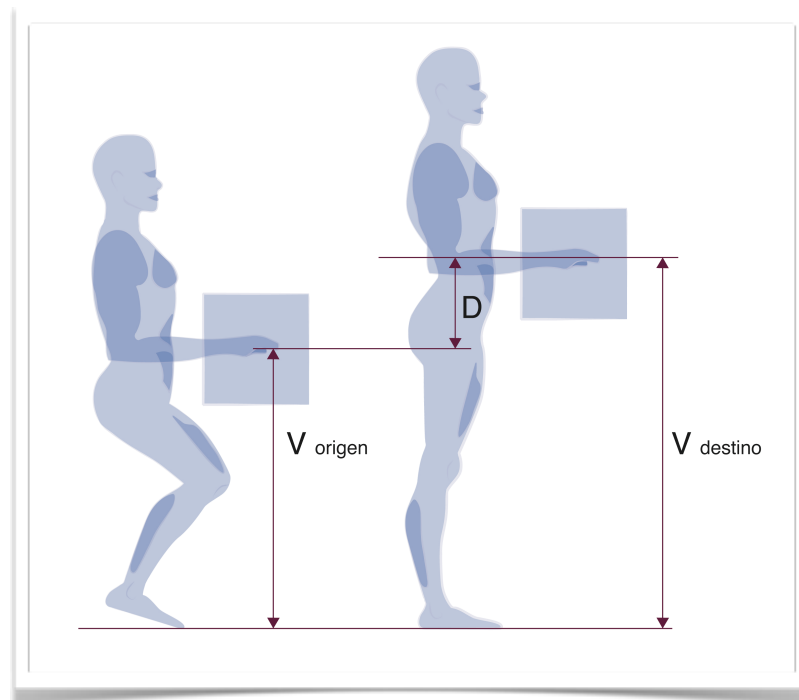


Fuente: Elaborada por los autores.

**9.1.4 Factor de desplazamiento vertical (DM).** Se refiere a la diferencia de altura inicial y final de la carga (D). Esta diferencia se determina como:

$$D = V_{\text{origen}} - V_{\text{destino}}$$

**Figura 51. Desplazamiento vertical (D), para hallar el factor de desplazamiento vertical.**



Fuente: Elaborada por los autores.

A partir de este dato, el factor de desplazamiento vertical se calcula con la siguiente fórmula:

$$DM = 1 \text{ si } D < 25 \text{ cm}$$

$$DM = 0.82 + 4.5/D \text{ si } 25 \leq D \leq 175 \text{ cm}$$

$$DM = 0 \text{ si } D > 175 \text{ cm}$$

Para determinar D, se parte del caso mas extremo, que seria la recolección de agua desde el piso. Por lo tanto, V origen sería 0 cm y V destino 75 cm, siendo D 75 cm. Aplicando la formula, DM estaría definido así:

$$DM1 = 0.82 + 4.5/75 = 0.88$$

Se trabajara otro extremo que seria recoger el agua del suelo y tener que colgarla, por lo tanto D sería de 175 cm y  $DM2 = 0.82 + 4.5/175 = 0.845$ .

**9.1.5 Factor de asimetría (AM).** Se considera movimiento asimétrico, aquel que comienza o termina fuera del plano medio-sagital. Este movimiento debe evitarse siempre que sea posible, dado que induce grandes esfuerzos de torsión a nivel lumbar. La ecuación que permite el cálculo de este factor es la siguiente:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

Donde A, es el ángulo de giro en grados, medido desde el origen hasta el destino si esta posición debe mantenerse como consecuencia de la tarea.

En el desarrollo de esta tarea, no hay desplazamiento en el plano medio-sagital, por lo tanto  $A=0$  y  $AM1 = 1$ . Pero también se analizará el extremo, que sería que tuviera que girar  $180^\circ$ , por lo tanto,  $A=180$  y  $AM2 = 0.424$ .

**9.1.6 Factor de frecuencia (FM).** Este factor se define a partir del número de levantamientos por minuto, la duración de la tarea de levantamiento y la altura de los mismos. La tabla de frecuencia tiene tres columnas que separan la duración del

trabajo. La primera para trabajos menores de 1 hora de duración, la segunda, para trabajos entre 1 y 2 horas de duración; Y la tercera, para trabajos entre 2 y 8 horas de duración.

Para definir la duración de las tareas, se utiliza el siguiente criterio:

- Tareas de corta duración: aquellas en las que el tiempo de la actividad dura una hora o menos, seguidas de un tiempo de recuperación, de al menos 120% del tiempo de trabajo.
- Tareas de duración moderada: son aquellas que duran entre una hora y dos horas, y disponen de un tiempo de recuperación del 30% del tiempo de trabajo.
- Tareas de larga duración: son aquellas cuya duración está entre 2 y 8 horas con tiempos de descanso normales.

Para determinar la frecuencia, El número medio de levantamientos por minuto, debe calcularse en un periodo de 15 minutos y en aquellos casos que varíe sustancialmente, debe aplicarse algún método de muestreo que permita determinar el número de levantamientos por minuto.

El valor de frecuencia se extrae de la siguiente tabla:

**Tabla 5. Factor de frecuencia (FM).**

Levantamientos minuto	Duración del trabajo (en horas)					
	$t \leq 1$		$1 > t \geq 2$		$2 > t \geq 8$	
	V < 75	V 75	V < 75	V * 75	V < 75	V * 75
0.2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0.5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,74	0,74	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,45	0,45
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,35	0,35
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,27	0,27
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,22	0,22
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,18	0,18
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,15
11	0,41	0,41	0,00	0,21	0,00	0,13
12	0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: GONZÁLEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y psicología.

Dado que, el numero de repeticiones que se debe hacer el levantamiento es una vez diaria, se toma el menor valor de la tabla, por lo tanto el factor de frecuencia FM = 1

**9.1.7 Factor de agarre (CM).** Este factor se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Se trabajara con un agarre optimo, siendo  $CM = 1$ . El factor se extrae de la siguiente tabla:

**Tabla 6. Factor de agarre (CM).**

Tipo de agarre	Factor de agarre	
	V < 75	V ≥ 75
Bueno	1,00	1,00
Medio o débil	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Fuente: GONZÁLEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y psicología.

Para facilitar la determinación del tipo de agarre se proponen los siguientes criterios.

**9.1.7.1 Agarre bueno.** Contenedores con un diseño óptimo, provistos de asas u orificios para las manos. Como guía a considerar los siguientes diseños:

- Diseño óptimo de cajas:  $\leq 40 \times \leq 30$  cm.
- Agarres óptimos. Entendido como tales las cilíndricas con un diámetro entre 1.9 y 3.8 cm, longitud  $\geq 11.5$  cm, zona libre para las manos  $\geq 5$  cm, superficie lisa y antideslizante.
- Orificios. Ovals de longitud  $\geq 11.5$  cm, altura  $\geq 3.8$  cm, zona libre para las manos  $\geq 5$  cm, superficie lisa y antideslizante, espesor  $\geq 6$  cm.

- Piezas sueltas u objetos irregulares que puedan ser agarrados perfectamente, sin producir desviaciones de la muñeca, ni que conduzcan a posturas inapropiadas.

#### **9.1.7.2 Agarre regular.**

- Contenedores que, aún contando con un diseño apropiado, no reúnen todos los requisitos para considerarlo bueno.
- Posibilidad de flexionar los dedos 90° bajo la carga.
- Piezas o partes que pueden ser sujetadas flexionando los dedos 90°.
- Piezas sueltas u objetos irregulares que no puedan ser agarrados perfectamente.

#### **9.1.7.3 Agarre Malo.**

- Diseño no óptimo para la carga.
- Imposibilidad de flexionar los dedos 90° para sujetar la carga o la pieza suelta.
- Cuando en la manipulación se usan guantes o se manipulan bolsas o paquetes no rígidos.

**9.1.8 Índice de levantamiento simple (IL).** El índice de levantamiento se define como el cociente entre el peso real de la carga manipulada y el peso recomendado (RWL).

El índice de levantamiento es un término que proporciona una estimación relativa del nivel de estrés físico asociado con una determinada tarea de levantamiento manual de cargas. A partir de esta definición para una tarea concreta, la ecuación que permite el cálculo del IL es:

$$ILT = \text{Peso real} / \text{RWL}$$

Para el análisis de este caso, el RWL estaría definido de la siguiente manera:

$$\text{RWL} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM}$$

$$\text{RWL} = 23 \times 1 \times 1 \times 0.88 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$\text{RWL} = 20.24$$

Y el índice de levantamiento simple estaría definido así:

$$ILT = 7 / 20.24 = 0,346$$

Para el caso extremo, con un D de 175 cm y un A de 180°. El RWL sería:

$$\text{RWL} = 23 \times 1 \times 1 \times 0,845 \times 0,424 \times 1 \times 1$$

$$\text{RWL} = 8.24$$

Y el índice de levantamiento simple en este caso extremo sería:

$$ILT = 7 / 8.24 = 0,849$$

Conforme a el resultado de este índice pueden definirse tres zonas de atención:

- $IL < 1$ : Zona de riesgo limitado. La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- $1 < IL < 3$ : Incremento moderado de riesgo. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones si realizan esta tarea.
- $IL > 3$ : Incremento acusado de riesgo. Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Dado que, en los dos casos analizados el índice de levantamiento simple fue menor a 1, no se considera una zona de riesgo.

## 10. FILTRO

Una parte esencial, para definir el éxito o el fracaso de la potabilización del agua, es la selección del filtro. Es necesario que éste elimine la mayor cantidad de sedimentos, ya sean, orgánicos u otros contaminantes. Además, en lo posible eliminar la Giardia y el Cryptosporidium.

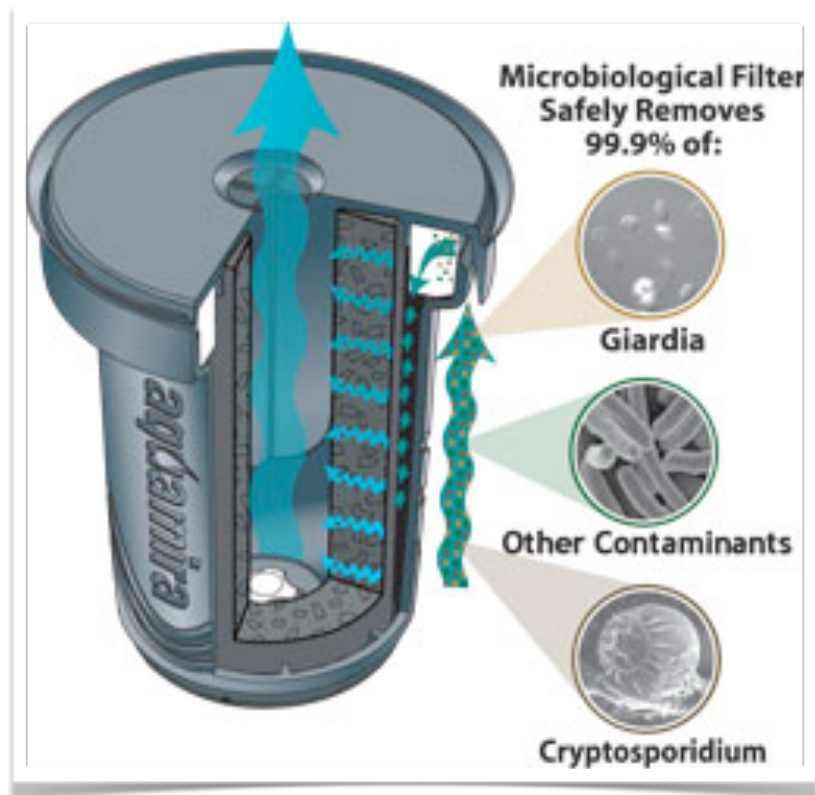
La tecnología a utilizar, es la de la compañía Norte Americana, Aquamira Technologies inc.<sup>10</sup> y el filtro microbiológico. Éste filtra a través de una pared gruesa de plástico poroso, que provee mejor eficiencia que otros filtros con pared delgada. Éste evita el paso del 99.9 % de la Giardia, el Cryptosporidium y otros patógenos peligrosos. Además, cuenta con un filtro de carbono activado, para reducir los químicos que se encuentren en el agua y mejorar el sabor. Esta tecnología también cuenta con supresor de crecimiento de bacterias, algas y hongos, en el exterior e interior del filtro.

En la siguiente imagen (figura 52) se muestra el recorrido del agua y el funcionamiento del filtro Aquamira.

---

<sup>10</sup> Compañía especializada en tratamientos de agua desde 1999 ubicada en 917 West 600 North, Logan, UT 84321, USA. [www.aquamira.com](http://www.aquamira.com)

**Figura 52. Funcionamiento de Aquamira Microbiological Filter.**



Fuente: <http://www.aquamira.com/>

El filtro microbiológico de Aquamira, puede filtrar 190 litros, una vez alcanzado esta cantidad, el flujo de agua disminuye notablemente, para que el usuario note, que es momento de cambiarlo. Los 190 litros de agua filtrada, son suficientes para suplir de agua a una familia de 4 miembros, por un mes, con una cantidad, un poco mayor a un litro y medio de agua por persona diaria.

Figura 53. Rrender de filtro microbiológico Aquamira.



Fuente: Elaborada por los autores.

## 10.1 PRUEBAS REALIZADAS CON EL MODELO

Para comprobar la efectividad del proceso de potabilización propuesto, se tomaron tres muestras de agua de fuentes contaminadas, para analizarlas antes y después de haber pasado por el prototipo. Todos los envases que estuvieron en contacto con las muestras a analizar, fueron esterilizados para no alterar los resultados. Los resultados de las muestras son puntuales, es decir, que son repetibles solo con las condiciones meteorológicas, de ubicación y temperatura exactas. Ya que hay muchos factores que cambian las condiciones de las fuentes diariamente. Se construyó un prototipo para cada muestra para evitar que los contaminantes de la muestra anteriormente filtrada alteren los resultados de la siguiente.

La toma de muestras fue asesorada y supervisada por la doctora Carolina Guzmán Luna, Magíster en Microbiología, Bacterióloga y Laboratorista clínica, docente de la Universidad Industrial de Santander y encargada del análisis posterior de las muestras.

**10.1.1 Muestra 1.** Ésta fue tomada del agua estancada que se encuentra sobre la carrera 50, detrás de los conjuntos de Quintas del Cacique<sup>11</sup> su profundidad media es de 1 metro, sus coordenadas son: latitud 7.101233 y longitud -73.100334. En la figura 54, se muestra la zona de recolección, y en la figura 55, se muestra detalle de la fuente de recolección. La profundidad media de la fuente es de 1 metro.

---

<sup>11</sup> Conjuntos residenciales ubicados en la ciudad de Bucaramanga, en el barrio Lagos del Cacique.

La muestra fue tomada el martes 10 de agosto a las 11 am. Con una temperatura de 25 °C con pocas nubes a 460 m, con humedad de 69% y una presión de 1017.6 milibares<sup>12</sup>. La muestra fue filtrada en el sitio, inmediatamente después de haber sido recolectada.

**10.1.2 Muestra 2.** Esta muestra es de agua lluvia, y fue recolectada en la carrera 23 número 20-30, con coordenadas de latitud 7.128631 y longitud -73.122953, el día 14 de septiembre del 2010 a las 3:40 am, con una temperatura de 18 °C con una humedad relativa de 100% y una presión de 1017.3 milibares<sup>13</sup>, La muestra no fue recolectada directamente de la lluvia, si no de el agua que bajaba de una canal.

**Figura 54. Zona de recolección muestra de agua “1”.**



Fuente: Elaborada por los autores.

---

<sup>12</sup> FREEMETEO, previsiones meteorológicas para todo el planeta. [en línea] consultado el 11 de agosto de 2010.

<sup>13</sup> FREEMETEO, previsiones meteorológicas para todo el planeta. [en línea] consultado el 24 de septiembre de 2010.

**Figura 55. Fuente de recolección muestra de agua “1”.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 56. Recolección y procesado de la muestra de agua “1”.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**10.1.3 Muestra 3.** Esta muestra, es del agua de la quebrada que está ubicada en la vereda Santa barbara, por el sector de la UDES<sup>14</sup>, las personas que habitan esta comunidad, junto con comunidades aledañas, que no hacen uso del acueducto, consumen de esta agua. Sus coordenadas son latitud 7.109176 y longitud -73.090507. La muestra fue tomada el martes 10 de agosto a las 11:42 am. Con una temperatura de 25 °C con pocas nubes a 460 m, con humedad de 69% y una presión de 1016.9 milibares<sup>15</sup>. La muestra se filtro 6 horas después de haber sido recolectada.

**Figura 57. Zona de recolección muestra de agua “3”.**



Fuente: Elaborada por los autores.

<sup>14</sup> Universidad de Santander UDES, Ubicada a unos metros del cementerio Las Colinas.

<sup>15</sup> FREEMETEO, previsiones meteorológicas para todo el planeta. [en línea] consultado el 11 de agosto de 2010.

**Figura 58. Recolección y procesado de la muestra de agua “3”.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**10.1.4 Resultados de pruebas realizadas.** Las muestras se llevaron al laboratorio para ser procesadas inmediatamente después de su recolección, ya que el análisis debe realizarse dentro de las 24 horas después de haber sido tomadas para evitar que los microorganismos proliferen. Los análisis se realizaron en el laboratorio de microbiología de la Universidad Industrial de Santander, en la facultad de salud, con la supervisión y el apoyo de la doctora Carolina Guzmán, docente de la misma.

Los resultados obtenidos se aprecian en la siguiente tabla, teniendo en cuenta que el método utilizado fue la Fermentación en tubos múltiples (tres series de cinco

tubos). La confirmación de coliformes fecales se realizó por emisión de fluorescencia y producción de indol. Y la unidad utilizada es el Número Más Probable NMP/100ml. En el anexo B y C, se encuentran los resultados oficiales.

