ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA VENTA DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS DE LLUVIA EN EL SECTOR QUÍMICO, AGROINDUSTRIAL Y RESIDENCIAL DE BOGOTÁ D.C.

MARÍA FERNANDA ARENGAS REINES

COD: 20161197007

JOSÉ ALEX BERNAL MENESES

COD: 20161197015

PROYECTO PRESENTADO A:

JAVIER ORJUELA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS EN INGENIERÍA

Bogotá, 2016

Contenido

1. Introducción **4**

2. Marco referencial **7**

2.1 ANTECEDENTES. 7
2.2 MARCO TEÓRICO 10

3. Estudio de mercado **12**

3.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR Y CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO. 12
3.2 POBLACIÓN OBJETO DE MERCADO. 18
3.3 CONSUMO PROMEDIO DE AGUA. 18
3.5 PROYECCIÓN DEL MERCADO. 25

4. Estudio técnico. **29**

4.1 Diseño del producto. **29**

4.1.1 QFD. 30

4.2 Diseño del proceso **34**

4.2.1 MERCADEO. 34
4.2.2 WORKSHOP COMERCIAL. 35
4.2.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 35
4.2.4 DIMENSIONAMIENTO PROYECTO. 36
4.2.5 OFERTA COMERCIAL RECIRCULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS. 45
4.2.6 CELEBRACIÓN DEL CONTRATO. 46
4.2.7 INGENIERÍA DE DETALLE. 46
4.2.8 IMPLANTACIÓN. 47
4.2.9 PRUEBAS Y CIERRE FORMAL. 47
4.2.10 MANTENIMIENTO. 48
4.2.11 POSTVENTA. 49

4.3 Selección de la técnología. **49**

4.4 Cálculo de recursos **51**

4.5 DISEÑO DE PLANTA. 56

5. Sistema administrativo **60**

5.1 Marco legal y normativo **60**

5.2 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA. 61
5.3 DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO. 64

7. Decisiones **73**

Anexo a. Caracterización de agua lluvia. **79**

Anexo b. Glosario **80**

Anexo c. Comparación de diferentes materiales utilizados para el transporte de agua **81**

Anexo d. Resultados de las encuestas. **82**

Anexo e. Selección de la tecnología **89**

Anexo f. Selección herramienta y equipos **93**

Anexo g. Perfiles de cargo **95**

Anexo h. Datos para la evaluación financiera. **106**

Tablas

Tabla 1. Caracterización Agua Lluvia Bogotá D.C. 8
Tabla 2. Caracterización del agua – histórica 9
Tabla 3. Consumo aproximado de agua por persona 19
Tabla 4. Consumo de agua en diferentes actividades de la industria textil. 20
Tabla 5. Proceso productivo de bebidas. 21
Tabla 6. Valores diagrama radar. 25
Tabla 7. Variables. 29
Tabla 8. Tipos de proyectos. 32
Tabla 9. Ficha técnica sistema de aprovechamiento aguas lluvias. 33
Tabla 10. Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro. 42
Tabla 11. Componentes tecnológicos del sistema. 51
Tabla 12. Número de operarios requeridos por periodo. 53
Tabla 13. Número de coordinadores de proyectos requeridos por periodo. 54
Tabla 15. Aspectos e impactos ambientale. 58
Tabla 16. Normatividad vigente. 60
Tabla 17. Cantidad de empleados por cargo por periodo. 63
Tabla 18. EPP necesarios para trabajo instalación. 66
Tabla 19. Costos proyectos sector industrial 69
Tabla 20. Costos proyectos sector residencial 69
Tabla 21. Datos relevantes para el flujo de caja. 70
Tabla 22. Flujo de caja. 71
Tabla 23. Indicadores financieros. 71

Listado de figuras

Figura 1. Ciclo de vida del producto: sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. 17
Figura 2. Distribución del consumo de agua 20
Figura 3. Diagrama de radar. 25
Figura 4. Cantidad de suscriptores de agua no residencial en Bogotá D.C.. 26
Figura 5. Proyección de suscriptores al acueducto en Bogotá D.C.. 27
Figura 6. Proyección de ventas. 28
Figura 7. QFD del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias. 31
Figura 8. Diagrama de flujo. 34
Figura 9. Precipitación 1972 - 2009 Bogotá D.C. 37
Figura 10. Succión Negativa. 43
Figura 11. Gantt base del proyecto. 55
Figura 13. Organigrama de la Organización 63
Figura 17. Proyección de ventas 70

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital, que desde el comienzo de las civilizaciones ha mostrado ser trascendental para el desarrollo de las mismas. En la actualidad, el planeta atraviesa una crisis de agua. 884 millones de personas en el mundo carecen de acceso seguro al agua potable y 2600 millones carecen de acceso a un saneamiento básico, lo que supone el 40% de la población mundial (UN, 2015). Por otro lado, cerca de 1,6 millones de niños de menos de cinco años murieron en 2005 por no tener agua potable y/o condiciones mínimas de higiene (20minutos, 2006).

Para el caso de Colombia, actualmente más del 85% de los municipios no tienen disponibilidad adecuada de agua potable (cantidad y calidad), siendo este el servicio más costoso en el país. En Bogotá, no se puede garantizar el suministro de agua potable debido a que Tunjuelo, Fucha y el río Bogotá, consideradas como sus principales fuentes hídricas, tienen una escasez no en cantidad sino en calidad de este recurso. Debido a esto, y a otros fenómenos como el crecimiento poblacional y los fenómenos del niño y la niña, se han tomado medidas para el uso racional del agua, tales como multas por su consumo excesivo (resolución 692 de 2014) y su racionamiento.

La falta de agua disminuiría la calidad de vida de los Bogotanos y aumentaría los costos de producción significativamente en algunos sectores. Por tanto, es indispensable encontrar y evaluar nuevas alternativas que permitan garantizar el suministro constante y asequible de agua para el bienestar de los sectores residencial, agroindustrial y textil, que son los que presentan un mayor consumo de agua en el distrito. (Colmenares, 2007).

Existen varias alternativas para enfrentar esta problemática, entre las que se encuentran la recolección y uso de agua de lluvias, la desalinización del agua y la

reutilización de aguas residuales. Todas estas presentan como ventajas la reducción de costos y la disminución de la dependencia hacia la empresa de acueducto, pero requieren una inversión inicial para su implementación.

La desalinización del agua no es una alternativa viable para Bogotá, aunque el agua salada esté disponible todo el año, ya que la distancia en línea recta hasta el océano pacifico es de 450 km aproximadamente, lo que además del costo del proceso (principalmente por el alto consumo de energía) ocasionaría altos costos de transporte. Por su parte, la reutilización de aguas residuales tiene como desventaja que el agua obtenida en este sistema tiene muchas limitaciones de uso por su alto riesgo sanitario, por lo que requiere un sistema muy robusto para su tratamiento.

La recolección y uso de agua de lluvia, presenta la desventaja de que se requieren grandes contenedores para que se tenga agua disponible todo el año, debido a los fenómenos del niño y la niña. Sin embargo, tiene como ventajas la disminución del riesgo de inundación, el hecho de que el agua de lluvia es gratis (bien público) y la minimización de la contaminación del agua, por lo que se requieren tratamientos menos rigurosos.

Lo anteriormente mencionado nos lleva a considerar que la instalación en empresas del sector agroindustrial, textil y residencial, de sistemas de aprovechamiento para el agua de lluvia permitirá una solución sostenible y alternativa para el posible desabastecimiento, incremento en los precios del agua y dependencia total de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

Por lo tanto, se plantea como objetivo general de este proyecto realizar el estudio de pre-factibilidad de la apertura de una empresa dedicada a la venta e instalación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, dirigido al sector textil, agroindustrial y residencial de Bogotá D.C.

Para el cumplimiento del objetivo, este trabajo contiene 6 capítulos, que contienen el marco referencial, estudio de mercado, estudio técnico, descripción del sistema administrativo y la evaluación financiera del proyecto. Adicionalmente se muestra un capitulo séptimo con las decisiones.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES.

Los sistemas de recolección de agua lluvia cuentan con dos componentes básicos, estos son el agua que es el recurso a aprovechar y el sistema para lograr su aprovechamiento. Respecto al agua, dependiendo de las características que está presente modificará el tratamiento y su uso. Por otro lado, el sistema de aprovechamiento de agua lluvia esta formado por el área de captación, el sistema de conducción, la estructura de almacenamiento, la filtración y el sistema de bombeo (salud, 2004)- (GHISI, BRESSAN, & MARTINI, 2007). Esta información se amplía en el anexo B y en el estudio técnico.

Dependiendo de los usos para los cuales esté diseñado el sistema y de su complejidad existen otros componentes adicionales como el sistema de distribución (por gravedad o por bombeo), el tratamiento (desinfección, cuando el agua es para consumo humano) y un sistema de control automatizado (salud, 2004).

El agua lluvia es el componente fundamental para el sistema de aprovechamiento de agua, por tanto, es importante conocer sus propiedades con el fin de determinar el uso y el sistema para su aprovechamiento. En la tabla 1, se muestran los resultados de un artículo publicado en la revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica, acerca de la caracterización del agua en Bogotá D.C. (Torres, Méndez, López, & Marín, 2011). Adicionalmente, en la tabla 2 se muestran las características del agua en 6 fechas diferentes. En el anexo A, se presentan las gráficas de las principales características comparadas con los límites permisibles para el agua potable según la NTC 813, segunda actualización. En estas figuras se observa que la cantidad de zinc y cobre y el pH se mantienen todo el tiempo en los parámetros necesarios para considerarse agua potable. Los sólidos totales

suspendidos los primeros días se encuentran por encima del límite, sin embargo, a partir del cuarto día de lluvia alcanza los valores exigidos al agua potable. La turbiedad en el agua de lluvia se mantiene siempre por encima de los límites exigibles, sin embargo, muestra una disminución con el paso de los días, llegando a ser muy cercado al valor límite. El mayor problema se presenta con la cantidad de plomo y cadmio, ya que se encuentra muy por encima del máximo permitido para el agua potable, y muestra un comportamiento creciente.

Tabla 1. Caracterización Agua Lluvia Bogotá D.C.

CONTAMINANTE	SOACHA	KENNEDY
Color (UPC)	39 (36)	N.A.
pH	7.4	8.0
Turbiedad (NTU)	17 (20)	21 (19)
SST (mg/L)	149 (138)	124 (168
DBO_5 (mg/L)	NA	20 (16)
Cd (mg/L)	0.3835 (0.2013)	0.1725 (0.3137)
Cu (mg/L)	0.0589 (0.0132)	0.0349 (0.0243)
Pb (mg/L)	0.3106 (0.1063)	0.2273 (0.0545)
Zn (mg/L)	2.0880 (1.9049)	2.4650 (1.6485)

El plomo es altamente toxico para la salud humana, razón por la cual está prohibido en productos que tienen contacto directo con el organismo humano. El cadmio también es un metal altamente toxico, se acumula en el hígado, los riñones y el tracto gastrointestinal y puede causar mineralización de huesos, anemia, crecimiento retardado, entre otros (Higueras, 2015).

Tabla 2. Caracterización del agua – histórica.

CONTAMINANTE	FECHA DEL EVENTO (dd/mm)					
	15/02	**16/02**	**12/03**	**22/03**	**12/04**	**30/04**
Color verdadero (UPC)	NA	NA	78 (21)	NA	NA	15 (15)
pH	8.1	8.2	8.0	8.0	7.8	7.1
Turbiedad (NTU)	45 (11)	27 (12)	38 (9)	5 (9)	2 (3)	4 (6)
SST (mg/L)	275 (109)	107 (75)	269 (125)	78 (155)	10 (3)	78 (156)
DBO_5 (mg/L)	47 (24)	19 (7)	NA	19 (5)	9 (1)	NA
Cd (mg/L)	0.0236 (0.0227)	0.0137 (0.0146)	0.0206 (NA)	0.3604 (0.2031)	0.3539 (0.1189)	0.4742 (0.2763)
Cu (mg/L)	0.0329 (0.0117)	0.0340 (0.0160)	0.0400 (0.0271)	0.0347 (0.0120)	0.0378 (0.0156)	0.0703 (0.0155)
Pb (mg/L)	0.2200 (0.0655)	0.2345 (0.1320)	0.3106 (0.0545)	NA	NA	NA
Zn (mg/L)	3.753 (1.5711)	2.7680 (2.1856)	2.5650 (2.4211)	2.0210 (2.0642)	1.2460 (1.1104)	1.8020 (1.2456)

Lo anteriormente descrito, indica que el agua entregada por el sistema de provechamiento de agua de lluvia que se va a vender no puede ser utilizado para actividades que requieran agua potable, tales como, la materia prima en la elaboración de bebidas, pero si se podrá utiliar sin problemas en actividades como la limpieza, la jardinería, los diferenes procesos de la producciòn textil, etc.

Es importante tener en cuenta que algunos materiales desprenden residuos o contaminantes al contacto con el agua, lo que disminuye la calidad de esta, aumenta los requerimientos de mantenimiento, disminuya la vida útil del sistema, etc. En el anexo C, se muestra las ventajas y desventaja de los materiales más utilizados para sistemas hidráulicos.

2.2 MARCO TEÓRICO.

La literatura existente plantea diferentes técnicas para el diseño de sistemas de aprovechamiento de las aguas lluvias, la mayoría de ellas para ser implementadas en residencias rurales, o en regiones de alto grado de desabastecimiento de agua potable (Castañeda, 2016), por tanto, el utilizar el agua lluvia esta condiciona a la demanda, recursos disponibles (precipitación, dinero para invertir y materiales de construcción), y las condiciones ambientales en cada región. Respecto al diseño del sistema de aprovechamiento la mayoría de autores revisados coinciden en un procedimiento que inicia con el cálculo de la precipitación, para el cual se deberá tener en cuenta la información pluviométrica histórica de Bogotá D.C.

Respecto al diseño del sistema de aprovechamiento de agua lluvia se puede seguir el método planteado por (Palacio, 2010) y (GHISI, BRESSAN, & MARTINI, 2007), el cual inicia con el calculo de la oferta acumula teniendo en cuenta las precipitaciones, el material del área de captación y el coeficiente de escorrentía; luego se procede a obtener el volumen necesario para el almacenamiento del agua teniendo en cuenta que este depende de la diferencia entre la oferta acumulada al mes y la demanda acumulada al mes “i”; a continuación se procede a el cálculo del potencial de ahorro, que se obtiene entre la división entre el volumen de agua lluvia posible de ser recolectada y la demanda existente, de acuerdo a la ecuación planteada por (Ghis, Lapolli Bressan, & Martini, 2007).

Posteriormente se realiza el procedimiento del cálculo del sistema de bombeo, este se divide en dos procedimientos, uno de ellos es el cálculo hidráulico de la bomba requerida para el tanque de almacenamiento. Para llevar a cabo dicho procedimiento se tendrá en cuenta el material y características de la bomba, el motor, la tubería de impulsión y de succión; así como las cotas entre los puntos de inicio (tanque de almacenamiento) y final

(unidad a abastecer más alejada). El segundo procedimiento es el cálculo de la potencia del motor de la bomba, Para hallar la potencia del motor de la bomba es necesario el valor de la eficiencia de la bomba (η), Caudal en la impulsión (l/s) Altura dinámica total (m) y el valor de la gravedad.

3. ESTUDIO DE MERCADO

Con el objetivo de obtener información relevante a cerca del producto a ofrecer, la demanda y oferta cualitativa y cuantitativa, la demanda potencial, precios, canales de distribución y estrategias de mercado, se realiza el estudio de mercado, cuyos aspectos más importantes se muestran a continuación.

3.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR Y CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.

La documentación sobre sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, se limita a las acciones realizadas en las últimas décadas en zonas de escases del agua como lo son las zonas desérticas, semidesérticas y pequeñas islas. A continuación, se describe el panorama a nivel mundial, nacional y distrital, para determinar en qué punto del ciclo de vida del producto se encuentran los sistemas a los que hace referencia este proyecto.

3.1.1 A nivel mundial.

A nivel mundial se han realizado grandes proyectos de implementación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, principalmente en zonas donde se presenta gran escases de este recurso. Estos sistemas son en su mayoría rudimentarios, sin ningún nivel de automatización. Seguidamente se narran brevemente la situación en los diferentes continentes.

África. En los últimos años se ha producido rápidamente una expansión de los sistemas de captación y uso de agua de lluvia, con grandes proyectos en países como Botswana, Togo, Mali, Malawi, Sudáfrica, Namibia, Zimbabwe, Mozambique, Sierra Leona y Tanzania. La instalación de estos sistemas ha sido lenta en Sudáfrica debido

principalmente a la baja precipitación, al pequeño número y tamaño de cubiertas impermeabilizadas y a los bajos ingresos familiares. Muchos de los sistemas implementados son de poca tecnología, lo que da como resultado el suministro de agua de muy baja calidad y eficiencia. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Asia. En India se utilizan sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia para colectar y almacenar el agua durante el monzón. En Bangladesh desde 1977 cerca de 1.000 sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron instalados. En China de 1995 a 1996, el gobierno local ha implementado el proyecto llamado "121" para captación de agua lluvia, apoyando económicamente a cada familia para construir un campo de recolección de agua, de almacenamiento y un terreno adecuado para cultivar. Suministrando agua a 1.2 millones de personas (260,000 familias) y 1.18 millones de cabezas de ganado. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Europa. En octubre de 1998, los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron introducidos en Berlín en 19 edificios (32.000 m2), el agua recogida por dichos sistemas es usada para la descarga de inodoros, el riego de zonas verdes y llenar un estanque artificial. Posteriormente, en esta ciudad se desarrolló un proyecto en el que el agua lluvia de todas las cubiertas (7.000 m2) es descargada a una cisterna de 160 m3, junto con el agua de escurrimiento de las calles, espacios de parqueadero y vías peatonales (área de 4.200 m2). A través de un modelo basado en 10 años de simulación se estimó que el ahorro de agua potable con la utilización de agua lluvia es de 2.430 m3 por año. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Sur América. En la región noroeste de Brasil, hace dos décadas, algunas ONG y el gobierno iniciaron un proyecto para implementar un millón de tanques de estructura de concreto prefabricado o concreto reforzado con mallas de alambre para el almacenamiento

de agua de lluvia, proyecto con el que se beneficiaron aproximadamente a 5 000 000 de personas. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Centro América. En San Felipe (Guanajuato, México), se implementaron inicialmente dos grandes sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. El primero cuenta con una cisterna con capaz de almacenar 500 m3 y un área de captación cubierta de piedra laja. El segundo, construido a las afueras del municipio, consta de dos cubiertas con pendiente que se unen en una canal la cual está conectada a una tubería que conduce el agua a un depósito de 285 m3 de agua ubicado dentro del municipio, desde el cual se distribuye agua potable a las familias que la necesiten. Por otro lado, algunas edificaciones de tipo institucional como el jardín de niños y la escuela municipal cuentan con sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, la cual es utilizada para la descarga de inodoros, el aseo de pisos y baños y para regar los jardines. Gracias a estos sistemas, ha sido satisfecha la mayor parte de la demanda de agua en el municipio. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006). En Tegucigalpa, Honduras, algunas viviendas cuentan con rudimentarios sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, la mayoría con materiales reciclables, los cuales a pesar de sus deficiencias han logrado mejorar el nivel de vida de los habitantes. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Norte América. En 15 estados de Estados Unidos, principalmente en Texas, se han implementado sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, para beneficio de aproximadamente medio millón de personas, quienes la utilizan para usos domésticos, agrícolas, comerciales o industriales. En este país existen más de 50 organizaciones especializadas en el diseño y construcción de estos sistemas. En Vancouver, Canadá se provee de un subsidio para la compra de barriles para el aprovechamiento del agua lluvia, y se proyecta que cada barril podría ahorrar cerca de 1.3000 galones (4.920 litros) de agua

durante los meses de verano donde la demanda de agua es más alta. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Oceanía. En la mayoría del territorio Australiano son muy comunes los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. En 1994, la oficina Australiana de Estadística realizó un estudio en el que se evidenció que el 30% de los hogares australianos de zonas rurales y el 6.5% de los hogares en las ciudades utilizaban algún sistema de captación y uso de agua lluvia, de los cuales el 13 % utilizaba el agua para beber y cocinar. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Pequeñas islas. La mayoría de pequeñas islas en el planeta cuentan con escasas corrientes de agua superficial, razón por la cual aprovechan el agua de lluvia para satisfacer gran parte de la demanda, tal es el caso de los Estados Federados de Micronesia, Rapa-Nui, Bermudas, Islas Vírgenes, Hawai, San Andrés entre otras. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Se puede concluir entonces, que los sistemas de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a nivel mundial se encuentran en la fase de crecimiento, ya que lo que inició como la solución a la escases de este recurso en algunas zonas, ahora se está implementando en sitios que tienen acceso suficiente al agua, por los beneficios que representa.

3.1.2 A nivel nacional. Debido a la riqueza de fuentes hídricas superficiales en Colombia como ríos, lagos y quebradas, poco ha sido el interés en tecnologías alternativas de abastecimiento de agua. Sin embargo, en comunidades como Bocana en Buenaventura, algunos asentamientos de la isla de San Andrés, la vereda Casuarito en Puerto Carreño, el Barrio el Ponzón de Cartagena, el asentamiento subnormal de Altos de Menga en Cali, entre otros, con problemas de suministro de agua se utilizan sistemas de aprovechamiento

de agua de lluvia. También se presentan casos aislados como el almacén de Alkosto, Villavicencio, el cual tiene un área de captación de agua de 1061 m2 y un tanque de almacenamiento de 150 m3, la cual es tratada posteriormente para que el agua sea potable, apta para todas las necesidades del almacén durante todo el año. La mayoría de estos sistemas son muy rudimentarias, lo que da como resultado baja calidad del agua suministrada y baja eficiencia. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que a nivel nacional los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia se encuentran ingresando a la etapa de crecimiento en el ciclo de vida del producto.

3.1.3 A nivel distrital. En Bogotá D.C. solo se conocen algunos casos aislados de instalación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en instalaciones institucionales y comerciales. Entre ellos se destaca el sistema del almacén Alkosto Venecia (Bogotá), que tiene una cubierta de 6.000 m2 utilizada como área de captación, en la cual se captan anualmente alrededor de 4.820 m3 de agua lluvia, lo cual satisface aproximadamente el 75% de la demanda de agua del edificio. Por otro lado, en el edificio de Postgrados de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia, se instaló un sistema para captación de agua de lluvia, la cual se utiliza para descargar los inodoros y alimentar las fuentes y los espejos de agua. (Ballén, Galarza, & Ortiz, 2006). Por esto, se considera que el producto a nivel nacional aún se encuentra en la etapa de lanzamiento, ya que, en la actualidad, ni siquiera se encuentran empresas dedicadas al estudio, implementación y puesta en marcha de estos sistemas en el distrito.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, en la figura 1 se muestra el ciclo de vida del producto “sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia”, y la ubicación a nivel mundial, nacional y distrital.

