

# PROYECTO FIN DE GRADO

## GRADO EN TECNOLOGÍA DE LA INGENIERÍA CIVIL

Autora: Laura López Rodríguez

Fecha: Septiembre 2015



### ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS COMUNIDADES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA, EN EL MUNICIPIO DEL TRIUNFO, HONDURAS

*WATER SUPPLY TO THE CUMMUNITIES OF AZACUALPA, CARAO ABAJO AND SANTA CATARINA,  
IN THE MUNICIPALITY OF EL TRIUNFO, HONDURAS*



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA





## **ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS**

### **❖ DOCUMENTO 1: MEMORIA**

#### **A. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **B. MEMORIA JUSTIFICATIVA**

1. CONTEXTO
2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA
3. ANTECEDENTES Y OBJETO
4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
5. CRITERIOS DE DISEÑO
6. POBLACIÓN, CONSUMO Y  
DISPONIBILIDAD DE AGUA
7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
8. IMPACTO AMBIENTAL
9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS
10. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### **❖ DOCUMENTO 2: PLANOS**

1. SITUACIÓN
2. PLANTA GENERAL
3. LÍNEA DE IMPULSIÓN
  - 3.1 TRAZADO EN PLANTA
  - 3.2 PERFIL LONGITUDINAL
4. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
  - 4.1 TRAZADO EN PLANTA
  - 4.2 PERFIL LONGITUDINAL
5. RED DE DISTRIBUCIÓN
  - 5.1 TRAZADO EN PLANTA
  - 5.2 PERFIL LONGITUDINAL
6. DEPÓSITO TIPO

### **❖ DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y  
PUERTOS DE A CORUÑA

ABASTECIMIENTO DE AGUAS A LAS COMUNIDADES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO  
Y SANTA CATARINA, EN EL MUNICIPIO DEL TRIUNFO, HONDURAS.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Autor: Laura López Rodríguez

---

# DOCUMENTO 1

# MEMORIA

---



# DOCUMENTO 1

## A. MEMORIA DESCRIPTIVA

---



## ➤ **ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN</b>	
<b>2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES. ....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 CONTEXTO Y PROBLEMÁTICA</b>	
<b>2.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	
<b>3. OBJETO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>3</b>
<b>4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>5. CRITERIOS DE DISEÑO.....</b>	<b>3</b>
<b>6. TRABAJOS PREVIOS. ....</b>	<b>3</b>
<b>6.1 TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFÍA</b>	
<b>6.2 GEOLOGIA , GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA</b>	
<b>6.3 POBLACIÓN, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA</b>	
<b>7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>5</b>
<b>8. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>6</b>
<b>8.1 BASES DE DISEÑO</b>	
<b>8.2 CAPTACIÓN</b>	
<b>8.3 LÍNEA DE IMPULSIÓN.</b>	
<b>8.4 DEPÓSITO DE DISTRIBUCIÓN</b>	
<b>8.5. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.</b>	
<b>8.6 RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	
<b>9. IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>8</b>
<b>10.JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....</b>	<b>8</b>
<b>11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....</b>	<b>8</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anteproyecto fin de grado es el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para 3 comunidades rurales de Honduras. Se trata de un proyecto de cooperación al desarrollo, fruto del trabajo como voluntaria de la autora en la ONGD Enxeñería Sen Fronteiras (ESF).

Enxeñería Sen Fronteiras es una Organización No Gubernamental para el Desarrollo, cuya filosofía se basa en poner la tecnología al servicio del desarrollo humano, y más concretamente, apuesta por convertir la ingeniería en una herramienta esencial para posibilitar el acceso universal a determinados servicios básicos, como, en este caso el agua potable, imprescindibles para una vida digna.

El anteproyecto define las obras de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales de Azacualpa, Carao Abajo y Santa Catarina, pertenecientes al municipio de El Triunfo, situado al sur del departamento de Choluteca.

Por tratarse de una acción de cooperación al desarrollo, este proyecto presenta una serie de peculiaridades que se han de tener muy presentes para garantizar su éxito. Estas características se basan en un profundo conocimiento de la realidad del país y la zona de actuación, ya que ésta difiere considerablemente de la de los países del Norte como en el que vivimos.

Un proyecto de cooperación, como otro cualquiera, trata de satisfacer unas necesidades existentes, pero en un país del Sur como Honduras, esas necesidades suelen ser fruto de problemas sociales de gran dimensión que es necesario conocer.

Por lo tanto este proyecto no sólo pretende cubrir una necesidad, sino también intervenir en la sociedad para contribuir al cambio mediante la concienciación de distintos agentes (comunidades, ONG's locales, alcaldías, gobierno...) de los problemas sociales que generan dichas necesidades. De esta forma se quiere conseguir que la dependencia de la ayuda exterior sea cada vez menor y que paulatinamente se generen cambios estructurales que contribuyan a la dignificación de la vida de las personas.

### 1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN

#### **-La autosostenibilidad del proyecto.**

Ante la desastrosa situación de servicio y gestión de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable en todo el país, y tras estudiar en profundidad la realidad de las comunidades rurales, ESF llega a la conclusión de que la mejor solución para el suministro de agua potable en las comunidades rurales de Honduras pasa por sistemas autónomos, a partir de fuentes de agua (pozos, manantiales...) ubicados en tierras de la propia comunidad. Así, el propietario del sistema es la comunidad beneficiaria, encargada a su vez de gestionarlo y garantizar su durabilidad. ESF realiza el proyecto, busca financiación, lo ejecuta junto con ONG's locales, e incluso hace un acompañamiento a la gestión. Pero el proyecto está pensado y planificado para ser gestionado por la propia comunidad, a través de un Comité de Agua tutelado por la Junta Directiva de la misma, de manera que ESF se limite a realizar un seguimiento para la evaluación del proyecto, sin intervenir en la vida del mismo.

Para lograr la autosostenibilidad del proyecto es imprescindible la implicación de la población beneficiaria en todas sus fases.

#### **-Importancia de los proyectos integrales.**

A pesar de que éste es un documento eminentemente técnico, el proyecto trata de abarcar muchos otros aspectos, tales como el respeto al medio, la equidad de género, etc. De forma que el proyecto no sea sostenible en lo material, sino social y ambiental.

**-Uso de tecnologías apropiadas.** Para lograr un desarrollo tecnológicamente independiente y adecuado al medio y a las costumbres sociales de las comunidades, es necesario el uso de tecnologías que no fomenten dependencia exterior y que sean económicamente viables. En la mayoría de las ocasiones, dichas tecnologías son autóctonas, es decir, que no es la ONG quien aporta la técnica, sino que es la comunidad quien lo hace, limitándose ESF, mediante sus conocimientos técnicos a comprobar su viabilidad u optimizar recursos.



## 2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES.

### 2.1 CONTEXTO Y PROBLEMÁTICA.

Honduras tiene una superficie total de 112.492 km<sup>2</sup> y está situada en el centro de América Central, limitando al Norte con el mar Caribe, al Sur con el Golfo de Fonseca y la República del Salvador, al Este con el mar Caribe y Nicaragua y al Oeste con Guatemala y el Salvador.

La República de Honduras tiene una población de 8.725.000 habitantes ( Instituto Nacional de Estadísticas, 2014) , y se encuentra dividida en 298 municipios organizados administrativamente en 18 departamentos.

Con un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.632 en 2012 (Informe sobre desarrollo humano 2013 del PNUD), se encuentra dentro de los países con menor desarrollo del continente. Este índice está prácticamente estancado desde hace años debido a una economía con un bajo crecimiento, a la insuficiente generación de empleo productivo, a un estado con ciertas fragilidades institucionales y a una sociedad donde la violencia cotidiana está en aumento.

En mayo de 2010, el 60% de los hogares vivía en situación de pobreza ( llegando a un 68% en la zona sur del país) y un 39,1% de los hogares se encontraba en condiciones de pobreza extrema (PNUD,2011).

El Triunfo es un municipio en crisis ambiental. Al problema creciente de la sequía estacional, agravado por la degradación de los suelos y a la pérdida de los recursos bióticos, se le suma la práctica inexistente de servicios públicos de calidad, así como la alta tasa de desempleo en la población joven y a la mala calidad de las viviendas.

Uno de los problemas más importantes de este municipio es la gestión de los recursos hídricos. Un 78,5 % de su población no tiene acceso a agua segura, siendo esta la tasa más alta de todos los municipios del departamento de Choluteca. El recurso es captado por diferentes fuentes superficiales y subterráneas en el municipio. Del total de viviendas del municipio el 27% obtiene el agua de pozos y el 19% de río.

Las comunidades objetivo de estudio carecen de un sistema de abastecimiento de aguas. Para el suministro recogen agua de pozos artesanales, muchos de los cuales presentan problemas de aforo debido a las sequías. Al existir pocas captaciones fiables, las mujeres y niños de la zona invierten gran parte de su tiempo en la recogida de agua y su transporte a las viviendas.

### 2.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La base del trabajo que ha estado desarrollando ESF en Honduras es la realización del PGIRH o *Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Es una herramienta de planificación del agua basada en el estudio del territorio, comunidades y agua que sirve para diagnosticar, analizar y diseñar las actuaciones para luego planificar las inversiones.

El Plan Director surge como una necesidad de conocer la realidad del terreno de actuación y de sus necesidades con respecto al agua para poder ejecutar posteriormente los proyectos. Se trata de un estudio previo a escala global del que luego surgen los proyectos como el que aquí se presenta.

En la primera fase del trabajo se realiza un diagnóstico de la situación actual de las comunidades, se analizan los datos poblacionales, los recursos hídricos identificados ilustrando la cantidad y la calidad del agua, se analizan los sistemas de abastecimiento y saneamiento existentes y se analizan distintos aspectos como otros servicios, las actividades económicas de las comunidades, la situación organizativa y la situación institucional en la zona. Se denomina *Diagnóstico Comunitario* y lo realizan los propios miembros de la comunidad.

Una vez establecidos los criterios para el diseño de sistemas de abastecimiento y con toda la información sobre las comunidades recopilada, se procede al diseño de alternativas de actuación, que son entregadas a las comunidades beneficiarias. Fruto de este diagnóstico surge el presente anteproyecto.

Una vez recibidas las alternativas, y tras el análisis de las mismas, las comunidades beneficiarias solicitarán un proyecto de abastecimiento de agua. Comprobada la motivación de



las comunidades hacia el proyecto, y el cumplimiento del resto de requisitos establecidos, se procede a la redacción del proyecto de ejecución.

### 3. OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto pretende contribuir a la mejora de la calidad de vida, al fortalecimiento de la organización comunitaria y a la conservación de los recursos naturales de las comunidades beneficiarias, mediante la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, que llevará el agua a las viviendas y que permitirá aumentar la dotación actual por familia así como la calidad del agua consumida.

Este proyecto asegurará las condiciones de potabilidad y salubridad del recurso. Además solucionará la aparición de enfermedades gastrointestinales, minimizará las enfermedades de transmisión hídrica proporcionando un entorno más saludable

Cabe destacar que los principales beneficiarios de un proyecto de abastecimiento de agua son las mujeres y las niñas, ya que son ellas las que suelen encargarse de la tarea de ir a buscar agua y, por lo tanto, las que invierten su tiempo en esta tarea. La posibilidad de tener acceso a agua potable en su propia casa permitirá a este sector de la población disponer de más tiempo para su propio desarrollo personal y también familiar, dedicándose a otras actividades que así lo permitan.

### 4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

Las cuatro leyes principales que recogen información sobre la gestión de los recursos hídricos son las siguientes:

Ley General de Aguas (decreto nº 181/09)

Ley de Ordenación Territorial (Decreto nº 180/03)

Ley Forestal, Areas protegidas y Vida Silvestre (Decreto nº98/07)

Ley Marco de Agua y Saneamiento (Decreto nº 118/03)

Por otro lado, la normativa hondureña para la realización de proyectos de estas características se recogen en las *Normas de Diseño Para Acueductos Rurales* realizado por el

SANAA *Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados*

En el *Anexo 2 – Legislación y Normativa* de la Memoria Justificativa se realiza un resumen de la legislación y normativa utilizada para la redacción del presente anteproyecto.

### 5. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios técnicos empleados para la elaboración de este proyecto se adaptan a la realidad rural de Honduras y a la normativa hondureña de proyectos de abastecimiento de agua potable denominada "*Normas de Diseño para Acueductos Rurales*" establecido por el SANAA (*Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados*).

A estos se le suman los criterios fruto de la experiencia de ESF en proyectos de abastecimiento de agua potable en comunidades rurales de este país, y que tienen como objetivo el buen funcionamiento y la autosostenibilidad del proyecto. Todos ellos se explican detalladamente el *Anexo 5 – Criterios de Diseño* en la memoria justificativa de este anteproyecto.

### 6. TRABAJOS PREVIOS.

#### 6.1 TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFÍA

La topografía utilizada para la redacción de este anteproyecto ha sido obtenida a partir del programa gvSIG Fonsagua. Esta es una herramienta desarrollada por el laboratorio de Ingeniería Cartográfica de la Universidade da Coruña, que basada en los sistemas de información geográfica, recoge información geográfica de las comunidades así como información de los diagnósticos comunitarios de las mismas.

La cartografía fue uno de los desafíos más importantes de este trabajo. La falta de datos sobre las plantas urbanas de las comunidades condicionó el planteamiento de este anteproyecto. Tras el estudio de alternativas, solo se continuó con el trabajo en Santa Catarina debido a que fue la única comunidad que en los plazos de redacción del anteproyecto realizó un levantamiento topográfico de la planta urbana, necesaria para digitalizar los puntos de las viviendas y realizar así el diseño de la red de distribución del sistema de abastecimiento.





La digitalización de los puntos obtenidos del levantamiento topográfico fue realizada por la autora. Dado el carácter de anteproyecto de este trabajo, se considera que la precisión de la cartografía es suficiente para su redacción.

## 6.2 GEOLOGIA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA

Los análisis geológicos e hidrogeológicos que se han realizado en la zona objetivo de estudio son escasos y de poca precisión. Fueron realizados por el SANAA y se recoge en el *Mapa Hidrogeológico de la República de Honduras*.

El análisis geológico y geotécnico se ha llevado a cabo en el *Anexo 3- Geología y Geotecnia* de la Memoria Justificativa.

## 6.3 POBLACIÓN, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

Lo expuesto en este apartado se estudia en detalle en el *Anexo 6: Población, Consumo y Disponibilidad de Agua*.

### A. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN

De los informes de diagnóstico comunitario se obtienen los datos de población actual. A partir de estos datos, definido el periodo de diseño (22 años para el sistema de abastecimiento y 5 para el bombeo) y conocido el índice de crecimiento de población (3%), se estima según los cálculos definidos en el *Anexo 5: Criterios de diseño* la población futura, que será la población de diseño.

COMUNIDAD	AZACUALPA		CARAO ABAJO		SANTA CATARINA		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	
SEXO							-
MENORES DE 5 AÑOS	173	119	10	12	50	47	411
ENTRE 5 Y 18 AÑOS	234	213	64	58	168	140	877
ENTRE 18 Y 60 AÑOS	319	437	38	35	145	150	1124
MAYORES DE 60 AÑOS	42	47	12	12	7	11	131
Nº DE FAMILIAS	571		100		114		785
Nº DE HABITANTES	1584		241		621		2446

Tabla 1. Distribución de la población actual

COMUNIDAD	POBLACIÓN ATUAL	POBLACIÓN FUTURA
CARAO ABAJO	241	400
AZACUALPA	1584	2629
SANTA CATARINA	621	1031
TOTAL	2446	3029

Tabla 2. Estimación de la población de diseño

### B. ESTUDIO DE CONSUMO

Dadas las características de las comunidades beneficiarias y según los criterios establecidos por ESF para la dotación de agua por familia, se decide que se diseñaran sistemas domiciliarios en las tres comunidades con una dotación de 95 litros persona al día.

Estimada la dotación se obtiene la demanda de cada comunidad, y aplicando los coeficientes de consumo se calculan los consumos medio diario, máximo diario y máximo horario. Todos estos cálculos están definidos en el *Anexo 5: Criterios de diseño*.

COMUNIDAD	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA	Nº DE CENTROS	DOTACIÓN (LPD)	CMD (L/S)	CMAX D (L/S)	CMH (L/S)
CARAO ABAJO	241	400	1	95	0.446	0.670	1.005
AZACUALPA	1584	2629	3	95	2.911	4.366	6.550
SANTA CATARINA	621	1031	1	95	1.140	1.710	2.565

Tabla 3. Consumos de agua.

### C. DISPONIBILIDAD DE AGUA

Los pozos de este municipio tienen un rendimiento máximo de 4 a 13 l/s, según indican los estudios realizados por el SANAA en los pozos que se han perforado para usos en sistemas de abastecimiento. No obstante, como se ha mencionado en apartados anteriores, los estudios son muy genéricos y la falta de fondos impide realizar los análisis de los recursos de agua disponibles, de la capacidad de las mismas y de sus características físico-químicas y bacteriológicas entre otras.

Debido a esto, atendiendo a la baja demanda y teniendo en cuenta la experiencia de ESF en proyectos similares en otras comunidades de contextos similares, la forma de



proceder para la captación de agua será perforar un nuevo pozo en las proximidades de pozos artesanales ya existentes, ya que se da por sentado que donde ya existe un pozo, es posible perforar uno nuevo capaz de satisfacer la demanda de agua.

## 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico ( PGIHR) en el municipio de El Triunfo surgen diversas opciones de intervención para dar respuesta a las necesidades que presenta cada comunidad. La definición de éstas se realiza en base a un estudio previo de los recursos hídricos disponibles y de la situación demográfica y social de la zona de actuación. De este estudio surgen las siguientes alternativas.

### ➤ SANTA CATARINA.

La fuente será la misma para los tres estudios: un pozo comunitario que presenta buenas condiciones según el informe de diagnóstico comunitario.

- Alternativa 1. El depósito de distribución se situará en la colina más próxima de la comunidad. La línea de distribución se trazará hacia la zona noreste de la comunidad.
- Alternativa 2. Se conservará la línea de impulsión anterior pero la línea de distribución conectará con el punto más alto del núcleo de población.
- Alternativa 3. Al tratarse una comunidad rural con una alta población, se plantea un sistema con un depósito elevado, y con una línea de distribución principal que conectará de nuevo, con el punto más alto del núcleo rural.

### ➤ AZACUALPA

El pozo del sistema se situará al lado del único pozo de la comunidad que no presenta problemas de caudal.

- Alternativas 1 Se sitúa el depósito de distribución en la colina más próxima. La línea de distribución principal conectará con el punto más elevado del núcleo de población.

- Alternativa2. Por las condiciones de población se propone un sistema con un depósito elevado que se situará en una zona elevada de la comunidad, situando la conexión con la red de distribución en el mismo lugar que en la alternativa anterior.

### ➤ CARAO ABAJO

El pozo para el sistema se situará al lado de un pozo artesanal. El propietario está dispuesto a donar el terreno por el bien de la comunidad, y el pozo no presenta problemas de caudal.

- Alternativa 1. Se situará el depósito en la zona central de la comunidad (dado que se trata de un núcleo de población disperso).
- Alternativa 2. Se propone lo mismo que en el estudio anterior pero con un depósito elevado para evitar no salir de los rangos admisibles de presiones.
- Alternativa 3. Se dividirá la comunidad en zona este y oeste y se harán dos sistemas independientes. No obstante, la cuota mensual y el presupuesto serán evaluados conjuntamente para toda la comunidad para evitar discordancias entre los propietarios.

Es de vital importancia para la comprensión de las distintas propuestas, saber de qué datos a nivel de terreno se dispone de cada comunidad.

Las comunidades de Azacualpa y Carao Abajo, en el momento de redacción de este anteproyecto, carecen de un levantamiento topográfico, y, consiguientemente, no se podrá hacer una red de distribución exacta. Por lo tanto en estas comunidades se estudiará la captación, la línea de impulsión y la línea de distribución principal. Después de que se realice el trabajo de campo necesario, las alternativas resultantes de este estudio podrán ser mejoradas en trabajos posteriores.

Por otro lado, de la comunidad de Santa Catarina si se hará un levantamiento topográfico y por lo tanto se podrá proyectar la red de distribución. No obstante, para el estudio previo no se contemplará a nivel de cálculos y de presupuesto básico la proyección de la red, dado que en ambos aspectos no se considera un elemento diferenciador entre las distintas alternativas.



Es por ello que, a pesar de trabajar con tres comunidades, solamente ampliaremos el estudio en la comunidad de Santa Catarina ya que hay datos suficientes para hacer un sistema de abastecimiento completo.

Finalmente, para seleccionar la alternativa más adecuada en cada comunidad se hará un análisis multicriterio. Los criterios de selección de la alternativa más adecuada, responderán además de a la viabilidad técnica, económica y ambiental, a aspectos como el nivel de organización interna del colectivo beneficiario y a su sentimiento de necesidad del proyecto, ya que se consideran puntos clave para garantizar la autosostenibilidad del mismo. Así mismo hay que destacar que la opción elegida no tiene por qué ser la que ESF escoge con sus criterios sino que ha de ser la comunidad quien tenga la última palabra, garantizando de esta manera el éxito del proyecto.

Tanto el estudio de alternativas como el análisis de selección de la alternativa más adecuada para cada comunidad se encuentran en el *Anexo 7: Estudio de Alternativas de la Memoria Justificativa*.

## 8. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

Como ya se ha mencionado, del estudio de las alternativas de las tres comunidades ampliaremos el estudio solamente en la comunidad de Santa Catarina ya que hay datos suficientes para hacer un sistema de abastecimiento de agua completo.

La alternativa seleccionada es la alternativa 3, y contempla la construcción de un sistema de abastecimiento por bombeo que impulsa agua desde un pozo a perforar, a un depósito elevado. Desde el depósito el agua llegará al punto más elevado de la comunidad a través de la línea de distribución principal la cual conectará con la red de distribución, dotando a la población de un sistema de abastecimiento domiciliario.

A continuación se definen las actuaciones que se pretende ejecutar. La descripción detallada de las mismas se encuentra en el *Anexo 9: Cálculos Hidráulicos*.

### 8.1 BASES DE DISEÑO

Como datos básicos de diseño del sistema de agua se han tomado los siguientes:

- Dotación de diseño: 95lpd
- Población actual: 621 (114 familias)
- Tasa de crecimiento anual de la población: 3%
- Periodo de diseño: 22 años
- Población estimada para el periodo de diseño: 1031
- Consumo medio en el periodo de diseño: 1,14 l/s
- Horas de bombeo en día de consumo medio en el periodo de diseño: 8 h
- Caudal suministrado por la bomba seleccionada: 3,42 l/s
- Volumen del depósito de distribución: 50m<sup>3</sup>

Las obras se dividen en:

- Captación
- Línea de impulsión
- Depósito de distribución:
- Línea principal de distribución:
- Red de distribución:

### 8.2 CAPTACIÓN

La captación del sistema será un pozo perforado. La ubicación del mismo será en las proximidades a un pozo artesanal comunitario que no presenta problemas de caudales.

El diámetro del pozo será de 6 pulgadas y tendrá una profundidad total de 45 metros. No obstante la profundidad final será definida durante la perforación por el hidrogeólogo, y estará entre los 45-80 metros en función de las características del mismo.



El agua del sistema será bombeada directamente desde la captación a un tanque de distribución a través de la línea de impulsión.

### 8.3 LÍNEA DE IMPULSIÓN.

El agua será bombeada desde el pozo situado a cota 32 metros hasta el depósito de distribución a cota 70. Además el depósito está elevado 5 metros, por lo tanto la altura geométrica de la impulsión es de 43 metros. La longitud de la línea es de 330 metros.

Las tuberías de la impulsión serán de hierro galvanizado (HG), y discurrirán superficialmente a 90cm de la cota del terreno anclándose al terreno mediante dados de hormigón situados cada 6 metros.

Se tomará como caudal base para los cálculos de la impulsión el consumo medio diario. Los consumos extra que se den en los días de máxima demanda se cubrirán aumentando el número de horas de bombeo del equipo.

Para calcular las características de la impulsión se tantearán el número de horas de bombeo necesarias para cubrir el consumo medio diario en función de los distintos diámetros comerciales de las tuberías de hierro galvanizado, y cumpliendo siempre el criterio de velocidades (entre 0,5 m/s y 1,5 m/s). Dado que el pago de la cuota eléctrica es uno de los gastos más fuertes de la cuota mensual, se buscará un bombeo de baja potencia ya que se ha determinado que los consumos eléctricos para bajas potencias y muchas horas de bombeo son menores que para bombas más potentes bombeando menos horas.

Las características de la línea seleccionada de este análisis son un diámetro de tubería de 3" y una bomba sumergible de 3CV que trabajará 8 horas diarias.

Es importante señalar que los fenómenos de arranque y parada de la bomba pueden dar lugar a fenómenos de golpe de ariete que podrían dañar seriamente la tubería. El estudio de este fenómeno se detalla en *el Anexo 9: Cálculos Hidráulicos*.

Los accesorios que se añaden serán:

- 2 Válvulas de compuerta: una a la salida de la bomba y otra antes del depósito de distribución.

- 1 Purga de lodos en el punto bajo de la línea para poder vaciarla en caso de disfunción de la línea.

### 8.4 DEPÓSITO DE DISTRIBUCIÓN

El depósito de distribución se construirá de ferrocemento y será elevado 5 metros mediante una estructura metálica de seis pies. Dado que el objetivo de este anteproyecto no es determinar las características de este tanque, se selecciona como volumen del depósito el 50% del CMD para quedarnos del lado de la seguridad (Ver *Anexo 5: Criterios de Diseño*), resultando así un depósito de 50m<sup>3</sup> de capacidad ( 4 metros de altura y 4 metros de diámetro).

### 8.5. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

La línea de distribución principal será de PVC RD26 e irá desde el depósito de distribución hasta el punto más alto del núcleo de población donde conectará con la red de distribución (75m de longitud). Está conexión se encuentra a una cota de 55m.

El rango de velocidades admisibles es entre 0,5 y 2 m/s y el cálculo de pérdidas se hará por el método de Hazen-Williams tal y como se ha descrito en el *Anexo 5: Criterios de Diseño*.

Para estimar el diámetro en la línea de distribución en el estudio previo, se ha considerado que la demanda en la conexión con la red es la demanda total de la comunidad. De este modo se tantean los diámetros posibles para esta línea y se selecciona el más adecuado.

Se selecciona como optimo un diámetro de 2" ya que la velocidad se encuentra dentro del rango y de manera que pequeñas variaciones en la demanda no produzcan una velocidad excesiva o insuficiente.

Se sitúa en esta línea dos válvulas de compuerta, una en el inicio y otra en el final de la línea.

### 8.6 RED DE DISTRIBUCIÓN.

La distribución será domiciliar por gravedad y se realiza mediante una red en árbol, desde la línea de distribución principal hasta las acometidas. El sistema está dimensionado y calculado para que las 114 familias beneficiarias dispongan de agua las 24 horas del día.



La red consta de una línea principal (tramo A) y de 10 líneas secundarias. La línea principal de la red (con 1122 m de longitud), parte de la línea de distribución y conecta con las líneas secundarias y con las viviendas.

El escenario de cálculo es el de la población futura y se emplean para el cálculo las demandas futuras. Dado que se desconoce la distribución futura de la población, se supondrá el caudal futuro distribuido uniformemente entre las viviendas actuales.

Las tuberías serán de PVC y se colocarán bajo tierra, en zanjos de una profundidad de 0.6m y 0.4m de ancho.

Los diámetros de las tuberías varían entre 2" y 0,5".

Las presiones en las conexiones han de estar en el rango de 5m.c.a y los 60 m.c.a y las velocidades se limitan superiormente a 1,5 m/s e inferiormente a 0,2 m/s.

Se instalarán válvulas de compuerta al inicio de cada tramo intentando que no haya tramos de más de 500 metros que no puedan ser cerrados en caso de tener que realizar labores de reparación. También se instalarán purgas de lodos en los puntos más bajos de cada tramo para su limpieza.

Los detalles del trazado y del diseño se definen con detalle en el *Documento Nº 2* de este anteproyecto y los resultados de la modelización del sistema se encuentran en el *Anexo 9: Cálculos Hidráulicos, Apéndice 2 y 3*.

## 9. IMPACTO AMBIENTAL

Como parte del enfoque integral ya mencionado de este tipo de proyectos, se tiene muy en cuenta la sostenibilidad ambiental de los mismos, y se diseñan medidas que eviten o palíen los efectos negativos provocados.

Los beneficios que un sistema de abastecimiento aporta en un ámbito pueden convertirse en efectos negativos en otro. Un claro ejemplo es el hecho de que la implementación de una red de abastecimiento puede implicar problemas de insalubridad si no existe un sistema adecuado de disposición de aguas grises. El aumento del agua disponible

hace que exista más agua residual, y por lo tanto se hace necesario construir sistemas con este fin (biofiltros familiares).

Es por ello que ESF ha determinado que a la hora de ejecutar cualquier proyecto de abastecimiento, este irá siempre se ha de acompañado de un proyecto de saneamiento de aguas grises. Este y otros aspectos del impacto ambiental se reflejan en el *Anexo 8: Impacto Ambiental*.

## 10. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el *Anexo 10.- Justificación de Precios* de la Memoria Justificativa se lleva a cabo una justificación de los precios de las unidades de obra más importantes implicadas en este anteproyecto.

## 11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

CAPITULO 1: CAPTACIÓN Y LÍNEA DE IMPULSIÓN.	QUINIENTAS NOVENTA Y TRES MIL SEICIENTAS VEINTISIETE LEMPIRAS	L. 593.627,00
CAPITULO 2: CAPTACIÓN Y LÍNEA DE IMPULSIÓN.	UN MILLÓN TRECIENTAS NOVENTA Y DOS MIL TRECIENTAS CUARENTA Y SEIS LEMPIRAS	L. 1.392.345,50
CAPITULO 3: PERSONAL DURANTE EJECUCIÓN DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	DOSCIENTAS VEINTIOCHO MIL DOSCIENTAS LEMPIRAS	L. 228.200,00
CAPITULO 4: TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN	CIENTO CUARENTA Y SIETE MIL CUARENTA LEMPIRAS	L. 147.040,00

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	DOS MILLONES TRECIENTAS SESENTA Y UN MIL DOSCIENTAS DOCE con CINCUENTA LEMPIRAS	L. 2.361.212,5
--------------------------	---	----------------



Autor: Laura López Rodríguez

CONCEPTO	LEMPIRAS
13% Gastos Generales	L. 306.957,65
6% Beneficio Industrial	L. 141.672,75
Suma de GG y BI	L. 448.630,38
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>L. 2.809.842,88</b>

<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>
<b>L. 2.809.842,88</b>

Asciende el total del presupuesto a la expresada cantidad de:

**DOS MILLONES OCHOCIENTAS NUEVE MIL OCHOCIENTAS CUARENTA Y  
DOS CON OCHENTA Y OCHO LEMPIRAS.**



# DOCUMENTO 1

## B. MEMORIA JUSTIFICATIVA

---



## ➤ **B. MEMORIA JUSTIFICATIVA**

**ANEXO1: CONTEXTO**

**ANEXO2: LEGISLACIÓN Y NORMATIVA**

**ANEXO 3: ANTECEDENTES Y OBJETO**

**ANEXO 4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**ANEXO 5: CRITERIOS DE DISEÑO**

**ANEXO 6: POBLACIÓN, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA**

**ANEXO 7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

**ANEXO 8: IMPACTO AMBIENTAL**

**ANEXO 9: CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

**ANEXO 10: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**





## ➤ ANEXO 01: CONTEXTO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CONTEXTO GENERAL .....	2
3. CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	2
4. CONTEXTO MEDIOAMBIENTAL.....	2
5. CONTEXTO SOCIAL.....	2
6. CONTEXTO CULTURAL.....	3
7. CONTEXTO ECONÓMICO.....	3
8. COTEXTO POLITICO.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN.

Para facilitar la comprensión de las características de este anteproyecto, en este anexo se hará una breve descripción de los aspectos más destacables que caracterizan a la República de Honduras.