**Tabla 7. Informe de resultados bacteriológicos.**

Muestra/ Concentración (NMP/100 ml)	Agua Estancada	Agua Estancada Filtrada	Agua Quebrada	Agua Quebrada Filtrada	Agua Lluvia	Agua Lluvia Filtrada
Coliformes Totales	2400	500	16000	4	5000	500
Coliformes Fecales	1300	220	1700	2	50	4
Porcentaje de remoción	CT: 79,16% CF: 83,06%		CT: 99,98% CF: 99,88%		CT: 90% CF: 92%	
Reducción debido al sistema de filtración (Unidades logarítmicas $U_{log_{10}}$ )	CT: 0,68 CF: 0,77		CT: 3,6 CF: 2,93		CT: 1,0 CF: 1,1	

Fuente: Informe de resultados bacteriológicos realizados por la Dra. Carolina Guzmán Luna.

Según el Decreto No. 1594 de junio de 1984, capítulo IV De los criterios de calidad para destinación del recurso, en el artículo 39, donde se especifican los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el consumo humano y doméstico, e indican que para su potabilización se requiere solo la desinfección, la cantidad de coliformes totales en NMP es de 1000 microorganismos/100 ml<sup>16</sup>. Por lo que después de el tratamiento con el dispositivo, el agua si cumple con las especificaciones dadas por la ley, para realizar un método de desinfección, ya sea el método SODIS o hervir el agua.

<sup>16</sup> MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594: Usos del agua y residuos líquidos. Bogotá: Belisario Betancur, 1984. p.9.

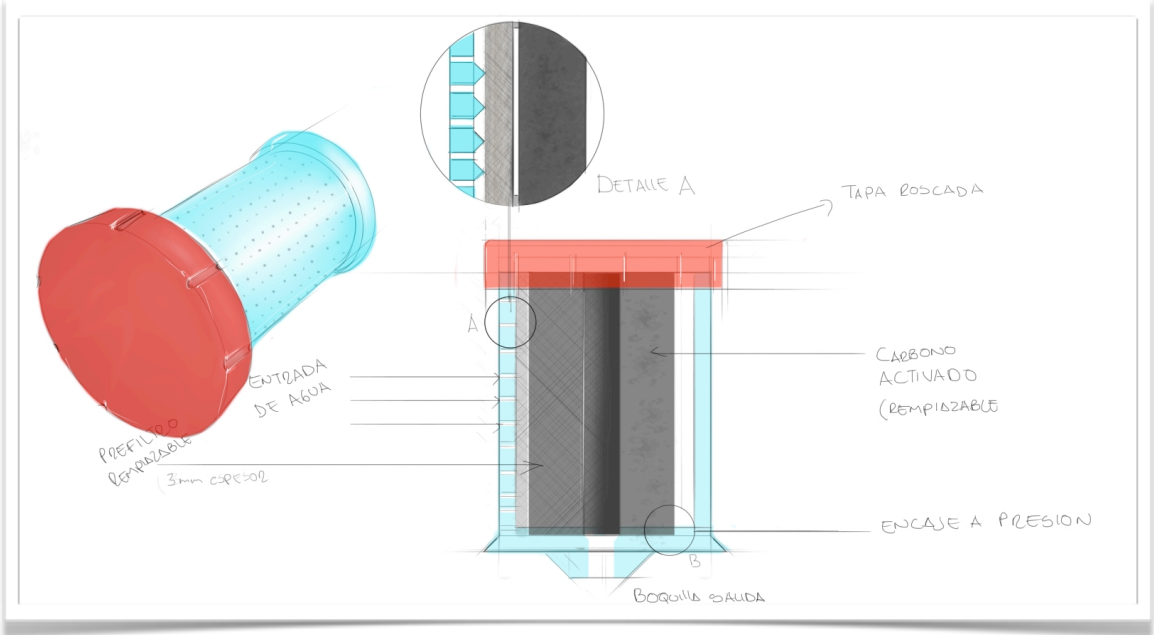
## 10.2 RE-DISEÑO DEL FILTRO

A partir del análisis de los resultados bacteriológicos, se puede apreciar que el filtro es menos eficiente en la muestra de agua estancada que en las otras dos muestras, con una reducción de coliformes totales de 79,16% y de coliformes fecales de 83,06%, comparado con la muestra de agua de la quebrada con una reducción de 99,98% y 99.88%, o del agua de lluvia con una reducción de 90% y 92% de coliformes totales y fecales respectivamente. Esto es debido a que el agua al estar estancada se encuentra con más sedimentos y materia orgánica, que al estar en movimiento. Los sedimentos y la materia orgánica saturan el filtro, lo que se refleja en una menor eficiencia en la retención de microorganismos.

Otros de los aspectos que se mejoran con el nuevo filtro, es el aumento del flujo del agua, debido al incremento de entradas de agua. Además se reducen los desperdicios una vez que el filtro se ha colmado o terminado su ciclo, ya que solo se cambia el filtro microbiológico y el filtro de sedimentos, mientras que en el anterior se desechaba todo.

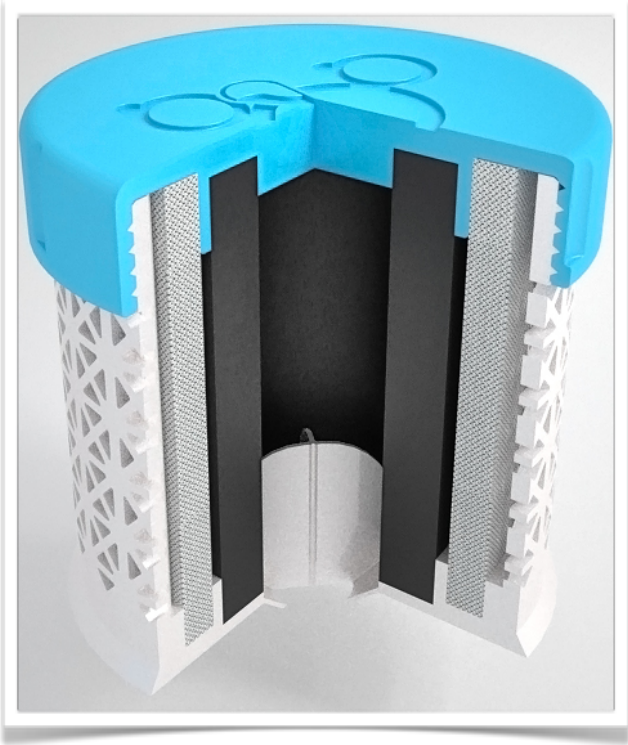
En una primera instancia se plantearon pequeños orificios que permitieran el paso del agua, pero al ser de difícil acceso al momento de limpiar permitían el crecimiento de microorganismo, por lo que se replanteo con ranuras. La tapa de filtro también tuvo una modificación para facilitar el armado de todo el sistema.

**Figura 59. Boceto del re-diseño del filtro.**



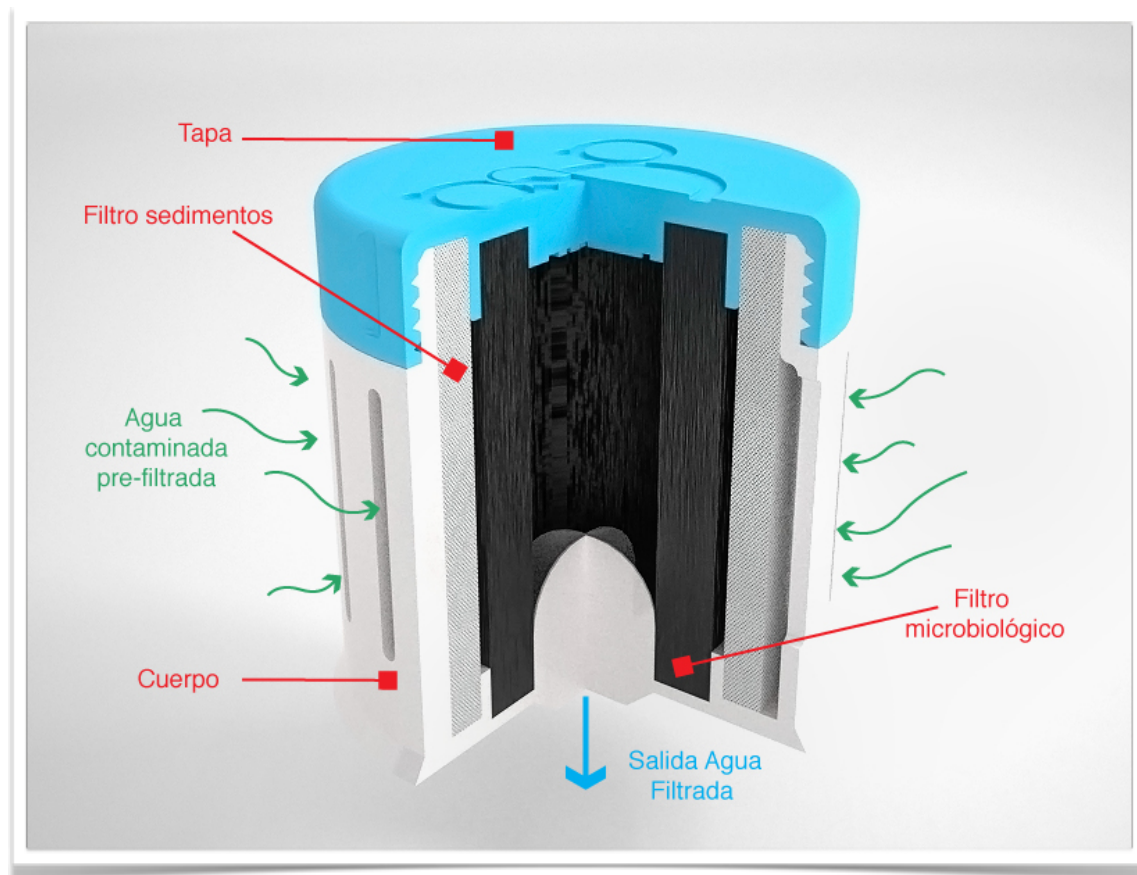
Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 60. Propuesta filtro.**



Fuente: Elaborada por los autores.

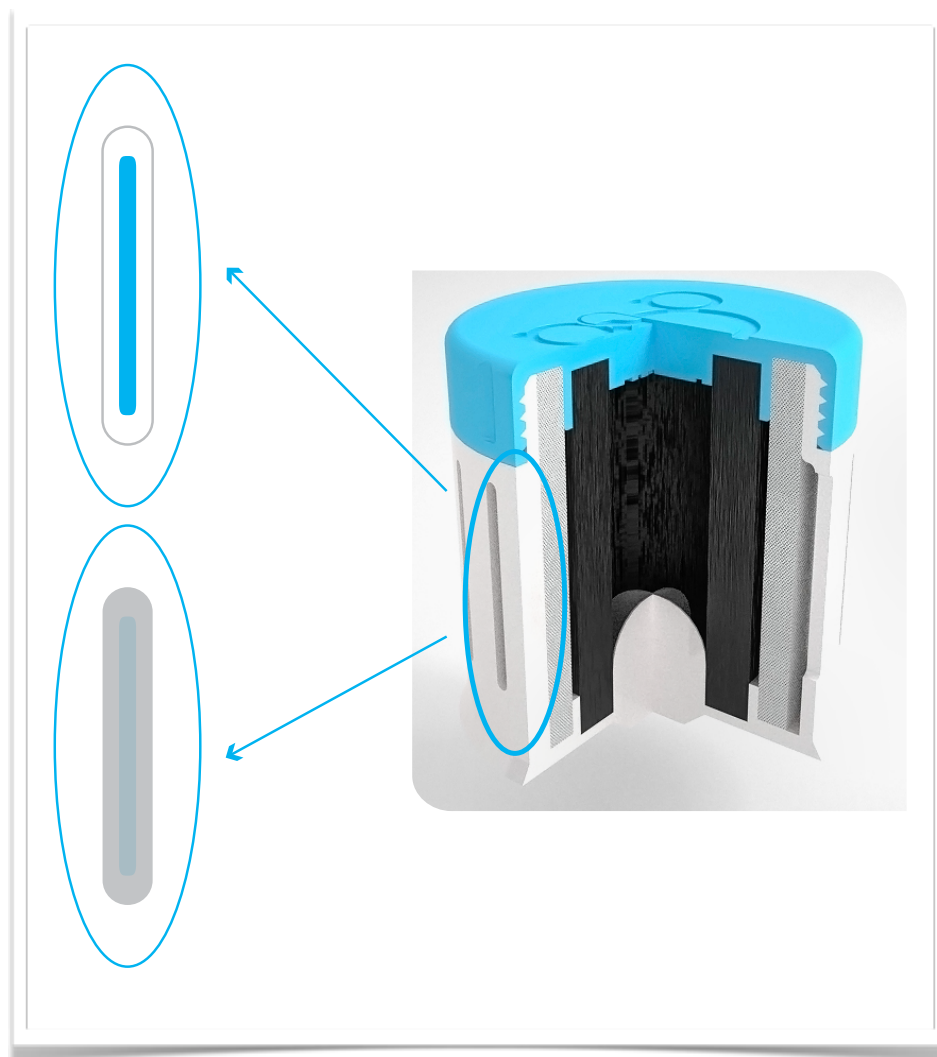
**Figura 61. Vista de corte del re-diseño del filtro.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Para aumentar la seguridad del filtro, se diseñó una serie de marcas para que los usuarios puedan saber cuál es la condición en la que se encuentra su filtro y cuando es momento de cambiarlo. Las marcas se encuentran en las ranuras por las que entra el agua, una vez que el filtro está cerca de saturarse (150 Litros aproximadamente), estas marcas ya no son visibles, por lo que es momento de cambiarlo. Si dado el caso, que el usuario no se dio cuenta que las marcas ya no eran visibles, para proteger su salud, el filtro detiene el paso de agua una vez que ha saturado (190 Litros aproximadamente). Hay que tener en cuenta que estas medidas varían dependiendo de la calidad del agua a filtrar.

**Figura 62. Marcas de seguridad en el re-diseño del filtro.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Para comprobar la efectividad del nuevo filtro y del sistema, se realizó nuevamente el análisis del agua estancada, ya que fue la muestra que obtuvo los resultados más bajos. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla. En el Anexo D se encuentran los resultados oficiales.

**Tabla 8. Informe final de resultados bacteriológicos con nuevo filtro.**

Muestra/ Concentración (NMP/100 ml)	Agua Estancada	Agua Estancada Filtrada
Coliformes Totales	2400	<2
Coliformes Fecales	1300	<2
Porcentaje de remoción	CT: <99,92% CF: <99,85%	
Reducción debido al sistema de filtración (Unidades logarítmicas Ulog <sub>10</sub> )	CT: 3,08 CF: 2,81	

Fuente: Informe de resultados bacteriológicos realizados por la Dra. Carolina Guzmán Luna.

Con el nuevo filtro y la implementación del método de desinfección solar SODIS, se obtuvo un incremento mayor al 20% en la eliminación de Coliformes Totales, y un incremento mayor al 16% en la eliminación de Coliformes Fecales, en la muestra de agua con menores resultado en las pruebas anteriores, por lo cual, se asume que si se realizara la prueba en las diferentes fuentes con el nuevo filtro se obtendrían óptimos resultados.

De acuerdo con el decreto 475 de 1998<sup>17</sup> del Ministerio de Salud Pública por el cual se expiden las normas técnicas de la calidad del agua potable, en el artículo 25 donde se especifica el valor admisible del número de Coliformes Totales de <2 NMP/100cm<sup>3</sup>, comprueba que la muestra de agua analizada después de la utilización del sistema de potabilización aQa, es legalmente potable en Colombia. Hay que tener en cuenta que los resultados siempre dependerán de las condiciones del agua a filtrar, entre mejor las condiciones iniciales, mejores los resultados finales.

---

<sup>17</sup> MINISTERIO DE SALUD. Decreto 475: Normas técnicas de calidad del agua potable. Bogotá: Ernesto Samper Pizano, Marzo 1998. p.13.

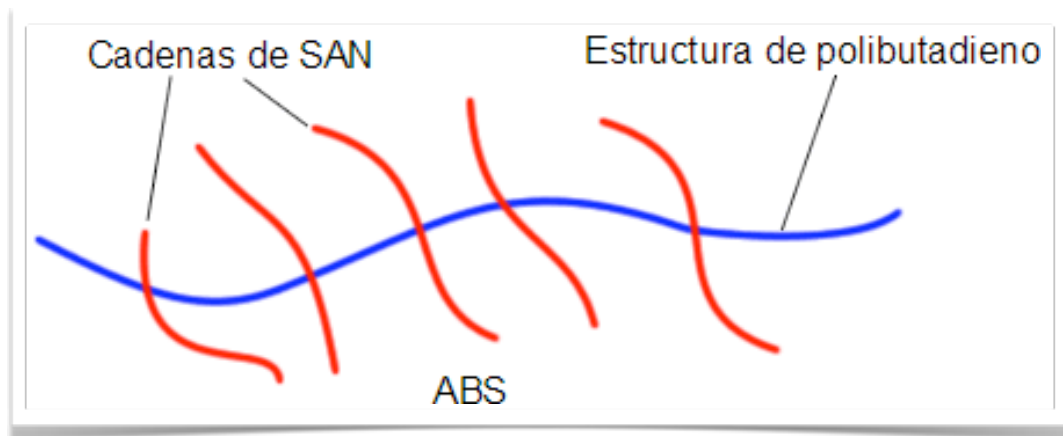
## 11. MATERIALES

Los materiales escogidos para el desarrollo del producto, son seleccionados por las características, especificaciones y cualidades de cada uno. De igual manera, como el proyecto tienen una gran base social, los costos, al momento de producción son un factor clave. A continuación, se describen y se especifican los materiales a utilizar.

### 11.1 ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

La estructura del ABS, es una mezcla de un copolímero vítreo (estireno – acrilonitrilo) y un compuesto elástico principalmente el polímero de butadieno. La estructura con la fase elastómera del polibutadieno (forma de burbujas) inmersa en una dura y rígida matriz SAN, como se ve en la figura

**Figura 63. Representación cadena de ABS.**



Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>

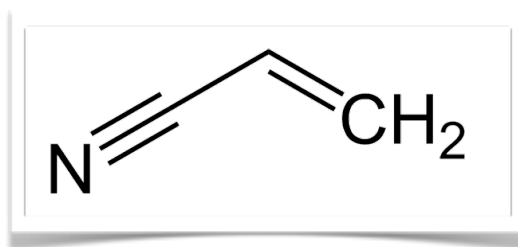
El ABS es un plástico más fuerte, por ejemplo, que el poliestireno, debido a los grupos nitrilo. Estos son muy polares, así que se atraen mutuamente permitiendo que las cargas opuestas de los grupos nitrilo puedan estabilizarse.