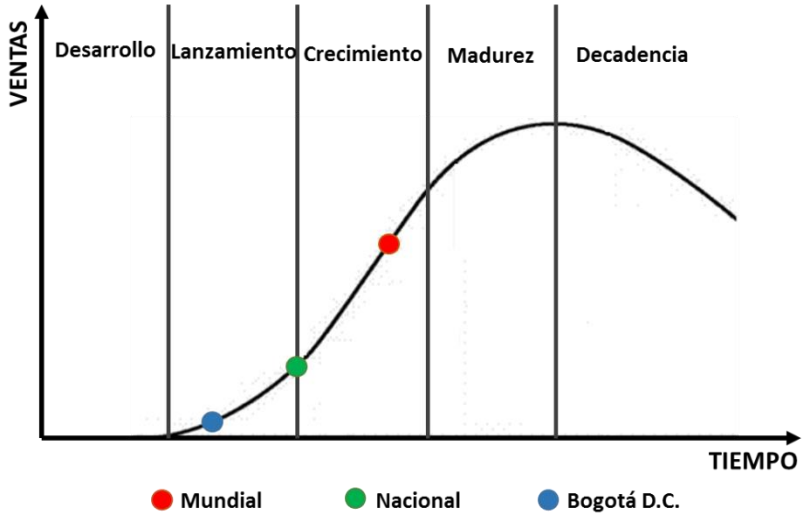


Figura 1. Ciclo de vida del producto: sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia (Autor, 2016).

Los panoramas descritos anteriormente muestran que el producto se ha ido popularizando a través de los años y que actualmente no solo se utiliza en lugares con escases de agua. El hecho de que los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia se encuentren en la etapa de lanzamiento a nivel distrital, que es la población objeto del mercado, indica que inicialmente las ventas van a ser bajas, que no existen competidores o son muy pocos y con bajo reconocimiento; es importante tener en cuenta que se deben realizar inversiones importantes en promoción, para que los clientes potenciales conozcan el producto y sus ventajas. Aunque el panorama a nivel mundial muestra un futuro prometedor, se debe tener presente que esta es la etapa más arriesgada y costosa, ya que se

tiene que invertir una cantidad considerable de dinero en procurar la aceptación de la oferta por parte de los consumidores (Stanton & Etzel, 2007).

3.2 POBLACIÓN OBJETO DE MERCADO.

En Bogotá D.C., el 80% de agua es consumida en el sector doméstico, el 17% en el sector industrial y el 3% restante en el sector de servicios (Casas, 2012).

En el sector industrial, el mayor consumo de agua lo presentan las empresas agroalimentarias, con un 52%, de las cuales destacan las de bebidas, cárnicos y lácteos. En segundo lugar, se encuentra la industria química con una participación del 29.8%, principalmente con las empresas de textiles (Casas, 2012). Estas empresas pueden presentar desviaciones en sus programas de producción si no cuentan con agua suficiente y de forma continua. Además, las altas cantidades de agua necesarias generan altos costos de producción, considerando que el agua es el servicio público con mayor costo en el país. Razón por la cual se convierte casi en una necesidad implementar sistemas que ayuden a optimizar el uso de este recurso.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, como población objeto del mercado se escogen el sector doméstico, las industrias agroalimentaria y química, por el alto consumo de agua que requieren y la importancia de esta en los procesos.

3.3 CONSUMO PROMEDIO DE AGUA.

Es importante conocer el consumo promedio de los diferentes clientes y las actividades y/o procesos en las que se utiliza el agua para definir el tamaño del sistema de aprovechamiento, la demanda que puede cubrir y el tratamiento que se debe realizar al agua de lluvia.

3.3.1 Humano. En promedio una persona consume 127 litros de agua al día. Es decir, una casa en la que conviven tan solo 4 personas, se consumen 15.4 m^3 de agua al mes aproximadamente (EPM, 2016). Este dato depende de la conciencia de las personas en el ahorro de dicho recurso, del mantenimiento de redes hídricas y los equipos utilizados (sanitarios comunes o ahorradores, duchas a presión, lavadores, etc.). En la tabla 3 se muestra el consumo aproximado de agua en diferentes actividades realizadas por las personas de forma cotidiana (Garcia, 2010).

Tabla 3. Consumo aproximado de agua por persona (García, 2010).

CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA/DÍA	
ACTIVIDAD	**CONSUMO AGUA**
Lavar la ropa	60-100 litros
Limpiar la casa	15-40 litros
Limpiar la vajilla a máquina	18-50 litros
Limpiar la vajilla a mano	100 litros
Cocinar	6-8 litros
Darse una ducha	35-70 litros
Bañarse	200 litros
Lavarse los dientes	30 litros
Lavarse los dientes (cerrando el grifo)	1,5 litros
Lavarse las manos	1,5 litros
Afeitarse	40-75 litros
Afeitarse (cerrando el grifo)	3 litros
Lavar el coche con manguera	500 litros
Descargar la cisterna	10-15 litros
Media descarga de cisterna	6 litros
Regar un jardín pequeño	75 litros
Riego de plantas domésticas	15 litros
Beber	1,5 litros

Aproximadamente el 77% del agua utilizada para estas actividades puede ser sustituida por agua de lluvia, sin mayor tratamiento, tal como se observa en la figura 2.

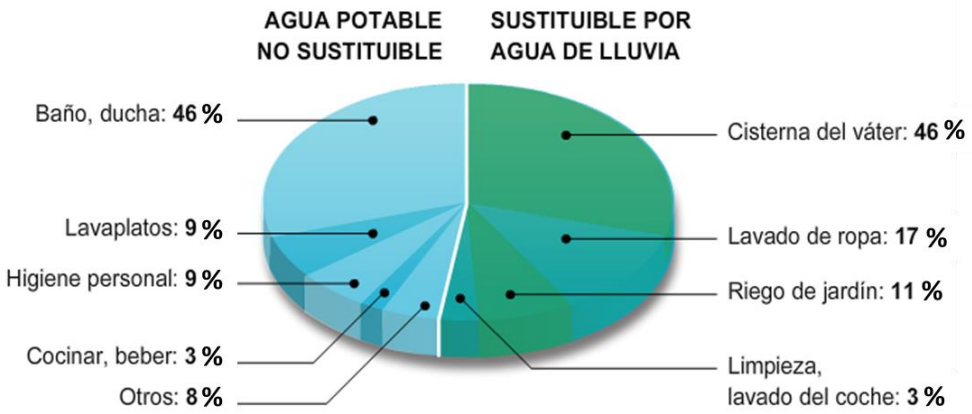


Figura 2. Distribución del consumo de agua (Eroski, 2016)

.

3.3.2 Industria Textil. La mayor cantidad de agua se utiliza en los acabados, es decir, los procesos realizados para retirar impurezas, cambiar la apariencia visual, la textura y el comportamiento de las telas. La cantidad de agua utilizada depende de la tecnología utilizada, del tipo de tela, entre otros factores. En la tabla 4 se muestra el consumo de agua en algunos procesos.

Tabla 4. Consumo de agua en diferentes actividades de la industria textil (Bogotá, 2004).

PROCESO	**DESCRIPCIÓN**	**CONSUMO DE AGUA (L/KG TELA)**
Mercenizado	Incrementa la resistencia tensil, lustre y la afinidad de los colorantes.	Algodón y fibras sintéticas: 7-10
Descrude	Remueve impurezas naturales adheridas a las fibras y a la tela para acondicionarla para las posteriores etapas de blanqueo o tintura.	Algodón: 2500-43000 Rayón: 17000-33500 Acetato: 25000-83000 Poliamida: 50000-66750 Acrílico: 50000-66750 Poliéster: 25000-42000
Batanado	Modifica ciertas propiedades esenciales del tejido, como cuerpo, elasticidad y apariencia.	Lana: 5-20
Carbonizado	Elimina residuos vegetales, es decir, materias celulósicas	Lana: 30-80
Tintura	Tiñe la tela.	Lana: 10-20

Todas estas actividades pueden ser sustituidas por el agua obtenida en el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.

3.3.3 Industria de bebidas. Proceso de producción de bebidas básicamente consta de las partes descritas en la tabla 5.

Tabla 5. Proceso productivo de bebidas (Naso, 2011).

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Limpieza de envases.	- Selección. Inspeccionar los envases para seleccionar los utilizables en equipo automático con determinación de compuestos nitrogenados y aromáticos. - Pre-enjuague. Retirar restos de líquido y suciedad no adherida con solución de soda cáustica caliente. - Remojo. Ablandar y desprender suciedades adheridas al envase, por inmersión e varios tanques de solución caliente de detergente y lavado interior a chorro. - Enjuague. Eliminar restos de detergentes y enfriar el envase. - Inspección. Determinar la efectividad de la limpieza.
Preparación bebida.	- Preparación del concentrado. Mezclar los ingredientes bajo extremas condiciones de higiene, para garantizar una materia prima homogénea. - Recepción y almacenamiento del concentrado. Guardar n tanques especiales que conserven la calidad e inocuidad del concentrado. - Preparación del jarabe terminado. Hacer una solución de azúcar con agua tratada. Posteriormente se añade el concentrado para obtener jarabe terminado. Mezclar el jarabe con agua en proporción predefinida. - Preparación de la bebida. Mezclar el jarabe con agua en proporción predefinida. - Carbonatación. Enfriar y agregar gas carbónico en la concentración preferida. - Envasado. Llenar los tanques para dispensadores, latas o botellas. - Inspección final. Comprobar que la cantidad en cada envase es correcta, el sellado es perfecto es adecuada. - Embalaje y distribución. Colocar los envases en cajas u otro embalaje para almacenar y distribuir en los puntos de ventas.

Así, por ejemplo, para producir una coca-cola de 1 litro se requieren 2.7 litros de agua, de los cuales 1 se utilizan como materia prima para la producción, y 1.7 (63%) restantes se usan para el lavado de botellas y maquinarias (Srivastava, 2006). Esto sin

contar con el agua utilizada en la limpieza de instalaciones y el consumo de los trabajadores.

En este sector del mercado la calidad del agua es mucho más importante porque se trata de un producto de consumo de humano. Aunque igualmente en este sector se realizan actividades de limpieza de áreas (más rigurosas que en los otros sectores objeto del mercado por los requerimientos del INVIMA), uso en baños, jardines, lavado de vehículos, etc.

Es entonces importante, aclarar a los clientes que el agua de lluvia a aprovechar en el sistema, aunque será de excelente calidad, no es potable, por lo cual no es apta para consumo humano.

3.4 ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LAS ENCUESTAS.

Teniendo en cuenta que la población objeto el mercado son el sector doméstico y las industrias agroalimentaria y química, ubicadas en Bogotá D.C., se investiga la cantidad de suscriptores totales en estos sectores a la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, para lo cual se hace uso de las estadísticas presentadas en la página del sistema único de información (SUI, 2016). Se encuentra que a corte de finales de 2015 habían más de 1 700 000 suscriptores residenciales y casi 200 000 no residenciales. Para determinar el tamaño de la muestra, se utiliza el muestreo probabilístico, ya se desea que todos los individuos de la población puedan formar parte de la muestra. Aunque se va a trabajar con 3 sectores diferentes (químico, agroindustrial y residencial), lo que va a definir las características del producto no es simplemente el sector, sino principalmente la cantidad de agua consumida en un periodo determinado de tiempo. Sin embargo, es importante conocer la posición de los tres sectores frente al producto ofrecido, razón por la cual se recomienda la realización

de un muestreo aleatorio estratificado. Debido a que no se cuenta con presupuesto para realizar todas encuestas necesarias por el gran tamaño de la población, se escogieron al azar 5 hogares, 5 empresas de la industria agroalimentaria y 5 empresas de la industria textil, a las cuales les fue realizada la encuesta, con la suposición que la información obtenida será representativa. En el anexo D se muestran los resultados obtenidos.

En las encuestas se evidenció que el 60% de la población objeto del mercado no cuenta con un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia. Adicionalmente, el 60.4% está muy dispuesto a implementar el sistema, el 6.6% se encuentra extremadamente dispuesto y el 26.4% está moderadamente dispuesto, para un total del 93.4% de la población objeto del mercado. Nadie mostro total rechazo a la implementación del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.

El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia a ofertar debe ser automático o semiautomático (según la magnitud del sistema) por preferencias de los encuestados, y se debe prestar el servicio de mantenimiento de los mismos.

La población objeto del mercado presenta variados consumos de agua y tamaños de las organizaciones, reflejados en variables como el área de captación diferentes, razones por las cuales se deben presentar diferentes productos, con características y precios específicos. Al cliente se le debe dimensionar el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia según las características de su infraestructura y sus necesidades.

Por otro lado, el agua aportada por el sistema no necesariamente debe ser potable, ya que se evidenció que solo el 13% de los encuestados aseguraron que el mayor consumo de agua en sus hogares u organizaciones era para consumo humano y preparación de alimentos. El 93% de los sistemas en el mercado no proporcionan agua potable. Es importante dar conocer nuestro producto a la población objeto del mercado, ya que el 47%

asegura que no es fácil encontrar proveedores para este tipo de proyectos y el 87% afirma que nunca le han ofrecido un sistema que les permita colectar y utilizar el agua de lluvia.

Se encuentra interés en la realización de un estudio previo en el que se pueda determinar la cantidad de agua de lluvia a colectar, y el tiempo aproximado de recuperación de la inversión, de ahí la importancia de desarrollar un programa en el que, al ingresar algunos datos del cliente como el área de colección y el consumo mensual, pueda obtener fácilmente esta información. Este sería uno de los valores agregados de nuestro producto.

La calidad en los materiales y en el servicio de instalación es crucial para ganar reconocimiento en el mercado, ya que el 100% de los encuestados que ya tienen implementados sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia asegura presentar problemas por fugas, más dimensionamiento del sistema de bombeo y mala calidad en el agua.

Adicionalmente, se debe mostrar las ventajas en cuanto al riesgo de inundaciones, ya que el 47% de los encuestados asegura haber tenido problemas por inundaciones en el sector en los últimos 5 años.

Lo anteriormente descrito, da como resultado el diagrama radar mostrado a en la figura 3.

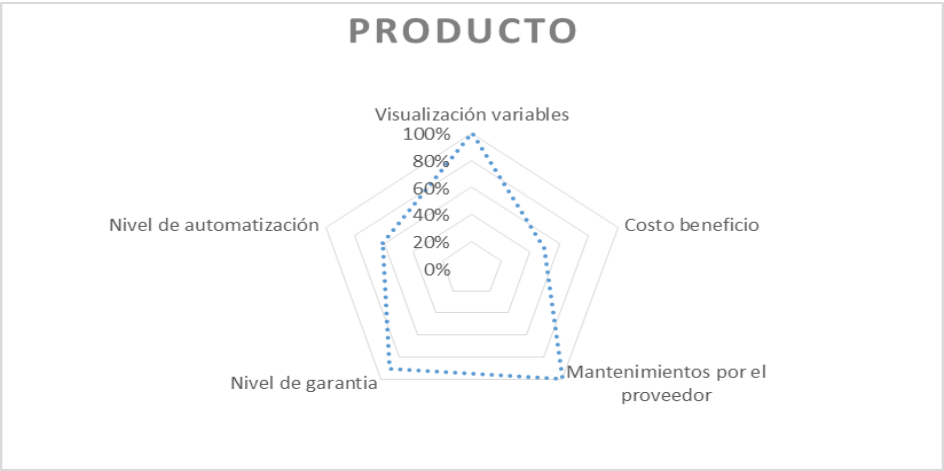


Figura 3. Diagrama de radar.

Para obtener las necesidades de los clientes respecto al producto se tomaron los datos de la encuesta y se diagramaron directamente; en los atributos de nivel de automatización, nivel de garantía y costo beneficio se utilizó la medida de promedio ponderado para determinar la intención de los clientes de elegir un producto con estas características. Al analizar las necesidades la que presentan mayor importancia son: el nivel de automatización, realización del mantenimiento, garantía y visualización de variables que debe tener el producto a diseñar, como se muestra en la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Valores diagrama radar.

Necesidades	Producto
Visualización variables	100%
Costo beneficio	49%
Mantenimientos por el proveedor	100%
Nivel de garantía	91%
Nivel de automatización	61%

Que el producto ofrecido cuente con estas características es fundamental, más teniendo en cuenta que se encuentra en la etapa de lanzamiento del ciclo de vida del producto.

3.5 PROYECCIÓN DEL MERCADO.

En la figura 4 se muestra la cantidad de suscriptores al acueducto entre los años 2005-2015. En el sector doméstico, en los últimos 10 años la cantidad de suscriptores ha aumentado casi en 400 000, es decir, un 30%. Mientras que en los sectores industrial y de servicio el aumento de suscriptores en el mismo periodo de tiempo fue de 45%, pero a partir del 2007 el crecimiento ha sido mucho más lento (tan solo del 14.7%).

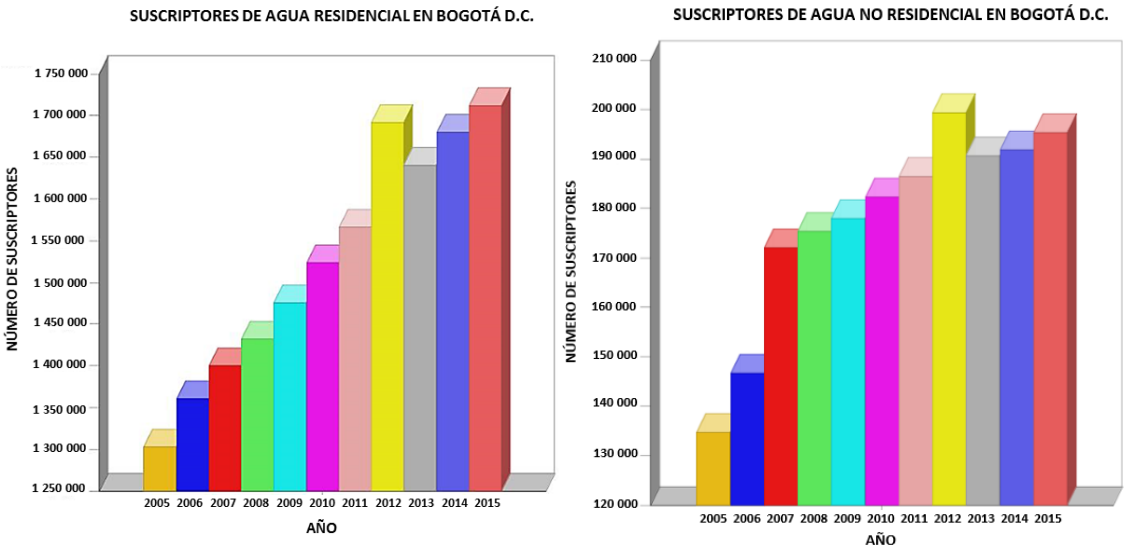


Figura 4. Cantidad de suscriptores de agua no residencial en Bogotá D.C. (SUI, 2016).

A partir de los datos mostrados en la figura 4, se proyecta el número de suscriptores totales en Bogotá D.C. hasta el año 2021 (figura 5).

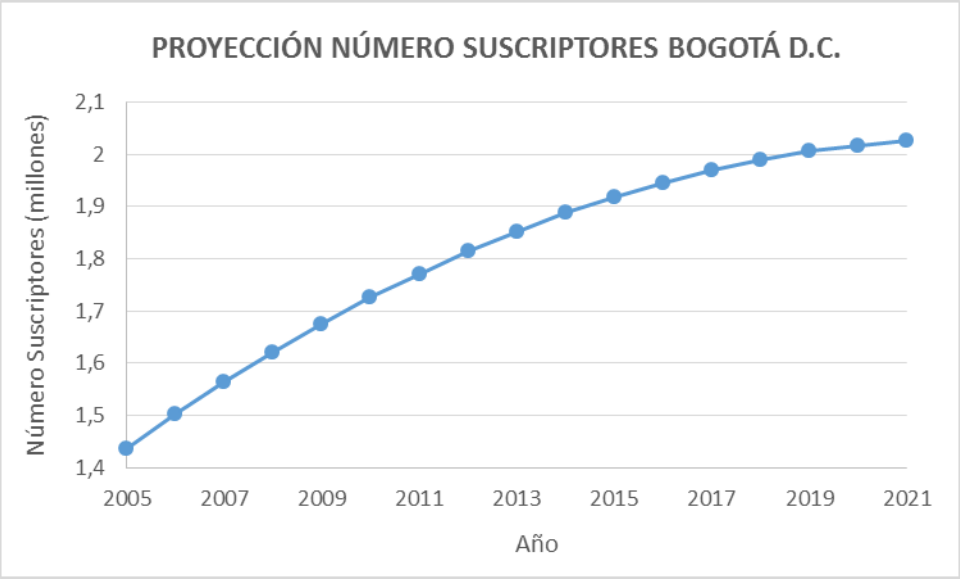


Figura 5. Proyección de suscriptores al acueducto en Bogotá D.C. (Autor, 2016).

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de mercado primario y secundario, se proyectan las ventas mostradas en la figura 6 para 5 años de duración del proyecto, la cual solo cubre 913 subscriptores de total de la demanda de la población objeto del mercado que está proyectada en 2021 en 2,03 millones de subscriptores. Esto teniendo en cuenta lo difícil que es incursionar en un mercado nuevo, los competidores, la inversión inicial y el hecho de que, aunque se evidenció un interés en casi todos los encuestados, esto no se traduce necesariamente en ventas.