## 2. CONTEXTO GENERAL

La República de Honduras se sitúa en el centro de América Central. Tiene una superficie de 112.492 km<sup>2</sup> y limita al Norte con el Mar Caribe, al Sur con el Golfo de Fonseca y la República de El Salvador, al Este con el Mar Caribe y Nicaragua, y al Oeste con Guatemala y El Salvador.

Honduras se divide políticamente en 18 departamentos, que a su vez están formados por 298 municipios. La capital es Distrito Central, constituido conjuntamente por las ciudades de Tegucigalpa y Comayagua. La población actual es aproximadamente de 8 millones y medio de habitantes.

El proyecto se llevará a cabo en el municipio de El Triunfo, situado en el sur del departamento de Choluteca.

## 3. CONTEXTO GEOGRÁFICO.

Honduras es el segundo país más grande de América Central. Su posición tropical define dos únicas estaciones: una seca ( noviembre – abril) y una lluviosa (mayo – octubre). El territorio hondureño queda dividido en tres zonas: Planicie Costera Norte , Planicie Costera Sur y la Región Montañosa , que representan el 33%, el 2% y el 65% del territorio respectivamente.

En el Golfo de Fonseca, con una superficie de 3.200 km<sup>2</sup> repartidos entre Nicaragua, Honduras y el Salvador, es donde se enmarca la zona de actuación. Las principales cuencas de esta vertiente son la del río Goascoran, río Nacaome y el río Choluteca, siendo este último el más largo (250 km) y que cuenta con una extensión de 7580 km<sup>2</sup>.

## 4. CONTEXTO MEDIOAMBIENTAL

El deterioro de los recursos naturales y el daño ecológico ocasionado por su mal uso, contribuyeron de forma significativa a los bajos niveles de bienestar socio-económico de la población.

Este deterioro está ligado a la falta de ordenamiento territorial, a la conversión de tierras de uso forestal a usos agropecuarios intensivos en las cuencas de los ríos principales, a la expansión de actividades económicas que hacen un uso intensivo e insostenible de los recursos naturales (agricultura y camaronicultura industrial, minería, entre otros), a la falta de un sistema de gestión ambiental con un enfoque descentralizado y más participativo, y también a la escasa aplicación de las leyes ambientales y el insuficiente desarrollo de un marco normativo adecuado.

El territorio hondureño es susceptible a fenómenos naturales adversos como huracanes y sequías. Según el Índice de Riesgo Climático Global 2013, elaborado por la ONG alemana Germanwatch, la República de Honduras ocupa el primer lugar en la lista de los 10 países más afectados por eventos climáticos extremos en los últimos 20 años. Es altamente vulnerable al cambio climático debido a su exposición geográfica, bajos ingresos y a la gran dependencia de sectores económicos altamente sensibles al clima, como la agricultura y la pesca.

## 5. CONTEXTO SOCIAL.

Según el Instituto Nacional de Estadística, en el año 2014 la población hondureña era de 8.725.000 habitantes, de los cuales poco menos de la mitad residen en zonas urbanas ( 52.75%)

Por otro lado, con un Índice de Desarrollo Humano (IHD) del 0,617 (según el informe de Naciones Unidas de 2014), se encuentra en la posición 129, por lo que se considera un país de ingreso medio. Este índice está prácticamente estancado desde hace años, debido al bajo crecimiento de la economía, la insuficiente generación de empleo productivo, a un estado con



ciertas fragilidades institucionales y a una sociedad donde la violencia cotidiana sigue en aumento.

En Honduras hay unos altos niveles de crimen y violencia, llegando a ser el país con una mayor tasa de homicidios del mundo (79 por cada 100.000 habitantes, según cifras del Observatorio de la Violencia de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras). Se estima que el coste anual por violencia representa cerca del 10% del PIB del país.

El 60% de la población vive en situación de pobreza (llegando a un 68% en la zona sur del país), y el 48,5% está en condiciones de pobreza extrema, sobretudo en el medio rural, donde el 77% de los hogares viven en situación de pobreza, y el 11,4% en situación de extrema pobreza. En términos de desigualdad, el 20% de la población más rica recibe el 60,9% de los ingresos nacionales, mientras que el 20% de los sectores más pobres apenas recibe el 2,5%. Hoy en día, la desigualdad alimentaria afecta a 1.000.000 de habitantes aproximadamente.

En el ámbito de la educación, Honduras cuenta con una alfabetización en adultos del 84,8%, mientras que en términos de población existente con educación secundaria completa, este porcentaje baja hasta un 19,8%. La reducción de la alfabetización de la población es el eje de las políticas educativas, que desde la década de los 80 han creado programas aplicados especialmente en el ámbito rural.

La falta de oportunidades de estudio y empleo para la juventud provoca crecientes ondas migratorias a las grandes ciudades, así como a otros países (principalmente EEUU).

En este contexto de desigualdad y pobreza, hay que detenerse a hablar sobre el papel de la mujer en la sociedad. Su integración en la actividad económica y/o en el sistema educativo se ve obstaculizada por el hecho de que, entre otras actividades, son ellas las encargadas de realizar las tareas de transporte de agua desde las fuentes hasta la vivienda familiar. Solo el 33,34% de las viviendas cuentan con un sistema domiciliar. La situación todavía empeora más si tenemos en cuenta que las mujeres, que representan el 51,5% de la población total del país, tienen limitado el acceso a la tierra (solo el 26,3% la tienen en propiedad), reciben menores ingresos, encuentran obstáculos para su integración en la actividad económica (la tasa total de participación laboral es del 33% en zonas urbanas y el

23,6% en el área rural), y cuentan con un bajo nivel de escolarización (el 70% de la población femenina total y el 90% de la población rural no tuvieron acceso o solamente lo tuvieron para el nivel de educación primaria).

## 6. CONTEXTO CULTURAL

Honduras es un país multiétnico y multicultural en el que conviven distintas formas de vida y diferentes religiones. Consta de cuatro grandes grupos de población: blancos o mestizos (el 90% de la población), pueblos indígenas (aproximadamente el 6%), garífunas y criollos de habla inglesa.

Actualmente predominan las religiones católica y evangélica, aunque sigue habiendo una importante parte de etnias autóctonas que conservan sus costumbres y tradiciones originales.

## 7. COTEXTO POLITICO.

Honduras es un república presidencialista que se rige por una Carta Constitucional escrita por primera vez el 11 de diciembre de 1825, cuatro años después de independizarse de España. A partir de 1980, después de una larga inestabilidad política y gobiernos autoritarios de carácter civil y militar, el país entro en un proceso de estabilidad democrática y de gobiernos electos cada 4 años mediante voto popular. En 2009, se produce una crisis política debida al golpe de estado que acabó con el gobierno de Manuel Zelaya, presidente electo. Esto evidenció la fragilidad del sistema democrático hondureño y los retos críticos en la garantía de los derechos humanos, produciendo una fuerte polarización en la sociedad y erosionando la confianza de la ciudadanía en sus instituciones. Tras el golpe de estado se convocaron nuevas elecciones, resultando ganador el candidato de la oposición Porfirio Lobo Sosa (que forma parte del Partido Nacional). A raíz de el descontento general de la población, en las últimas elecciones celebradas en el año 2013 surgieron nuevos partidos políticos que cambiaron el panorama bipartidista existente hasta el momento. Nacieron así Partido Libre y Refundación, liderado por Xiomara Castro (esposa de Manuel Zelaya), y el Partido Anticorrupción, entre otros. Aún así, tras unas elecciones con grandes irregularidades, a pesar de la presencia de observadores internacionales, el partido Nacional renovó mandato, esta



vez con Juan Orlando Hernández como presidente. En la actualidad, los altos niveles de inseguridad ciudadana, la alta percepción de impunidad entre los hondureños, los escándalos de corrupción y las escasas inversiones en los servicios sociales básicos y en el bienestar de la población son los grandes retos del país.

## 8. CONTEXTO ECONÓMICO.

Como ya se ha mencionado, casi dos tercios de la población hondureña vive en la pobreza y 5 de cada 10 en extrema pobreza. En lo relativo a las zonas rurales, estas cifras aumentan.

Desde la crisis económica de 2008-2009, Honduras experimenta una recuperación moderada, impulsada por inversión pública, exportaciones y altos ingresos por remesas. Esta recuperación se ve reflejada en crecimientos del PIB del 3.7% y en 2010, un 3.7% en 2011 y en un 3.3% en 2012. No obstante, en 2013 esta cifra descendió a un 2.5%. A este problema se le suma el problema de la desigualdad, que sigue impidiendo que el crecimiento del país sea inclusivo. En este sentido, Honduras presenta uno de los coeficientes de Gini más altos de América Latina (0.577, PNUD 2011), solamente superado por Colombia y Haití. Esto indica que es uno de los países con mayor desigualdad en la distribución de los ingresos de la región, observando además una tendencia ascendente desde 2010.

La agricultura continúa siendo el pilar principal de la economía hondureña, generando un 37,15% de los empleos del país y un 64% del empleo de las zonas rurales, en contraste con el sector manufacturero que representa un 13% y el comercio un 18,7%. En términos macroeconómicos, el valor del PIB agrícola representa entre el 40 y el 45%.

Tanto la propiedad de la tierra como el trabajo agrícola remunerado siempre fueron principalmente una tarea masculina. El 86% de las mujeres campesinas no poseen la tierra que trabajan, lo cual las limita en cuanto a su capacidad de generar ingresos propios. En cuanto al empleo, aunque en el período 2001-2010 la participación femenina aumentó en más de un 100% (pasando del 5,5 al 12%), solo representa el 19,4% del trabajo agrícola remunerado.

Los productos mayoritarios que exporta el país son: café, textiles, camarones, bananas, aceite de palma africana, oro, fruta y madera. En la actualidad, el gobierno lleva a cabo

proyectos para promover y expandir el sector industrial, diversificar la agricultura, mejorar los medios de transporte y desarrollar proyectos hidroeléctricos. Aún así, el modelo agroexportador hace al país vulnerable frente a los mercados externos. El sector agrícola perdió cerca de un tercio del poder adquisitivo en las dos últimas décadas, en gran parte debido a la disminución de los precios de cultivos de exportación, especialmente bananas e café.

Por último, hay que tener siempre en cuenta que la pobreza y la crisis rural están directamente relacionados con la falta de acceso a la propiedad de la tierra y al recurso del agua. En Honduras todavía existen modelos semi-feudales de producción donde una familia campesina ofrece su fuerza de trabajo a cambio de una limitada extensión de terreno donde se halla su vivienda y donde producen millo y frijoles para así poder sobrevivir.



## ➤ ANEXO 2: LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2 . INSTITUCIONES RESPONSABLES.....</b>	<b>2</b>
2.1 POLÍTICA Y REGULACIÓN	
2.2 PRESTACIÓN DEL SERVICIO	
2.3 OTRAS INSTITUCIONES	
<b>3. LEGISLACIÓN HONDUREÑA.....</b>	<b>2</b>
3.1 LEY GENERAL DE AGUAS	
3.2 LEY MARCO DE AGUA Y SANEAMIENTO.	
3.3 LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.	
3.4 LEY FORESTAL, ÁREAS PRTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE.	
<b>4. NORMATIVA HONDUREÑA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....</b>	<b>3</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XXI fue elaborado un Documento de Avance de la Mesa de Desarrollo Humano, donde se encontraban integradas las Secretarías de Estado de Educación y Salud de Honduras, en el que se informaba oficialmente a nivel de Gobierno que “no existe una política relativa al manejo del agua”.

A medida que avanzaron los años, tras catástrofes naturales, tuvieron lugar reuniones técnicas e interinstitucionales que promovieron, entre otras cosas, la existencia de estudios técnicos relativas al sector. Nacieron así cuatro leyes principales relacionadas con el tema del agua:

Ley General de Aguas (decreto nº 181/09)

Ley de Ordenación Territorial (Decreto nº 180/03)

Ley Forestal, Areas protegidas y Vida Silvestre (Decreto nº98/07)

Ley Marco de Agua y Saneamiento (Decreto nº 118/03)

## 2 . INSTITUCIONES RESPONSABLES

### 2.1 POLÍTICA Y REGULACIÓN

- **CONASA:** Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento. Presidido por el Ministro de Salud, es el organismo que define las políticas sectoriales.
- **EESAPS:** Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Responsable de la regulación.

### 2.2 PRESTACIÓN DEL SERVICIO

- **SANAA:** Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Empresa pública que opera aproximadamente la mitad de los sistemas urbanos de agua y redes de saneamiento de Honduras.
- **MUNICIPALIDADES:** Tienen potestad en gestión de aguas. La mayoría están asociadas en Mancomunidades, encargadas de la administración de proyectos de

inversión.

- **JUNTAS DE AGUA:** En zonas rurales y áreas urbanas marginales. En 1990 las Juntas Administradoras de Agua rurales de Honduras crearon AHJASA (Asociación Hondureña de Juntas de Administración de Sistemas de Agua), una asociación a nivel nacional para proteger sus intereses.

### 2.3 OTRAS INSTITUCIONES

- **FHIS :** Fondo Hondureño de Inversión Social. Desempeña un papel importante en el sector, ya que una gran proporción de los fondos nacionales y donantes destinados al agua y saneamiento son canalizados a través de esta entidad.
- **RAS-HON:** Red de Agua y Saneamiento de Honduras. Es una institución de diálogo y consulta para mejorar la coordinación interinstitucional, compartir experiencias y promover tecnologías apropiadas, agrupando miembros de la sociedad civil, gobierno y cooperantes.

## 3. LEGISLACIÓN HONDUREÑA.

A continuación se hace un breve resumen de las principales leyes mencionadas en el apartado 1.

### 3.1 LEY GENERAL DE AGUAS

Ley general de aguas, tiene por objetivo establecer los principios y regulaciones aplicables al manejo adecuado del recurso agua para la protección, conservación, valorización y aprovechamiento del recurso hídrico para propiciar la gestión integrada de dicho recurso a nivel nacional.

### 3.2 LEY MARCO DE AGUA Y SANEAMIENTO.

Esta ley establece las normas aplicables a los servicios de agua potable y saneamiento en el territorio nacional como un instrumento básico de promoción de la calidad de vida. Además esta ley prevé la descentralización de los servicios de la empresa nacional Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) a los municipios. También crea un ente



rector y un regulador del sector. Sin embargo, las nuevas instituciones no son aún lo suficientemente fuertes y la descentralización ha sido un proceso lento. Hace falta también una política de financiamiento en el sector.

### **3.3 LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.**

Esta ley establece que *“el ordenamiento territorial se constituye en una política de Estado que incorporado a la planificación nacional, promueve la gestión integral, estratégica y eficiente de todos los recursos de la Nación, humanos, naturales y técnicos, mediante la aplicación de políticas, estrategias y planes efectivos que aseguren el desarrollo humano en forma dinámica, homogénea, equitativa en igualdad de oportunidades y sostenible, en un proceso que reafirme a la persona humana como el fin supremo de la sociedad y a la vez su recurso más valioso”*.

Esta ley promueve la descentralización y la participación ciudadana como uno de sus ejes fundamentales.

### **3.4 LEY FORESTAL, ÁREAS PRTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE.**

La Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, aprobada mediante el decreto legislativo 98-2007, busca la protección, restauración, aprovechamiento, conservación y fomento de los recursos naturales para el desarrollo sostenible, contemplando el interés social, económico, ambiental y cultural del país.

## **4. NORMATIVA HONDUREÑA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.**

La normativa para el diseño de sistemas de abastecimiento de aguas está establecida por el SANAA *“Normas de Diseño para Acueductos Rurales”* y en ella se recogen los criterios de diseño y de cálculo, así como diversas pautas para la presentación de planos y de presupuestos de este tipo de proyectos.



## ➤ ANEXO 3: ANTECEDENTES Y OBJETIVO

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
1.1 SITUACIÓN ACTUAL	
1.2 PROBLEMÁTICA.	
<b>2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>





## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 SITUACIÓN ACTUAL

El Triunfo se sitúa al sur del departamento de Choluteca. Tiene una extensión de 291,2 km<sup>2</sup> y aproximadamente unos 40.000 habitantes. Está formado por 10 aldeas y 103 caseríos. Sus límites son: al norte los municipios de El Corpus y Concepción de María; al oeste, el municipio de Namasagüe; al sur y al este la República de Nicaragua. Está localizado muy cerca del golfo de Fonseca.

El Triunfo es un municipio en crisis ambiental debido a la sobreexplotación de sus recursos, a la pérdida de sus bosques, a la sequía que afecta a sus suelos y a los peligrosos deslizamientos, inundaciones e incendios que se presentan a lo largo del año. Debido a esto es necesario presentar una especial atención al entorno de actuación.

Las tres comunidades objetivo de estudio se sitúan en el El Triunfo: Azacualpa, Carao Abajo en la zona central y Santa Catarina.

- **AZACUALPA:** Se sitúa en la zona centro-oeste, en un valle. Tiene una población de 1584 habitantes. Posee un sistema de abastecimiento de agua pero presenta problemas y está en desuso.
- **CARAO ABAJO:** Se sitúa en el centro del municipio en una zona montañosa. Tiene 241 habitantes y el núcleo de población es disperso.
- **SANTA CATARINA:** Se encuentra en el sur del municipio, haciendo frontera con Nicaragua. Tiene 621 habitantes.

### 1.2 PROBLEMÁTICA.

Como ya se ha mencionado, El Triunfo es un municipio en crisis ambiental. Al problema creciente de la sequía estacional, agravado por la degradación de los suelos y a la pérdida de los recursos bióticos, se le suma la práctica inexistente de servicios públicos de calidad, así como la alta tasa de desempleo en la población joven y a la mala calidad de las viviendas.

También se pueden mencionar los atrasos importantes en la construcción de infraestructuras viales que faciliten el acceso a las zonas rurales, y la baja capacidad de

recaudación de impuestos de gestión municipal, así como la gran dependencia en las transferencias para la ejecución de obras y la prestación de servicios.

Uno de los problemas más importantes de este municipio es la gestión de los recursos hídricos. Un 78,5 % de su población no tiene acceso a agua segura, siendo esta la tasa más alta de todos los municipios del departamento de Choluteca.

El recurso es captado por diferentes fuentes superficiales y subterráneas en el municipio. Del total de viviendas del municipio el 27% obtiene el agua de pozos y el 19% de río.

A todo esto se le suma la falta de saneamiento de aguas, que produce una gran contaminación de las aguas superficiales, haciendo incluso que no se permita el consumo de agua de los ríos. El municipio solo cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario en el área urbana, con una cobertura de apenas el 30%.

Las comunidades objetivo de estudio carecen de un sistema de abastecimiento de aguas. Para el suministro recogen agua de pozos artesanales, muchos de los cuales presentan problemas de aforo debido a las sequías. Al existir pocas captaciones fiables, las mujeres y niños de la zona invierten gran parte de su tiempo en la recogida de agua y su transporte a las viviendas.

## 2. OBJETIVO DEL PROYECTO.

El presente proyecto pretende contribuir a la mejora de la calidad de vida, al fortalecimiento de la organización comunitaria y a la conservación de los recursos naturales de las comunidades beneficiarias, mediante la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, que llevará el agua a las viviendas y que permitirá aumentar la dotación actual por familia así como la calidad del agua consumida.

Este proyecto liberará a mujeres y niños de horas extraordinarias de trabajo y asegurará las condiciones de potabilidad y salubridad del recurso. Además solucionará la aparición de enfermedades gastrointestinales, minimizará las enfermedades de transmisión hídrica proporcionando un entorno más saludable.



Más concretamente, el proyecto impactará positivamente en las familias beneficiarias en los siguientes aspectos:

- Situación de comodidad de la familia al contar con requisitos mínimos de higiene y bienestar, existiendo mayor seguridad familiar al reducirse las tensiones causadas por las enfermedades.
- Ahorro de tiempo en la recolección de agua de consumo y posibilidad de empleo del mismo en esparcimiento, actividades relacionadas con la mejora de la atención a los niños, al producción económica, a actividades educativas...
- Mejora de la educación de los niños y niñas al introducir hábitos sanitarios relacionados con el agua en su conducta.
- Ahorro significativo en medicinas, transporte y atención médica de los enfermos (generalmente niños), mejorándole nivel económico familiar al disminuir las enfermedades gastrointestinales.
- Prevención de lesiones (las niñas que tienen que caminar largas distancias con peso tienen mayor riesgo de lesiones y problemas de columna).
- Fortalecimiento de la organización comunal mediante la creación, asistencia técnica y capacitación de un Comité de Agua que se encargará de la gestión posterior del sistema.
- Transferencia y adopción de tecnologías alternativas de bajo coste. Se capacitará a las familias beneficiarias sobre técnicas de construcción con ferrocemento, mantenimiento del sistema (conocimientos básicos de fontanería) y técnicas de conservación de agua y suelos.
- Se mejorará la estima de las familias campesinas tras el *empoderamiento* producido por la autoconstrucción y gestión autónoma del sistema de agua.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El total de beneficiarios directos del proyecto asciende en la actualidad a 2446 personas (241 de Carao Abajo, 1584 de Azacualpa y 621 de Santa Catarina), siendo la población esperada

para el horizonte de vida del proyecto (22 años) 4060 habitantes (1304 familias) considerando una tasa de crecimiento poblacional de un 2,7%.

Cabe destacar que los principales beneficiarios de un proyecto de abastecimiento de agua son las mujeres y las niñas, ya que son ellas las que suelen encargarse de la tarea de ir a buscar agua y, por lo tanto, las que invierten su tiempo en esta tarea. La posibilidad de tener acceso a agua potable en su propia casa permitirá a este sector de la población disponer de más tiempo para su propio desarrollo personal y también familiar, dedicándose a otras actividades que así lo permitan.



## ➤ ANEXO 4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

<b>1. GEOLOGIA GENERAL DE HONDURAS.....</b>	<b>2</b>
1.1 DATOS GENERALES	
1.2 ESTRUCTURA GEOLÓGICA	
<b>2. SISMICIDAD GENERAL. ....</b>	<b>3</b>
2.1 MARCO SISMOTECTÓNICO.	
2.2 AMENAZA SÍSMICA.	
<b>3. HIDROGEOLOGIA.....</b>	<b>4</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.	
3.2 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS COMUNIDADES OBJETIVO DE ESTUDIO.	
<b>4. USO DEL AGUA SUBTERRANEA.....</b>	<b>5</b>
4.1 PARA TODO USO	
4.2 RESUMEN DEL USO COMUNITARIO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL DEPARTAMENTO DE CHOLUTECA.	



## 1. GEOLOGIA GENERAL DE HONDURAS

### 1.1 DATOS GENERALES

Honduras posee 112,492 Km<sup>2</sup> de extensión, su formación Geológica base se remonta a la era paleozoica con edad de 600 millones de años hasta El cuaternario con edad de 600 mil años. Hidrológicamente está dividida en 19 cuencas, siendo las más extensas las correspondientes a los Ríos Ulua y Patuca. La temperatura media anual oscila de 14 grados en el Este del departamento de Ocotepeque, hasta 28 C grados centígrados en el sur del país. Los valores promedio anuales de precipitación varían de 600 mm al norte del departamento de Valle hasta 2200 mm en el Norte de los Departamentos de Colon y Gracias a Dios.

En términos generales y de acuerdo a la información procesada en la Coordinación de Hidrogeología del SANAA, podemos clasificar la geología del país en tres grandes grupos: Rocas Volcánicas, Metamórficas y Sedimentarias.

Tipo de Rocas	Área Total Km <sup>2</sup>		% parcial Km <sup>2</sup>	Porcentaje Total
1. Rocas Volcánicas	43,227	a. Intrusivas b. Extrusivas	3.44% 34.95%	38.39%
2. Rocas Metamórficas	25,359	a. Esquistos	22.58%	22.58%
3. Rocas Sedimentarias	43,906	a. Aluvión b. Calizas c. Lutitas, Limonitas Areniscas, Clastos y conglomerado	18.27% 7.51% 13.25%	39.03%
Totales	112,492		100%	100%

Ilustración 1. Clasificación de la geología de hondureña. (Mapa hidrogeológico de la República de Honduras. SANAA).

### 1.2 ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Periodo	Época	Edad x 10 <sup>6</sup> años	Descripción
CENOZOICO	CUATERNARIO	1.6	Aluvión y Basaltos
	TERCIARIO	66.4	Grupo Padre Miguel (Cenizas Volcánicas y conglomeradas) Form. Matagalpa (Rocas Básicas Intrusivas)
MESOZOICO	CRETACICO	144	Grupo valle de Angeles ( Capas Rojas) Grupo Yojoa ( Formaciones de calizas)
	JURASICO	208	Grupo Honduras ( Lutitas y limonitas de variedad de color de rojo a pardo a negro.)
	TRIASICO	245	Clastos, Rocas, Areniscas, Plutones
PALEOZOICO	PALEOZOICO	570	Esquistos Cacahuapa y Plutones Graníticos

Tabla 1. Marco estratigráfico de Honduras. (Mapa Hidrogeológico de la República de Honduras. SANAA)



## 2. SISMICIDAD GENERAL.

### 2.1 MARCO SISMOTECTÓNICO.

Los países de América Central están ubicados dentro de los límites de las placas del Caribe, Norteamérica, Cocos y Nazca. Una región donde los movimientos relativos de las placas, que varían de 2 a 9 cm/año, están acompañados por vulcanismo activo y alta sismicidad superficial e intermedia. Durante los últimos 500 años se han registrado numerosos sismos destructivos con magnitudes moderadas y grandes ( $5.5 < M < 8$ ) los cuales están asociados a fuentes interplaca e intraplaca.

El territorio hondureño está localizado en la parte oeste de la placa tectónica del Caribe, rodeada además de las placas Cocos, Nazca y Sudamérica por el sur, y la de Norteamérica por el Norte.



Imagen 1. Placas tectónicas en América. (Wikipedia)

Cara el suroeste, en el Pacífico, convergen las placas Caribe (oceánica) y Cocos (continental), formando la Trincheras Mesoamericana. Debido a la diferencia de densidad entre ambas, se produce la subducción de la placa Cocos. Esta situación de convergencia de placas se produce desde finales del Mesozoico hasta la actualidad y abarca una zona que se extiende desde Guatemala hasta Costa Rica a lo largo de 1100 km. El frente de subducción tiene una dirección general de NW-SE. Este proceso produce cambios en las condiciones físico-químicas de la zona de contacto dando lugar a fusión de materiales, alimentando las

reservas magmáticas, dando lugar en la superficie, a un volcanismo activo y movimientos tectónicos. Es este sistema el que origina la mayoría de los movimientos sísmicos en la República de Honduras.

### 2.2 AMENAZA SÍSMICA.

En Honduras se han realizado varios estudios para evaluar la amenaza sísmica y en general han concluido que el territorio nacional es propenso a sufrir movimientos fuertes del terreno. En algunas zonas del país, los niveles de amenaza se comparan con los de otras zonas de alta actividad sísmica de la región.

En el Estudio de Amenaza Sísmica elaborado por expertos en Madrid el año 2008 (Libro "Amenaza Sísmica en América Central", Benito y Torres, 2008, pp. 178-180), dieron como resultado tres Mapas de Amenaza Sísmica para tres periodos de retorno, de 500, 1,000 y 2,000 años.



Imagen 2. Amenaza sísmica para un periodo de retorno de 500 años.

Fuente: Amenaza sísmica en América Central.



### 3. HIDROGEOLOGIA

#### 3.1 INTRODUCCIÓN.

El Territorio Nacional puede clasificarse, desde el punto de vista geomorfológico, hidrogeológico, y climático en: Valle Intramontanos, Altiplanicies, Valles Costeros, Llanuras Litorales, Islas y Zona Montañosa.

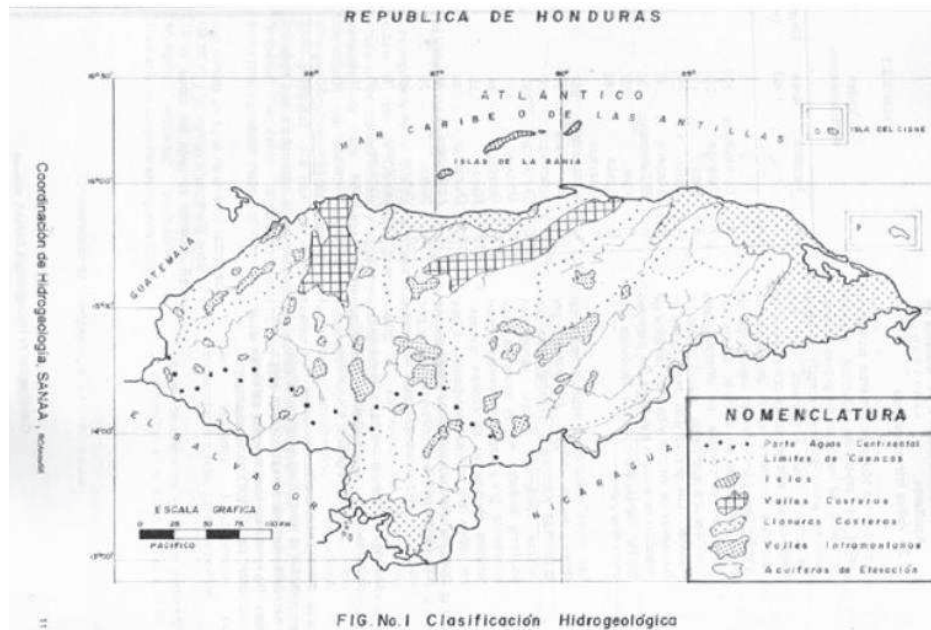


Imagen 3. Clasificación hidrogeológica de Honduras.

Fuente: Mapa Hidrogeológico de la República de Honduras. SANAA.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS COMUNIDADES OBJETIVO DE ESTUDIO.

La comunidad de Azacualpa se encuentra en un Valle mientras que Carao Abajo y Santa Catarina se encuentran en zonas montañosas. Se explican a continuación las características de ambas.

##### ➤ VALLES INTRAMONTANOS

Los acuíferos están condicionados a la energía propiciada por los ríos que viajan de las montañas, formando depósitos clásticos principalmente en el centro de los valles y riveras de los ríos, por lo tanto, la permeabilidad es variable, de baja a moderada.

La morfología puede ser plana y presentar ondulaciones. La dirección longitudinal corresponde al curso de los ríos y generalmente con orientación hacia los mares.

La precipitación varía de pobre a media, dependiendo del área climática.

##### • Valle de Azacualpa

El Valle de Azacualpa inicia con una orientación de oeste y presenta un brusco cambio de dirección hacia el sur siguiendo la orientación del río Guayambre, afluente del Río Principal Patuca. Este Valle angosto ubicado al sur del departamento de Olancho está limitado al este por el Río Guyambre y al oeste por la Montaña de Azacualpa.

La geología predominante es el Grupo Honduras, rocas del Jurásico, compuesto de lutitas negras y areniscas de color café claro. Una falla de importancia, la Falla del Guayape, condiciona el eje principal del valle. Esta falla cruza el territorio nacional de suroeste a noreste, desde el Departamento El Paraíso hasta el departamento de Colon. Los sedimentos derivados de las rocas descompuestas se constituyen en pie de monte proporcionando suelos de color rojizo de permeabilidad variada. En las riveras del Río Guayambre, los aluviones de depósito de cauce son más permeables.

Del punto de vista de producción de agua subterránea los aluviones de depósito constituyen en el principal acuífero. Al noroeste del Valle se presentan variaciones en la



geología, condicionada al fallamiento descrito pudiendo presentar características hidráulicas adecuadas.

#### ➤ ZONAS MONTAÑOSAS

Existe una gran variedad de pequeños acuíferos con permeabilidad tanto primaria como secundaria con rendimiento en función del diaclasamiento o fisuramiento de la zona.

Verdaderos ríos subterráneos son encontrados en las zonas calizas, no obstante el área expuesta de estas rocas es muy reducida y la densidad poblacional donde se localizan es baja.