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado. La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor. El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

El acrilonitrilo, es un líquido que va de incoloro, a amarillo pálido. Es volátil, soluble en agua y en los disolventes orgánicos más comunes tales como acetona, benceno, tetracloruro de carbono, etil-acetato y tolueno. Se derrite a 84°C e hierve a 77°C. Y proporciona al ABS:

- Resistencia térmica
- Resistencia química
- Resistencia a la fatiga
- Dureza y rigidez

**Figura 64. Representación molecular del Acrilonitrilo.**

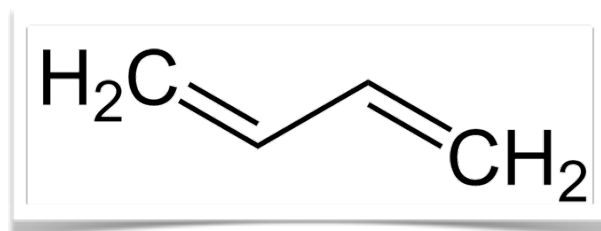


Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>

El butadieno, es un alqueno que se produce en la destilación del petróleo. Es un gas incoloro de olor levemente parecido a la gasolina. Cerca del 75% del 1,3-butadieno que se manufactura se usa para fabricar caucho sintético. El butadieno proporciona al ABS:

- Ductilidad a baja temperatura
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la fusión

**Figura 65. Representación molecular del Butadieno.**

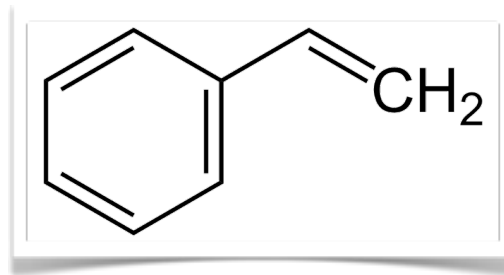


Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>

Por su parte, el estireno, es un líquido incoloro de aroma dulce que se evapora fácilmente. A menudo contiene otros productos químicos que le dan un aroma penetrante y desagradable. Se disuelve en algunos líquidos, pero no se disuelve muy fácilmente en agua. Y proporciona al ABS:

- Facilidad de procesado (fluidez)
- Brillo
- Dureza y rigidez

**Figura 66. Representación molecular del Estireno.**



Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>

En la siguiente tabla, se relacionan algunas de las propiedades mecánicas y térmicas del ABS en sus diferentes grados.

**Tabla 9. Propiedades mecánicas y térmicas del ABS.**

Propiedades	Método ASTM	Unidad	Grados de ABS			
			Alto impacto	Impacto medio	Bajo Impacto	Resistente al calor
<b>Mecánicas a 23°C</b>						
Resistencia al impacto, prueba Izod	D2546	J / m	375-640	215-375	105-215	105-320
Resistencia a la tensión	D638	Kg. / mm <sup>2</sup>	3,3 – 4,2	4,2-4,9	4,2-5,3	4,2-5,3
elongación	D638	%	15-70	10-50	5-30	5-20
Módulo de tensión	D638		173-214	214-255	214-265	214-265
Dureza	D785	HRC (Rockwell)	88-90	95-105	105-110	105-110
Peso específico	D792		1,02-1,04	1,04-1,05	1,05-1,07	1,04-1,06
<b>Térmicas</b>						
Coefficiente de expansión térmica	D696	X 10 <sup>5</sup> cm / cm* °C	9,5 – 11,0	7,0-8,8	7,0-8,2	6,5-9,3
Distorsión por calor	D648	°C a 18,4 Kg /cm <sup>2</sup>	93-99	96-102	96-104	102-112

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>

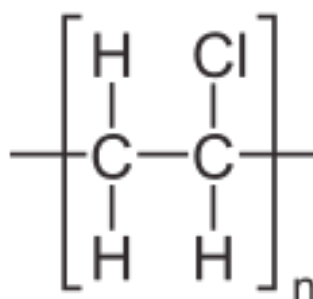
## 11.2 POLICLORURO DE VINILO (PVC)

El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se

pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet, plastisoles, soluciones y emulsiones.

Además de su gran versatilidad, el PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado.

**Figura 67. Representación molecular del PVC.**



Fuente: <http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp>

El PVC es soluble en ciclohexanona y tetrahidrofurano. Puede co-polimerizarse con acetato de vinilo y cloruro de vinilideno, reduciéndose la temperatura de fusión. Puede post-clorarse, elevando su temperatura de distorsión. El PVC rígido, resiste a humos y líquidos corrosivos; soluciones básicas y ácidas; soluciones salinas y otros solventes y productos químicos. Tiene buena estabilidad dimensional. Es termoplástico y termosellable. Sólo arde en presencia de fuego; de otra forma, no lo sostiene y tiene buena resistencia a los efectos del medio ambiente, principalmente al ozono.

Existe en el mercado una gran variedad de resinas cuyas propiedades van cambiando conforme a su peso molecular, o como comúnmente se le llama, su viscosidad inherente. Este cambio en propiedades sigue una línea de conducta establecida, de tal forma que se puede enunciar en forma general que conforme el peso molecular va subiendo; las propiedades físicas de tensión, elongación, compresión, etc, van mejorando; la resistencia química a los solventes va aumentando; la estabilidad térmica es mayor; el punto de fusión es superior; la procesabilidad se hace más difícil; la resistencia al envejecimiento es menor y la absorción de plastificante a una dureza dada es mayor.

### **11.3 POLIURETANO TERMOPLÁSTICO (TPU)**

Los poliuretanos termoplásticos, son materiales de alta tecnología, con una combinación de propiedades muy útiles. Como por ejemplo, alta resistencia a la fricción, buena resistencia a los aceites, grasas y solventes, y una excelente resistencia a la intemperie, combinada con una alta elasticidad.

Como resultado, los TPU (por sus siglas en inglés) son usados exitosamente en diferentes segmentos de la economía, tales como la industria de los deportes y recreación, y la industria automovilística. Se dice, que los TPU cierran la barrera de diferencia entre los elastómeros y los termoplásticos. Los termoplásticos por un lado, son plásticos que pueden ser deformados plásticamente incluso después de haber sido endurecidos con el uso de calor. Los elastómeros, por su lado, son muy elásticos y tienen buena fricción. Desmopan®<sup>18</sup> combina un gran número de esas ventajas que caracterizan a los elastómeros y termoplásticos. Este material puede

---

<sup>18</sup> Producto de la línea de Bayer Material Science LLC, USA

deformarse debido a cargas de tensión y compresión, pero al dejar de aplicar la carga regresa a su posición inicial. Además, se puede deformar cuando se le aplica calor, y se pueden ser fundidos y reformados.

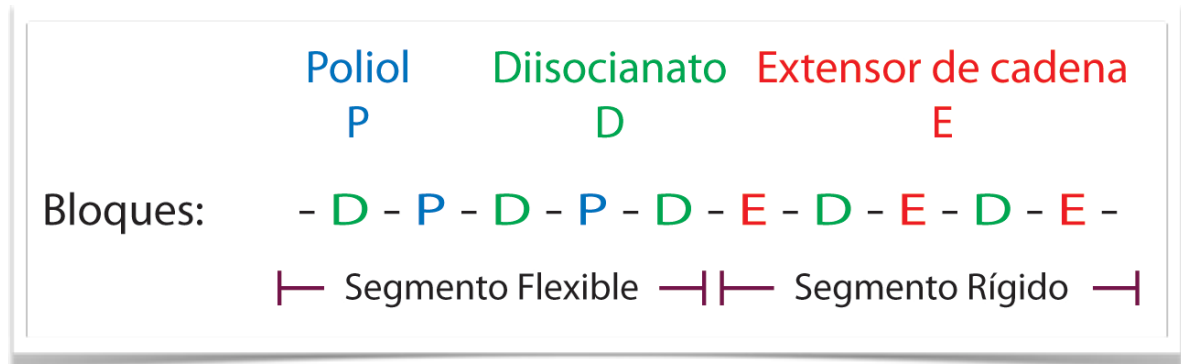
Resumiendo las propiedades de los TPU son las siguientes:

- Alta resistencia a la abrasión
- Flexibilidad en un amplio rango de temperaturas
- Alta elasticidad en todo el rango de dureza
- Excelente resistencia a radiación de alta energía
- Excelente resistencia a aceites, grasas y muchos solventes
- Buena resistencia a la intemperie
- Excelente resistencia a ser atacado por bacterias y hongos

El Desmopan® es co-polímero de bloque producido por adición de polioli, cadena corta de diol, también conocido como el extensor de cadena, y diisocianato. Los polioles usados generalmente son poliéster, poliéter, o dioles de policarbonato con un peso molecular entre 1000 y 4000.

Las cadenas cortas de dioles son generalmente diol butano, diol hexano o dioles aromáticos. Los diisocianatos usados son difenol metano diisocianato o hexametileno diisocianato; Los diisocianatos proveen la unión química entre los dioles, que es conocida como la unión uretano, la frecuencia de estas uniones a lo largo de la cadena polimérica le dan al material el nombre de poliuretano.

**Figura 68. Representación de la cadena polimérica del TPU.**



Controlando la reacción, es posible lograr bloques más grandes o pequeños en la estructura, lo que está determinado por la frecuencia de los grupos de polioles flexibles y y las cadenas extensores rígidas.

El modelo funcional, se realizara en Acrílico, Silicona y ABS, pero el producto está planteado para ser construido en TPU y ABS.

#### 11.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN

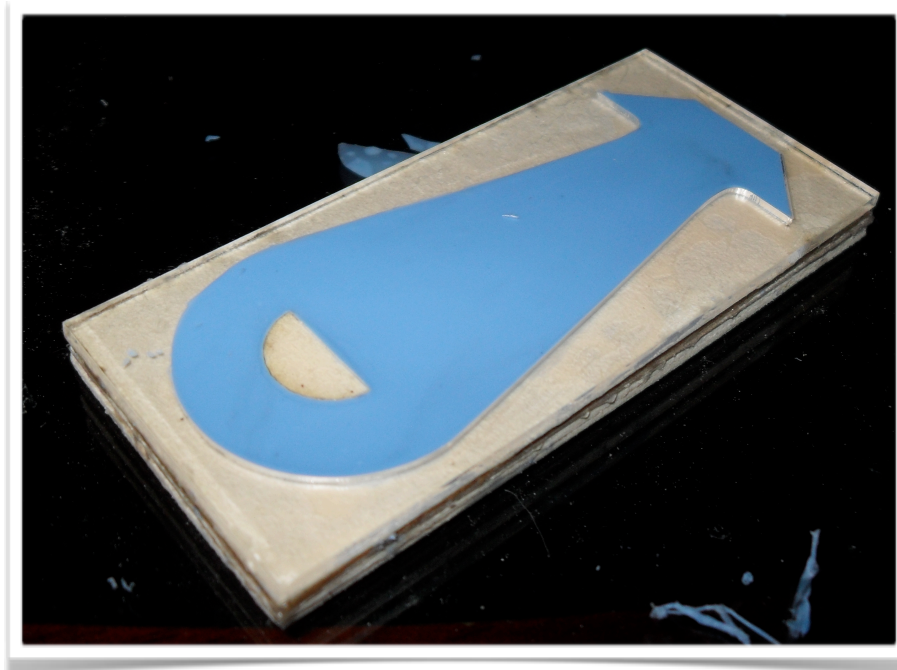
La mayoría de las piezas con excepción a las partes de la tapa y el cuerpo principal, se proponen para fabricar por rotomoldeo, ya que es un proceso en el que se generan pocos desperdicios, permite fabricar una gran variedad de formas y es mucho más económico que otros procesos de manufactura de plásticos, como es el caso de del moldeo por soplado o por inyección.

El cuerpo principal y las piezas rígidas que componen la tapa, son mas adecuadas para el proceso de inyección, ya que se necesitan piezas abiertas, que necesitan mayor resistencia mecánica

## 12. CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS NO PROTOTIPADAS

El modelo funcional se construyó con diferentes materiales, aproximados a los materiales reales que se utilizarían en el producto final. Las piezas flexibles se realizaron con material de impresión Hidrofílico de Vinil Polisilossano, que consiste en una base y el catalizador. Los moldes se realizaron en acrílico y cartón paja.

**Figura 69. Pieza de Hidrofílico de Vinil Polisilossano en molde.**



Fuente: Elaborada por los autores.

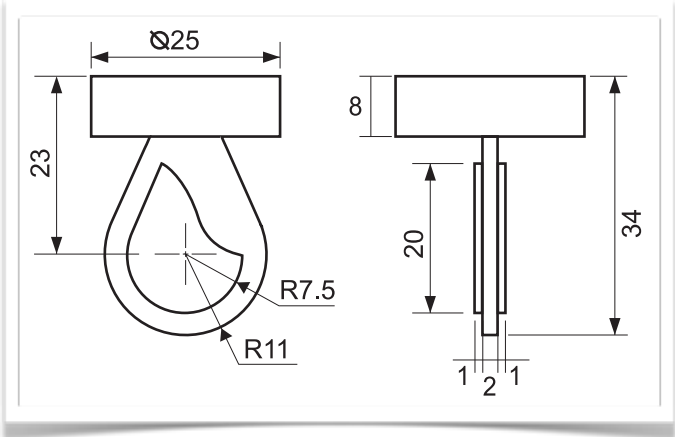
**Figura 70. Piezas en Hidrofílico de Vinil Polisilossano.**



Fuente: Elaborada por los autores.

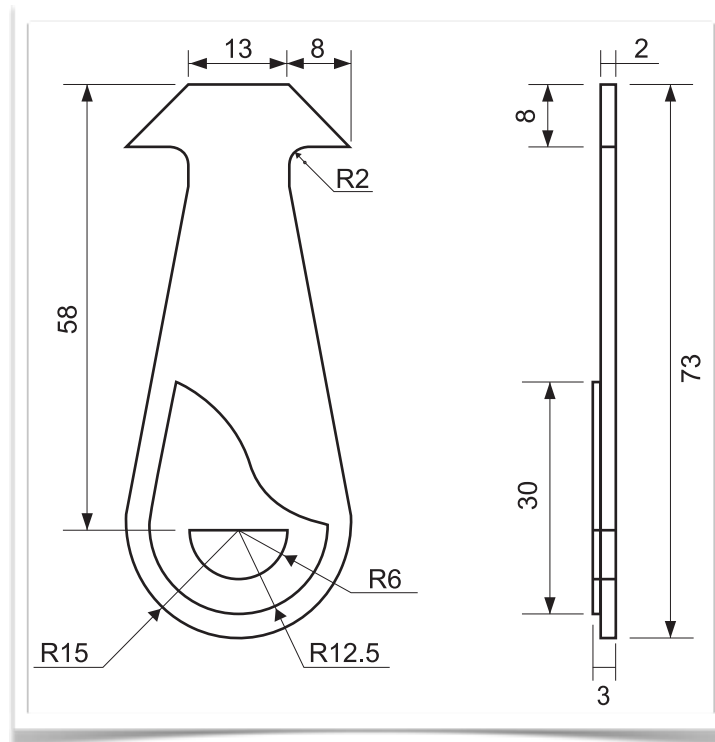
Las medidas de los siguientes planos se encuentran en milímetros y en escala 1:1

**Figura 71. Planos de empaque de seguridad.**



Fuente: Elaborada por los autores

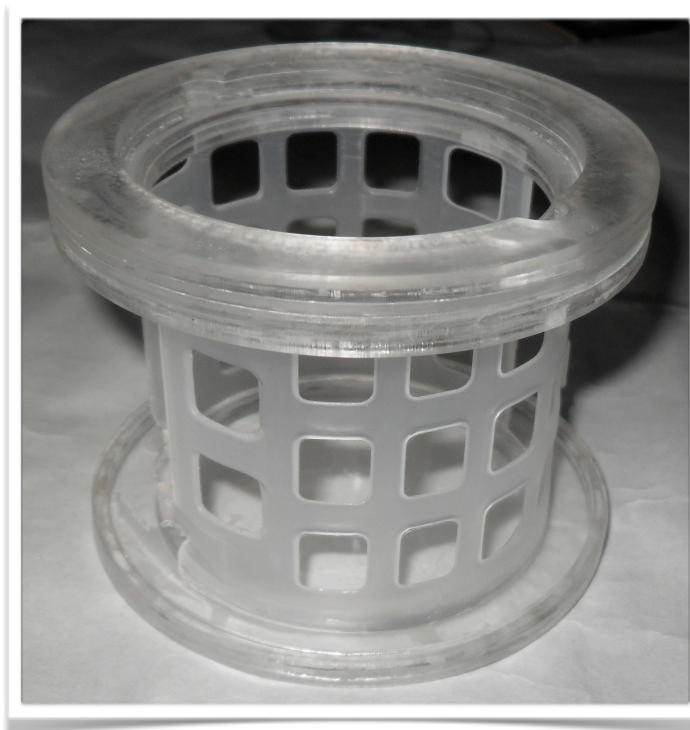
**Figura 72. Planos de tensores en Hidrofilico de Vinil Polisilossano.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Otro de los elementos que se fabrico a mano, fue el Pre-filtro o Filtro de Sedimentos. este se construyo usando Polimetilmetacrilato para las bases y se unió a la fibra con resina acrílica.

**Figura 73. Bases en Polimetilmetacrilato del Pre-filtro.**



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 74. Pre-filtro armado.**



Fuente: Elaborada por los autores.

El cuerpo principal del modelo esta construido por medio de planos seriados de cartón reforzados con resina acrílica y masilla.

**Figura 75. Construcción cuerpo principal.**



Fuente: Elaborada por los autores.

Todas las piezas se pintaron con base catalizada y poliuretano.

**Figura 76. Modelo Funcional terminado.**



Fuente: Elaborada por los autores.

### 13. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Una de las tareas más importantes y difíciles en la simulación, es la verificación y validación. El modelo funcional se prueba para obtener conclusiones que sirvan para el sistema real, por lo que es muy importante que se confíe en el modelo, ya que debe ser una abstracción del sistema real para llegar a mejores resultados.