MES	VENTAS
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3
6	4
7	4
8	5
9	5
10	6
11	6
12	7
24	72
36	108
48	162
60	243

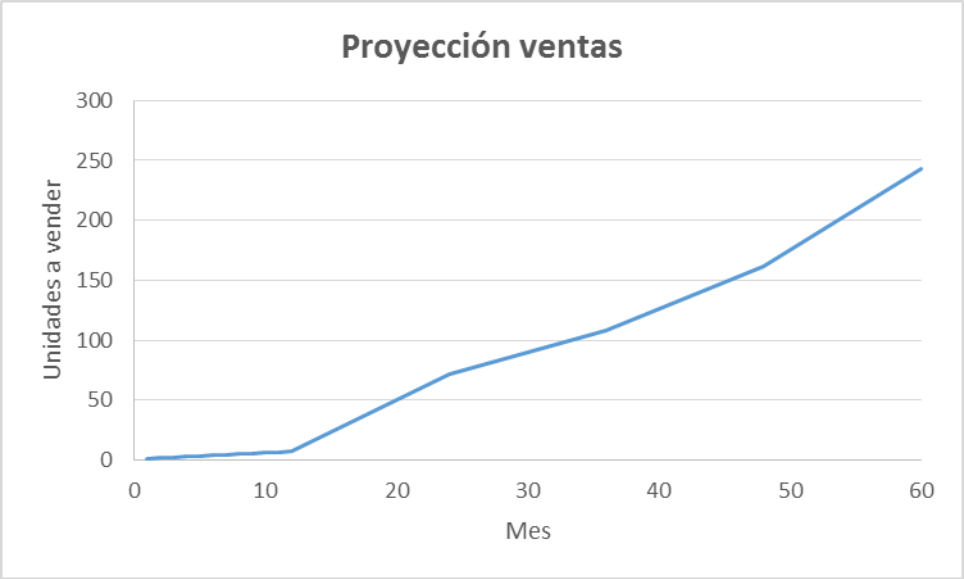


Figura 6. Proyección de ventas.

En la proyección de ventas se observa que inicialmente las ventas son muy bajas ya que el producto se encuentra en la etapa de lanzamiento, y luego progresivamente aumentan en forma logarítmica, a medida que entra a otras etapas del ciclo de vida del producto.

4. ESTUDIO TÉCNICO.

A partir de los datos obtenidos en el estudio de mercado, se procede a realizar el estudio técnico, el cual contiene el diseño del producto, diseño del proceso, selección de la tecnología, diseño de planta, cálculo de recursos y estudio ambiental.

4.1. DISEÑO DEL PRODUCTO.

El proyecto busca satisfacer la demanda de agua existente en la cuidad de Bogotá, al analizar el consumo de agua se encuentra que el sector doméstico presenta un consumo del 80% y el sector industrial del 17%. De este último sector el 52% se consume en el subsector agroalimentario y 29,8% el subsector químico, principalmente en el textil.

Debido a que estos sectores presentan diferentes necesidades en sus consumos se diseñaran diferentes alternativas para cada una de ellas. Las principales variables que se tuvieron en cuenta en la obtención de la información para realizar el diseño de las alternativas se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Variables.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN/PROPÓSITO
Número de personas.	Conocer el número de personas que se encuentran en una vivienda u organización.
Cantidad promedio de consumo mensual.	Determinar cuál es el consumo promedio de agua que se presenta en una institución o vivienda.
Actividades en las que se consume agua.	Identificar cuáles son las actividades en las que se presenta un mayor consumo de agua y que se puedan satisfacer con el agua lluvia.
Cantidad de agua lluvia necesaria para sustituir el consumo total.	Identificar cual es el valor esperado a satisfacer con un sistema de agua lluvia.

4.1.1 QFD.

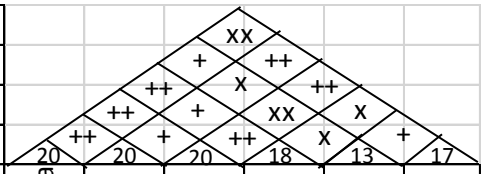
A partir de la información primaria y secundaria, se ponderaron según los resultados de las encuestas y se utilizó la metodología de QFD, para tomar las características deseadas de los clientes y transformarla en características técnicas y operativas satisfactorias. Para realizar el análisis de QFD se utilizó una ponderación de 0 – 5, donde 0 es el valor que menos aplica en la relación y 5 es cuando se encuentra una mayor relación.

En el proceso de QFD se encontraron cuatro requerimientos técnicos con mayor relevancia que son los valores objetivo y tienen una importancia relativa de 8 y 10; esto significa que se deben cumplir y que son comunes para todas las alternativas a suplir dependiendo de la necesidad del cliente.

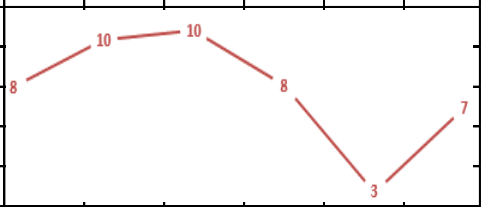
En el desarrollo del producto se identificó la necesidad de trabajar con diferentes alternativas de solución dependiendo del área para captar agua, por tanto, se crearán alternativas dependiendo de las características y necesidades del cliente.

El QFD se presenta en la figura 7.

Símbolo	Valor
++ MUY POSITIVA	5
+ POSITIVA	4
x NEGATIVA	2
xx NEGATIVA	1



IMPORTANCIA PARA EL CLIENTE							
Requerimientos del cliente	Prioridad	Materiales con calida	Sensores e interfaces HMI	Actuadores y Controlador lógico	Tanques con un volumen optimo y	Filtro convencional	Personal de mantenimiento y
		5	5	5	4	2	4
Garantía del sistema hasta 3 años	4	5	5	5	5	4	3
Variables del sistema a nivel de usuario final	5	2	5	5	4	0	4
Ejecución Automática	4	1	5	5	0	3	3
Aporte del 40% al consumo total de agua	4	2	0	1	5	0	0
Calidad de agua	2	4	2	2	3	5	0
Agua para procesos generales de limpieza y baños	4	0	0	0	3	5	2
Realización de mantenimientos	5	4	4	4	2	2	5
IMPORTANCIA		350	445	465	352	136	308
IMPORTANCIA RELATIVA		8	10	10	8	3	7



Valores objetivo		Los componentes del sistema deben ser robustos	Sistema con enfoque a usuario final	Sistema automatizado sin intervención del usuario	Debe Almacenar mayor de agua disponible	La sol. debe brindar el agua para procesos generales	Mantenimientos periódicos

Figura 7. QFD del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.

En la tabla 8 se muestran las diferentes alternativas de proyectos a ofertar a nuestros clientes y sus características.

Tabla 8. Tipos de proyectos.

Alternativas	Cantidad de agua consumida	Materiales con calidad optima	Sensores e interfaces HMI (interfaz hombre-máquina)	Actuadores y Controlador lógico programable (PLC)	Tanques con un volumen optimo y sistema de bombeo	Filtro convencional	Personal de mantenimiento y alerta de fallos
	Sector Residencial						
Proyecto A	10 - 20 m3	X		X	X	X	X
	Sector Industrial						
Proyecto B	20 - 250 m3	X		X	X	X	X
Proyecto C	250 - 500 m3	X	X	X	X	X	X
Proyecto D	500- 1000 m3	X	X	X	X	X	X
Proyecto E	>1000 m3	X	X	X	X	X	X

Entre las alternativas diseñas se trabajará para el sector residencial la alternativa tipo A que cubrirá las necesidades de consumos mensuales entre 10 – 20 m3, en este caso se plantea un proyecto sin interfaz de usuario, las variables podrán ser tomadas desde el componente lógico programable PLC.

Los proyectos B, C, D y E, estarán diseñados para cumplir las necesidades del sector industrial con diferentes necesidades de consumo mensual, la única variación que se presentara es la capacidad de almacenamiento del tanque y el sistema de bombeo que se utilizará.

A partir de las diferentes alternativas brindadas se presenta de forma general la ficha técnica del sistema de recirculación de agua lluvia en el que se describen todos los componentes tecnológicos a usar para cumplir con los requerimientos del cliente (ver tabla 9).

Tabla 9. Ficha técnica sistema de aprovechamiento aguas lluvias.

Nombre Del Producto	Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.
Nombre Comercial Del Producto	Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.
Calidad	El sistema de aprovechamiento de aguas lluvias es un producto automatizado que se adapta a las necesidades de consumo de agua y características propias de la infraestructura del cliente, obteniendo el máximo rendimiento y un periodo corto de recuperación de la inversión. El sistema brinda la posibilidad de conocer las variables de interés tanto físicas como económicas mediante una interface hombre maquina (HMI) que permiten tener un control y seguimiento continuo del sistema.
Tecnología	- Controlador Lógico Programable (PLC). - Actuadores. - Sensores (Presión, Alerta de fallos, Nivel, Volumen). - Filtro. - Interfaz Hombre Maquina (HMI). - Variador de velocidad (Drive). - Tanque de almacenamiento. - Bomba. - Motor. - Mantenimientos periódicos.
Servicio y Garantía	La garantía general del sistema es de dos años, el primer año de mantenimiento se encuentra incluido.
Presentación	El sistema de recirculación de aguas lluvias está diseñado para el sector industrial y residencial con las siguientes necesidades de consumo. **Sector residencial** - 10 – 20 m3 **Sector industrial** - 20 - 250 m3 - 250 - 500 m3 - 500- 1000 m3 - >1000 m3

4.2. DISEÑO DEL PROCESO.

Para realizar el diseño del proceso se realiza el análisis de los procesos de asesoría, consultoría y acompañamiento, para implementar un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias en Bogotá D.C. Cada sector presenta escenarios diferentes y necesidades diferentes, las cuales el proyecto busca satisfacer, buscando la aceptación de conformidad del cliente y crear fidelidad con los productos y soluciones ofrecidas.

La solución ofrecida a cada cliente se considera un proyecto en el cual se realiza la secuencia que se muestra en el diagrama de flujo en la figura 8. Las etapas se describen a continuación.

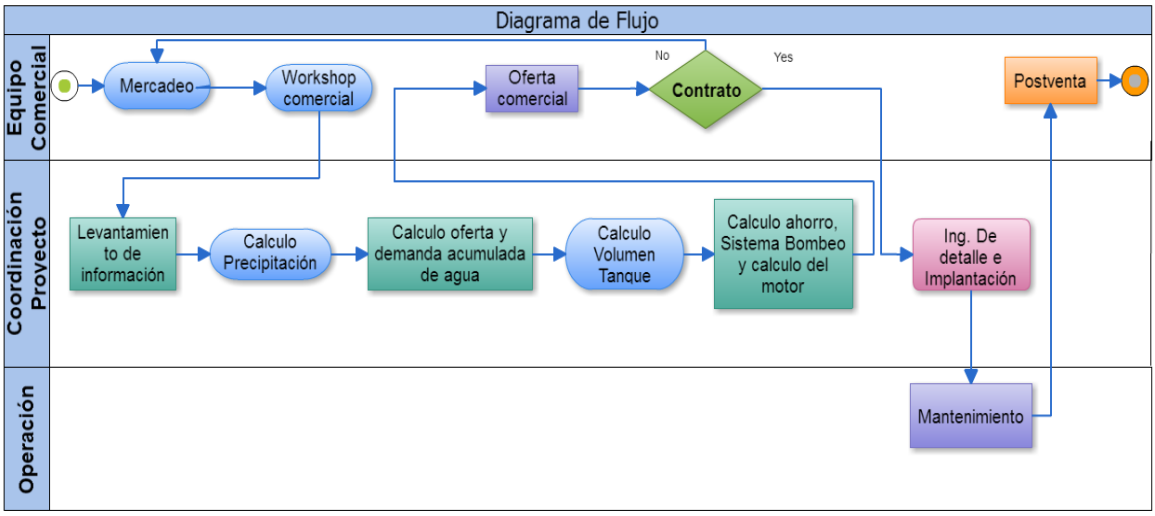


Figura 8. Diagrama de flujo.

4.2.1. Mercadeo.

Los proyectos contaran con estrategias de comercialización y publicitarias acorde al negocio y enfocadas al sector específico donde se concentran los procesos productivos del cliente, buscando de primera instancia los propietarios, administradores, comercializadores de las industrias textiles, agroindustrial y del sector residencial en Bogotá. La estrategia de

mercadeo se afrontará desde varios campos, iniciando con la promoción directa del proyecto en los clústeres que se encuentran en Bogotá de estos mercados, adicionalmente se contemplan campañas publicitarias por radio donde se muestre la empresa y la importancia de proyectos sostenibles de aprovechamiento de aguas lluvias.

Indicador:

- Para las campañas publicitarias se tendrá como indicador el número de ventas realizadas por el tipo de medio por el cual el cliente conoció el producto.

4.2.2. Workshop Comercial.

Este proceso consiste en presentar formalmente al cliente potencial el portafolio de proyectos ofrecidos verificando sus condiciones sociales, técnicas y de infraestructura, para mostrarle la solución económica y técnicamente viable, este paso es muy importante porque permite conocer las necesidades reales del cliente potencial y de esta manera ofrecer un producto que efectivamente cumpla con las expectativas y necesidades del cliente a corto y mediano plazo.

Indicador:

– Cantidad de Workshop comerciales realizados satisfactoriamente, que conduzcan al proceso de levantamiento de información

4.2.3. Levantamiento De Información.

En este proceso se realiza un levantamiento de información de las características propias de la instalación del cliente, como el área de captación de agua lluvia, la existencia o no de tanque de almacenamiento de agua y los planos hidráulicos. Se tendrá un enfoque que permita conocer detalles de la infraestructura del cliente como el número de plantas,

distribución por planta, tipo de paramentos horizontales y verticales, área, procesos productivos que involucran el consumo de agua, así como los promedios de consumo mensual, etc.

Se diligencia formalmente la información encontrada, que incluye todos los datos del cliente, cantidad de equipos, procesos productivos que usen agua, planos y comentarios relevantes de la infraestructura del cliente y sus necesidades.

Indicador:

- Cantidad de levantamientos de información satisfactorios realizados, sin que generen reprocesos.

4.2.4. Dimensionamiento Proyecto.

Con los datos obtenidos en el levantamiento de información se procede a dimensionar el proyecto en cabeza del coordinador de proyectos, para esto se debe seguir la siguiente secuencia de pasos lógicos.

Para desarrollar el diseño del proceso se deberá tener en cuenta la información pluviométrica de Bogotá D.C, la cual se obtuvo del IDEAM en el periodo 1972 -2009 de manera mensual para tener mayor confiabilidad en el diseño, con los datos mensuales obtenidos, se estiman los promedios mensuales de precipitación Ppi.

4.2.4.1. Precipitación promedio mensual.

$$Ppi = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Pi}{n}$$

Donde:

Ppi = Precipitación promedio mensual del mes i de todos los años evaluados (mm/mes).

n = Número de años evaluados.

Pi = Valor de precipitación mensual de mes i (mm). (Palacio, 2010).

En la figura 9 se muestran los valores de precipitación promedio mensual, con los datos de los años 1972-2009 (DANE, 2010).

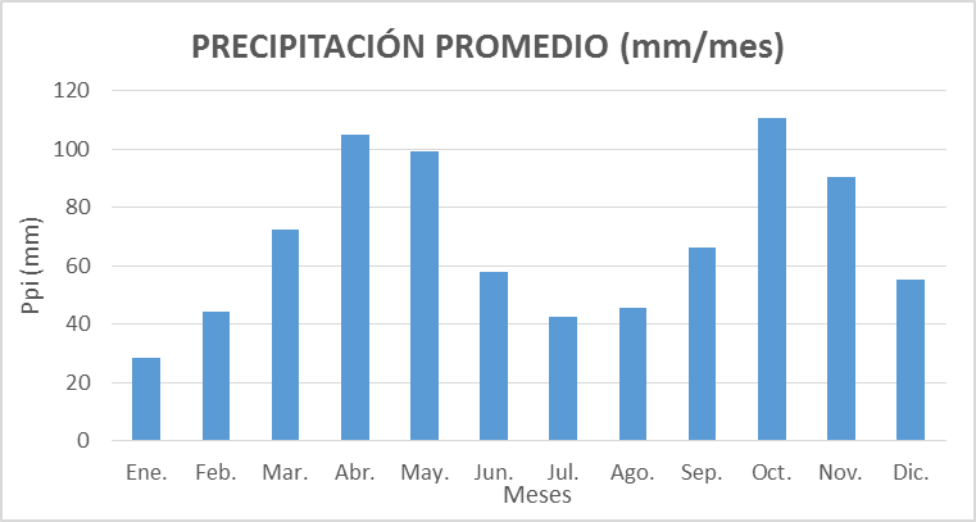


Figura 9. Precipitación 1972 - 2009 Bogotá D.C. (DANE, 2010).

En el proceso de diseño se determinará la demanda de agua, la oferta relacionada con la precipitación de la zona, el volumen de almacenamiento del agua lluvia, el interceptor de las aguas de lavado del techo, el filtro y la red de distribución de las aguas lluvias.

4.2.4.2. Calculo de la oferta. Para obtener la oferta potencial de agua al mes i (Ai) se tiene en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo mes a mes.

Donde:

$$Ai = \frac{Ppi * Ce * Ac}{1000}$$

Ai: oferta de agua en el mes “i” (m3)

Ppi: precipitación promedio mensual (L/m2)

Ce: coeficiente de escorrentía (flujo del agua sobre una superficie)

Ac: área de captación (m2)

De acuerdo con (Fayez A. Abdulla, 2009) muchos diseñadores asumen un valor del 20% anual en pérdidas debidas a la evaporación, a la textura del material del techo, a las pérdidas en las canaletas y en el almacenamiento, y a la ineficiencia del sistema de captación, por tal razón se afecta el volumen de la oferta disponible por ese porcentaje para no sobredimensionar el sistema e incluir en el diseño las pérdidas asociadas. De ésta manera ese valor porcentual se distribuye uniformemente durante los doce meses del año para determinar la oferta mensual, de la siguiente manera.

$$\mathrm{A'i} = \mathrm{Ai} - \left(\mathrm{Ai} * \frac{0.2}{12}\right)$$

Donde:

A' i: oferta de agua en el mes “i” teniendo en cuenta las pérdidas (m3)

Ai: oferta de agua en el mes “i” (m3).

De esta manera se ha calculado la oferta, sin embargo, para realizar el cálculo de volumen se necesita la demanda y oferta acumulada mensual de agua, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes, encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses.

4.2.4.3. Cálculo demanda acumulada. La demanda acumulada se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Dai = Da_{i-1} + Di$$

Donde:

Dai: demanda acumulada al mes “i” (m3).

Da_{i-1}: Demanda acumulada al mes anterior “i-1” (m3).

Di: demanda del mes “i” (m3)

4.2.4.4. Cálculo de la oferta acumulada (Aai). Para determinar la oferta acumulada (Aai) Se encuentra de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Aai = Aa_{i-1} + A'i$$

Donde:

Aai: Oferta acumulada al mes “i” (m^3).

Aa_{i-1}: Oferta acumulada al mes anterior “i-1” (m^3).

A'i: oferta del mes “i” teniendo en cuenta las pérdidas (m^3).

De esta manera se establecen las variables necesarias para el cálculo del volumen del tanque para el sistema, el valor de la demanda acumulada depende de la necesidad de cada cliente del sector al ser tan diferentes se obtendrá directamente de su consumo reportado por el acueducto.

4.2.4.5. Cálculo Volumen del tanque. Para conocer el volumen necesario de almacenamiento se debe encontrar la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada para cada mes, de ésta manera el mayor valor de diferencia será el volumen del tanque adoptado. Si las diferencias dan valores negativos, significa que las áreas de captación no son suficientes para satisfacer la demanda.

$$Vi = Aai - Dai$$

Donde:

Vi: volumen de almacenamiento del mes “i” (m3)

Aai: oferta acumulada al mes “i” (m3)

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

4.2.4.6. Interceptor de primeras aguas. Éste elemento permite recolectar las primeras aguas lluvias que caen y lavan el techo, por lo tanto, es necesario desviarlas para no ser almacenadas en el tanque. Su diseño, de acuerdo con los parámetros establecidos en la metodología del CEPIS, (Ambiente, 2003) establece que se requiere un litro de agua lluvia para lavar un metro cuadrado del techo, es decir que el volumen del tanque interceptor se calcula de la siguiente manera:

$$V_{int} = \left(1\frac{L}{m^2} * A_{cap}\right)/1000$$

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

A_{cap} = Área de captación (m^2)

4.2.4.7. Potencial de ahorro de agua potable. Finalmente el potencial de ahorro se obtiene, de acuerdo con el volumen de agua lluvia posible de ser recolectada y la demanda existente, en un mes, como se expresa en la siguiente ecuación: (Ghis, Lapolli Bressan, & Martini, 2007).

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

PPWS = Potencial de ahorro de agua potable (%)

VR ó Ai = Volumen mensual de agua lluvia que puede ser recolectado (m3/mes)

PWD ó Di = Demanda mensual de agua potable (m3/mes)

4.2.4.8. Sistema de bombeo. Se presenta a continuación el procedimiento del cálculo hidráulico de la bomba requerida para el tanque de almacenamiento. Para llevar a cabo dicho procedimiento se tendrá en cuenta el material y características de la bomba, el

motor, la tubería de impulsión y de succión; así como las cotas entre los puntos de inicio (tanque de almacenamiento) y final (unidad a abastecer más alejada).

Los principales parámetros a tener en cuenta son:

Caudal a bombear (Qb)

Tiempo de bombeo diario

Temperatura media del agua (T)

Aceleración de la gravedad (g)

Número de bombas

Coeficiente de Hazen-Williams (C)

Altura sobre el nivel del mar de la bomba (Hsnm)

Densidad del agua a la temperatura indicada (ρ)

Densidad del agua a 4°C (ρr)

Tipo de bomba

4.2.4.9. Cálculo de la tubería de succión. Para calcular la tubería de succión, se asume un diámetro de tubería, para verificar las velocidades mínima y máxima de acuerdo con el caudal a transportar. Asumiendo un diámetro de succión de la bomba, el área y la velocidad calculada está dada por:

$$A = \frac{\pi * \varphi^2}{4}$$

A = Área de la tubería

φ = Diámetro de la tubería (m)

Mediante la siguiente ecuación se determina el valor de la velocidad de succión:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q: Caudal (m3/s)

V: Velocidad (m/s)

A: Área de la tubería (m2)

Para la velocidad mínima se recomienda un valor de 0,45 m/s (Corcho Romero & Duque Serna, 2009) y para la velocidad máxima, el RAS 2000 (Económico, 2000), recomienda los valores para los diámetros de las tuberías que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro.

Diámetro de la tubería de succión (mm)	Velocidad máxima (m/s)
50	0.75
75	1.00
100	1.30
150	1.45
200	1.60
250	1.60
300	1.70
Mayor que 400	1.80

4.2.4.10. Características de la bomba. Para el diseño se debe contemplar qué tipo de bomba se va a utilizar, si ésta es de succión negativa es importante considerar el fenómeno de cavitación. Como se muestra en la figura 10.