La morfología predominante es montañosa con altas pendientes y multiplicidad de cerros y colinas conformando miles de microcuencas que limitan el potencial acuífero. También influye la gran variedad de formaciones rocosas que ocupan cuatro quintas partes del territorio nacional.

- Montañas del Sur y Sur-Oriente. (Carao Abajo y Santa Catarina)

Una secuencia extensiva de rocas volcánicas terciarias cubre esta zona montañosa, alcanzando profundidades a veces superiores a los 400 metros. Consisten en ignimbritas riolíticas, sedimentos volcánicos estratificados y rocas piroclásticas re TRABAJADAS.

Las tobas a cenizas volcánicas pueden estar intercaladas con areniscas y conglomerados. Los rendimientos son muy variables: en los acuíferos de tabas con permeabilidad primaria y con poca fracturación puede ser entre 0.5 y 2.0 l/s; tobas con permeabilidad secundaria a través de fracturas moderadas a en tobas re TRABAJADAS los rendimientos se incrementan entre 2 y 6 l/s. Las altiplanicies estudiadas constituyen una excepción ya que poseen rendimientos superiores en el orden de 42 10 l/s.

## 4. USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

### 4.1 PARA TODO USO

El agua subterránea se destina para varios usos: doméstico, industrial, comercial y agropecuario. Adicionalmente múltiples municipalidades y comunidades, en un número no menor de 200, se sirven de aguas subterráneas. Teniendo una producción estimada en 10.000 m<sup>3</sup>/día, con bombas manuales y bombas de baja producción.

### 4.2 RESUMEN DEL USO COMUNITARIO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL DEPARTAMENTO DE CHOLUTECA.

Actualmente diez pozos son usados para el abastecimiento de agua potable, 4 de estos se encuentran en el aluvión del río Choluteca al suroeste del área urbana. El agua subterránea explotada por pozos constituye el 52% de la demanda total.

Los rendimientos de los pozos se encuentran en el rango de **4 a 13 l/s** (60 a 205 gal/mm) según los estudios realizados por el SANAA en el departamento.



## ➤ ANEXO 5: CRITERIOS DE DISEÑO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CRITERIOS PARA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE.....	2
3. PARÁMETROS BÁSICOS DE CÁLCULO Y DISEÑO.....	3
4. CRITERIOS DE DISEÑO Y CÁLCULO.....	5
4.1 CRITERIOS DE DISEÑO	
4.2 CRITERIOS DE CÁLCULO.	
5. ESTIMACIÓN DE LAS CUOTAS A PAGAR POR LOS BENEFICIARIOS.....	8





## 1. INTRODUCCIÓN.

Los criterios técnicos empleados para la elaboración de este proyecto se adaptan a la realidad rural de Honduras y a la normativa hondureña de proyectos de abastecimiento de agua potable denominada “*Normas de Diseño para Acueductos Rurales*” establecido por el SANAA (*Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados*).

A estos se le suman los criterios fruto de la experiencia de ESF en proyectos de abastecimiento de agua potable en comunidades rurales de este país, y que tienen como objetivo el buen funcionamiento y la autosostenibilidad del proyecto. Todos ellos se explican a continuación.

## 2. CRITERIOS PARA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE.

Para definir la situación deseada en las comunidades rurales y diseñar sistemas de abastecimiento de agua potable sostenibles, se han determinado dos tipos de estándares. Estos servirán para caracterizar y establecer unos valores guía a cada uno de los parámetros que intervienen en la planificación, en el diseño y en la gestión de las actuaciones previstas en el presente estudio. Son: el estándar ideal y el estándar aceptable.

Los criterios establecidos son:

### ➤ SE ENTIENDE QUE CUALQUIER PERSONA TIENE DERECHO A UN SERVICIO DOMICILIAR DE AGUA POTABLE.

Tal y como indican otros organismos como UNICEF, en su Manual de Agua (1999), entre las opciones de diseño de sistemas, son los sistemas de agua corriente, especialmente los que cuentan con conexiones domiciliarias los que resultan más convenientes, y son por tanto los preferidos en la mayoría de las comunidades.

A mayor conveniencia corresponde siempre un mayor consumo y uso del agua, aumento que suele tener consecuencias positivas para la situación de salud de la población, además de rendir otros beneficios, entre otros el ahorro de tiempo de las mujeres y niños en ir

a buscar el agua a las cantareras, tiempo que puede dedicarse a otras tareas, mejorando su salud y su situación social.

Sin embargo, en algunas situaciones, los sistemas de fuentes públicas de agua son la alternativa más económica. Aunque si están dentro de sus posibilidades económicas las comunidades están dispuestas a pagar más por la conveniencia adicional que representa un grifo instalado en la vivienda.

Además por la experiencia adquirida a lo largo de los años por parte de ESF, se valora la facilidad de gestión de un sistema domiciliario en comparación con la complejidad de un sistema por cantareras (fuente pública), resultando más sostenible a largo plazo.

La gestión comunitaria en sistemas de fuentes públicas es más complicada pudiendo causar en algunos casos el fallo del sistema. A modo de ejemplo se dificulta el control de quienes son los usuarios del sistema. En algunos proyectos ejecutados por ESF se han dado casos de habitantes que han decidido no participar en el proyecto, y que no pagan una cuota para su conservación y mantenimiento pero que se abastecen del mismo.

No se puede establecer un control del consumo de agua por usuario, por tanto, no se pueden aplicar tarifas variables que beneficien a las familias que consumen menos y penalicen el consumo excesivo.

### ➤ POR DEFECTO SE DISEÑAN SISTEMAS DOMICILIARES.

Si todas las variables que se tienen en cuenta para el diseño son favorables, se diseña un sistema domiciliario por las razones expuestas en el párrafo anterior. En caso que no sea posible se diseñan sistemas por cantareras (fuentes públicas). Si hubiera déficit de agua, y como último recurso, se debe paliar con la construcción de tanques de agua lluvia.

### ➤ PROPIEDAD DE LOS LOTES DE TIERRA DONDE SE UBICA LA VIVIENDA.

Si el porcentaje de familias propietarias de sus lotes en una comunidad es inferior a un 30% del total de familias beneficiarias, se diseñaran sistemas por cantareras. La instalación de un servicio básico domiciliario, ya sea un sistema de abastecimiento de agua potable o de saneamiento, revaloriza económicamente la parcela o el lote de tierra donde se ubica la vivienda.



Es por ello que en aquellos casos en que la situación de la vivienda en la comunidad no está resuelta mayoritariamente, puede resultar contraproducente diseñar y ejecutar sistemas domiciliarios. En lugar de beneficiar a las familias de la comunidad, se está beneficiando al propietario de las parcelas al aumentar su valor económico. Cabe la posibilidad de que incluso las familias estén obligadas a abandonar su actual ubicación por la venta de estos lotes de tierra.

➤ **EN SISTEMAS POR CANTARERAS SE CONSIDERARÁ EL NÚMERO DE FAMILIAS BENEFICIARIAS Y LA DISPERSIÓN DE LAS VIVIENDAS.**

Número de familias por cantarera:

*Intervalo ideal:* 1 cantarera / 7 a 8 familias

*Intervalo aceptable:* 1 cantarera / 8 a 12 familias

Distancia máxima a una cantarera:

Distancia ideal: 250 m

Distancia aceptable: 250-500 m (5-10 min caminando aprox.)

➤ **NO SE PLANIFICAN ACTUACIONES EN COMUNIDADES ILEGALES O EN RIESGO GEOLÓGICO.**

No se planifican actuaciones (ni por tanto se diseñan sistemas nuevos de abastecimiento, mejoras de sistemas existentes, ni ampliaciones de sistemas de abastecimiento) en aquellas comunidades definidas como ilegales por la alcaldía del municipio. Tampoco en aquellas en riesgo geológico identificado por Geólogos del Mundo (Francisco Cumbreiras Santana Febrero de 2001) y cuyo diagnóstico recomiende su reubicación. Planificar o implementar sistemas de abastecimiento sería perpetuar la situación de peligro o ilegalidad de la población.

### 3. PARÁMETROS BÁSICOS DE CÁLCULO Y DISEÑO.

La base de las propuestas planteadas en cuanto al cálculo de infraestructura de abastecimiento de agua potable son los criterios básicos de cálculo y diseño definidas por el *Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)*.

➤ **POBLACIÓN ACTUAL.**

Es la cantidad de habitantes dentro del área del proyecto como resultado de un censo y estudio socio-económico efectuado por ESF - NASMAR. Estos datos se comparan, en caso de poseerlos, con los censos de la unidad de salud y en aquellos casos en que la diferencia respecto a estos es significativa (>25%) se recoge el dato de la unidad de salud.

➤ **PERÍODO DE DISEÑO.**

Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el período que conlleva el diseño y la construcción, se ha determinado un período de diseño de 22 años para todas las partes del sistema, a excepción de los equipos de bombeo que se diseñarán para 10 años. Aquellos sistemas que ya cumplieron con su periodo, es decir 22 años o más y que requieran mejoras en todas las partes del sistema, se considerará como acueducto nuevo.

➤ **ÍNDICE DE CRECIMIENTO**

Se tomará como índice de crecimiento anual 3%, el cuál representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas.

➤ **CÁLCULO DE LA POBLACIÓN**

El diseño de los abastecimientos se deberá hacer de acuerdo con la población y número de viviendas resultante del levantamiento topográfico.

El número mínimo de viviendas que deberán aparecer en el plano topográfico serán las de la encuesta básica.

De no tener una encuesta se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes por casa.



Autor: Laura López Rodríguez

Conociendo los factores que condicionaron el crecimiento de la Comunidad es posible estimar su población futura. Para hacer tal cálculo se utilizará el método aritmético:

$$Pop. futura (hab) = Población actual \times \left(1 + \frac{tasa \times horizonte}{100}\right)$$

#### ➤ DOTACIONES

En sistemas domiciliarios, la dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd. Teniendo en cuenta la relación 1 gal=3,79l, la dotación en litros persona al día será de 95 lpd.

En las comunidades de poblaciones mayores de 2,000 habitantes las dotaciones deberán satisfacer todas las necesidades abajo apuntadas.

- a.) Consumo Doméstico.
- b.) Consumo Industrial y Comercial.
- c.) Consumo Público.
- d.) Consumo Pérdida y Desperdicios.

En sistemas por llaves públicas se establece una dotación de 40 lpd.

#### ➤ COEFICIENTE Y VARIACIÓN DE CONSUMO

Básicamente, tendremos 3 tipos de consumo:

- a.) Consumo Medio Diario: Demanda promedio requerida para satisfacer las necesidades.
- b.) Consumo Máximo Diario: Valor de la demanda máxima diaria durante el año.
- c.) Consumo Máximo Horario: Valor del consumo máximo horario en el día de máxima demanda del año.

En el diseño se utilizarán los siguientes coeficientes de variación:

- a.) Consumo Medio Diario: 1 K

b.) Consumo Máximo Diario: 1.5 K (se utilizará este valor en el diseño de la línea de conducción y planta de tratamiento y el "Q" mínimo de la fuente no será inferior a él en los casos en que exista almacenamiento).

c.) Consumo Máximo Horario: 2.25 K (se utilizará en el diseño de la línea y red de distribución y cuando no exista almacenamiento).

#### ➤ COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para el cálculo de pérdidas por fricción en la tubería se utilizará la fórmula de Hazen Williams donde el coeficiente de rugosidad "C" a utilizarse será:

Tubería de Hierro Galvanizado (HG) ..... 100

Tubería de Polivinilo (PVC) ..... 140

#### ➤ FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Según su origen las fuentes de abastecimiento de agua se pueden catalogar tres formas principales:

- 1) Agua Superficial.
- 2) Agua Subterránea.
- 3) Agua Lluvia.

Estas tres alternativas se deben estudiar basándose en:

- Capacidad.
- Examen físico-químico.
- Examen Bacteriológico.
- Análisis Beneficio-Costo.

Además de los requisitos anteriores se debe considerar el aspecto económico.

Debido a la alta contaminación de los ríos provocada por la falta de saneamiento de aguas en las comunidades objetivo de estudio, ESF recomienda que las fuentes de captación sean manantiales ó pozos a perforar en zonas próximas a pozos artesanos ya existentes.



#### ➤ **DISPONIBILIDAD DE AGUA.**

El aforo de la fuente se hará en el período de estiaje y este deberá ser igual o mayor que el Consumo Máximo Diario de la población futura pero nunca menor de 15 gpm.

En formaciones naturales, como los manantiales, se afora el caudal natural ( $Q_n$  [l/s]). Los criterios ambientales de ESF marcan un objetivo: no agotar las fuentes naturales, lo que resulta en que un sistema de abastecimiento emplea un porcentaje menor al caudal natural de la fuente. El caudal a usar será el 60% del caudal natural.

La demanda en los días de más consumo ( $C_{maxD}$ ) se debe satisfacer con el caudal restante de la fuente, ( $Q_n - Q_m$ ), en caso de fuentes de poco caudal.

Se considera razonable captar en estos únicos días la cantidad suficiente para cubrir la demanda punta (que en zonas rurales son escasos días, el consumo es muy homogéneo, más porque se trata de una población acostumbrada a utilizar únicamente el agua necesaria para satisfacer sus necesidades básicas).

#### ➤ **CALIDAD DEL AGUA.**

Se adoptarán los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud en 1964 para establecer la calidad de las fuentes a usarse. Se tendrá cuidado que aguas arriba del sitio de obra de toma no haya casas y que si son aguaderos de ganados, este lugar pueda ser sustituible por otros de manera que no contribuyan a la contaminación de la fuente.

#### ➤ **CUOTA DE PAGO MENSUAL**

El costo del mantenimiento del sistema repercutido en las familias beneficiarias no deberá superar en ningún caso el máximo establecido asegurando así la autosostenibilidad de los sistemas de abastecimiento en comunidades rurales de escasa capacidad económica como son las familias rurales de El Triunfo.

## **4. CRITERIOS DE DISEÑO Y CÁLCULO.**

### **4.1 CRITERIOS DE DISEÑO.**

Para definir la línea de captación, impulsión, aducción y distribución se debe considerar los siguientes factores:

1. Que la conducción sea cerrada y a presión.
2. Que el trazo de la línea sea lo más directo posible, de la captación al tanque de bombeo del tanque de bombeo al tanque de distribución o regulación, del tanque de regulación al tanque de distribución.
3. Evitar tramos extremadamente difíciles e inaccesibles
4. Deberán evitarse zonas de deslizamiento e inundación
5. En lo posible deberá evitarse que la conducción cruce caminos, quebradas, ríos, etc.

Por otro lado el caudal de diseño y el material de la tubería serán:

- Tubería de impulsión: cálculo con  $Q_i$  (a partir de  $Q_m$ ) ,Material: Hierro Galvanizado.
- Tubería de captación y aducción: cálculo con  $Q_{Md}$ . Material: Hierro Galvanizado
- Tubería de distribución: cálculo con  $Q_{Mh}$ . Material PVC.

### **4.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.**

En este apartado se definirán las normas de cálculo definidos por el SANNa para dimensionar los elementos que forman el sistema de abastecimiento: tuberías de aducción, impulsión, línea de distribución, red de distribución y tanques.

#### ➤ **CAUDAL DE DISEÑO**

Comparamos, a partir de la población a abastecer y la dotación considerada, si es posible el diseño que proponemos con la capacidad útil de la fuente de captación (dejando siempre caudal ecológico). Si es factible, CMD (o lo que es lo mismo  $Q_m$ ) sirve



como base del diseño hidráulico del sistema; si no lo es debemos rebajar la dotación de diseño. Ahora bien, en este último caso y a la hora de elegir una alternativa y concretar el diseño definitivo del proyecto, resulta conveniente sobredimensionar el sistema para caudales superiores al establecido en el estudio previo, ya que la vida del proyecto es de 20 años, y es posible que durante ese tiempo pueda captarse más agua que la actual para el sistema, ya sea por la mejora de la recarga de la fuente (prevista por el propio proyecto), o bien por la adición de una nueva fuente de suministro al sistema. Es por ello que, aunque en ocasiones las fuentes no alcancen a abastecer a la población con la dotación requerida, el caudal de diseño, sí que está en función de esa dotación.

Los caudales de diseño de la impulsión y la distribución serán:

- **Caudal de impulsión:** El caudal de impulsión  $Q_i$  ( $m^3/s$ ) será dimensionado a partir del consumo medio diario.

$$Q_i \left( \frac{m^3}{día} \right) = \frac{CMD \left( \frac{m^3}{día} \right)}{t \left( \frac{horas}{día} \right) * 3600} = \frac{Q_m(l/s) * 86400}{t \left( \frac{horas}{día} \right) * 3600 * 1000}$$

, donde t son las horas de bombeo durante un día.

Cuando no se trate de un sistema de abastecimiento continuo, serán los propios beneficiarios del proyecto quienes se encarguen del encendido y apagado de la bomba. En este caso, ISF recomienda que el tiempo de bombeo no supere las 12 horas.

Normalmente las bombas se calculan con el consumo máximo diario, lo que en este tipo de proyectos suele resultar en un sobredimensionamiento de la bomba. Dado que su amortización es un gasto fijo importante que asume la población beneficiaria, se opta por diseñar la impulsión con  $Q_m$ , y, en caso de consumos punta, bombear un tiempo superior a  $t_i$ .

- **Caudal de distribución:** Será dimensionado a partir del caudal máximo horario. Se diseñan las tuberías de distribución domiciliar a partir de este caudal y considerando que la longitud de la tubería principal domiciliar se divide en tramos iguales y en cada tramo hay 6 viviendas.

En el caso de cantareras se calcula las tuberías teniendo en cuenta que cada cantarera hay dos grifos y por cada grifo sale 0.1 l/s, por tanto, suponemos tramos según el número de cantareras y por cantarera contabilizamos 0.2 l/s.

#### ➤ **CÁLCULO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.**

- **Criterio de velocidades [ $v$  (m/s)]:**

$V > 0,5$  m/s para que no haya sedimentación.

$V < 1,5$  m/s para limitar el golpe de ariete.

$V$  óptima  $\cong 1$  m/s

- **Criterio de número de horas de bombeo [ $t_i$  (horas)]:**

Como ya se ha mencionado, cuando no se trate de un sistema de abastecimiento continuo, serán los propios beneficiarios del proyecto quienes se encarguen del encendido y apagado de la bomba. En este caso, ISF recomienda que el tiempo de bombeo no supere las 12 horas.

- **Tipo de bombas**

Se presupuestan bombas sumergibles, ya que funcionan mejor, son menos ruidosas y sobretodo es más difícil de robar cualquiera de sus complementos en comparación con las bombas externas.

- **Cálculo de la altura manométrica (altura a impulsar el agua) [ $H_m$  (m.c.a)]:**

- Altura manométrica:  $H_m = H_c + \Delta H$

-  $H_c$  : altura geométrica que se obtiene de la diferencia de cota entre la captación y el depósito de distribución

-  $\Delta H$ : Pérdida de carga por fricción. Cálculo de las pérdidas según la teoría de Hazen-Williams.

$$\Delta H (m) = \left( \frac{10.674 \times Q_b^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \right) \times L \times \left( 1 + \% \frac{\text{pérdidas}}{100} \right)$$

L: longitud de la tubería de impulsión.(m)

$Q_b$ : Caudal de bombeo ( $m^3/s$ )



%pérdidas: porcentaje de las pérdidas lineales ocasionada por accesorios

- Cálculo de la potencia de la bomba. P(HP)

$$P = \frac{\rho \times Q_{bomba} \times H_{man}}{745.7 \times \mu \times t(s)}$$

- $\mu = 0.6$  (Rendimiento de las bombas comerciales)
- $\rho = 1000 \left(\frac{N}{m^3}\right)$  (Peso específico del agua)
- $Q_{bomba} \left(\frac{m^3}{s}\right)$
- $H_{man} (m)$
- Cálculo del consumo eléctrico mensual. CE(kw/mes)

$$CE = t(\text{horas}) \times 30 \times P \times 0.736$$

Para calcular la bomba óptima se comparan las cuotas mínimas futuras que supondría cada bomba y se decide por la bomba que da una cuota futura menor.

#### ➤ CÁLULO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

Se siguen los mismos criterios que para el cálculo de la línea de impulsión y a mayores se limitan las presiones. La velocidad puede llegar a ser de 2m/s.

- Criterio de presiones

La presión máxima admisible en la conexión con la red de distribución es de 60 mca, y de ser superada se colocará una tanquilla rompedoras. La presión mínima será de 5 mca.

#### ➤ CÁLULO DE TUBERÍAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

- Criterio de Diámetros mínimos.

Se recomienda que el diámetro mínimo de las tuberías de sea 0.75". Para diámetros menores 0,5" hay problemas de obturación. Se recomienda utilizar solamente el diámetro 0,5" en acometidas y tramos finales de la distribución.

- Criterios de presión.

La presión mínima requerida en cualquier punto de la red es de 5 m.c.a. Se admiten presiones más bajas en las acometidas, siempre que sean mayores de 1.5 m.c.a.

La presión máxima aceptable en cualquier punto de la distribución principal es 60 m.c.a. Si se sobrepasa este valor se debe colocar una tanquilla rompe presión.

- Criterios de velocidad mínima

La velocidad mínima se impone por criterios de no-deposición de sólidos en el interior de las tuberías y por criterios de salubridad.

Se recomienda como mínimo aconsejable para todas las tuberías un valor de 0,5 m/s. Dado el bajo consumo y que el diámetro mínimo de las tuberías de distribución principal es de 1/2", se pueden aceptar velocidades de 0.10 m/s siempre que se diseñen mecanismos especiales de filtrado y desarenado del agua.

Estos valores mínimos deben ser alcanzados al menos una vez al día, de forma que se produzca el arrastre de las partículas que se hayan podido ir depositando.

- Criterio de cálculo de pérdidas en tuberías de aducción y distribución

Para el cálculo de perdidas se utiliza la teoría de Hazen-Williams.

$$\Delta H (m) = \left( \frac{10.674 \times Q_b^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \right) \times L \times \left( 1 + \% \frac{\text{pérdidas}}{100} \right)$$

L: longitud de la tubería de impulsión.(m)

Qb: Caudal de bombeo (m3/s)

%pérdidas: porcentaje de las pérdidas lineales ocasionada por accesorios

Se optó por esta formulación debido a su fácil aplicabilidad a pesar de ser más inexacta que el cálculo de pérdidas según la teoría de Darcy-Weisbach.



### ➤ CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE LOS DEPÓSITOS.

$$V(m^3) = CMD(m^3/día)$$

A nivel de estudio de alternativas se ha considerado suficiente este cálculo, aunque en proyecto según la gestión del sistema, el cálculo del volumen del depósito se debe optimizar ajustándose a la curva de demanda de la población y las horas de bombeo.

SANAA ha determinado que la capacidad del tanque representará de un 30% a un 40% del consumo medio diario en los sistemas por gravedad. En los sistemas de bombeo la capacidad estará determinada por el tiempo de bombeo y por el período de bombeo; es decir, a mayor tiempo de bombeo, menor capacidad de tanque y viceversa, pero también existirán diferencias para un mismo tiempo de bombeo en función del horario o período que se seleccionan. En estos sistemas la capacidad será de un 20% a un 50% del Qmedio.

## 5. ESTIMACIÓN DE LAS CUOTAS A PAGAR POR LOS BENEFICIARIOS.

La cuota se calculará en Lempiras<sup>1</sup>.

Todo sistema genera unos gastos de operación y mantenimiento que se deben cubrir mediante el pago de cuotas repercutidas a cada familia beneficiaria. Para estos proyectos se recomienda establecer una tarifa fija mensual y que nunca ha de superar al 3% de los ingresos mensuales de una familia.

En las comunidades rurales objetivo de estudio no existe tendido eléctrico por lo que no hay un precio establecido por kWh. No obstante, ESF estima un precio de 4 lempiras/kWh para el cálculo de las cuotas.

La amortización de la bomba se realiza a 10 años, que la vida útil que se estima para ella. Para su mantenimiento se estipula una partida que podrá reducirse en caso de que la potencia de la bomba no sea muy elevada, ya que el mantenimiento necesario suele ser menor.

Sin embargo, la amortización de los materiales del sistema, que se utilizará para su mantenimiento, se calcula a 20 años, que es el horizonte de diseño de este proyecto. La población asumirá un 20% de la amortización de la ejecución material de las tuberías.

El costo del fontanero dependerá del tipo de sistema, del tamaño de la comunidad y del tipo de núcleo de la comunidad (dispersa o concentrada), y rondará entre 2000 y 4000 lempiras mensuales.

Existen también gastos que pueden ser optativos dependiendo de la capacidad de pago de la comunidad, como son: el mantenimiento preventivo de la bomba y los análisis de agua.

<sup>1</sup> Equivalencia entre lempiras y euros: 1€ equivale a L. 23,91



Autor: Laura López Rodríguez

En el siguiente cuadro se muestran los cálculos necesarios para estimar las cuotas a pagar por los usuarios del sistema.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	Precio de la bomba/ (5*12)
Gasto del consumo de energía de la bomba	Potencia(CV)*Horas de funcionamiento*30días* 4(Imp/h)
Mantenimiento preventivo bomba mensual	2000/12
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	0.2*Presupuesto de la ejecución material / (20*12)
Análisis de agua	450/12
Cloro	(14/25) * Caudal*30
Gastos administrativos	150
Reparaciones menores y herramientas	250
Costo fontanero ( mensual)	2000-3000

Tabla 1. Cálculo de las cuotas a pagar por las familias.

El costo total se dividirá entre el número total de familias beneficiarias actuales para así obtener la tarifa mensual por familia.





## ➤ ANEXO 6: POBLACIÓN, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN.....</b>	<b>2</b>
2.1 SITUACIÓN ACTUAL.	
<b>3. ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUA.....</b>	<b>2</b>
3.1 DOTACIONES.	
2.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.	
3.2 DEMANDA DE AGUA	
<b>4. DISPONIBILIDAD DE AGUA.....</b>	<b>3</b>
3.3 CONSUMO Y COEFICIENTES DE CONSUMO.	



## 1. INTRODUCCIÓN.

En el presente anexo se hará un estudio previo de la población de las distintas comunidades, así como de la demanda de las mismas a partir de la estimación de la población futura. Finalmente se analizará las posibles fuentes de captación para satisfacer dicha demanda.

## 2. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN.

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL.

En la siguiente tabla se muestra la distribución población actual, tomada durante el último trimestre de 2014 durante el levantamiento de los informes de diagnóstico comunitario.

COMUNIDAD	AZACUALPA		CARAO ABAJO		SANTA CATARINA		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	
SEXO							-
MENORES DE 5 AÑOS	173	119	10	12	50	47	411
ENTRE 5 Y 18 AÑOS	234	213	64	58	168	140	877
ENTRE 18 Y 60 AÑOS	319	437	38	35	145	150	1124
MAYORES DE 60 AÑOS	42	47	12	12	7	11	131
Nº DE FAMILIAS	571		100		114		785
Nº DE HABITANTES	1584		241		621		2446

Tabla 1. Distribución de la población actual

La media de número de miembros por familia es para las comunidades de Azacualpa y de Carao Abajo aproximadamente 3 mientras que en Santa Catarina es aproximadamente 6. Estas cifras serán tomadas para las acometidas.

### 2.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Para estimar la población futura (que será la población de diseño) se utilizará el método aritmético :

$$Pop. futura (hab) = Población actual \times \left(1 + \frac{tasa \times horizonte}{100}\right)$$

El periodo de diseño será de 22 años para el sistema de abastecimiento y de 10 años para equipos de bombeo. En cuanto al índice de crecimiento se tomara una tasa del 3%.

De este modo, obtenemos la población futura para cada comunidad:

COMUNIDAD	POBLACIÓN ATUAL	POBLACIÓN FUTURA
CARAO ABAJO	241	400
AZACUALPA	1584	2629
SANTA CATARINA	621	1031
TOTAL	2446	3029

Tabla 2. Estimación de la población de diseño

## 3. ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUA.

### 3.1 DOTACIONES.

En sistemas domiciliarios, la dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd. Teniendo en cuenta la relación 1 gal=3,79l, la dotación en litros persona al día (lpd) será de 95 lpd.

Cuando no sea posible un sistema de abastecimiento domiciliar se construirá un sistema por cantareras, en cuyo caso la dotación será menor, pasando a ser 40 lpd.

Al tratarse de núcleos pequeños, no es necesario establecer una diferencia entre consumo doméstico, público o industrial. Para centros, tales como escuelas o hospitales la dotación será como la media de una familia.

### 3.2 DEMANDA DE AGUA

El cálculo de la de demanda de agua para la población y los centros de la comunidad, se obtiene del siguiente modo:

$$Demanda de agua \left(\frac{l}{día}\right) = Dotación(lpd) * (Población de diseño + N^{\circ} centros * 6)$$



En la siguiente tabla se muestra la estimación de la demanda en cada una de las comunidades.

COMUNIDAD	POBLACIÓN ATUAL	POBLACIÓN FUTURA	Nº DE CENTROS	DOTACIÓN (LPD)	DEMANDA (L/S)
CARAO ABAJO	241	400	1	95	0.446
AZACUALPA	1584	2629	3	95	2.911
SANTA CATARINA	621	1031	1	95	1.140

Tabla 3. Demanda de agua.

### 3.3 CONSUMO Y COEFICIENTES DE CONSUMO.

En el SANNA se recogen 3 tipos de consumo:

- Consumo Medio Diario: Demanda promedio requerida para satisfacer las necesidades. Es decir, es igual a la estimación de la demanda.
- Consumo Máximo Diario: Valor de la demanda máxima diaria durante el año.
- Consumo Máximo Horario: Valor del consumo máximo horario en el día de máxima demanda del año.

En el diseño se utilizarán los siguientes coeficientes de variación:

- Consumo Medio Diario: 1 K
- Consumo Máximo Diario: 1.5 K (se utilizará este valor en el diseño de la línea de conducción y planta de tratamiento y el "Q" mínimo de la fuente no será inferior a él en los casos en que exista almacenamiento).
- Consumo Máximo Horario: 2.25 K (se utilizará en el diseño de la línea y red de distribución y cuando no exista almacenamiento).

Aplicando esto a lo recogido en la tabla 3, obtenemos los siguientes consumos:

COMUNIDAD	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA	Nº DE CENTROS	DOTACIÓN (LPD)	CMD (L/S)	CMAX D (L/S)	CMH (L/S)
CARAO ABAJO	241	400	1	95	0.446	0.670	1.005
AZACUALPA	1584	2629	3	95	2.911	4.366	6.550
SANTA CATARINA	621	1031	1	95	1.140	1.710	2.565

Tabla 4. Consumos de agua.

## 4. DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Para dar respuesta a la demanda de agua es necesario efectuar un análisis de los recursos de agua disponibles. En la actualidad, un gran porcentaje de los habitantes de estas tres comunidades consumen agua recogida de diferentes pozos artesanales, muchas veces con un caudal insuficiente o incluso que se llegan a secar durante el verano. Por otro lado, el porcentaje restante (cincuenta familias de la comunidad de Azacualpa), consumen agua de un sistema de abastecimiento el cual se encuentra en mal estado.

A pesar de que el SANAA indica que es necesario estudiar las posibles fuentes de abastecimiento atendiendo a la capacidad de las mismas y a sus características físico-químicas y bacteriológicas entre otras, la realidad impide que se lleven a cabo.

El motivo principal es la falta de fondos por parte las comunidades para efectuar dichos estudios. Atendiendo a la baja demanda y teniendo en cuenta la experiencia de ESF en proyectos similares en otras comunidades de contextos similares, la forma de proceder para la captación de agua será perforar un nuevo pozo en las proximidades de pozos artesanales ya existentes, ya que se da por sentado que donde ya existe un pozo, es posible perforar uno nuevo capaz de satisfacer la demanda de agua. De no ser así se procedería a perforar en otro lado siguiendo los mismos pasos. Los pozos de este municipio tienen un rendimiento máximo de 4 a 13 l/s, según indican los estudios realizados por el SANAA en los pozos que se han perforado para usos en sistemas de abastecimiento.