La verificación se refiere a la construcción correcta de un modelo. Se puede definir como el proceso de determinar si la lógica operacional del modelo corresponde con la lógica del diseño. El sistema de potabilización aQa, cuenta con dos verificaciones. Una verificación científica, a cargo de la doctora Carolina Guzmán Luna, donde se procesaron diferentes muestras de antes y después para comprobar la eficiencia y la efectividad del sistema de potabilización. Las cuales se encuentran documentadas en el capítulo 10. La segunda verificación es respecto a la parte técnica, realizada por los autores, con el fin de determinar posibles fallas en el sistema y posibles fugas de agua, para una eventual mejora antes de las pruebas de validación con los posibles usuarios.

La validación es el proceso de comparar la salida del modelo con el comportamiento en la realidad, en otras palabras, la validación es la evaluación del modelo funcional con respecto a la interacción con el usuario. Se busca, encontrar posibles fallas en el diseño con relación al modelo mental del usuario, para ser corregidas o cambiadas, según el caso. Existen diferentes métodos para realizar la validación, en este caso se realizara una aproximación con el usuario por medio de una prueba de usabilidad clásico. El test tiene su raíz en la psicología experimental, lo que viene a significar la confianza en el tratamiento estadístico de los datos.

El proceso global es simple; se trabajara con un cierto número de usuarios que se encuentren entre el espectro que se esta trabajando para descubrir cómo trabajan con el modelo funcional. Se observará a los posibles usuarios operando de forma individual con el producto y se recogerán los datos acerca de cómo lo hacen. Se tomará el tiempo y se analizarán los errores detectados en todos los experimentos de forma conjunta para detectar tendencias.

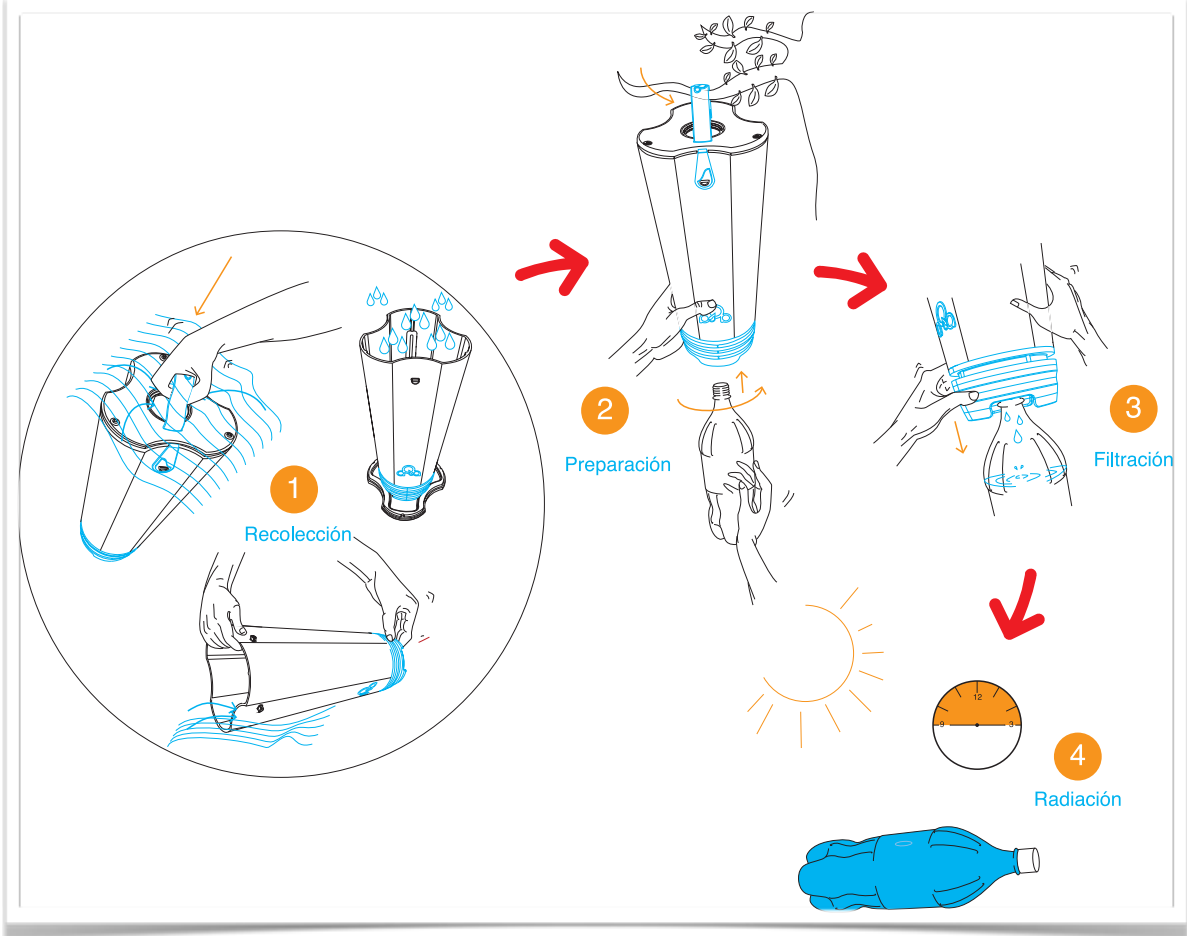
**Figura 77. Vista en corte del sistema.**



Fuente: Elaborada por los autores.

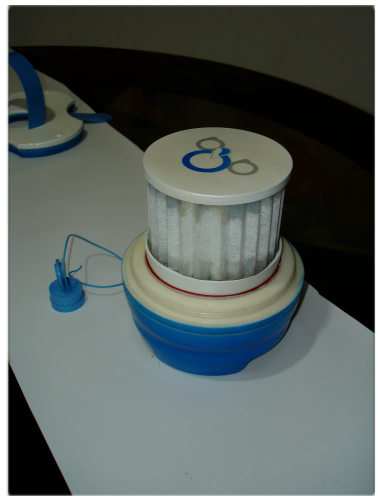
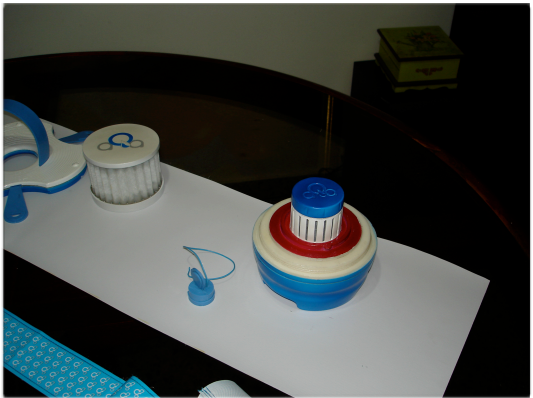
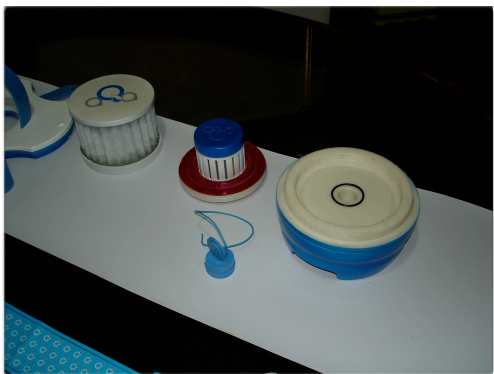
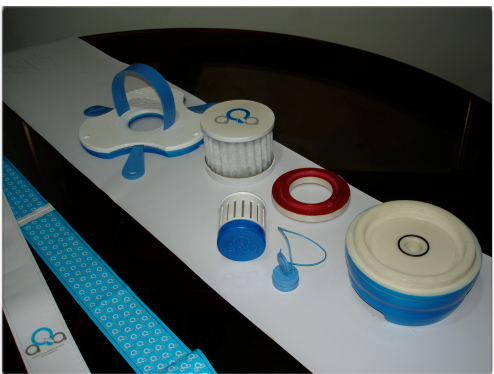
Se realizarán dos pruebas con dos tipos de usuario, la primera dirigida al usuario secundario, que serían las personas encargadas del ensamblado de las piezas. A cada participante se le entregarán las partes necesarias para armar el producto y una guía rápida de ensamblado. En la segunda prueba se trabajara con los usuarios primarios, en esta prueba el dispositivo se les entrega armado, en el recinto habrá una fuente de agua, y se le pedirá al usuario que realice el proceso de potabilización. En esta prueba, al igual que la anterior, se le facilitara al usuario una guía rápida, en este caso de uso. La guía rápida de armado se encuentra en el capítulo 8, la figura número 40.

Figura 78. Guía rápida de funcionamiento para pruebas con usuarios.



Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 79. Imágenes de la verificación.



Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 80. Imágenes de la validación.



Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 81. Continuación imágenes de la validación.



Fuente: Elaborada por los autores.

La validación se llevo acabo en una zona de alto riesgo después de fuertes lluvias, donde ocurrieron derrumbes, para mantener la seguridad de las personas, la validación se realizo por los autores, por lo que se convierte en una simulación en un entorno real, arrojando datos y conclusiones que son igualmente validas.

## 14. CONCLUSIONES

- Los productos diseñados para mejorar la vida de las personas generan gran impacto en la sociedad y en la vida de las personas involucradas en el desarrollo.
- El diseño industrial permite llegar a soluciones factibles y viables de problemas que se enfrenta la sociedad.
- La metodología HCD permite llegar a soluciones rápida y efectivamente a problemas enfocados en comunidades.
- Es posible potabilizar el agua sin necesidad de químicos que afecten la salud a corto y largo plazo.
- La unión de diferentes métodos de desinfección que se complementan genera mejores resultados.
- Cuando se permite al usuario, a la persona, desarrollar el producto con base a sus experiencias y/o vivencias, el diseñador juega un papel de traductor, generando una solución más acertada.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN RED CROSS. Recover after a disaster. [en línea]. Versión I para American Red Cross. Ingles. Estados Unidos de America. American Red Cross. s.f.. Disponibilidad en versión HTML en: <http://www.redcross.org/portal/site/en/menuitem.d8aaecf214c576bf971e4cfe43181aa0/?vgnextoid=74e51a53f1c37110VgnVCM1000003481a10aRCRD&vgnextfmt=default>

BAYER MATERIAL SCIENCE, What are Thermoplastic Polyurethanes?. [en línea]. Versión I para TPU TechCenter. "lugar de publicación desconocido". s.f.. Disponibilidad en versión HTML en: [http://tpe-u.com/tpu/emea/en/products/TPU\\_Das\\_flexible\\_high-tech\\_Material.html](http://tpe-u.com/tpu/emea/en/products/TPU_Das_flexible_high-tech_Material.html)

BROWN, Dennis. Some Important Words in Regards to Filter Ratings. [en línea]. Version 1 para Aquamira Technologies, Inc. Estados Unidos. Aquamira Technologies, Inc. 2007. Disponibilidad en versión PDF en: [http://aquamira.com/a\\_word\\_about\\_filter\\_ratings.pdf](http://aquamira.com/a_word_about_filter_ratings.pdf)

COHEN, Raquel E. y Ahearn, Frederick L. Manual de la atención de salud mental para víctimas de desastres. Organización Panamericana de la Salud (OPS). México. Offset Rebosán,S.A. 1990. 88 p. ISBN 968-6199 89-6. Disponibilidad en versión HTML en: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/publicaciones/ops28s/ops28s.5.htm>

DE CURREA, Victor. El subdesarrollo: ambiente de desastres; Las raíces ambientales y socioeconómicas de las catástrofes naturales. En: Eco Lógica. vol. 19, p. 18-21.

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Riesgos naturales y desastres en Colombia. [en línea]. Versión I para Portal Temático Biblioteca EPM. Medellín. s.f.. Disponibilidad en versión HTML en: [http://www2.epm.com.co/bibliotecaepm/biblioteca\\_virtual/PortalDesastresNaturalesenColombia.htm](http://www2.epm.com.co/bibliotecaepm/biblioteca_virtual/PortalDesastresNaturalesenColombia.htm).

GONZÁLEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y psicología. Tercera edición. Madrid: Fundación Confemetal, 2006. 670 p. ISBN 84-96169-94-4.

IDEO. Human Centered Design: Toolkit. [en línea]. Versión II para IDEO. Ingles. "lugar de publicación desconocido". s.f.. Disponibilidad en versión PDF para descarga en: <http://www.ideo.com/work/featured/human-centered-design-toolkit>.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Bogotá: ICNTEC, 2008. 41 p.: il. (NTC 1486).

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA. Datus: Diseño de ayudas técnicas bajo criterios de usabilidad, ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. España, 2003, 86 p. ISBN 84-95448-07-6. Disponibilidad en versión PDF en: [http://www.imagina.org/archivos/Usable\\_Gpf.pdf](http://www.imagina.org/archivos/Usable_Gpf.pdf)

MACHUCA CARHUAYANO, Maribel. Catástrofes 2010, crónica de los primeros 66 días. [en línea]. Versión I para Suite101 net. "lugar de publicación desconocido". Suite 101 net. Marzo, 2010. Disponibilidad en versión HTML en: <http://desastresnaturales.suite101.net/article.cfm/catstrofes-2010cronica-de-los-primeros-66-dias>.

MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594: Usos del agua y residuos líquidos. Bogotá: Belisario Betancur, 1984. 46 p.: Publicado en el Diario Oficial No. 38700 del 23 de Julio de 1984.

MINISTERIO DE SALUD. Decreto 475: Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.. Bogotá: Ernesto Samper Pizano, 1998. 23 p.: Publicado en el Diario Oficial No. 43.259 del 16 de Marzo de 1998.

OCHOA BARAJAS, Herson Alexander. Desinfectantes y nuevas tecnologías utilizadas en el tratamiento del agua potable. Bucaramanga, 2004,186 p. Trabajo de grado (Especialista en Química Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental.

ORSI, Adriana. Desplazados ambientales. [en línea]. Versión I para Revista Frutos. "lugar de publicación desconocido". Revista Frutos. 2008. Disponibilidad en versión HTML en: [http://www.revistafuturos.info/futuros20/desplazados\\_amb.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros20/desplazados_amb.htm)

RODGERS, Kirk P. Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de amenazas Naturales para reducir los daños. [en línea]. Versión I para Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C, Estados Unidos de America. Organización de los estados americanos. 1991. Disponibilidad en versión HTML en: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>

SAAVEDRA, María del Rosario. ¿Que tan naturales son los desastres? Deterioro ambiental y desastres: dos caras de la misma moneda. En: Eco Lógica. vol. 19, p. 22-25.

SODIS. Desinfección del agua: Guía de aplicación. [en línea]. Versión I para SODIS: Safe drinking water for all. Lima, Peru. Junio, 2003. Disponibilidad en versión PDF en: [http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente\\_material/manual\\_s.pdf](http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_s.pdf).

TEXTOS CIENTÍFICOS. ABS. [en línea]. Versión I para Textos Científicos. “lugar de publicación desconocido”. Agosto, 2005. Disponibilidad en versión HTML en: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>.

URRAZA, Angel. El PVC. [en línea]. Versión I para la Asociación Nacional de la Industria Química. México D.F. s.f.. Disponibilidad en versión HTML en: <http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp>

WIKIPEDIA. Agua. [en línea]. Versión I para Wikipedia: La enciclopedia libre. “lugar de publicación desconocido”. Mayo, 2010. Disponibilidad en versión HTML en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Agua#Formas\\_de\\_vida\\_acu.C3.A1tica.\\_Circulaci](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua#Formas_de_vida_acu.C3.A1tica._Circulaci).

WIKIPEDIA. Masaru Emoto. [en línea]. Versión I para Wikipedia: La enciclopedia libre. “lugar de publicación desconocido”. Julio, 2010. Disponibilidad en versión HTML en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Masaru\\_Emoto](http://en.wikipedia.org/wiki/Masaru_Emoto).

OCHA. Cambio climático: Aspectos humanitarios. [en línea]. Versión I para OCHA: Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios. “lugar de publicación desconocido”. 2009. Disponibilidad en versión HTML en: <http://www.colombiassh.org/site/spip.php?rubrique38>

## **ANEXOS**

**Anexo A. Resumen y conclusiones del laboratorio de química orgánica de EMPA, acerca de las migraciones orgánicas de las botellas de PET al agua al ser expuestas al sol.**

Bajo las condiciones de desinfección solar del agua potable, se estudio la migración de componentes orgánicos de botellas de polietileno tereftalato (PET) al agua. Seis botellas provenientes de diferentes partes del mundo fueron expuestas a la luz solar a 60°C, otras seis fueron expuestas a la luz solar a temperatura ambiente (temperatura máxima del agua 34°C) y tres botellas más se mantuvieron en la sombra a una temperatura de 25°C, como punto de referencia. El tiempo total de exposición a la luz solar fue de 17 horas. Con el fin de encontrar la posible influencia de otros parámetros, se seleccionaron botellas nuevas y usadas de diferentes países (Honduras, Nepal y Suecia).

Los análisis cuantitativos de las muestras de agua revelaron rastros de diversos componentes orgánicos posiblemente generados por los componentes saborizantes de las bebidas originalmente embotelladas, El limite de detección fue de 1 µg/L, no se pudo detectar ningún otro componente orgánico.

Los niveles de aditivo plastificante di(2-etilhexil) (DEHA) y di(2-etilhexil) tereftalato (DEHP) detectados en el agua fueron de 0.010 – 0.046 µg/L para DEHA y 0.10 – 0.71 µg/L para DEHP. Las concentraciones de las botellas de referencia estuvieron en un rango similar (un promedio de 0.018 µg/L de DEHA y 0.11 µg/L de DEHP), Si los niveles más altos detectados se utilizan para una evaluación toxicológica de DEHA y DEHP (0.046 mg / L para DEHA y 0.71 mg / L para DEHP), el riesgo cancerígeno que supone la exposición permanente a estos niveles es  $1,6 \times 10^{-9}$  de

DEHA y  $2,8 \times 10^{-7}$  para DEHP, siendo inferiores a un riesgo cancerígeno de 1 en  $10^6$ . Además, estos niveles son claramente por debajo de las directrices de la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua potable, que son 80 mg / L para DEHA y 8 mg / L para DEHP.