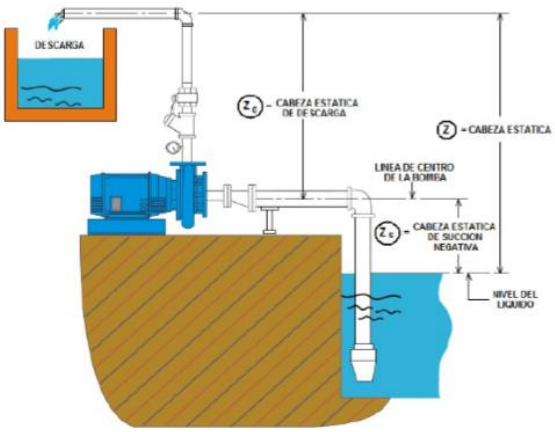


Figura 10. Succión Negativa.

Debido a que los proyectos que se implementara es deseable que el tanque este bajo la superficie para garantizar que el agua tenga las mejores condiciones de salubridad se presentara la situación de succión negativa.

Para minimizar el efecto de la cavitación se calculará la "Cabeza Neta de Succión Positiva Disponible" (NPSHd), la cual nos indica la máxima altura de succión que otorga el sistema; adicionalmente se debe cumplir que la "Cabeza Neta de Succión Positiva Requerida" (NPSHr), cuyo valor lo proporciona el fabricante de la bomba, debe ser menor que el NPSH disponible, para evitar la cavitación. El cálculo del NPSHd se debe hacer primero correcciones de la presión barométrica y de la presión de vapor de la siguiente manera:

Corrección de la presión barométrica:

$$\frac{Pa}{\gamma} = 10{,}33 - \left(\frac{1{,}2\ Hsnm}{1000}\right)$$

Corrección de la presión de vapor:

$$\frac{Pv}{\gamma} = (6*10^{-7} * \ T^4) + (1*10^{-5} * \ T^3) + (1.6*10^{-3} * \ T^2) + (4{,}34*10^{-2} * \ T) + (0{,}6102)\left(\frac{1000}{\rho/g}\right)$$

Donde

Pa / γ: Presión barométrica corregida en el sitio (m)

Hsnm: Altura sobre el nivel del mar de la bomba (m)

Pv / γ : Presión de vapor a la temperatura indicada (m)

T: Temperatura media del agua en el sitio de bombeo (°C)

ρ: Densidad del agua a la temperatura indicada (Kg/m3)

g: Valor de la aceleración de la gravedad (m/s2)

Ahora se determina el valor del NPSHd por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{NPSHd} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{Pv}{\gamma} - Hd,s - M - N$$

Donde:

NSPHd: Cabeza neta de succión positiva disponible (m)

Pa / γ : Presión barométrica corregida en el sitio (m)

Pv / γ : Presión de vapor a la temperatura indicada (m)

Hd,s : Altura dinámica de la succión (m)

M: Corrección por posibles depresiones barométricas (m)

N: Corrección por vacío imperfecto de las bombas (m)

4.2.4.11.Potencia del motor de la bomba. Para hallar la potencia del motor de la bomba es necesario que el fabricante proporcione el valor de la eficiencia de la bomba (η). La potencia del motor se halla entonces, de la siguiente manera:

$$P = \left(\frac{g * QI * Hd}{\frac{\eta}{100} * 75} \right)$$

Donde:

P= Potencia del motor (HP)

g= Aceleración de la gravedad (m/s2)

Qi= Caudal en la impulsión (l/s)

Hd=Altura dinámica total (m)

η= Eficiencia de la bomba (%)

4.2.5. Oferta Comercial Recirculación De Aguas Lluvias.

Después de dimensionado el proyecto es necesario realizar la gestión comercial para la venta del servicio con los esfuerzos calculados para realizar el proyecto. El asesor comercial con la información técnica deberá valorar y cuantificar detalladamente las cantidades de equipos, mano de obra y tiempo necesario para atender la solicitud del cliente, diligenciándose la oferta comercial al cliente.

En la cotización entregada al cliente se deberá tener en cuenta:

Equipos: deberá consignarse los equipos que serán instalados en la propiedad del cliente para cumplir con los objetivos del proyecto.

Mano de obra: En esta parte se establece los cobros asociados por el montaje y desmontaje de los equipos utilizaos en la implementación del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.

Indicadores:

– Cantidad de ofertas comerciales entregadas al mes.

- Cantidad de ofertas comerciales aceptadas al mes.

4.2.6. Celebración Del Contrato.

Si el cliente acepta la cotización entregada para la asesoría o implementación del proyecto de recirculación de aguas lluvias se firmará un contrato de obra que comprometerá a las partes para continuar con la etapa de ejecución de los trabajos ofertados, este contrato debe contener principalmente:

- Datos principales de la instalación (material de la tubería, capacidad y material del tanque, modificaciones de infraestructura necesarias, etc.)
- Objeto.
- Alcance.
- Obligaciones del cliente y de la empresa.
- Derechos del cliente y de la empresa.
- Tiempo de ejecución.
- Planificación de la ejecución.
- Clausulas por incumplimiento de las partes.
- Forma y cantidad de pago.

Indicadores:

- Cantidad de contratos firmados por ejecuciones realizadas calificadas como conformes por el cliente.

4.2.7. Ingeniería De Detalle.

La ingeniería de detalle permitirá realizar un cronograma exitoso de trabajo con el cliente, la adquisición de los equipos necesarios adicionales a los ya calculados como son (Canaletas, HMI, PLC, Sensores y actuadores) de acuerdo a las fechas de entrega y permitirá tener la descripción de los materiales utilizados en el proyecto y la programación de los componentes electrónicos como son la interface hombre-máquina, PLC y variador de velocidad.

Indicadores:

- Tiempo de programación de los sistemas electrónicos
- Tiempo de entrega de los materiales y equipos requeridos en el servicio.

4.2.8. Implantación.

Tanto la ingeniería de detalle como la implantación se presentan después de que se ha realizado la firma del contrato con el cliente. En esta etapa se realiza la implementación del proyecto que deben desempeñar los técnicos de la empresa, con la gestión del coordinador de proyectos.

Indicadores:

- Tiempo de ejecución real de la obra y tiempo presupuestado.
- CPI.
- SPI.
- No conformidades.

4.2.9. Pruebas Y Cierre Formal.

Se realizarán pruebas de aceptación de usuario final y la capacitación de la solución de recirculación de aguas lluvias y se realizará el cierre formal en el cual se mostrarán los beneficios técnicos y económicos, las líneas de atención en operación.

Indicador:

– Satisfacción del cliente con el documento final entregado.

4.2.10. Mantenimiento.

De acuerdo a la solución entregada al cliente es factible la necesidad de realizar mantenimientos periódicos a la instalación de la industria y/o residencia para verificación del sistema de recirculación de aguas lluvias, tecnologías instaladas, etc., de igual manera puede ser necesario ir nuevamente al predio para solucionar problemas y averías con los equipos instalados.

El mantenimiento se da debido a la posible falla de equipos a los cuales se les asignará una garantía de acuerdo a lo indicado por el fabricante.

Los proyectos tienen contemplado ofrecerle al cliente una asesoría especializada y sin costo por un año, después de la implementación de la solución, esto para corregir posibles desviaciones que se puedan presentar en la implementación. Adicionalmente, dependiendo de la capacidad y necesidad del proyecto, se asignará fecha(s) para el mantenimiento preventivo durante ese año.

Indicador:

– Cumplimiento al plan de mantenimiento preventivo.

- Mantenimientos correctivos realizados respecto a los mantenimientos correctivos solicitados por el cliente.
- Cumplimiento al ANS (Acuerdo de nivel de servicio) comprometido con el cliente.

4.2.11. Postventa.

En el servicio de post venta, se busca que los asesores comerciales estén en permanente contacto con el cliente final buscando conocer el grado de satisfacción alcanzado, encontrar nuevas oportunidades de negocio y realizar el mejoramiento continuo de nuestro producto. Con esto se espera controlar algunas variables de satisfacción del cliente y muestra la intención de la empresa de realizar acompañamiento a mediano plazo de las adecuaciones o servicios ofrecidos al cliente final.

Indicador:

- Cantidad de reclamaciones de los clientes por implementación o auditoría realizada.

4.3. Selección De La Tecnología.

A partir de la información del estudio de mercado principalmente del diagrama radar y de las salidas de la herramienta QDF, se realizó la selección de tecnología apropiada para ofrecer el grado de automatización deseado, la garantía y la posibilidad de conocer las variables que permita controlar el sistema de recirculación de agua lluvia.

Para la selección de los elementos que componen el sistema se tuvo en cuenta las siguientes variables: La garantía del equipo, el costo, el país donde se encuentra disponible, la capacidad y la calidad/precisión del equipo para los proyectos que se implementaran en el sector industrial y residencial. En el anexo E se presentan los equipos que cumplen en

mayor medida con las necesidades de cada proyecto y en el anexo F se presentar los equipos y herramientas necesarios para la implementación de los mismos.

En la tabla 11 se muestra los componentes de la solución. La selección de los equipos se realizó dándole un peso a cada variable mencionada previamente.

El sistema está compuesto por un nivel de automatización diferente dependiendo del sector residencial o industrial, el proceso inicia en tomar agua lluvia por los canales, el agua lluvia pasa por el filtro pluvial que separa los sólidos suspendidos, y el agua se almacena en el tanque previamente instalado.

Con el sistema de control compuesto por el sensor de nivel, HMI (interfaz hombre-máquina), y el PLC (controlador lógico programable) dependiendo de nivel del agua, se activa el variador de velocidad de velocidad que controla la electrobomba y evacua el agua almacenada, todas las variables del proceso se mostraran en la pantalla HMI e incluso con el cuadalimetro se puede conocer la cantidad de agua que se usó en un periodo de tiempo.

En el caso residencial el proceso es más sencillo debido a que directamente el caudalimetro muestra y registra la cantidad de agua que se usó por periodo de tiempo; en este caso el control de todo el proceso lo realiza directamente el variador de velocidad.

Tabla 11. Componentes tecnológicos del sistema (Autor, 2016).

Variables	Caudalimetro	Interfaces HMI (interfaz hombre-máquina)	Actuadores y Controlador lógico programable (PLC)	Tanque	Filtro Pluvial	Electrobomba	Variador	Sensor de nivel
	Sector Residencial							
	SATERA 825 METER	NA	NA	Acuaviva 1000 y 2000 LTS	Downspout Filter	Alred13 5m 1 HP	ATV12H 075M2	Sensor de nivel A1
	Sector Industrial							
	CAUDALIMETRO "BROOKS"	KTP1200 Basic - Siemens	SIMATIC S7 - 1200 - CPU 1211C	Colempaques 5000 y 1000 LTS	Downspout Filter	JCRM15M 1.5 HP PQM100 1.5HP	6SL3210-5BB21-5UV0	Sensor de nivel A2

4.4. CALCULO DE RECURSOS.

La duración de la realización de las diferentes actividades en la implementación de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia es variable, ya que depende del tamaño de la organización u hogar, de las condiciones propias de su infraestructura (presencia de tanque de almacenamiento de agua, tuberías en buen estado, canaletas, etc.), del clima, entre otros. Se determinó sin embargo un tiempo promedio para la instalación de estos sistemas, con la ayuda de un experto técnico.

Se consideró entonces, que el coordinador de proyectos necesita de 5 horas para coordinar todas las actividades como toma de medidas, análisis de planos hidráulicos y simulación de sistema de aprovechamiento de agua según las condiciones del cliente para determinar las dimensiones del sistema a instalar, la capacidad, los puntos de conexión, y demás datos relevantes para la instalación. Por otro lado, que, para la instalación completa

del sistema, incluyendo adecuaciones que sean necesarias, se necesitas 50 horas de trabajo de operarios.

A partir de los tiempos anteriormente descritos, y con la proyección de ventas, se calcula la cantidad de operarios y coordinadores de proyectos en los diferentes periodos de tiempo. Para estos cálculos se tuvo en cuenta que en Colombia la jornada completa laboral son 48 horas a la semana, con un tiempo obligatorio de 15 min de descanso por jornada laboral (Mintrabajo, 2016). El horario laboral es de lunes a sábado, un turno diario de 8 horas. Por otro lado, se debe tener en cuenta, aunque el año tenga 365 días (366 el año bisiesto), en Colombia hay 18 festivos y 52 domingos. Se tomarán como tiempo de ausentismo un 2% y de enfermedades un 3%. En la empresa se toman vacaciones colectivas en diciembre.

Número de operarios para el primer mes:

$$Número\ de\ operarios = \frac{Tiempo\ requerido}{Tiempo\ disponible}$$

$$Tiempo\ disponible = \left[1 * 8 * (31 - 1 - 5) * (1 - 0.05) - (31 - 1 - 5) * \left(\frac{15}{60}\right)\right] \frac{h}{mes}$$
$$= 183.75\ \frac{h}{mes}$$

Tiempo requerido= 50 h 1 =50 h*

$$Número\ de\ operarios = \frac{50\ h}{183.75\ h/mes} = 0.3\ operarios/mes$$

Se toma 1 operario. El cálculo para los otros periodos se hace de manera similar, y se muestra en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Número de operarios requeridos por periodo.

Periodo	Días totales	Fes	Dom	Vacaciones	# Horas disponibles	# Ventas proyectadas	# Horas requeridas	# Operarios Requeridos
ene-17	31	1	5	0	183,75	1	50	1
feb-17	28	0	4	0	176,4	2	100	1
mar-17	31	1	4	0	191,1	2	100	1
abr-17	30	2	5	0	169,05	3	150	1
may-17	31	2	4	0	183,75	3	150	1
jun-17	30	2	4	0	176,4	4	200	2
jul-17	31	2	5	0	176,4	4	200	2
ago-17	31	2	4	0	183,75	5	250	2
sep-17	30	0	4	0	191,1	5	250	2
oct-17	31	1	5	0	183,75	6	300	2
nov-17	30	2	4	0	176,4	6	300	2
dic-17	31	2	5	15	66,15	7	350	2
2018	365	18	52	15	2058	72	3600	2
2019	365	18	52	15	2058	108	5400	3
2020	366	18	52	15	2065,35	162	8100	4
2021	365	18	52	15	2058	243	12150	6

Tabla 13. Número de coordinadores de proyectos requeridos por periodo.

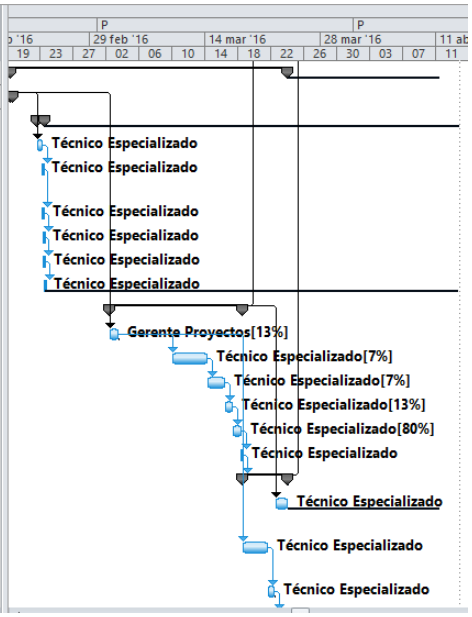
Periodo	Días totales	Fes	Dom	Vacaciones	# Horas disponibles	Ventas proyectadas	# Horas requeridas	# Operarios Requeridos
ene-17	31	1	5	0	183,75	1	5	1
feb-17	28	0	4	0	176,4	2	10	1
mar-17	31	1	4	0	191,1	2	10	1
abr-17	30	2	5	0	169,05	3	15	1
may-17	31	2	4	0	183,75	3	15	1
jun-17	30	2	4	0	176,4	4	20	1
jul-17	31	2	5	0	176,4	4	20	1
ago-17	31	2	4	0	183,75	5	25	1
sep-17	30	0	4	0	191,1	5	25	1
oct-17	31	1	5	0	183,75	6	30	1
nov-17	30	2	4	0	176,4	6	30	1
dic-17	31	2	5	15	66,15	7	35	1
2018	365	18	52	15	2058	72	360	1
2019	365	18	52	15	2058	108	540	1
2020	366	18	52	15	2065,35	162	810	1
2021	365	18	52	15	2058	243	1215	1

En la figura 11 se presenta el Gantt base de los proyectos, el total del proyecto se planteó con 55 horas de esfuerzo incluyendo al coordinador del proyecto, técnicos especializados y asesor comercial, la implantación del proyecto se dará en promedio en 52 días incluyendo todas las fases de inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control y cierre. A continuación, se presenta la fase más importante que es la de ejecución.

Al realizar el análisis se puede observar que la ruta crítica está relacionada con las actividades de implantación en el cliente y tiene que ver con la instalación de los componentes electrónicos, el sistema de almacenamiento y bombeo.

Gantt del proyecto industrial

% trabajo compl	Nombre de tarea	Trabajo	Duración
0%	**Ejecución**	**47 horas**	**24,02 días**
0%	**Levantamiento de información**	**4 horas**	**0,53 días**
0%	**Dimensionamiento del proyecto**	**5,95 horas**	**0,93 días**
0%	Calculos del volumen de tanque	1 hora	0,13 días
0%	Calculos de interceptor de primeras aguas	1 hora	0,13 días
0%	Potencial ahorro agua potable	0,98 horas	0,13 días
0%	Calculo tuberia de impulsión y succión	1 hora	0,13 días
0%	Calculo de la bomba	1 hora	0,13 días
0%	Calculo de la potencia del motor	0,98 horas	0,13 días
0%	**Ingenieria de detalle**	**12,05 horas**	**13,08 días**
0%	Adquisisición de materiales	1 hora	1 día
0%	Programación PLC	1 hora	2 días
0%	Programación HMI	1,05 horas	2 días
0%	Programación Variador de velocidad	1 hora	1 día
0%	Armado Solución plano electricos	6 horas	1 día
0%	Pruebas unitarias	2 horas	0,27 días
0%	**Implantación**	**25 horas**	**2,4 días**
0%	Instalación Bombas, Motor, Tanque, Sist. Bombeo	10 horas	1,33 días
0%	Instalación PLC,HMI,Sensores, Actuadores	8 horas	1,07 días
0%	Pruebas aceptación Usuario Final	5 horas	0,67 días



Gantt del residencial

% trab con	Nombre de tarea	Trabajo	Duración
0%	**Ejecución**	**39,95 horas**	**14,53 días**
0%	**Levantamiento de información**	**4 horas**	**0,53 días**
0%	**Dimensionamiento del proyecto**	**5,95 horas**	**1 día**
0%	Calculos del volumen de tanque	1 hora	0,13 días
0%	Calculos de interceptor de primeras aguas	1 hora	0,13 días
0%	Potencial ahorro agua potable	0,98 horas	0,13 días
0%	Calculo tuberia de impulsión y succión	1 hora	0,13 días
0%	Calculo de la bomba	1 hora	0,13 días
0%	Calculo de la potencia del motor	0,98 horas	0,13 días
0%	**Ingenieria de detalle**	**10 horas**	**8,6 días**
0%	Adquisisición de materiales	1 hora	1 día
0%	Programación Variador de velocidad	1 hora	1 día
0%	Armado Solución plano electricos	6 horas	1 día
0%	Pruebas unitarias	2 horas	0,27 días
0%	**Implantación**	**20 horas**	**2,33 días**
0%	Instalación Bombas, Motor, Tanque, Sist. Bombeo	8 horas	1,33 días
0%	Sensores, Actuadores	6 horas	0,8 días
0%	Pruebas aceptación Usuario Final	4 horas	0,53 días
0%	Seguimiento y estabilización	2 horas	0,27 días

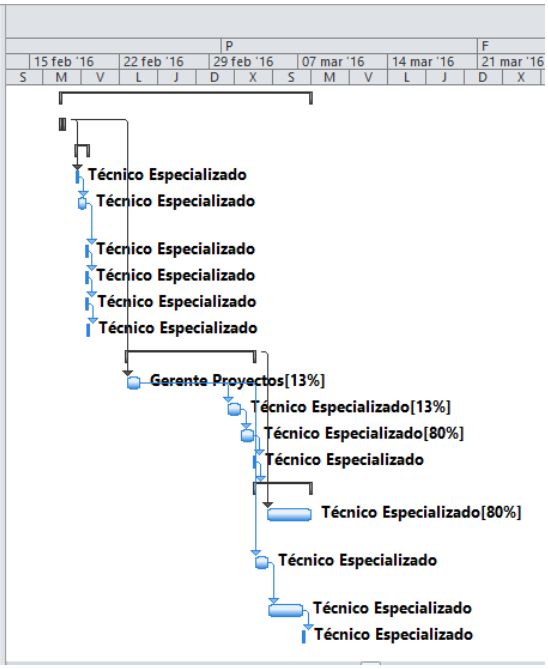


Figura 11. Gantt base del proyecto.

4.5. DISEÑO DE PLANTA.

Para el diseño de la planta se debe tener en cuenta que la mayor parte del personal es operativo y que ellos generalmente se encuentran por fuera de las instalaciones de la empresa. Los espacios se van a dejar diseñados teniendo en cuenta el crecimiento del personal necesario, sin embargo, los puestos de trabajo si se van a ir comprando conforme sean necesarios. Teniendo en cuenta esto, los espacios requeridos son:

- El personal operativo contará con un área de trabajo de 16 m^2, para realizar pruebas, armar piezas, soldar, o cualquier actividad que les sea más cómodo realizar dentro de las instalaciones de nuestra empresa.
- Área de almacenamiento de herramientas, equipos, materiales e insumos de 23,5 m^2.
- Una batería de baños para damas con dos sanitarios y dos lavamanos de 9 m^2.
- Una batería de baños para caballeros con dos sanitarios y dos lavamanos de 9 m^2.
- Una oficina para la gerencia de 12 m^2 con baño privado.
- Una oficina para la coordinación de recursos humanos de 12 m^2, compartida con su asistente.
- Una oficina para la coordinación comercial de 12 m^2, compartida con su asistente.
- Una oficina para la coordinación de contabilidad de 12 m^2, compartida con su asistente.
- 2 oficinas de 9 m^2 cada una para las coordinaciones comercial y de proyectos.
- 2 puestos de trabajo de 4 m^2 cada uno para dos asistentes comerciales que se encuentren dentro de las instalaciones.
- Una poceta para lavar y guardar traperos de 2,5 m^2.
- Un área para preparar café de 4 m^2.
- Una zona para comer de 4,5 m^2.

– Una recepción de 9 m^2.

– Una sala de juntas de 30 m^2.

En la figura 12 se muestra la distribución de cada área. La escala del plano que se muestra es 1:100. El área total es de 210 m^2. La instalación se realiza en solo un piso.