Autor: Laura López Rodríguez

Por otro lado, se descartan como posibles fuentes tanto ríos como manantiales debido a que tienden a secar en verano y sus aforos máximos son insuficientes. También se descarta la perforación de pozos ya existentes, pozos artesanales en los que los habitantes extraen el agua mediante cubos.

En la siguiente imagen se muestran los pozos artesanales de las tres comunidades.

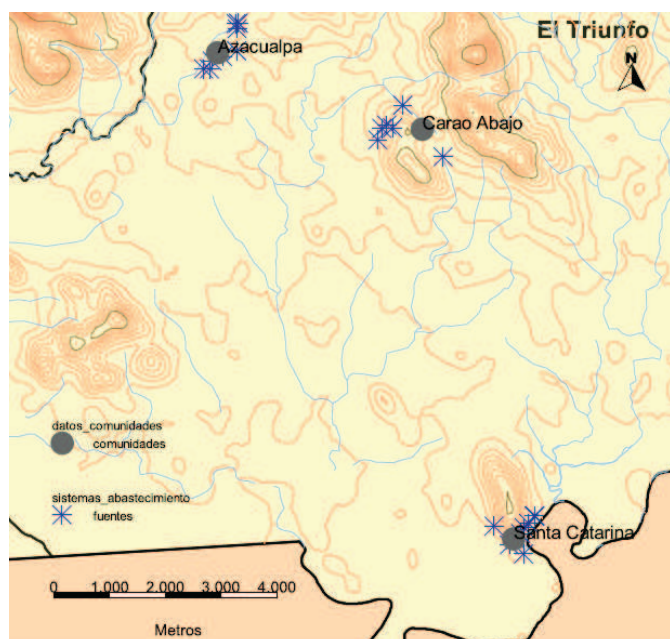


Imagen 1. Pozos artesanos

Con el fin de alcanzar una alta probabilidad de éxito a la hora de perforar el pozo, se situará la nueva fuente próxima a aquellos pozos que en el Informe de diagnóstico comunitario presenten comentarios favorables sobre el aforo y que no se sequen durante el verano. Entre estos pozos, siempre se seleccionará el que se encuentre a una mayor altura porque se supone que tiene agua de mejor calidad (menor contaminación).



## ANEXO 7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. SITUACIÓN ACTUAL.	
1.2. DEMANDA DE AGUA.	
1.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA.	
1.4 SISTEMA DE POTABILIZACIÓN.	
<b>2. DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS. ....</b>	<b>5</b>
2.1 INTRODUCCIÓN	
2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.	
<b>3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS. ....</b>	<b>7</b>
3.1. SANTA CATARINA.	
3.2 AZACUALPA.	
3.3 CARAO ABAJO	
<b>4. ANÁLISIS MULTICRITERIO.....</b>	<b>24</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN.	
4.2 VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS.	
4.3 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS.	
4.4. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	
4.5 SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	

### APENDICE 1: PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS



## 1. INTRODUCCIÓN.

Del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico ( PGIHR) en el municipio de El Triunfo surgen diversas opciones de intervención para dar respuesta a las necesidades que presenta cada comunidad. La definición de éstas se realiza en base a un estudio previo de los recursos hídricos disponibles y de la situación demográfica y social de la zona de actuación.

En cuanto a los criterios técnicos, las alternativas serán diseñadas siguiendo las *Normas Para Acueductos Rurales del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)*. (Ver Anexo 5: *Criterios de diseño*)

Así mismo, los criterios de selección de la alternativa más adecuada, responderán además de a la viabilidad técnica, económica y ambiental, a aspectos como el nivel de organización interna del colectivo beneficiario y a su sentimiento de necesidad del proyecto , ya que se consideran puntos clave para garantizar la autosostenibilidad del mismo.

### 1.1. SITUACIÓN ACTUAL.

Las comunidades objetivo de estudio son Carao Abajo, Azacualpa y Santa Catarina, todas ellas pertenecientes al municipio de El Triunfo.

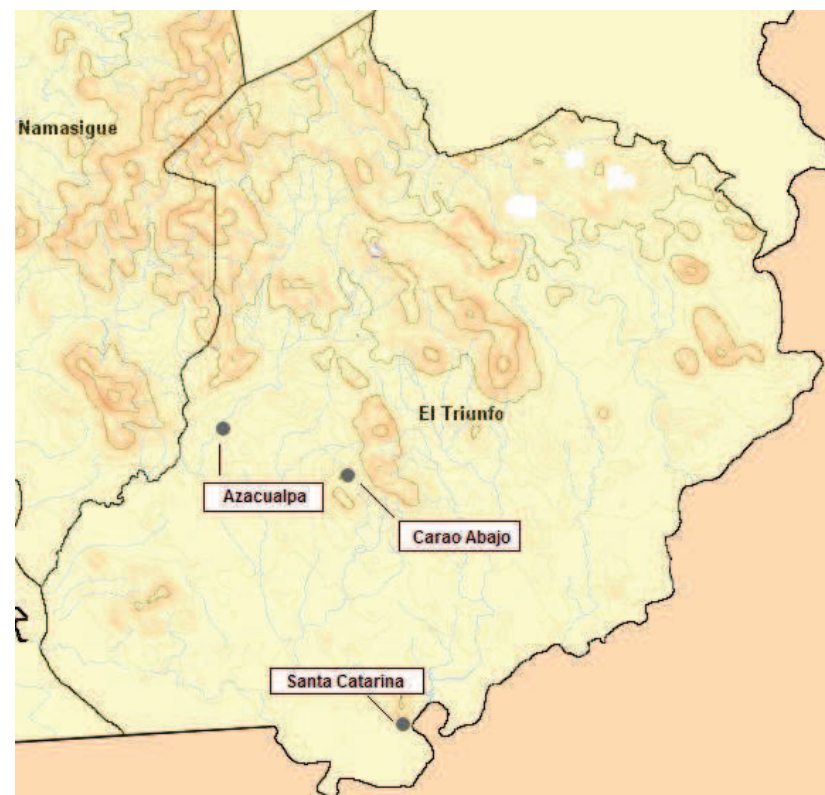


Imagen 1. Localización de las comunidades

La población total actual de las comunidades a abastecer es de 2.446 personas, que se encuentran en su mayor parte en Azacualpa. Dado que la vida útil del sistema de abastecimiento se estima en 22 años, la población de diseño será la prevista al final de ese período, estimando la tasa de crecimiento de la población en Honduras en un 3 % (ver Anexo



Autor: Laura López Rodríguez

5: Criterios de Diseño). En la siguiente tabla se muestra la población actual y la población de diseño.

Comunidad	Habitantes	Familias	Tipo de núcleo
Carao Abajo	241	100	Disperso
Azacualpa	1584	571	Concentrado
Santa Catarina	621	114	Concentrado
<b>TOTAL</b>	<b>2446</b>	<b>785</b>	

Tabla 1. Población.

En cuanto a la propiedad de los terrenos de las viviendas (aspecto que determinará en parte el tipo de sistema a implementar), se dispone de los datos expuestos a continuación:

Comunidad	Habitantes	Familias	Familias propietarias	Porcentaje de familias propietarias
Carao Abajo	241	100	51	51
Azacualpa	1584	571	567	99.30
Santa Catarina	621	114	114	100
<b>TOTAL</b>	<b>2446</b>	<b>785</b>	<b>732</b>	<b>93.25</b>

Tabla 2. Familias propietarias de los lotes.

Tanto la comunidad de Carao Abajo como la comunidad de Santa Catarina carecen de un sistema básico de abastecimiento. Por otro lado, la comunidad de Azacualpa, dispone de un sistema de abastecimiento que sirve a 95 familias (que representa un 16,7% de la población de la comunidad) y que presenta problemas de obstrucción y que se pretende sustituir por uno nuevo que de servicio a todo el núcleo.

Dada la importancia de la cohesión y otros aspectos sociales en proyectos como éste, la gestión comunitaria adquiere una gran importancia. Es por ello que dentro del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico se incluye también la realización un diagnóstico en este ámbito, fruto de los datos obtenidos en visitas a las comunidades y entrevistas con sus miembros.

Además, la contraparte NASMAR junto con ESF, sigue trabajando actualmente con todas estas comunidades a través de visitas, talleres, reuniones, etc. Se pretende así mejorar su organización comunitaria (imprescindible para el correcto funcionamiento del sistema) y

disponer de una valoración social actualizada en el momento de seleccionarla mejor alternativa de actuación.

La comunidad socialmente más estable es Santa Catarina dado que el núcleo de población es concentrado y el número de habitantes no es muy elevado. En cambio, Carao Abajo debido a que el núcleo de población es disperso, y por otro lado Azacualpa con un elevado número de habitantes, se encuentran menos fortalecidos en aspectos organizativos.

## 1.2. DEMANDA DE AGUA.

Teniendo en cuenta los datos de población actual y futura se estima la demanda de agua para el periodo de diseño:

Comunidad	Población actual	Población Futura	Nº de centros	Dotación (lpd)	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
Carao Abajo	241	400	1	95	0.446	0.670	1.005
Azacualpa	1584	2629	3	95	2.911	4.366	6.550
Santa Catarina	621	1031	1	95	1.140	1.710	2.565

Tabla 3. Consumos

## 1.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Las posibles fuentes de abastecimiento son nuevos pozos a perforar y se supondrán con un aforo máximo de 5 l/s.

Los pozos tienen un rendimiento máximo de 4 a 13 l/s, según indican los estudios realizados por el SANAA en los pozos que se han perforado para usos en sistemas de abastecimiento en el departamento de Choluteca. Limitando el uso de los pozos artesanales cercanos en las épocas de sequía (por la posible existencia de conectividad hidráulica), se podría garantizar la demanda de cada comunidad. Para el estudio de las alternativas se considerará que el caudal máximo que podrá aportar un pozo será de 7 l/s.



#### **1.4 SISTEMA DE POTABILIZACIÓN.**

El sistema de potabilización será el hipoclorador 1x1, tal y como indica la normativa (SANAA).

El hipoclorador 1x1 consiste en la construcción de una caseta ubicada encima del tanque de distribución. La desinfección del agua se realiza agregando cloro granulado en el agua almacenada en el hipoclorador que luego entrará al tanque por goteo.





## 2. DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizado un diagnóstico de la situación actual de las comunidades y los recursos disponibles para cubrir sus necesidades, se procede a la definición de distintas alternativas.

En un primer análisis de demanda y disponibilidad de agua se comprobará si los recursos existentes son suficientes para cubrir la demanda de la población durante toda la vida útil del proyecto. Como ya se ha mencionado en los criterios de diseño, se construirán, siempre que sea posible, sistemas domiciliarios (dotación de 95 lpd), ya que en todas las comunidades, un porcentaje mucho mayor del 30% de las familias son propietarias del lote donde viven.

Como ya se ha mencionado en los criterios de diseño, la fuente del sistema será un pozo a perforar, que por defecto, se supondrá capaz de cubrir la demanda de la comunidad.

Otro aspecto que puede resultar limitante a la hora de diseñar alternativas de actuación es el de los terrenos privados afectados por el sistema. Los propietarios de las tierras por donde discurre impulsión y distribución deben de autorizar el paso de las instalaciones. Los terrenos de la fuente y los depósitos necesarios deberán ser propiedad de la comunidad, punto importante a tener en cuenta a la hora de calcular los gastos de adquisición, si fuesen necesarios, para el cálculo de la inversión inicial.

### 2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

Es de vital importancia para la comprensión de las distintas propuestas, saber de qué datos a nivel de terreno se dispone de cada comunidad.

Las comunidades de Azacualpa y Carao Abajo, en el momento de redacción de este anteproyecto, carecen de un levantamiento topográfico, y, consiguientemente, no se podrá hacer una red de distribución exacta. Por lo tanto en estas comunidades se estudiará la captación, la línea de impulsión y la línea de distribución principal. Después de que se realice

el trabajo de campo necesario, las alternativas resultantes de este estudio podrán ser mejoradas en trabajos posteriores.

Por otro lado, de la comunidad de Santa Catarina si se hará un levantamiento topográfico y por lo tanto se podrá proyectar la red de distribución. No obstante, para el estudio previo no se contemplará a nivel de cálculos y de presupuesto básico la proyección de la red, dado que en ambos aspectos no se considera un elemento diferenciador entre las distintas alternativas.

Es por ello que, a pesar de trabajar con tres comunidades, solamente ampliaremos el estudio en la comunidad de Santa Catarina ya que hay datos suficientes para hacer un sistema de abastecimiento completo.

Como se puede observar en la *Imagen1*, la distancia entre las comunidades hace que para cada una de ellas se planteen sistemas de abastecimiento individuales. Se plantearán varios estudios para cada una de ellas y mediante un análisis multicriterio se valorará la mejor opción para cada comunidad.

Por lo mencionado anteriormente, dividiremos el estudio previo en función de las comunidades.

#### ➤ SANTA CATARINA.

La fuente será la misma para los tres estudios: un pozo comunitario que presenta buenas condiciones según el informe de diagnóstico comunitario.

- Alternativa 1. El depósito de distribución se situará en la colina más próxima de la comunidad. La línea de distribución se trazará hacia la zona noreste de la comunidad.
- Alternativa 2. Se conservará la línea de impulsión anterior pero la línea de distribución conectará con el punto más alto del núcleo de población.
- Alternativa 3. Al tratarse una comunidad rural con una alta población, se plantea un sistema con un depósito elevado, y con una línea de distribución principal que conectará de nuevo, con el punto más alto del núcleo rural.



➤ **AZACUALPA**

El pozo del sistema se situará al lado del único pozo de la comunidad que no presenta problemas de caudal.

- **Alternativas 1.** Se sitúa el depósito de distribución en la colina más próxima. La línea de distribución principal conectará con el punto más elevado del núcleo de población.
- **Alternativa 2.** Por las condiciones de población se propone un sistema con un depósito elevado que se situará en una zona elevada de la comunidad, situando la conexión con la red de distribución en el mismo lugar que en la alternativa anterior.

➤ **CARAO ABAJO**

El pozo para el sistema se situará al lado de un pozo artesanal. El propietario está dispuesto a donar el terreno por el bien de la comunidad, y el pozo no presenta problemas de caudal.

- **Alternativa 1.** Se situará el depósito en la zona central de la comunidad (dado que se trata de un núcleo de población disperso).
- **Alternativa 2.** Se propone lo mismo que en el estudio anterior pero con un depósito elevado para evitar no salir de los rangos admisibles de presiones.
- **Alternativa 3.** Se dividirá la comunidad en zona este y oeste y se harán dos sistemas independientes. No obstante, la cuota mensual y el presupuesto serán evaluados conjuntamente para toda la comunidad para evitar discordancias entre los propietarios.

### 3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

#### 3.1. SANTA CATARINA.

Antes de analizar las distintas alternativas se muestra a continuación un cuadro resumen de población y consumo, utilizados para los cálculos hidráulicos.

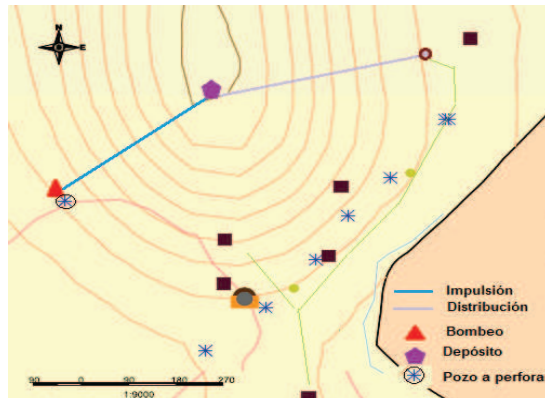
Población actual	Población Futura	Nº de centros	Dotación (lpd)	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
621	1031	1	95	1.140	1.710	2.565

Tabla 4. Población y consumo.

##### ➤ ALTERNATIVA 1.

Esta alternativa pretende abastecer a toda la comunidad de Santa Catarina mediante una red de distribución lineal, con una única línea principal la cual seguirá la misma trayectoria que la calle principal de la aldea.

En la siguiente imagen se muestra un croquis de la alternativa propuesta:



##### • Captación.

La fuente escogida se ha situado próxima a un pozo comunitario, a una cota de 30m, en un terreno alejado del núcleo de población de manera que el impacto ambiental sea menor. El pozo a perforar, por defecto, se considera capaz de cubrir la demanda.

##### • Línea de impulsión

La línea de impulsión, de HG, tendrá una longitud de 390m y tendrá que salvar una diferencia de cota de 70m mediante bombeo, además, como ya se ha mencionado en el Anexo 5: *Criterios de diseño*, la velocidad debe ser mayor que 0,5 m/s y menor que 1,5 m/s. Para ello se le darán distintos valores tanto al tiempo de bombeo como al diámetro de la tubería. En la Tabla 5 se reflejan los valores obtenidos de los cálculos hidráulicos de la línea de impulsión.

Altura geo. (m)	Q medio (l/día)	Horas de bombeo	Caudal de bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro tubería en pulgadas	Velocidad de impulsión (m/s)	Longitud de la tubería (m)	Altura manométrica (m)	Potencia de la bomba (HP)
70	98496	8	0.00342	2	1.6873601	390	44.9	7.1
70	98496	8	0.00342	3	0.7499378	390	6.2	4.7
70	98496	8	0.00342	4	0.42184	390	1.5	4.4
70	98496	10	0.002736	2	1.3498881	390	29.7	4.9
70	98496	10	0.002736	3	0.5999503	390	4.1	3.7

Tabla 5. Cálculos hidráulicos de la impulsión.

De las 5 opciones barajadas, solo 3 de ellas cumplen la condición de velocidad. De las tres opciones, se selecciona como óptima la opción 2, dado que en caso de necesitar más horas de bombeo en los días de consumo máximo, se seguiría cumpliendo la condición de velocidades anteriormente mencionada.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
390	3	8	3.42	5

Tabla 6. Resumen línea de impulsión



- Depósito de distribución.

Como ya se ha mencionado en los criterios de diseño, para el estudio previo se considerará que el volumen del depósito será igual al consumo medio diario. Por tanto, tendremos un depósito de 100m<sup>3</sup> y situado a una altura de 100m. El nivel máximo de agua será de 4m y el mínimo de 1m.

- Línea de distribución principal.

La línea de distribución principal será de PVC e irá desde el depósito de distribución hasta una conexión que se situará cercana al pueblo y que conectará con la red de distribución. Esta conexión se encuentra a una cota de 30m , y la longitud de la línea será de 385m.

De nuevo, si nos remitimos a los criterios de diseño, la presión con la que se ha de llegar a la red de distribución ha de ser como mínimo de 10 m.c.a y como máximo de 60 m.c.a. Además para el diseño se ha de considerar como demanda base el consumo máximo horario, que en este caso es de 2.565 (l/s). El límite de velocidades en este caso será de 2 m/s.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, utilizaremos el programa EPANET para modelizar la línea y obtener el diámetro óptimo de la tubería que permita que se cumplan dichos requisitos.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión máxima en la conexión final (m)	Presión mínima en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
385	2	2.565	53.06	57.6	1.27

Tabla 7. Resumen línea de distribución.

Dado que la presión puede llegar a ser mayor de 60 m.c.a , se propone la construcción de una tanquilla rompepresión.

- Cuota mensual.

Para la estimación de la cuota mensual que tendrá que pagar cada familia se tendrán en cuenta variables como el consumo eléctrico, la amortización de la bomba, gastos de reparaciones y pagos administrativos y a técnicos. El coste total se dividirá entre el número de familias actual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	861.67
Gasto del consumo de energía de la bomba	4800.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	784.46
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
TOTAL	8883.62
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	77.93

Tabla 8. Cuota mensual

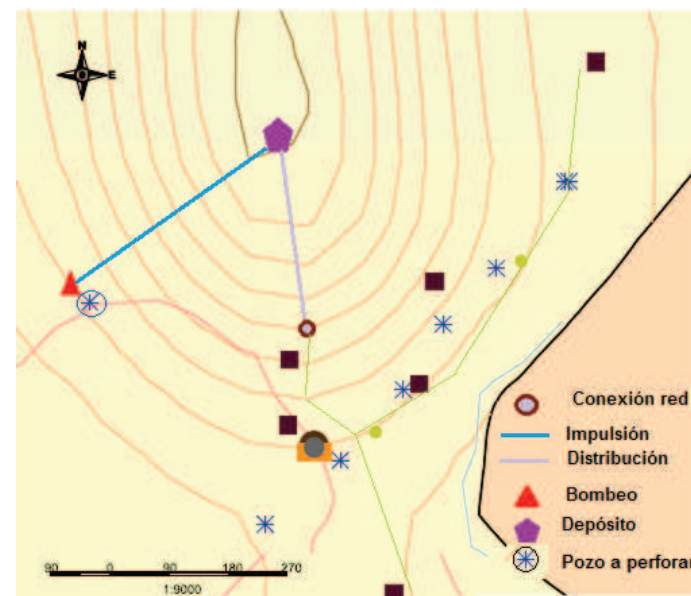


• Presupuesto básico.

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad (Imp)	Subtotal (Lempiras)
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Pie perfor.	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 5CV	1	Unidad	51700	51700
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería (3" HG)	65	6 m	1604	104260
	Accesorios de la tubería	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.385	km	9019	3472.315
<b>TOTAL U-1</b>					<b>420714.3</b>
Depósito y línea de distribución	Depósito de Distribución	100	m3	2277	227700
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 2" PVC	65	6 m	221	14365
	Accesorios	1	Unidad	33616	33616
	Tanque rompecargas	1	Unidad	12645	12645
	Contador	114	Unidad	880	100320
	Acometidas	114	Vivienda	1650	188100
	Bodega comunitaria	1	Almacen	1500	1500
	Herramientas	1	Comunidad	25292	25292
<b>TOTAL U- 3</b>					<b>611038</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Terreno depósitos.	1	Unidad	600	600
	L. topogr.	0.775	km	1200	930
	Legalización terrenos	2	Escrituras	100	200
<b>TOTAL U- 5</b>					<b>3730</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 1.035.482</b>

➤ **ALTERNATIVA 2**

Se conservará la trayectoria de línea de impulsión de la alternativa anterior. El depósito de distribución se colocará también en el mismo lugar y tendrá la misma capacidad. Lo que variará será la línea de distribución, la cual conectará el depósito de distribución con el punto más alto del núcleo de población de la comunidad. Con esto se busca garantizar la distribución por gravedad en toda la red.



• Línea de impulsión.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
390	3	8	3.42	5

Tabla 9. Resumen línea de impulsión.



Autor: Laura López Rodríguez

• Línea de distribución principal.

La línea de distribución principal será de PVC e irá desde el depósito de distribución hasta el punto más alto del núcleo de población, y allí conectará con la red de distribución. Está conexión se encuentra a una cota de 60m , y la longitud de la línea será de 273m.

Considerando como demanda base el consumo máximo horario (2.565 l/s) de los cálculos hidráulicos obtenemos:

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión máxima en la conexión final (m)	Presión mínima en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
273	2	2.565	34.12	31.12	1.27

Tabla 10. Resumen línea de distribución.

Utilizando una tubería de 2", se cumplen los requisitos de diseño sin la necesidad de una bomba o una tanquilla rompe presión.

• Cuota mensual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	861.67
Gasto del consumo de energía de la bomba	4800.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	779.34
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
TOTAL	9045.17
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	79.34

Tabla 11. Cuota mensual por familia

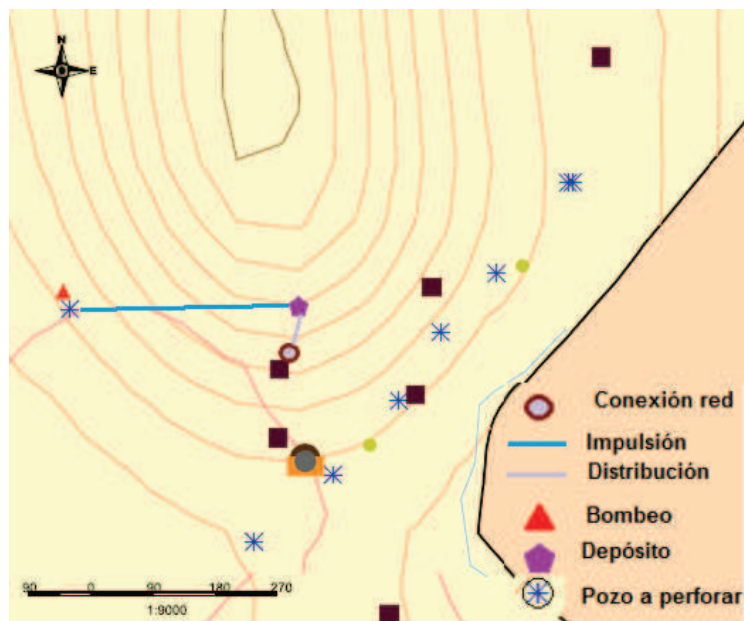
➤ Presupuesto básico

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Pie perfor.	700	105000
	Estación de bomeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 7.5 CV	1	Unidad	51700	51700
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería (3" HG)	65	6 m	1604	104260
	Accesorios de la tubería debombeo	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.385	km	9019	3472.315
<b>TOTAL U-1</b>					<b>420714.3</b>
Depósito y línea de distribución	Depósito	100	m3	2277	227700
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 3" PVC	46	Unidad	444	20424
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	114	Unidad	880	100320
	Distribución domiciliar (acometidas)	114	Vivienda	1650	188100
	Bodega comunitaria	1	Almacen	1500	1500
Herramientas	1	Comunidad	25292	25292	
<b>TOTAL U-2</b>					<b>604452</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al manatial o pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Terreno depósitos.	1	Unidad	600	600
	L. topogr.	0.633	km	1200	759.6
	Legalización de los terrenos	2	Nº escrituras	100	200
<b>TOTAL U-3</b>					<b>3559.6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 1.028.726</b>

➤ **ALTERNATIVA 3.**

Como último estudio para esta comunidad, se propone un sistema domiciliar con un depósito de distribución elevado.

En la siguiente imagen se muestra un croquis de la alternativa propuesta:



- Captación.

El pozo a perforar tendrá el mismo emplazamiento que en las dos alternativas previas: una cota de 32 m y que por defecto, se considera capaz de cubrir la demanda.

- Línea de impulsión

La línea de impulsión, de HG, tendrá una longitud de 330m y tendrá que salvar una diferencia de cota de 40 m y elevarlo al depósito que será de 5 m.

Diferencia de cota (m)	Q medio (l/día)	Horas de bombeo	Caudal de bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro tubería en pulgadas	Velocidad de impulsión (m/s)	Longitud de la tubería (m)	Potencia de la bomba CV
43	98496	12	0.00228	2	1.12	330	2.52
43	98496	8	0.00342	3	0.74	330	2.98
43	98496	7	0.0039	3	0.86	330	3.52
43	98496	10	0.002736	3	0.6	330	2.3

Tabla 12. Cálculos hidráulicos de la impulsión.

De las opciones barajadas, se selecciona una línea de impulsión con una tubería de 3" , y una bomba de 3 CV y 8 horas de bombeo.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
330	3	8	3.42	3

Tabla 13. Resumen línea de impulsión

- Depósito de distribución.

El volumen del depósito será igual al consumo medio diario. La altura del depósito será de 5 m y se situará en una cota de 70m. Tendremos un depósito de 100m<sup>3</sup> con un nivel máximo y mínimo de 3 m y 1 m respectivamente.

- Línea de distribución principal.

La línea de distribución principal será de PVC e irá desde el depósito de distribución hasta una conexión que se situará cercana al pueblo y que conectará con la red de distribución. Esta conexión se encuentra a una cota de 55m , y la longitud de la línea será de 75 m.

Obtenemos los siguientes resultados del programa EPANET que responden a los criterios de diseño establecidos.



Autor: Laura López Rodríguez

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión máxima en la conexión (m)	Presión mínima en la conexión (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
75	2	2.565	20,18	18,18	1,27

Tabla 14. Resumen línea de distribución.

• Cuota mensual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	495
Gasto del consumo de energía de la bomba	2880
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.6666667
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	765.1401515
Análisis de agua	37.5
Gastos administrativos	150
Reparaciones menores y herramientas	250
Costo fontanero ( mensual)	2000
TOTAL	6744.31
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	59.16

Tabla 15. Cuota mensual por familia.

• Presupuesto básico.

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Pie perfor.	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 3CV	3	Unidad	29700	89100
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería de bombeo (3" HG)	55	6m	748	41140
	Accesorios de la tubería	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.33	km	9019	2976.27
<b>TOTAL U-1</b>					<b>394498.27</b>
Depósito y línea de distribución.	Depósito de Distribución	100	m3	2530	253000
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 2" PVC	13	6m	221	2873
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	114	Unidad	880	100320
	Distribución domiciliar	114	Vivienda	1650	188100
	Bodega comunitaria	1	Almacen	1500	1500
	Herramientas	1	Comunidad	25292	25292
	Cerco al manatíal o pozo.	1	Unidad	2000	2000
<b>TOTAL U-2</b>					<b>614201</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Terreno depositos.	1	Unidad	600	600
	L. topogr.	0.405	km	1200	486
	Legalización de los terrenos	2	Nº escrituras	100	200
<b>TOTAL U-3</b>					<b>1286</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 1.009.985,3</b>





### 3.2 AZACUALPA.

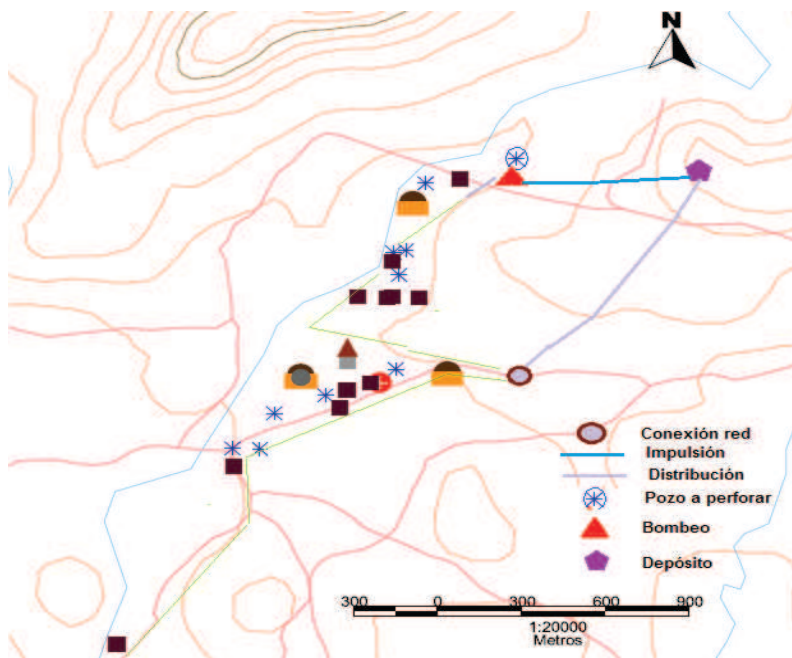
En la siguiente tabla se resume la población y demanda de la comunidad de Azacualpa

Población aCtual	Población Futura	Nº de centros	Dotación (lpd)	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
1584	2629	3	95	2.911	4.366	6.550

Tabla 16 Población y consumo

#### ➤ ALTERNATIVA 1

Para un primer estudio, se situará el depósito de bombeo en una zona elevada, y que mediante la línea de distribución conectará con en el punto de cota más elevada de la aldea, desde donde se proyectará la red de distribución.



- Captación

El pozo a perforar se situará en las proximidades a los pozos de la zona norte de la comunidad, dado que estos son los que presentan menores problemas de aforo y de pérdida de caudal. Además, la zona norte de la comunidad está dotada de red eléctrica lo que posibilita la conexión de la bomba a la misma.

Se sitúa en una cota de 50m.

- Impulsión.