**Nota:** Para ver el reporte completo acerca de la migración de componentes orgánicos de las botellas de PET al agua al ser expuestas a la luz solar, se puede encontrar en línea en versión PDF en [http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/papers/kohler\\_pet\\_2003.pdf](http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/papers/kohler_pet_2003.pdf)

## Anexo B. Informe de resultados bacteriológicos 1.

**ESCUELA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**  
**FACULTAD DE SALUD**  
Carrera 32 No 29 – 31  
Bucaramanga



Bucaramanga, 21 de Septiembre de 2010

Señores  
**SANDRA RAMÍREZ Y JOSÉ LUIS PINZÓN**  
Tel. 3168210135 - 3152089534

Cordial saludo,

A continuación enviamos los resultados de los análisis microbiológicos realizados en la muestra de agua de lluvia.

Fecha de recepción: 15.09.10

**PARÁMETRO:** Determinación Cuantitativa de Coliformes fecales  
**Método:** Fermentación en tubos múltiples (tres series de cinco tubos). Confirmación de coliformes fecales por emisión de fluorescencia y producción de indol.  
**Unidad:** Número Más Probable NMP/100ml

### INFORME DE RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

Muestra/Concentración (NMP/100 ml)	Agua Lluvia	Agua Lluvia Filtrada
Coliformes Totales	5000	500
Coliformes Fecales	50	4
Porcentaje de remoción	CT: 90% CF: 92%	
Reducción debido al sistema de filtración (Unidades logarítmicas $U_{log_{10}}$ )	CT: 1,0 CF: 1,1	

Atentamente,

**CAROLINA GUZMÁN LUNA**  
Docente Escuela de Bacteriología y Laboratorio clínico  
Universidad Industrial de Santander  
Teléfonos: 6347193 - 3138970310

## Anexo C. Informe de resultados bacteriológicos 2.

**ESCUELA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**  
**FACULTAD DE SALUD**  
Carrera 32 No 29 – 31  
Bucaramanga



Bucaramanga, 12 de Agosto de 2010

Señores  
**SANDRA RAMÍREZ Y JOSÉ LUIS PINZÓN**  
Tel. 3168210135 - 3152089534

Cordial saludo,

A continuación enviamos los resultados de los análisis microbiológicos realizados en dos muestras de agua.

Fecha de recepción: 10.08.10

**PARÁMETRO:** Determinación Cuantitativa de Coliformes fecales  
**Método:** Fermentación en tubos múltiples (tres series de cinco tubos). Confirmación de coliformes fecales por emisión de fluorescencia y producción de indol.  
**Unidad:** Número Más Probable NMP/100ml

### INFORME DE RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

Muestra/Concentración (NMP/100 ml)	Agua Estancada	Agua Estancada Filtrada	Agua Quebrada	Agua Quebrada Filtrada
Coliformes Totales	2400	500	16000	4
Coliformes Fecales	1300	220	1700	2
Porcentaje de remoción	CT: 79,16% CF: 83,08%		CT: 99,98% CF: 99,88	
Reducción debido al sistema de filtración (Unidades logarítmicas $U_{log_{10}}$ )	CT: 0,68 CF: 0,77		CT: 3,6 CF: 2,93	

Atentamente,

**CAROLINA GUZMÁN LUNA**  
Docente Escuela de Bacteriología y Laboratorio clínico  
Universidad Industrial de Santander  
Teléfonos: 6347193 - 3138970310

## Anexo D. Informe de resultados bacteriológicos Re-diseño de filtro.

**ESCUELA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**  
**FACULTAD DE SALUD**  
Carrera 32 No 29 – 31  
Bucaramanga



Bucaramanga, 19 de Octubre 2010

Señores  
**SANDRA RAMÍREZ Y JOSÉ LUIS PINZÓN**  
Tel. 3168210135 - 3152089534

Cordial saludo,

A continuación envío el resultado del análisis microbiológico realizado en la muestra de agua de estanque filtrada por el diseño propuesto por ustedes.

Fecha de recepción: 14.10.10

**PARÁMETRO:** Determinación Cuantitativa de Coliformes fecales  
**Método:** Fermentación en tubos múltiples (tres series de cinco tubos). Confirmación de coliformes fecales por emisión de fluorescencia y producción de indol.  
**Unidad:** Número Más Probable NMP/100ml

### INFORME DE RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETRO	Concentración (NMP/100 ml)
Coliformes Totales	< 2
Coliformes Fecales	< 2

Atentamente,

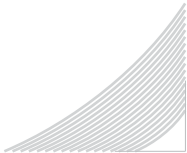
**CAROLINA GUZMÁN LUNA**  
Docente Escuela de Bacteriología y Laboratorio clínico  
Universidad Industrial de Santander  
Teléfonos: 6347193 - 3138970310

Anexo E. Manual de usuario

Manual De Usuario



Sistema Potabilizador de Agua de Emergencia



100 % AGUA SEGURA



1

### Capítulo 1: Recolección

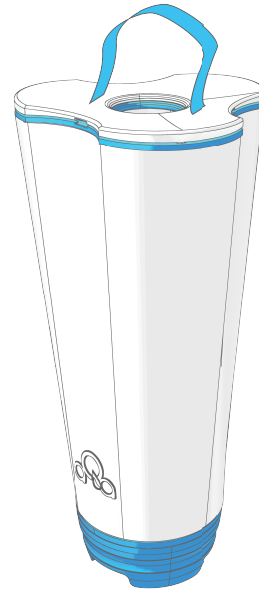
- 4 Fuentes de agua
- 6 Recolección
- 8 Recolección de agua lluvia

### Capítulo 2: Potabilización

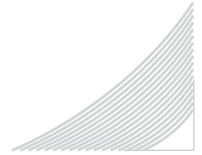
- 10 Filtrado
- 12 Método SODIS
- 14 Destilado agua salada

### Capítulo 3: Mantenimiento

- 16 Partes
- 18 Limpieza
- 19 Cambio Pre-filtro
- 20 Filtro Principal
- 22 Armado
- 24 Armado tapa



Contenido



# 1

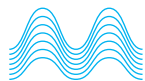
- 4 Fuentes de agua
- 6 Recolección
- 8 Recolección de agua lluvia

# Recolección

4



Existen diferentes fuentes que se pueden utilizar en una emergencia, pero tenga en cuenta que entre mejor la calidad del agua a utilizar, mejor serán los resultados.



Agua en Movimiento (ríos, quebradas, riachuelos, etc.): En general, contiene menos sedimentos que el agua estancada. Es preferible recolectarla en una caída de agua y lo más cercano posible a su yacimiento.



Agua de Lluvia: Esta se puede recoger directamente o a través de un canal o canaleta, deje que llueva unos 5 o 10 minutos antes de recolectarla ya que las primeras gotas arrastran partículas de polvo y gases presentes en la atmósfera. En caso de una explosión volcánica, evite recurrir a esta fuente.



Agua Estancada (lagos, posos, charcos, etc.): Recolecte el agua de la superficie para evitar sedimentos, es una buena señal de que el agua no tiene químicos tóxicos si hay peces vivos en ella.



Agua Salada: Use el agua salada, **ÚNICAMENTE** si **NO** consiguió ninguna de las otras fuentes. Recuerde que este tipo de agua necesita ser **DESTILADA** para poder ser consumida.



## Fuentes de agua



5

### IMPORTANTE:

En el caso de una explosión volcánica **No** utilice el agua de lluvia.

**No** utilice fuentes en la que vea o sospeche que existan residuos químicos.

Evite utilizar fuentes en las que haya cadáveres.

**RECUERDE** que después del proceso de filtración, debe **HERVIR** o someter a radiación UV el agua con el método **SODIS**. Y que el agua salada debe **DESTILARSE**.

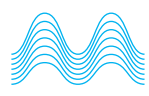
Tenga siempre en cuenta cualquier otra recomendación que den las autoridades en cargadas.



6



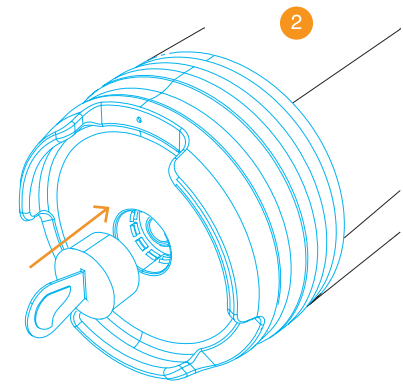
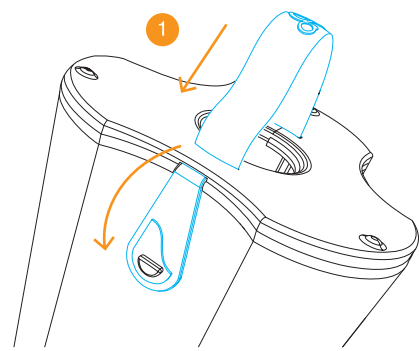
Antes de sumergir el dispositivo, asegúrese que la tapa este puesta y asegurada (1), al igual que el tapón (2). Y que la válvula de salida este cerrada



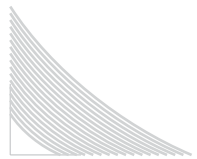
En movimiento



Estancada



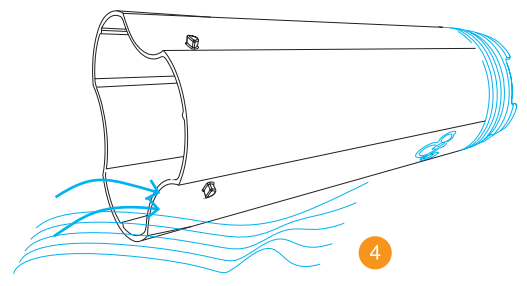
### Recolección



7

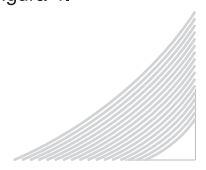


Para recolectar el agua, sumerja el dispositivo para que el agua entre por la tapa (3) hasta que se llene y luego retire.



Si el agua no es muy profunda, retire la tapa e incline el dispositivo como se muestra en la figura 4.

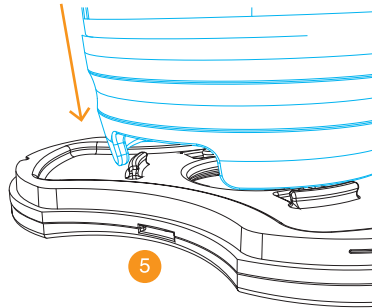
### Recolección de agua lluvia



8

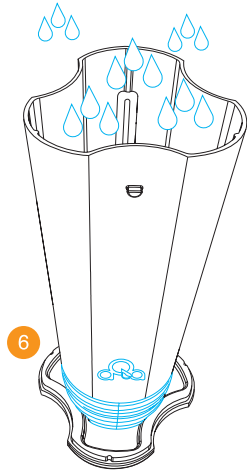
Recolecte el agua de lluvia 5 o 10 minutos después que haber empezado a llover, para evitar partículas de polvo y gases presentes en las primeras gotas de lluvia.

Si recolecta el agua desde un canal, deje circular hasta que vea que se ha limpiado y no esta bajando el agua tan sucia.

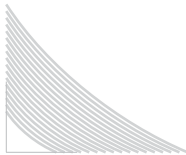


Para la recolección de agua lluvia, retire la tapa y ubíquela en la parte inferior y ensamble como se muestra en la figura 5.

Puede ubicar el dispositivo directo bajo la lluvia o debajo de un canal (6).



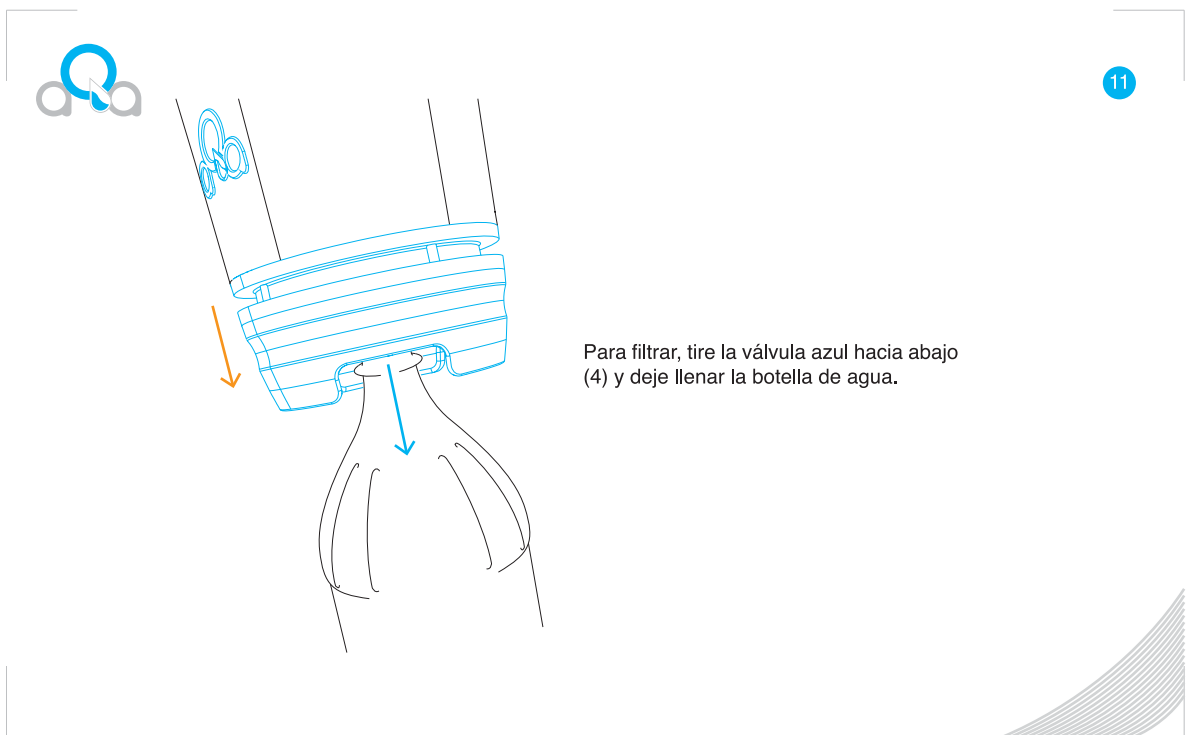
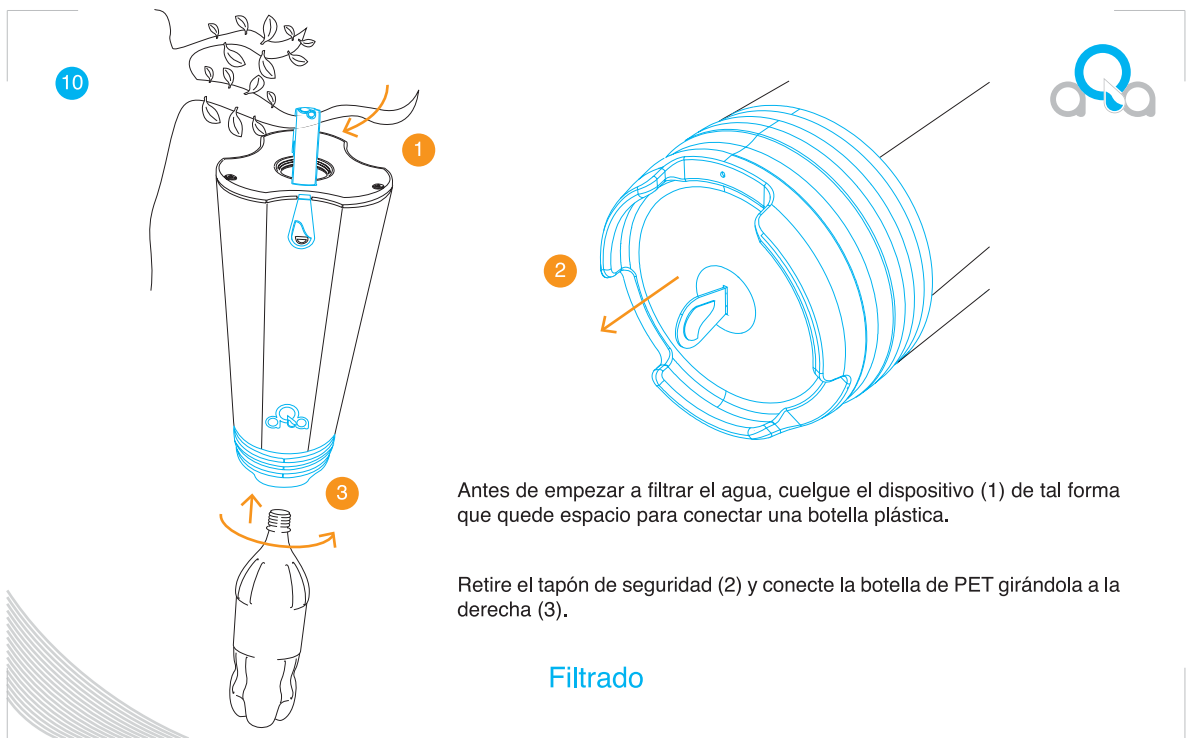
### Recolección de agua lluvia



# 2

- 10 Filtrado
- 12 Método SODIS
- 14 Destilado agua salada

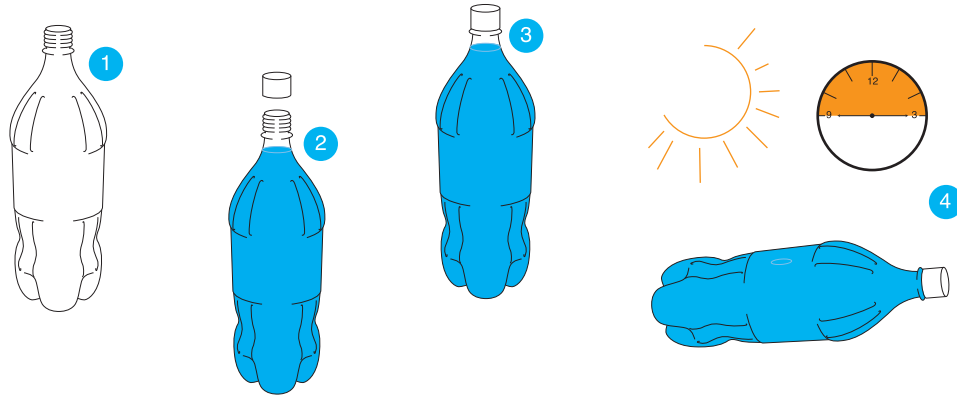
## Potabilización



12



El método SODIS, es un método de tratamiento para eliminar los patógenos causantes de enfermedades hídricas. Consiste en llenar botellas transparentes de PET con agua y exponerlas a plena luz solar durante seis horas aproximadamente, así el agua se desinfecta mediante la radiación UV y el calor emitidos por el Sol. Los rayos UV-A de la luz del sol mata virus, bacterias y parásitos.