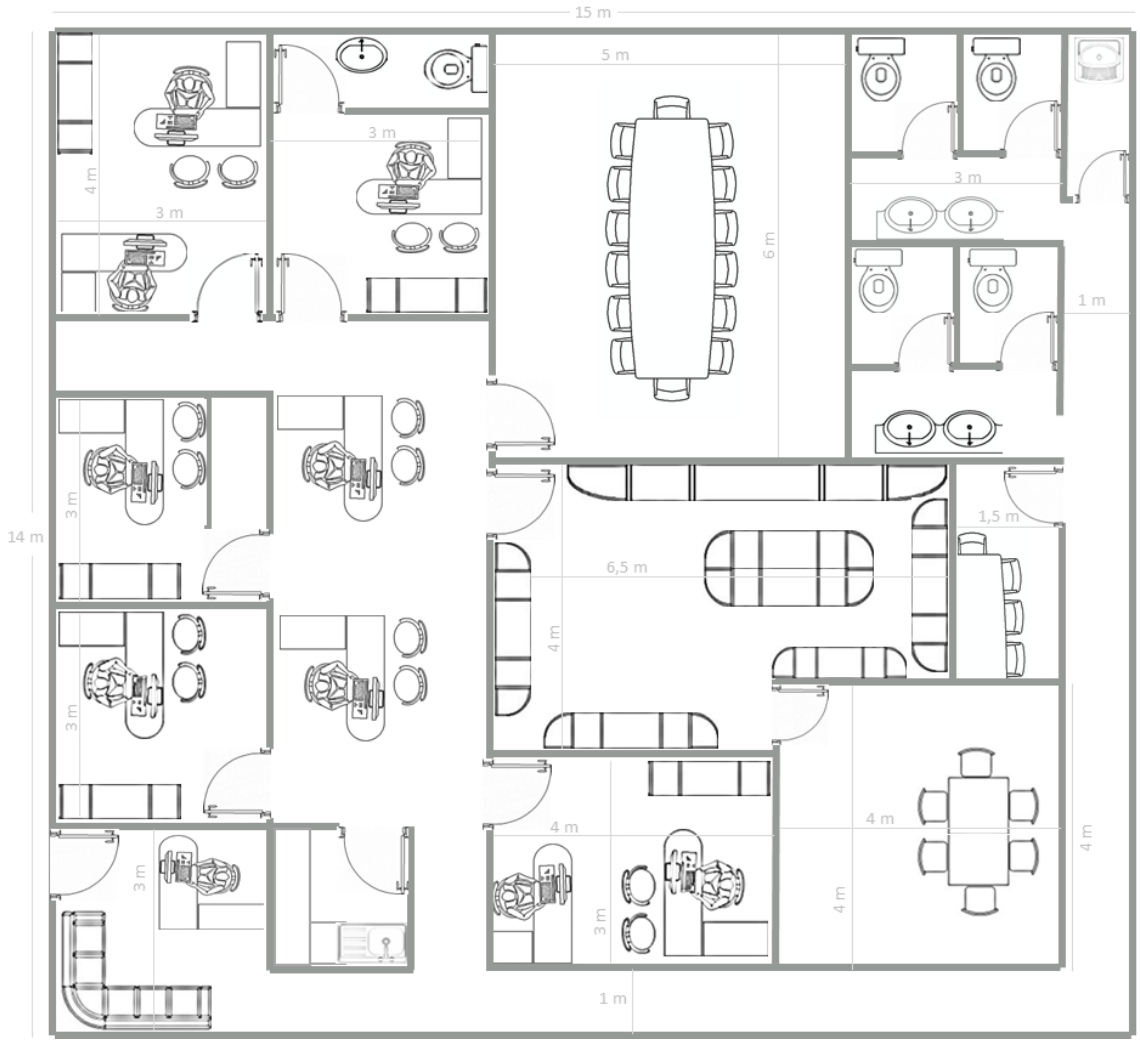


Figura 12. Diseño de planta (Autor, 2016).

4.6. ESTUDIO AMBIENTAL.

En la tabla 15 se presentan los principales impactos ambientales del proyecto y algunas estrategias para causar el menor impacto negativo posible.

Tabla 14. Aspectos e impactos ambientales (Autor, 2016).

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	ESTRATEGIA
Uso de aparatos electrónicos y eléctricos (computadores, impresoras, fotocopiadoras, microondas, cafetera, etc.).	Consumo energía eléctrica.	Comprar aparatos de bajo consumo de energía. Concientizar al personal en ahorro de energía: apagar y desconectarlos cuando no se estén utilizando, configurarlos en bajo consumo de energía en la medida de lo posible, etc.
	Generación de residuos peligrosos (tóners, residuos electrónicos, residuos eléctricos, pilas, etc.).	Capacitar al personal en manejo y separación de residuos en la fuente. Entregar los residuos peligrosos a empresas con licencia ambiental para disposición final adecuada de estos. Tomar como criterio de selección de tecnología, el que sean lo más amigables posible con el ambiente.
	Generación de residuos aprovechables (papel, cartón).	Capacitar al personal en manejo y separación de residuos en la fuente. Imprimir solo lo necesario. Entregarlos a entidades autorizadas para el manejo de este tipo de residuos.
Iluminación de las áreas.	Consumo energía eléctrica.	Comprar luminarias de tecnología LED. Concientizar a los funcionarios de la empresa en apagar las luces que no se estén necesitando encendidas.
	Generación de residuos peligrosos (luminarias, balastros, etc.).	Entregarlos a entidades autorizadas para el manejo de este tipo de residuos.
Actividades varias.	Generación de residuos sólidos (restos de comida, barrido común, etc.).	Capacitar al personal en manejo y separación de residuos en la fuente.
Limpieza de las áreas.	Uso de sustancias químicas.	Comprar productos amigables con el medio ambiente.

Mantenimientos locativos.	Uso de pinturas, barnices, solventes, etc.	Entregarlos a entidades autorizadas para el manejo de este tipo de residuos.
Uso de tuberías metálicas.	Generación de residuos industriales inertes como restos de metales.	Entregar a recicladores certificados.
	Emisiones a la atmósfera debido a las soldaduras como humos metálicos, NOx, CO, CO, O3, gases como fosgeno, fluoruros, acetileno, argón.	Contratar personal calificado que provece al máximo los recursos. Capacitar al personal en buenas prácticas ambientales en soldaduras.
	Contaminación del suelo y el agua con las partículas metálicas de los humos provenientes de la soldadura.	

5. SISTEMA ADMINISTRATIVO.

A continuación, se presenta el sistema administrativo de la empresa, el cual inicia con el estudio del marco legal y normativo aplicable en particular al tipo de producto ofrecido.

5.1. MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

No existe en Colombia reglamentación acerca de los sistemas e aprovechamiento de agua de lluvia. En la tabla 16 se muestran algunas leyes y decretos referentes al ahorro del consumo y a las especificaciones que debe tener el agua para los diferentes usos.

Tabla 15. Normatividad vigente.

Norma	**Descripción Breve**
LEY 9 DE 1979	Referente al control sanitario de los usos del agua.
LEY 373 DE 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
NTC 813	Especificaciones del agua potable.
Decreto 475 de 1998	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano
Decreto 2105 de 1983	Reglamenta parcialmente la Ley 09 de a 1979 sobre potabilización y suministro de agua para consumo humano

La normatividad mostrada anteriormente, reglamenta los lineamientos para los sistemas hidráulicos, características del agua potables, equipos y tuberías para sistemas de

transporte de agua, et., pero como tal no se presentan restricciones para el uso del agua de lluvia.

5.2. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.

A continuación, se establece los elementos de la planeación de la empresa encargada de la venta de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a la medida del cliente.

5.2.1. **Misión.** Somos una empresa dedicada a la instalación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a la medida en los hogares y en las empresas del sector agroalimentario y químico ubicadas en Bogotá D.C., contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

5.2.2. **Visión**. En el 2021 seremos la empresa líder en instalación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en Bogotá D.C., con reconocimiento a nivel nacional por la satisfacción de nuestros clientes, el cuidado del medio ambiente y la contribución al desarrollo social.

5.2.3. **Objetivos**.

Objetivo General. Realizar el diseño e implementación de sistemas de aprovechamiento de aguas de lluvia, dirigido al sector químico y agroindustrial y residencial en Bogotá D.C.

Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio de las necesidades y capacidades de nuestros clientes.
- Realizar una propuesta comercial favorable a las partes interesadas.

- Realizar la instalación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia apropiado a las necesidades y capacidades de nuestros clientes.

5.2.4. **Política de calidad**. Estamos comprometidos con ofrecer sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a la medida de nuestros clientes, teniendo en cuentas las características de sus instalaciones, las actividades desempeñadas y la normatividad vigente. Para ello se cuenta con personal competente en las funciones a desarrollar, tecnología adecuada y un sistema integrado de gestión que permita la mejora continua de nuestros procesos. A cada uno de nuestros clientes se entrega un plan de instalación, con tiempos y costos, los cuales se cumplirán a la medida.

5.2.5. Organigrama. En la figura 13 se muestra el organigrama de la empresa con todos los cargos que se esperan tener en los 5 años del proyecto.

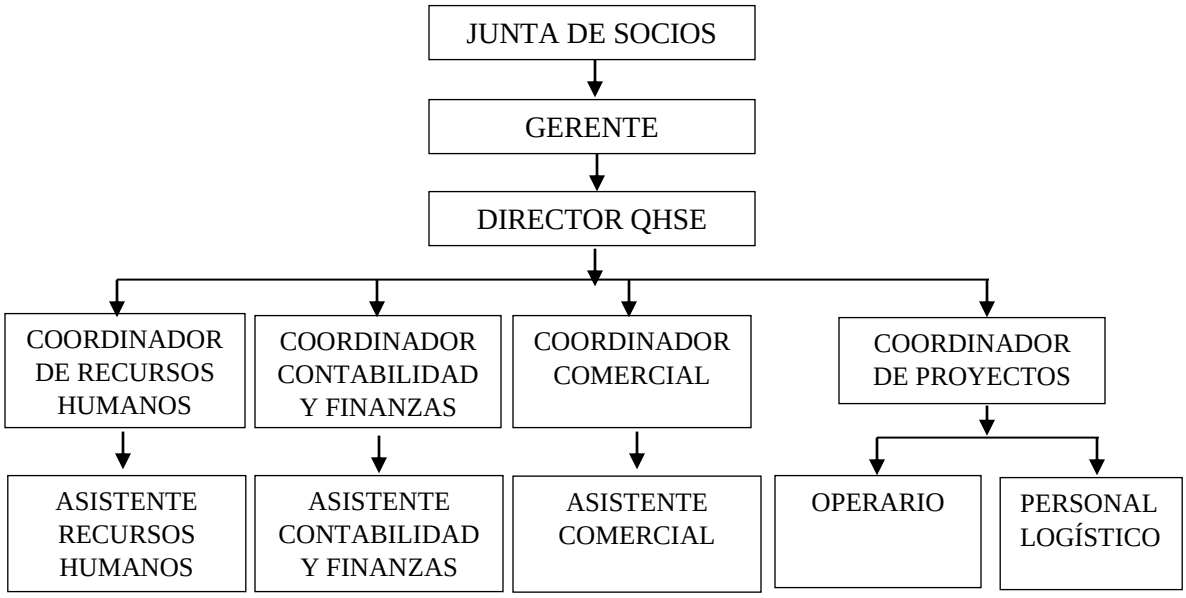


Figura 12. Organigrama de la Organización

5.2.6. **Funciones principales.** Servicios como el de selección, contratación de personal, nómina y contabilidad serán subcontratados inicialmente, y a medida que aumenten las ventas y el personal, serán contratados directamente por la empresa. En la tabla 17 se muestra la cantidad de personal requerido por cargo en los diferentes periodos de tiempo, incluyendo, los operarios y coordinadores de proyectos establecidos en el capítulo 4. El gerente será uno de los socios, elegido por votación de los mismos.

Tabla 16. Cantidad de empleados por cargo por periodo.

CARGO	**01-2017**	**02-2017**	**03-2017**	**04-2017**	**05-2017**	**06-2017**	**07-2017**	**08-2017**	**09-2017**	**10-2017**	**11-2017**	**12-2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Gerente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coordinador de contabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Asistente de contabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Coordinador comercial	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asistente comercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6
Coordinador de proyectos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operarios	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	6
Personal logístico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
Coordinador QHSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Coordinador de recursos humanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Asistente recursos humanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

En el anexo G se muestran los perfiles de cargo con las funciones principales. Es importante tener en cuenta que algunas funciones varían dependiendo de los cargos que se encuentren contratados en el periodo.

5.3. DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO.

La empresa consta de un área administrativa y un área operativa, las cuales son completamente diferentes con actividades específicas en cada una de ellas, razón por la cual se deben diseñar puestos de trabajo a la medida de las funciones a desarrollar en estás. A continuación, se describe el diseño de puestos de trabajo para ambas áreas.

5.3.1. Área administrativa. Las actividades desarrolladas en el área administrativa están ligadas al uso de computador y teléfono prácticamente toda la jornada laboral. Los puestos de trabajo requieren de un escritorio, silla ergonómica, teléfono, soporta documentos, descansa pies ajustable y computador básicamente.

La silla debe contar con las siguientes características:

- Soporte lumbar. La silla debe tener la curvatura natural de la espalda.
- Acolchada, pero no demasiado, ya que las sillas muy colchadas se adaptan a la mala postura de las personas.
- Movilidad. La silla debe tener 5 ruedas que permitan deslizarse y girar sin esfuerzo, y evite la necesidad de malos movimientos giratorios en los empleados.
- Apoya brazos.
- Altura del asiento fácilmente ajustable.
- Ancho y grueso del asiento suficiente para apoyar a cualquier funcionario cómodamente.
- Respaldo ajustable en dirección vertical, y de atrás hacia adelante.

El escritorio debe tener 72 cm de alto, 180 cm de ancho y 120 cm de profundidad, medidas adecuadas para la ubicación de todos los elementos necesarios a distancias pertinentes. La superficie de trabajo será de color gris mate que no refleje la luz. La pantalla del computador debe ser ubicada de tal forma que su borde superior quede a la altura de los

ojos del funcionario y que no quede frente a la fuente de luz. En la figura 14 se muestra a posición correcta que se debe tener en el puesto de trabajo.

Figura 14. Puesto de trabajo administrativo.

5.3.2. **Área operativa.** En el área operativa se realizan las labores de instalación de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en las instalaciones de los clientes, es decir, son puestos variables. En estos, lo más importante son el uso de elementos de protección personal que sean ergonómicos, es decir, que se adapten a la

5.3.3. **Fisionomía del empleado.** Entre las actividades de especiales se pueden presentar trabajo en altura y soldadura. En la tabla 18 se presentan los elementos necesarios.

Tabla 17. EPP necesarios para trabajo instalación.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
ARNÉS	Arnés totalmente ajustable para detención de caídas, con cinturón lumbar, perneras y hombreras acolchadas. Con indicador para posicionamiento de trabajo, descenso, ascenso y servicio de rescate. Punto de anclaje frontal y posterior para detención de caídas (EN361). Punto de anclaje frontal en la parte inferior, para colocar el descendedor o para posicionamiento de trabajo (EN813). 2 puntos de anclaje laterales para posicionamiento de trabajo (EN813). Hebillas easy lock, que permiten un fácil ajuste del arnés al cuerpo del usuario. Punto de anclaje posterior plano, que no presiona la espalda del usuario al llevar mochila o aparatos de respiración. Hombreras totalmente desmontables.	
LINEA DE VIDA	Bloqueador de caídas y equipo para posicionamiento de trabajo de tipo dirigido para desplazamientos horizontales. - El color permite la identificación de las longitudes. - Se puede utilizar por 2 personas. - Fácil de ajustar y manipular. - La fuerza humana es suficiente, para hacer un adecuado ajuste del sistema. - El ratchet no daña la cinta. - Longitud: 15 m. Certifiaciones: CE 0123 y EN 795 B.	
ESLINGA	Eslinga con amortiguador impacto fijo red line.	

CASCO DE SEGURIDAD	Casco ARSEG. Diseño de ala completa. Tipo (1) 10 - 091 color blanco.	
GUANTES DE SEGURIDAD	Guantes de vaqueta reforzado.	
BOTAS DE SEGURIDAD	En acero con recubrimiento dieléctrico. DIN EN 12568/98. “Resistencia al impacto” y “Resistencia a la compresión”. En FIBRA TERMOPLASTICA de alta rigidez, calibre 2.0 – 2.2. EN COMPOSITE Resistencia al impacto y a la compresión, no conducen electricidad, no transmiten calor ni frió, resistencia química en presencia de ácidos, no presentan corrosión ni absorben humedad.	
OVEROL	Overol enterizo 100% en drill con cierre frontal, cremallera, ajuste en cintura, cuello nerú, bolsillos superiores con cierre en cremallera.	
GAFAS DE SEGURIDAD	Monogafa barricade af lente claro, marca radians.	

En el siguiente capítulo se realiza la evaluación financiera del proyecto.

6. EVALUACIÓN FINANCIERA.

Para calcular los precios se tendrá en cuenta un producto residencial y otro industrial, para cada uno de ellos se realizó la selección de tecnología apropiada, para calcular el costo de diseño e implementación del proyecto se utilizó la herramienta Project para definir las actividades necesarias y mediante la regla de tres valores se estimó la duración de cada una de las actividades y los recursos que se necesitarán. Por otro lado, para calcular el costo de la actividad se utilizó la estimación paramétrica, por hora por recurso. En el análisis realizado se encontró que se necesita un coordinador de proyecto y técnicos especialistas. Para obtener la estimación de una hora hombre se sumaron las prestaciones sociales y el salario del personal operativo, las licencias de equipos, leasing de equipos. El resultado se dividió en el periodo de 8 horas laborables de lunes a viernes. El detalle del ejercicio realizado se encuentra en las tablas 19 y 20.

Para la fijación de precios se sacaron los costos y gastos y se tomó un margen de utilidad del 50%, con el fin de obtener una utilidad razonable y que el proyecto sea asequible a la gran mayoría del mercado.

Tabla 18. Costos proyectos sector industrial

ID	Nombre del elemento	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Caudailimetro RIM 8	1	$ 1.678.309	$ 1.678.309
2	HMI KTP1200 Basic	1	$ 5.004.411	$ 5.004.411
3	PLC - SIMATIC S7 - 1200 -CPU 1211C	1	$ 994.779	$ 994.779
4	Filtro Downspout Filter	4	$ 213.603	$ 854.412
5	Electrobomba PQM100 1.5HP	1	$ 1.578.900	$ 1.578.900
6	Tanque PVC 5000 Litros	1	$ 2.599.900	$ 2.599.900
7	Variador de velocidad 6SL3210-5BB21-5UV0 - Siemens	1	$ 1.223.639	$ 1.223.639
8	Sensor de nivel	2	$ 70.000	$ 140.000
9	Armario de control y elementos de control	1	$ 300.000	$ 300.000
10	Diseño e implementación	1	$ 992.961	$ 992.961
Total,costo proyecto sector industrial			**$ 14.656.502**	**$ 15.367.310**
Precio de venta proyecto sector industrial				**$ 23.050.966**

Tabla 19. Costos proyectos sector residencial.

ID	Nombre del elemento	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Caudalimetro Satera 825 meter	1	$ 628.603	$ 628.603
2	Filtro Downspout Filter	4	$ 213.603	$ 854.412
3	Bomba Autoceba JCRM15M 1.5 HP	1	$ 1.034.900	$ 1.034.900
4	Tanque PVC 2000 Litros	1	$ 499.900	$ 499.900
5	Variador de velocidad 6SL3210-5BB21-5UV0 - Siemens	1	$ 1.223.639	$ 1.223.639
6	Sensor de nivel	2	$ 70.000	$ 140.000
7	Armario de control y elementos de control	1	$ 300.000	$ 300.000
8	Diseño e implementación	1	$ 863.876	$ 863.876
Total costo proyecto sector residencial			**$ 4.834.521**	**$ 5.545.330**
Precio de venta proyecto sector residencial				**$ 8.317.995**

Para realizar el flujo de caja se tuvo en cuenta las proyecciones de ventas mostradas en la figura 17.

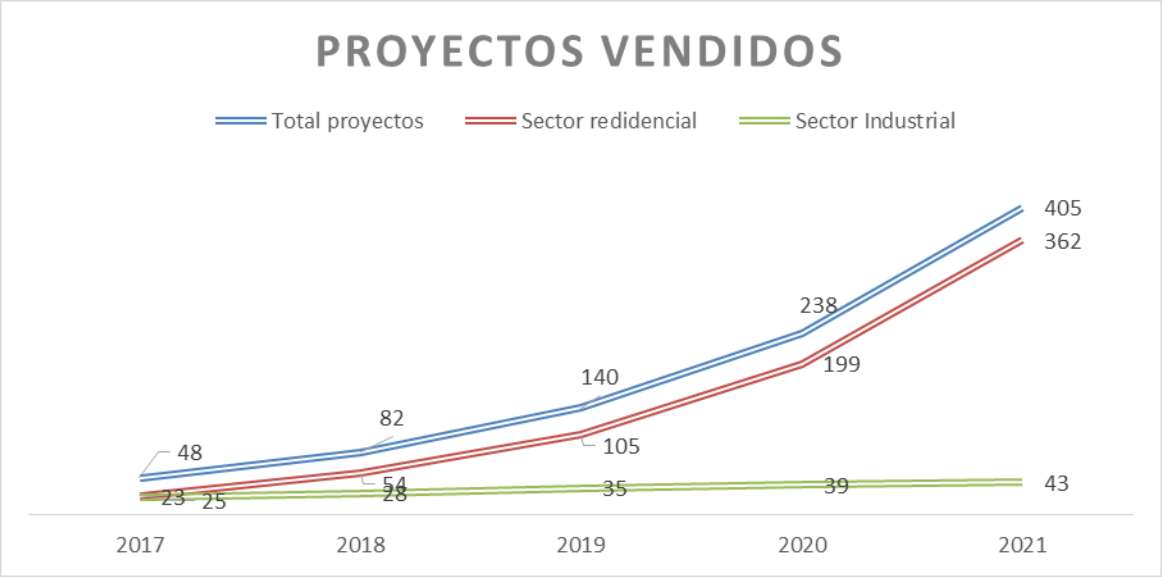


Figura 13. Proyección de ventas

En esta proyección de ventas se espera vender mayor cantidad de proyectos en el área residencial, debido a la mayor demanda en el mismo. En la fijación de precios por proyectos se tuvo en cuenta el índice de precios más alto registrado desde el 2001 al 2015 para calcular periodo a periodo el incremento de precios. En la tabla 21 se resumen los principales datos en la elaboración del flujo de caja.