La línea de impulsión , de HG, tendrá una longitud de 682m y tendrá que salvar una diferencia de cota de 40m mediante bombeo, ademásde cumplir con los criterios de diseño ya mencionados. Procediendo de la forma habitual, obtenemos :

Altura geo. (m)	Q m (l/s)	Tiempo de bombeo (h)	Caudal de bombeo (m3/s)	Diámetro tubería (")	Velocidad de impulsión (m/s)	Longitud tubería (m)	Altura manometrica	Potencia de la bomba
40	2.911	10	0.0069864	4	0.86173778	682	50.1	6.3
40	2.911	10	0.0069864	6	0.38299457	682	41.4	5.2
40	2.911	8	0.008733	4	1.07717223	682	55.2	8.7
40	2.911	12	0.005822	3	1.27664857	682	69.2	7.3
40	2.911	12	0.005822	4	0.71811482	682	47.2	5.0
40	2.911	24	0.002911	3	0.63832428	682	48.1	2.5

Tabla 17. Cálculos hidráulicos de la impulsión.

Se selecciona un diámetro de 4" y una bomba de 7.5 CV que con un tiempo de bombeo de 10 horas sería suficiente para cubrir la demanda media diaria.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
682	4	10	7	7.5

Tabla 18. Resumen línea de impulsión.



Autor: Laura López Rodríguez

• Depósito de distribución.

El volumen necesario es de 252m<sup>3</sup>. Es recomendable que los depósitos de ferrocemento no tengan un volumen superior de 150m<sup>3</sup>, por lo que se colocarán dos depósitos, uno de 150 y otro de 110 m<sup>3</sup>.

• Línea de distribución.

Con una longitud de 1065m, une el depósito de distribución con el punto más alto de la comunidad, a una cota de 64m.

Para cumplir con los criterios de diseño, se ha optado por utilizar una tubería de PVC de 3" de diámetro. Es necesario instalar una bomba con una potencia mínima de 1.5CV situada a 430m del depósito de distribución.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión min en la conexión (m)	Velocidad en la tubería (m/s)	Potencia (CV)
1065	3	6.55	13.81	1.44	1,5

Tabla 19. Resumen línea de distribución.

• Cuota mensual

El número de familias beneficiarias será de 571, resultando la cuota:

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	607.10
Gasto del consumo de energía de la bomba	9000.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	2306.10
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
<b>TOTAL</b>	<b>14517.36</b>
<b>CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)</b>	<b>25.42</b>

Tabla 20. Cuota mensual por familia.

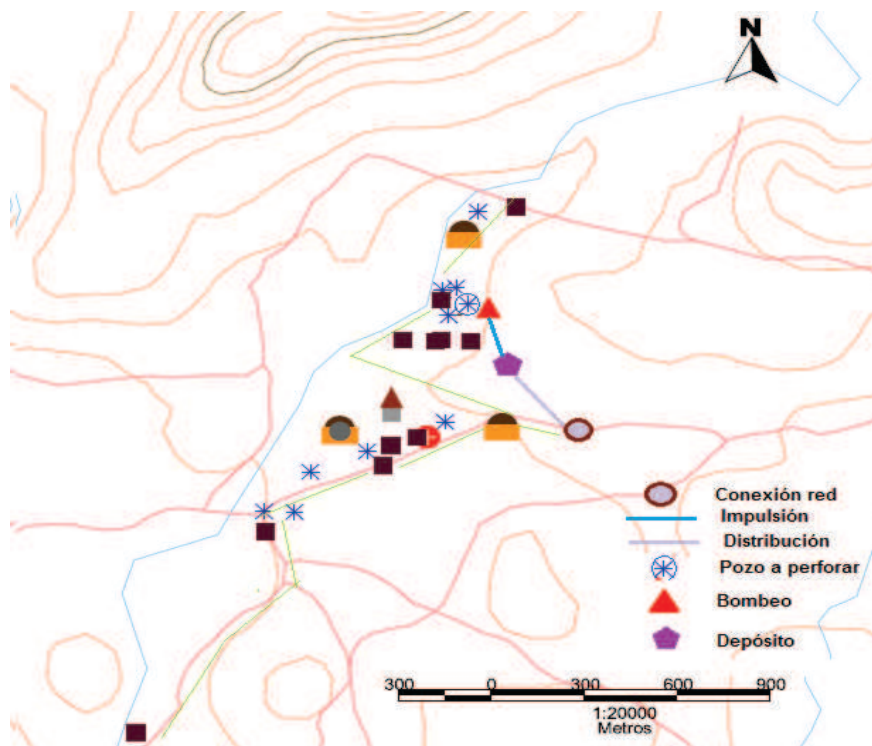
• Presupuesto básico

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Pie perfor.	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 7.5CV	1	Unidad	36426	36426
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería (4" HG)	114	6m	2114	240996
	Accesorios	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje cada 6m.	0.685	km	9019	6178.015
<b>TOTAL U-1</b>					<b>544882</b>
Depósitos y línea de distribución	Depósito FC (250)	250	m3	2277	569250
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 3" PVC	178	6 m	741	131898
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Bomba externa 1.5 CV	1	Bomba	3850	3850
	Contador	571	Unidad	880	502480
	Distribución domiciliar (acometidas)	571	Vivienda	1650	942150
	Bodega comunitaria	1	Almacen	1500	1500
Herramientas	1	Comunidad	25292	25292	
<b>TOTAL U-2</b>					<b>2217536</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Lev.topo	1.747	km	1200	2096.4
	Terreno depositos.	1	Unidad	600	600
Legalización terrenos	2	Nº escrituras	100	200	
<b>TOTAL U-3</b>					<b>4896.4</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 2.767.314</b>

## ➤ ALTERNATIVA 2

Visto que la zona de actuación se encuentra en una llanura, y que la colina más próxima dista del núcleo de población aproximadamente 1km, se propondrá un sistema de abastecimiento con un depósito de distribución elevado.

Las comunidades pequeñas suelen estar en zonas montañosas al contrario que las más pobladas, que suelen estar en llanuras y por ello, esta es una solución común en las comunidades rurales hondureñas con una población elevada, como es Azacualpa.



- Captación

En esta ocasión se ha decidido perforar el pozo junto a tres pozos privados que no presentan problemas de pérdida de caudal y que en el diagnóstico comunitario son propuestos como posibles alternativas.

- Impulsión.

La tubería de impulsión será de HG de 127 m y mediante bombeo tendrá que salvar una cota de 19m, y que añadiendo la altura del depósito elevado será una altura geométrica total de 24m.

Altura geo. (m)	Q m (l/s)	Tiempo de bombeo (h)	Caudal de bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro tubería (")	Velocidad de impulsión (m/s)	Longitud tubería (m)	Altura manométrica	Potencia de la bomba (HZ)
24	2.911	8	0.008733	2	4.309	127	107.0	6.7
24	2.911	8	0.008733	3	1.915	127	35.5	2.2
24	2.911	8	0.008733	4	1.077	127	26.8	1.7
24	2.911	10	0.006986	4	0.862	127	25.9	1.3
24	2.911	12	0.005822	2	2.872	127	63.2	2.6
24	2.911	12	0.005822	3	1.277	127	29.4	1.2
24	2.911	12	0.005822	4	0.718	127	25.3	1.1

Tabla 21. Cálculos hidráulicos de la línea de impulsión.

Entre las combinaciones posibles se selecciona la tubería de impulsión de 4" y una bomba de 2CV que permitirá con 8 horas de bombeo cubrir la demanda base, y un buen funcionamiento cuando los días de mayor consumo se aumenten las horas de bombeo para abastecer a la comunidad.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
127	4	8	8.733	2

Tabla 22. Resumen línea de impulsión.



Autor: Laura López Rodríguez

• Depósito de distribución.

Tendrá un volumen de 250m<sup>3</sup> y será elevado 15m del terreno. El nivel mínimo de agua será de un metro y el máximo de 3, por tratarse de un depósito de capacidad pequeña y elevado.

• Línea de distribución

El punto final de la línea se situará en el mismo lugar que en el de la alternativa anterior, ya que se encuentra en las proximidades de las viviendas con mayor cota de la comunidad.

Estará formada por tuberías de PVC, de 3" de diámetro, valores que permiten que se cumplan las condiciones de velocidades y presiones.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión máxima en la conexión (m)	Presión mínima en la conexión (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
182	3	6.55	16.14	14.14	1.44

Tabla 23. Resumen línea de distribución.

• Cuota mensual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	348.33
Gasto del consumo de energía de la bomba	1920.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	1703.04
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
TOTAL	6575.54
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	11.52

Tabla 24. Cuota mensual por familia.

• Presupuesto básico.

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Pie perfor.	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 2CV	1	Unidad	20900	20900
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería (4" HG)	22	6 m	2114	46508
	Accesorios de la tubería de bombeo	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.127	km	9019	1145.413
<b>TOTAL U-1</b>					<b>329835.4</b>
depósitos y línea de distribución.	Depósito FC (250)	150	m3	2530	379500
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 3" PVC	31	6 m	741	22971
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	571	Unidad	880	502480
	Distribución domiciliar (acometidas)	571	Vivienda	1650	942150
	Bodega comunitaria	1	Almacen	1500	1500
	Herramientas	1	Comunidad	25292	25292
<b>TOTAL U-2</b>					<b>1915009</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al manatíal o pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Lev.topo	0.309	km	1200	370.8
	Terreno depositos.	1	Unidad	600	600
	Legalización de los terrenos	2	Nº escrituras	100	200
<b>TOTAL U-3</b>					<b>3170.8</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 2.248.015</b>

### 3.3 CARAO ABAJO

Carao Abajo se localiza en el interior del municipio de El Triunfo, en una zona montañosa. Esta característica sumada a que el núcleo de población es disperso y a la falta de datos, dificulta el estudio de un posible sistema de abastecimiento.

Mediante la herramienta de Google Maps, y a partir de los pocos datos disponibles de esta comunidad, se ha hecho un croquis para tener una idea de la distribución en planta de las viviendas, necesario para el diseño del sistema de abastecimiento.

Población aCtual	Población Futura	Nº de centros	Dotación (lpd) CMD	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
241	400	1	95	0.446	0.670	1.005

Tabla 25. Población y consumo.



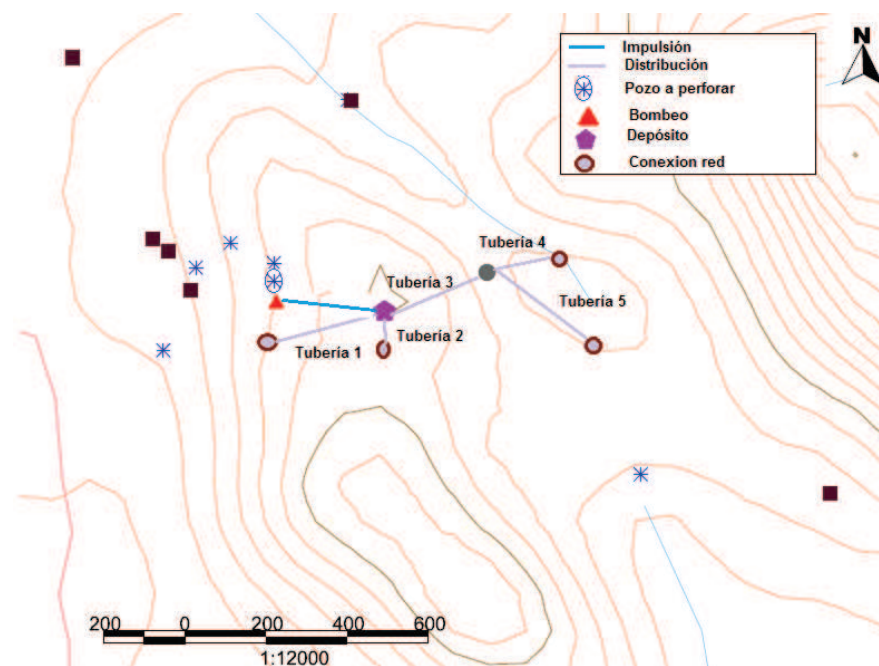
Ilustración 1. Estimación de la distribución de las viviendas

#### ➤ ALTERNATIVA 1

Se definirá un sistema formado por una línea de impulsión, un depósito de distribución y tres líneas de distribución quedando la demanda dividida de la siguiente manera:

TUBERÍA	VIVIENDAS	DEMANDA MÁXIMA HORARIA (l/s)
1	54	0.5427
2	10	0.1005
3	4	0.201
	5	0.1608
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>1.005</b>

Tabla 26. Demanda por tramos.





- Captación

El pozo a perforar se situará en las proximidades a un pozo artesanal. El propietario de dicho pozo está dispuesto a donar el terreno a la comunidad.

- Impulsión.

La línea de impulsión, de HG, tendrá una longitud de 293m y tendrá que salvar una diferencia de cota de 20m . Los valores de los parámetros de diseño son los siguientes:

Diferencia de cota (m)	Q medio (l/s)	Tiempo de bombeo (h)	Caudal de bombeo (m3/s)	Diámetro tubería "	Velocidad de impulsión (m/s)	Longitud de la tubería (m)	Altura manométrica (m)	Potencia de la bomba (HP)
20	0.446	4	0.002676	2	1.320	293	41.41	2.01
20	0.446	8	0.001338	2	0.660	293	25.93	0.63
20	0.446	10	0.001070	2	0.528	293	23.92	0.47
20	0.446	8	0.001338	1.5	1.174	293	44.08	1.07
20	0.446	10	0.001070	1.5	0.939	293	35.93	0.70
20	0.446	6	0.001784	1.5	1.565	293	61.03	1.98
20	0.446	6	0.001784	2	0.880	293	30.10	0.98

Tabla 27. Cálculos hidráulicos línea de impulsión.

Seleccionamos como mejor opción un diámetro de tubería de 2" y una bomba de 1 CV , que funcionará durante 6 horas diarias para cubrir la demanda media diaria.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
293	2	6	1.784	1

Tabla 28. Resumen línea de impulsión.

- Depósito de distribución.

Tendrá un volumen de 39m3 y se situará en una colina a una cota de 100m. El nivel mínimo de agua será de 1,5 m y el máximo de 4m.

El nivel mínimo, que comúnmente se establece en 1 m, en este caso ha de ser de 1,5 m para cumplir la limitación de presión mínima en la conexión con la red.

- Distribución.

Al tratarse de una comunidad con la población dispersa, la distribución de agua se hará mediante tres líneas. Para ello se ha considerado las viviendas que se conectarán a cada una de ellas para diseñarlas en función de la demanda correspondiente.

De nuevo, simulando en EPANET obtenemos:

Línea	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión mín. en la conexión final (m)	Presión máx. en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
1	287	1	0.5427	10.08	12.58	1.07
2	114	1	0.1005	10.2	12.7	0.2
3	261	1	-	-	-	0.71
4	159	1	0.201	12.14	15.14	0.4
5	206	1	0.1608	12.36	12.36	0.32

Tabla 29. Resumen línea de distribución.

Las tuberías de las 3 líneas serán de de PVC de 1" para que se cumplan los valores de los parámetros de diseño.

- Cuota mensual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	229.17
Gasto del consumo de energía de la bomba	720.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	693.63
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
<b>TOTAL</b>	<b>4246.97</b>
<b>CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)</b>	<b>42.47</b>

Tabla 30. Cuota mensual por familia.



• Presupuesto básico

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Unidad	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 1 CV	1	Unidad	13750	13750
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería de bombeo (2" HG)	49	6m	2114	103586
	Accesorios	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.293	km	9019	2642.567
<b>TOTAL U-1</b>					<b>381260.6</b>
Depósito y línea de distribución	Depósito dist. FC (50)	50	m3	2277	113850
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 1" PVC	172	6m	73	12556
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	100	Unidad	880	88000
	Distribución domiciliar (acometidas)	100	Vivienda	1650	165000
	Bodega comunitaria	1	Almacén	1500	1500
Herramientas	1	Comunidad	25292	25292	
<b>TOTAL U-2</b>					<b>447314</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Lev. Topo.	1.32	km	1200	1584
	Terreno depositos.	0	Unidad	600	0
Legalización de los terrenos	2	Nº escrituras	100	200	
<b>TOTAL U-3</b>					<b>3784</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 832.358,6</b>

➤ **ALTERNATIVA 2**

Este estudio nace de la problemática de presiones en las conexiones de las tuberías 1 y 2 de la alternativa anterior. Como solución se ha propuesto limitar el nivel mínimo del agua a 1,5 m. No obstante, cumplir este requisito es complicado, y en el caso pésimo de nivel nulo, las presiones serían de 8,52 m en la tubería de distribución 1, y de 8,7 m en la 2, ambas menores al mínimo establecido en los criterios de diseño (10m).

Para evitar la implantación de bombas en las líneas principales de distribución, se propone como posible solución la construcción de un depósito elevado, con el consiguiente aumento de las presiones al final de las líneas.

Se conservará la planta del sistema de abastecimiento de la alternativa 1.

• Línea de impulsión.

Diferencia de cota (m)	Q medio (l/s)	Tiempo de bombeo (h)	Caudal de bombeo (m3/s)	Diámetro tubería "	Velocidad de impulsión (m/s)	Altura manométrica (m)	Potencia de la bomba (HP)
30	0.446	4	0.002676	2	1.32	51.4	2.5
30	0.446	8	0.001338	2	0.66	35.9	0.9
30	0.446	10	0.0010704	2	0.53	33.9	0.7
30	0.446	8	0.001338	1.5	1.17	54.1	1.3
30	0.446	10	0.0010704	1.5	0.94	45.9	0.9
30	0.446	6	0.001784	1.5	1.56	71.0	2.3
30	0.446	6	0.001784	2	0.88	40.1	1.3

Tabla 31. Cálculos hidráulicos impulsión.

Seleccionamos una tubería de 2", y una bomba de 1,5 CV que trabajará 6h diarias para cubrir la demanda base.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
293	2	6	1.784	1,5

Tabla 32. Resumen impulsión.



- Depósito de distribución.

El depósito tendrá una elevación de 10 m, y estará situado a una cota de 100m. El volumen será de 39 m<sup>3</sup> y, al tratarse de un depósito elevado, limitaremos el nivel máximo de agua a 3m.

- Línea de distribución

Línea	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión mín. en la conexión final (m)	Presión máx. en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
1	287	1	0.5427	19.58	21.58	1.07
2	114	1	0.1005	19.7	21.7	0.2
3	261	1	-	-	-	0.71
4	159	1	0.201	22.14	24.14	0.4
5	206	1	0.1608	22.36	24.36	0.32

Tabla 33. Resumen línea de distribución.

Como se puede observar en los cuadros de resultados, al aumentar la diferencia de cota entre la fuente y el depósito de distribución, cumpliremos la limitación de presión mínima en las conexiones con las respectivas redes.

- Cuota mensual.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	284.17
Gasto del consumo de energía de la bomba	1080.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	706.92
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
TOTAL	4675.26
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	46.75

Tabla 34. Cuota mensual por familia.

- Presupuesto básico

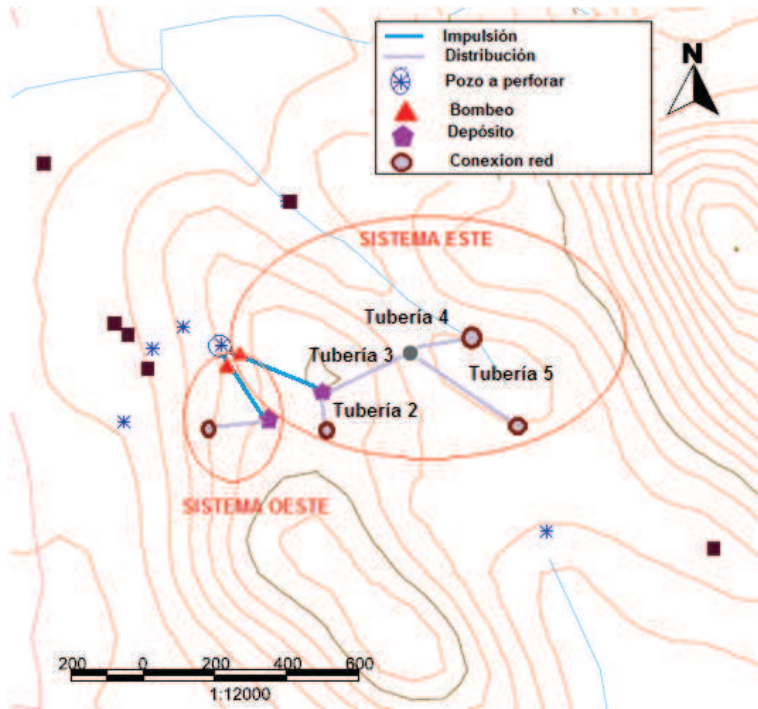
Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Unidad	700	105000
	Estación de bombeo	1	Unidad	21641	21641
	Bomba de 1,5 CV	1	Unidad	17050	17050
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería de bombeo (2" HG)	49	6m	2114	103586
	Accesorios de la tubería de bombeo	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.293	km	9019	2642.567
<b>TOTAL U-1</b>					<b>384560.6</b>
Distribución (UNIDAD 3)	Depósito dist. FC (50)	50	m3	2530	126500
	Hipoclorador 1x1	1	Unidad	7500	7500
	Tubería de 1" PVC	172	6m	73	12556
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	100	Unidad	880	88000
	Distribución domiciliar (acometidas)	100	Vivienda	1650	165000
	Bodega comunitaria	1	Almacén	1500	1500
Herramientas	1	Comunidad	25292	25292	
<b>TOTAL U- 2</b>					<b>459964</b>
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Lev. Topo	1.32	km	1200	1584
	Terreno depositos.	0	Unidad	600	0
	Legalización de los terrenos	2	Nº escrituras	100	200
<b>TOTAL U-3</b>					<b>3784</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L. 848.308,6</b>





➤ **ALTERNATIVA 3**

Dada la dispersión de la población de Carao Abajo se estudiará por último un sistema con dos depósitos. Por el relevo de la zona, se propone un depósito para la zona oeste (46 viviendas) y otro para la zona este (54 viviendas).



- Captación.

Se mantiene la fuente de las alternativas anteriores.

- SISTEMA ESTE.

- Línea de impulsión.

Se conservará la trayectoria de la línea de impulsión de los estudios anteriores.

Al dividir el sistema, tendremos que volver a calcular los consumos medio y máximo diarios, y el consumo máximo horario:

Comunidad	Población actual	Dotación (lpd)	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Maximo Horario (l/s)
Carao Abajo	111	95	0.209	0.314	0.471

Tabla 35. Demanda sistema este.

Las posibles líneas de impulsión, en función del diámetro y el tiempo de bombeo son:

Diferencia de cota	Q medio (l/s)	Horas de bombeo	Caudal de bombeo (m3/s)	Diámetro tubería "	Velocidad de impulsión (m/s)	Altura manométrica	Potencia de la bomba
30	0.209	8	0.000627	1	1.24	72.63	0.83
30	0.209	10	0.0005016	1	0.99	58.20	0.53
30	0.209	6	0.000836	1.5	0.74	40.08	0.61
30	0.209	8	0.000627	1.5	0.55	35.92	0.41
30	0.209	4	0.001254	2	0.62	35.26	0.80
30	0.209	2	0.002508	2	1.24	48.99	2.24

Tabla 36. Cálculos hidráulicos impulsión.

Se seleccionará para la línea de distribución 1, tuberías de 1.5" y 6 horas de bombeo para cubrir el consumo medio diario. Para ello se necesitará una bomba de 0.75 CV.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
293	1.5	6	0.836	0.75

Tabla 37. Resumen línea de impulsión.



- Depósito de distribución.

El depósito se situará en el mismo lugar que el de las dos alternativas anteriores, y tendrá una capacidad de 20m<sup>3</sup>. El nivel mínimo será de 1,5 m (para evitar problemas de presiones en la tubería 2) y el máximo será de 4m.

- Línea de distribución.

Se conservará la trayectoria de las líneas de distribución de los estudios anteriores.

La demanda máxima horaria de cada tubería será:

IMPULSIÓN 1		VIVIENDAS	DEMANDA MÁXIMA HORARIA (l/s)
Tubería 2		10	0.1005
Tubería 3	Tubería 4	20	0.201
	Tubería 5	16	0.1608
TOTAL		46	0.4623

Tabla 38. Demanda por tramos este.

Introduciendo las variables en el programa EPANET obtenemos:

Línea	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión mín. en la conexión final (m)	Presión máx. en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
2	114	1	0.1005	10.2	12.7	0.2
3	261	1	-	-	-	0.71
4	159	1	0.201	12.64	15.14	0.4
5	206	1	0.1608	12.86	15.36	0.32

Tabla 39. Resumen línea de distribución.

- SISTEMA OESTE.

La población y los consumos correspondientes para este tramo serán:

Comunidad	Población actual	Dotación (lpd)	Consumo Medio Diario (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Maximo Horario (l/s)
Carao Abajo	130	95	0.244	0.366	0.549

Tabla 40. Demanda sistema oeste.

- Línea de impulsión.

Tendrá una longitud de 205m y tendrá que salvar una diferencia de cota de 20m (10 metros de diferencia de cota topográfica y 10m de altura del depósito).

Diferencia de cota	Q medio (l/s)	Horas de bombeo	Caudal de bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro tubería "	Velocidad de impulsión (m/s)	Altura manométrica	Potencia de la bomba
20	0.244	4	0.001464	1.5	1.28	48.45	1.29
20	0.244	6	0.000976	1.5	0.86	33.43	0.6

Tabla 41. Cálculos hidráulicos.

Se selecciona como opción óptima para cubrir el consumo medio diaria, una tubería de HG de 1.5" y una bomba de 1.5CV que funcionará durante 4 horas diarias.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	Tiempo de bombeo (h)	Q de bombeo (l/s)	Potencia de la bomba (HP)
205	1.5	4	1.464	1,5

Tabla 42. Resumen línea de impulsión.

- Depósito de distribución.

Por tratarse de un depósito elevado de 10m, el nivel máximo de agua será de 3m. por otro lado, para que la presión mínima en la conexión con la red de distribución se encuentre dentro del rango aceptable, tendremos que limitar de nuevo la altura mínima a 1,5m. El volumen del depósito es de 22m<sup>3</sup>.



Autor: Laura López Rodríguez

• Línea de distribución.

Longitud (m)	Diámetro de la tubería (")	CMaxH (l/s)	Presión máxima en la conexión final (m)	Presión mínima en la conexión final (m)	Velocidad en la tubería (m/s)
185	2	0.549	12.11	10.11	0.3

Tabla 43. Resumen línea de distribución.

• Cuota mensual (común a los dos sistemas).

La cuota mensual se hace de forma conjunta para una mejor organización de la comunidad.

GASTO	CÁLCULO (Imp/mes)
Amortización bomba a 5 años	498.67
Gasto del consumo de energía de la bomba	1260.00
Mantenimiento preventivo bomba mensual	166.67
% Amortización de la ejecución material de las tuberías	657.72
Análisis de agua	37.50
Gastos administrativos	150.00
Reparaciones menores y herramientas	250.00
Costo fontanero ( mensual)	2000.00
TOTAL	5020.55
CUOTA MENSUAL POR FAMILIA (Imp/mes)	50.21

Tabla 44. Cuota mensual por familia.

• Presupuesto básico (común a los dos sistemas).

Unidades de obra	Concepto	Unidades	Medida	Coste unidad	Subtotal
Captación e impulsión	Captación tipo (6")	150	Unidad	700	105000
	Estación de bombeo	2	Unidad	21641	43282
	Bomba de 0.75 CV (este)	1	Unidad	12870	12870
	Bomba de 1.5 CV (oeste)	1	Unidad	17050	17050
	Instalación eléctrica (monofásica)	1	Unidad	113300	113300
	Tubería (1.5" HG)	34	6m	748	25432
	Tubería (2" HG)	49	6m	950	46550
	Accesorios de la tubería debombeo	1	Unidad	21341	21341
	Anclaje de hormigón armado cada 6m.	0.378	km	9019	3409.182
	TOTAL U-1				
Depósito y distribución.	Depósito dist. FC (20)	20	m3	2277	45540
	Depósito elevado. FC (22)	1	m3	2530	2530
	Hipoclorador 1x1	2	Unidad	7500	15000
	Tubería de 1" PVC	172	6m	73	12556
	Tubería de 2" PVC	31	6m	221	6851
	Accesorios para la distribución	1	Unidad	33616	33616
	Contador	100	Unidad	880	88000
	Distribución domiciliar (acometidas)	100	Vivienda	1650	165000
	Bodega comunitaria	1	Almacén	1500	1500
	Herramientas	1	Comunidad	25292	25292
TOTAL U- 2					395885
Terrenos y trabajo previo a ejecución	Cerco al manatial o pozo.	1	Unidad	2000	2000
	Terreno fuente	0	Unidad	600	0
	Lev. Topo	1.368	km	1200	1641.6
	Terreno depositos.	2	Unidad	600	1200
Legalización de los terrenos	3	Nº escrituras	100	300	
TOTAL U- 3					5141.6
TOTAL					L. 789.260,78



## 4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Para seleccionar la alternativa más adecuada, se valorarán los siguientes criterios:

#### ➤ **CRITERIOS ECONÓMICOS**

- **Coste de inversión:** Se cuantifica el desembolso inicial que supone la ejecución del proyecto a partir del presupuesto básico. El 80% de este coste es asumido por parte de los financiadores. El 20% restante lo asume la comunidad y está incluido dentro del coste de explotación.
- **Coste de explotación:** Incluye los gastos que la comunidad deberá asumir para que el sistema funcione correctamente y se realicen las operaciones de mantenimiento necesarias. Se cuantifica a partir de la cuota mensual por familia. El peso de este criterio será elevado dado que una cuota excesiva podría conducir a que existan familias incapaces de asumirla.

#### ➤ **AMBIENTALES**

- **Impacto ambiental:** Se cuantificará el impacto ambiental y visual que genera cada una de las alternativas sobre el medio en el que se ejecutará. Los metros de tubería o el tipo de depósitos serán evaluados en este apartado.

#### ➤ **TECNICOS**

- **Nivel de servicio:** Se estudia el alcance de cada alternativa, tanto en número de personas beneficiarias del servicio como en la calidad del mismo. También se tendrá en cuenta la adaptabilidad del sistema a los criterios de diseño (límites de velocidades y de presiones).
  - o **Velocidad:** Se considera óptima que la velocidad en la tubería de impulsión sea próxima a 1m/s.
  - o **Presión:** La presión en la conexión con la red de distribución tiene que ser mayor que 10 mca y menor que 60mca. Se puntuarán mejor las alternativas que menos se aproximen a estos valores (presión entorno a los 30mca)
- **Viabilidad técnica:** Se valoran las posibles dificultades técnicas que presentaría cada alternativa de ser ejecutada. Se evalúa:

- o **Emplazamiento del sistema:** Cuánto mayor área ocupe el sistema, mayores dificultades para su construcción (transporte de materiales, accesibilidad de los trabajadores,...). Además, se valorará también el posible trazado de la red de distribución a partir de la ubicación de la conexión con la línea de impulsión ( si la conexión está a menor cota en una alternativa que en otra, mayor probabilidad de que en la red existan problemas de presiones).
- o **Depósitos elevados:** Su construcción es más compleja, y dado que la mayor parte de la mano de obra es no cualificada, se puntuarán peor las alternativas que necesiten este tipo de depósitos.

#### ➤ **SOCIALES**

- **Aceptación por parte de la comunidad.** Se valora cualitativamente la necesidad y la motivación de la comunidad ante el proyecto. Se tendrán en cuenta las horas de bombeo necesarias para cubrir la demanda media diaria además de la cuota mensual. A menor tiempo de bombeo y menor coste mensual, mayor aceptabilidad por parte de los beneficiarios.
- **Organización interna de la comunidad.** Se valorará cualitativamente su capacidad actual para conseguir una gestión comunitaria para un adecuado aprovechamiento del proyecto. Es un punto importante sobre todo en aquellas alternativas en las que se disponga de más de un sistema, ya que el establecimiento de las cuotas y la distribución de trabajo podría ser conflictivo. También se valora dentro de este apartado la dificultad técnica del proyecto ya que a mayor complejidad, menor organización de la comunidad para su construcción.