Método SODIS



13

- 1 Lave muy bien la botella de PET antes de utilizarla por primera vez, puede utilizar detergente pero asegúrese de retirarlo completamente. Deben ser botellas de PET (No de PVC) de máximo 2 litros.
- 2 Llene la botella con el agua filtrada lo más que pueda, para evitar que se formen burbujas al acostarla, que reduzcan la radiación solar.
- 3 Ajuste la tapa de la botella para no derramar el agua.
- 4 Acueste la botella en un lugar donde reciba el rayo del sol, de preferencia sobre laminas metálicas o con papel aluminio debajo para que refleje la luz solar.

Exponga las botellas llenas al sol, por 6 horas con buen sol o 2 días si el cielo esta muy nublado.

**RECUERDE:**

Reemplazar las botellas viejas o rayadas.

Si el agua alcanza una temperatura de 50°C, 1 hora es suficiente tiempo de exposición.

Empiece exponiendo las botellas tan temprano en la mañana como sea posible.

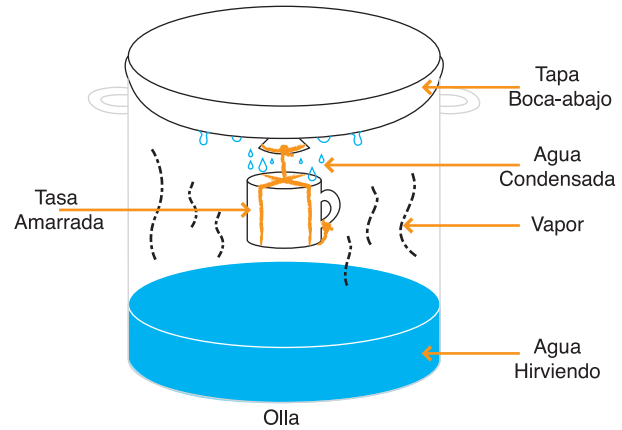
El agua salada **No puede ser consumida** bajo ninguna circunstancia sin haber sido **destilada**. La destilación del agua consiste en hervir el agua y recolectar el vapor que se condensa de nuevo en agua. La destilación además de eliminar la sal, elimina metales pesados, residuos químicos y algunos microorganismos.

Para destilar el agua, llene una olla por la mitad con el agua previamente filtrada con el dispositivo.

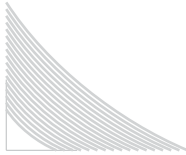
Amarre una taza a la manija de la tapa de la olla, de tal forma que la taza cuelgue boca arriba cuando la tapa esta boca abajo. Asegúrese que la taza no quedo flotando en el agua.

Hierva el agua por 20 minutos.

El agua que escurrió de la tapa a la taza esta destilada.



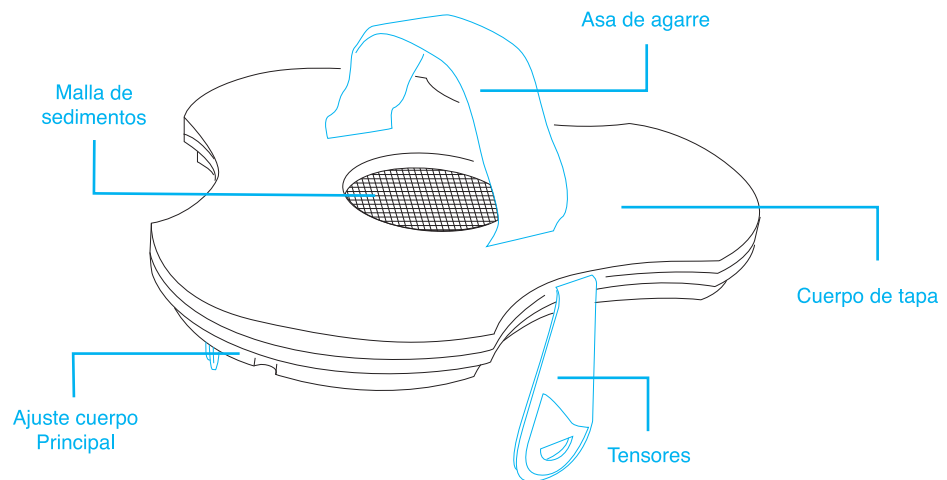
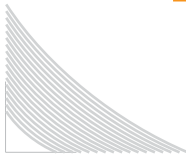
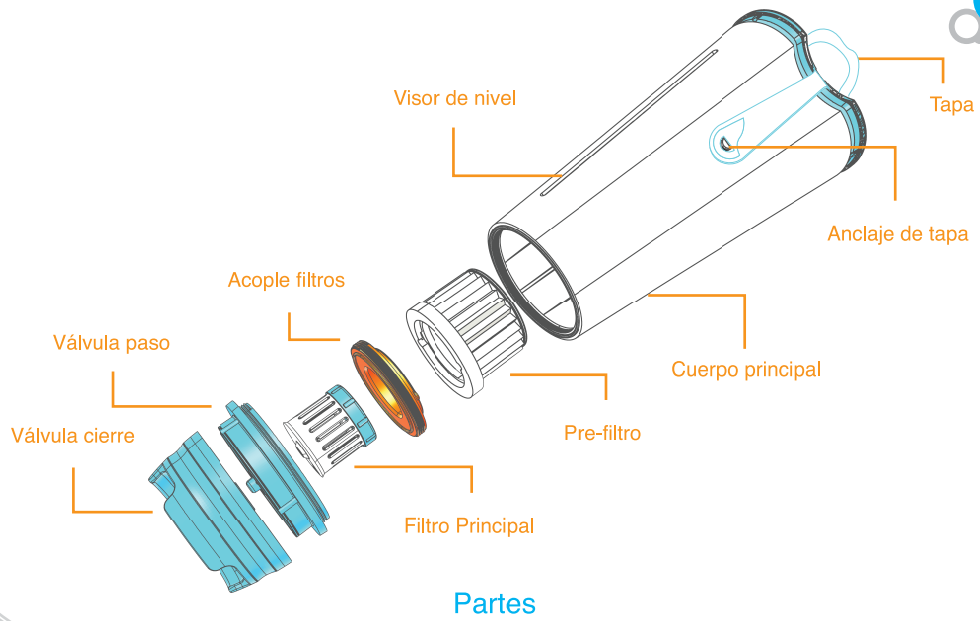
Destilado agua salada



# 3

- 16 Partes
- 18 Limpieza
- 19 Cambio Pre-filtro
- 20 Filtro Principal
- 22 Armado
- 24 Armado tapa

## Mantenimiento



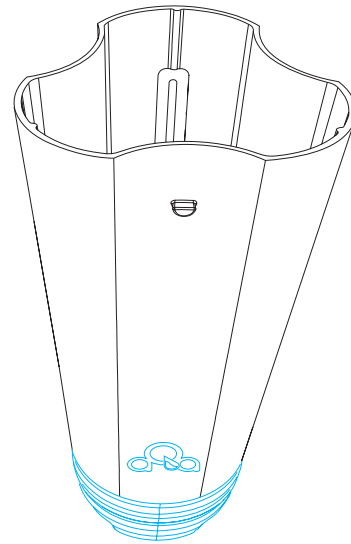
18



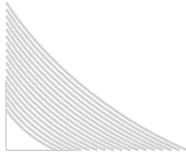
Para lograr óptimos resultados en la potabilización del agua, es de vital importancia mantener el dispositivo limpio, para evitar el crecimiento de microorganismos y el rápido deterioro de las piezas.

Para realizar la limpieza, retire el Pre-filtro, que se encuentra dentro del dispositivo girándolo a la derecha levemente (unos 10 grados aproximadamente). El Pre-filtro puede ser lavado solo con agua, para retirar los excesos de sedimentos.

Una vez fuera el Pre-filtro, el dispositivo se puede lavar con agua y detergente, pero debe asegurarse de retirarlo completamente antes de volverlo a usar.

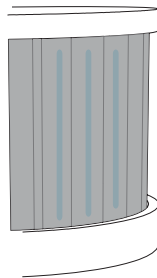
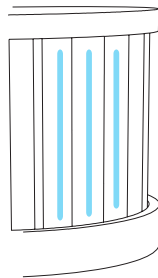


### Limpieza

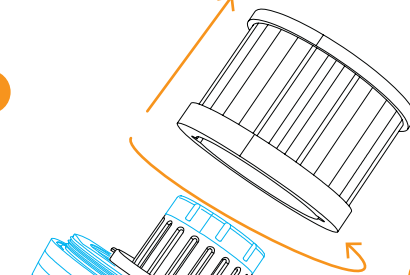


19

El Pre-filtro se debe cambiar una vez que ya no se ve el grabado que tiene impreso (2). Para cambiarlo gírelo (3), retirelo y ponga uno nuevo. El Pre-filtro se puede lavar con agua antes de que no se vean las marcas para aumentar su vida.



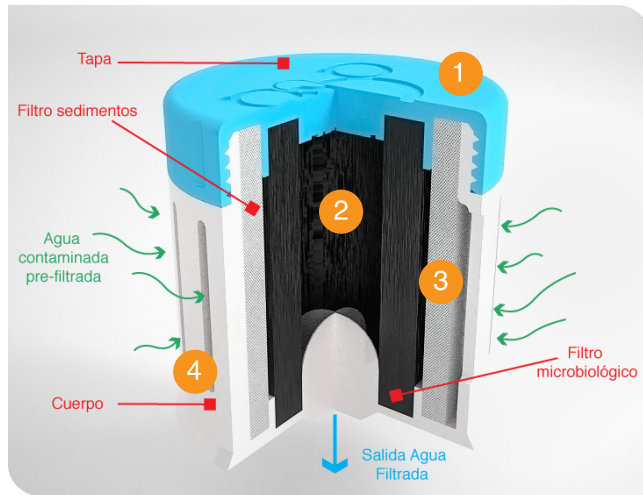
2



3

### Cambio Pre-filtro



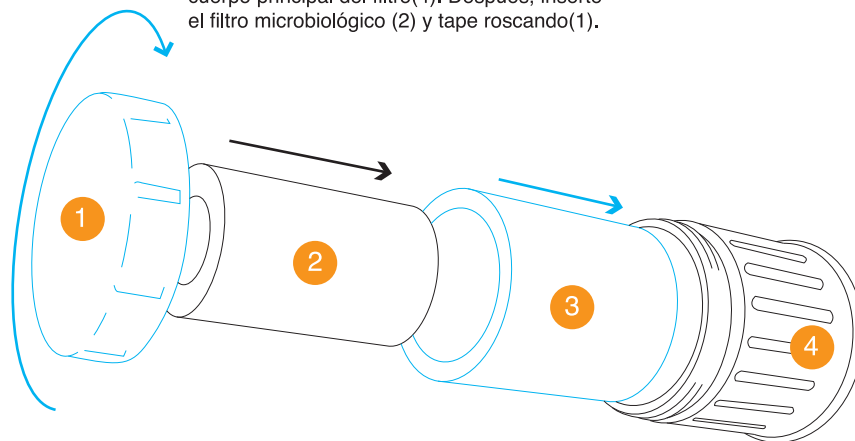


Una vez se satura el filtro y es hora de cambiarlo.

Destape girando la tapa (1). Cambie los filtros (3 y 4) y vuelva a tapar (1).

### Filtro Principal

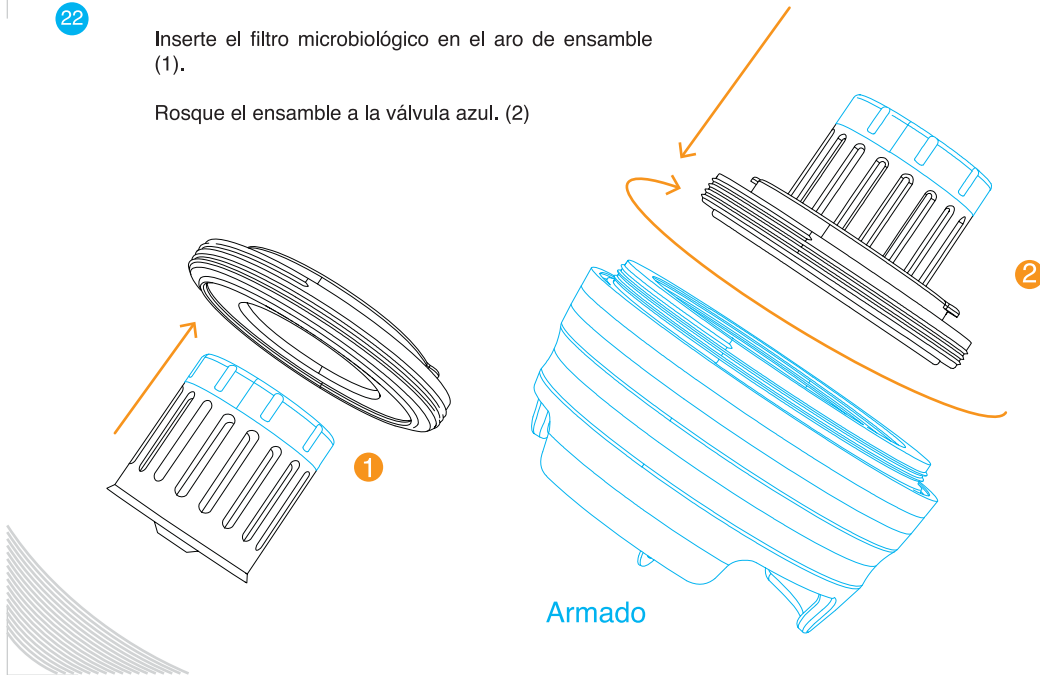
Inserte el filtro de sedimentos (3) en el en el cuerpo principal del filtro(4). Después, inserte el filtro microbiológico (2) y tape roscando(1).



22

Inserte el filtro microbiológico en el aro de ensamble (1).

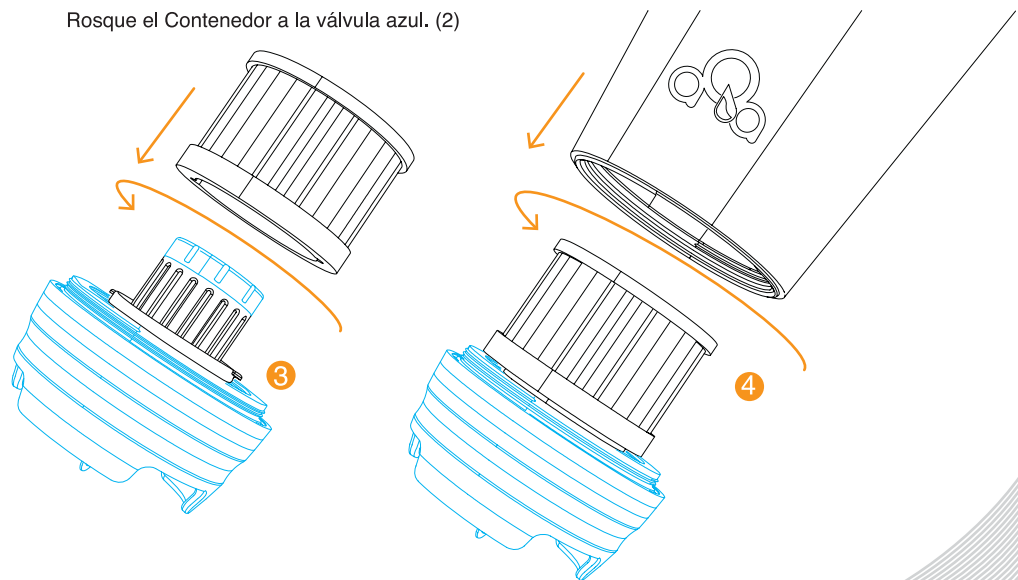
Rosque el ensamble a la válvula azul. (2)

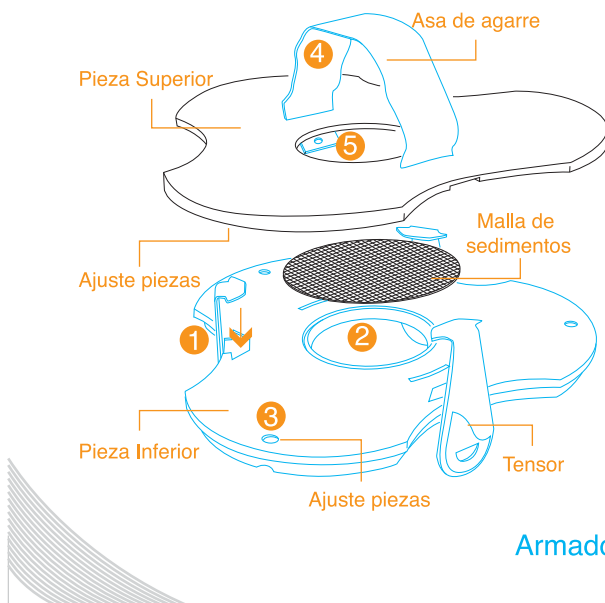


Rosque el Pre-filtro (3).