Tabla 20. Datos relevantes para el flujo de caja.

Valores	
Tasa de interés	18%
Impuestos	35%
IPC	6,90%
Arriendo (m^2) estrato 4	$ 50 000,00

Para iniciar el proyecto se utilizará unos aportes de socios por $300’000 000 y un préstamo de $100’000 000 ha pagarse en 4 años. En la tabla 22 se muestra el flujo de caja

para el escenario más probable. En el anexo H se muestran datos que se tuvieron en cuenta para la realización del flujo de caja.

Tabla 21. Flujo de caja.

Flujo de caja con Préstamo							
Año		**$ -**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Proyectos Industriales	Precio		$ 24.641.482	$ 26.341.745	$ 28.159.325	$ 30.102.318	$ 32.179.378
	Cantidad		$ 23	$ 28	$ 35	$ 39	$ 43
Proyectos Residenciales	Precio		$ 8.317.995	$ 8.891.937	$ 9.505.481	$ 10.161.359	$ 10.862.493
	Cantidad		$ 25	$ 44	$ 73	$ 123	$ 200
Ingresos por ventas			**$ 774.703.977**	**$ 1.128.814.077**	**$ 1.679.476.462**	**$ 2.423.837.553**	**$ 3.556.211.786**
Prestamo		$ 100.000.000					
Arriendo			$ 11.705.550	$ 12.513.233	$ 13.376.646	$ 14.299.635	$ 15.286.309
Comisiones			$ 15.494.080	$ 22.576.282	$ 33.589.529	$ 48.476.751	$ 71.124.236
Egresos por proyecto			$ 526.035.011	$ 720.804.487	$ 1.007.708.851	$ 1.369.817.368	$ 1.891.980.750
Nomina			$ 137.259.434	$ 346.239.728	$ 411.671.855	$ 506.689.145	$ 589.122.800
Outsourcing			$ 20.400.000	$ -	$ -	$ -	$ -
Intereses			$ 18.000.000	$ 14.548.704	$ 10.476.175	$ 5.670.590	$ -
Herramienta y equipos			$ 9.125.200	$ 6.740.900	$ -	$ 1.500.093	$ 1.499.634
EPPs			$ 2.849.200	$ 661.925	$ 622.148	$ 3.469.539	$ 4.087.693
Publicidad			$ 5.000.000	$ 4.500.000	$ 3.000.000	$ 300.000	$ 1.000.000
Otros costos de produccción			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Otros gastos administrativos			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Flujo de caja antes de impuestos			**$ 24.835.502**	**$ (4.771.181)**	**$ 193.031.258**	**$ 466.614.431**	**$ 974.110.363**
Impuestos			$ 8.692.426	$ (1.669.913)	$ 67.560.940	$ 163.315.051	$ 340.938.627
Flujo de caja despues de Impuestos			$ 16.143.076	$ (3.101.268)	$ 125.470.318	$ 303.299.380	$ 633.171.736
Depreciación			$ 1.825.040	$ 3.173.220	$ 3.173.220	$ 3.473.239	$ 3.773.165
Amortización			$ 19.173.867	$ 22.625.163	$ 26.697.693	$ 31.503.277	$ -
Inversión inicial		$ 300.000.000					
Recuperación del capital de trabajo							$ 9.164.656
Valor de salvamento							$ 7.546.331
Flujo neto de caja		$ (200.000.000)	$ (1.205.751)	$ (22.553.211)	$ 101.945.845	$ 275.269.342	$ 653.655.888

Los indicadores para evaluar el proyecto se encuentran descritos en la tabla 23. En este caso se evaluaron tres escenarios el pesimista con un crecimiento en proyectos vendidos del 25%, más probable con el 50% y optimista con el 75% a partir del primer año. Se tomó una tasa de oportunidad del 20%.

Tabla 22. Indicadores financieros.

Variable	Esc. Pesimista (30%)	Esc. Más probable (50%)	Esc. Optimista (70%)
TIO	20%	20%	20%
VPN	$1’488 687	$196’934 937	$477’277 558
TIR	20%	43%	63%
BENEFICIO-COSTO	1,02	2,19	3,87

El flujo de caja para los escenarios pesimista y optimista se muestran en el anexo H.

En la tabla 23 se observa que en el escenario pesimista la TIR es igual a la TIO, el VPN es positivo y la relación beneficio costo es mayor que la unidad, es decir, invertir en este proyecto bajo este escenario es indiferente para los inversionistas desde punto de vista solamente económico, sin embargo, si se invierte bajo este escenario existe un riesgo innecesario a asumirse. Para el escenario más probables, la TIR es del 43%, es decir, que es mayor a la TIO, además presenta un VPN positivo y una relación beneficio costo mayor a la unidad, lo que indica que el proyecto es viable económicamente y atractivo para los inversionistas. En el escenario optimista, por supuesto, la rentabilidad del proyecto aumenta con respecto al escenario más probable.

7. DECISIONES

La empresa B&A S.A.S. se establecerá en la ciudad de Bogotá con el propósito de vender e instalar sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en los sectores residencial, agroindustrial y textil en Bogotá D.C., con los que se busca mitigar la problemática en cuanto a escases en calidad y cantidad de este recurso y el beneficio económico de los socios.

Desde el punto de vista técnico el proyecto es viable porque se ofrecen productos con diferentes tamaños y capacidades, en los que sus características varían un poco. El producto es automatizado o semiautomatizado en casi todas sus presentaciones, y se ofrecen como servicios postventa la realización de mantenimiento, servicio técnico, y entrenamiento al personal que va a usarlo, acorde a las necesidades del mercado, Adicional, el producto cuenta con materiales de excelente calidad, que garantizan que se conserve la calidad del agua.

El producto sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en Bogotá D.C. se encuentra en la etapa de lanzamiento, lo que indica que inicialmente las ventas van a ser bajas, pero que se puede aprovechar el hecho de que no existen muchos competidores en el mercado. Al ser un producto relativamente nuevo es importante la inversión en publicidad para dar a conocer el producto, y hacer una propuesta de valor atractiva a los clientes.

La empresa será instalada en un área de 210 m^2, la cual será comprada por medio de un leasing con el banco. Inicialmente pensó en arrendarse, pero el valor del arriendo durante los 5 años supera los 670 millones de pesos.

Para dar el mejor servicio, la compañía contará con personal calificado que ocupará los cargos de gerente, coordinador de proyectos, coordinador comercial, coordinador de contabilidad y finanzas, coordinador de recursos humanos, coordinador QHSE y sus respectivos asistentes. Adicionalmente, se contará con operarios, personal logístico, auxiliar de servicios generales y vigilantes. El personal se irá incorporando a medida que aumenten las ventas, por lo que algunos procesos como selección y contratación de personal, nómina y contabilidad serán contratados como outsourcing inicialmente.

Para la constitución de la empresa, se presupuesta que durante el primer año se tendrán egresos de 750’000 000 aproximadamente, de los cuales los dos socios aportarán cada uno $150’000 000, y se solicitará un préstamo al banco de $ 100’000 000. El saldo restante será pagado con los ingresos obtenidos durante el año. El préstamo será pagado en un periodo de 4 años.

Por cada producto vendido se espera tener un margen de utilidad del 50% a partir de todos los costos y gastos de producción.

El proyecto tiene buena rentabilidad. En los 5 años de su duración, la tasa interna de retorno es de 43 %, mayor a la tasa de oportunidad que es del 20%. Adicionalmente, el valor presente neto del proyecto es de $ 196’934 937, el cual es atractivo comparado con la inversión.

El escenario negativo, en el que las ventas aumentan año a año en solo un 30%, la TIR es 20%, que es igual que la tasa de oportunidad. Para un escenario optimista, en el que

las ventas aumentan anualmente en un 70%, la TIR es de 63%, con un valor presente neto de $477’277 558 muy atractivo con respecto a la inversión inicial.

En los escenarios: más probable y optimista, la TIR es mayor que la TIO, el VPN es positivo y la relación beneficio costo es mayor que la unidad, lo que indica que el proyecto es viable económicamente y atractivo para los inversionistas.

BIBLIOGRAFÍA

20minutos. (2006). *Cada dìa mueren 4500 niños por falta de agua potable o saneamiento básico.* Obtenido de 20minutos: http://www.20minutos.es/noticia/149155/0/ninos/agua/potable/#xtor=AD-15&xts=467263

Ambiente, C. P. (2003). Especificaciones Técnicas Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano. 7-10.

Ballén, J., Galarza, M., & Ortiz, R. (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. *Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua* . Joao Pessoa.

Brown, C., Gerston, J., Colley, S., & Hari Krishna. (2005). The Texas Manual on Rainwater Harvesting. *Texas Water Development Board*, 5 - 17.

Casas, A. M. (2012). *Estimación del consumo requerido de agua para un subsector del sector agroalimentario de la ciudad de Bogotá.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Castañeda, P. (2016). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia. 18 - 21.

Colmenares, R. (2007). *El agua y Bogotá: un panorama de insostenibilidad.* Obtenido de Fundación Alejandro Ángel Escobar: http://www.faae.org.co/PolicyPdf/policy-17.pdf

Corcho Romero, F., & Duque Serna, J. I. (2009). *Acueductos teoría y diseño.* Medellin: Universidad de Medellín.

DANE. (2010). *Sistema de indicadores ambientales*. Obtenido de DANE: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=

0ahUKEwjoyJCC3dzMAhWDph4KHUfnDYYQFggyMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.dane.gov.co%2Ffiles%2Finvestigaciones%2Fpib%2Fambientales%2FSima%2Fprecipitacion.xls&usg=AFQjCNGv7P0R3-5Vd3CuVDJguxvvhf3ZC

Económico, M. d. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento basico ras - 2000. *Ministerio de Desarrollo Económico*, 183-206.

EPM. (2016). *Tips para el uso inteligente.* Obtenido de EPM: http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua/Tipsparaelusointeligente.aspx

Eroski. (2016). *Aprovechamiento del agua de lluvia en una casa*. Obtenido de Xunta de Galicia: http://www.edu.xunta.es/centros/iesblancoamorculleredo/system/files/reutilizacion-agua.swf

Fayez A. Abdulla, A. A.-S. (2009). Roof rainwater harvesting systems for household water. *ScienceDirect*, 192-207.

Garcia, L. (2010). *Proyecto de acuerdo 084 de 2010.* Bogotá.

Ghis, E., Lapolli Bressan, D., & Martini, M. (2007). Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by sing rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. *Building and Environment*, 1654–1666.

Ghisi, E., Bressan, D. L., & Martini, M. (2007). *Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil.* Brasil: Elsevier Ltd.

Higueras, P. (2015). *Cadmio*. Obtenido de Universidad castilla la mancha: http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema08/Minerales_salud_4_4.htm

Mintrabajo. (2016). *Jornada de trabajo*. Recuperado el 07 de Junio de 2016, de Ministerio de trabajo: http://www.mintrabajo.gov.co/preguntas-frecuentes/jornada-de-trabajo.html

Muther, R. (1981). *Distribución en planta.* España: Editorial Hispano Europea.

Palacio, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable. *Revista gestión y ambiente*.

Rescalvo Santiago, F., & De la Fuente Martín, J. M. (2009). *Concepción y Diseño del Puesto de Trabajo.* Madrid: Lex Nova.

salud, O. p. (2004). Guía de diseño para captación. *Organización mundial de la salud - Area de desarrollo sostenible y salud ambiental*, 15.

Stanton, W., & Etzel, M. W. (2007). *Fundamentos de marketing.* México D.C.: McGraw-Hill.

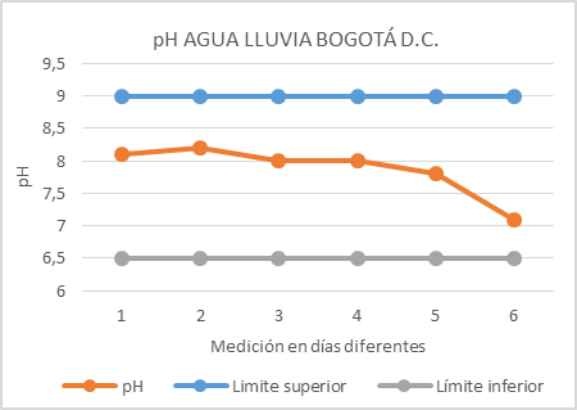
SUI. (2016). Obtenido de Sistema único de información: http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL%2FVISTA_INICIAL_ACUE%23_public

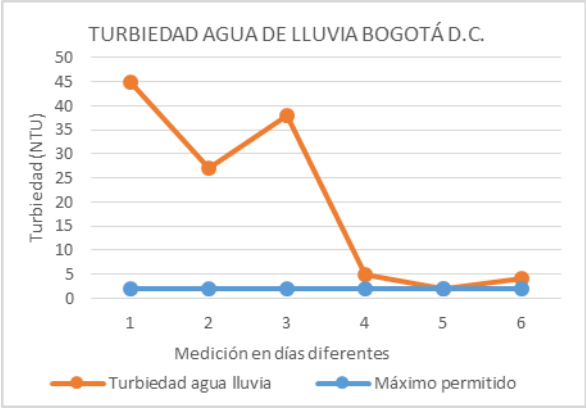
Torres, A., Méndez, S., López, L., & Marín, V. (2011). Evaluación preliminar de la calidad de la escorrentía pluvial sobre tejados para su posible aprovechamiento en zonas periurbanas de Bogotá. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Cientifica*, 130-131.

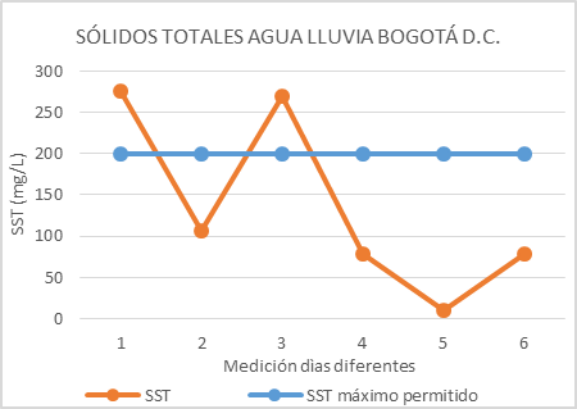
UN. (2015). *El derecho humano al agua y al saneamiento.* Obtenido de NAciones Unidas: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf

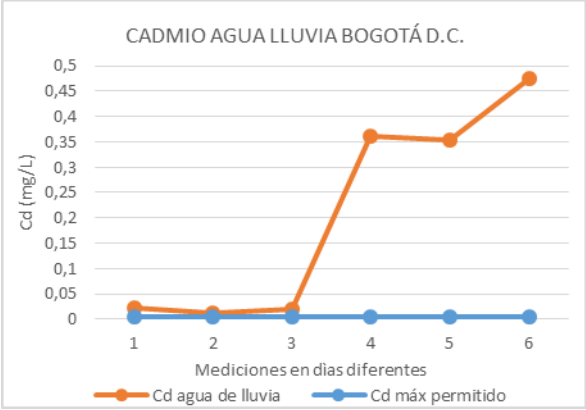
ANEXOS

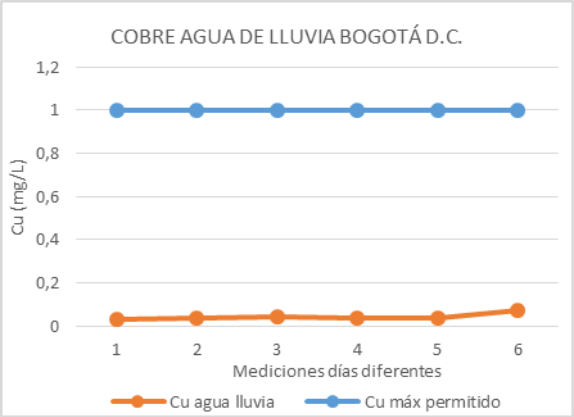
8. Anexo A. Caracterización De Agua Lluvia.

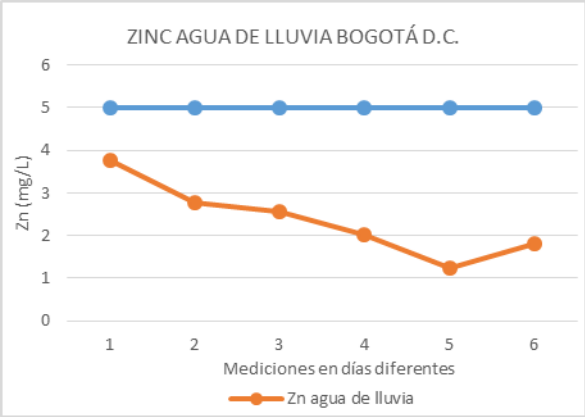












9. Anexo B. Glosario

Área de captación. Es la superfice sobre la cual cae la lluvia y desde la cual se va a recolectar. Normalmente es el techo de las edificaciones. Es de gran imporancia porque de esta depende la cantidad de agua que se puede captar, y por lo tanto, la capacidad de suplir o no la demanda de la institución. Se debe tener en cuenta que los materiales de los techos puden afectar la calidad del agua, y por lo tanto, hacer más costoso el tratammiento necesario.

Estructura de almacenamiento. Tanques en los que se almacena el agua de lluvia captada. El tamaño del tanque dependede del área de captaciòn y del tiempo de alamcenamiento principalmente. El tanque debe ser lavado regularmente, y debe ser diseñado de forma tal que impida la entrada de luz para evidar el desarrollo de algas.

Filtración. Un filtro es un medio poroso que retiene la mayor parte de los solidos de una mezcla. Existen diversos tipos de filtro, según lo que se quiera conseguir, desde filtros que solo separan el agua de los residuos solidos, hasta los que la potabilizan completamente.

Sistema de Bombeo. Es el encargado de distribuir el agua hacia todos los puntos hidraulicos de la edificación. Deben dseñarse de tal forma que mantangan la demanda de agua en las pesione que requiere cada punto sanitario. Lo ideal, es implementar un mecanismo que controle en encendido y apagado de las bombas dependiendo de la demanda un uso.

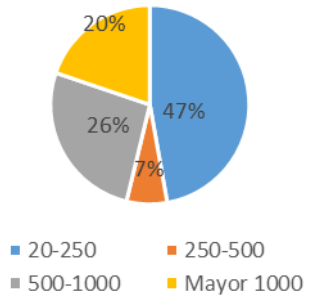
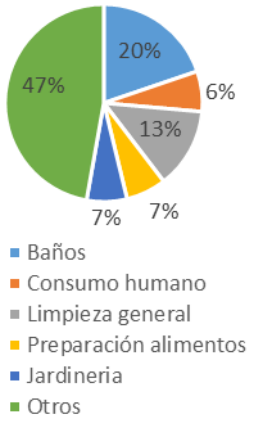
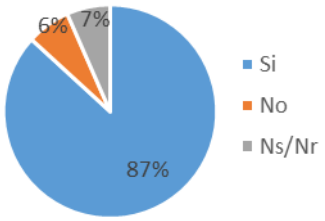
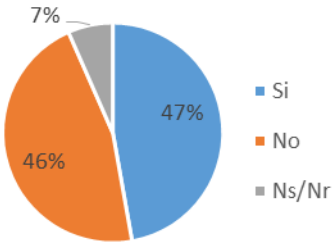
Sistema de conducción. Está confomada por una serie de canaletas y tuberias que dirigen el agua desde el área de captaciòn, hasta el tanque de almacenamiento.

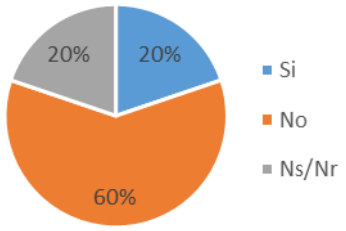
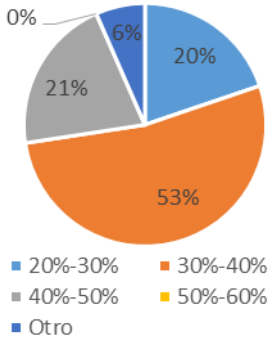
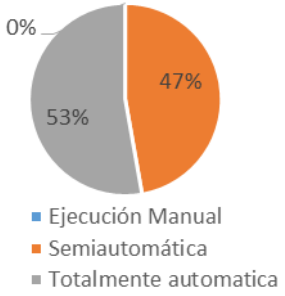
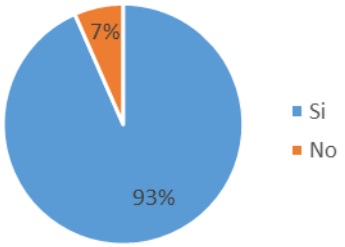
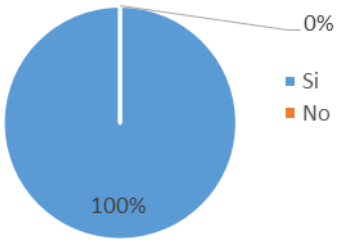
10. Anexo C. Comparación De Diferentes Materiales Utilizados Para El Transporte De Agua

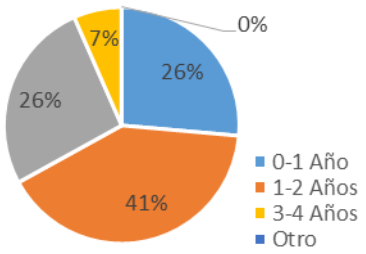
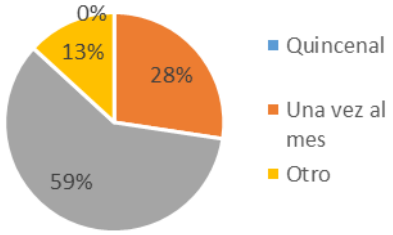
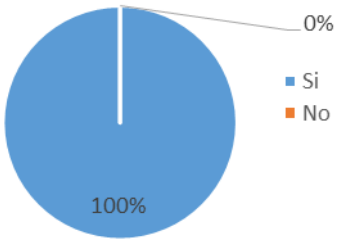
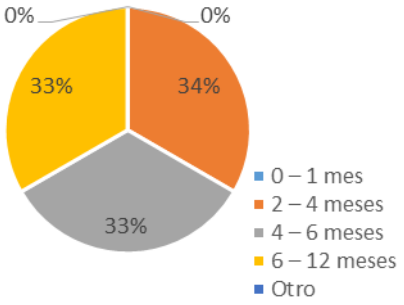
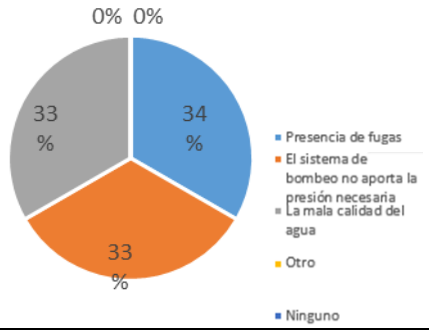
MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Acero Galvanizado	- Recomendada cuando se encuentra a la intemperie donde puede ser golpeada de forma accidental por su alta resistencia mecánica. - El galvanizado (con zinc) protege al hierro de la oxidación y/o corrosión.	- Alto costo. - Dificultad para manipular. - Para conexiones requiere soldaduras especializadas.
Cobre	- Alta resistencia mecánica. - Más ligero que el acero. - Reciclable. - Alta resistencia a la corrosión tanto con agua fría como caliente. - Resiste el crecimiento bacteriano. - Alto punto de fusión.	- Alto precio. - Para conexiones requiere soldaduras especializadas. - Se corroe si el agua es muy ácida. - Pueden cambiar el sabor del agua.
Policloruro de vinilo (PVC)	- Material inerte y estable (resistente a la corrosión). - Económico. - Ligero, mucho más liviano que las otras tuberías usadas para sistemas hidráulicos, lo que facilita su transporte y manipulación. - Bajo coeficiente de fricción comparado con los otros materiales.	- Baja resistencia mecánica (baja resistencia a la ruptura). - No es resistente al agua caliente. - Resiste temperaturas máximo de 60ºC.
Policloruro de vinilo clorado (CPVC)	- Material inerte y estable (resistente a la corrosión). - Más sencillo de instalar que las tuberías metálicas. - Mayor resistencia a altas temperaturas y mecánica que el PVC.	- Alto coeficiente de expansión térmica, no apropiado para sitios con grandes variaciones de temperatura. - Su precio es aproximadamente el doble que el PVC.