## 4.2 VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS.

A cada uno de los criterios descritos en el apartado anterior se le asignará un peso porcentual de modo que se le dé más importancia a los aspectos con mayor relevancia.

Cada criterio será valorado con 1,2 y 3 puntos, siendo 1 la menos deseada y 3 la opción óptima. Se podrá calificar con la misma puntuación aquellos aspectos que no varíen entre cada propuesta.

Finalmente se ponderará la puntuación de cada criterio en función de su peso y se sumarán para obtener la puntuación final de la alternativa que rondará entre 1 y 3 puntos.

CRITERIOS		PESO	PESO
ECONÓMICOS	COSTE DE INVERSIÓN	0,1	0,3
	COSTE DE EXPLOTACIÓN	0,2	
AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	0,1	0,1
TÉCNICOS	NIVEL DE SERVICIO	0,1	0,25
	VIABILIDAD TÉCNICA	0,15	
SOCIALES	ACEPTACIÓN POR PARTE DE LA COMUNIDAD	0,25	0,35
	ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA COMUNIDAD	0,1	

Tabla 45. Peso de los criterios de evaluación de las alternativas.

## 4.3 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS.

En este apartado se pretende justificar de forma cuantitativa y cualitativa las puntuaciones que se le darán a las alternativas. Para ello se realizan unas tablas donde se unifican los valores y los aspectos necesarios para su evaluación.

### 4.3.1. Santa Catarina

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste de inversión (Imp)	1.035.482	1.028.726	1.009.985
Cuota mensual por familia (Imp/mes)	77,93	79,34	59,16
Longitud de la línea de impulsión (m)	390	390	330
Longitud de la línea de distribución (m)	385	273	75
Velocidad en la línea de impulsión (m/s)	0,75	0,75	0,74
Velocidad en la línea de distribución (m/s)	1,27	1,27	1,27
Presión media en la conexión con la red (m.c.a)	55,6	33,62	19,18
Depósito elevado	No	No	Si
Horas de bombeo	8	8	8

### 4.3.2 Azacualpa.

	Alternativa 1	Alternativa 2
Coste de inversión (Imp)	2.767.314	2.248.015
Cuota mensual por familia (Imp/mes)	25,42	11,52
Longitud de la línea de impulsión (m)	682	127
Longitud de la línea de distribución (m)	1065	182
Velocidad en la línea de impulsión (m/s)	0,86	1,077
Velocidad en la línea de distribución (m/s)	1,44	1,44
Presión media en la conexión con la red (m.c.a)	15,31	15,14
Depósito elevado	No	Si
Horas de bombeo	10	8

### 4.3.3 Carao Abajo

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste de inversión (Imp)	832.358	848.308	789.260
Cuota mensual por familia (Imp/mes)	42,47	46,75	50,21
Longitud de la línea de impulsión (m)	293	293	498
Longitud de la línea de distribución (m)	1027	1027	1027
Velocidad en la línea de impulsión (m/s)	0,88	0,88	0,74
Velocidad en la línea de distribución (m/s)	0,2	0,2	0,2
Presión media en la conexión con la red (m.c.a)	10,08	19,36	10,2
Depósito elevado	No	Si	Si
Horas de bombeo	6	6	6



#### 4.4. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

##### 4.4.1. Santa Catarina

SANTA CATARINA					
CRITERIOS		PESO	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 1	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 2	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 3
ECONÓMICOS	COSTE DE INVERSIÓN	0.1	1	2	3
	COSTE DE EXPLOTACIÓN	0.2	2	1	3
AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	0.1	1	2	3
TÉCNICOS	NIVEL DE SERVICIO	0.1	2	3	1
	VIABILIDAD TÉCNICA	0.15	1	3	2
SOCIALES	ACEPTACIÓN COMUNIDAD	0.25	1	1	1
	ORGANIZACIÓN INTERNA	0.1	2	3	1
PUNTUACIÓN TOTAL PONDERADA			1.4	1.9	1.95

##### 4.4.2 Azacualpa

AZACUALPA				
CRITERIOS		PESO	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 1	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 2
ECONÓMICOS	COSTE DE INVERSIÓN	0.1	1	2
	COSTE DE EXPLOTACIÓN	0.2	1	2
AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	0.1	1	2
TÉCNICOS	NIVEL DE SERVICIO	0.1	1	2
	VIABILIDAD TÉCNICA	0.15	1	2
SOCIALES	ACEPTACIÓN COMUNIDAD	0.25	1	2
	ORGANIZACIÓN INTERNA	0.1	1	2
PUNTUACIÓN TOTAL PONDERADA			1	2



#### 4.4.3 Carao Abajo.

CARAO ABAJO					
CRITERIOS		PESO	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 1	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 2	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA 3
ECONÓMICOS	COSTE DE INVERSIÓN	0.1	2	1	3
	COSTE DE EXPLOTACIÓN	0.2	3	2	1
AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	0.1	3	2	1
TÉCNICOS	NIVEL DE SERVICIO	0.1	2	3	1
	VIABILIDAD TÉCNICA	0.15	3	2	1
SOCIALES	ACEPTACIÓN COMUNIDAD	0.25	3	2	1
	ORGANIZACIÓN INTERNA	0.1	3	2	1
PUNTUACIÓN TOTAL PONDERADA			2.8	2	1.2

#### 4.5 SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

A la vista de los resultados de los estudios de las alternativas de cada comunidad, se selecciona como más adecuada para cubrir las necesidades que dan lugar a este proyecto la **alternativa 3 para la comunidad de Santa Catarina**, la **alternativa 2 para la comunidad de Azacualpa** y la **alternativa 1 para la comunidad de Carao Abajo**.

Una vez consultada y consensuada esta decisión con las comunidades beneficiarias, se procede a la realización de la topografía del trazado diseñado. El trabajo consistirá en levantar los puntos que se han definido mediante el programa gvSIG FONSUAGA: trazado de tuberías, ubicación de tanques, punto de la conexión de la línea de distribución principal con la red de distribución y finalmente todos los puntos de las acometidas.

Al finalizar el levantamiento topográfico, ya se puede realizar el proyecto.



## APENDICE 1

# PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS

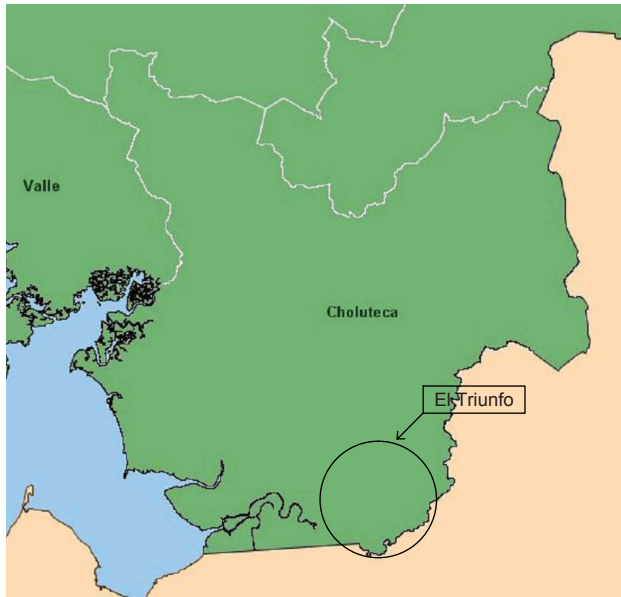
---



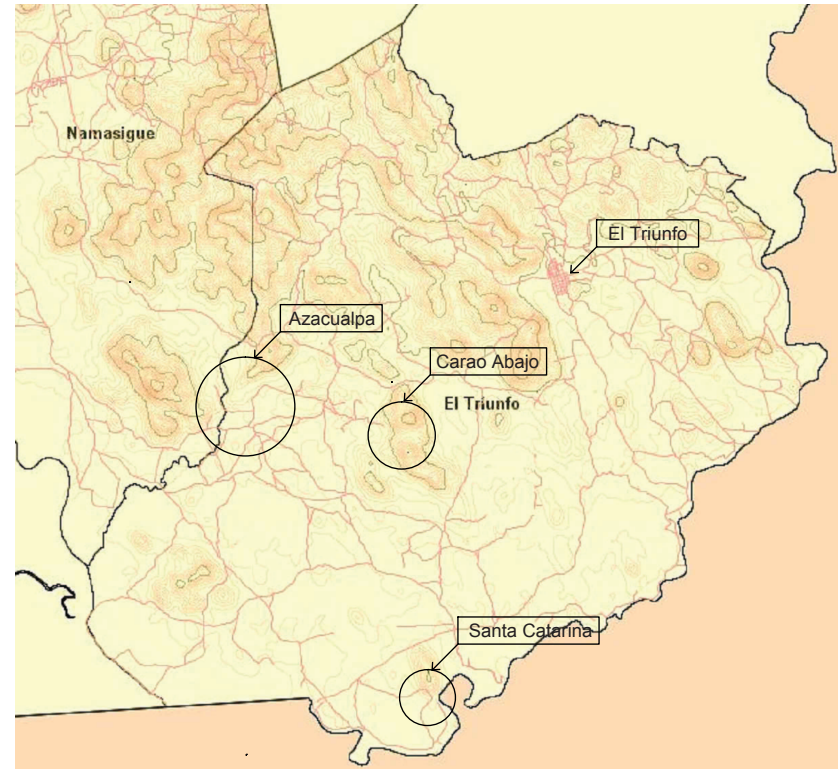
DEPARTAMENTOS DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS



DEPARTAMENTO DE CHOLUTECA

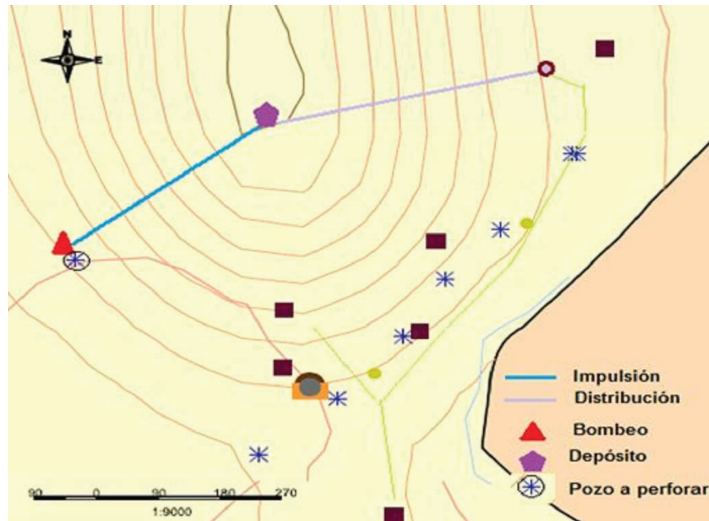


COMUNIDADES RURALES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA Y ACCESO DESDE LA ALDEA EL TRIUNFO

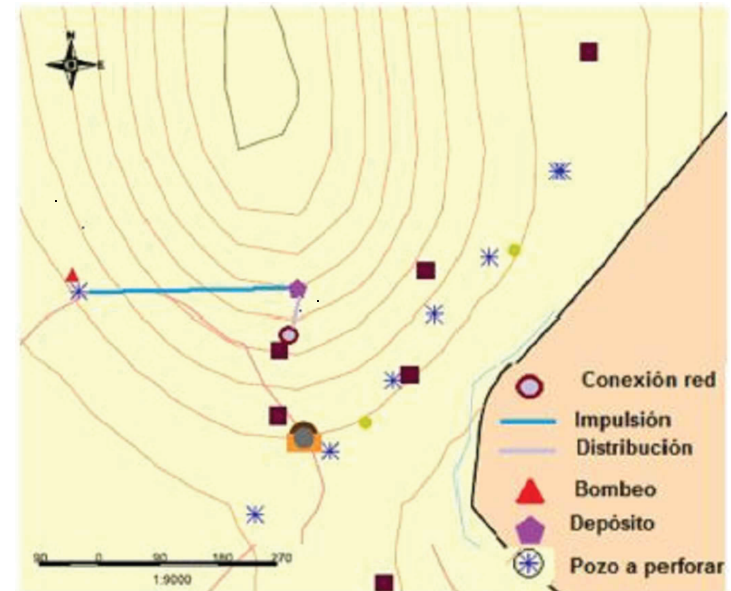


<p>Título del anteproyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS COMUNIDADES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA EN EL MUNICIPIO DE EL TRIUNFO, HONDURAS.</p>	<p>Designación del plano: Situación</p>	<p>Plano: 1</p>	<p>Autor: Laura López Rodríguez</p>	
<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.</p>  	<p>Escala: -</p>	<p>Hoja: 1 de 1</p>	<p>Fecha: 09/09/15</p>	<p>Firma:</p>

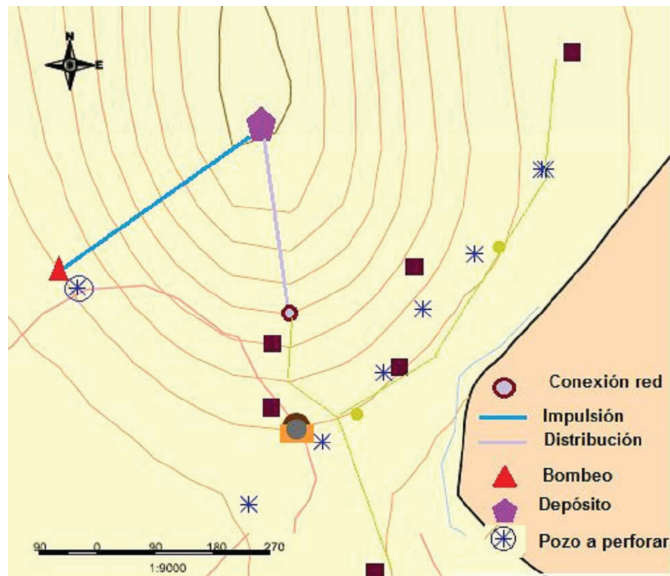
ALTERNATIVA 1 SANTA CATARINA



ALTERNATIVA 3 SANTA CATARINA



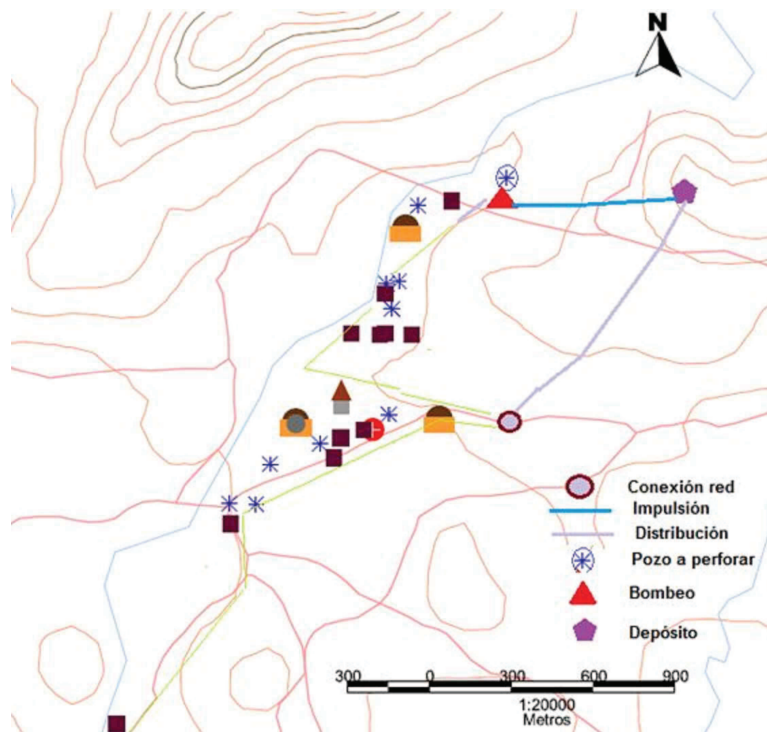
ALTERNATIVA 2 SANTA CATARINA



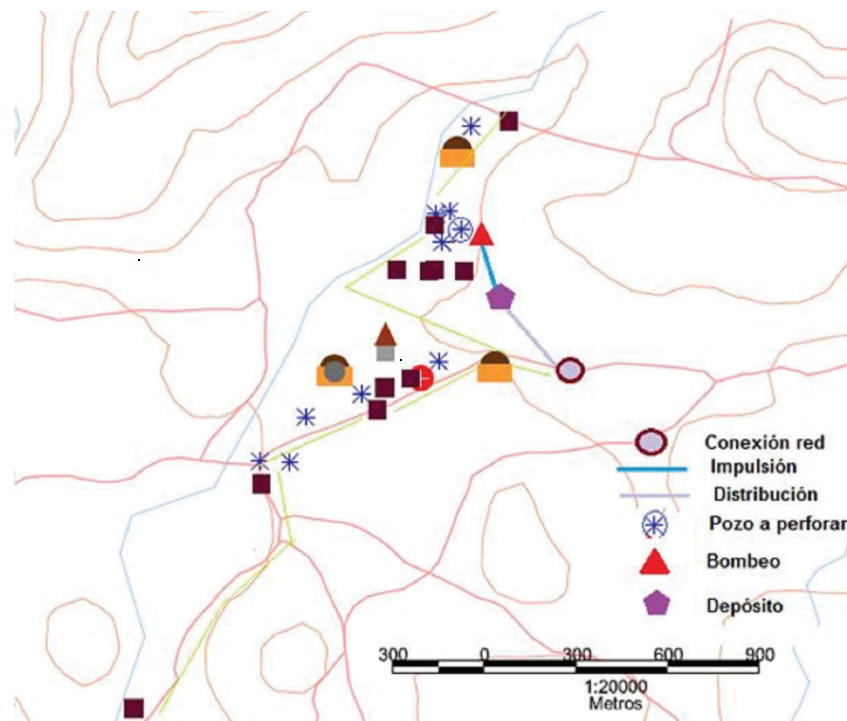
Título del anteproyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS COMUNIDADES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA EN EL MUNICIPIO DE EL TRIUNFO, HONDURAS.		Designación del plano: Alternativas Santa Catarina	Plano: 2	Autor: Laura López Rodríguez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.		Escala: -	Hoja: 1 de 3	Fecha: 09/09/15



ALTERNATIVA 1 AZACUALPA

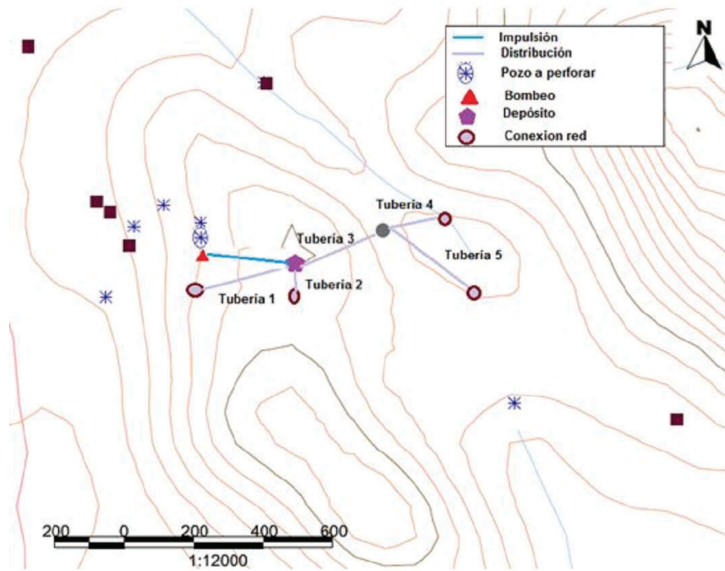


ALTERNATIVA 2 AZACUALPA

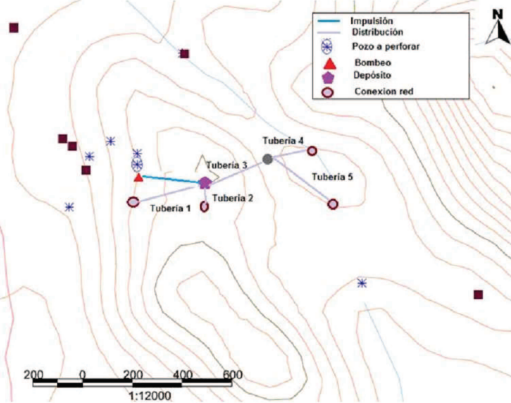


<p>Título del anteproyecto:                  ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS COMUNIDADES DE                  AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA EN EL                  MUNICIPIO DE EL TRIUNFO, HONDURAS.</p>	<p>Designación del plano:                  Alternativas                  Azacualpa</p>	<p>Plano:                  2</p>	<p>Autor:                  Laura López Rodríguez</p>
<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE                  INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES                  Y PUERTOS.</p>  	<p>Escala:                  -</p>	<p>Hoja:                  2 de 3</p>	<p>Fecha:                  09/09/15</p> <p>Firma:</p>

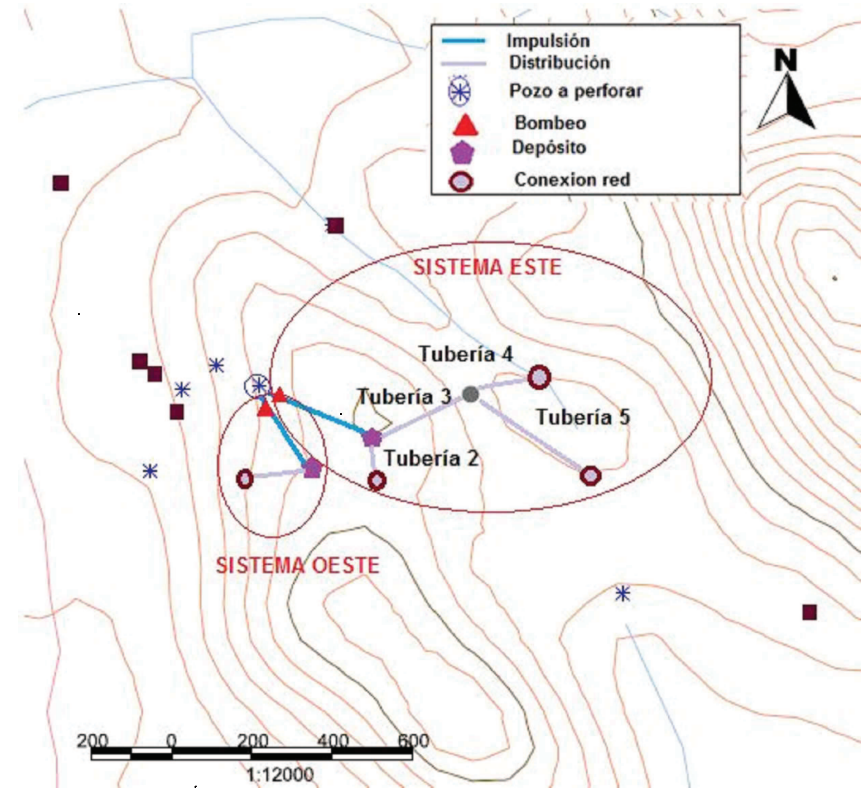
ALTERNATIVA 1 CARAO ABAJO



ALTERNATIVA 2 CARAO ABAJO



ALTERNATIVA 3 CARAO ABAJO



<p>Título del anteproyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS COMUNIDADES DE AZACUALPA, CARAO ABAJO Y SANTA CATARINA EN EL MUNICIPIO DE EL TRIUNFO, HONDURAS.</p>	<p>Designación del plano: Alternativas Carao Abajo</p>	<p>Plano: 2</p>	<p>Autor: Laura López Rodríguez</p>
<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.</p>	<p>Escala: -</p>	<p>Hoja: 3 de 3</p>	<p>Fecha: 09/09/15</p> <p>Firma:</p>



## ➤ ANEXO 8: IMPACTO AMBIENTAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>2</b>
2.1. RESUMEN DEL PROYECTO.	
2.2. ENTORNO DEL PROYECTO	
2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO	
2.4. ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADOS	
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO.....</b>	<b>3</b>
3.1 USO DEL SUELO	
3.2 COBERTURA FORESTAL.	
3.3 AMENAZAS NATURALES.	
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>5</b>
4.1 ALTERACIÓN DEL CURSO NATURAL DEL AGUA.	
4.2. INCREMENTO DEL AGUA RESIDUAL.	
<b>5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>5</b>
5.1. EFECTOS SOBRE LOS POZOS ARTESANALES Y SU ENTORNO.	
5.2. INCREMENTO DEL AGUA RESIDUAL.	
<b>6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y ATENUANTES.....</b>	<b>6</b>
6.1. PROTECCIÓN DE LA FUENTE.	
6.2 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISAS.	
6.3 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS	
6.4 OCUPACIÓN DE FINCAS	
6.5 ADECUACIÓN PAISAJÍSTICA	
<b>7. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....</b>	<b>8</b>
7.1. DESCRIPCIÓN	



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anexo, es el de evaluar las repercusiones ambientales que el presente proyecto “*Abastecimiento de agua a las comunidades de Azacualpa, Carao Abajo y Santa Catarina*” pueda ocasionar. Para ello se analizarán los aspectos del medio y las actuaciones necesarias para la ejecución del proyecto.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### 2.1. RESUMEN DEL PROYECTO.

El proyecto del cual se analizará el impacto ambiental son tres redes de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales de Azacualpa, Carao Abajo y Santa Catarina. Esta comunidad está ubicada en el municipio de El Triunfo, en el sur del departamento de Choluteca, en sur de Honduras.

Cada una de las redes contempla una captación de agua desde un pozo con una bomba sumergida y con un único depósito de bombeo, una impulsión hasta un depósito de regulación en un punto elevado con respecto a la comunidad y una red de distribución.

### 2.2. ENTORNO DEL PROYECTO

Para valorar el impacto del proyecto sobre el medio físico se analizan los terrenos ocupados por el mismo. Para evaluar su incidencia social-económica tendremos que estudiar la estructura, en estos términos, de la zona de trabajo y se estudian en el siguiente apartado.

### 2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO

Se analizará tanto la fase de construcción como la de explotación del proyecto, ya que no se prevé fase de abandono. Los principales elementos de estudio serán:

- Ocupación de fincas
- Movimiento de tierras
- Alteraciones del paisaje (construcciones)

- Alteraciones del tráfico y las comunicaciones como consecuencia de la excavación de las zanjas en las vías.

- Alteración del curso natural del agua

- Residuales: Incremento del volumen de agua residual.

### 2.4. ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADOS

Se enumeran a continuación los elementos del Medio Ambiente considerados clave en este estudio:

- Fincas ocupadas por las instalaciones

- Calidad de las aguas en los medios receptores de las aguas sobrantes. (materias en suspensión, temperatura, oxígeno, amoníaco y sustancias cloradas...)

- Río Providencia y sus ramificaciones, como consecuencia de la captación

- Flora

- Fauna

- Paisaje.



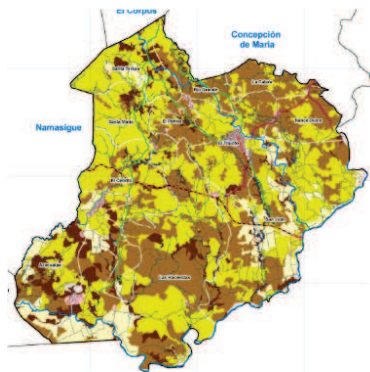
### 3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO.

El Triunfo es un municipio en crisis ambiental por la sobre explotación de sus recursos, la pérdida de sus bosques, la sequía que afecta a sus suelos, y los riesgos de deslizamientos, inundaciones y quemas que se presentan a lo largo del año.

#### 3.1 USO DEL SUELO

La agricultura de subsistencia se caracteriza por cultivos de maíz, sistemas intercalados de maíz-sorgo, frutales como aguacate, jocote, anona, papaya, mango. Entre los cultivos comerciales del Municipio se encuentra, melón, sandía, marañón, ajonjolí, caña de azúcar, café.

Son áreas de bosque y cultivadas con pastos, con uso predominante para ganadería extensiva. La sabana en general es de las categorías de mayor degradación ambiental por lo general localizadas en paisajes de montaña o laderas e inmediaciones de los valles.

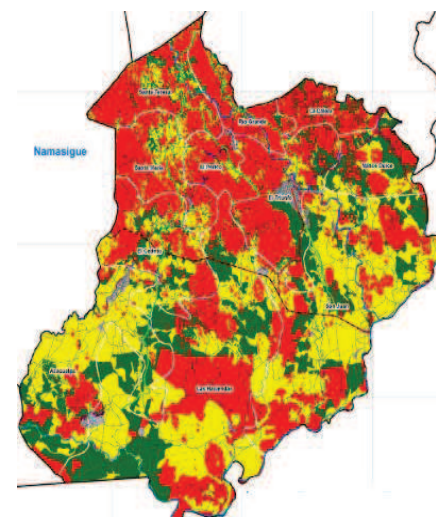


Sub-categorías	Superficie (ha)	%
<b>Agricultura Tradicional-Matorral</b>	13562.3211	44.19
<b>Pastizales - Sabanas</b>	10164.1261	33.12
<b>Agricultura tecnificada - semitecnificada</b>	3007.9075	9.80
<b>Bosque Labrotado</b>	2906.1792	9.47
<b>Asentamientos Humanos</b>	552.9199	1.80
<b>Bosque Mixto</b>	4.0044	0.01
<b>Cuerpos de agua</b>	49.6708	0.16
<b>Suelos Desnudos</b>	397.0479	1.29
<b>Sin información</b>	44.6050	0.15
<b>Total</b>	<b>30688.7819</b>	<b>100.00</b>

Ilustración 1. Usos del suelo en El Triunfo  
Fuente: Ordenamiento territorial del municipio de El Triunfo.

La agricultura de subsistencia hondureña se caracteriza por cultivos de millo, sistemas intercalados de millo-sorgo y frutales como aguacate, jacote, sandía la caña de azúcar o el café. Abundan las áreas cultivadas con pasto, con uno predominante para ganadería extensiva. La sabana, en general tiene una alta degradación ambiental, por lo general localizada en paisajes de montaña e inmediaciones de los vales.

Como ya se ha mencionado, El Triunfo cuenta con una alta sobreexplotación de sus recursos.



Categoría de conflicto	Descripción	% de cada categoría en el municipio
<b>Adecuado</b>	Aquellas áreas que están siendo utilizadas de acuerdo a su potencial.	19.49
<b>Sobreutilización</b>	Áreas que están siendo utilizadas por encima de su potencial.	41.14
<b>Subutilización</b>	Son todas las áreas que están siendo utilizadas por debajo de su potencial.	37.32
<b>Uso ladera</b>	Áreas urbanas en pendientes mayores a 15%	0.30
<b>Uso plano</b>	Áreas urbanas en pendientes menores a 15%	1.50

Ilustración 2. Conflicto de uso del suelo.

Fuente: Ordenamiento territorial del municipio de El Triunfo



### 3.2 COBERTURA FORESTAL.

La cobertura forestal es prácticamente inexistente. El 90% del terreno municipal son tierras sin bosque.

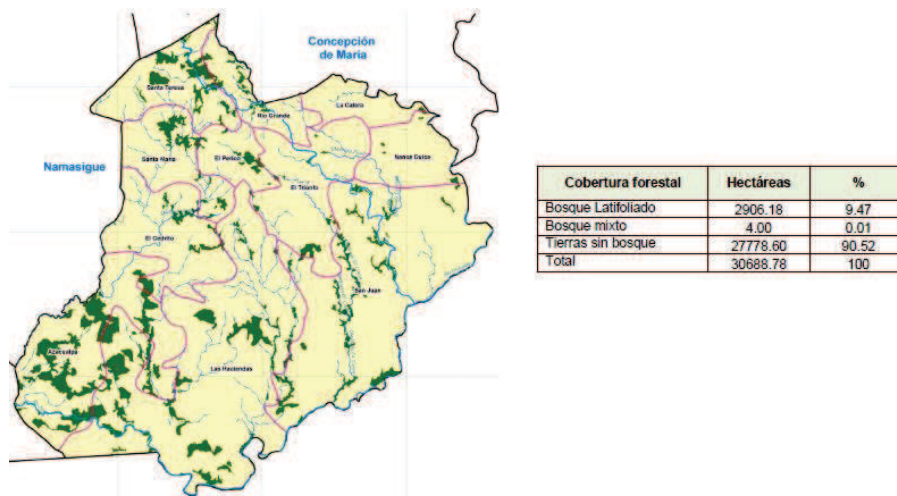


Ilustración 3. Cobertura forestal en el municipio de El Triunfo.