Rosque el Contenedor a la válvula azul. (2)

23



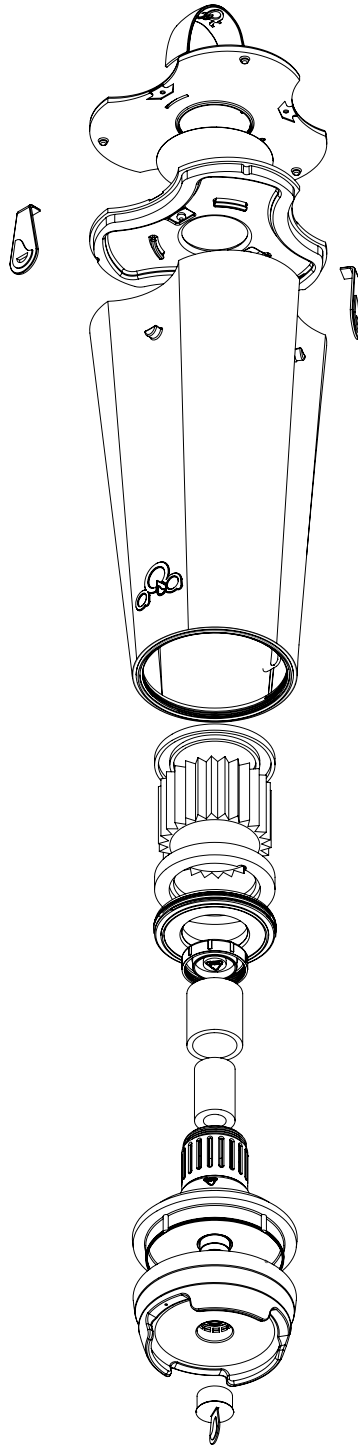


- 1 Para ensamblar la tapa, ubique los tensores en las sustracciones de la pieza inferior.
- 2 Ubique la malla de sedimentos sobre el orificio de la misma.
- 3 Una las piezas superior e inferior haciendo presión hasta oír un “click”. Asegúrese que las piezas de ajuste están encajadas.
- 4 Inserte los extremos del asa de agarre por los orificios de la pieza superior y la pieza inferior.
- 5 Doble y asegure los extremos por la parte de abajo de la pieza inferior.

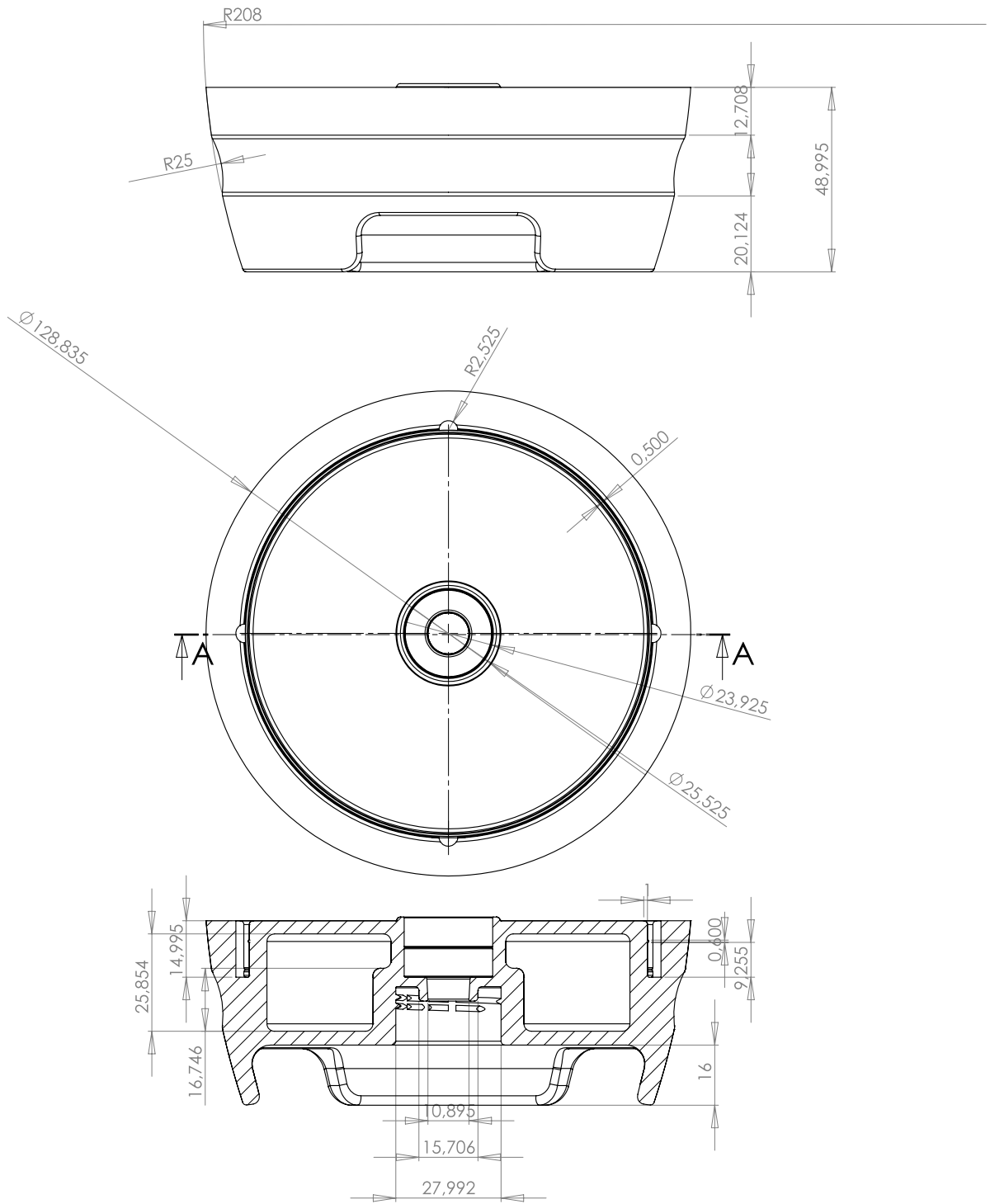
### Armado tapa

## Anexo F. Planos de piezas.

### Explosión

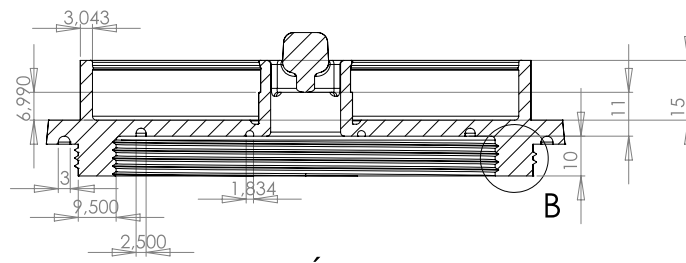
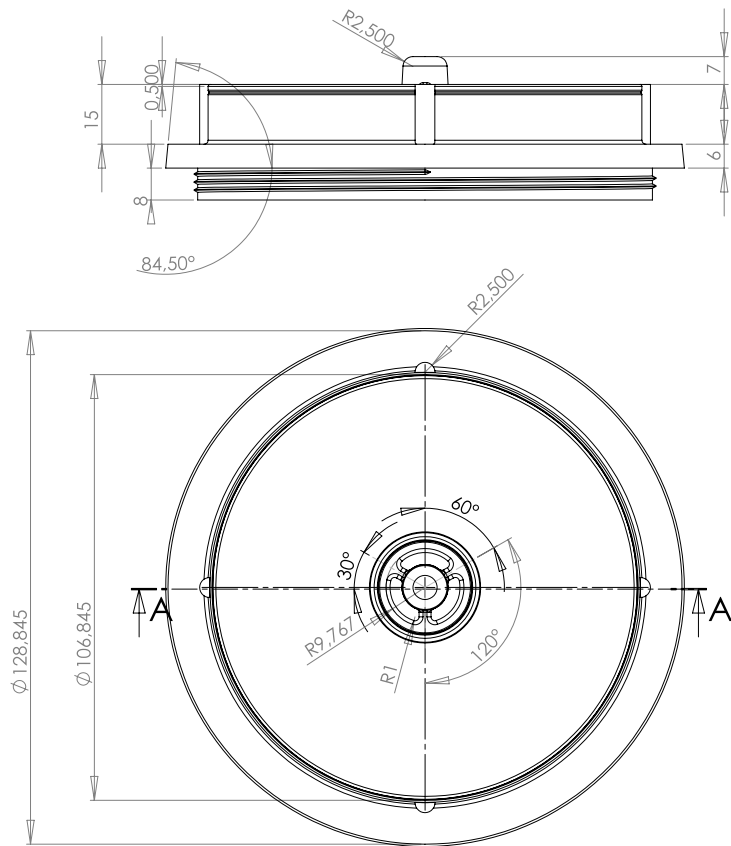


# Válvula

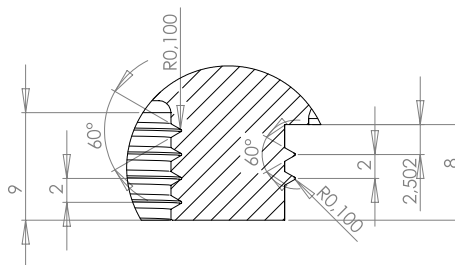


## SECCIÓN A-A

### Válvula boquilla

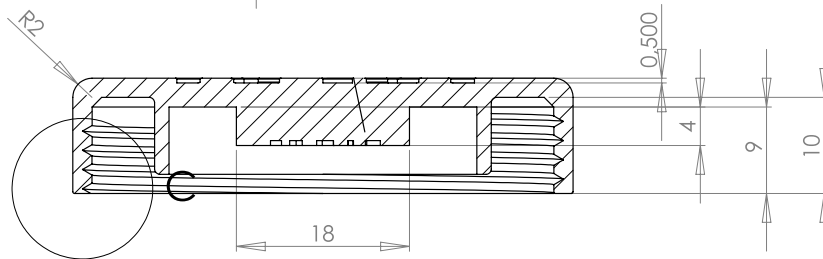
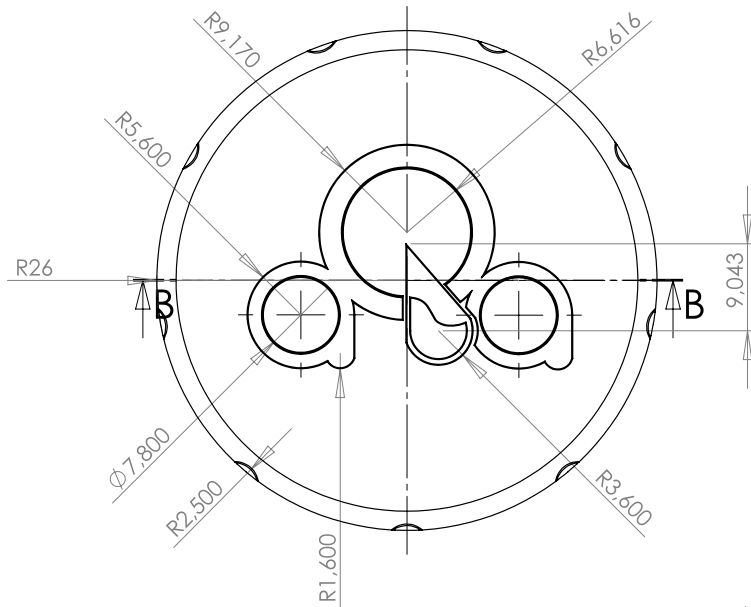
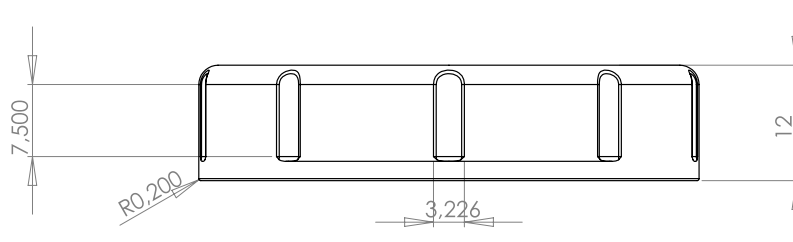


SECCIÓN A-A

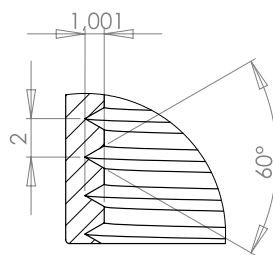


DETALLE B  
ESCALA 3 : 1

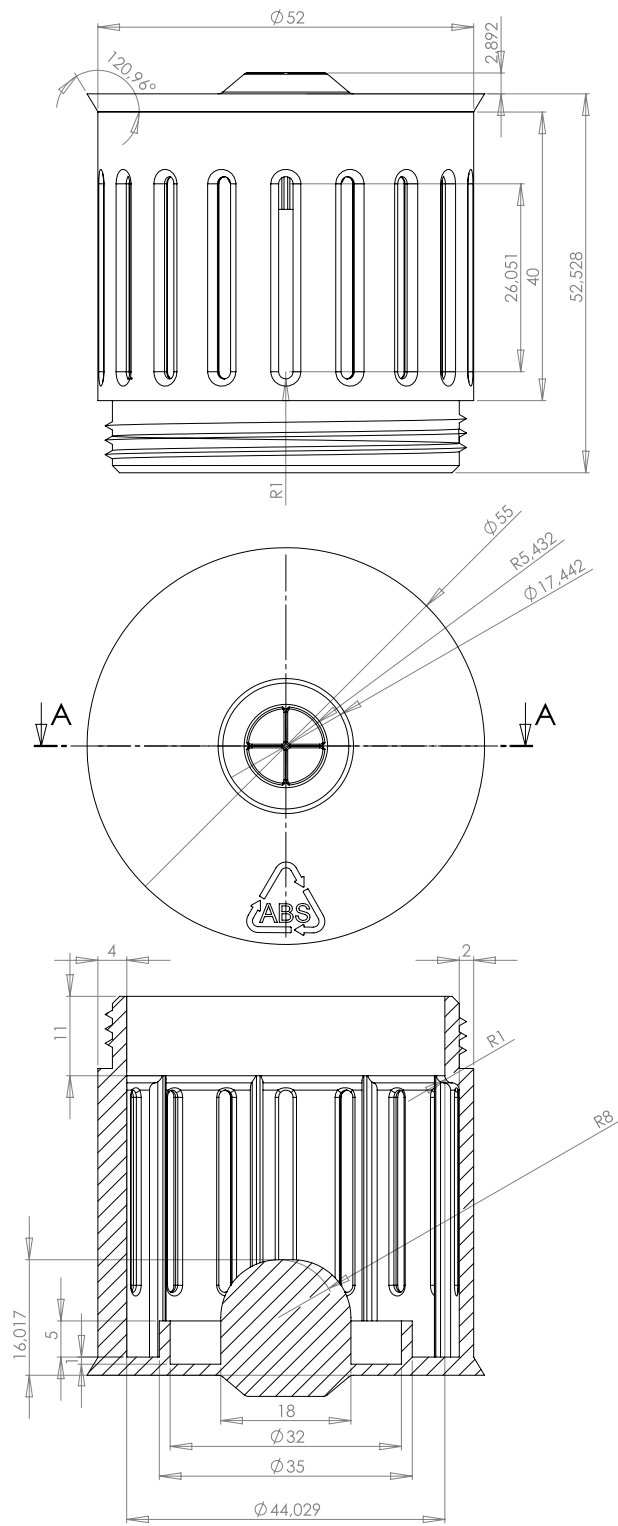
**Tapa de filtro**



SECCIÓN B-B

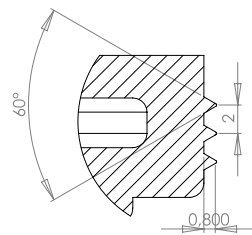
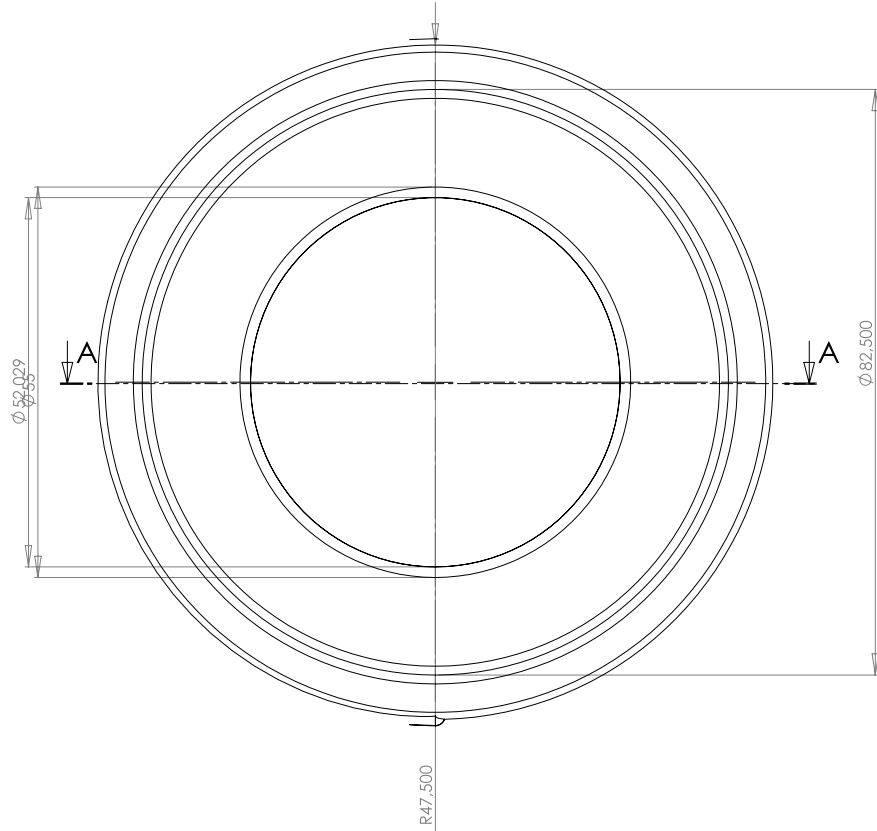
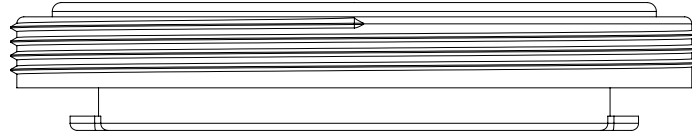