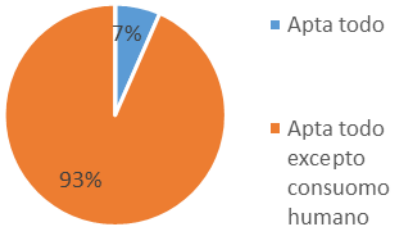
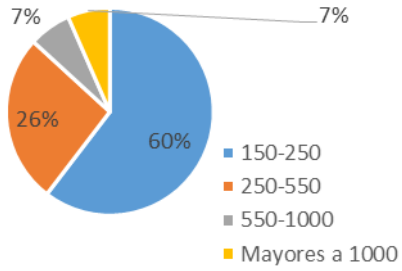
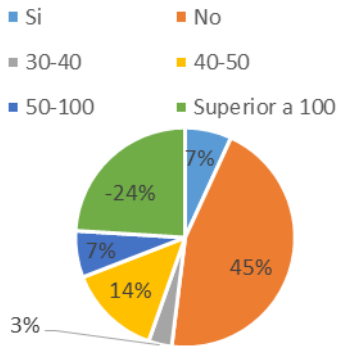
Tabla 18. Comparación de materiales utilizados para el transporte y almacenamiento de agua.

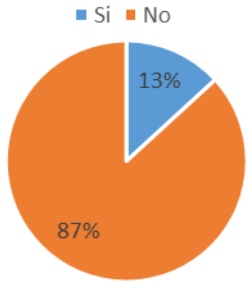
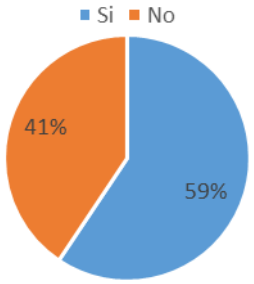
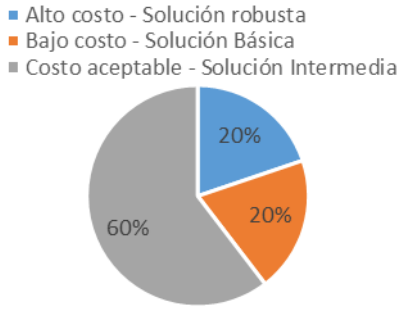
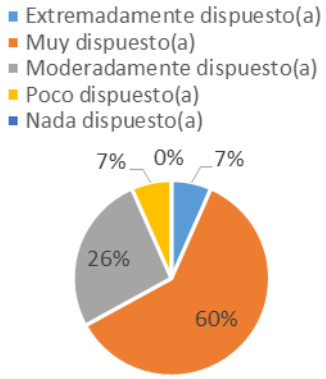
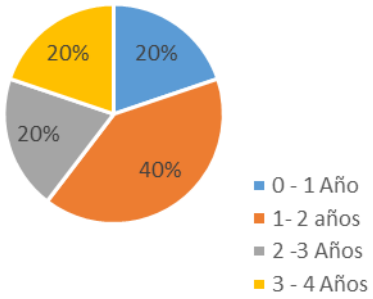
11. Anexo D. Resultados De Las Encuestas.

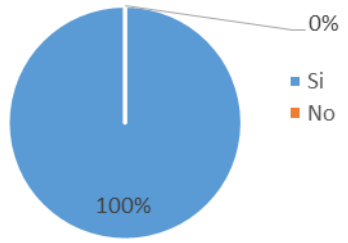
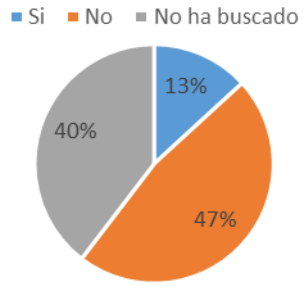
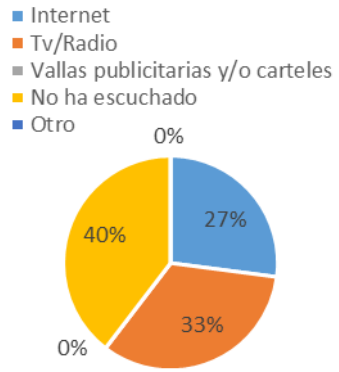
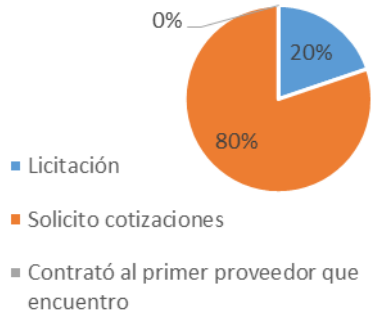
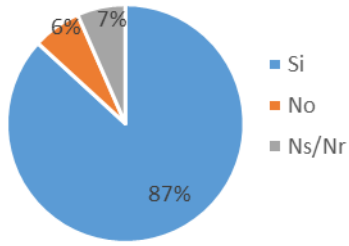
En promedio, la cantidad de agua consumida en su organización mensualmente está entre: 0 – 250 M3: ____ 250-500 M3: ____ 500-1000 M3: ____ 1000-1500 M3: ____ Superior a 1500 M3: ____	
De la lista desplegable seleccione las actividades en las que cree consume más cantidad de agua: Baños: ____ Limpieza general: _____ Consumo humano: _____ Jardinería: _____ Preparación de alimentos: _____ Otros: ____	
¿Su organización en los 10 últimos años ha tenido el suficiente y continuo suministro de agua por parte del acueducto? Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	
En los últimos 5 años se han presentado inundaciones en el sector de ubicación de la organización Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	

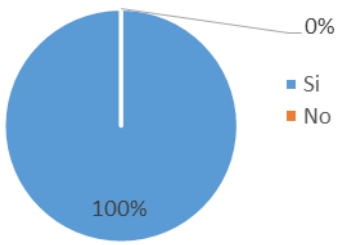
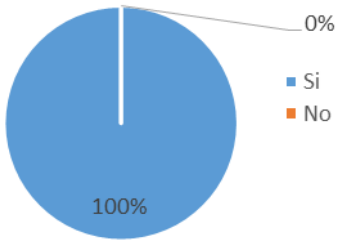
¿Se ha implementado en su lugar de trabajo algún sistema de aprovechamiento o tratamiento de aguas lluvias o grises? Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	
¿Qué porcentaje de agua esperaría usted que aporte al total de consumo en su organización un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias? 20% - 30%: _____ 30% - 40%: _____ 40% - 50%: _____ 50% - 60%: _____ Superior al 60 %: _____	
Para poner en funcionamiento o realizar mantenimientos en el sistema de recirculación de agua usted prefiere: Ejecución manual: _____ Semiautomática: _____ Totalmente automática: _____	
¿En un sistema de recirculación de aguas lluvias le interesaría conocer varias variables como cantidad almacena de agua, cantidad de agua que ingresa/sale del sistema un momento dado, alerta de fallos etc.? Si: _____ No: _____	
¿Considera importante que el proveedor del sistema de recirculación de agua sea quien realice mantenimiento? Si: _____ No: _____	

¿Cuánto tiempo promedio de garantía considera que deberían tener los elementos usados en el sistema de recirculación de aguas lluvias? 0-1 año: _____ 1-2 años: _____ 2-3 años: _____ 3-4 años: _____ Otro: _____	
Si su organización cuenta con un sistema de aprovechamiento o tratamiento de aguas lluvias o grises responda las siguientes 6 preguntas…	
Este sistema con qué frecuencia requiere mantenimiento: Quincenal: _____ Una vez al mes: _____ Una vez al año: _____ Otro: _____	
¿El proveedor realiza asistencia técnica y mantenimiento al sistema instalado? Si: _____ No: _____	
¿El tiempo de implementación del sistema fue? 0 – 1 mes: _____ 2 – 4 meses: _____ 4 – 6 meses: _____ 6 – 12 meses: _____ Otro: _____	
¿Cuál ha sido el problema principal que ha detectado en el sistema instalado? Presencia de fugas: _____ El sistema de bombeo no aporta la presión necesaria: _____ La mala calidad del agua: _____ Otro: _____	

Ninguno: _____	
La calidad del agua entregada por dicho sistema es: Apta para todas las labores de la institución: _____ Apta solo para actividades en las que el agua no tiene contacto con el cuerpo del ser humano: _____ Otro: _____	
¿Cómo contactó a su proveedor? Internet: _____ Por radio y/o televisión: _____ Vallas publicitarias y/o carteles: _____ El proveedor se contactó con nosotros para ofrecer sus servicios: _____ Me lo recomendaron: _____ Otro: _____	
¿Cuál es la cantidad total de personas que podrían estar en su organización y/u hogar? 150-250: _____ 250-550: _____ 550-1000: _____ Mayores a 1000: _____	
¿Cuál es la cantidad de personas permanentes en su organización y/u hogar (24X7) en el último año? 10-20: _____ 20-30: _____ 30-40: _____ 40-50: _____ 5-100: _____ Superiores a 100: _____	

¿Le han ofrecido alguna alternativa que le permita realizar el aprovechamiento de aguas lluvias? Si: _____ No: _____	
¿Su organización tiene asignado o asignará un presupuesto a proyectos de ahorro de agua? Si: _____ No: _____	
Respecto al costo-beneficio de implementar un sistema de recirculación de agua, prefiere: Alto costo - Solución robusta: _____ Bajo costo - Solución Básica: _____ Costo aceptable - Solución Intermedia: _____	
¿Qué tan dispuesto(a) estaría a pagar un precio alto por la solución de recirculación de aguas lluvias con una muy alta calidad? Extremadamente dispuesto(a): _____ Muy dispuesto(a): _____ Moderadamente dispuesto(a): _____ Poco dispuesto(a): _____ Nada dispuesto(a): _____	
¿Cuál es el periodo en que esperaría que en el proyecto se recuperará la inversión inicial? 0 - 1 Año: _____ 1- 2 años: _____ 2 -3 Años: _____ 3 - 4 Años: _____	

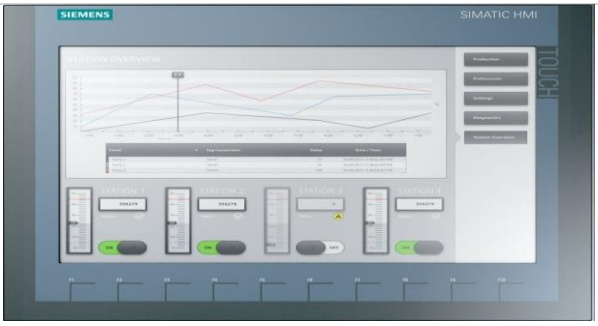
¿Estaría dispuesto a pagar un estudio previo en el que se pueda estimar la capacidad a instalar y el precio según su organización? Si: _____ No: _____	
¿Una solución de recirculación de agua es fácil de encontrar en el mercado? Si: _____ No: _____ No ha buscado: _____	
¿Ha escuchado acerca de la colección y uso de aguas de lluvia, por alguno de los siguientes medios? Internet: _____ Tv/Radio: _____ Vallas publicitarias y/o carteles: _____ No ha escuchado: _____ Otro: _____	
¿Cómo elegiré a sus proveedores de servicios? Por medio de una licitación: _____ Solicito cotización de algunos proveedores que están en mi lista de proveedores o que sé que prestan el tipo de bien/servicio requerido: _____ Contrató al primer proveedor que encuentro: _____	
¿Su organización estaría interesada en desarrollar un estudio para conocer el potencial de ahorro con un sistema de recirculación de aguas grises? Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	

¿Si implementara un sistema de recirculación de agua, le gustaría que su proveedor realizara un mantenimiento periódico? Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	
¿Considera importante que el primer año de mantenimiento este incluido en la inversión inicial? Si: _____ No: _____ Ns/Nr: _____	

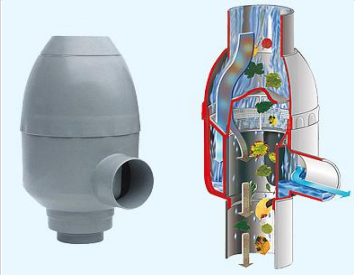
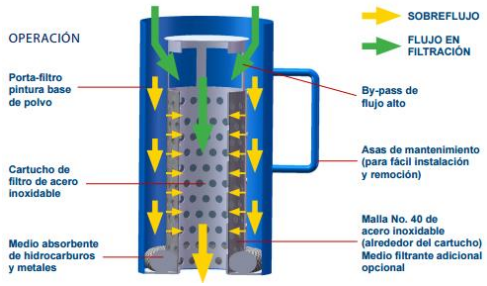
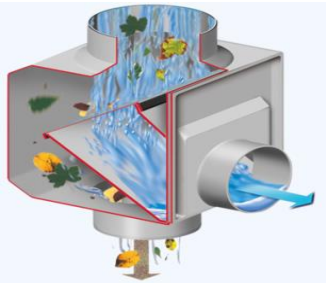
12. Anexo E. Selección De La Tecnología

	SATERA 825 METER	Satera FR1118P10	CAUDALIMETRO DE RUEDAS OVALADAS "BROOKS"	Ruedas Ovaladas Especiales - RIM-8
Garantia	2 años	2 Años	Si	Si
Costo	US$ 206	US$ 120	US$ 683	US$ 550
Disponibilidad	USA (Ebay)	COL (ML)	USA	España
Capacidad	8 a 75 litros/min.	11 - 98 LPM	3 l/h a 266 l/min	25 - 250 L/min
Calidad	Precisión+/-0.2%	Precisión ± 1%	Exactitud 0,5% y ±1%	±0.4 %
Salida	Pantalla tactil, Salida analógica de 4-20 mA	Pantalla tactil	Pulsos, reed switch.	Salida de impulsos, 4-20 mA
Notas	Origen EE.UU	Origen EE.UU	Origen EE.UU, rosca ¼" NPT o brida ANSI ½ a 3".	Rosca 1/2"

Pantallas HMI

	KTP1200 Basic	GT1685M-STBD Mitsubichi
		
Garantia	1 Año	2 Años
Costo	US$ 1,640.	US$ 3,217.59
Disponibilidad	COL (Ebay)	COL
Capacidad Memor	10 MB	15 MB
Resolución	280 x 800	800 × 600 Display colors : 65,536 colors, TFT
Pantalla	12 inch TFT display, 64K colors	Precisión ± 1%
Conexión	1 x RJ 45 for PROFINET 1 x USB host1 x RS 485 for PROFIBUS/MPI 1 x USB hos	Ethernet, RS232, RS422, USB
Notas	Origen EE.UU	Origen Japon

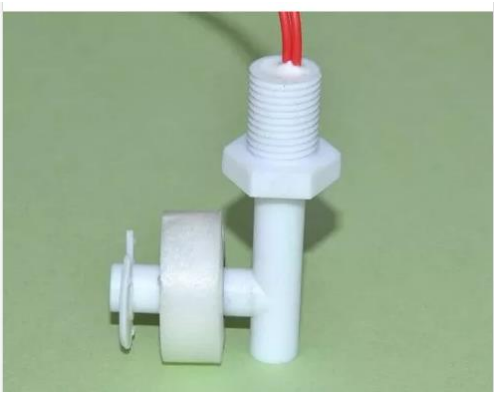
	SIMATIC S7 - 1200 -CPU 1211C SIEMENS	Modicon M221 Schneider Electric
Garantia	1 Año	2 Años
Costo	US$ 326	USD $394.78
Disponibilidad	COL (MI)	COL
Capacidad Memoria	1 Mbyte	2 MB
Resolución	280 x 800	800 × 600 Display colors : 65,536 colors, TFT
Conexión	Interfaz Ethernet / PROFINET integrado-E/Sanalogas/10 E/S integradas	Ethernet, E/S 24, 2 E/S Analogas
Notas	Origen EE.UU	EE.UU

	FI.184	**filtro de bajante pluvial Downspout Filter**	**Filtro bajante Graff**
			
Garantia	1 Año	5 Años	2 Años
Costo	US$ 60	US$ 70	US$ 132
Disponibilidad	España	Mexico	España
Salida	4"de diámetro	2″ a 12″ de diámetro	2.76 – 3.93" de diámetro
Notas	España, Remueve solidos suspendidos tot	Origen Mexico	Area máxima de recogida 80m2

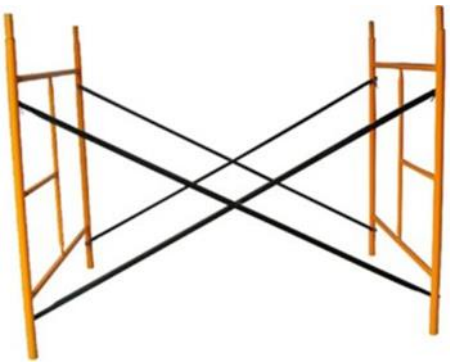
	Electrobomba Alred135m 1 HP	Bomba Autoceba JCRM15M 1.5 HP	Electrobomba PQM100 1.5HP
Garantia	1 Año	1 Año	1 Año
Costo	$ 1.317.000	$ 1.034.900	$ 1.578.900
Disponibilidad	Colombia	Colombia	Colombia
Entrada	1 1/4 pulg Diametro	11/4 pulg	1 pulg
Salida	1 pulg Diametro	1 pulg	1 pulg
Potencia	1 HP	1.5 HP	1.5 HP
Alimentación	110/220 voltios	110/220v	110/220 V
Capacidad Max	32 metros /180 lit*min	55 metros, 80 Litros/Minuto	Capacidad 85 metros, 70 Litros/Minuto

	Acuaviva 1000 LTS	Acuaviva 2000 LTS	Colempaques 5000 LTS	Colempaques 10000 LTS
Material	PVC	PVC	PVC	PVC
Costo	$279.900.	$ 499.900	$ 2.599.900	$ 5.328.900
Disponibilidad	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia
Capacidad Max	1000 litros	2000 litros	5000 Litros	1000 Litros
Notas	Tanque de almacenamiento con doble capa y polietileno 100% virgen.	Tanque de alta calidad, fácil de ubicar, de alta resistencia al calor, gran capacidad de contenido y de alta durabilidad.	Tanque de Fácil instalación, con aletas que permiten que la tapa permanezca fija, con aditivo U.V	Tanque de Fácil instalación, con aletas que permiten que la tapa permanezca fija, con aditivo U.V

	ATV12H075M2 - SCHNEIDER ELECTRIC	ATV12HU15M2- SCHNEIDER ELECTRIC	6SL3210-5BB21-5UV0 - Siemens
Garantia	2 Años	2 Años	2 Año
Costo	USD 307,29	USD 409,89	USD 401,00
Disponibilidad	Colombia	Colombia	Colombia
Potencia	1 HP	2 HP	2 hp
Alimentación	200 a 240 V	201 a 240	110/220 V
Origen	EE.UU	EE.UU	EE.UU

	Sensor de ángulo - A1	Sensor Nivel Liquido - A2
		
Costo	$ 23.000	$ 70.000
Maximo Voltaje	250VDC	220VDC
Minimo Voltaje	100VDC	100VDC
Temperatura	"-20~+80 °C"	"-50 +250 °C."
Origen	EE.UU	EE.UU
Diponibilidad	Colombia	Colombia

13. Anexo F. Selección Herramienta Y Equipos.

DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (COP)	IMAGEN	CANTIDADES				
			2017	2018	2019	2020	2021
Sección de andamio tubular de 1,5x1,5 AT-150LP certificado	$ 638.000		4	4	0	0	0
Escalera Multipropósito 2.4Mt 8 Escalones en Aluminio Recline.	$ 199.900		1	1	0	0	0
Equipo de soldadura + UPS necesarios: - Soldador inverso arcweld 160 Iste Dv K69003-1 Lincoln. -Máscara soldar Fotosensible x42 mm Bauker. - Guantes de carnaza.	$ 2.900.000		1	1	0	0	0

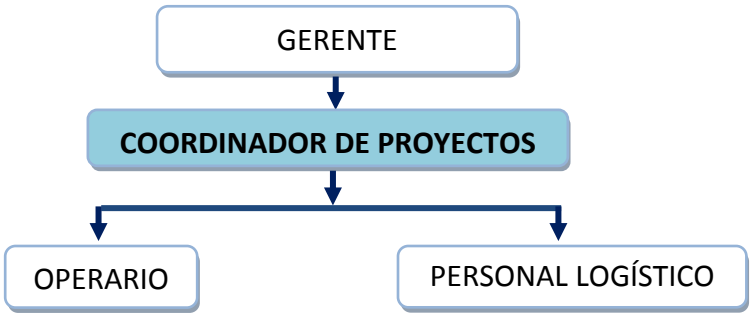
Set 178 piezas herramientas mecánicas ¼ – ½ SD-GS503 Redline	$ 399.900		2	0	0	2	2
Taladro percutor ½ pulgada 940W 7,8 A 2700 rpm	$ 349.900		2	0	0	2	2
Pulidora Dewalt 9 pulg 2700W 6500 Rpm Ref DWE4579	$ 859.900		1	0	0	0	0
Pulidora Dewalt 5 pulg 1700W 9000 Rpm Ref D28115	$ 459.900		1	0	0	0	0
Tronzadora Dewalt 14 pulg 2200 W 3800 Rpm Ref D28720	$ 653.900		1	1	0	0	0

14. Anexo G. Perfiles De Cargo

CARGO: COORDINADOR DE PROYECTOS.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL		
CARGO: COORDINADOR DE PROYECTOS		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Gerente	**Afecta directamente la calidad:** Si: X No:

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD

- ✓ Operarios.
- ✓ Personal logístico.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Ingeniero mecánico, ingeniero hidráulico, ingeniero civil, ingeniero industrial.	Especialista en gestión de proyectos	Acta de grado. Diploma.