Fuente: Ordenamiento territorial del municipio de El Triunfo

### 3.3 AMENAZAS NATURALES.

Las principales amenazas naturales que afectan el territorio del municipio son las inundaciones de los ríos Negro y Guasaule, los deslizamientos y los incendios.

Los ríos Negro y Guasaule hacen que algunas de las comunidades sean vulnerables a inundaciones. Las comunidades más afectadas son Santa Catarina, El Fortín, El Ángel, Ojo de Agua.

La topografía empinada creada por la actividad geológica de la región es susceptible a deslizamientos. Las lluvias abundantes que caracterizan la región y los fuertes vientos que acompañan a los huracanes exacerbaban esa amenaza. Los deslizamientos se localizan en la zona de El Perico, Santa Teresa y Matapalo.

Los incendios forestales son una de las principales causas de destrucción de las pocas superficies de bosques en el Municipio. La zona más afectada por incendios son las que se encuentran en las inmediaciones del cerro Masila.

La juventud geológica relativa de la región y su actividad volcánica, combinadas con un clima tropical, húmedo, crean un paisaje de peligros naturales abundantes. La actividad geológica que originalmente construyó ese paisaje sigue existiendo, por lo tanto la amenaza de erupciones volcánicas y terremotos también existen. Los terremotos y los movimientos asociados de la corteza terrestre hasta el mar pueden generar grandes marejadas o tsunamis, los cuales amenazan a las áreas costeras.

Un análisis cuidadoso de las condiciones geológicas en el escenario de la planificación del terreno, antes de empezar el desarrollo, puede ayudar a reducir los riesgos de cada uno de los peligros naturales.





#### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

	ACCIONES				
	Captación	Dep. bombeo	Impulsión	Dep. distribución	Distribución
Ocupación de fincas	x	x	x	x	x
Movimiento de tierras	x	x	x		x
Alteraciones del paisaje	x	x	x	x	
Alteraciones de tráfico					x
Alteración del curso natural del agua	x				
Incremento agua residual					x

Tabla 1. Influencia de las acciones en los impactos.

El proyecto de abastecimiento de agua potable condiciona el entorno de distintas maneras. Los principales impactos ambientales se pueden agrupar en dos: el efecto sobre los pozos artesanales cercanos a la captación del proyecto, y el efecto producido por el aumento de las aguas residuales, y se desarrollarán a continuación.

##### 4.1 ALTERACIÓN DEL CURSO NATURAL DEL AGUA.

En general, la captación de agua de un pozo puede alterar la substracción de agua en los pozos cercanos dado que puede existir conectividad hidráulica entre el acuífero de cada pozo.

Por la falta de datos, sería necesario hacer un estudio para conocer el impacto que tiene el nuevo pozo en los pozos artesanales ya existentes.

##### 4.2. INCREMENTO DEL AGUA RESIDUAL.

El aumento de agua de consumo en las familias de la comunidad incrementa la cantidad de aguas residuales. En este momento en las comunidades no hay ningún sistema de recogida o tratamiento de estos vertidos. Las aguas residuales sin tratar generan problemas de insalubridad, por lo que el aumento de los vertidos puede agravar el problema de higiene.

#### 5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

##### 5.1. Efectos sobre los pozos artesanales y su entorno.

Actualmente el agua de los pozos artesanales es consumida por sus respectivas comunidades. Para los sistemas de abastecimiento se han calculado las siguientes dotaciones para cada comunidad, que harían que dentro de 22 años el caudal máximo tomado de los pozos sea: en la comunidad de Azacualpa de 6.55 l/s, en Carao Abajo de 1.005 l/s y en Santa Catarina de 2.565 l/s en época seca. Por los estudios realizados por el SANAA en el departamento de Choluteca en los pozos que se han perforado para usos en sistemas de abastecimiento, tienen un rendimiento máximo de 4 a 13 l/s. Limitando el uso de los pozos artesanales cercanos en las épocas de sequía (por la posible existencia de conectividad hidráulica), se podría garantizar las demandas de cada comunidad.

##### 5.2. INCREMENTO DEL AGUA RESIDUAL.

En este momento no hay en las comunidades ningún sistema de recogida o tratamiento del agua residual. Los vertidos van a los patios traseros de las casas (terreno natural) o por las calles, de manera que tienen que ser absorbidas por el suelo o evaporadas. Este tratamiento dado a las aguas residuales es un riesgo para la salud, ya que las aguas estancadas (especialmente si están sucias) propician la transmisión de enfermedades. Las comunidades no están saneadas y las condiciones higiénicas son precarias. En este contexto, si se aumenta la cantidad de agua consumida sin actuar en consecuencia, aumentarán también los vertidos, llevando los niveles de insalubridad hasta límites no soportables.

El proyecto de Abastecimiento de Agua Potable que Ingeniería Sin Fronteras realiza se complementa con un proyecto de saneamiento de aguas grises. El saneamiento de aguas negras se estudia posteriormente a este. Ambos proyectos forman parte de un programa integral de intervención estudiado por el Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico del municipio de El Triunfo. Dicho proyecto complementario prevé remediar la contaminación por vertidos de aguas usadas, y todos los efectos negativos que ello conlleva, mediante biofiltros unifamiliares para el saneamiento y reutilización para riego de aguas grises.



Con los biofiltros se dejará de verter el agua residual en lugares inadecuados. Además, recibirá un tratamiento de depuración que disminuirá el riesgo de transmisión de enfermedades del vertido. Se deberá analizar el efecto sobre el medio de estos filtros, ya que si dejan infiltrar el agua hacia el subsuelo puede contaminar las aguas subterráneas.

## 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y ATENUANTES.

### 6.1. PROTECCIÓN DE LA FUENTE.

#### ➤ INTRODUCCIÓN.

Para conseguir mantener el caudal de los pozos a medio plazo, así como aumentarlos a largo plazo, es importante definir un área de protección de los mismos. Esto se puede hacer a partir de técnicas de conservación de suelos, que consisten en la preservación de suelos contra el deterioro y la pérdida mediante el uso conforme de sus capacidades y aplicando las prácticas de conservación que exigen su protección.

Con este objeto se define una zona a proteger correspondiente a la zona de recarga de la fuente. La urbanización o deforestación de esta zona implicaría una disminución de la infiltración y por lo tanto una reducción del caudal del pozo.

Como medidas complementarias se reforestarán las zonas deforestadas y, en las laderas de pendientes pronunciadas, se implementarán medidas correctoras (barreras vivas y muertas, terrazas, acequias, etc.) para evitar la erosión del suelo y el consiguiente deslave, que puede llegar a provocar la pérdida del manantial.

#### ➤ DESCRIPCIÓN.

Mediante la ejecución del proyecto de conservación se pretende la conservación de un área comunal de 2 manzanas (1 manzana = 7000 m<sup>2</sup>) donde está ubicado el nacimiento que debe abastecer de agua potable a la comunidad.

Además se iniciará un proceso de transferencia y adopción de técnicas y tecnologías alternativas mediante el establecimiento de un agro – ecosistema para la conservación de los recursos suelo y agua.

El terreno presenta diferentes pendientes, con fuertes accidentes geográficos que llegan a superar el 50% de pendiente y presenta los tres tipos de erosión: laminar, por surcos y zanjas, siendo esta última la que provoca más graves deterioros en las zonas de cultivo.



## 6.2 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES.

### ➤ INTRODUCCIÓN.

Con el objetivo de evitar o minimizar el encharcamiento de las aguas grises, el proyecto de abastecimiento de agua potable debe prever algún tipo de tratamiento para éstas.

En este sentido se vienen desarrollando en el país mayoritariamente los pozos de absorción o de infiltración rápida. Éstos facilitan la infiltración rápida del agua gris en el terreno, pero no ayudan a su depuración, desplazando el problema de la contaminación desde la casa particular a los puntos bajos de la comunidad, donde volverá a aflorar el agua residual.

Estos pozos de infiltración tienen típicamente de tres a cinco metros de profundidad y se rellena con gravas o piedras de grueso calibre (5 a 30 centímetros) y, según disponibilidad, con material volcánico también de gran tamaño. La biopelícula no llega a establecerse en él principalmente por el escaso acceso de oxígeno a esas profundidades y por la baja relación (superficie de contacto / volumen) que existe en el material irregular de gran tamaño.

Para solucionar no sólo el problema de encharcamiento sino también con la intención de depurar el efluente para permitir la reutilización del mismo, ESF está proponiendo la implantación en sus proyectos de agua de los llamados biofiltros familiares.

### ➤ DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

El principio de funcionamiento se base en la infiltración lenta en arena utilizada por el Imperio Romano para la depuración del agua de consumo.

Esta infiltración lenta se garantiza en arenas libres de finos y de calibre de 2 a 5 milímetros, preferiblemente de origen silíceo. Los flujos de infiltración van desde los 0,4 hasta los 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día.

El proceso de depuración se realiza durante el metro de profundidad que siempre debe tener el biofiltro. A más profundidad no se puede garantizar el oxígeno necesario para que los microorganismos residentes en la superficie de los granos de arena degraden la materia orgánica del agua residual.

La ausencia de finos evita la creación de caminos preferenciales y el tamaño de la arena garantiza una elevada relación (superficie de contacto / volumen) y por tanto incrementa el tiempo de contacto de la biomasa o biopelícula con el agua a depurar.

Para garantizar la presencia de oxígeno en las capas bajas del filtro se instalarán uno o dos tubos rasurados pasantes en forma de U, cuya base descansará a una profundidad de 70 u 80 centímetros, justo por encima de la capa drenante de gravas. Los extremos de la U sobresaldrán del filtro de 20 a 25 centímetros para garantizar la correcta entrada de aire a las capas inferiores del biofiltro e irán provisto de una protección tipo chino para evitar la entrada de cuerpos extraños.

Los tubos facilitarán el ingreso de aire a través del biofiltro gracias a la depresión que genera el agua tras ella al infiltrarse. El principio es el mismo que nos permite vaciar un recipiente más rápido si practicamos una entrada de aire en el lado opuesto al que tenemos abierto para vaciar.

Esta entrada de aire permite, según el origen y constitución particular del agua residual, la oxidación del amonio (orina) a nitrato en medio acuoso, así como la oxidación de los fosfatos (jabones). El agua tratada poseerá pues nutrientes suficientes de forma oxidada como para servir de abono líquido en el huerto familiar.

## 6.3 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

A pesar de que el tráfico rodado y peatonal en las comunidades no es muy denso, se señalarán correctamente las obras durante su ejecución y se proporcionarán e indicarán itinerarios alternativos, a fin de que la ejecución del proyecto suponga el mínimo trastorno posible a las personas habitantes en la zona.

## 6.4 OCUPACIÓN DE FINCAS

Los terrenos que se usan para ubicar depósitos del sistema son un aporte de las comunidades beneficiarias al proyecto, bien sea monetario (compra de fincas) o en especie (cesión). En cualquier caso, se tratará de utilizar terrenos comunales o de beneficiarios del sistema, de forma que el aporte sea comunitario y no personal.



## 6.5 ADECUACIÓN PAISAJÍSTICA

Las actuaciones que se pretenden llevar a cabo tienen un impacto paisajístico bastante bajo, ya que la tubería de distribución, que es la más larga, discurre enterrada. La tubería de impulsión es superficial y se han de tener en cuenta los metros de tubería para el estudio de alternativas. No obstante, las obras que más impacto producen en el paisaje son los tanques de bombeo y distribución y sus protecciones. Se diseñarán buscando una identificación con el entorno, evitando materiales que provoquen un choque visual con el mismo.

Además, el hecho de trabajar con mano de obra local y el trabajo con la comunidad para informar de los objetivos y beneficios del sistema ayudarán en la aceptación del mismo.

## 8. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

### 8.1. DESCRIPCIÓN

Tanto el proyecto de conservación del área de infiltración de la fuente como la ejecución de los biofiltros contemplan capacitaciones a los beneficiarios para que les den el uso adecuado. En el caso de la protección de la fuente, la comunidad contratará a un agricultor que se encargue de cuidar todos los árboles y barreras vivas que se hayan plantado en la zona. Así mismo, este trabajador se encargará de controlar que no haya saturación en los pozos de infiltración y ni deslizamientos que estropeen las distintas obras llevadas a cabo.

Para los biofiltros las familias se encargarán de limpiar la superficie de infiltración cada semana. También vigilarán que los conductos para el riego no se obturen, y rotarán 2 veces a la semana la cruceta de reparto para que la distribución del agua sea homogénea. Se rastrillarán con la misma periodicidad los 10 cm. superiores de arena para optimizar el funcionamiento del biofiltro. A su vez, el fontanero del sistema controlará que se dé un buen uso de los filtros y que las aguas residuales vayan a parar donde están destinadas.

En cuanto a la calidad del agua, se realizarán analíticas cada 3 meses para comprobar la evolución de la misma, así como el efecto de las medidas contempladas en este estudio. Si los resultados obtenidos no indican una evolución favorable, se revisarán por parte de ESF las medidas diseñadas y se reajustarán para conseguir los resultados esperados. Con todos estos datos de seguimiento, se elaborará un informe semestral de impacto ambiental, donde se recogerá:

- Grado de cumplimiento de las medidas diseñadas en este estudio
- Resultados obtenidos con la aplicación de las medidas (grado de reforestación, calidad del agua, empleo de biofiltros...)
- Incidencias observadas
- Listado de operaciones realizadas para llevar a cabo la vigilancia y seguimiento
- Medidas a implementar en el futuro



Autor: Laura López Rodríguez

En la siguiente tabla se resumen las acciones más importantes recogidas en el Plan de Vigilancia Ambiental.

ACCIÓN	PERIODICIDAD	RESPONSABLE	RESULTADO
Comprobación de la calidad del agua.	Al finalizar las obras	AJAHSA-ISF	La calidad del agua no ha sido afectada por las obras
Mantenimiento siembras y barreras.	Continua	Finquero contratado	Mejora de la infiltración
Control del uso de biofiltros.	Continua	Fontanero	Correcta disposición de las aguas residuales
Rotación de la cruceta de reparto.	Dos veces por semana	Beneficiarios	Distribución homogénea de agua
Rastrillado de la capa superior de arena	Dos veces por semana	Beneficiarios	Optimización del funcionamiento del biofiltro
Visita de reconocimiento a pozos de infiltración.	Semanal	Finquero contratado	No hay saturación.
Visita a zona de recarga.	Semanal	Finquero contratado	No hay deslizamiento
Limpieza de la superficie de infiltración.	Semanal	Beneficiarios	No existe taponamiento del sistema
Revisión de tubos de desagüe.	Semanal	Beneficiarios	No existe opturación
Análisis de la calidad del agua.	Trimestral	AJAHSA-ISF	Calidad del agua dentro de estándares
Redacción de informes de impacto ambiental	Semestral	Finquero-fontanero	Seguimiento del estado ambiental

Tabla 2. Plan de Vigilancia Ambiental



## ➤ ANEXO 9: CÁLCULOS HIDRÁULICOS

<b>1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3.CAPTACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>4.LÍNEA DE IMPULSIÓN.....</b>	<b>2</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN.	
4.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.	
4.3 GOLPE DE ARIETE.	
4.4 ACCESORIOS.	
<b>5.DEPÓSITO DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>6</b>
5.1 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL DEPÓSITO	
5.2 CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO	
<b>6.LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>7</b>
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	
6.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	
<b>7. RED DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>8</b>
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	
7.2 CAUDAL POR GRIFO.	
7.3 VÁLVULAS	
7.4 PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS	
7.5 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
<b>8.MODELIZACIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>8</b>
<b>APENDICE 1:ESQUEMA DE LA MODELIZACIÓN EN EPANET</b>	
<b>APENDICE 2:RESULTADOS EN LAS TUBERIAS</b>	
<b>APENDICE 3:RESULTADOS EN LAS CONEXIONES</b>	



## 1. INTRODUCCIÓN.

En el siguiente anejo se detallan los cálculos y las consideraciones seguidas para el diseño de los principales elementos del sistema de abastecimiento que se plantea en este anteproyecto en la comunidad de Santa Catarina.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

El sistema diseñado abastece directamente a las 114 familias de la comunidad de Santa Catarina, con una dotación de 95 lpd.

Los principales elementos del sistema son la captación en el pozo, la línea de impulsión desde el pozo al depósito de distribución, la línea de distribución y la red arbolada que proporcionan un servicio domiciliario. La ubicación y dimensiones de dichos elementos, y otros detalles del sistema, están definidos en el Documento N°2.

A continuación se detallan los cálculos y consideraciones seguidas para el diseño de cada uno de estos elementos.

## 3. CAPTACIÓN.

La captación del sistema será un pozo perforado. La ubicación del mismo será en las proximidades a un pozo artesanal comunitario que no presenta problemas de caudales.

El diámetro del pozo será de 6 pulgadas y tendrá una profundidad total de 45 metros. No obstante la profundidad final será definida durante la perforación por el hidrogeólogo, y estará entre los 45-80 metros en función de las características del mismo.

El agua del sistema será bombeada directamente desde la captación a un tanque de distribución a través de la línea de impulsión.

## 4. LÍNEA DE IMPULSIÓN.

El bombeo es una parte esencial del proyecto ya que los costes de funcionamiento (consumo eléctrico de la bomba) y de amortización repercuten directamente en la cuota a pagar por los usuarios del sistema. Teniendo en cuenta estas cuestiones se debe elegir una bomba lo más pequeña posible en cuanto a potencia y consumo eléctrico. Así mismo, el

número de horas de bombeo ha de ser el menor posible. Las comunidades son reacias a sistemas que necesitan muchas horas de bombeo porque consideran que cuanto más tiempo de funcionamiento mayor desperdicio de agua.

El procedimiento para el cálculo del sistema de impulsión es el siguiente: En primer lugar se calcula la tubería de impulsión buscando una velocidad del agua adecuada, tanteando el diámetro de la tubería y las horas de bombeo. A partir de ahí se calculará la potencia de la bomba necesaria para cubrir el consumo. Se seleccionará la línea y las horas de bombeo a partir de la bomba que menor consumo eléctrico requiera.

Por último se calculará el golpe de ariete, teniendo en cuenta que es éste fenómeno el causante del fallo de muchos sistemas similares al que se está diseñando. Se calcularán las sobrepresiones y depresiones para identificar los puntos críticos de la línea y ubicar los accesorios necesarios para evitar problemas de golpe de ariete.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN.

El agua será bombeada desde el pozo situado a cota 32 metros hasta el depósito de distribución a cota 70. Además el depósito está elevado 5 metros, por lo tanto la altura geométrica de la impulsión es de 43 metros. La longitud de la línea es de 330 metros.

Las tuberías de la impulsión serán de hierro galvanizado (HG), y discurrirán superficialmente a 90cm de la cota del terreno. La elección de este material en lugar del PVC se debe a las altas presiones que se dan en las líneas de bombeo (mucho mayores que en la distribución). Para evitar problemas de derivación de corrientes vagabundas y la correspondiente corrosión por ataque electrolítico, se colocan superficialmente, ancladas cada 6 metros por dados de hormigón. Las altas pendientes que se deben superar en las impulsiones hacen que la construcción de zanjas resulte complicada, y constituyen otro motivo para que la tubería transcurra superficialmente.

Se tomará como caudal base para los cálculos de la impulsión el consumo medio diario. Los consumos extra que se den en los días de máxima demanda se cubrirán aumentando el número de horas de bombeo del equipo.



## 4.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.

Para calcular las características de la impulsión se tantearán el número de horas de bombeo necesarias para cubrir el consumo medio diario en función de los distintos diámetros comerciales de las tuberías de hierro galvanizado. Dado que el pago de la cuota eléctrica es uno de los gastos más fuertes de la cuota mensual, se buscará un bombeo de baja potencia ya que se ha determinado que los consumos eléctricos para bajas potencias y muchas horas de bombeo son menores que para bombas más potentes bombeando menos horas.

El rango de velocidades admisibles para la línea de impulsión está entre 0,5 y 1,5 m/s tal y como se ha descrito en el *Anexo 5 Criterios de diseño*. El límite inferior se establece para evitar sedimentación de partículas en la tubería, y el superior previene problemas de cavitación y de golpe de ariete.

El consumo medio diario futuro es de 98,496 m<sup>3</sup>.

En primer lugar se estudia, para este caudal, la velocidad del agua a lo largo de la línea de impulsión en función de las horas de bombeo y del diámetro de tubería elegido.

Por otro lado, se carece de un catálogo de bombas. Esto significa que se desconocen las curvas características de las bombas sumergibles disponibles para el sistema, de modo que el cálculo de la potencia de la bomba es inmediato.

El cálculo de pérdidas se hará por el método de Hazen-Williams. Para quedarnos del lado de la seguridad se supondrá que el rendimiento de la bomba es del 0.6 y que las pérdidas por accesorios son del 10%.

Los resultados de este análisis se recogen en la siguiente tabla.

Diferencia de cota (m)	Q. medio (l/día)	Horas de bombeo	Caudal de bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro tubería en pulgadas	Velocidad de impulsión (m/s)	Altura manométrica (m)	Potencia de la bomba (HP)
43	98496	4	0.00684	2	3.37	180.12	22.32
43	98496	6	0.00456	3	1.00	51.98	4.29
43	98496	8	0.00342	3	0.75	48.27	2.99
43	98496	10	0.00274	3	0.60	46.49	2.30
43	98496	4	0.00684	2	3.37	180.12	22.32
43	98496	6	0.00456	2	2.25	107.71	8.90
43	98496	8	0.00342	2	1.69	80.98	5.02
43	98496	10	0.00274	2	1.35	68.13	3.38
43	98496	4	0.00684	3	1.50	62.03	7.69
43	98496	6	0.00456	3	1.00	51.98	4.29
43	98496	8	0.00342	3	0.75	48.27	2.99
43	98496	10	0.00274	3	0.60	46.49	2.30
43	98496	12	0.00228	3	0.50	45.49	1.88
43	98496	7	0.00391	3	0.86	49.75	3.52
43	98496	9	0.00304	3	0.67	47.24	2.60
43	98496	4	0.00684	4	0.84	47.69	5.91
43	98496	6	0.00456	4	0.56	45.21	3.74
43	98496	8	0.00342	4	0.42	44.30	2.75
43	98496	10	0.00274	4	0.34	43.86	2.17

Tabla 1. Cálculos hidráulicos para cubrir el consumo medio diario.

La opción óptima es una bomba sumergible con una potencia de 3 CV, que con un rendimiento del 0.6 y funcionando durante 8 horas diarias, cubrirá el consumo medio diario de la comunidad. Los días de mayor consumo se podrá aumentar el tiempo de bombeo hasta 10 horas para cubrir la demanda. Para que esto se cumpla, las tuberías de la línea de impulsión tendrán un diámetro de 3".





### 4.3 GOLPE DE ARIETE.

El golpe de ariete es un fenómeno de sobrepresiones y depresiones sucesivas en la tubería, en un período de tiempo determinado, como consecuencia de los cambios bruscos en la velocidad del agua (por ejemplo, arranques de bomba o cierres de válvulas). Este fenómeno tiene especial importancia, ya que es una de las causas de fallo más frecuentes en los sistemas de abastecimiento.

La velocidad de propagación de la onda de presión es, según Allievi:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Siendo:

a: velocidad de propagación o celeridad, en m/s

D: diámetro del tubo, en mm

K:  $10^{10}/E$  con E: módulo de elasticidad del HG, luego  $k=0,59$

La tubería de impulsión tiene un diámetro de 3"=76.2 mm y un espesor de 2,95mm, por lo tanto la celeridad de onda será:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,59 \cdot \frac{0,0762}{0,00295}}} = 1242 \text{ m/s}$$

Calculamos ahora el tiempo de parada de la bomba, con la expresión:

$$T_c = c + \frac{k \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Siendo:

L: longitud de la tubería (330m)

v: velocidad de diseño (0,75 m/s)

H<sub>m</sub>= altura manométrica (48,27m)

c,k se obtienen de las siguientes tablas:

Pendiente analítica H <sub>m</sub> /L	≤ 0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
c	1	0,8	0,5	0,4	0

Tabla 2. Cálculo de T<sub>c</sub>, coeficiente c

L (m)	≤500	500	1000	1500	≥1500
k	2	1,75	1,5	1,25	1

Tabla 3. Cálculo de T<sub>c</sub>, coeficiente k

En este caso:

$$\frac{H_m}{L} = 0,14627 < 0,2 \rightarrow c = 1$$

$$L = 330m < 500m \rightarrow K = 2$$

Por lo tanto:

$$T_c = 1 + \frac{2 * 330 * 0,75}{9,81 * 48,27} = 2,045 \text{ segundos}$$

Con este tiempo hallamos la longitud crítica del golpe de ariete:

$$L_c = \frac{T_c * a}{2} = 1269,945 \text{ m}$$

con origen en el depósito de distribución. Luego, desde el punto de bombeo:

$$L_c' = 330 - L_c = -939,945m$$

Dado que para toda la tubería se cumple que  $L < L_c'$ , calcularemos los incrementos de presión mediante la fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 * v * (L - L_i)}{g * T_c} \text{ (m)}$$

Donde L<sub>i</sub> es la distancia al origen de cada punto de la tubería.



Una vez obtenido el valor de  $\Delta H$ , se le suma y se le resta a la altura geométrica para obtener el valor total de las sobrepresiones y depresiones a lo largo de la tubería respectivamente. Se consideran inadmisibles las presiones inferiores a -10m, ya que se produciría cavitación en la tubería. En cualquier caso, se colocarán los dispositivos necesarios para que la presión en la tubería en el caso más desfavorable (golpe de ariete negativo) no sea menor a 5 mca.

A continuación se presenta el gráfico resultante del análisis del golpe de ariete en la impulsión de este sistema.

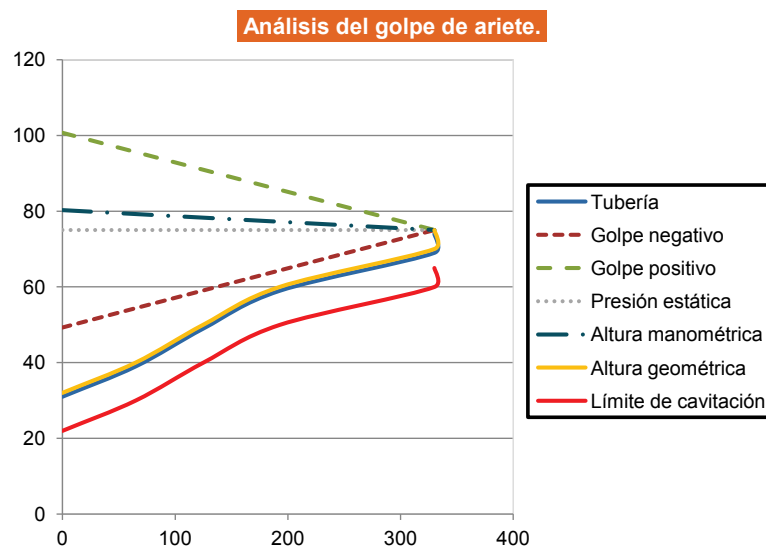


Gráfico 1. Análisis del golpe de ariete en la tubería de impulsión.

Como se puede apreciar en el Gráfico1, la línea de golpe negativo está siempre por encima de la línea de tubería, por lo que no existirá en la línea de impulsión problemas de cavitación.

#### 4.4 ACCESORIOS.

Finalmente, la tubería de impulsión cuenta con las siguientes válvulas:

- 2 Válvulas de compuerta: una a la salida de la bomba y otra antes del depósito de distribución.
- 1 Purga de lodos en el punto bajo de la línea para poder vaciarla en caso de disfunción de la línea.



## 5. DEPÓSITO DE DISTRIBUCIÓN.

### 5.1 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL DEPÓSITO

En las Normas de Diseño para Acueductos Rurales del SANAA se especifica que la capacidad del tanque en los sistemas de bombeo será de un 20% a un 50% del CMD. No obstante, la capacidad estará determinada por el tiempo de bombeo y por el período de bombeo de modo que para obtener el volumen óptimo del depósito de distribución se debe realizar un análisis de los caudales de entrada y salida del mismo.

Dado que el objetivo de este anteproyecto no es determinar las características de este tanque, se selecciona como volumen del depósito el 50% del CMD para quedarnos del lado de la seguridad.

Por tanto el volumen del depósito será 50m<sup>3</sup>. Para redondear las dimensiones se selecciona un depósito de las siguientes dimensiones:

Diámetro: 4 metros

Altura: 4 metros

Volumen del depósito: 50,27m<sup>3</sup>

### 5.2 CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

El depósito de distribución será de ferrocemento con un volumen de 50m<sup>3</sup>. Estará elevado 5 metros mediante una estructura metálica.

La capacidad máxima será de 3 metros de agua y la mínima de 1 metro siendo esto regulado mediante una válvula de flotador.

## 6. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.

La línea de distribución une el tanque de almacenamiento con la red de distribución. Tiene una longitud de 75 metros y es de PVC.

El cálculo de la línea de distribución se ha determinado en una primera aproximación, considerando que la demanda total de la comunidad se produce en la conexión con la red. En el estudio de alternativas, se ha estimado esta línea obviando la red de distribución porque en dicho momento se carecía de los datos necesarios para diseñar la red. Una vez obtenidos estos datos, se comprueba si las dimensiones de la tubería establecidas en el prediseño, se corresponden con las obtenidas en el cálculo conjunto del sistema.

### 6.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.

La línea de distribución principal será de PVC e irá desde el depósito de distribución hasta el punto más alto del núcleo de población donde conectará con la red de distribución (75m de longitud). Está conexión se encuentra a una cota de 55m.

El rango de velocidades admisibles es entre 0,5 y 2 m/s y el cálculo de pérdidas se hará por el método de Hazen-Williams.

Para estimar el diámetro en la línea de distribución en el estudio previo, se ha considerado que la demanda en la conexión con la red es la demanda total de la comunidad. De este modo se tantean los diámetros posibles para esta línea y se selecciona el más adecuado.

Considerando como demanda base el consumo máximo horario (2.565 l/s), se obtienen de la simulación con el programa EPANET los siguientes resultados:

Longitud (m)	Diámetro (")	Presión máx. en la conexión (m)	Presión mín. en la conexión (m)	Velocidad (m/s)
75	2	20.18	18.18	1.27
75	3	22.62	20.62	0.56
75	1.5	11.97	9.97	2.25

Tabla 4. Cálculo línea de distribución.



Se selecciona como óptimo un diámetro de 2" ya que la velocidad se encuentra dentro del rango, de manera que pequeñas variaciones en la demanda no produzcan una velocidad excesiva o insuficiente.

## 7. RED DE DISTRIBUCIÓN.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

La distribución será domiciliar por gravedad y se realiza mediante una red en árbol, desde la línea de distribución principal hasta las acometidas. El sistema está dimensionado y calculado para que las 114 familias beneficiarias dispongan de agua las 24 horas del día.

Para el trazado de la red, se han utilizado los datos del trabajo de campo aportados por el socio local NASMAR. Se volcaron los puntos obtenidos del levantamiento topográfico sobre el plano de la comunidad con el programa gvSIG, y con la ayuda de un croquis de la planta urbana obtenida desde la aplicación Google Maps, se determinó el trazado de la red.

La red consta de una línea principal (tramo A) y de 10 líneas secundarias. La línea principal de la red (con 1122 m de longitud), parte de la línea de distribución y conecta con las líneas secundarias y con las viviendas ( ver *Imagen 1*).

El escenario de cálculo es el de la población futura y se emplean para el cálculo las demandas futuras. Dado que se desconoce la distribución futura de la población, se supondrá el caudal futuro distribuido uniformemente entre las viviendas actuales.