DETALLE C  
ESCALA 4 : 1  
**Cuerpo filtro**



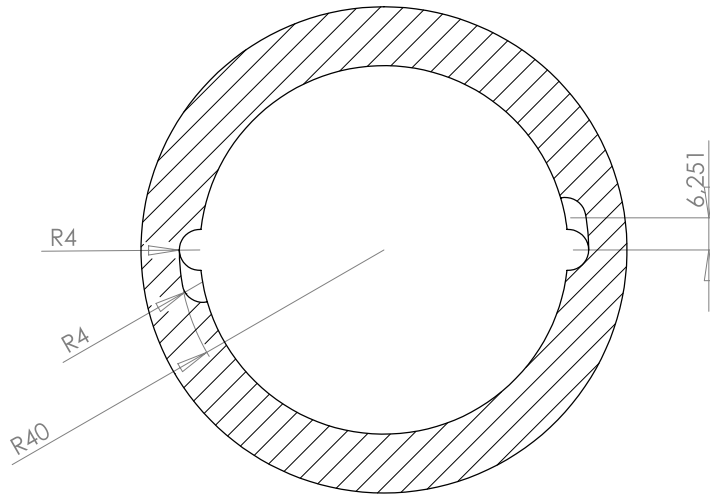
SECCIÓN A-A

# Acople de filtros

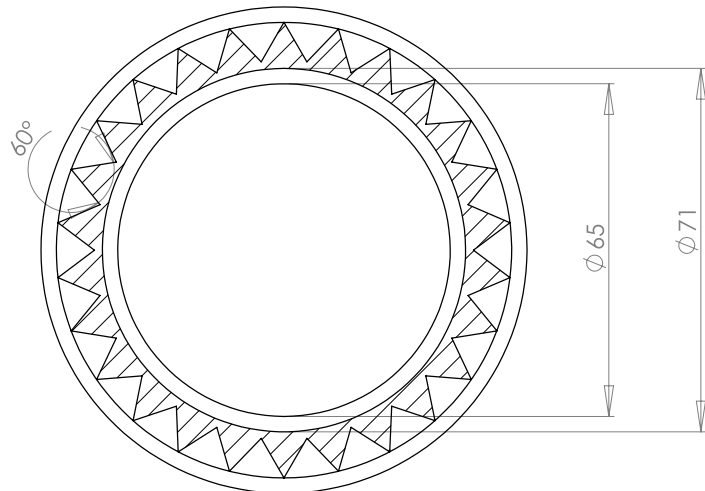


DETALLE ROSCA  
ESCALA 4 : 1

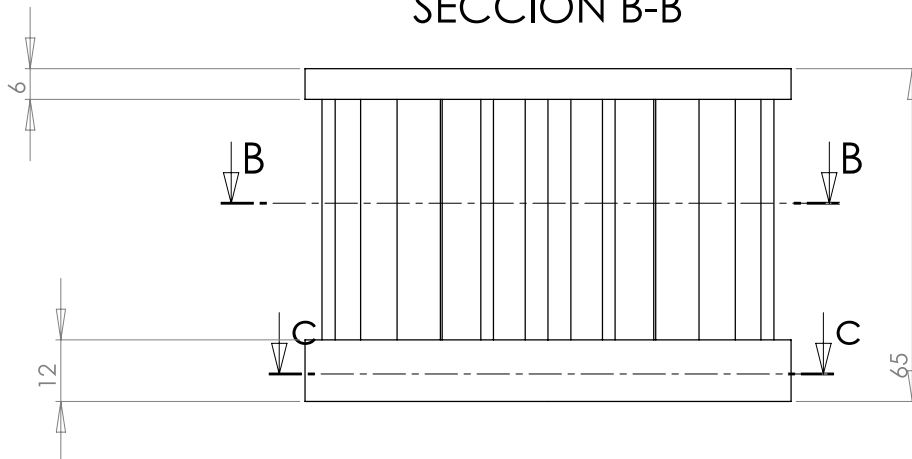
### Pre-filtro

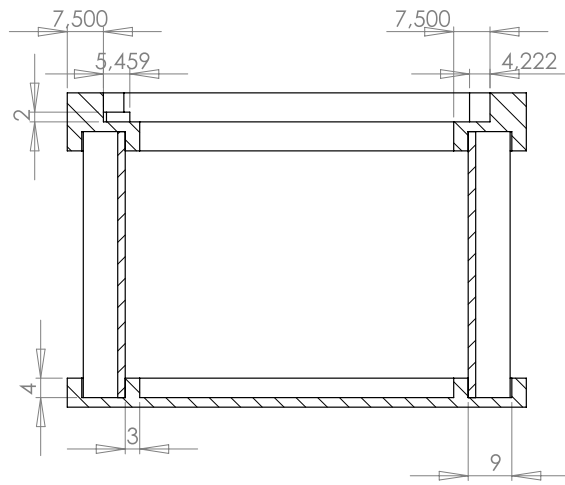
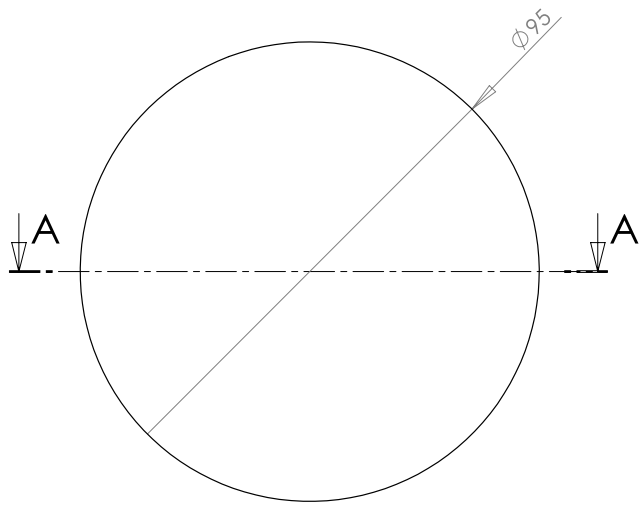


### SECCIÓN c-c

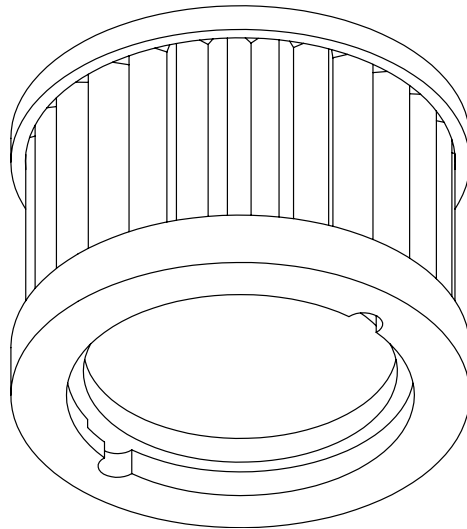


### SECCIÓN B-B

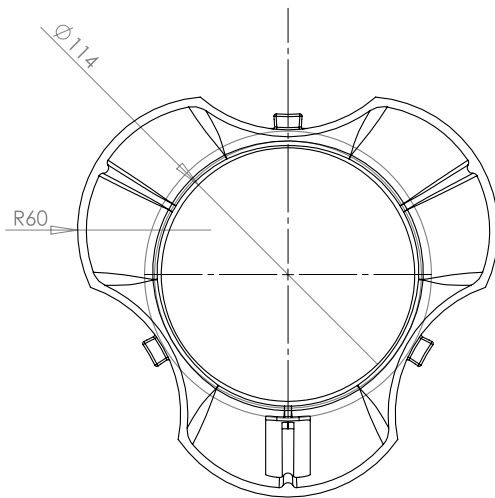
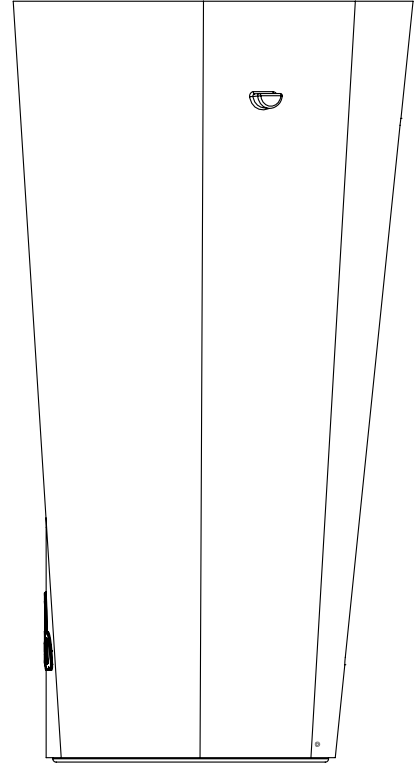
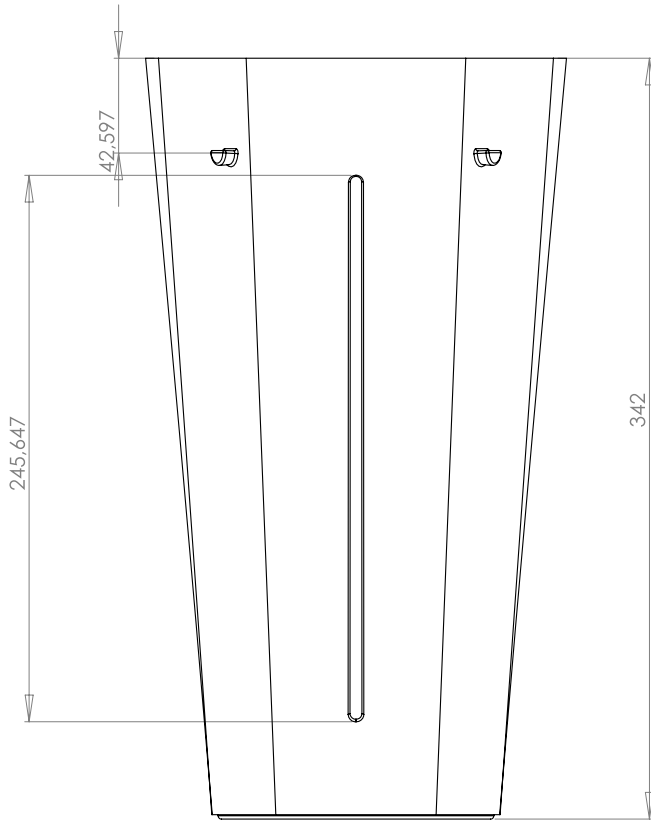




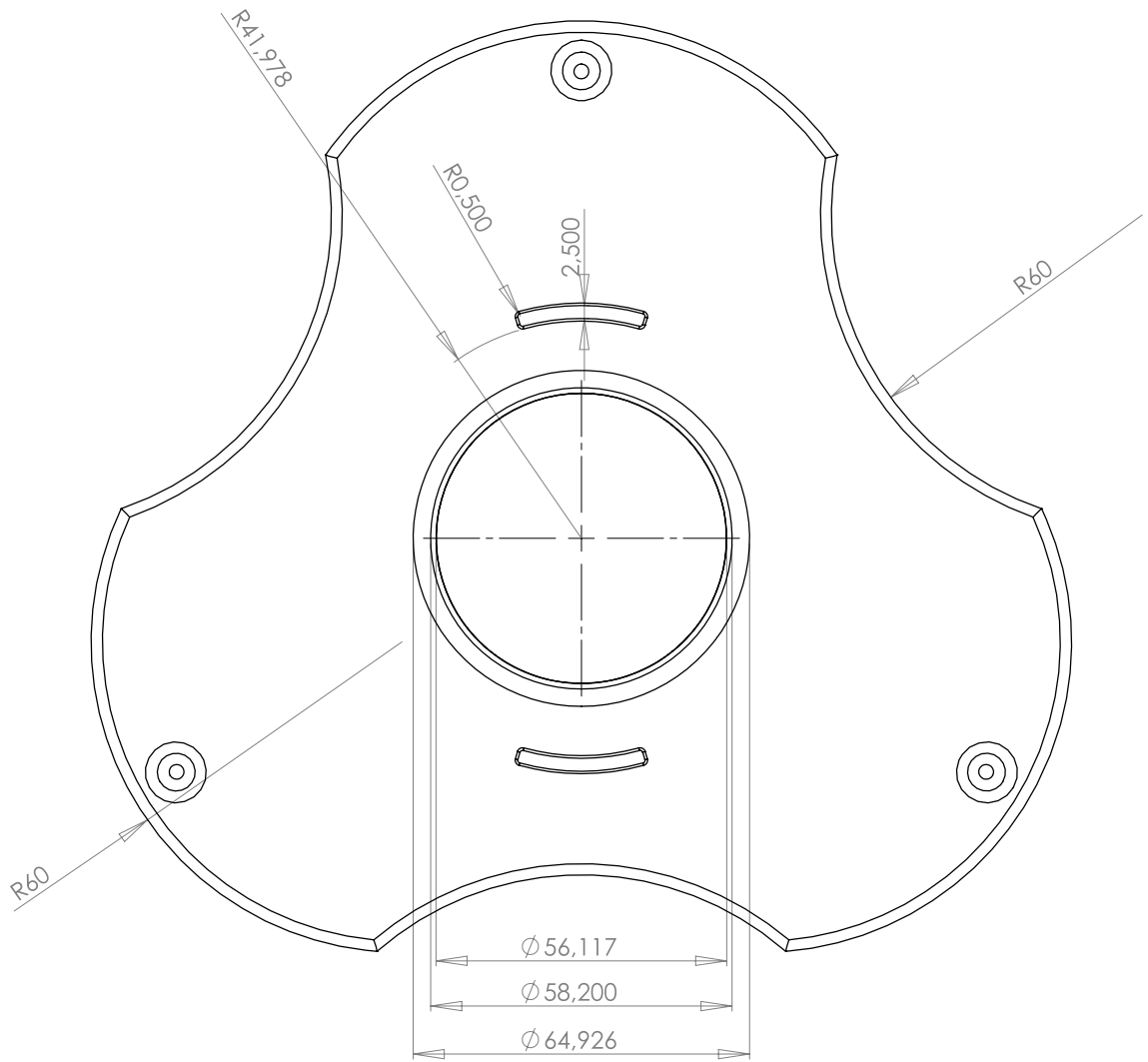
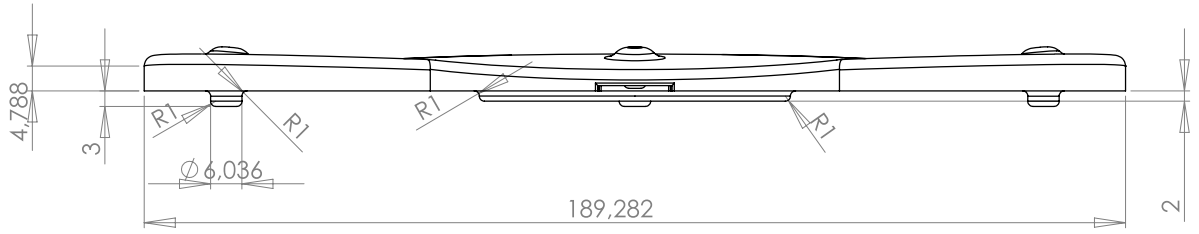
SECCIÓN A-A

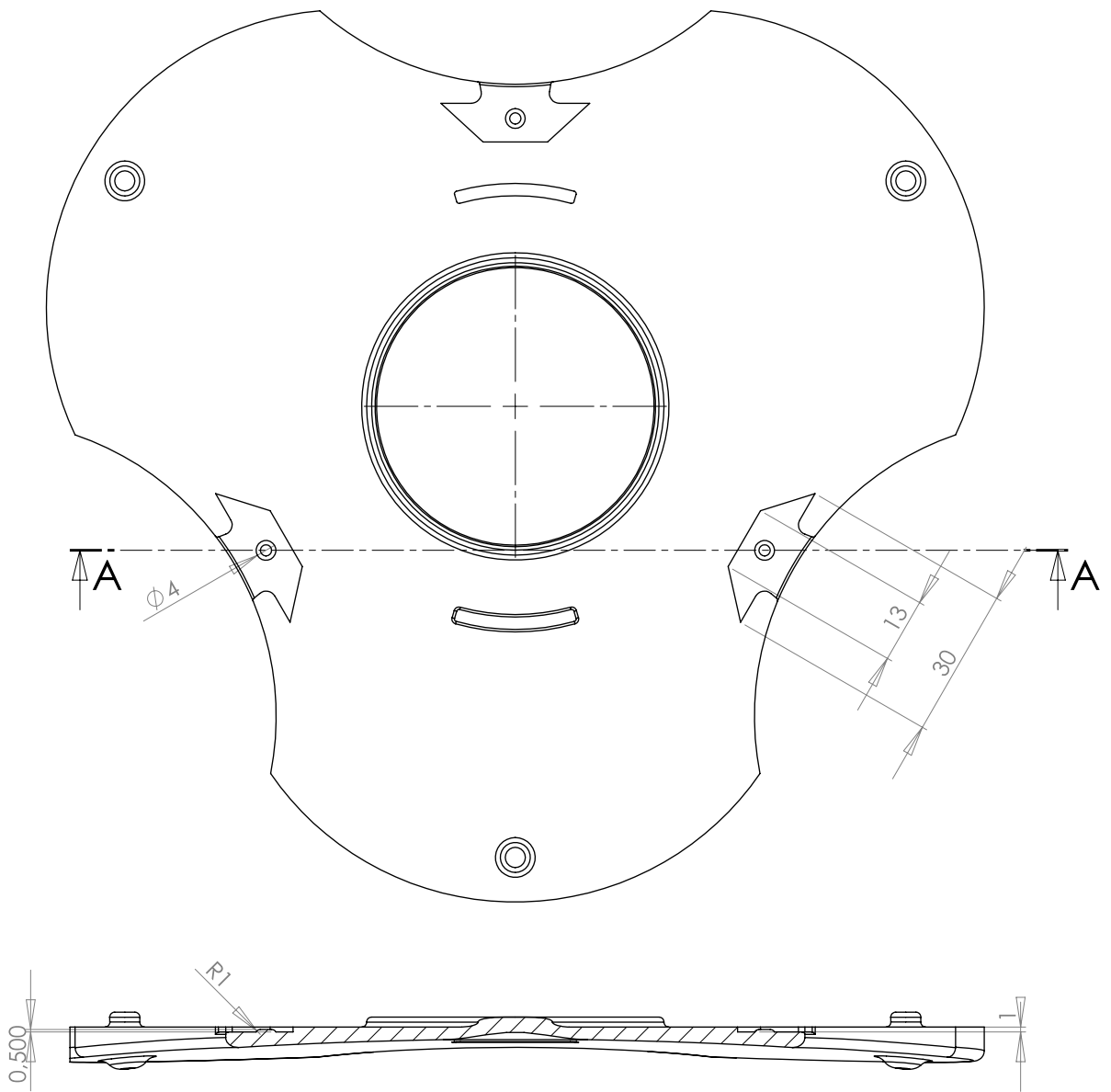


# Cuerpo principal



### Tapa parte superior





SECCIÓN A-A

# Tapa parte inferior