4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 2 años en cargos afines.	Experiencia mínima de 3 años en cargos afines.	Certificación Laboral.
4.3. Formación.	Uso avanzado de Excel, Word, Autocad, Matlab.	Programación electrónica. Formación en QHSE.	Certificación de formación o pruebas de ingreso.
4.4. Competencias.	Planificación y organización, capacidad de trabajo bajo presión, capacidad de comunicación verbal y no verbal persuasiva, compromiso, tolerancia al estrés, liderazgo, atención al cliente, trabajo en equipo.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.
HOMOLOGACIÓN	No aplica.		

5. RESPONSABILIDADES
• Establecer las especificaciones de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a instalar en las infraestructuras de los diferentes clientes, teniendo en cuenta sus necesidades. • Establecer presupuesto para el proyecto. • Entregar costo estimado de venta al coordinador comercial. • Establecer cronograma de instalación, puesta en marcha y entrega de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. • Coordinar compra de insumos necesarios para el desarrollo del proyecto. • Coordinar la instalación de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. • Velar por el cumplimiento de cronogramas y presupuestos establecidos. • Velar por el cumplimiento legal en cuanto a salud y seguridad en el trabajo y medio ambiente. • Informar a la gerencia cualquier tipo de desviación en los proyectos. • Buscar soluciones a cualquier tipo de eventualidad que pueda presentarse durante el desarrollo del proyecto. • Entrevistarse con los clientes y aclarar sus dudas y peticiones.

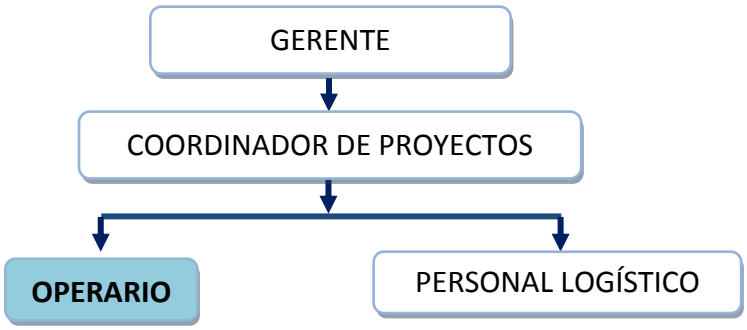
6. SUPLENCIA
• Gerente.

CARGO: OPERARIO.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

CARGO: OPERARIO		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Coordinador de proyectos.	**Afecta directamente la calidad:** Si: X No:

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD

Ninguna.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Técnico en instalaciones hidráulicas y sanitarias, y afines.	Tecnólogo en instalaciones hidráulicas y sanitarias, y afines.	Acta de grado. Diploma.

4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 1 años en cargos afines.	Experiencia mínima de 2 años en cargos afines.	Certificación Laboral.
4.3. Formación.	Soldadura. Trabajo en alturas.	Soldaduras especiales.	Certificados de formación. Pruebas de ingreso.
4.4. Competencias.	Organización, capacidad de trabajo bajo presión, compromiso, tolerancia al estrés, atención al cliente, trabajo en equipo.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.
HOMOLOGACIÓN	5 años de experiencia en cargos afines por carrera técnica.		

5. RESPONSABILIDADES
• Encargados de llevar a cabo la instalación de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia según indicaciones del coordinador de proyectos. • Optimizar uso de insumos. • Cuidar y entregar cuentas al coordinador de proyectos de todas las herramientas y equipos entregados para la instalación de los sistemas. • Ser un puente de comunicación entre los clientes y el coordinador de proyectos cuando aplique. • Prestar una excelente atención al cliente. • Comportarse según los valores institucionales en las instituciones de los clientes.

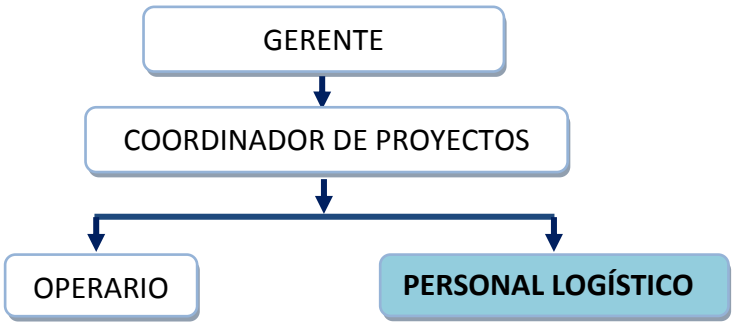
6. SUPLENCIA
• Operario.

CARGO: PERSONAL LOGÍSTICO.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

CARGO: PERSONAL LOGÍSTICO		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Coordinador de proyectos.	**Afecta directamente la calidad:** Si: X No:

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD

Ninguna.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Bachiller.	Técnico o tecnólogo en logística.	Acta de grado. Diploma.
4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 1 años en cargos afines.	Experiencia mínima de 2 años en cargos afines.	Certificación Laboral.
4.3. Formación.	Curso de conducción.	Conocimientos específicos en materiales e insumos de construcción para sistemas hidráulicos y sanitarios.	Licencia de conducción. Pruebas de ingreso.
4.4. Competencias.	Planificación y organización, capacidad de trabajo bajo presión, compromiso, tolerancia al estrés, atención al cliente, trabajo en equipo.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.

HOMOLOGACIÓN	No aplica.

5. RESPONSABILIDADES
• Recoger insumos en las instalaciones de los proveedores y llevarlos donde encargue el coordinador de proyectos. • Transportar herramientas, equipos e insumos según lo encargado por el coordinador de proyectos. • Otras funciones encargadas por la gerencia y el coordinador de proyectos.

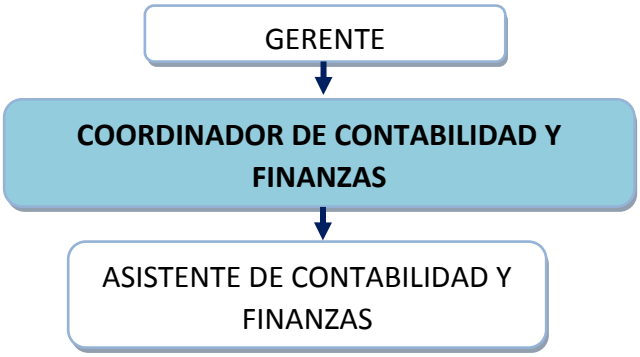
6. SUPLENCIA
• Personal logístico.

CARGO: COORDINADOR DE CONTABILIDAD Y FINANZAS.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

CARGO: COORDINADOR DE CONTABILIDAD Y FINANZAS		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Gerente.	**Afecta directamente la calidad:** Si: No: X

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD
Asistente de contabilidad y finanzas.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Contador Público.	No aplica.	Acta de grado. Diploma. Tarjeta profesional.
4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 1 años en cargos afines.	Experiencia mínima de 2 años en cargos afines.	Certificación Laboral.
4.3. Formación.	NIIF.	No aplica.	Certificación de formación.
4.4. Competencias.	Comunicación escrita, compromiso, tolerancia al estrés, integridad, planificación y organización, trabajo en equipo.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.
HOMOLOGACIÓN	No aplica.		

5. RESPONSABILIDADES
• Llevar al día la contabilidad de la empresa, teniendo en cuenta toda la normatividad vigente. • Realizar pagos de proveedores. • Pagar la nómina y la seguridad social. • Realizar pago de impuestos. • Consolidación, análisis y presentación de estados financieros. • Presentar informes ante la DIAN.

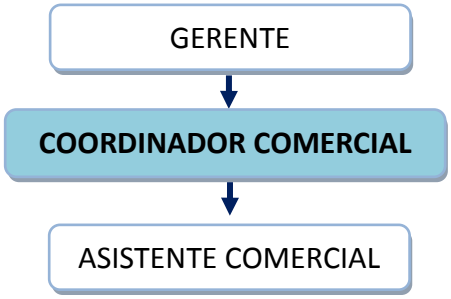
6. SUPLENCIA
• Contador público.

CARGO: COORDINADOR COMERCIAL.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

CARGO: COORDINADOR COMERCIAL		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Gerente	**Afecta directamente la calidad:** Si: X No:

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD

Asistente comercial.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Tecnólogo en gestión comercial.	No aplica.	Acta de grado. Diploma.
4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 3 años en	Experiencia mínima de 5 años en cargos	Certificación Laboral.

	cargos afines.	afines.	
4.3. Formación.	Curso en atención al cliente. Conocimiento en la ISO 9001:2015.	Idioma inglés fluido.	Certificación.
4.4. Competencias.	Atención al cliente, comunicación verbal y no verbal persuasiva, comunicación escrita, compromiso, tolerancia al estrés, espíritu comercial, integridad, planificación y organización.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.
HOMOLOGACIÓN	No aplica.		

5. RESPONSABILIDADES
• Conseguir clientes y realizar negociaciones con estos. • Ser el puente de comunicación entre el cliente y el coordinador de proyectos. • Entregar cotizaciones a los clientes potenciales según el costo de venta presupuestado por el coordinador de proyectos. • Realizar firmas de contratos y compras de pólizas cuando aplique. • Mantenerse en constante comunicación con los clientes y responder las PQR. • Hacer seguimiento a pagos. • Realizar encuestas de satisfacción al cliente.

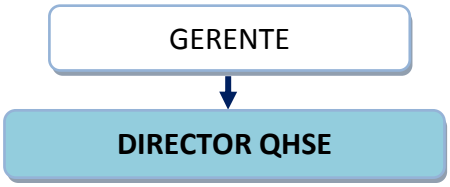
6. SUPLENCIA
• Coordinador de proyectos.

CARGO: COORDINADOR QHSE.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

CARGO: DIRECTOR QHSE		
Modelo de Competencias: De alto grado de compromiso.	**Reporta a:** ✓ Gerente	**Afecta directamente la calidad:** Si: X No:

2. LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



3. AUTORIDAD

Sobre todo, el personal para la exigencia del cumplimiento con la norma ISO 9001:2015, la normatividad legal vigente en cuanto a salud y seguridad en trabajo y medio ambiente.

4. PERFIL

ASPECTO	REQUISITO MÍNIMO	REQUISITO DESEABLE	EVIDENCIA
4.1. Educación.	Ingeniero industrial, ambiental o fines con especialización en salud y seguridad en el trabajo.	No aplica.	Acta de grado. Diploma.
4.2. Experiencia	Experiencia profesional mínima de 1 años en cargos afines.	Experiencia mínima de 3 años en cargos afines.	Certificación Laboral.
4.3. Formación.	Auditor interno en QHSE.	No aplica.	Certificación.
4.4. Competencias.	Atención al cliente, comunicación verbal y no verbal persuasiva, comunicación escrita, compromiso, tolerancia al estrés, integridad, planificación y organización.		Pruebas psicotécnicas, entrevista.
HOMOLOGACIÓN	No aplica.		

5. RESPONSABILIDADES

- Garantizar el cumplimiento de la ISO 9001:2015.

5. RESPONSABILIDADES
• Hacer cumplir a la empresa con la normatividad legal vigente ambiental y de salud y seguridad en el trabajo. • Realizar inspecciones periódicas y auditorías internas para verificar el cumplimiento de las áreas con los procedimientos establecidos, la ISO 9001, y la normatividad vigente y de salud y seguridad en el trabajo. • Alimentar el cuadro de indicadores según la periodicidad de estos, y pasar informes bimensuales a la gerencia del análisis de los mismos. • Realizar auditorías a los proveedores encargados de la disposición final de residuos peligrosos, abastecimiento de EPPs y demás proveedores crítico. • Otras funciones delegadas por la gerencia.

6. SUPLENCIA
• Coordinador de proyectos.

15. Anexo H. Datos Para La Evaluación Financiera.

COSTOS DE NÓMINA Y PRESTACIONES SOCIALES AÑO 2017.

			SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES								PROVISIÓN PRESTACIONES SOCIALES				TOTAL
CARGO	SALARIO	SUB TRANS.	EPS 4% (LO PAGA EL EMPL.)	EPS 8.5% (LO PAGA LA EMPRESA)	AFP 4% (LO PAGA EL EMPL.	AFP 12% (LO PAGA LA EMPRESA	CAJA COMPENS. 4%	SENA 2%	I.C.B.F 3%	ARL 0.522%	CESAN-TÍAS 8.33%	INTERE-SES CESAN-TÍAS 0.12%	VACA-CIONES 4.17%	PRIMA 8.33%	
GERENTE	$5.000.000	$0	$200.000	$425.000	$200.000	$600.000	$200.000	$100.000	$150.000	$26.100	$416.500	$49.980	$208.500	$416.500	$7.592.580
COORDINADOR CONTABILIDAD Y FINANZAS	$2.500.000	$0	$100.000	$212.500	$100.000	$300.000	$100.000	$50.000	$75.000	$13.050	$208.250	$24.990	$104.250	$208.250	$3.796.290
ASISTENTE CONTABILIDAD Y FINANZAS	$900.000	$74.000	$36.000	$76.500	$36.000	$108.000	$36.000	$18.000	$27.000	$4.698	$74.970	$8.996	$37.530	$74.970	$1.514.664
COORDINADOR COMERCIAL	$2.500.000	$0	$100.000	$212.500	$100.000	$300.000	$100.000	$50.000	$75.000	$13.050	$208.250	$24.990	$104.250	$208.250	$3.796.290
ASISTENTE COMERCIAL	$900.000	$74.000	$36.000	$76.500	$36.000	$108.000	$36.000	$18.000	$27.000	$4.698	$74.970	$8.996	$37.530	$74.970	$1.514.664
COORDINADOR QHSE	$2.500.000	$0	$100.000	$212.500	$100.000	$300.000	$100.000	$50.000	$75.000	$13.050	$208.250	$24.990	$104.250	$208.250	$3.796.290
COORDINADOR RECURSOS HUMANOS	$2.500.000	$0	$100.000	$212.500	$100.000	$300.000	$100.000	$50.000	$75.000	$13.050	$208.250	$24.990	$104.250	$208.250	$3.796.290
ASISTENTE RECURSOS HUMANOS	$900.000	$74.000	$36.000	$76.500	$36.000	$108.000	$36.000	$18.000	$27.000	$4.698	$74.970	$8.996	$37.530	$74.970	$1.514.664
AUXILIAR SERVICIOS GENERALES	$644.350	$74.000	$25.774	$54.770	$25.774	$77.322	$25.774	$12.887	$19.331	$3.364	$53.674	$6.441	$26.869	$53.674	$1.126.456
VIGILANTE	$644.350	$74.000	$42.538	$0	$42.538	$127.614	$42.538	$0	$0	$5.551	$88.585	$10.630	$44.346	$88.585	$1.545.296

COSTOS EPPs AÑO 2017.

NOMBRE	VALOR UNITARIO (COP)	CANTIDAD				
		2017	2018	2019	2020	2021
ARNÉS	$ 545.000	2	0	0	2	2
LÍNEA DE VIDA	$ 395.000	2	0	0	2	2
ESLINGA	$ 175.000	2	0	0	2	2
CASCO DE SEGURIDAD	$ 40.000	2	2	2	4	6
GUANTES DE SEGURIDAD	$ 4.000	4	4	4	8	12
BOTAS DE SEGURIDAD	$ 45.900	2	2	2	4	6
OVEROL	$ 52.000	6	6	6	12	18
GAFAS DE SEGURIDAD	$ 19.900	6	6	6	12	18

TABLA DE AMORTIZACIÓN.

PERIODO	SALDO	INTERÉS	PAGO	AMORTIZACIÓN	TASA
0	$ 100.000.000				
1	$ 80.826.132	$ 18.000.000	$ 37.173.867	$ 19.173.867	0,18
2	$ 58.200.969	$ 14.548.703	$ 37.173.867	$ 22.625.163	0,18
3	$ 31.503.277	$ 10.476.174	$ 37.173.867	$ 26.697.692	0,18
4	$ -	$ 5.670.589	$ 37.173.867	$ 31.503.277	0,18

FLUJO DE CAJA ESCENARIO PESIMISTA.

Flujo de caja con Préstamo							
Año		**$ -**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Proyectos Industriales	Precio		$ 24.641.482	$ 26.341.745	$ 28.159.325	$ 30.102.318	$ 32.179.378
	Cantidad		$ 23	$ 28	$ 35	$ 39	$ 43
Proyectos Residenciales	Precio		$ 8.317.995	$ 8.891.937	$ 9.505.481	$ 10.161.359	$ 10.862.493
	Cantidad		$ 25	$ 44	$ 46	$ 67	$ 95
Ingresos por ventas			**$ 774.703.977**	**$ 1.128.814.077**	**$ 1.422.828.484**	**$ 1.854.801.459**	**$ 2.415.650.065**
Prestamo		$ 100.000.000					
Arriendo			$ 11.705.550	$ 12.513.233	$ 13.376.646	$ 14.299.635	$ 15.286.309
Comisiones			$ 15.494.080	$ 22.576.282	$ 28.456.570	$ 37.096.029	$ 48.313.001
Egresos por proyecto			$ 526.035.011	$ 720.804.487	$ 847.653.987	$ 1.037.851.723	$ 1.269.545.165
Nomina			$ 137.259.434	$ 346.239.728	$ 411.671.855	$ 506.689.145	$ 589.122.800
Outsourcing			$ 20.400.000	$ -	$ -	$ -	$ -
Intereses			$ 18.000.000	$ 14.548.704	$ 10.476.175	$ 5.670.590	$ -
Herramienta y equipos			$ 9.125.200	$ 6.740.900	$ -	$ 1.500.093	$ 1.499.634
EPPs			$ 2.849.200	$ 661.925	$ 622.148	$ 3.469.539	$ 4.087.693
Publicidad			$ 5.000.000	$ 4.500.000	$ 3.000.000	$ 300.000	$ 1.000.000
Otros costos de produccción			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Otros gastos administrativos			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Flujo de caja antes de impuestos			**$ 24.835.502**	**$ (4.771.181)**	**$ 101.571.105**	**$ 240.924.704**	**$ 478.795.462**
Impuestos			$ 8.692.426	$ (1.669.913)	$ 35.549.887	$ 84.323.647	$ 167.578.412
Flujo de caja despues de Impuestos			$ 16.143.076	$ (3.101.268)	$ 66.021.218	$ 156.601.058	$ 311.217.050
Depreciación			$ 1.825.040	$ 3.173.220	$ 3.173.220	$ 3.473.239	$ 3.773.165
Amortización			$ 19.173.867	$ 22.625.163	$ 26.697.693	$ 31.503.277	$ -
Inversión inicial		$ 300.000.000					
Recuperación del capital de trabajo							$ 9.164.656
Valor de salvamento							$ 7.546.331
Flujo neto de caja		$ (200.000.000)	$ (1.205.751)	$ (22.553.211)	$ 42.496.746	$ 128.571.019	$ 331.701.202

FLUJO DE CAJA ESCENARIO OPTIMISTA.

Flujo de caja con Préstamo							
Año		**$ -**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Proyectos Industriales	Precio		$ 24.641.482	$ 26.341.745	$ 28.159.325	$ 30.102.318	$ 32.179.378
	Cantidad		$ 23	$ 28	$ 35	$ 39	$ 43
Proyectos Residenciales	Precio		$ 8.317.995	$ 8.891.937	$ 9.505.481	$ 10.161.359	$ 10.862.493
	Cantidad		$ 25	$ 44	$ 105	$ 199	$ 362
Ingresos por ventas			**$ 774.703.977**	**$ 1.128.814.077**	**$ 1.983.651.843**	**$ 3.196.100.823**	**$ 5.315.935.583**
Prestamo		$ 100.000.000					
Arriendo			$ 11.705.550	$ 12.513.233	$ 13.376.646	$ 14.299.635	$ 15.286.309
Comisiones			$ 15.494.080	$ 22.576.282	$ 39.673.037	$ 63.922.016	$ 106.318.712
Egresos por proyecto			$ 526.035.011	$ 720.804.487	$ 1.197.403.506	$ 1.820.342.173	$ 2.852.309.938
Nomina			$ 137.259.434	$ 346.239.728	$ 411.671.855	$ 506.689.145	$ 589.122.800
Outsourcing			$ 20.400.000	$ -	$ -	$ -	$ -
Intereses			$ 18.000.000	$ 14.548.704	$ 10.476.175	$ 5.670.590	$ -
Herramienta y equipos			$ 9.125.200	$ 6.740.900	$ -	$ 1.500.093	$ 1.499.634
EPPs			$ 2.849.200	$ 661.925	$ 622.148	$ 3.469.539	$ 4.087.693
Publicidad			$ 5.000.000	$ 4.500.000	$ 3.000.000	$ 300.000	$ 1.000.000
Otros costos de produccción			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Otros gastos administrativos			$ 2.000.000	$ 2.500.000	$ 3.000.000	$ 3.500.000	$ 4.000.000
Flujo de caja antes de impuestos			**$ 24.835.502**	**$ (4.771.181)**	**$ 301.428.477**	**$ 772.907.632**	**$ 1.738.310.497**
Impuestos			$ 8.692.426	$ (1.669.913)	$ 105.499.967	$ 270.517.671	$ 608.408.674
Flujo de caja despues de Impuestos			$ 16.143.076	$ (3.101.268)	$ 195.928.510	$ 502.389.961	$ 1.129.901.823
Depreciación			$ 1.825.040	$ 3.173.220	$ 3.173.220	$ 3.473.239	$ 3.773.165
Amortización			$ 19.173.867	$ 22.625.163	$ 26.697.693	$ 31.503.277	$ -
Inversión inicial		$ 300.000.000					
Recuperación del capital de trabajo							$ 9.164.656
Valor de salvamento							$ 7.546.331
Flujo neto de caja		$ (200.000.000)	$ (1.205.751)	$ (22.553.211)	$ 172.404.038	$ 474.359.922	$ 1.150.385.975