Las tuberías serán de PVC y se colocarán bajo tierra, en zanjos de una profundidad de 0.6m y 0.4m de ancho.

### 7.2 CAUDAL POR GRIFO.

Se determinará el caudal por grifo a partir de las acometidas que se pretenden proyectar en la actualidad (113 acometidas). Se tomará como consumo de diseño, el consumo máximo horario. Se aumentará el consumo de diseño en un 10% por las posibles fugas que se puedan dar en la red.

$$\begin{aligned} \text{Caudal por grifo } (Q_f) &= \frac{\text{Consumo Máximo Horario } \left(\frac{l}{s}\right) + 10\% \text{Perdidas}}{\text{Acometidas}} \\ &= \frac{2.565 + 0.1 \times 2.565}{113} = 0.024969 \text{ l/s} = 0.025 \text{ l/s} \end{aligned}$$

### 7.3 VÁLVULAS

Se han colocado las siguientes válvulas con sus correspondientes funciones:

o Válvulas de compuerta para cierres de los distintos tramos de la distribución para seccionarla en caso de necesidad de reparación. En la simulación se encuentran abiertas.

o Purgas de aire en los puntos altos de la distribución para permitir la salida de aire del sistema. En el programa se simulan las pérdidas de carga que producen mediante una pérdida de carga localizada en el tramo de tubería en donde se sitúan.

o Purgas de lodos en los puntos bajos de la distribución para permitir limpiar los posibles sedimentos acumulados. En el programa se simulan de la misma manera que las purgas de aire.

### 7.4 PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Para quedarnos en el lado de la seguridad y para facilitar los cálculos de la red, se ha considerado un 10% de pérdidas por accesorios (válvulas, codos, tes)

### 7.5 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Conocidas la longitud, cota inicial, cota final, número de familias residentes en cada tramo y caudal por grifo, se calculan los diferentes diámetros de la tubería de distribución teniendo en cuenta los rangos de presiones y velocidades admisibles. (5 mca – 60 mca). 0,2 y 1,5m/s (Ver Anexo 5: *Criterios de diseño*).

## 8. MODELIZACIÓN DEL SISTEMA

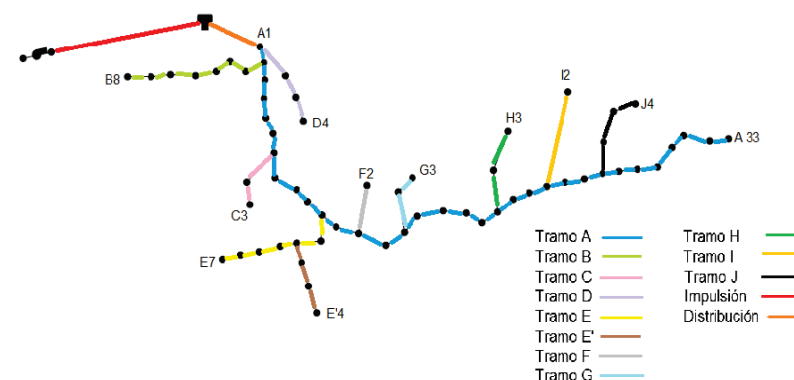


Imagen 1. Esquema del sistema de abastecimiento.

Mediante la modelización se pretende dimensionar la red de tuberías estudiando las presiones y velocidades en el sistema cuando se produce el consumo máximo horario (consumo de diseño de la red).

El esquema utilizado para el estudio del sistema en el programa EPANET, así como la ubicación de los puntos de demanda, depósito y otros elementos, y los resultados obtenidos de la modelización se muestran en los Apéndice A,B yC de este anexo.

Las características geométricas de todos los elementos del sistema están detallados en el Documento N°2 de este anteproyecto.



## ➤ APÉNDICE 1: DATOS Y DISEÑO



Autor: Laura López Rodríguez

TRAMO		LLAVES POR TRAMO	DEMANDA POR TRAMO	LONGITUD	
TRAMO A	T	A3	0	0	24
	A3	A4	6	0.149814	30
	A4	A5	6	0.149814	42
	A5	A6	2	0.049938	30
	A6	A8	4	0.099876	48
	A8	A9	1	0.024969	48
	A9	A11	4	0.099876	42
	A11	A14	1	0.024969	78
	A14	A16	0	0	42
	A16	A17	0	0	12
	A17	A18	0	0	24
	A18	A19	0	0	18
	A19	A21	3	0.074907	54
	A21	A22	1	0.024969	48
	A22	A24	0	0	102
	A24	A25	0	0	42
	A25	A26	0	0	72
	A26	A27	1	0.024969	66
	A27	A28	0	0	54
	A28	A29	2	0.049938	72
A29	A30	1	0.024969	42	
A30	A31	0	0	24	
A31	A32	2	0.049938	48	
A32	A33	1	0.024969	60	

TRAMO		LLAVES POR TRAMO	DEMANDA POR TRAMO	LONGITUD	
TRAMO B	A2	B3	0	0	30
	B3	B4	0	0	30
	B4	B5	5	0.124845	18
	B5	B6	0	0	36
	B6	B7	0	0	24
	B7	B8	1	0.024969	72
	TRAMO C	A7	C2	4	0.099876
C2		C3	1	0.024969	12
TRAMO D	T	D2	4	0.099876	48
	D2	D3	11	0.274659	42
	D3	D4	6	0.149814	60
TRAMO E	A11	E2	1	0.024969	42
	E2	E4	0	0	30
	E4	E5	1	0.024969	42
	E5	E6	0	0	42
	E6	E7	4	0.099876	48
TRAMO E'	E3	E'2	0	0	78
	E'2	E'3	1	0.024969	60
	E'3	E'4	1	0.024969	48
TRAMO F	A13	F2	6	0.149814	54
TRAMO G	A15	G2	3	0.074907	54
	G2	G3	8	0.199752	24
TRAMO H	A20	H2	1	0.024969	54
TRAMO I	H2	H3	4	0.099876	54
	A23	I2	7	0.174783	102
TRAMO J	A25	J2	4	0.099876	30
	J2	J3	3	0.074907	48
	J3	J4	2	0.049938	24



Autor: Laura López Rodríguez

	PUNTO	COTA (m)
TRAMO A	A1	54.5
	A2	52
	A3	50
	A4	44
	A5	37.5
	A6	34.5
	A7	32.3
	A8	29.5
	A9	29.5
	A10	29.5
	A11	27.8
	A12	27.8
	A13	27
	A14	25
	A15	25.5
	A16	27.5
	A17	27
	A18	26.8
	A19	25.8
	A20	26.4
	A21	27.4
	A22	28.5
	A23	29
	A24	30
	A25	30.8
	A26	29.8
	A27	28.2
	A28	28
	A29	29
	A30	30.2
	A31	29.8
	A32	27.5
	A33	26.2

	PUNTO	COTA (m)	
TRAMO B	B2	50	
	B3	50	
	B4	50.5	
	B5	50	
	B6	49	
	B7	49	
	B8	48.5	
	TRAMO C	C2	28
C3		28	
TRAMO E	E2	24.8	
	E3	25	
	E4	25.5	
	E5	27	
	E6	27	
	E7	25.5	
	TRAMO E'	E'2	24
E'3		23	
E'4		22	
TRAMO F		F2	31.5
	TRAMO G	G2	30
G3		32	
TRAMO H	H2	32	
	H3	40	
TRAMO I	I2	39	
	J2	31	
TRAMO J	J3	34	
	J4	33.5	
	TRAMO D	D2	48
		D3	40
D4	32.5		









## ➤ APENDICE 2: RESULTADO EN LAS TUBERÍAS



Autor: Laura López Rodríguez

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería Impulsión	330	76.2	100	3.42	0.75	15.96
Tubería Distribución	75	50.8	140	2.83	1.39	43.29
Tubería A1	12	50.8	140	2.30	1.13	29.58
Tubería A2	12	50.8	140	2.15	1.06	26.11
Tubería A3	30	50.8	140	2.15	1.06	26.11
Tubería A4	42	50.8	140	2.00	0.99	22.84
Tubería A5	30	50.8	140	1.85	0.91	19.77
Tubería A6	18	50.8	140	1.80	0.89	18.79
Tubería A7	30	38.1	140	1.67	1.47	66.77
Tubería A8	48	38.1	140	1.57	1.38	59.58
Tubería A9	6	38.1	140	1.55	1.36	57.84
Tubería A10	36	38.1	140	1.55	1.36	57.84
Tubería A11	6	38.1	140	1.25	1.10	38.83
Tubería A12	18	38.1	140	1.25	1.10	38.83
Tubería A13	54	38.1	140	1.10	0.96	30.65
Tubería A14	12	38.1	140	1.08	0.94	29.37



Autor: Laura López Rodríguez

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería A15	30	38.1	140	0.80	0.70	16.99
Tubería A16	12	38.1	140	0.80	0.70	16.99
Tubería A17	24	38.1	140	0.80	0.70	16.99
Tubería A18	18	38.1	140	0.80	0.70	16.99
Tubería A19	30	38.1	140	0.80	0.70	16.99
Tubería A20	24	38.1	140	0.67	0.59	12.40
Tubería A21	48	38.1	140	0.60	0.53	9.97
Tubería A22	36	38.1	140	0.57	0.50	9.22
Tubería A23	66	38.1	140	0.40	0.35	4.71
Tubería A24	42	38.1	140	0.40	0.35	4.71
Tubería A25	72	38.1	140	0.40	0.35	4.71
Tubería 26	66	25.4	140	0.17	0.35	7.34
Tubería A27	54	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería A28	72	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería A29	42	12.7	140	0.10	0.79	76.17
Tubería A30	24	12.7	140	0.08	0.59	44.71
Tubería A31	48	12.7	140	0.08	0.59	44.71



Autor: Laura López Rodríguez

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería A32	60	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería B1	18	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería B2	12	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería B3	30	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería B4	18	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería B5	36	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería B6	24	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería B7	72	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería C1	42	25.4	140	0.12	0.25	3.93
Tubería C2	12	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería E1	42	25.4	140	0.20	0.39	9.40
Tubería E2	30	25.4	140	0.17	0.35	7.34
Tubería E3	6	25.4	140	0.12	0.25	3.93
Tubería E4	36	25.4	140	0.12	0.25	3.93
Tubería E5	42	12.7	140	0.10	0.79	76.17
Tubería E6	48	12.7	140	0.10	0.79	76.17
Tubería E'1	78	12.7	140	0.05	0.39	21.10



Autor: Laura López Rodríguez

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería E'2	60	12.7	140	0.05	0.39	21.10
Tubería E'3	48	12.7	140	0.03	0.20	5.84
Tubería F1	54	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Tubería G1	54	25.4	140	0.28	0.54	16.95
Tubería G2	24	25.4	140	0.20	0.39	9.40
Tubería H1	54	25.4	140	0.12	0.25	3.93
Tubería H2	54	12.7	140	0.10	0.79	76.17
Tubería I1	102	25.4	140	0.17	0.35	7.34
Tubería I2	30	25.4	140	0.23	0.44	11.69
Tubería I3	48	25.4	140	0.12	0.25	3.93
Tubería I4	24	12.7	140	0.05	0.39	21.10
Tubería D1	48	25.4	140	0.52	1.04	56.13
Tubería D2	42	25.4	140	0.42	0.84	37.95
Tubería D3	60	25.4	140	0.15	0.30	5.52
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	3.42	0.00	-65.81



## ➤ APENDICE 3: RESULTADO EN LAS CONEXIONES







Autor: Laura López Rodríguez

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión Pozo	33	-3.42	15.46	-17.54
Conexión Bomba	30	0	81.27	51.27
Conexión A1	55	0	72.75	17.75
Conexión A2	52	0	72.40	20.40
Conexión A3	50	0	72.08	22.08
Conexión A4	44	0.15	71.30	27.30
Conexión A5	37.5	0.15	70.34	32.84
Conexión A6	34.5	0.05	69.75	35.25
Conexión A7	32.3	0	69.41	37.11
Conexión A8	29.5	0.1	67.41	37.91
Conexión A9	29.5	0.025	64.55	35.05
Conexión A10	29.5	0	64.20	34.70
Conexión A11	27.8	0.1	62.12	34.32
Conexión A12	27.5	0	61.89	34.39
Conexión A13	27	0	61.19	34.19
Conexión A14	25	0.025	59.53	34.53



Autor: Laura López Rodríguez

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión A15	25.5	0	59.18	33.68
Conexión A16	27.5	0	58.67	31.17
Conexión A17	27	0	58.47	31.47
Conexión A18	26.8	0	58.06	31.26
Conexión A19	25.8	0	57.75	31.95
Conexión A20	26.4	0	57.24	30.84
Conexión A21	27.4	0.075	56.94	29.54
Conexión A22	28.5	0.025	56.47	27.97
Conexión A23	29	0	56.13	27.13
Conexión A24	30	0	55.82	25.82
Conexión A25	30.8	0	55.63	24.83
Conexión A26	29.8	0	55.29	25.49
Conexión A27	28.2	0.025	54.80	26.60
Conexión A28	28	0	54.50	26.50
Conexión A29	29	0.05	54.11	25.11
Conexión A30	30.2	0.025	50.91	20.71
Conexión A31	29.8	0	49.84	20.04



Autor: Laura López Rodríguez

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión A32	27.5	0.05	47.69	20.19
Conexión A33	26.2	0.025	47.34	21.14
Conexión B2	50	0	72.30	22.30
Conexión B3	50	0	72.23	22.23
Conexión B4	50.5	0	72.07	21.57
Conexión B5	50	0.125	71.97	21.97
Conexión B6	49	0	71.76	22.76
Conexión B7	49	0	71.62	22.62
Conexión B8	48.5	0.025	71.20	22.70
Conexión C2	28	0.1	69.25	41.25
Conexión C3	28	0.025	69.18	41.18
Conexión E2	24.8	0.025	61.72	36.92
Conexión E3	25	0	61.50	36.50
Conexión E4	25.5	0	61.48	35.98
Conexión E5	27	0.025	61.34	34.34
Conexión E6	27	0	58.14	31.14
Conexión E7	25.5	0.1	54.48	28.98



Autor: Laura López Rodríguez

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión E'2	24	0	59.86	35.86
Conexión E'3	22	0.025	58.59	36.59
Conexión E'4	20	0.025	58.31	38.31
Conexión F2	31.5	0.15	60.89	29.39
Conexión 2	30	0.075	58.26	28.26
Conexión G3	32	0.2	58.04	26.04
Conexión H3	32	0.025	57.03	25.03
Conexión H4	40	0.1	52.92	12.92
Conexión I2	39	0.175	55.39	16.39
Conexión J2	31	0.1	54.94	23.94
Conexión J3	34	0.075	54.75	20.75
Conexión J4	33.5	0.05	54.24	20.74
Conexión D2	48	0.1	70.06	22.06
Conexión D3	40	0.275	68.46	28.46
Conexión D4	32.5	0.15	68.13	35.63
Depósito 3	75	No Disponible	76.00	1.00



## ➤ ANEXO 10: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

<b>1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2.COSTES DIRECTOS.....</b>	<b>2</b>
2.1 MANO DE OBRA	
2.2 MAQUINARIA.	
2.3 MATERIAL.	
<b>3. COSTES INDIRECTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>4. PRECIOS UNITARIOS.....</b>	<b>3</b>
4.1 MANO DE OBRA	
4.2 MAQUINARIA.	
4.3 MATERIAL.	



## 1. INTRODUCCIÓN.

Debido a la naturaleza del proyecto, enmarcado en el ámbito de la cooperación, existen diferencias notables en la estructura del presupuesto respecto a la que presentan proyectos comunes realizados en España. Estas modificaciones afectan de forma sustancial, como se verá, a la forma de las unidades de obra, y más concretamente a la mano de obra y a la maquinaria.

La mano de obra no cualificada quedaría excluida de las unidades de obra, así como del presupuesto, ya que esta mano de obra la asume de forma voluntaria la comunidad y, por lo tanto, no se pagaría.

No obstante, es necesario establecer unos rendimientos y cuantificar e incluso valorar monetariamente dicha mano de obra con el fin de poder establecer una cuota de suscripción al sistema para aquellas familias que pretendan incorporarse como beneficiarios del sistema pero que no hayan aportado su trabajo durante la construcción del mismo.

Por otro lado, tampoco existe maquinaria como tal. Todas las obras se ejecutan manualmente con la ayuda de herramientas o medios auxiliares. Estos medios se cuantifican según la planificación anterior, con sus respectivos costes, para obtener así un precio total de todos los medios auxiliares que será dividido proporcionalmente entre las unidades de obra que requieran herramientas para su ejecución.

## 2. COSTES DIRECTOS

### 2.1 MANO DE OBRA

Para cuantificar la mano de obra no cualificada que las comunidades beneficiarias aportarán al proyecto, se ha valorado en L130 el jornal.

En cuanto a la mano de obra cualificada (técnicos, albañiles y fontaneros), los salarios utilizados para la realización del presupuesto cumplen con la legislación vigente en Honduras.

Para la realización de este proyecto es necesaria la participación de trabajadores de distintas categorías profesionales, que se enumeran a continuación junto con el precio de su trabajo:

Se trabajará en jornadas de 8 horas de lunes a viernes.

### 2.2 MAQUINARIA.

Para la ejecución de este proyecto serán necesarias, además de la maquinaria tradicional, herramientas (como por ejemplo palas, carretillas, cortatubo de HG,...) para la realización de los diferentes tajos por parte de la mano de obra no cualificada. Estas herramientas pueden ser palas,

Todas las obras se ejecutan manualmente con la ayuda de estos medios auxiliares, que se adquieren con cargo al proyecto. Se estima que el precio total de los mismos es de L25292 por comunidad.

### 2.3 MATERIAL.

Los precios de los materiales utilizados se han obtenido de la base de datos que ESF y NASMAR disponen para la realización de sus proyectos, con última actualización en 2014.



### 3. COSTES INDIRECTOS.

El presupuesto hace referencia no incluye los costes indirectos de gastos administrativos, gastos de gestión para las organizaciones, sensibilización e incidencia, etc. Estos y otros costes que se consideren oportunos serán estimados cuando se presente el proyecto en la correspondiente formulación.

### 4. PRECIOS UNITARIOS.

En este apartado se pretende justificar los precios de las unidades de obra que en la estimación del presupuesto no aparecen de forma detallada. Se desglosarán aquellas partidas a las que se les estima un valor determinado en el Documento 3.

#### 4.1 MANO DE OBRA

Para la realización de este proyecto se necesita la participación de trabajadores de distintas categorías profesionales además de mano de obra no cualificada. En la tabla siguiente se enumeran junto con el precio de su jornada laboral.

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	Coste Unitario
Mano de obra no cualificada. Aporte comunitario	Construcción captación	Jornal	L. 130
	Construcción impulsión	Jornal	L. 130
	Construcción depósitos	Jornal	L. 130
	Construcción de la línea y red de distribución	Jornal	L. 130
	Reuniones de coordinación (3 reuniones/mes de la JA + 2 asambleas/mes)	Jornal	L. 130
Personal local especializado	Ingeniero director obra ( 5 mes)	mes	L. 24,000
	Maestro de obra fontanero (mes). Incluye el albañil	dia	L. 300
	Técnico-Promotor de desarrollo comunal 25% (mes)	mes	L. 9,000

Tabla 1. Precios unitarios de la mano de obra.

En la estimación del presupuesto se establecerá un precio de L. 130 por jornal a la mano de obra no cualificada y un precio mensual de L. 42.000 al mes al personal local cualificado.

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Coste Unitario
UD.25	Mano de obra no cualificada	Aporte de la comunidad durante la ejecución del proyecto	Jornal (8h)	L. 130,00
UD.26	Personal local especializado	Incluye al ingeniero director de obra, a un maestro de obra fontanero y un técnico-promotor de desarrollo comunal	mes	L. 42.000,00





## 4.2 MAQUINARIA.

Se estiman las cantidades de elementos necesarios para dar un precio total de las herramientas por comunidad.

HERRAMIENTAS				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste Unitario	TOTAL Lempiras
Seguetas	Unidad	2	27.5	L. 55
Palas	Unidad	5	187	L. 935
Piochas	Unidad	5	286	L. 1430
Barras	Unidad	2	555.5	L. 1111
Llaves de tubo # 36	Unidad	2	1815	L. 3630
Taraja de 2" a 1/2"	Unidad	1	13585	L. 13585
Cortatubo HG de disco	Unidad	1	3080	L. 3080
SERRUCHO	Unidad	2	279.4	L. 559
Tenazas	Unidad	5	181.5	L. 908
			<b>TOTALES</b>	<b>L. 25.292</b>

## 4.3 MATERIAL.

Se señalarán en color amarillo las partidas que serán desglosadas.

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Coste Unitario
UD.01	Pozo perforado	Perforación y revestimiento para pozo de 6" (incluye entubación, rejilla y empaque de grava). Movilización y desmovilización de maquinaria, personal y herramientas. Sello sanitario (incluye losa de concreto)	pie de perforación para 6"	L. 700,00
UD.02	Limpieza	Limpieza y desarrollo del pozo	6-8 h	L.20.000,00
UD.03	Prueba de bombeo	Prueba de bombeo (Aforo)	24 h	L. 35.000,00
UD.04	Protección del pozo	Cerca perimetral. Incluye cimentación, 3 hileras de bloque, malla ciclón, alambre de puas, tubo de 1/2, varilla 3/8 y portón	Cerca	L. 1.500,00
UD.05	Caseta de control	Construcción de una caseta para alojar el cuadro eléctrico de la bomba, asegurándolo ante asaltos y saqueos y resguardándolo de la lluvia. Estará ubicada al lado del pozo y dentro de la caseta perimetral.	1 Caseta	L. 21.641,4
UD.06	Bomba sumergible 3 HP	Bombas utilizadas en los pozos perforados. Se usan para pequeños caudales y grandes alturas de bombeo. Son recomendables en zona rural porque sus componentes están más protegidos a desvalijamientos por estar sumergidos.	1 Bomba	L. 29.700,00
UD.07	Red eléctrica	<u>Instalación monofásica</u> . Incluye transformador de 15 KVA, la instalación eléctrica de unos 5 a 10 metros y la mano de obra.	Instalación monofásica	L. 113.300,00
UD.08	Tendido eléctrico	Tendido eléctrico desde la comunidad más cercana con electricidad (7km)	Instalación	L. 176.000,00
UD.09	Tubo HG de 3"	Tubería desde el pozo hasta el depósito de distribución.	1 Tubo de 6 m	L. 1.603,8



Autor: Laura López Rodríguez

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Coste Unitario
UD.10	Apoyos de la tubería	Estructuras de apoyo de la tubería que incluye anclajes de mampostería, anclajes de concreto reforzado y anclajes tensados.	por km	L. 9.018,812
UD.11	Limpieza de la línea	Limpieza y desinfección de tubería (Desinfección con hipoclorito sódico al 65%)	Servicio limpieza y desinfección	L. 300,00
UD.12	Depósito	Depósito de distribución de ferrocemento y sus elementos. Tiene una capacidad de 50m3	m3	L. 244,36
UD.13	Hipoclorador 1x1	Cubo de ferrocemento con una capacidad de 1m3. Se incluyen los dispositivos necesarios que ajustarán el goteo para la potabilización.	hipoclorador/deposito	L. 7.500,00
UD.14	Válvulas	Válvulas de compuerta, purgas de lodos y purgas de aire.	Unidad	L. 1.500,00
UD.15	Codos y tes	Codos de 45°, de 90° y de 22,5°. Tes de 45 y 90.	Unidad	L. 120,00
UD.16	Reducción de PVC	Reducciones de PVC en cambios de diámetro en los tramos de la distribución	Unidad	L. 40,00
UD.17	Contador	Para el control del consumo total diario. Se colocará un medidor múltiple en cada acometida.	Acometida	L. 1.500,00
UD.18	Tubería PVC RD26 de 2"	Tubo de 6 metros de longitud de diámetro 2"	1 tubo de 6m	L. 221,00
UD.19	Tubería PVC RD26 de 1½"	Tubo de 6 metros de longitud de diámetro 1½"	1 tubo de 6m	L. 138,00

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Coste Unitario
UD.20	Tubería PVC RD26 de 1"	Tubo de 6 metros de longitud de diámetro 1"	1 tubo de 6m	L. 73,00
UD.21	Tubería PVC RD26 de ½"	Tubo de 6 metros de longitud de diámetro ½"	1 tubo de 6m	L. 45,00
UD.22	Distribución Domiciliar	Incluye 30 m de 1/2" (acometida), 2 codos, 1 grifo, 1 contador, 1 válvula de paso y caja de registro.	Acometida	L. 1.650,00
UD.23	Bodega comunitaria	Cumple la función de almacén para guardar las herramientas utilizadas por el fontanero	Comunidad	L. 1.500,00
UD.24	Pilas	Incluye la construcción de una pila de ladrillo debidamente pulido con rival en cada vivienda de 1.85 m de largo por 1m de ancho en área útil	Acometida	L. 6.983,00
UD.27	Levantamiento topográfico	Levantamiento topografico para la realizacion de la carpeta técnica.	km	L. 1.200,00
UD.28	Realización de la carpeta técnica	Redacción del proyecto de ejecución	Carpeta a realizar	L. 80.000,00
UD.29	Terreno de la fuente	Compra del terreno donde se ubica el pozo en caso de que sea privado	Unidad	L. 60.000,00
UD.30	Terreno del depósito	Compra del terreno donde se ubica el depósito en caso de que sea privado	Unidad	L. 60.000,00
UD.31	Legalización de terrenos	Abogados, notario y escrituras para la compra de los terrenos	Unidad	L. 100,00
UD.32	Estudio de la calidad del agua	Estudio hidrogeológico (para ejecución de pozos) y análisis de agua: microbiológico, físico-químico, pesticidas	Número de estudios	L. 2.000,00



Autor: Laura López Rodríguez

ESTACIÓN DE BOMBEO UD.05				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste Unitario	TOTAL Lempiras
<b>Estación de Bombeo</b>				
Cemento Gris Portland	bolsa	38	L. 204.60	L. 7,775
Arena	m <sup>3</sup>	4	L. 330.00	L. 1,320
Grava	m <sup>3</sup>	2	L. 374.00	L. 748
Piedra	m <sup>3</sup>	3	L. 330.00	L. 990
Varilla de Hierro Lisa de ¼" LEG	lance	4	L. 49.50	L. 198
Madera Rústica de Pino	pie <sup>3</sup>	40	L. 18.70	L. 748
Clavos de 3"	libra	3	L. 19.80	L. 59
Alambre de Amarre	libra	8	L. 19.80	L. 158
Bloque de 15x20x40 cm	Unidad	332	L. 15.40	L. 5,113
Varilla de Hierro Corrugada de ¾" LEG	lance	20	L. 132.00	L. 2,640
Arenilla rosada	bolsa	17	L. 15.40	L. 262
Brocha de 3"	Unidad	3	L. 38.50	L. 116
Rodillo y accesorios	Unidad	1	L. 110.00	L. 110
Pintura de aceite	gln	4	L. 297.00	L. 1,188
Diluyente	gln	1	L. 187.00	L. 187
Lija # 100	Unidad	3	L. 9.90	L. 30
			<b>TOTALES</b>	<b>L. 21.641</b>

Estructuras de Apoyo ( precio/km) UD.10				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste Unitario	TOTAL Lempiras
<b>Anclajes de concreto reforzado</b>				
Cemento Gris Portland	Bolsa	9.9	204.6	2025.54
Arena	m <sup>3</sup>	0.9	330	297
Grava	m <sup>3</sup>	1.2	374	448.8
Piedra	m <sup>3</sup>	0.5	330	165
Varilla de Hierro Corrugada de ¾" LEG	Lance	3.5	132	462
<b>Anclajes de mampostería</b>				
Cemento Gris Portland	Bolsa	9.32	204.6	1906.872
Arena	m <sup>3</sup>	2.02	330	666.6
Piedra	m <sup>3</sup>	5.2	330	1716
<b>Anclaje tensado</b>				
Tubo HG de ½"	Lance	2	249.7	499.4
Cable Acerada de ¾"	yarda	28	29.7	831.6
Moradazas	Unidad	6	0	0
Guardacables	Unidad	2	0	0
Tensor	Unidad	1	0	0
Candado	Unidad	1	0	0
Cadena	Unidad	0.6	0	0
			<b>TOTALES</b>	<b>L. 9018.812</b>

INSTALACIONES ELÉCTRICAS UD.07				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste	TOTAL
<b>Instalación monofásica</b>				<b>L. 103.000</b>
Transformador de 15 KVA	Unidad	1	42000	42000
Otros. Incluida la mano de obra		1	61000	61000
<b>Instalación Trifásica</b>				<b>L. 122.820</b>
Transformador de 25 KVA	Unidad	2	46000	92000
Poste	Unidad	1	4500	4500
Alambre	rollo	1	500	500
Aisladores	Unidad	12	500	6000
Crucetas	Unidad	2	300	600
Pernos	libras	1	720	720
Pararrayos	Unidad	2	2000	4000
Cuchillas	Unidad	2	1250	2500
Mano de obra	unidad	1	12000	12000



Autor: Laura López Rodríguez

HIPOCLORADOR - (1m x 1m x 1m) <b>UD.13</b>				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste Unitario	TOTAL Lempiras
Caja				
Arena	m <sup>3</sup>	0.4	L. 330.00	L. 132
Cemento Gris Portland	bolsa	4	L. 204.60	L. 818
Ladrillo Rafón 3"x6"x11"	Unidad	165	L. 4.68	L. 771
Varilla de Hierro Lisa de ¼" LEG	lance	2	L. 49.50	L. 99
Accesorios				
Codo HG de ½" x 90°	Unidad	4	L. 8.80	L. 35
Tubo HG de ½"	Unidad	0.5	L. 249.70	L. 125
Llave PVC de ½"	Unidad	1	L. 35.20	L. 35
Niples HG de ½" x 6"	Unidad	3	L. 12.87	L. 39
Tubería PVC SDR 13.5 de ½"	lance	000	L. 45.10	L. 15
Tubería PVC RD26 de 1"	lance	000	L. 72.60	L. 12
Valvulas de Compuerta de Bronce de ½"	Unidad	1	L. 140.80	L. 141
Válvula de Globo Macho PVC 1/2" Diámetro	Unidad	001	L. 111.10	L. 111
			<b>TOTALES</b>	<b>L. 2.334</b>

PILA CON RIVAL 1.85X1.30X1.00 A/P Y ALC. <b>UD.24</b>				
Conceptos	Unidad	Cantidad	Coste Unitario	TOTAL Lempiras
Pegamento PVC	Gln	0.125	L. 847.00	L. 106
Adaptador hembra PVC 1/2"	Unidad	1	L. 2.20	L. 2
Codo PVC de ½" x 90°	Unidad	2	L. 6.05	L. 12
Codo PVC de 2" x 90°	Unidad	2	L. 92.40	L. 185
Tee PVC de 2"	Unidad	1	L. 105.60	L. 106
Llave Spita de Bronce de ½"	Unidad	1	L. 75.90	L. 76
Cemento Gris Portland	Bolsa	15.04315	L. 204.60	L. 3,078
Cal hidratada	Bolsa	0.263	L. 82.50	L. 22
Arena	m <sup>3</sup>	2.88365	L. 330.00	L. 952
Arenilla Rosada	Bolsa	1.75	L. 15.40	L. 27
Grava	M³	0.34133	L. 374.00	L. 128
Piedra	M³	1.934	L. 330.00	L. 638
Ladrillo Rafón 3"x6"x11"	Unidad	327.6	L. 4.68	L. 1,532
Clavos de 2"	Lb	0.097	L. 19.80	L. 2
Tubería PVC RD26 de 2"	Lance	0.333	L. 221.10	L. 74
Madera Rústica de Pino	Pie T	2.456	L. 18.70	L. 46
			<b>TOTALES</b>	<b>L. 6.983</b>